

ISSN : 2716-1935 (print)
2716-1927 (online)

JAIIT

*Journal of Advances
in Information and
Industrial Technology*

*Jurnal Kemajuan Teknologi
Informasi dan Industri*

Edisi: Mei 2020 (Vol. 2, No.1)

JAIIT | Journal of Advances in Information and Industrial Technology | Vol. 2, No. 1, Mei 2020



**ITTelkom
Surabaya**

Solution for The Nation

Website: journal.ittelkom-sby.ac.id/jaiit

E-mail : jaiit@ittelkom-sby.ac.id

EDITORIAL TEAM

Editor in Chief:

Benazir Imam Arif Muttaqin, S.T., M.T., *Institut Teknologi Telkom Surabaya*

Editorial Members:

Dewi Rahmawati, S.Kom., M.Kom., *Institut Teknologi Telkom Surabaya*

Bernadus Anggo Seno Aji, S.Kom., M.Kom., *Institut Teknologi Telkom Surabaya*

Ardian Yusuf Wicaksono, S.Kom., M.Kom., *Institut Teknologi Telkom Surabaya*

Peer Reviewers:

Abduh Sayid Albana, S.T., M.T., M.Sc., Ph.D., *Institut Teknologi Telkom Surabaya*

Dana Sulistyo Kusumo, Ph.D., *Telkom University*

Muhammad Rusyadi Ramli, S.Kom., M.Eng., *Kumoh National Institute of Technology*

Gereziher Weldegebriel Adhene, B.Sc., M.Sc., *Information Network Security Agency of Ethiopia*

Haftu Tasew Reda, B.Sc., M.Eng., *La Trobe University*

Philip Tobianto Daely, S.T., M.Eng., *Institut Teknologi Telkom Surabaya*

Farah Zakiyah Rahmanti, S.ST., M.T., *Institut Teknologi Telkom Surabaya*

Ully Asfari, S.Kom., M.Kom., *Institut Teknologi Telkom Surabaya*

Wahyu Andy Prastyabudi, S.Kom., M.Sc., *Institut Teknologi Telkom Surabaya*

Rachmadita Andreswari, S.Kom., M.Kom., *Telkom University*

Atikah Aghdi Pratiwi, S.T., M.T., *Institut Teknologi Sepuluh November*

Anindya Rachma Dwicahyani, S.T., M.T., *Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*

Journal of Advances in Information and Industrial Technology

Fakultas Teknologi Informasi dan Industri

Institut Teknologi Telkom Surabaya

Jl. Ketintang No. 156, Surabaya, 60231, Jawa Timur, Indonesia

Telp. +6281 329464686, Web: journal.ittelkom-sby.ac.id/jaiit;

E-mail: jaiit@ittelkom-sby.ac.id

TABLE OF CONTENTS

COVER PAGE

EDITORIAL TEAM..... i

TABLE OF CONTENTS..... ii

ABOUT THE JOURNAL iii

PREFACE iv

ARTICLES

1. Implementasi Multi Factor Evaluation Process (MFEP) Pemilihan Kompetensi Keahlian Calon Siswa SMK Ketintang Surabaya..... 1-12
2. Analisa Potensi Bahaya pada Perusahaan Fabrikasi Baja menggunakan Metode HAZOP (Hazard and Operability Study)..... 13-21
3. Analisis Kualitas Pelayanan dengan Metode Fuzzy-SERVQUAL pada Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Gresik..... 22-35
4. Prediksi Penyebaran COVID-19 Kota Surabaya dengan Simulasi Monte Carlo..... 36-42
5. Pengelolaan Risiko untuk Mengurangi Waste Produksi pada Forward Rib Member A321 di PT X dengan Pendekatan House Of Risk 43-50
6. Model Standardisasi Pengiriman Kemasan Rantai Dingin pada Usaha Kecil dan Menengah dengan Moda Transportasi Laut..... 51-65

ABOUT THE JOURNAL

JAIIT: Journal of Advances in Information and Industrial Technology is an official journal of Faculty of Information and Industrial Technology, Institut Teknologi Telkom Surabaya. JAIIT publishes research or review articles in the field of information and industrial technology. JAIIT provides platform for research lecturers, the reviewer, practitioners, industry, and observers across Indonesia and overseas to promote, share, and discuss new issues and the advances in information and industrial technology.

Scope of the journal include:

- Management Systems
- Industrial Automation
- System Quality
- Operations Research
- Supply Chain Management
- Manufacturing Systems
- Workplace and Ergonomic Systems
- Project Management
- Economics and Business Operation
- Human Resources
- Software Requirement Analysis
- Formal Methods
- Business Process Management
- Data Mining
- Artificial Intelligence
- Image Processing
- Computer Networks
- Machine Learning
- Business Intelligence
- Database Systems
- Enterprise Computing
- Mobile, Cloud, Edge, and Fog Computing
- Technology Management
- Internet of Things
- Cybersecurity
- Decision Support Systems
- Information Systems
- Adoption Technology
- Information Technology Governance
- E-government
- Information Technology and System Strategies

JAIIT (ISSN: 2716-1935, e-ISSN: 2716-1927) published twice a year, in May and November. The language used in the form of Indonesian and English. All authors are requested to register in advance and submit the manuscript online to support the fast managing and review process and to be able to track the real-time status of the manuscript.

All accepted manuscripts will receive individual digital object identifier (DOI) and indexed by Google Scholar (On Processing). The online PDF version of the journal is open access from <https://journal.ittelmkom-sby.ac.id/jaiit/issue/current>. Subscription of the hard copy can be requested by email to jaiit@ittelmkom-sby.ac.id.

PREFACE

Welcome to the Journal of Advanced in Information and Industrial Technology (JAIIT), Vol. 2, Issue No. 1. It is my great privilege and pleasure to present the second volume of this peer-reviewed journal, the first published journal under Institut Teknologi Telkom Surabaya. The aim of this journal is to accommodate the results of research publications through journals, from national to worldwide, as part of continuous improvement.

JAIIT is a national journal that focuses on theoretical and applied research in the field of information and industrial technology. JAIIT aims to provide a highly readable and valuable contribution literature to the information and industrial society in Indonesia. In the future, the vision of JAIIT is to be a reputable international journal focusing on the field of information and industrial technology. This issue (Vol. 2, No. 1, May 2020) consists of six research articles from various fields of study.

As the chairman of JAIIT, I would like to thank many people who supported to this journal, especially LPPM (Research and Community Service Units), Institut Teknologi Telkom Surabaya. Furthermore, as the editor in chief, I would like to extend my sincere thanks to all members of the editorial and the advisory boards from Institut Teknologi Telkom Surabaya, whose service, dedication, and commitment have made the creation of this journal possible. It is without doubt that the success of our journal depends highly on the author contribution of articles. I would also like to acknowledge the highly appreciative effort to all of manuscript reviewers for providing valuable comments and suggestions to the authors. As we are working together, we aim to continue to strive for quality and excellence in published articles.

Through seamless collaboration with all stakeholders, we aim to continue to strive for quality and excellence in publishing articles. It is our hope that JAIIT could deliver valuable and interesting information and stimulate further research to the nationwide and worldwide community of information and industrial technology. Finally, I realize that there are still a lot of aspects that have to be improved. Therefore, we are sincerely waiting for your mutual suggestions and criticism for future improvement of this journal.

May, 2020

Benazir Imam Arif Muttaqin, S.T., M.T.
Editor in Chief of JAIIT

Implementasi *Multi Factor Evaluation Process* (MFEP) untuk Pemilihan Kompetensi Keahlian Calon Siswa SMK Ketintang Surabaya

Lukman Junaedi, Ahmad Shidiq Cahyono, Achmad Muchayan

Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Narotama Surabaya,

Jl. Arif Rahman Hakim No. 51, Surabaya 60117, Indonesia

lukman.junaedi@narotama.ac.id

Abstrak

Dalam dunia pendidikan menengah atas kejuruan (SMK), banyak sekali kompetensi keahlian yang tersedia di masing-masing Sekolah. SMK Ketintang Surabaya merupakan institusi bidang pendidikan yang melayani 5 (lima) kompetensi keahlian yaitu Akuntansi dan Keuangan Lembaga (AKL), Otomatisasi dan Tata Kelola Perkantoran (OTKP), Bisnis Daring dan Pemasaran (BDP), Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ), dan Multimedia (MM). Dalam menentukan peminatan di kompetensi keahlian, masih banyak siswa merasa salah dalam memilih kompetensi keahlian sehingga timbul fenomena tinggal kelas dan pindah sekolah atau kompetensi keahlian yang meningkat. Metode Multi Factor Evaluation Process (MFEP) merupakan salah satu metode Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dengan menimbang berbagai kriteria yang mempengaruhi alternatif. Calon siswa dapat memilih kompetensi keahlian sesuai dengan minatnya dengan bantuan dari program SPK berbasis web. Hasil dari artikel ini menjelaskan tentang program SPK yang menampilkan diagram peminatan yang dipilih calon siswa sehingga calon siswa tidak merasa salah dalam pemilihan kompetensi keahlian. Calon siswa dapat memilih kompetensi keahlian yang sesuai minatnya dan tidak menjadi siswa yang salah memilih kompetensi keahlian dengan presentase 54,4%.

Kata kunci: SPK, MFEP, SMK, Kompetensi Keahlian

1. Pendahuluan

Satu dari banyak jenjang pendidikan di Indonesia adalah Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Pada jenjang SMK ada beberapa kompetensi keahlian yang dapat dipilih oleh siswa. Menurut Peraturan Direktur Jendral Pendidikan Dasar dan Menengah Nomor 06/D.D5/KK/2018 tertanggal 7 Juni 2018 tentang Spektrum Keahlian Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) atau Madrasah Aliyah Kejuruan (MAK), telah menetapkan jumlah kompetensi keahlian yang dapat dipilih sebanyak 142 kompetensi keahlian yang terdiri dari 49 Program Keahlian serta dibagi menjadi 9 Bidang Keahlian (Kemdikbud RI, 2018).

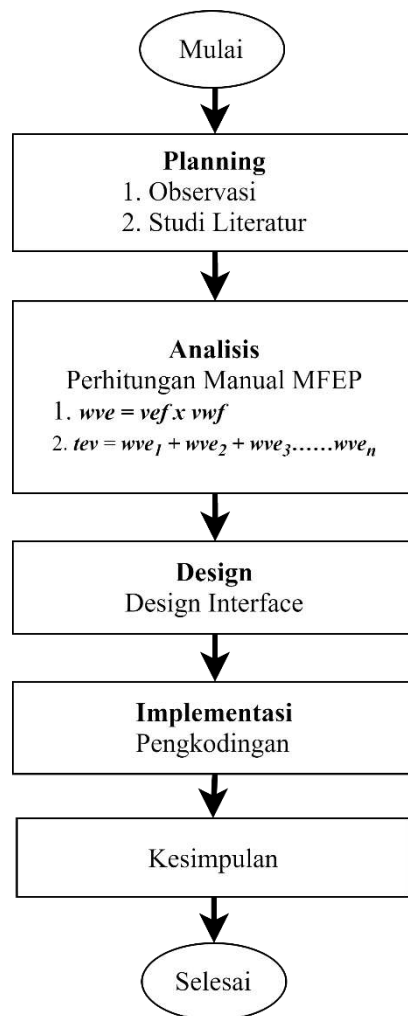
Salah satu pendidikan SMK yang ada di Surabaya Adalah SMK Ketintang Surabaya dengan memiliki 5 Kompetensi Keahlian yaitu Akuntansi dan Keuangan Lembaga (AKL), Otomatisasi dan Tata Kelola Perkantoran (OTKP), Bisnis Daring dan Pemasaran (BDP), Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ), dan Multimedia (MM). Bagi calon siswa mendapatkan kesulitan dengan beberapa Kompetensi Keahlian yang ada di SMK Ketintang Surabaya. Hal ini mengakibatkan calon siswa masih merasa bingung dan tidak percaya diri dalam memilih Kompetensi Keahlian yang diinginkan. Karena tidak adanya rasa percaya diri tersebut, menurut JawaPos.com terjadi kenaikan dalam jumlah siswa yang mengalami tinggal kelas (JawaPos.com, 2017).

Analisis *Multi Factor Evaluation Process* (MFEP) ditujukan untuk membuat analisis beberapa faktor yang mempengaruhi dalam calon siswa dalam memilih kompetensi keahlian sesuai dengan minat dan kesukaannya (Wahyuni, 2017). Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi antara lain faktor

penghasilan orang tua, faktor nilai mata pelajaran, faktor kelulusan masing-masing kompetensi keahlian, faktor penyerapan dunia kerja terhadap lulusan, faktor peminatan yang dapat dipilih calon siswa sesuai dengan minatnya. Dalam melakukan analisis tersebut dilakukan langkah-langkah seperti pengumpulan data dengan observasi, kuisioner dan studi literatur terdahulu, analisis kriteria dan sub kriteria serta pemberian nilai bobot, dan penarikan kesimpulan. Lalu peneliti membuat desain SPK yang akan dibuat *mock-up* sistem dalam bentuk *user interface*. Kemudian dilanjutkan pengkodean sistem.

2. Metode Penelitian

Agar penelitian ini sesuai dengan rumusan penelitian, maka dibuat sebuah metodologi penelitian pada diagram *flowchart* Gambar 1 untuk memudahkan langkah-langkah pelaksanaan penelitian.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Tahapan dalam metode penelitian menggunakan metode pengembangan sistem *Waterfall* sebagai berikut (Manik, dkk., 2015; Wuragil, dkk., 2014):

a. Tahap Planning

Tahap pertama yaitu melakukan pengumpulan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini dengan metode observasi dan kuisioner di SMK Ketintang Surabaya dan mempelajari literatur terdahulu sebagai pendukung penelitian ini (Muchlis, dkk., 2019).

- b. Tahap Analisis
Dilanjutkan tahap analisis dengan melakukan analisa beberapa alternatif, kriteria dan subkriteria beserta pemberian bobotnya sesuai dengan metode *Multi Factor Evaluation Process* (MFEP). Setelah itu melakukan perhitungan manual dari metode tersebut sehingga menemukan alternatif terbaik dari beberapa alternatif yang tersedia dengan menimbangkan beberapa faktor dari subkriteria yang dipilih (Primadasa dan Amalia, 2018; Widjaja dan Mujito, 2017).
- c. Tahap Desain
Setelah pembuatan diagram, selanjutnya dibuatkan bentuk *mock-up* aplikasi dalam bentuk *design interface* yang mana akan digunakan dalam tahapan selanjutnya yaitu tahapan implementasi.
- d. Tahap Implementasi
Selanjutnya melakukan pengkodean sistem berbasis web dengan template Bootstrap 4 dan PHP 7 serta menggunakan database MySQL.
- e. Tahap Kesimpulan
Tahap akhir adalah menarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan yang dimulai dari *planning* sampai dengan pengkodean aplikasi.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Perhitungan Manual MFEP

a. Analisis Alternatif dan Kriteria

Penentuan alternatif pada SMK Ketintang Surabaya terdiri dari beberapa jurusan yang akan diuraikan pada Tabel 1. Alternatif pada progam SPK ini adalah kompetensi keahlian yang dilayani oleh SMK Ketintang Surabaya yang melayani kompetensi keahlian sebanyak 5 (lima) kompetensi keahlian.

Tabel 1. Alternatif Keputusan

No.	Kompetensi Keahlian
1.	Akuntansi dan Keuangan Lembaga (AKL)
2.	Otomatisasi dan Tata Kelola Perkantoran (OTKP)
3.	Bisnis Daring dan Pemasaran (BDP)
4.	Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ)
5.	Multimedia (MM)

Setelah menentukan alternatif keputusan selanjutnya adalah menentukan faktor-faktor yang dianggap penting dalam pengambilan keputusan yang disebut dengan kriteria. Kemudian memberikan bobot nilai pada kriteria yang digunakan harus sama dengan 1 (bobot = 1) yang ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Daftar dan Pembobotan Kriteria

Kode	Kriteria	Bobot
K01	Peminatan	0,35
K02	Penghasilan Orang Tua	0,15
K03	Kelulusan	0,15
K04	Penyerapan Dunia Kerja	0,1
K05	Sarpras	0,1
K06	Nilai Mapel	0,15
Total		1

Kriteria diatas merupakan bebarapa kriteria seperti K01 Peminatan, K02 Penghasilan Orang Tua, K03 Kelulusan, K04 Penyerapan Dunia Kerja, K05 Sarpras, dan K06 Nilai Mapel. Nilai bobot pada kriteria adalah penilaian subjektif dari keputusan bersama Ketua Kompetensi Keahlian (kakomli).

b. Analisis Sub Kriteria dan Pembobotan

Pada tahap selanjutnya adalah melakukan pemilihan lebih detail dari kriteria yang disebut dengan subkriteria yang akan berpengaruh pada pemilihan alternatif terbaik selain kriteria itu sendiri.

Tabel 3. Daftar dan Pembobotan Kriteria

Kode	Kriteria	Subkriteria	Nilai Bobot
K01	Peminatan	C3 Kompetensi Keahlian	4
		C2 Dasar Progam Keahlian	3
		C1 Dasar Bidang Keahlian	2
		C4 Muatan Lokal	1
K02	Penghasilan Orang Tua	Tidak Berpenghasilan	1
		Rp. 0 - Rp. 900.000	3
		Rp. 1.000.000 - Rp. 3.000.000	4
		Rp. 3.000.000 - Rp. 5.000.000	5
		> Rp. 5.000.00	2
K03	Kelulusan	100%	5
		75% - 95%	4
		50% - 75%	3
		25% - 50%	2
		0%	1
K04	Penyerapan Dunia Kerja	> 100 siswa	5
		75 - 100 siswa	4
		50 - 75 siswa	3
		25 - 50 siswa	2
		0 siswa	1
K05	Sarpras	Ruang Praktik	4
		Alat Peraga	3
		Infrastruktur IT	2
		Kemudahan Akses	1
K06	Nilai Mapel	Jika Berminat Jurusan AKL	
		Matematika	5
		Bahasa Inggris	4
		Prakarya Kewirausahaan	2
		Teknologi Informasi dan Komunikasi	3
		Seni Gambar	1
		Jika Berminat Jurusan OTKP	
		Matematika	2
		Bahasa Inggris	5
		Prakarya Dan Kewirausahaan	3
		Teknologi Informasi dan Komunikasi	4
		Seni Gambar	1
		Jika Berminat Jurusan BDP	
		Matematika	3
		Bahasa Inggris	2
		Prakarya Dan Kewirausahaan	5
		Teknologi Informasi dan Komunikasi	4
		Seni Gambar	1

Tabel 3. Daftar dan Pembobotan Kriteria (lanjutan)

K06	Nilai Mapel	Jika Berminat Jurusan TKJ	
		Matematika	3
		Bahasa Inggris	4
		Prakarya Dan Kewirausahaan	2
		Teknologi Informasi dan Komunikasi	5
		Seni Gambar	1
		Jika Berminat Jurusan MM	
		Matematika	2
		Bahasa Inggris	3
		Prakarya Dan Kewirausahaan	1
		Teknologi Informasi dan Komunikasi	4
		Seni Gambar	5

Berdasarkan pada Tabel 3, terdapat beberapa subkriteria dari masing-masing kriteria dan memiliki nilai bobot masing-masing. Nilai bobot yang ada pada subkriteria tersebut adalah hasil kuisioner kepada beberapa guru dan pimpinan di SMK Ketintang Surabaya.

c. Perhitungan Evaluasi Bobot dan Total Bobot Kriteria

Alternatif, Kriteria dan Subkriteria telah ditentukan dan telah diberi bobot faktor, Lalu dimulai perhitungan evaluasi bobot (*Weighting Value Evaluation*) pada alternatif sesuai dengan pemilihan user. Sebelumnya telah diketahui hasil inputan sebagai berikut pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Input Data User

Kode	Kriteria	Evaluasi Kriteria (e)				
		AKL	OTKP	BDP	TKJ	MM
K01	Peminatan	4	3	3	1	1
K02	Penghasilan Orang Tua	3	3	3	3	3
K03	Kelulusan	5	4	4	4	1
K04	Penyerapan Dunia Kerja	4	5	3	3	1
K05	Sarpras	3	3	2	3	3
K06	Nilai Mapel	5	4	3	2	1
Total		24	22	18	16	10

Dengan perhitungan diatas dapat diketahui nilai dari jumlah total yang diterima untuk masing-masing alternatif. Nilai Evaluasi Kriteria kompetensi keahlian AKL paling tinggi nilainya disbanding dengan kompetensi lainnya dengan total nilai evaluasi kriteria (e) 24. Langkah selanjutnya yaitu menghitung evaluasi pada setiap alternatif sampai semua alternatif dihitung evaluasi bobotnya (*Weighting Value Evaluation*) pada masing-masing kompetensi keahlian. Perhitungan evaluasi bobot adalah nilai bobot kriteria dikalikan evaluasi kriteria pada Tabel 4 seperti persamaan berikut.

$$wve = vef \times vwf \quad (1)$$

Keterangan:

wve : *Weighting Value Evaluation* (Evaluasi Nilai Bobot)

vef : *Value Of Evaluations Factors* (Nilai Evaluasi Faktor)

vwf : *Value Of Weighting Factors* (Nilai Bobot Faktor)

Setelah mengetahui evaluasi bobot kriteria maka dilanjutkan perhitungan untuk menghitung total evaluasi bobotnya sehingga menjadi total evaluasi alternatif pada persamaan berikut.

$$tev = wve_1 + wve_2 + wve_3 + \dots + wve_n \quad (2)$$

Keterangan:

tev : Total Evaluation Value (Nilai Evaluasi Total)

wve_1 : Weighting Value Evaluation-1 (Evaluasi Nilai Bobot ke-1)

wve_n : Weighting Value Evaluation-n (Evaluasi Nilai Bobot ke-n)

Tabel 5. Evaluasi Alternatif Pertama

Kode	Kriteria	Bobot (w)	Evaluasi (e)	Bobot Evaluasi (w * e)
K01	Peminatan	0,35	4	1,4
K02	Penghasilan Orang Tua	0,15	3	0,45
K03	Kelulusan	0,15	5	0,75
K04	Penyerapan Dunia Kerja	0,1	4	0,4
K05	Sarpras	0,1	3	0,3
K06	Nilai Mapel	0,15	5	0,75
Total				3,3

Pada evaluasi alternatif pertama Tabel 5, nilai bobot evaluasi Akuntansi dan Keuangan Lembaga adalah 3,3 dimana kriteria peminatan (K01) dan kelulusan (K03) memiliki nilai evaluasi (e) paling tinggi yaitu 5 pada 2 kriteria tersebut.

Tabel 6. Evaluasi Alternatif Kedua

Kode	Kriteria	Bobot (w)	Evaluasi (e)	Bobot Evaluasi (w * e)
K01	Peminatan	0,35	3	1,05
K02	Penghasilan Orang Tua	0,15	3	0,45
K03	Kelulusan	0,15	4	0,6
K04	Penyerapan Dunia Kerja	0,1	5	0,5
K05	Sarpras	0,1	3	0,3
K06	Nilai Mapel	0,15	4	0,6
Total				2,9

Pada evaluasi alternatif kedua Tabel 6, nilai bobot evaluasi Otomatisasi dan Tata Kelola Perkantoran adalah 2,9. Tabel 6 juga memiliki nilai evaluasi (e) yang sering muncul yaitu 3 untuk kriteria peminatan (K01), penghasilan orang tua (K02), dan sarpras (K06) serta nilai paling tinggi yaitu 5 pada kriteria penyerapan dunia kerja (K04).

Tabel 7. Evaluasi Alternatif Ketiga

Kode	Kriteria	Bobot (w)	Evaluasi (e)	Bobot Evaluasi (w * e)
K01	Peminatan	0,35	3	1,05
K02	Penghasilan Orang Tua	0,15	3	0,45
K03	Kelulusan	0,15	4	0,6
K04	Penyerapan Dunia Kerja	0,1	3	0,3
K05	Sarpras	0,1	2	0,2
K06	Nilai Mapel	0,15	3	0,45
Total				2,6

Pada evaluasi alternatif ketiga Tabel 7, nilai bobot evaluasi Bisnis Daring dan Pemasaran adalah 2,6 dengan nilai evaluasi (e) yang sering muncul yaitu 3 sebanyak 4 kali dan memiliki nilai terendah yaitu 2 pada kriteria Sarpras (K05).

Tabel 8. Evaluasi Alternatif Keempat

Kode	Kriteria	Bobot (w)	Evaluasi (e)	Bobot Evaluasi ($w * e$)
K01	Peminatan	0,35	1	0,35
K02	Penghasilan Orang Tua	0,15	3	0,45
K03	Kelulusan	0,15	4	0,6
K04	Penyerapan Dunia Kerja	0,1	3	0,3
K05	Sarpras	0,1	3	0,3
K06	Nilai Mapel	0,15	2	0,3
Total				2

Pada evaluasi alternatif keempat Tabel 8, nilai bobot evaluasi Teknik Komputer dan Jaringan adalah 2. Total bobot evaluasi dengan angka bulat pada hasil percobaan program SPK tersebut. Nilai terendah yang ada pada percobaan ini yaitu pada kriteria Peminatan (K01) dimana calon siswa tidak atau sedikit memilih pernyataan yang mengandung tentang kompetensi keahlian TKJ.

Tabel 9. Evaluasi Alternatif Kelima

Kode	Kriteria	Bobot (w)	Evaluasi (e)	Bobot Evaluasi ($w * e$)
K01	Peminatan	0,35	1	0,35
K02	Penghasilan Orang Tua	0,15	3	0,45
K03	Kelulusan	0,15	1	0,15
K04	Penyerapan Dunia Kerja	0,1	1	0,1
K05	Sarpras	0,1	3	0,3
K06	Nilai Mapel	0,15	1	0,15
Total				1,35

Pada evaluasi alternatif keempat Tabel 9, nilai bobot evaluasi Multimedia adalah 1,35 dimana nilai evaluasi (e) paling kecil ada pada pilihan alternatif ini yang ditunjukkan pada kriteria peminatan (K01), kelulusan (K03), penyerapan dunia kerja (K04), dan nilai mapel (K06).

d. Analisis Total Bobot Kriteria

Proses selanjutnya adalah melakukan perbandingan dari semua total total bobot kriteria masing-masing alternatif agar dapat memilih alternatif terbaik untuk mengambil keputusan.

Tabel 10. Hasil Perhitungan dan Peringkat

Kriteria	Nilai Bobot Evaluasi ($w * e$)	Prosentase (%)	Peringkat
Akuntansi dan Keuangan Lembaga (AKL)	3,3	22	1
Otomatisasi dan Tata Kelola Perkantoran (OTKP)	2,9	19	2
Bisnis Daring dan Pemasaran (BDP)	2,6	17	3
Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ)	2	13	4
Multimedia (MM)	1,35	9	5

Setelah mengetahui nilai bobot evaluasi masing-masing alternatif, langkah terakhir pada program SPK adalah mengurutkan nilai bobot evaluasi dari terbesar ke yang terkecil dengan menampilkan

hasilnya kepada calon siswa. Berdasarkan tabel hasil perhitungan dan peringkat diatas nilai evaluasi masing alternatif yaitu AKL bernilai 3,3; OTKP bernilai 2,9; BDP bernilai 2,6; TKJ bernilai 2; dan MM bernilai 1,35;. Hasil diatas telah diurutkan secara otomatis oleh sistem sehingga dapat disimpulkan bahwasanya kompetensi keahlian yang dipilih oleh calon siswa adalah Akuntansi dan Keuangan Lembaga dengan nilai 3,3 dan prosentase 22% dengan memperhatikan beberapa kriteria yang telah ditentukan diantaranya kriteria penghasilan orang tua yang mendapat nilai evaluasi sebesar 0,45. Selanjutnya kriteria Kelulusan pada kompetensi keahlian nilai evaluasi tersebut sebesar 0,75. Kriteria Penyerapan Dunia Kerja di Dunia Industri dengan nilai evaluasi sebesar 0,4. Selanjutnya kriteria Sarana Prasarana penunjang proses pembelajaran dengan nilai evaluasi sebesar 0,3. Dan kriteria Nilai Mata Pelajaran dengan nilai evaluasi sebesar 0,75. Hal ini menunjukkan calon siswa lebih berminat pada kompetensi keahlian AKL dibandingkan kompetensi lainnya yang tersedia.

3. 2 Implementasi MFEP

Selain perhitungan manual yang berjalan dalam sistem, disertakan pula gambar beberapa menu dari progam SPK dalam penelitian ini seperti halaman login dengan cara calon siswa mendaftar terlebih dahulu, halaman menu utama, halaman peminatan berupa inti progam yang digunakan sebagai pemilihan alternatif terbaik dengan memperhatikan subkriteria yang dipilih, dan hasil keputusan (*summary*) dari progam tersebut yang dapat menjadi acuan calon siswa dalam memilih progam keahlian yang tersedia di SMK Ketintang Surabaya. Pada tahap ini menggunakan *template* bootstrap 4 dengan *framework* CodeIgniter (CI) dan *database* aplikasi MySQL berbasis web *landing page*. *framework* CodeIgniter (CI) sendiri memiliki struktur pemograman yang terbagi menjadi 3 bagian utama yaitu *controller* sebagai penghubung anatar *model* dan *view*, *model* sebagai pemanggil data dalam *database*, dan *views* sebagai tampilan hasil data yang diproses dari *model* dan *controller*.

Gambar 1. *Form Login*

Pada Gambar 1, terdapat 2 *textfield* untuk memasukkan *username* dan *password*. *Username* dan *password* hanya bisa didapatkan saat meminta hak akses melalui *user* admin. Lalu tertera *button Sign in* untuk masuk kedalam sistem sesuai dengan *username* sesuai hak akses yang diberikan. *Button sign* juga sebagai *controller* untuk melakukan pengecekan ke dalam *database* progam apakah ada *record* data yang sesuai dengan yang diisikan di *textfield username* dan *password* disertai dengan *models* sebagai pelaksana dari data yang diinputkan untuk dicek kedalam *controller*. Setelah melakukan pengecekan data dari *primary key* level *user*, sistem akan menampilkan *view* halaman sesuai dengan

level *user* yang telah diverifikasi. Bagi *user* yang belum memiliki *username* dan *password* dapat memilih *button* Daftar yang akan memunculkan halaman pengisian data *user*.



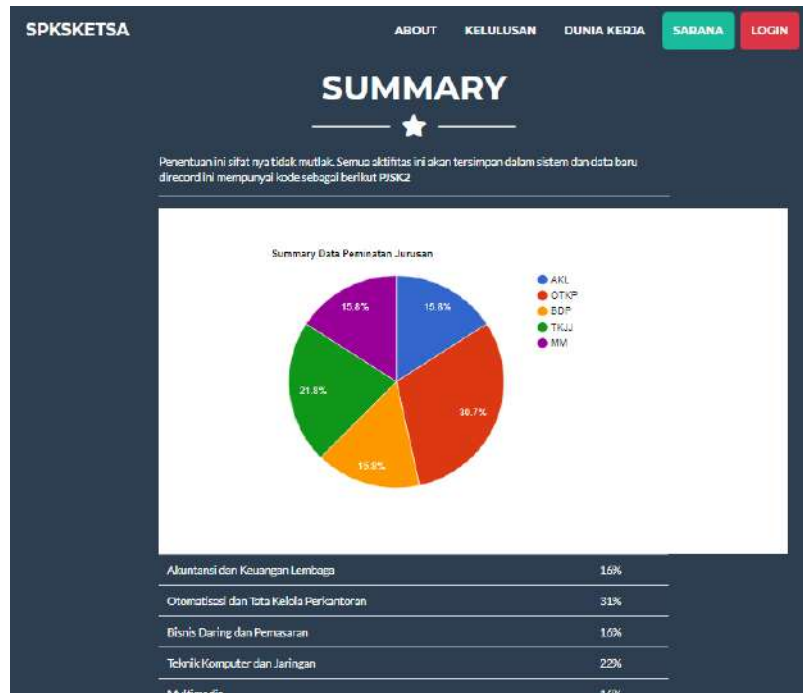
Gambar 2. Halaman Menu Utama

Gambar 2 adalah halaman utama yang terdiri menu login untuk semua *user* yang memiliki akses didalamnya dan menu mulai untuk memulai program SPK. Untuk bisa *login* ke sistem perlu mendapat izin akses berupa *username* dan *password* dari admin terlebih dahulu. Kemudian ada beberapa menu yang ada diatas halaman utama tersebut seperti About, Kelulusan Dunia Kerja, Sarana, dan Login. Selain menu Login, menu lainnya adalah kriteria dari SPK Kompetensi Keahlian yang berpengaruh pada perhitungan pemilihan alternatif kompetensi keahlian. Halaman ini berbasis web *landing page* dengan beberapa halaman. Pada halaman utama terdapat logo utama dari SMK Ketintang Surabaya dengan *header word* “Selamat Datang”. Terdapat pengenalan pertama dari SPK Kompetensi Keahlian kepada *user* calon siswa.

Gambar 3. Halaman Peminatan

Gambar 3 dengan *landing page* yang terdiri dari beberapa *combo box* berisi tentang pernyataan-pernyataan tentang peminatan jurusan di setiap kompetensi keahlian. *User* calon siswa dapat memilih pernyataan yang diajukan oleh program SPK Kompetensi Keahlian sesuai dengan minatnya dengan memilih salah satu dari pernyataan yang muncul di *combo box* setiap pernyataan. Apabila pernyataan

terpilih maka pernyataan tersebut akan tampil didalam *combo box* tersebut. Setelah *user* calon siswa sudah memilih semua pernyataan maka akan disimpan oleh sistem sebagai variabel untuk menjadi perhitungan mencari alternatif terbaik. Untuk halaman Peminatan ini, data peminatan telah diinputkan oleh *user* dengan level Waka Kurikulum sehingga *user* calonsiswa tidak mengisi data melainkan memilih data yang ada pada *combo box* tersebut. Data ditarik dengan *model* peminatan pada *controller* akun Wakakur sehingga dapat menampilkan *view* peminatan sesuai dengan data yang sudah ada. Lalu ketika *user* calon siswa memilih salah satu data peminatan diatas, maka *model* peminatan akan menyimpan hasil pemilihan data tersebut ke dalam *database* untuk nantinya digunakan sebagai perhitungan pada halaman kesimpulan (*summary*).



Gambar 4. Halaman Hasil Keputusan (*Summary*)

Kemudian sistem akan menampilkan Gambar 4 yang merupakan hasil dari keputusan yang dibuat oleh *user* calon siswa. Pada halaman tersebut akan tampil alternatif-alternatif keputusan yaitu berupa pilihan kompetensi keahlian yang dipilih sebelumnya. Prosentase adalah hasil perhitungan dari beberapa kriteria yang dipilih pada halaman sebelumnya dan ditampilkan berupa grafik *pie* sesuai dengan prosentasenya. Lalu terdapat pesan kepada *user* calon siswa berupa pesan pengingat bahwasanya SPK tersebut hanya membantu *user* calon siswa dalam memilih kompetensi keahlian pada jenjang SMK sesuai dengan bakat dan minatnya. Pilihan kompetensi keahlian pada saat pendaftaran diserahkan langsung kepada calon siswa. Selain itu terdapat juga kode hasil SPK yang dilakukan dan disimpan di *database* sistem dengan kode "PJSKXX" dimana nantinya *user* calon siswa dapat melihat history pemilihan yang pernah dilakukan sebelumnya. Setelah semua data dipilih oleh calon siswa, maka data akan dipanggil kembali pada halaman ini dengan *model* summary.php dengan *controller* halaman utama. Pada halaman utaman juga sistem melakukan beberapa *fuction* untuk melakukan perhitungan data yang telah ditarik tersebut kedalam prosentase penunjang keputusan. Setelah terbentuk data prosentase, data diteruskan *model* summary.php agar dapat tersimpan di *database* dan mendapatkan tampilan *view* pada halaman utama bagian halaman kesimpulan (*Summary*) yang terdiri dari *view* diagram *pie* beserta data prosentasenya dan kode SPK dari perhitungan data yang telah disimpan oleh *model* summary.php dengan susunan jenis kode unik.

4. Kesimpulan

Simpulan dari penelitian ini adalah Sistem Penunjang Keputusan (SPK) Pemilihan Kompetensi Keahlian untuk calon siswa SMK dapat digunakan sebagai alat untuk mempermudah pemilihan kompetensi keahlian sesuai dengan minat atau kesukaan dari calon siswa dengan menggunakan metode *Multi Factor Evaluation Process* (MFEP) yang memberi nilai pada subkriteria paling mempengaruhi alternatif (Ramadhan dan Yusfrizal, 2019; Aningke, dkk., 2018). Berdasarkan perhitungan metode tersebut pilihan kompetensi keahlian adalah pilihan terbaik dari total bobot evaluasi dari setiap perhitungan alternatif dimana total bobot evaluasi tertinggi adalah 3,3 untuk alternatif kompetensi keahlian Akuntansi dan Keuangan Lembaga.

Desain sistem yang digunakan adalah metode *Waterfall* dengan tahapan *Planning*, *Analisis*, *Design*, dan Implementasi. Tahap *Planning* dilakukan dengan melakukan proses pengumpulan data dan studi literature pendukung penelitian. Lalu tahap *Analisis* dengan pengamatan terhadap alur proses bisnis yang terjadi. Tahap *Design* dengan membuat desain program. Pada tahap Implementasi menampilkan halaman-halaman yang ada pada program SPK Kompetensi Keahlian.

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian ini adalah semakin banyak kriteria yang dibuat untuk menentukan maka keputusan yang dihasilkan akan semakin tepat dan efektif pada peminatan calon siswa. Kriteria-kriteria yang dipilih perlu diambil dari faktor-faktor yang mempengaruhi dalam pemilihan alternatif sehingga hasil dari SPK dapat sesuai dengan harapan dari calon siswa sebagai pengguna dan pihak sekolah sebagai pelayanan jasa pendidikan.

Metode MFEP juga dapat dikembangkan dan dikombinasikan dengan metode lain untuk saling melengkapi agar keputusan menjadi lebih baik lagi. Dalam metode MFEP, kriteria diberikan bobot dan dijadikan mejadi kategori subkriteria yang diberikan bobot pula dimana perhitungan tanpa melakukan normalisasi terhadap total bobot yang ada sehingga keakuratan dalam perhitungan kurang maksimal. Melakukan pengembangan program agar bisa saling terintegrasi dengan sistem pendaftaran siswa baru dan program-program lainnya yang berkaitan sehingga dapat menunjang kegiatan operasional sekolah pada saat penerimaan peserta didik baru.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Bapak Aryo Nugroho, S.Kom., MT. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Narotama, Ibu Immah Inayati, S.Kom., M.Kom., MBA selaku Ketua Program Studi Sistem Informasi, seluruh bapak ibu dosen Fakultas Ilmu Komputer Universitas Narotama atas ilmu dan arahan yang telah diberikan.

Ucapan terima kasih kepada Kepala Sekolah, Wakil Kepala Sekolah, Ketua Kompetensi Keahlian beserta staff, guru, dan pegawai SMK Ketintang Surabaya yang telah mengizinkan dan membantu untuk melakukan observasi data. Semoga makalah tersebut dapat menjadikan manfaat bagi kita semua. Amin.

Daftar Pustaka

- Aningke, T., Pradana, Y., Facharaini, N. I, dan Gukguk, M. R.. (2018). Penerapan algoritma MFEP dalam merekomendasikan mode hijab terbaik dikalangan remaja. *Jurnal Informatika*, Vol. 18, No. 1, hal. 1–8.
- JawaPos.com. [online]: <https://www.jawapos.com/pendidikan/17/06/2017/banyak-siswa-terpaksa-tinggal-kelas/> (Diakses: 4 Juli 2019).
- Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar Dan Menengah. (2018). *Peraturan Direktur Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Tentang Spektrum Keahlian Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) / Madrasah Aliyah Kejuruan (MAK)*. Indonesia: Kemendikbud RI.

- Manik, A. R. S., Nurhadiyono, B., dan Rahayu, Y. (2015). Implementasi metode weighted product (wp) dalam sistem pendukung keputusan untuk menyeleksi penerima beras masyarakat miskin (raskin). *Techno.COM*, Vol. 14, No. 2, hal. 109–114.
- Muchlis, M., Christian A. dan Sari, M.P. (2019) Kuesioner online sebagai media feedback terhadap pelayanan akademik pada STMIK Prabumulih. *Eksplora Informatika*, Vol. 8, No. 2, hal. 149–157.
- Primadasa, Y. dan Amalia, V. (2018) Penerapan metode multi factor evaluation process untuk pemilihan tanaman pangan di Kabupaten Musi Rawas. *Sisfo*, Vol. 7, No. 1, hal. 47–58.
- Ramadhan, M. H. dan Yusfrizal. (2019). Analisis dan penerapan metode multifactor evaluation process (mfep) dalam menentukan bibit tanaman buncis yang layak untuk dibudidayakan. *Jurnal Sistem Informasi Kaputama (JSIK)*, Vol. 3, No. 1, hal. 18–26.
- Wahyuni, A. (2017). Sistem pendukung keputusan pemilihan jurusan di Sekolah Menengah Kejuruan 1 Cengkareng Jakarta. *Jurnal Interkom*, Vol. 12, No. 3, hal. 4–13.
- Widjaja, A. dan Mujito. (2017). Implementation of the algorithm of multi-factor evaluation process (MFEP) for the election of the members of the investigator at Bareskrim Police. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, Vol. 116, No. 24, hal. 381–394.
- Wuragil, A., Yaqin A., dan Perbawa, D. S. (2014). Sistem pendukung keputusan sebagai alternatif pemilihan jurusan calon peserta didik baru (studi kasus : SMK Muhammadiyah Magelang). *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia SMIK AMIKOM Yogyakarta*, Vol. 2, No. 1, hal. 7–12.

Analisa Potensi Bahaya pada Perusahaan Fabrikasi Baja menggunakan Metode HAZOP (Hazard and Operability Study)

Hastawati Chrisna Suroso, Kukuh Eska Yanuar

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya,
Jl. Arif Rahman Hakim 100, Surabaya, 60117, Indonesia
chrisna.suroso@itats.ac.id

Abstrak

Dalam perusahaan fabrikasi baja masih banyak risiko yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Hal ini dikarenakan para pekerja berhubungan langsung dengan benda dan alat berat pada saat bekerja. Metode yang digunakan dalam penelitian ini untuk menganalisa kecelakaan kerja adalah dengan HAZOP (Hazard and Operability Study) dikarenakan metode ini mampu memunculkan potensi kecelakaan dalam tempat kerja. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui jenis kecelakaan kerja yang dominan pada perusahaan serta mengetahui faktor utama penyebab terjadinya kecelakaan kerja tersebut. Hasil dari penelitian ini adalah kecelakaan kerja mata terpercik geram menjadi jenis kecelakaan yang paling dominan diantara jenis kecelakaan lainnya sedangkan faktor utama terjadinya kecelakaan kerja adalah kurangnya pemakaian APD yang dapat ditinjau lebih lanjut dari beberapa aspek yaitu manusia, metode, dan material.

Kata kunci: HAZOP, kecelakaan kerja, hazard, risk, fabrikasi baja

1. Pendahuluan

Perkembangan sektor industri di Indonesia memiliki dampak positif terhadap penyerapan tenaga kerja, peningkatan pendapatan, serta pemerataan pembangunan. Akan tetapi dampak lain dari perkembangan sektor industri ini juga akan menghadirkan faktor-faktor risiko bahaya yang terjadi di lingkungan kerja. Salah satunya, pada perusahaan fabrikasi baja masih banyak risiko yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja dikarenakan para pekerja berhubungan langsung dengan benda dan alat berat selama proses bekerja.

Telah banyak metode untuk mengetahui risiko kecelakaan kerja berdasarkan karakteristik yang sesuai dengan masing-masing situasi dan kondisi lingkungan kerja. Pada permasalahan kali ini Hazard and Operability (HAZOP) dirasa sebuah *tools* yang sesuai dalam mengidentifikasi risiko dikarenakan mampu mengidentifikasi *hazard* yang terjadi pada perusahaan atau potensi adanya kecelakaan kerja (Dunjó, dkk., 2010). HAZOP merupakan sebuah teknik analisa bahaya yang diperuntukkan dalam persiapan penerapan sistem keamanan yang baru atau sebuah perbaharuan sistem dari potensi bahaya yang ada atau permasalahan pada operabilitas sistem tersebut (Khamid, dkk., 2019). HAZOP juga merupakan sebuah *tools* yang sistematis, dilakukan berdasarkan pendekatan sistematis yang memberikan sebuah nilai dari keselamatan dan proses pengoperasian peralatan produksi maupun sebuah sistem yang kompleks (Febriyan, dkk., 2017).

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui faktor penyebab terjadinya kecelakaan kerja yang paling dominan di perusahaan serta mencari faktor penyebab utama dari kecelakaan kerja tersebut. Dengan metode HAZOP, maka diharapkan dapat dengan mudah menganalisa jenis jenis *hazard* di perusahaan berdasarkan dengan *task* yang dilakukan para pekerja di setiap divisi yang selanjutnya akan diproses dengan risk matriks untuk mengetahui tingkat keparahan dari penyebab terjadinya kecelakaan kerja yang dominan (Kotek and Tabas, 2012). HAZOP juga mampu mengenali peluang hazard yang terjadi sepanjang proses di perusahaan (Hamdy dan Tanjung, 2016). Pada penelitian sebelumnya penggunaan HAZOP seringkali masih belum mengulas tentang *hazard*, *consequence*, *action*, dan *recovery* pada sebuah tabel. Tabel ini diharapkan akan memberikan sebuah acuan bagi perusahaan terhadap langkah

utama yang harus dilakukan apabila *hazard* sejenis sedang terjadi dan juga membantu memberikan daftar *hazard* yang sering terjadi di perusahaan. *Breakdown* mengenai jenis-jenis *hazard* diberikan dan disajikan pada diagram pareto yang nantinya akan diteliti lebih lanjut mengenai faktor utama penyebab *hazard* yang dominan. Pada penelitian ini proses stratifikasi sangat ditekankan dengan menggunakan tabel HAZOP yang kemudian ditunjang oleh diagram pareto dalam penyajiannya.

2. Metode Penelitian

2.1. Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan pada perusahaan fabrikasi baja dengan PT. Swadaya Graha sebagai objek penelitian. Pengambilan data dilakukan berdasarkan wawancara dan observasi langsung kepada pihak HRD dan karyawan. Beberapa data yang diambil adalah sebagai berikut:

- Prosedur fabrikasi baja, peralatan, dan fasilitas APD yang dimiliki dan digunakan oleh karyawan
- Pembagian divisi pada perusahaan fabrikasi baja
- Jenis-jenis *hazard* yang telah dan pernah terjadi pada masing-masing divisi

2.2. Analisa Risiko HAZOP

Metode HAZOP dirasa cocok dengan keadaan perusahaan fabrikasi baja dan mampu mengidentifikasi risiko dengan cara yang terstruktur dan rapi. Langkah-langkah dalam melakukan HAZOP adalah sebagai berikut (Dian & Resti, 2015):

- Membuat klasifikasi potensi bahaya yang ditemukan pada sebuah sistem (mencari sumber dari potensi adanya bahaya dan seringnya ditemukan potensi tersebut).
- Membuat deskripsi dari *ketidaksesuaian* dari awal hingga akhir proses operasi.
- Membuat deskripsi dari adanya *ketidaksesuaian* yang terjadi.
- Membuat sebuah deskripsi dari tindakan sementara yang bisa dilakukan.
- Menentukan nilai risiko (*risk asesment*) dengan mempertimbangkan kriteria *Likelihood* (kemungkinan) dan *Consequences* (keparahan).
- Membuat ranking dari kemungkinan terjadinya bahaya yang dikenali dari tabel HAZOP dengan mengkalkulasi nilai *likelihood* dan *consequences*, selanjutnya penggunaan *risk matrix* untuk mengetahui kemungkinan adanya bahaya yang paling dominan untuk diberikan perhatian khusus dan lebih.

2.3. Penentuan Matriks Risiko (*Risk Asessment*)

Untuk merubah skala deskriptif menjadi skala kuantitatif ketentuan yang digunakan adalah berdasarkan aspek pekerja dan lingkungan seperti pada tabel 1 yang menunjukkan *likelihood* dan Tabel 1 konsekuensi bagi pekerja dan lingkungan.

Tabel 1. *Likelihood*

Tingkatan	Kriteria	Deskripsi	
		Keparahan cacat/luka	Hari Kerja
1	Tidak signifikan (<i>insignificant</i>)	Sebuah kejadian yang tidak menyebabkan cacat/luka pada pekerja	Tidak menyebabkan kehilangan hari kerja
2	Kecil (<i>minor</i>)	Menyebabkan cacat/luka kecil, kerugian yang sedikit dan tidak ada dampak yang besar pada proses bisnis	Pekerja masih mampu bekerja pada periode waktu yang sama
3	Sedang (<i>moderate</i>)	Terluka/cacat yang berat dan harus dirawat di rumah sakit akan tetapi tidak ada cacat permanen, namun menyebabkan kerugian keuangan yang sedang	Tidak bisa bekerja kurang dari 3 hari

Tabel 1. Likelihood (lanjutan)

Tingkatan	Kriteria	Deskripsi	
		Keparahan cacat/luka	Hari Kerja
4	Berat (<i>major</i>)	Menyebabkan cacat/luka yang parah dan cacat permanen serta kerugian keuangan yang besar terhadap bisnis	Tidak bisa bekerja lebih dari 3 hari
5	Bencana (<i>catastrophic</i>)	Menyebabkan korban kehilangan nyawa dan kegiatan bisnis bisa berhenti permanen	Kehilangan hari kerja selamanya

Tabel 2. Consequences

Tingkatan	Kriteria	Deskripsi	
		Kualitatif	Semi Kualitatif
1	Jarang Terjadi	Mampu dipertimbangkan tidak hanya pada keadaan yang berlebihan	Kurang dari 1 kali dalam 10 tahun
2	Kemungkinan Kecil	Saat ini belum ada kejadian namun bisa terjadi pada suatu saat	Terjadi 1 kali tiap 10 tahun
3	Mungkin	Semestinya terjadi dan ada kemungkinan sudah terjadi di bagian lain	1 kali tiap 5 tahun sampai 1 kali tiap tahun
4	Kemungkinan Besar	Bisa terjadi dengan gampang, kemungkinan terjadi pada keadaan tertentu	Lebih dari 1 kali tiap tahun hingga 1 kali tiap bulan
5	Hampir Pasti	Kerap sekali terjadi	Lebih dari 1 kali tiap bulan

2.4. Analisa Matriks Risiko

Penentuan matriks tingkat risiko menggunakan perkalian antara kemungkinan terjadinya kecelakaan yang berdampak pada lingkungan dengan konsekuensi yang terjadi pada kejadian kecelakaan bagi pekerja dan berdampak bagi lingkungan (Dian & Resti, 2015).

$$R = P \times C \quad (1)$$

Dimana :

R = Tingkat Risiko (Rendah, Sedang, Tinggi, Ekstrem)

P = Nilai kemungkinan (1 sampai 5)

C = Nilai konsekuensi (1 sampai 5)

3. Hasil dan Pembahasan

Dalam usaha mengidentifikasi kemungkinan adanya bahaya yang mungkin terjadi dalam perusahaan fabrikasi baja ini, maka diperlukan alur proses produksi di perusahaan tersebut. Tabel 3 merupakan hasil identifikasi hazard apa saja yang mungkin terjadi pada setiap stasiun produksi di perusahaan.

Tabel 3. Identifikasi Hazard dan Risk

No	Task	Hazard	Consequence	Action	Recovery
1	Melakukan proses pengelasan	Mata terpercik geram	Mata perih, iritasi	Pemberian pertolongan pertama pada kecelakaan. Apabila tidak memungkinkan maka dirujuk ke RS terdekat	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan
2	Melakukan Proses pembubutan	Tangan terkena ulir	Adanya luka sobek	Pemberian pertolongan pertama pada kecelakaan	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan

Tabel 3. Identifikasi *Hazard* dan *Risk* (lanjutan)

No	Task	Hazard	Consequence	Action	Recovery
3	Melakukan penggerindaan	Mata terpercik geram	Mata iritasi, mata perih,	dirujuk ke RS	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan
4	Melakukan material handling	Beban cukup tinggi, kurang berhati-hati	Kuku terkelupas	Pemberian pertolongan pertama pada kecelakaan, dipersilahkan beristirahat	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan
5	Melakukan pelubangan pada baja	Salah komunikasi dengan pekerja	Bagian tubuh bengkak	Pemberian obat nyeri	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan
6	Transportasi pada material	Kurang fokus saat bekerja	Adanya luka robek	Pemberian pertolongan pertama, dan diperbolehkan kembali bekerja	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan
7	Melakukan penggerindaan	Area terbuka disertai angin yang kencang	Mata iritasi	Dirujuk ke RS	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan
8	<i>Cutting marking</i>	Beban terlalu berat	Kecetit, kesleo	Dirujuk ke RS dan diperbolehkan pulang	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan
9	Melakukan penggerindaan	Kurangnya komunikasi antar pekerja	Mata iritasi, mata perih	Pemberian pertolongan pertama	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan
10	Melakukan proses pengelasan	Beban terlalu berat	Cidera kaki kesleo	Pemberian obat nyeri, dan diperbolehkan istirahat	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan
11	Melakukan penggerindaan	Ruang penggerindaan tidak luas	Mata pedas, dan iritasi	Dirujuk ke RS	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan
12	<i>Rolling plate</i>	Tidak memakai APD kacamata	Mata pedas, mata iritasi, infeksi mata	Dirujuk ke RS	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan
13	<i>Finishing</i>	Kurang hati-hati dan kurang fokus	Gigi patah, bagian kepala terasa sakit	Dirujuk ke RS dan diperbolehkan pulang	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan

Tabel 3. Identifikasi *Hazard* dan *Risk* (lanjutan)

No	Task	Hazard	Consequence	Action	Recovery
14	Melakukan penggerindaan	Tidak memakai kaos tangan	Timbulnya luka robek	Pemberian pertolongan pertama pada kecelakaan	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan
15	Packing	Beban cukup tinggi tidak menggunakan sarung tangan	Timbulnya luka goresan pada tangan	Pemberian pertolongan pertama pada kecelakaan	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan
16	Packing	Kurang hati-hati	Jari telunjuk robek, tulang retak	Pemberian pertolongan pertama pada kecelakaan	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan
17	Melakukan proses pengelasan	Sempitnya ruang pengelasan karena dalam <i>can</i>	Mata iritasi	Pemberian pertolongan pertama pada kecelakaan	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan
18	Packing	Pekerja tidak paham dengan tools yang ada	Kening terluka, bibir bengkok	Pemberian pertolongan pertama pada kecelakaan	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan
19	Pengepressan besi	Beban kerja cukup tinggi dan pekerja kurang konsentrasi	Jempol terluka dan bengkok	Pemberian pertolongan pertama pada kecelakaan	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan
20	Melakukan pelubangan pada besi	Pinggiran besi tajam	Tumit kiri tergores	Pemberian pertolongan pertama pada kecelakaan	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan
21	Melakukan pelubangan pada besi	Sisi besi yang tajam	Luka gores pada tangan	Pemberian pertolongan pertama pada kecelakaan	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan
22	Cutting marking	Jarak antar matras dan pemotongan plasma terlalu dekat	Mata iritasi parah dan luka bakar pada bagian muka	Dirujuk ke RS khusus mata	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan
23	Melakukan penggerindaan	Menggerinda tanpa cover gerinda	Luka gores pada tangan	Pemberian pertolongan pertama pada kecelakaan	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan
24	Melakukan penggerindaan	Menggerinda tanpa cover gerinda	Menimbulkan luka robek	Pemberian pertolongan pertama pada kecelakaan	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan

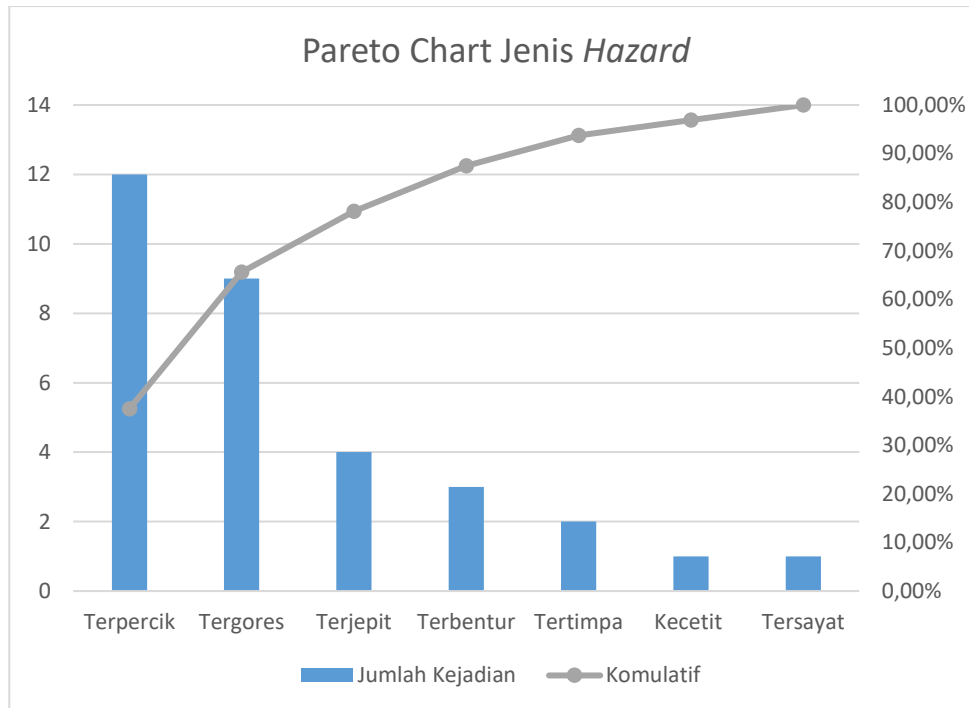
Tabel 3. Identifikasi *Hazard* dan *Risk* (lanjutan)

No	Task	Hazard	Consequence	Action	Recovery
25	Melakukan penggerindaan	Tidak memakai kacamata <i>safety</i>	Mata perih dan iritasi	Pemberian pertolongan pertama pada kecelakaan	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan
26	Melakukan penggerindaan	Tidak memakai gloves	Menimbulkan luka robek	Pemberian pertolongan pertama pada kecelakaan	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan
27	<i>Cutting marking</i>	Tidak memakai gloves	Menimbulkan luka tersayat	Pemberian pertolongan pertama pada kecelakaan	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan
28	<i>Packing</i>	Kurangnya konsentrasi sehingga terkena palu	Menimbulkan luka memar dan nyeri	Pemberian pertolongan pertama pada kecelakaan	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan
29	Material handling	Jumlah beban over dan kurangnya komunikasi	Luka retak pada tulang jari tangan	Dirujuk ke RS	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan
30	Melakukan proses gerinda penggerindaan	Kacamata <i>safety</i> dilepas	Mata pedas dan iritasi	Dirujuk ke RS	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan
31	Melakukan proses gerinda	Ruang kurang luas	Daerah mata pedas dan iritasi	Pemberian pertolongan pertama pada kecelakaan	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan
32	Melakukan proses gerinda	Kacamata <i>safety</i> dilepas	Daerah mata pedas dan iritasi	Pemberian pertolongan pertama pada kecelakaan	Pekerja dibawa ke ruang kesehatan

Selanjutnya adalah melakukan stratifikasi atau penggolongan terhadap jenis-jenis hazard yang terjadi sehingga dapat diketahui potensi bahaya apa yang paling dominan dan sering terjadi di perusahaan ini. Tools yang digunakan adalah diagram pareto seperti pada Gambar 1. Pada grafik pareto dibawah dapat disimpulkan bahwa jenis kecelakaan kerja yang paling dominan adalah terpercik dimana diikuti oleh tergores, terjepit, terbentur, tertimpa, kecetit, dan tersayat. Dari hasil berikut maka jenis kecelakaan kerja terpercik geram akan ditinjau lebih lanjut.

Setelah didapat jenis *hazard* yang paling dominan, maka selanjutnya yang dilakukan adalah analisa menggunakan risk *matriks* mengenai faktor-faktor penyebab kecelakaan terpercik. Dari faktor-faktor penyebab kecelakaan kemudian dilakukan penentuan dari setiap nilai *severity* (S) dan *occurrence* (O) melalui metode *brainstorming* dengan *staff* yang menangani kecelakaan kerja di perusahaan baja pada workshop 1 dan 2. Hasil yang didapat akan ditempatkan pada risk *matriks* sesuai dengan ranking yang telah diberikan pada tiap *matriks* resiko. Tabel 4 merupakan penentuan kriteria ranking yang akan memberikan hasil penyebab kecelakaan kerja yang paling dominan yaitu jenis kecelakaan kerja

terpercik. Setelah tabel kriteria terbentuk maka dibuatlah risk matriks pada tabel 5 sesuai dengan nilai ranking untuk menunjukkan warna yang sesuai sehingga mempermudah proses analisa.



Gambar 1. Diagram Pareto

Tabel 4. Penentuan Kriteria Ranking *Severity* dan Ranking *Occurance*

Kejadian Kecelakaan Kerja	Indikator	Faktor Penyebab	S	O
Mata kemasukan geran dan terpercik	Manusia	Pekerja tidak menggunakan APD yang disediakan	3	5
		Misscommunication antar pekerja	2	3
		Pekerja yang kurang profesional	2	3
		Mengabaikan SOP perusahaan	4	2
	Metode	Proses pengerindaan yang mepet dengan tinggi badan pekerja	4	3
	Mesin	Pelepasan cover gerinda	4	3
		Mata gerinda yang materialnya jelek	2	3
	Peralatan	Tidak disediakan APD yang memadai di seluruh proses yang ada pada perusahaan	2	2
	Lingkungan	Jam kerja yang terlalu berlebih	3	3
		Suara berisik pada bagian produksi	2	2
		Ruang pengerindaan sempit pada saat di dalam can	3	3

Dari hasil pengolahan data di atas dapat diketahui bahwa kecelakaan kerja yang terjadi pada perusahaan fabrikasi baja dalam kurun waktu setahun terakhir terhitung mulai Januari – Oktober 2018 terjadi beberapa jenis kecelakaan kerja yaitu terpercik, tergores, terjepit, terbentur, tertimpa, kecetit, dan tersayat. Dengan menggunakan diagram pareto dapat diketahui dengan jelas bahwa jenis kecelakaan kerja yang paling dominan adalah pekerja terkena percikan gram pada mata dengan total kejadian sebanyak 12 kali. Jenis kecelakaan kerja yang dominan kemudian yang akan diteliti lebih lanjut menggunakan ranking tingkat keparahan dan tingkat kemungkinan terjadinya.

Tabel 5. Risk Matriks Faktor Utama Penyebab Mata Terpercik Geram

Jumlah kejadian	Tingkat keparahan (<i>severity</i>)				
	1	2	3	4	5
5			Tidak melengkapi diri dengan APD		
4					
3		- Amatir - <i>Miscommunication</i> antar pekerja - Mata gerinda material nya buruk	- Jam kerja yang terlalu tinggi - Ruang penggerindaan yang kurang memadai di dalam can	- Proses gerinda yang terlalu mepet dengan tinggi badan manusia - Pelepasan cover gerinda	
2		- Tidak disediakannya APD yang memadai di seluruh proses yang ada pada perusahaan - Suara berisik pada bagian produksi		- Mengabaikan prosedur Kerja	
1					

Dari beberapa faktor tersebut akan diolah lebih lanjut menggunakan matriks resiko yaitu dengan menilai berdasarkan tingkat keparahan (*severity*) dan tingkat kemungkinan terjadi (*occurrence*) sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

- Resiko sedang (warna kuning) meliputi suara bising di line produksi, pekerja yang baru masuk atau bisa diartikan pegawai amatir, jam kerja yang berlebihan, mengabaikan prosedur kerja, jam kerja yang terlalu tinggi dan lokasi penggerindaan yang kurang luas yang berada didalam *can*. Enam faktor diatas termasuk dalam kategori risiko sedang yang memerlukan tindakan untuk dikurangi tingkat risikonya, akan tetapi sebaiknya biaya pencegahan harus tetap diperhitungkan dengan teliti dan se efisien mungkin. Selain itu pada tingkat resiko ini, harus ada penetapan lama waktu dalam pengukuran pengurangan risiko.
- Resiko tinggi (warna jingga) meliputi proses penggerindaan overhead, bahan mata gerinda memiliki kualitas yang buruk, pelepasan cover gerinda, dan tidak melengkapi diri dengan APD. Empat hal tersebut termasuk dalam kategori risiko tinggi dimana kegiatan tidak boleh dilaksanakan sebelum faktor – faktor tersebut mampu disolusikan.

Jadi dengan menggunakan penilaian pada matriks risiko dapat dilihat bahwa faktor faktor yang mempengaruhi kecelakaan kerja mata terpercik geram adalah dikarenakan para pekerja yang tidak melengkapi diri dengan APD yang sesuai yaitu kacamata. Dari hasil tersebut pekerja tidak memakai alat pelindung diri setelah dicari akar penyebabnya, didapatkan hasil penyebabnya dan berikut hasilnya sebagai berikut:

- Pada kategori human, para pekerja teridentifikasi merasa kurang nyaman jika memakai alat pelindung diri yaitu kacamata safety, kacamata ini dirasa mengurangi aktivitas gerak pekerja, anggapan bahwa job desc tersebut tidak menimbulkan bahaya, rendahnya bahwa alat pelindung diri itu penting.
- Pada kategori metode, pihak manajemen yang kurang tegas dan kurangnya sanksi yang diberikan bagi pelanggar menyebabkan hal ini masih terus terjadi
- Pada kategori material, kacamata mudah menimbulkan bekas goresan sehingga mengurangi pengelihata dari pekerja.

4. Kesimpulan

Dari penelitian ini didapatkan bahwa kecelakaan yang paling dominan di perusahaan fabrikasi baja ini adalah terpercik geram yang didapatkan dari hasil stratifikasi dengan 32 tabel hazop. Hal ini dipertegas dengan disajikannya diagram pareto pada gambar 1. yang menunjukkan jenis kecelakaan terpercik merupakan jenis kecelakaan dominan.

Penyebab utama dari kecelakaan paling dominan pada penelitian ini adalah para pekerja yang tidak melengkapi diri dengan APD pada saat bekerja yaitu kacamata, dimana hasil *risk matriks* menunjukkan warna jingga. Hal ini didapatkan setelah melakukan investigasi dengan angka *Severity* dan *Occurance* setelah dilakukan stratifikasi *hazard* serta pembuatan diagram pareto. Tabel HAZOP sangat membantu dalam pengumpulan data *hazard* perusahaan berdasarkan alur produksi sehingga dapat disimpulkan bahwa *hazard* paling tinggi di perusahaan adalah terpercik geram.

Daftar Pustaka

- Dunjó, J., Fthenakis, V., Vílchez, J. A., dan Arnaldos, J. (2010). Hazard and operability (HAZOP) analysis. A literature review'. *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 173, No. 1–3, hal. 19–32. doi: 10.1016/j.jhazmat.2009.08.076.
- Febriyan, D., Anindita, G., dan Mayangsari, N. E. (2017). Analisis potensi bahaya menggunakan metode HAZOP dan Fuzzy Layer of Protection Analysis pada Desiccant Dehydration Unit di PT Lapindo Brantas, inc. *Seminar Nasional K3 PPNS 2017*, Vol 1, No. 1, hal. 328–333.
- Hamdy, M. I. dan Tanjung, L. S. (2016). Analisa potensi bahaya dan upaya pengendalian kecelakaan kerja pada proses penambangan batu adesit di PT. Dempo Bangun Mitra. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, Vol. 2, No. 2, hal. 148–154. doi: 10.24014/jti.v2i2.5101.
- Khamid, A., Mulyadi, Y. and Mukhtasor, M. (2019). Analisa risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) terhadap kecelakaan kerja serta lingkungan dengan menggunakan metode Hazard and Operability Study (HAZOP) pada proses scrapping kapal. *Jurnal Teknik ITS*, Vol. 7, No. 2, hal. 3–8. doi: 10.12962/j23373539.v7i2.33216.
- Kotek, L. dan Tabas, M. (2012). HAZOP Study with Qualitative Risk Analysis for Prioritization of Corrective and Preventive Actions. *20th International Congress of Chemical and Process Engineering CHISA 2012*, hal. 808–815. (Prague, 25-29 Agustus 2012). doi: 10.1016/j.proeng.2012.07.473.
- Restuputri, D. P. dan Sari, R. P. D. (2015). Analisis Kecelakaan Kerja Dengan Menggunakan Metode Hazard and Operability Study (Hazop). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, Vol. 14, No. 1, hal. 24–35.

Analisis Kualitas Pelayanan dengan Metode *Fuzzy-SERVQUAL* pada Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Gresik

Atikah Aghdhi Pratiwi

Departemen Teknik dan Sistem Industri, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jl. Raya ITS Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia
atikah.aghdhi@gmail.com

Abstrak

Salah satu pelayanan publik yang diatur dalam perundang-undangan adalah pelayanan di bidang administrasi kependudukan. Masyarakat sebagai pengguna jasa publik, menginginkan pelayanan yang berkualitas, namun keinginan tersebut seringkali tidak sesuai dengan harapan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas pelayanan Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil (DISPENDUKCAPIL) Kabupaten Gresik, khususnya pada bidang pelayanan pembuatan E-KTP. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah SERVQUAL dengan melakukan analisis gap (kesenjangan) yang terjadi antara ekspektasi (harapan) dan persepsi (yang diterima) pelanggan terhadap kualitas pelayanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 20 kriteria yang dinilai pelanggan memiliki gap negatif, artinya pelanggan masih belum puas terhadap pelayanan yang telah diberikan oleh divisi E-KTP DISPENDUKCAPIL Kabupaten Gresik selama ini. Selain itu, terdapat beberapa kriteria yang menjadi prioritas untuk ditingkatkan kualitas pelayanannya, yakni jaminan kualitas penyelesaian pelayanan, kenyamanan tempat pelayanan, penggunaan alat bantu pelayanan, dan kemudahan memperoleh akses pelayanan.

Kata kunci: pelayanan publik, kualitas pelayanan, service quality, pelayanan E-KTP

1. Pendahuluan

Sejak awal tahun 1990, peningkatan kualitas pelayanan telah menjadi perhatian, baik pada sektor publik maupun perusahaan swasta (Carr dan Littman, 1990; Pyon, dkk., 2009). Di samping itu, ada kecenderungan peningkatan ekspektasi pelanggan terhadap kualitas pelayanan yang diberikan oleh perusahaan. Hal ini didukung oleh perkembangan teknologi informasi yang berdampak pada keinginan pelanggan terhadap pelayanan yang lebih cepat, mudah, murah dan efisien (Yang, dkk., 2004).

Kualitas pelayanan tidak hanya diharapkan baik dan dinilai dari perusahaan komersil yang menjual produk atau jasa. Salah satu organisasi yang memerlukan perhatian terkait kualitas pelayanan adalah sektor publik atau instansi pemerintah. Pemimpin pada sektor publik perlu menerapkan standar dan peraturan pelayanan seperti yang diterapkan pada perusahaan swasta dengan lebih ketat. Penerapan ini terkait dengan pendekatan *customer-focus* yang bertujuan pada peningkatan kualitas sektor publik (Mwita, 2000).

Masyarakat/pelanggan sering menyatakan keluhan mengenai pelayanan yang diberikan oleh instansi pemerintahan. Keluhan yang diutarakan terkait dengan anggapan bahwa pelayanan yang diberikan masih kurang dan belum sesuai dengan standar. Sebelum memulai pengumpulan data, peneliti terlebih dahulu melakukan observasi untuk mengetahui kondisi eksisting mengenai kualitas pelayanan di DISPENDUKCAPIL Kabupaten Gresik dari persepsi pelanggan. Kesimpulan awal yang dapat ditarik adalah masyarakat masih belum puas pada pelayanan yang diberikan, utamanya pada pelayanan E-KTP. Beberapa keluhan yang diutarakan adalah mengenai pelayanan yang lama, tata letak ruangan yang kurang strategis dan kejelasan informasi yang diberikan oleh pegawai. Keterangan ini diperkuat oleh pernyataan Kepala Divisi Umum dan Kepegawaian yang menyatakan bahwa “pelayanan yang masih banyak dikeluhkan oleh masyarakat dan perlu ditingkatkan kualitasnya adalah pelayanan E-KTP”.

Pernyataan tersebut disimpulkan berdasarkan hasil survei kepuasan masyarakat (SKM) yang dilakukan oleh DISPENDUKAPIL Gresik.

Salah satu metode pengukuran kualitas pelayanan yang kerap digunakan adalah *service quality* (*SERVQUAL*). *SERVQUAL* merupakan metode pengukuran kualitas yang mengukur besar *gap* antara persepsi dan ekspektasi pelanggan terhadap pelayanan yang diterima (Zoraghi, dkk., 2013). *SERVQUAL* memiliki 5 dimensi, yakni *tangibles*, *reliability*, *responsiveness*, *assurance* dan *emphaty*. Metode ini didefinisikan sebagai metode yang fokus pada usaha untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dengan tujuan memenuhi harapan/ekspektasi pelanggan (Parasuraman, dkk., 1985).

Umumnya, *SERVQUAL* kerap kali digunakan sebagai metode tunggal dalam peningkatan kualitas pelayanan. Namun, *SERVQUAL* memiliki kecenderungan untuk mendapatkan data dengan tingkat subjektivitas cukup tinggi. Hal ini disebabkan, dalam pengukuran kualitas data yang digunakan murni dari pendapat pelanggan. Menurut Falch dan Silva (2018), *fuzzy* adalah salah satu metode yang efektif digunakan untuk mengurangi subjektivitas pada kriteria kualitatif yang digunakan pada sebuah masalah. *Fuzzy* juga merupakan metode yang dapat digunakan untuk menghitung kriteria yang kurang akurat, dan mengurangi subjektivitas. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan digunakan kombinasi *fuzzy* dan *SERVQUAL* untuk mencapai tujuan penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas pelayanan E-KTP dan memberikan saran perbaikan pada DISPENDUKAPIL Kabupaten Gresik, sehingga diharapkan DISPENDUKAPIL Kabupaten Gresik dapat memperbaiki kualitas pelayanannya.

2. Metode Penelitian

Secara umum, penelitian ini terbagi menjadi 5 tahap: perancangan *blueprint* eksisting, pengumpulan data atribut, uji validitas dan reliabilitas, perhitungan data berupa fuzzifikasi persepsi-ekspektasi pelanggan dan perhitungan *SERVQUAL* per kriteria, per dimensi, dan keseluruhan. Tahap akhir yang dilaksanakan adalah rekomendasi *blueprint* perbaikan. Pada tahap pengumpulan data dan analisis rekomendasi, terdapat beberapa metode yang digunakan, yakni survey, pengumpulan kuesioner dan wawancara.

a. Perancangan *Blueprint* Eksisting

Blueprint jasa menggambarkan sifat dan karakteristik operasional suatu jasa. Pada tahap ini akan digambarkan proses layanan E-KTP eksisting yang dilakukan oleh DISPENDUKAPIL Kabupaten Gresik. Tahap ini penting dalam membantu menganalisis konsep dari system, struktur dasar dan organisasi jasa untuk kemudian dikembangkan dan dievaluasi.

b. Pengumpulan Data Atribut

Tahap ini terdiri dari beberapa sub-tahap. Dimulai dengan perancangan atribut kuesioner *SERVQUAL* yang memiliki 5 dimensi sesuai yang dikemukakan oleh Parasuraman, dkk., (1985) dengan melakukan observasi pada sistem pelayanan eksisting. Skala pengukuran yang digunakan untuk penelitian ini adalah skala *likert* dengan 5 jenjang kriteria untuk mengukur masing-masing dimensi *SERVQUAL*.

Populasi dari penelitian ini merupakan masyarakat/pelanggan yang sedang atau telah menggunakan layanan E-KTP pada DISPENDUKAPIL Kabupaten Gresik. Teknik *sampling* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *non-probability sampling* dengan metode *sampling* insidental. Menurut Sugiyono (2017), *sampling* insidental adalah teknik penentuan sampel berdasarkan kebetulan, yaitu siapa saja yang secara kebetulan insidental bertemu dengan peneliti agar dapat digunakan sebagai sampel. Kriteria sampel yang digunakan adalah: orang yang sedang menggunakan layanan pembuatan E-KTP pada DISPENDUKAPIL Kabupaten Gresik. Dalam penelitian ini dilakukan tujuh hari penyebaran kuesioner, dan diperoleh 105 responden.

c. Uji Validitas dan Reliabilitas

Uji validitas digunakan untuk mengukur valid atau tidaknya sebuah kuesioner (Ghozali, 2016). Suatu kuesioner dikatakan valid apabila pertanyaan pada kuesioner mampu menjelaskan sesuatu yang akan diukur oleh kuesioner tersebut. Dalam sebuah penelitian, uji validitas menggunakan teknik pengujian *Pearson* dengan taraf kepercayaan 95% dan tingkat ketelitian (α) sebesar 0,05. Nilai yang digunakan dalam penelitian ini adalah jika nilai koefisien yang diperoleh kurang dari ($<$) α , berarti pertanyaan tersebut valid dan jika lebih besar ($>$) α berarti pertanyaan tersebut dianggap tidak valid.

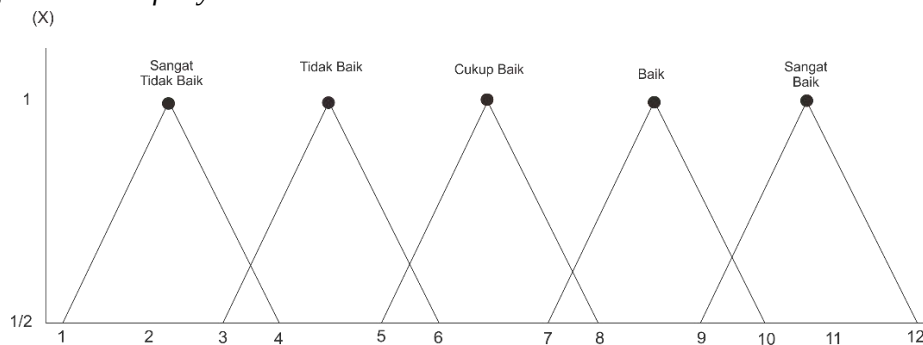
Uji validitas dilakukan dengan menyebarkan kuesioner sebanyak 30 responden untuk menguji validitas atribut atau pertanyaan yang terdapat pada kuesioner. Setelah hasil kuesioner didapatkan, selanjutnya dilakukan perhitungan dengan menggunakan *software* SPSS.

Uji reliabilitas dilakukan terhadap kuesioner dengan tujuan untuk mengetahui konsistensi dari alat ukur dalam mengukur gejala yang sama dalam waktu yang berbeda (Umar, 2002). Uji reliabilitas untuk penelitian ini menggunakan teknik pengujian *alpha cronbach's* dengan taraf kepercayaan 95% dan tingkat ketelitian (α) sebesar 0,05. Uji keandalan dilakukan pada kuesioner dengan menggunakan *reliability analysis* pada *software* SPSS, nilai yang digunakan dalam penelitian ini jika nilai koefisien yang diperoleh lebih dari ($>$) 0,60 berarti kuesioner dinyatakan *reliable* dan jika kurang dari ($<$) 0,60 dinyatakan tidak *reliable*.

d. Perhitungan Data Fuzzifikasi dan SERVQUAL

Perhitungan Fuzzifikasi dilakukan dengan mengintegrasikan antara metode *fuzzy* dan *SERVQUAL* untuk menghilangkan subjektivitas pada data yang dimiliki oleh metode *SERVQUAL* yang dilakukan dengan membentuk *membership function* dengan *triangular fuzzy number* sebagai pengukuran persepsi dan ekspektasi pelanggan, perhitungan nilai *SERVQUAL* terbobot dan penilaian tingkat kepentingan suatu kriteria. Tahapan dalam melakukan fuzzifikasi *SERVQUAL* adalah sebagai berikut:

- 1) Menentukan skor pada kategori yang akan digunakan dalam penilaian responden dengan menggunakan nilai *fuzzy set*.



Gambar 1. Contoh Fuzzy Set (Suharyanta dan A'yunin, 2011)

Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai yang digunakan dalam penentuan bobot (skor) yang digunakan untuk mengetahui tingkat kualitas pelayanan dari perhitungan fuzzifikasi adalah sebagai berikut:

- a. Kategori 1 = sangat tidak baik dengan skor 1,2,3,4 (meliputi jawaban kuesioner persepsi/harapan yaitu sangat tidak setuju/sangat tidak diharapkan).
- b. Kategori 2 = tidak baik dengan skor 3,4,5,6 (meliputi jawaban kuesioner persepsi/harapan yaitu tidak setuju/tidak diharapkan).
- c. Kategori 3 = cukup baik dengan skor 5,6,7,8 (meliputi jawaban kuesioner persepsi/harapan yaitu cukup setuju/cukup diharapkan).
- d. Kategori 4 = baik dengan skor 7,8,9,10 (meliputi jawaban kuesioner persepsi/harapan yaitu setuju/diharapkan).
- e. Kategori 5 = sangat baik dengan skor 9,10,11,12 (meliputi jawaban kuesioner persepsi/harapan yaitu sangat setuju/sangat diharapkan).

- 2) Melakukan fuzzifikasi pada kuesioner yang telah didapat dan dilakukan perhitungan fuzzifikasi pada data kuesioner persepsi dan harapan pelanggan. Perhitungan dilakukan dengan menentukan batas bawah hingga batas atas nilai perkepentingan. Cara perhitungan batas atas hingga bawah adalah sebagai berikut:

$$\text{Batas Bawah (c)} = \frac{bi1 * n1 + bi1 * n2 + bi2 * n3 + \dots + bi(k-1) * nk}{n1 + n2 + n3 + \dots + nk} \quad (1)$$

$$\text{Batas Tengah (a)} = \frac{bi1 * n1 + bi2 * n2 + bi3 * n3 + \dots + bik * nk}{n1 + n2 + n3 + \dots + nk} \quad (2)$$

$$\text{Batas Atas (b)} = \frac{bi2 * n1 + bi3 * n2 + \dots + bik * ni(k-1) + bik * nk}{n1 + n2 + n3 + \dots + n(k-1) + nk} \quad (3)$$

Keterangan rumus:

b_i = nilai batas bawah (c), rata-rata skor (a) dan batas atas (b) dari skor masing-masing kategori yang didapatkan masing-masing atribut pada kuesioner.

n = jumlah responden per kriteria dalam kuesioner

i = kriteria (1,2,3,.. k)

- 3) Setelah dilakukan metode fuzzifikasi selanjutnya defuzzifikasi yaitu menggambarkan nilai tunggal yang representatif dengan kriteria yang dimaksud menggunakan formulasi sebagai berikut:

$$\text{Defuzzifikasi} = \frac{a+b+c}{3} \quad (4)$$

Keterangan rumus:

a = nilai dari batas tengah (a) pada perhitungan fuzzifikasi

b = nilai dari batas atas (b) pada perhitungan fuzzifikasi

c = nilai dari batas bawah (c) pada perhitungan fuzzifikasi

Perhitungan *SERVQUAL* per kriteria akan menunjukkan sejauh mana pihak DISPENDUKAPIL Kabupaten Gresik memberikan pelayanan E-KTP yang sesuai dengan ekspektasi pelanggan. Perhitungan *gap* per kriteria akan memberikan tingkat kepentingan pada indikator kriteria dalam meningkatkan kualitas pelayanan. Perhitungan *SERVQUAL* per dimensi akan menunjukkan selisih dari persepsi dan ekspektasi pelanggan pada pelayanan yang telah diberikan DISPENDUKAPIL Kabupaten Gresik. Perhitungan dilakukan pada tingkat kepentingan kelima dimensi *SERVQUAL* dalam peningkatan kualitas pelayanan DISPENDUKAPIL Kabupaten Gresik. Perhitungan *SERVQUAL* keseluruhan akan menunjukkan selisih tingkat persepsi dan harapan yang diinginkan pelanggan melalui peran *gap* keseluruhan yang akan memberikan informasi seberapa jauh kriteria tersebut dalam meningkatkan kualitas pelayanan.

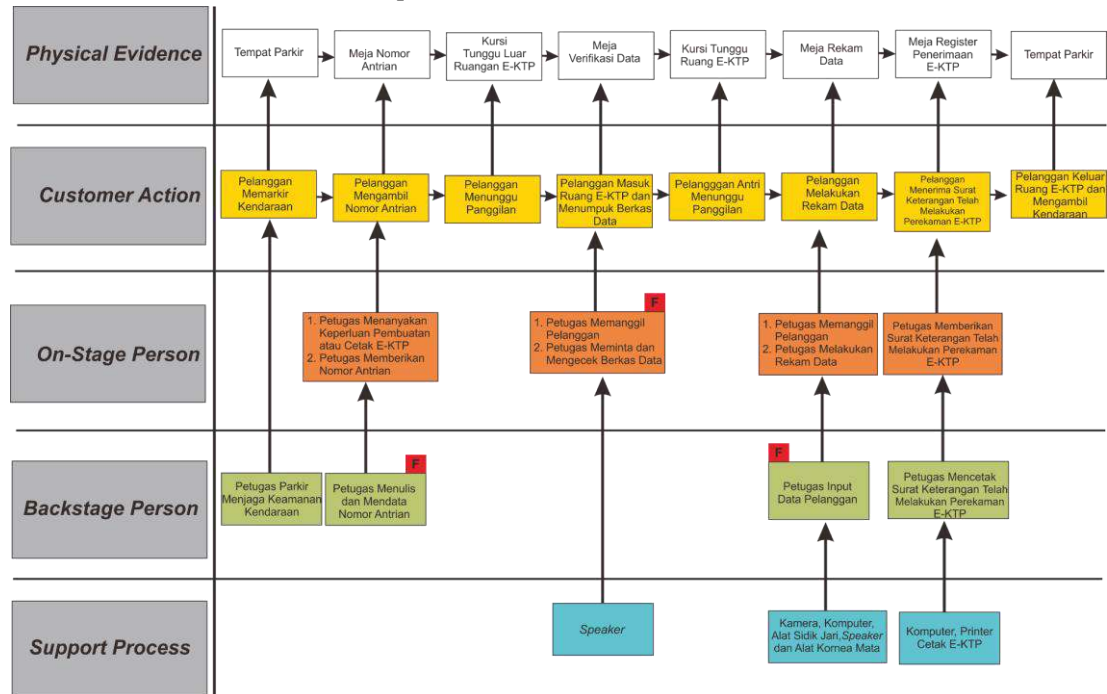
e. Rekomendasi *Blueprint* Jasa Perbaikan

Rekomendasi *blueprint* jasa akan diberikan kepada DISPENDUKAPIL Kabupaten Gresik untuk perbaikan *blueprint* awal yang sesuai dengan kondisi eksisting saat ini, berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya.

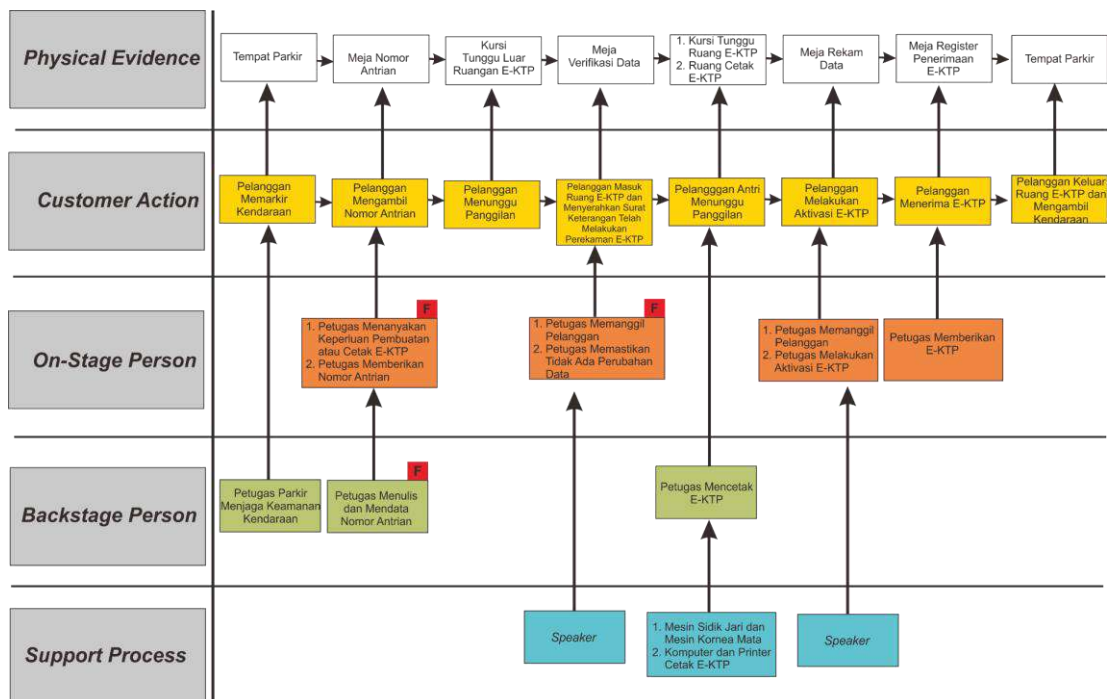
3. Hasil dan Pembahasan

a. Perancangan *Blueprint* Eksisting

Blueprint merupakan sebuah diagram yang digunakan untuk menggambarkan alur dan karakteristik dalam sebuah pelayanan. Berikut adalah hasil perancangan *blueprint* pada kondisi eksisting pelayanan E-KTP di DISPENDUKCAPIL Kabupaten Gresik.



Gambar 2. *Blueprint* Eksisting Layanan Pembuatan Awal E-KTP



Gambar 3. *Blueprint* Eksisting Layanan Cetak E-KTP

Dalam layanan E-KTP terdapat dua proses yaitu proses pembuatan awal E-KTP (Gambar 2) dan pengambilan E- KTP (Gambar 3) yang mana tidak berlangsung dalam satu hari sehingga terdapat dua *blueprint* jasa yang diterapkan pada DISPENDUKCAPIL Kabupaten Gresik untuk layanan E-KTP, yang dibagi menjadi lima dimensi sebagai berikut:

1. *Physical evidence* merupakan fasilitas fisik yang diterima dan atau dirasakan oleh masyarakat ketika menggunakan layanan DISPENDUKCAPIL Kabupaten Gresik diantaranya adalah tempat parkir, ruang layanan E-KTP, meja nomor antrian, kursi tunggu, meja verifikasi data, ruang cetak E-KTP, meja rekam data, meja register penerimaan E-KTP.
2. *Customer action* merupakan seluruh aktivitas yang dilakukan pihak penyedia layanan dan melibatkan pelanggan dalam proses pemberian jasa. *Customer action* yang terjadi dalam *blueprint* DISPENDUKCAPIL Kabupaten Gresik adalah pelanggan memarkir kendaraan, pelanggan mengambil nomor antrian, pelanggan menunggu panggilan, pelanggan masuk ruang E-KTP dan menumpuk berkas, pelanggan melakukan rekam data, pelanggan menerima surat keterangan telah melakukan perekaman E-KTP, pelanggan menyerahkan surat keterangan telah melakukan perekaman E-KTP, pelanggan melakukan aktivasi E-KTP, dan pelanggan menerima E-KTP.
3. *Onstage contact-employee action* adalah aktivitas *front liner* atau pegawai yang berhubungan langsung dengan pelanggan sehingga aktivitas ini dianggap paling penting untuk penilaian suatu jasa. Aktivitas *onstage contact-employee action* dalam *blueprint* DISPENDUKCAPIL Kabupaten Gresik adalah petugas menanyakan keperluan pelanggan membuat atau mencetak E-KTP, petugas memberikan nomor antrian, petugas memanggil pelanggan dan mengecek berkas pelanggan, petugas memastikan berkas tidak ada perubahan, petugas memanggil pelanggan dan melakukan rekam data, petugas memberikan surat keterangan telah melakukan rekam E-KTP, petugas memanggil pelanggan dan melakukan aktivasi, dan petugas memberikan E-KTP.
4. *Backstage contact-employee action* adalah aktivitas yang tidak melibatkan pelanggan secara langsung. Aktivitas *backstage contact-employee action* dalam *blueprint* DISPENDUKCAPIL Kabupaten Gresik adalah petugas parkir menjaga keamanan kendaraan pelanggan, petugas menulis dan mendata nomor antrian, petugas menginput data pelanggan, petugas mencetak surat keterangan telah melakukan perekaman E-KTP, dan petugas memberikan E-KTP kepada pelanggan.
5. *Support process* adalah aktivitas pendukung proses penyampaian jasa pihak penyedia layanan kepada para pelanggan. *Support process* dalam *blueprint* DISPENDUKCAPIL Kabupaten Gresik adalah kamera, komputer, printer, mesin cetak E-KTP, alat sidik jari, alat kornea mata, dan *speaker*.

Terdapat beberapa proses/aktivitas dalam *blueprint* yang diberi tanda “F” (*possibility failed*) yang menunjukkan bahwa aktivitas tersebut rentan terjadi kesalahan akibat *human error* ataupun *machine error* sehingga perlu untuk ditingkatkan dalam hal *controlling* ataupun *machine maintenance*.

b. Perhitungan Data Fuzzifikasi dan SERVQUAL

Kuesioner yang dirancang dan dibagikan pada responden memiliki 26 pertanyaan, dengan 7 pertanyaan pada dimensi *tangible*, 5 pertanyaan pada dimensi *reliability*, 5 pertanyaan dalam dimensi *responsiveness*, 4 pertanyaan pada dimensi *assurance* dan 5 pertanyaan pada dimensi *empathy*.

Tabel 1. Daftar Pertanyaan

No.	PERTANYAAN
TANGIBLE (BUKTI FISIK)	
1.	Kenyamanan tempat melakukan pelayanan
2.	Kebersihan tempat pelayanan
3.	Kemudahan memperoleh akses layanan
4.	Penampilan petugas/aparatur dalam melayani pelanggan
5.	Tempat parkir yang luas
6.	Penggunaan media alat bantu pelayanan (misalnya : mesin nomor antrian, <i>speaker</i> panggilan pelanggan)
7.	Kejelasan petunjuk arah ruang pelayanan

Tabel 1. Daftar Pertanyaan (lanjutan)

No.	PERTANYAAN
TANGIBLE (BUKTI FISIK)	
1.	Kenyamanan tempat melakukan pelayanan
2.	Kebersihan tempat pelayanan
3.	Kemudahan memperoleh akses layanan
4.	Penampilan petugas/aparatur dalam melayani pelanggan
5.	Tempat parkir yang luas
6.	Penggunaan media alat bantu pelayanan (misalnya : mesin nomor antrian, <i>speaker</i> panggilan pelanggan)
7.	Kejelasan petunjuk arah ruang pelayanan
RELIABILITY (KEANDALAN)	
8.	Kemampuan petugas menyampaikan pelayanan secara jelas
9.	Keahlian petugas dalam memberikan pelayanan
10.	Ketepatan waktu pelayanan dan kedisiplinan petugas dalam melakukan pelayanan
11.	Tanggungjawab petugas dalam memberikan pelayanan
12.	Kecermatan petugas dalam melayani pelanggan
RESPONSIVENESS (KETANGGAPAN)	
13.	Petugas merespon setiap pelanggan/pemohon yang ingin mendapatkan pelayanan
14.	Petugas melakukan pelayanan dengan cepat dan tepat
15.	Petugas melakukan pelayanan dengan inisiatif dan cermat
16.	Petugas membantu pelanggan memperoleh informasi dan merespon keluhan pelanggan
17.	Petugas dapat mengantisipasi dan memahami kebutuhan khusus pelanggan
ASSURANCE (JAMINAN)	
18.	Jaminan kemudahan prosedur pelayanan
19.	Jaminan kemudahan persyaratan pelayanan
20.	Jaminan kepastian biaya dalam pelayanan
21.	Jaminan kepastian waktu penyelesaian pelayanan
EMPATHY (EMPATI)	
22.	Petugas melayani dengan sikap ramah
23.	Petugas melayani dengan sikap sopan santun
24.	Petugas melayani dengan tidak diskriminatif (membeda-bedakan)
25.	Petugas melayani dan menghargai setiap pelanggan
26.	Petugas mendahulukan kepentingan pemohon/pelanggan

Sebagaimana uji pendahuluan, kuesioner terlebih dahulu disebar pada 30 responden, dan kemudian dilakukan uji validitas dan reliabilitas. Pada uji yang dilakukan, seluruh pertanyaan dinyatakan *valid* dan *reliable* sehingga penelitian dapat dilanjutkan dengan menyebarkan kuesioner pada 105 responden yang ditemui dan sesuai dengan kriteria sampel. Berikut merupakan hasil perhitungan fuzzifikasi kuesioner persepsi dan ekspektasi yang telah dikumpulkan dari seluruh responden.

Tabel 2. Hasil Fuzzifikasi Persepsi

No.	Kriteria	TFN			Defuzzifikasi	Rank
		a	b	c		
1.	Kenyamanan tempat melakukan pelayanan	307,2	374,1	440,9714	374,1	19
2.	Kebersihan tempat pelayanan	530,3	664,1	797,8286	664,1	2
3.	Kemudahan memperoleh akses layanan	253,7	311,7	369,6571	311,7	24
4.	Penampilan petugas/aparatur dalam melayani pelanggan	473,1	627,7	782,2286	627,7	3
5.	Tempat parkir yang luas	307,2	374,1	440,9714	374,1	20
6.	Penggunaan media alat bantu pelayanan (misalnya : mesin nomor antrian, <i>speaker</i> panggilan pelanggan)	319,9	391,3	462,6286	391,3	17
7.	Kejelasan petunjuk arah ruang pelayanan	271,2	338,1	404,9	338,1	23

Tabel 2. Hasil Fuzzifikasi Persepsi (lanjutan)

No.	Kriteria	TFN			Defuzzifikasi	Rank
		a	b	c		
8.	Kemampuan petugas menyampaikan pelayanan secara jelas	294,3	359,7	425	359,7	22
9.	Keahlian petugas dalam memberikan pelayanan	334,3	416,1	497,8	416,1	14
10.	Ketepatan waktu pelayanan dan kedisiplinan petugas dalam melakukan pelayanan	522,2	675,3	828,3	675,3	1
11.	Tanggungjawab petugas dalam memberikan pelayanan	330,3	412,1	493,8	412,1	15
12.	Kecermatan petugas dalam melayani pelanggan	307,9	379,3	450,6	379,3	18
13.	Petugas merespon setiap pelanggan/pemohon yang ingin mendapatkan pelayanan	366,3	448,1	529,8	448,1	7
14.	Petugas melakukan pelayanan dengan cepat dan tepat	349,6	426,9	504,1	426,9	9
15.	Petugas melakukan pelayanan dengan inisiatif dan cermat	455,4	587,7	719,9	587,7	4
16.	Petugas membantu pelanggan memperoleh informasi dan merespon keluhan pelanggan	180,7	220,9	261	220,9	26
17.	Petugas dapat mengantisipasi dan memahami kebutuhan khusus pelanggan	366,3	448,1	529,8	448,1	8
18.	Jaminan kemudahan prosedur pelayanan	423,7	533,7	643,6	533,7	6
19.	Jaminan kemudahan persyaratan pelayanan	349,6	426,9	504,1	426,9	10
20.	Jaminan kepastian biaya dalam pelayanan	302,3	367,7	433,0	367,7	21
21.	Jaminan kepastian waktu penyelesaian pelayanan	210,4	256,5	302,5	256,5	25
22.	Petugas melayani dengan sikap ramah	347,6	424,9	502,1	424,9	12
23.	Petugas melayani dengan sikap sopan santun	349,6	426,9	504,1	426,9	11
24.	Petugas melayani dengan tidak diskriminatif (membeda-bedakan)	344,7	420,5	496,2	420,5	13
25.	Petugas melayani dan menghargai setiap pelanggan	455,4	587,7	719,9	587,7	5
26.	Petugas mendahulukan kepentingan pemohon/pelanggan	330,8	403,7	476,5	403,7	16

Keterangan:

TFN = *Triangular Fuzzy Number*

a = batas tengah

b = batas atas

c = batas bawah

Dari Tabel 2. dapat diketahui bahwa nilai persepsi (yang dirasakan) pelanggan terhadap layanan E-KTP pada DISPENDUKAPIL Kabupaten Gresik dari masing-masing kriteria, kriteria “ketepatan waktu pelayanan dan kedisiplinan petugas dalam melakukan pelayanan” memiliki nilai tertinggi yaitu sebesar 675,3 dari semua kriteria. Hal ini dapat menunjukkan bahwa ketepatan waktu pelayanan dan kedisiplinan petugas dalam melakukan pelayanan dilaksanakan dengan baik, sehingga masyarakat pengguna layanan E-KTP pada DISPENDUKAPIL Kabupaten Gresik merasa puas. Tingginya nilai pada kriteria tersebut membuktikan bahwa selama ini petugas layanan E-KTP DISPENDUKAPIL Kabupaten Gresik telah mendapatkan kepercayaan masyarakat akan ketepatan waktu pelayanan dan kedisiplinan dalam bekerja.

Sedangkan untuk nilai kriteria paling rendah yaitu “Petugas membantu pelanggan memperoleh informasi dan merespon keluhan pelanggan” dengan nilai sebesar 220,9. Hal ini dapat menunjukkan bahwa petugas membantu pelanggan memperoleh informasi dan merespon keluhan pelanggan dilakukan dengan kurang baik, sehingga masyarakat pengguna layanan E-KTP merasa tidak puas karena masyarakat membutuhkan petugas dalam memberikan informasi dan merespon keluhan untuk dapat menyelesaikan permasalahan yang ada. Oleh karena itu, dibutuhkan perbaikan salah satunya dengan meningkatkan ketanggapan dan kesadaran (*awareness*) petugas kepada pelanggan karena DISPENDUKAPIL Kabupaten Gresik merupakan pelayanan publik yang berhadapan langsung

dengan masyarakat, sehingga sikap dan ketanggapan petugas dalam melakukan pelayanan sangat penting dalam penilaian kualitas pelayanan yang diberikan.

Tabel 3. Hasil Fuzzifikasi Ekspektasi

No.	Kriteria	TFN			Defuzzifikasi	Rank
		a	b	c		
1.	Kenyamanan tempat melakukan pelayanan	565,5	709,7	854	709,7	2
2.	Kebersihan tempat pelayanan	299,3	365,2	431,1	365,2	22
3.	Kemudahan memperoleh akses layanan	446,3	599,3	752,4	599,3	16
4.	Penampilan petugas/aparatur dalam melayani pelanggan	175,6	214,6	253,5	214,6	25
5.	Tempat parkir yang luas	537,1	674	810,8	674	9
6.	Penggunaan media alat bantu pelayanan (misalnya : mesin nomor antrian, <i>speaker</i> panggilan pelanggan)	547,4	684,3	821,2	684,3	6
7.	Kejelasan petunjuk arah ruang pelayanan	484,8	621,6	758,4	621,6	13
8.	Kemampuan petugas menyampaikan pelayanan secara jelas	474,8	601,3	727,8	601,3	15
9.	Keahlian petugas dalam memberikan pelayanan	519,9	658,2	796,6	658,2	11
10.	Ketepatan waktu pelayanan dan kedisiplinan petugas dalam melakukan pelayanan	227,4	278,3	329,2	278,3	23
11.	Tanggungjawab petugas dalam memberikan pelayanan	519,9	658,2	796,6	658,2	12
12.	Kecermatan petugas dalam melayani pelanggan	473	596,5	720	596,5	17
13.	Petugas merespon setiap pelanggan/pemohon yang ingin mendapatkan pelayanan	386	475,6	565,3	475,6	21
14.	Petugas melakukan pelayanan dengan cepat dan tepat	557,1	697	836,8	697	3
15.	Petugas melakukan pelayanan dengan inisiatif dan cermat	427,9	535,2	642,5	535,2	19
16.	Petugas membantu pelanggan memperoleh informasi dan merespon keluhan pelanggan	396,9	499,7	602,6	499,7	20
17.	Petugas dapat mengantisipasi dan memahami kebutuhan khusus pelanggan	578,4	724,1	869,9	724,1	1
18.	Jaminan kemudahan prosedur pelayanan	185,5	227,4	269,	227,4	24
19.	Jaminan kemudahan persyaratan pelayanan	107,8	131,	155,7	131,7	26
20.	Jaminan kepastian biaya dalam pelayanan	428,7	575,8	722,9	575,8	18
21.	Jaminan kepastian waktu penyelesaian pelayanan	557,1	697	836,8	697	4
22.	Petugas melayani dengan sikap ramah	548,4	691,1	833,9	691,1	5
23.	Petugas melayani dengan sikap sopan santun	548,6	684	819,5	684	7
24.	Petugas melayani dengan tidak diskriminatif (membeda-bedakan)	550	684	818	684	8
25.	Petugas melayani dan menghargai setiap pelanggan	495,3	610,2	725,1	610,2	14
26.	Petugas mendahulukan kepentingan pemohon/pelanggan	523,4	664,6	805,9	664,6	10

Keterangan:

TFN = *Triangular Fuzzy Number*

a = batas tengah

b = batas atas

c = batas bawah

Dari Tabel 3 dapat diketahui bahwa nilai ekspektasi (yang diharapkan) pelanggan terhadap pelayanan DSIPENDUKCAPIL Kabupaten Gresik, kriteria “Petugas dapat mengantisipasi dan memahami kebutuhan khusus pelanggan” memiliki nilai tertinggi yaitu sebesar 724,18 dari semua kriteria. Hal ini dapat menunjukkan bahwa Petugas dapat mengantisipasi dan memahami kebutuhan khusus pelanggan sangat penting bagi masyarakat pengguna layanan E-KTP pada DISPENDUKCAPIL Kabupaten Gresik sehingga perlu untuk diperhatikan dalam penerapan untuk dapat lebih memahami kebutuhan khusus pelanggan seperti misalnya kebutuhan E-KTP yang dijadikan sebuah persyaratan yang mendesak.

Sedangkan untuk nilai kriteria paling rendah yaitu “Jaminan kemudahan persyaratan pelayanan” dengan nilai sebesar 131,7717. Hal ini dapat menunjukkan bahwa jaminan kemudahan persyaratan pelayanan bukan menjadi hal penting untuk menilai kualitas pelayanan sehingga tidak menjadi prioritas DISPENDUKAPIL Kabupaten Gresik untuk melakukan perbaikan. Karena persyaratan E-KTP merupakan ketentuan peraturan dari pemerintah yang telah ditetapkan, akan tetapi apabila persyaratan pelayanan diperbaiki untuk mempermudah masyarakat dalam mengurus E-KTP dan memenuhi harapan pelanggan maka kriteria ini akan meningkatkan nilai pada dimensi *assurance* (jaminan). Tabel 4 dibawah menunjukkan hasil perhitungan *gap SERVQUAL*.

Tabel 4. Hasil Perhitungan *Gap SERVQUAL*

No.	Kriteria	Persepsi	Harapan	Gap	Rank
1.	Kenyamanan tempat melakukan pelayanan	374,1	709,7	-335,6	2
2.	Kebersihan tempat pelayanan	664,1	365,2	298,8	23
3.	Kemudahan memperoleh akses layanan	311,7	599,3	-287,6	5
4.	Penampilan petugas/aparatur dalam melayani pelanggan	627,7	214,6	413	26
5.	Tempat parkir yang luas	374,1	674	-299,9	3
6.	Penggunaan media alat bantu pelayanan (misalnya : mesin nomor antrian, speaker panggilan pelanggan)	391,3	684,3	-293	4
7.	Kejelasan petunjuk arah ruang pelayanan	338,1	621,6	-283,5	6
8.	Kemampuan petugas menyampaikan pelayanan secara jelas	359,7	601,3	-241,6	16
9.	Keahlian petugas dalam memberikan pelayanan	416,1	658,2	-242,1	15
10.	Ketepatan waktu pelayanan dan kedisiplinan petugas dalam melakukan pelayanan	675,3	278,3	396,9	25
11.	Tanggjawab petugas dalam memberikan pelayanan	412,1	658,2	-246,1	14
12.	Kecermatan petugas dalam melayani pelanggan	379,3	596,5	-217,2	17
13.	Petugas merespon setiap pelanggan/pemohon yang ingin mendapatkan pelayanan	448,1	475,6	-27,5	19
14.	Petugas melakukan pelayanan dengan cepat dan tepat	426,9	697	-270,1	9
15.	Petugas melakukan pelayanan dengan inisiatif dan cermat	587,7	535,2	52,4	21
16.	Petugas membantu pelanggan memperoleh informasi dan merespon keluhan pelanggan	220,9	499,7	-278,8	7
17.	Petugas dapat mengantisipasi dan memahami kebutuhan khusus pelanggan	448,1	724,18	-276	8
18.	Jaminan kemudahan prosedur pelayanan	533,7	227,4	306,2	24
19.	Jaminan kemudahan persyaratan pelayanan	426,9	131,7	295,1	22
20.	Jaminan kepastian biaya dalam pelayanan	367,7	575,8	-208,	18
21.	Jaminan kepastian waktu penyelesaian pelayanan	256,5	697	-440,5	1
22.	Petugas melayani dengan sikap ramah	424,9	691,1	-266,2	10
23.	Petugas melayani dengan sikap sopan santun	426,9	684	-257,1	13
24.	Petugas melayani dengan tidak diskriminatif (membedakan)	420,5	684	-263,5	11
25.	Petugas melayani dan menghargai setiap pelanggan	587,7	610,2	-22,5	20
26.	Petugas mendahulukan kepentingan pemohon/pelanggan	403,7	664,6	-260,9	12

Berdasarkan hasil perhitungan Tabel 4, dapat diketahui bahwa nilai *gap* yang terjadi pada masing-masing kriteria memiliki nilai *gap* positif dan negative, yang berarti nilai *gap* positif menunjukkan masyarakat pengguna layanan E-KTP pada DISPENDUKAPIL Kabupaten Gresik merasa puas terhadap pelayanan yang diterima. Selain itu, dapat diketahui nilai *gap* positif tertinggi yaitu pada kriteria “penampilan petugas/aparatur dalam melayani pelanggan” sebesar 413,0795 menunjukkan bahwa masyarakat pengguna layanan E-KTP pada DISPENDUKAPIL Kabupaten Gresik merasa puas sehingga perlu untuk dipertahankan. *Gap* yang bernilai negatif menunjukkan bahwa masyarakat pengguna layanan E-KTP pada DISPENDUKAPIL Kabupaten Gresik merasa tidak puas terhadap

pelayanan yang diterima, dapat dilihat pada Tabel 3 nilai *gap* negatif terbesar yaitu pada kriteria “jaminan kepastian waktu penyelesaian pelayanan” yaitu sebesar -440,52 menunjukkan bahwa perlu diperhatikan dan adanya perbaikan.

c. Perancangan *Blueprint* Perbaikan dan Rekomendasi

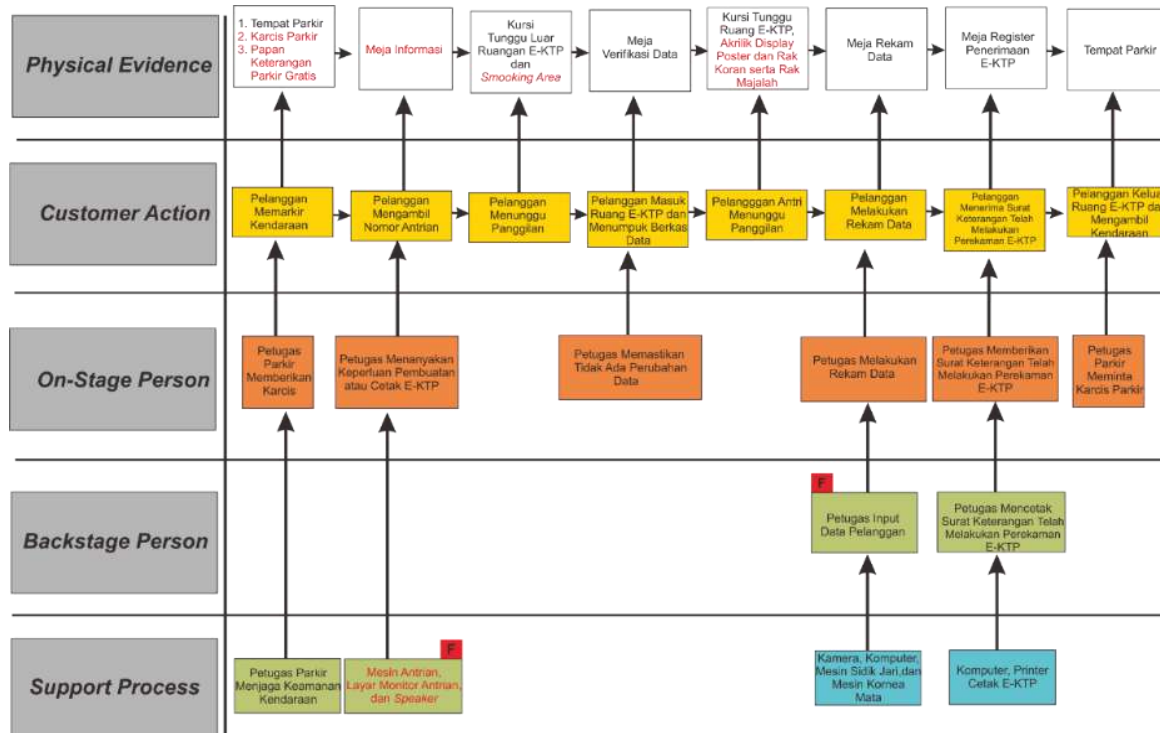
Hasil perhitungan *gap SERVQUAL* menunjukkan lima kriteria dengan nilai *gap* tertinggi yaitu jaminan kepastian waktu, kenyamanan tempat melakukan pelayanan, tempat parkir yang luas, penggunaan media alat bantu pelayanan dan kemudahan memperoleh akses layanan. Berdasarkan permasalahan tersebut, dapat diberikan beberapa saran perbaikan sebagai berikut:

- 1) Jaminan kepastian waktu penyelesaian pelayanan
 - a. Mendata permasalahan yang menghambat proses pembuatan E-KTP untuk memonitor sehingga dapat meminimalisir hambatan yang ada.
 - b. Mendata permasalahan pelanggan yang mengurus ulang E-KTP karena data ganda dan data anomali untuk memonitor berapa banyak data ganda dan anomali yang telah diurus setiap harinya.
 - c. Memberikan surat panggilan untuk masyarakat yang memiliki data ganda atau data anomali untuk segera diurus karena membutuhkan proses waktu yang lama.
 - d. Memperbaiki sistem *server* agar tidak terjadi *trouble* yang menghambat pelayanan.
- 2) Kenyamanan tempat melakukan pelayanan
 - a. Menyediakan ruang *smoking area* agar pelanggan yang menunggu dikursi tunggu luar ruangan pelayanan E-KTP merasa nyaman bebas asap rokok.
 - b. Menambah kursi tunggu pelanggan.
 - c. Menyediakan rak berisi koran atau majalah sehingga pelanggan menunggu antrian tidak jenuh.
 - d. Memajang papan informasi untuk mengedukasi masyarakat mengenai “dr.Kepo” (dokter kependudukan *online* adalah aplikasi yang digunakan untuk mengetahui diagnose penyakit registrasi kependudukan, mengambil resep dan mengobatinya secara *mobile* dari *smartphone* serta memanfaatkan layanan pendaftaran administrasi kependudukan secara *online*) dan program-program yang dilakukan DISPENDUKAPIL Kabupaten Gresik seperti “KAKEKKU DATANG” (Kartu Keluargaku Data Ulang).
- 3) Tempat parkir yang luas
 - a. Kebijakan parkir gratis untuk parkir di dalam kantor DISPENDUKAPIL Kabupaten Gresik, memberikan papan tulisan parkir gratis dan memberikan karcis parkir.
 - b. Mengajukan perluasan kantor DISPENDUKAPIL Kabupaten Gresik karena merupakan kantor pelayanan publik yang diakses oleh masyarakat sehingga membutuhkan lahan yang luas.
- 4) Penggunaan media alat bantu pelayanan (misalnya: mesin nomor antrian, *speaker* panggilan pelanggan).
 - a. Pengadaan mesin nomor antrian, layar monitor nomor antrian untuk di dalam ruang E-KTP, dan *speaker* panggilan nomor antrian untuk di dalam ruang E-KTP dan di luar ruang E-KTP.
 - b. Penambahan alat rekam sidik jari dan kornea mata.
 - c. Penambahan mesin cetak E-KTP.
- 5) Kemudahan memperoleh akses layanan
 - a. Menambah loket cetak E-KTP di beberapa kecamatan.
 - b. Mengedukasikan sistem *online* yang ditetapkan seperti layanan *online* “dr.Kepo” yang dapat mempermudah masyarakat untuk mengakses layanan DISPENDUKAPIL Kabupaten Gresik.

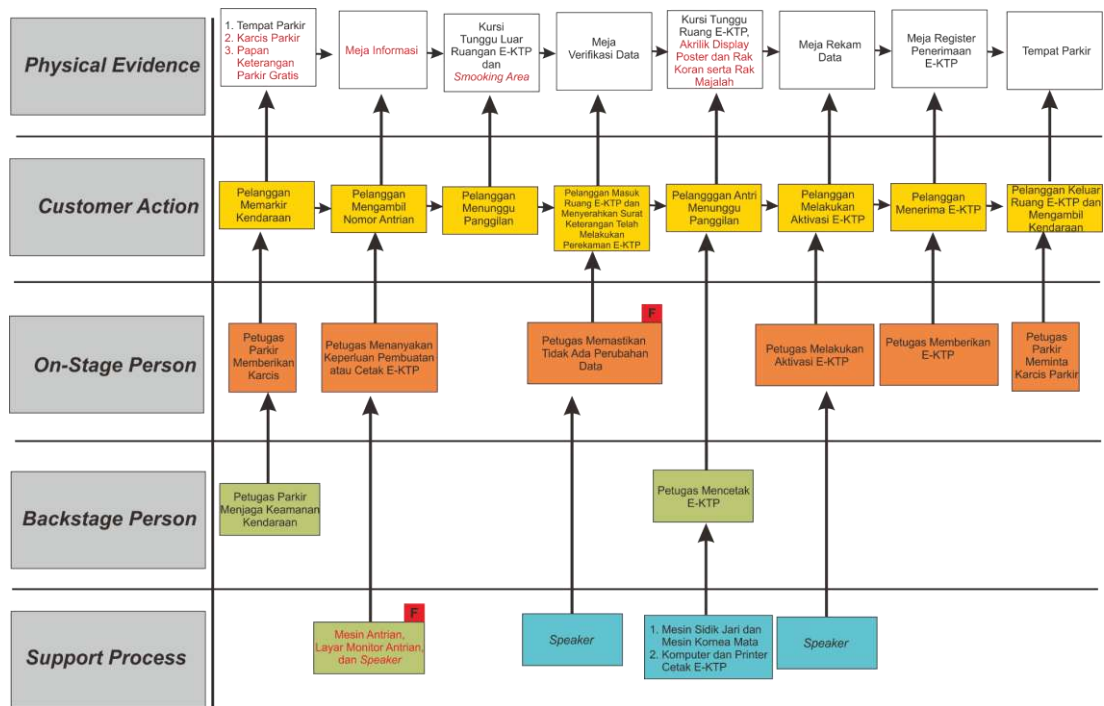
Beberapa saran perbaikan yang diberikan dimasukkan kedalam komponen *blueprint* jasa, yang dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5. Untuk komponen *physical evidence* yaitu karcis parkir resmi untuk mempermudah petugas parkir dalam mengawasi kendaraan yang masuk dan keluar, papan

keterangan parkir gratis agar kebijakan yang diberikan DISPENDUKAPIL Kabupaten Gresik jelas tanpa memungut retribusi, *smoking area* digunakan untuk pelanggan yang sedang merokok tanpa mengganggu pelanggan lain yang sedang menunggu dikursi tunggu luar ruangan E-KTP, akrilik *display* poster digunakan untuk menambah estetika ruang pelayanan E-KTP agar tidak monoton sekaligus mengedukasi pelanggan mengenai program “KAKEKKU DATANG” maupun “dr.Kepo” agar pelanggan lebih sadar akan program-program ataupun informasi yang dilakukan oleh DISPENDUKAPIL Kabupaten Gresik, dan rak koran serta majalah disediakan untuk pelanggan agar tidak bosan ketika menunggu antrian. Untuk komponen *support process* yaitu mesin nomor antrian, layar monitor antrian dan *speaker* nomor antrian digunakan untuk mengelola aliran pelanggan, mengurangi kesalahan urutan nomor antrian, dan memudahkan petugas nomor antrian untuk fokus pada pelayanan informasi dan pengecekan berkas. *Speaker* nomor antrian dipasang tidak hanya di dalam ruang layanan E-KTP saja tetapi juga dipasang di luar ruang layanan E-KTP untuk memudahkan pelanggan yang menunggu dikursi tunggu luar mengetahui nomor antrian yang akan dilayani. Untuk *blueprint* jasa terdapat beberapa aktivitas yang diberi tanda “F” (*possibility failed*) yang menunjukkan bahwa aktivitas tersebut rentan terjadi kesalahan akibat *human error* ataupun *machine error*. Hal ini terjadi karena benda elektronik seperti mesin, layar monitor, *speaker* membutuhkan *maintenance* sehingga masih ada potensi untuk terjadi *error*.

Untuk pengadaan alat rekam sidik jari, alat rekam kornea mata, dan mesin cetak E-KTP, DISPENDUKAPIL Kabupaten Gresik dapat melakukan pengadaan sesuai *budget* yang telah ditentukan pemerintah karena pengadaan alat tersebut telah diatur khusus dalam konsorsium yang merupakan gabungan dari beberapa perusahaan yang berbeda untuk membantu mengimplementasikan program Nasional E-KTP.



Gambar 4. Blueprint Perbaikan Layanan Pembuatan Awal E-KTP



Gambar 5. Blueprint Perbaikan Layanan Cetak E-KTP

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa pada kualitas pelayanan DISPENDUKCAPIL Kabupaten Gresik memiliki enam kriteria yang memiliki gap bernilai positif yang artinya pelanggan merasa puas dan dua puluh kriteria yang memiliki nilai gap negatif, atau 76,9% kriteria dengan gap negative yang artinya pelanggan merasa belum puas terhadap pelayanan yang diberikan oleh DISPENDUKCAPIL Kabupaten Gresik sehingga perlu adanya perbaikan. Rekomendasi perbaikan diutamakan pada 5 kriteria yang memiliki gap tertinggi, yaitu jaminan kepastian waktu pelayanan, kenyamanan tempat pelayanan, tempat parkir yang luas, penggunaan media alat bantu pelayanan, dan kemudahan memperoleh akses layanan. Diharapkan, hasil penelitian ini dapat diimplementasikan oleh DISPENDUKCAPIL Kabupaten Gresik agar kualitas pelayanannya dapat ditingkatkan. Selain itu, penelitian selanjutnya diharapkan dapat dilakukan pada aspek pekerjaan lain selain pelayanan E-KTP, agar pengukuran kualitas pelayanan DISPENDUKCAPIL Kabupaten Gresik dapat dilakukan secara menyeluruh.

Daftar Pustaka

- Carr, D. K., dan Littman, I. D. (1990). *Excellence in government: Total quality management in the 1990s*. New York, NY: Coopers & Lybrand.
- Falch, L., dan de Silva, S.W. (2018). Fuzzy techniques to reduce subjectivity and combine qualitative and quantitative criteria in a multi-objective design problem. *IEEE 9th Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON)*, Vancouver, BC, 2018, pp. 42-48.
- Ghozali, I. (2016). *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IMB SPSS 23*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Mwita, J. I. (2000). Performance Management Model: A system-based approach to public service quality. *International Journal of Public Sector Management*, 13(1), 19-37.
- Parasuraman, A., Zeithmal, V., dan Berry, L. (1985). A conceptual model of service quality and its implication for future research. *Journal of Marketing*, 49(4), 41-50.

- Pyon, C. U., Lee, M. J., dan Park, S. C. (2009). Decision support system for service quality management using customer knowledge in public service organization. *Expert System with Application*, 36, 8227-8238.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Umar, H. (2002). *Metodologi Penelitian, untuk Skripsi dan Tesis Bisnis*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Yang, D.-H., Kim, S., Nam, C., dan Lee, L.-G. (2004). The future of e-government: Collaboration across citizen, business and government, *Electronic Government: third international conference proceedings*, 558-559.
- Zoraghi, N., Amiri, M., Talebi, G. *et al.* (2013). A fuzzy MCDM model with objective and subjective weights for evaluating service quality in hotel industries. *Journal of Industrial Engineering International*, 9(38).

Prediksi Penyebaran COVID-19 Kota Surabaya dengan Simulasi Monte Carlo

Abduh Sayid Albana, Sulaiman Azhari

Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Telkom Surabaya,
Jalan Ketintang No. 156, Surabaya, 60231, Indonesia
abduh.albana@ittelkom-sby.ac.id

Abstrak

Penelitian ini membahas tentang prediksi penyebaran Corona Virus Diseases 19 (COVID-19) di wilayah kota Surabaya. Metode yang digunakan adalah Simulasi Monte Carlo. Metode tersebut digunakan untuk mengetahui estimasi dari jumlah pasien ODP (Orang Dalam Pengamatan), PDP (Pasien Dalam Pengawasan), positif terinfeksi, sembuh, dan meninggal. Simulasi dilakukan dengan bantuan software Argo Simulation dan dilakukan sebanyak 10.000 kali pengulangan. Dari hasil simulasi diperoleh data prediksi jumlah pasien COVID-19 dengan besaran galat tertentu. Galat tersebut memiliki tingkat galat berupa under-prediction dan over-prediction. Nilai galat terbesar dari under prediction adalah 11% sedangkan untuk over-prediction sebesar 23%. Hasil prediksi ini dapat digunakan sebagai bahan masukan untuk penelitian-penelitian terkait yang membutuhkan prediksi jumlah pasien COVID-19 untuk wilayah Surabaya.

Kata kunci: COVID-19, simulasi, Monte Carlo

1. Pendahuluan

Corona Virus Disease 2019 (COVID-19) pertama kali diketahui pada akhir tahun 2019 di Wuhan, China. Virus ini menyerang sistem pernapasan dengan gejala seperti pneumonia (Wikipedia, 2019). Virus ini yang tergolong virus baru sehingga belum memiliki penawar dan sudah menyebar ke seluruh penjuru dunia hingga tak terkendali. Ada lebih dari 200 negara yang melaporkan adanya kasus COVID-19 ini termasuk Indonesia (Wikipedia, 2019). Dalam kondisi saat ini, virus Corona yang telah ditetapkan oleh WHO (*World Health Organization*) sebagai pandemi. Per 12 April 2020, terdapat setidaknya 1.775.210 kasus dengan jumlah kematian mencapai 108.544 dan sembuh sebanyak 401.517 jiwa. Dan juga total kasus orang yang terinfeksi Corona di Indonesia mencapai 4.241 dengan jumlah pasien yang sembuh sebanyak 359 dan kematian sebanyak 373 hingga tanggal 12 April. Kasus paling banyak hingga sampai saat ini berada di Jakarta. Namun tidak sedikit pula kasus yang menyebar di seluruh provinsi salah satunya yaitu Jawa Timur. Dengan skala kasus yang massif tersebut, COVID-19 ditetapkan sebagai epidemik bencana nasional.

Majemen pengelolaan epidemik sendiri digolongkan ke dalam perencanaan jangka menengah (Dasaklis, dkk, 2012). Dasaklis, dkk. (2012) menghimpun studi pustaka mengenai pengendalian epidemik dari segi perencanaan rantai pasok. Sedangkan Liu, dkk. (2020) menulis mengenai pengendalian logistik untuk epidemik dari segi penelitian operasional. Ivanov (2020) menulis mengenai penggunaan simulasi untuk pengelolaan rantai pasok pada kasus pandemik COVID-19.

Salah satu komponen penting dalam perencanaan adalah estimasi *demand*. Dalam hal ini, *demand* adalah jumlah pasien terjangkit COVID-19. Beberapa penelitian telah dilakukan dalam rangka mengestimasi *demand* pada kasus COVID-19. Penelitian awal *mathematic modeling* tentang epidemik dilakukan oleh Kermack dan McKendrick (1927). Penelitian Kermack dan McKendrick (1927) ini menjadi acuan utama penelitian tentang peramalan pandemik. Albana (2020) menggunakan *simple exponential smoothing* untuk peramalan jumlah pasien per kecamatan di wilayah Surabaya. Penelitiannya berfokus pada optimasi alokasi rumah sakit.

Kemudian, Jawa Timur sendiri merupakan Provinsi yang memiliki jumlah kasus COVID-19 terbanyak setelah Jakarta. Lebih dari 180 pasien positif COVID-19 berasal dari Kota Surabaya. Hal ini menjadikan Kota Surabaya menjadi daerah yang paling banyak terinfeksi virus Corona mengingat Surabaya merupakan ibukota provinsi yang menjadi pusat berkumpulnya warga dari daerah lain. Berdasarkan web resmi pemerintah Surabaya, peta penyebaran virus Corona di Surabaya mulai dari Surabaya Barat hingga Surabaya Utara memiliki total ODP 1,398 orang, total PDP 523 orang, dan total konfirmasi sebanyak 208 orang yang tersebar di beberapa kecamatan yang ada di Surabaya.

Berdasarkan penelitian-penelitian dan kondisi terkini wilayah Surabaya, model estimasi *demand* COVID-19 untuk wilayah Surabaya sangatlah dibutuhkan. Penelitian ini berfokus pada estimasi *demand* COVID-19 di wilayah kota Surabaya. Metode yang dipilih adalah Simulasi *Monte Carlo*. Pembahasan mendetail mengenai metode dan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini secara rinci dijabarkan pada bab selanjutnya.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan data-data yang diperoleh dari halaman <https://lawancovid-19.surabaya.go.id/> (Pemerintah Kota Surabaya, 2019). Data ini dijabarkan pada subbab 2.1. Kemudian metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi *Monte Carlo* yang akan dibahas pada subbab 2.3.

2.1. Data COVID-19 Surabaya

Data pasien COVID-19 wilayah Surabaya diperoleh dari <https://lawancovid-19.surabaya.go.id/> (Pemerintah Kota Surabaya, 2019). Data tersebut dirangkum mulai dari tanggal 23 Maret hingga 23 April 2020. Data tersebut dirangkum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Data Kumulatif Pasien COVID-19 Kota Surabaya

Tanggal	ODP	PDP	Positif	Sembuh	Meninggal
23/03/20	135	7	23	0	0
24/03/20	182	8	29	0	0
25/03/20	182	8	29	0	0
26/03/20	189	16	31	5	0
27/03/20	193	34	31	5	0
28/03/20	193	34	31	5	0
29/03/20	206	61	38	7	0
30/03/20	207	66	38	10	3
31/03/20	237	73	38	11	3
01/04/20	258	137	41	11	3
02/04/20	508	229	41	11	4
03/04/20	575	221	74	14	4
04/04/20	653	251	77	17	6
05/04/20	814	309	84	21	6
06/04/20	832	318	84	23	6
07/04/20	1056	367	84	23	8
08/04/20	1056	416	84	24	8
09/04/20	1167	448	93	27	8
10/04/20	1255	497	97	33	10
11/04/20	1290	519	97	34	11
12/04/20	1360	502	180	34	11
13/04/20	1398	523	208	39	20
14/04/20	1447	536	228	39	23
15/04/20	1560	585	244	43	24
16/04/20	1658	634	246	43	24
17/04/20	1728	669	250	45	25

Tabel 1. Data Kumulatif Pasien COVID-19 Kota Surabaya (lanjutan)

Tanggal	ODP	PDP	Positif	Sembuh	Meninggal
18/04/20	1806	703	270	45	29
19/04/20	1892	745	299	45	31
20/04/20	1941	795	299	45	31
21/04/20	2007	829	310	46	33
22/04/20	2072	870	315	51	34

Data kumulatif ini dapat dipecah menjadi data per hari seperti yang terangkum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Data Harian Pasien COVID-19 Kota Surabaya

Tanggal	ODP	PDP	Positif	Sembuh	Meninggal
23/03/20	135	7	23	0	0
24/03/20	47	1	6	0	0
25/03/20	0	0	0	0	0
26/03/20	7	8	2	5	0
27/03/20	4	18	0	0	0
28/03/20	0	0	0	0	0
29/03/20	13	27	7	2	0
30/03/20	1	5	0	3	3
31/03/20	30	7	0	1	0
01/04/20	21	64	3	0	0
02/04/20	250	92	0	0	1
03/04/20	67	-8	33	3	0
04/04/20	78	30	3	3	2
05/04/20	161	58	7	4	0
06/04/20	18	9	0	2	0
07/04/20	224	49	0	0	2
08/04/20	0	49	0	1	0
09/04/20	111	32	9	3	0
10/04/20	88	49	4	6	2
11/04/20	35	22	0	1	1
12/04/20	70	-17	83	0	0
13/04/20	38	21	28	5	9
14/04/20	49	13	20	0	3
15/04/20	113	49	16	4	1
16/04/20	98	49	2	0	0
17/04/20	70	35	4	2	1
18/04/20	78	34	20	0	4
19/04/20	86	42	29	0	2
20/04/20	49	50	0	0	0
21/04/20	66	34	11	1	2
22/04/20	65	41	5	5	1
23/04/20	53	25	10	10	6

2.2. Perhitungan Nilai Probabilitas

Dari Tabel 1, terdapat tiga jenis perubahan untuk setiap kondisi pasien, yaitu berkurang, tetap, atau bertambah. Dari data Tabel 2, diperoleh nilai perubahan tersebut yang dirangkum dalam Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Probabilitas Perubahan Data Pasien COVID-19 Kota Surabaya

Probabilitas	ODP	PDP	Positif	Sembuh	Meninggal
Pengurangan	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00
Tetap	0.09	0.06	0.34	0.44	0.53
Pertambahan	0.91	0.88	0.66	0.56	0.47
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Setiap kondisi pasien sendiri juga memiliki kemungkinan nilai perubahan. Kondisi perubahan pasien untuk tiap jenis pengurangan dan penambahan dikelompokkan menjadi 10 tingkatan yang dirangkum dalam Tabel 4 sampai Tabel 9.

Tabel 4. Penambahan Jumlah ODP

Rentang	Jumlah	Probabilitas	Probabilitas Kumulatif
1 - 25	6	0.21	0.21
26 - 50	6	0.21	0.43
51 - 75	6	0.21	0.64
76 - 100	5	0.18	0.82
101 - 125	2	0.07	0.89
126 - 150	0	0.00	0.89
151 - 175	1	0.04	0.93
176 - 200	0	0.00	0.93
201 - 225	1	0.04	0.96
226 - 250	1	0.04	1.00
Total Data	28	1	1

Tabel 5. Pengurangan Jumlah PDP

Rentang	Jumlah	Probabilitas	Probabilitas Kumulatif
-20 - -19	0	0	0
-18 - -17	1	0.5	0.5
-16 - -15	0	0	0.5
-14 - -13	0	0	0.5
-12 - -11	0	0	0.5
-10 - -9	0	0	0.5
-8 - -7	1	0.5	1
-6 - -5	0	0	1
-4 - -3	0	0	1
-2 - -1	0	0	1
Total Data	2	1	1

Tabel 6. Penambahan Jumlah PDP

Rentang	Jumlah	Probabilitas	Probabilitas Kumulatif
1 - 10	5	0.19	0.19
11 - 20	2	0.07	0.26
21 - 30	5	0.19	0.44
31 - 40	4	0.15	0.59
41 - 50	8	0.30	0.89
51 - 60	1	0.04	0.93
61 - 70	1	0.04	0.96
71 - 80	0	0.00	0.96
81 - 90	0	0.00	0.96
91 - 100	1	0.04	1.00
Total Data	27	1	1

Tabel 7. Penambahan Jumlah Positif Terinfeksi

Rentang	Jumlah	Probabilitas	Probabilitas Kumulatif
1 - 10	12	0.60	0.60
11 - 20	4	0.20	0.80
21 - 30	2	0.10	0.90
31 - 40	1	0.05	0.95
41 - 50	0	0.00	0.95
51 - 60	0	0.00	0.95
61 - 70	0	0.00	0.95
71 - 80	0	0.00	0.95
81 - 90	1	0.05	1.00
91 - 100	0	0.00	1.00
Total Data	20	1	1

Tabel 8. Penambahan Jumlah Sembuh

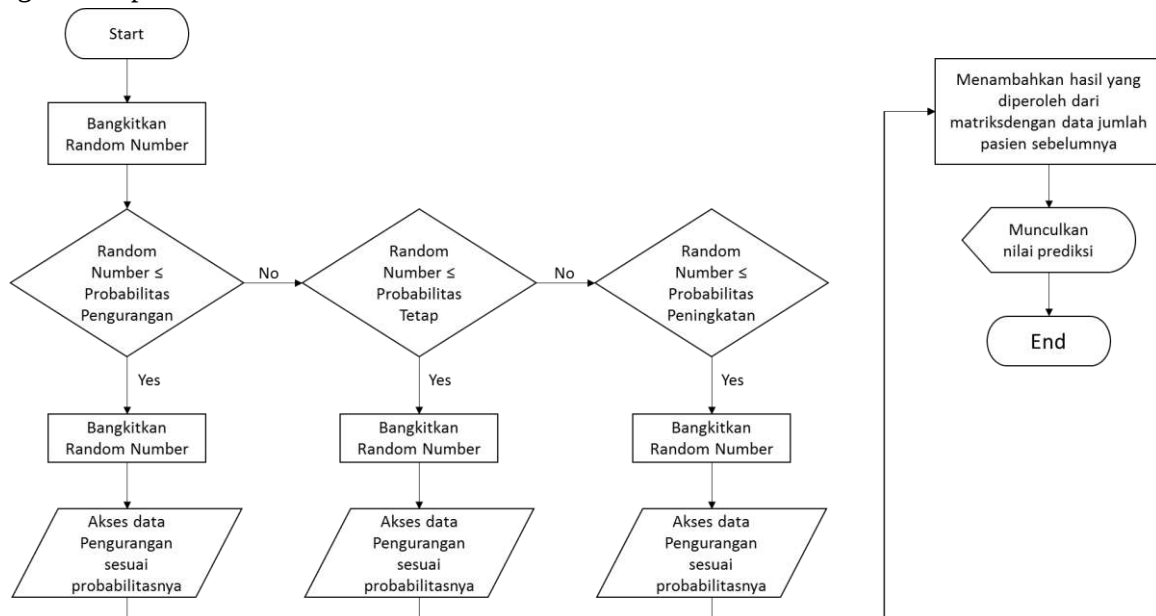
Rentang	Jumlah	Probabilitas	Probabilitas Kumulatif
1 - 1	4	0.22	0.22
2 - 2	3	0.17	0.39
3 - 3	4	0.22	0.61
4 - 4	2	0.11	0.72
5 - 5	3	0.17	0.89
6 - 6	1	0.06	0.94
7 - 7	0	0.00	0.94
8 - 8	0	0.00	0.94
9 - 9	0	0.00	0.94
10 - 10	1	0.06	1.00
Total Data	18	1	1

Tabel 9. Penambahan Jumlah Meninggal

Rentang	Jumlah	Probabilitas	Probabilitas Kumulatif
1 - 1	5	0.33	0.33
2 - 2	5	0.33	0.67
3 - 3	2	0.13	0.80
4 - 4	1	0.07	0.87
5 - 5	0	0.00	0.87
6 - 6	1	0.07	0.93
7 - 7	0	0.00	0.93
8 - 8	0	0.00	0.93
9 - 9	1	0.07	1.00
10 - 10	0	0.00	1.00
Total Data	15	1	1

2.3. Model Simulasi Monte Carlo

Model Simulasi *Monte Carlo* dilakukan dengan bantuan *Software Argo Simulation* yang merupakan *add-ins* pada Ms. Excel. Secara umum, model Simulasi *Monte Carlo* dilakukan seperti pada diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Simulasi *Monte Carlo* untuk Prediksi Penyebaran COVID-19 Surabaya

Simulasi ini diulang sebanyak 10.000 kali. Nilai rata-rata (*means*) dari 10.000 kali replikasi ini menjadi nilai *Expected Value*. Nilai *Expected Value* ini dibandingkan dengan data real untuk menemukan GAP atau galat dalam peramalan. Hasil mendetail dari simulasi *Monte Carlo* yang dilakukan dirangkum dalam Tabel 10.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil simulasi *Monte Carlo* yang dibuat tersebut, meski tingkat galat dalam simulasi tersebut masih sangat tinggi (23%), tetapi galat tersebut adalah galat *over prediction*. Sedangkan galat *under-prediction* sendiri berada di angka 11%. Angka-angka prediksi ini diharapkan dapat digunakan oleh para peneliti sebagai acuan untuk penelitian-penelitian berikutnya.

Tabel 10. Hasil Simulasi Monte Carlo

Tanggal	ODP			PDP		
	Real	Expected Value	Gap	Real	Expected Value	Gap
13-Apr-20	1398	1425	2%	523	531	2%
14-Apr-20	1447	1491	3%	536	560	5%
15-Apr-20	1560	1556	0%	585	590	1%
16-Apr-20	1658	1621	2%	634	619	2%
17-Apr-20	1728	1686	2%	669	648	3%
18-Apr-20	1806	1752	3%	703	677	4%
19-Apr-20	1892	1816	4%	745	707	5%
20-Apr-20	1941	1880	3%	795	736	7%
21-Apr-20	2007	1945	3%	829	765	8%
22-Apr-20	2072	2010	3%	870	794	9%
23-Apr-20	2125	2074	2%	895	823	8%

Tabel 10. Hasil Simulasi Monte Carlo (lanjutan)

Tanggal	Positif			Sembuh			Meninggal		
	Real	Expected Value	Gap	Real	Expected Value	Gap	Real	Expected Value	Gap
13-Apr-20	208	189	9%	39	36	8%	20	35	10%
14-Apr-20	228	198	13%	39	38	3%	23	36	7%
15-Apr-20	244	208	13%	43	40	8%	24	38	12%
16-Apr-20	246	217	12%	43	41	4%	24	38	10%
17-Apr-20	250	226	10%	45	43	4%	25	40	11%
18-Apr-20	270	236	13%	45	45	0%	29	41	8%
19-Apr-20	299	244	18%	45	47	5%	31	43	6%
20-Apr-20	299	254	15%	45	49	9%	31	44	3%
21-Apr-20	310	263	15%	46	51	10%	33	45	2%
22-Apr-20	315	272	14%	51	53	3%	34	46	10%
23-Apr-20	325	281	13%	61	54	11%	40	47	23%

4. Kesimpulan

Penelitian ini menggunakan metode simulasi *Monte Carlo* untuk meramalkan jumlah pasien COVID-19 di kota Surabaya. Dari hasil simulasi diperoleh gambaran sebaran jumlah pasien COVID-19 di wilayah kota Surabaya. Adapun simulasi ini memiliki tingkat galat berupa *under-prediction* dan *over-prediction*. Nilai gap terbesar dari *under prediction* adalah 11% sedangkan untuk *over-prediction* sebesar 23%. Hasil prediksi ini dapat digunakan sebagai bahan masukan untuk penelitian-penelitian terkait yang membutuhkan prediksi jumlah pasien COVID-19 untuk wilayah Surabaya sehingga peneliti selanjutnya dapat menggali lebih dalam dari data hasil prediksi ini.

Daftar Pustaka

- Albana, A.S. (2020). Optimasi alokasi pasien untuk kasus COVID-19 wilayah Surabaya. *JURNAL TECNOSCIENZA*, Vol. 4, No. 2, hal.181–200.
- Dasaklis, T.K., Pappis, C.P. dan Rachaniotis, N.P. (2012). Epidemics control and logistics operations: A review. *International Journal of Production Economics*, Vol. 139, No. 2, hal. 393–410.
- Ivanov, D. (2020). Predicting the impacts of epidemic outbreaks on global supply chains: A simulation-based analysis on the coronavirus outbreak (COVID-19/SARS-CoV-2) case. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 136, hal.101922.
- Kermack, W.O. dan McKendrick, A.G. (1927). A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics. *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, Vol. 115, No. 772, hal.700–721.
- Liu, M., Cao, J., Liang, J. dan Chen, M. (2020). *Epidemic-logistics Modeling: A New Perspective on Operations Research*. Singapore: Springer Singapore.
- Pemerintah Kota Surabaya. (2019). *Surabaya Tanggap COVID-19*. [online]. <https://lawancovid-19.surabaya.go.id/> (Diakses 16 April 2020).
- Wikipedia. (2019). *Coronavirus*. [online]. <https://en.wikipedia.org/wiki/Coronavirus> (Diakses 29 April 2020).

Pengelolaan Risiko untuk Mengurangi *Waste* Produksi pada *Forward Rib Member A321* di PT X dengan Pendekatan *House Of Risk*

Retno Widyaningrum, Mohammad Zehan Irfanda, Rayhan Sultan Gani

Departemen Teknik Sistem dan Industri, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jl. Raya ITS Keputih, Surabaya, 60117, Indonesia
retno.widyaningrum09@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa serta mengurangi waste yang terjadi pada industri dirgantara untuk memaksimalkan koordinasi secara efisien terkait dengan permintaan kualitas, pengiriman biaya, serta fleksibilitas pesawat untuk mencapai kepuasan pelanggan serta mengurangi biaya operasional untuk meningkatkan daya saing perusahaan. Pendekatan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan House of Quality (HOQ) digunakan untuk mengetahui waste kritis serta memilih alternative rekomendasi perbaikan yang tepat. Hasil dari FMEA menghasilkan 4 waste yang memiliki nilai RPN tertinggi yaitu antrian ke suatu station yang lama, keterlambatan pada suatu station, perencanaan jadwal proses produksi yang kurang baik, serta lamanya proses inspeksi. Rekomendasi perbaikan yang memiliki prioritas tertinggi dari hasil HOR adalah melakukan evaluasi kinerja workstation.

Kata kunci: Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), House of Risk (HOR), lean Manufacturing, waste

1. Pendahuluan

Industri dirgantara adalah industri yang memiliki nilai tambah dan teknologi terintegrasi. Pemasok manufaktur kedingantaraan harus mengoordinasikan permintaan kualitas, pengiriman, biaya dan fleksibilitas pesawat untuk mencapai kepuasan pelanggan. Pemasok manufaktur kedingantaraan harus mengurangi biaya mereka untuk meningkatkan daya saing mereka. (Chang, dkk., 2013). Salah satu upaya untuk mencapai hal tersebut adalah dengan menggunakan konsep *Lean Manufacturing*. *Lean Manufacturing* merupakan metode yang sangat responsif terhadap permintaan pelanggan dengan mengurangi waste. *Lean Manufacturing* bertujuan menghasilkan produk dan layanan dengan biaya terendah dan secepat yang diminta oleh pelanggan (Bhamu dan Singh Sangwan, 2014). Choomlucksana, dkk. (2015) berhasil meningkatkan produktivitas area *subassembly stamping* lembaran logam menggunakan penerapan prinsip *Lean Manufacturing*. Setelah perbaikan, total waktu pemrosesan dalam *subassembly*, proses *deburring* dan *polishing*, adalah 2.468 detik yang menghasilkan pengurangan 62,5% dari sebelum perbaikan. Jumlah *waste motion* telah berkurang secara signifikan dari 1.086 menjadi 261 aktivitas gerakan dalam proses *deburring* dan pemolesan, atau pengurangan 66,53% limbah gerak. Pengurangan signifikan dalam biaya lembur adalah keuntungan lain dari implementasi *lean manufacturing*. Hasil paling penting dari penelitian Choomlucksana, dkk. (2015) menunjukkan bahwa alat dan teknik *lean manufacturing* tidak memerlukan teknologi dan investasi berbiaya tinggi.

Salah satu teknik yang dapat digunakan dalam *Lean Manufacturing* adalah Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Vinoth dan Raghuraman (2013) menggunakan FMEA dalam penelitiannya dan berhasil mengurangi kelelahan operator dan meningkatkan efisiensi, mengurangi waktu tunggu keseluruhan sebesar 40%, pemanfaatan ruang lantai produksi yang lebih tinggi, peningkatan leveling produksi dan kinerja proses. Jevgeni, dkk. (2015) menggunakan metodologi Six Sigma DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control), FMEA, Theory of Constraints (TOC), Failure Classifier (FC) dan Swimline Diagram untuk mengidentifikasi kegagalan paling kritis didepartemen yang terkendala,

kemudian memperbaiki atau menghilangkannya (setidaknya kegagalan yang mempengaruhi *process delay*, *idle time* dan *scrap rework*). Langkah untuk mengurangi nilai RPN atau jumlah kegagalan dalam *constraints* memfasilitasi pengurangan *lead time* produksi, disisi lain meningkatkan *throughput* produk. Sebagai hasilnya, peningkatan *throughput* produk mempengaruhi KPI (*Key Performance Indicator*) pengiriman produk yang memuaskan pelanggan dan meningkatkan kesejahteraan dan pendapatan perusahaan.

House of Risk (HOR) merupakan sebuah model *supply chain risk management* dengan cara memodifikasi *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan model *House of Quality* (HOQ). Widodo dan Fathimahhayati (2019) menggunakan HOR untuk penerapan *Lean Manufacturing*. Hasil penerapan HOR dalam *Lean Manufacturing* menghasilkan rekomendasi yang apabila diterapkan, maka akan mengurangi pemborosan sejumlah 45,5 % dengan VA (*Value Added*) bertambah 10% dan NVA (*Non Value Added*) berkurang 10%.

Penelitian ini bertujuan untuk memberi usulan perbaikan pada proses produksi komponen sayap pesawat terbang. Usulan perbaikan dirancang menggunakan konsep *Lean Manufacturing*. Proses produksi akan dipetakan menggunakan *Value Stream Mapping* untuk mempermudah memvisualisasikan proses produksi. Setelah itu dilakukan *brainstorming* untuk mengetahui penyebab *waste*. Penyebab *waste* akan dimasukkan ke metode FMEA untuk mengetahui penyebab *waste* yang kritis. Setelah itu akan dirancang usulan perbaikan berdasarkan penyebab *waste*. Usulan perbaikan akan dipilih berdasarkan metode HOR.

2. Metode Penelitian

Tahapan dari penelitian ini diawali dengan indentifikasi permasalahan berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan pihak perusahaan dan data awal yang tersedia pada perusahaan, seperti kebutuhan pelanggan, alur informasi, aliran material, alur proses produksi, waktu siklus tiap proses, waktu setup proses produksi, pengecekan kualitas dan tingkat cacat tiap proses, jam kerja dan jumlah *shift* kerja, waktu tunggu antar proses, keluaran produk tiap proses per hari atau per periode, dan data lain yang diperlukan. Selanjutnya dilakukan peninjauan studi literatur yang bersumber dari buku, jurnal, artikel, dan sumber-sumber lainnya sebagai pendukung dari perumusan masalah yang telah dilakukan.

Setelah itu dilakukan tahap pemetaan proses produksi. Pemetaan proses produksi bertujuan untuk membantu memvisualisasikan aliran proses produksi, membantu melihat dan mengidentifikasi *waste*. Setelah pemetaan proses produksi, dilakukan tahap identifikasi *waste* pada proses produksi. Pada tahap ini akan terlihat aktivitas yang paling berkontribusi pada pemborosan di proses produksi. Penentuan aktivitas yang memberikan *waste* pada proses produksi dapat dilihat dari beberapa aspek antara lain waktu proses produksi serta nilai tambah yang diberikan pada produk. *Brainstorming* digunakan untuk mengidentifikasi *waste* yang ada di perusahaan.

Setelah seluruh *waste* sudah diidentifikasi maka tahap selanjutnya dilakukan aplikasi metode FMEA. Metode FMEA bertujuan untuk mengetahui *waste* mana yang paling kritis dan mempengaruhi proses produksi. *Waste* yang paling kritis ditunjukkan dari nilai RPN yang paling tinggi. Nilai RPN didapatkan dari perkalian nilai *severity*, *occurrence* dan *detection*. Nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* ditentukan melalui kuesioner yang disebarakan kepada pihak perusahaan. Setelah *waste* kritis didapatkan, dilakukan perancangan alternatif rekomendasi perbaikan proses produksi. Alternatif rekomendasi perbaikan akan dipilih menggunakan metode *House of Risk*. Metode *House of Risk* akan menghasilkan alternatif rekomendasi perbaikan proses produksi yang paling efektif dan efisien serta relatif mudah direalisasikan untuk mengurangi *waste* pada proses produksi. Tahapan dalam metode *House of Risk* yang digunakan hanya *House of Risk* fase 2, yang bertujuan untuk memilih alternatif rekomendasi perbaikan proses produksi.

3. Hasil dan Pembahasan

Pembuatan *value stream mapping* bertujuan untuk mempermudah visualisasi dari kondisi proses produksi yang selanjutnya dapat diidentifikasi *waste* kritis dari proses produksi. *Waste* diidentifikasi melalui *brainstorming*. *Waste* yang sudah teridentifikasi lalu dilakukan penentuan *waste* kritis menggunakan FMEA. Setelah itu dilakukan pemilihan alternatif rekomendasi perbaikan proses produksi dengan menggunakan *House of Risk*.

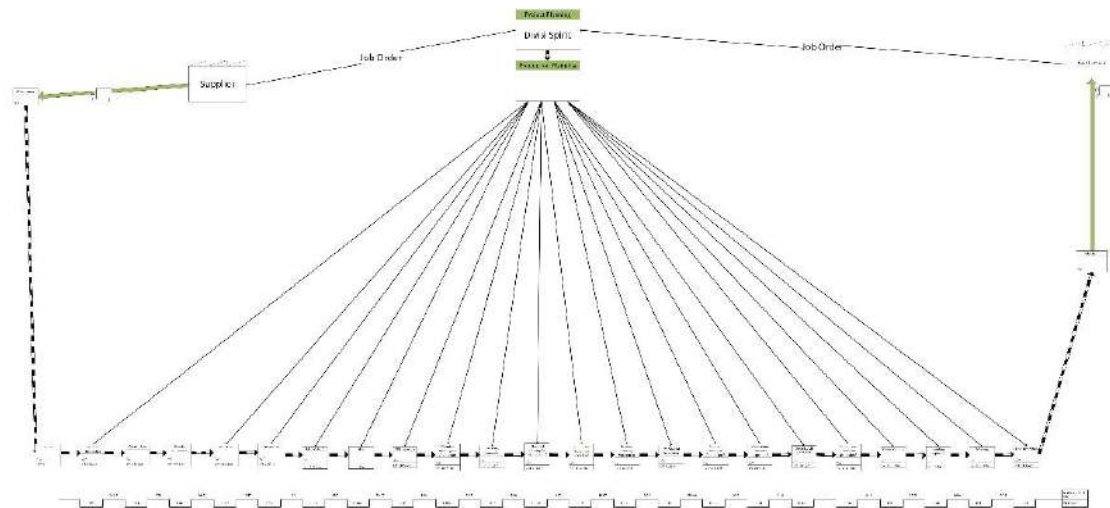
3.1. Value Stream Mapping

Proses produksi komponen sayap pesawat melalui 21 proses. Waktu siklus tiap proses didapatkan dari data historis perusahaan. Proses produksi serta waktu siklus ditunjukkan pada Tabel 1. Waktu siklus setiap proses diperlukan untuk membuat *value stream mapping*. Perbandingan antara total waktu siklus seluruh proses produksi dengan *lead time* (waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu produk) menunjukkan seberapa besar *value added time*.

Berdasarkan *Value Stream Mapping* proses produksi komponen sayap pesawat terbang pada Gambar 3, dapat diketahui bahwa *value added time* pada proses produksi sebesar 6.5 jam, sedangkan untuk *lead time* yang dibutuhkan sebesar 508.61 jam. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa hanya 1% waktu dari *lead time* yang merupakan kegiatan operasi pada *work center*, sisa waktunya dihabiskan dengan menunggu operasi di *workstation*, perpindahan antar *workstation* dan menunggu antrian dengan proses produksi lain karena *workstation sharing* dengan proses produksi lain.

Tabel 1. Data Proses Produksi dan Waktu Siklus

Proses Produksi	Waktu Siklus (jam)
<i>Remark</i>	0
<i>Material Inspection</i>	0.012
<i>Circular Saw</i>	0.104
<i>Material Inspection</i>	0.043
<i>CNC PROFILING MACHINE SGMP CNC</i>	0.617
<i>CNC PROFILING MACH DECKEL MAHO DMC210U</i>	1.727
<i>CNC PROFILING MACH DECKEL MAHO DMC210U</i>	1.388
<i>Fitter Machining</i>	0.649
<i>CMM Inspection</i>	0.849
<i>Chemical Cleaning For Aluminium</i>	0.092
<i>Penetran Inspection</i>	0.107
<i>Chemical Cleaning For Aluminium</i>	0.130
<i>Aluminium Treatment Inspection</i>	0.039
<i>Dry Shot Peening Automated</i>	0.169
<i>Mechanical Cleaning Inspection</i>	0.181
<i>Chemical Cleaning For Aluminium</i>	0.156
<i>Aluminium Treatment Inspection</i>	0.011
<i>Chromic Acid Anodizing</i>	0.071
<i>Aluminium Treatment Inspection</i>	0.034
<i>Primer Painting</i>	0.013
<i>Painting Inspection</i>	0.040
<i>Marking</i>	0.015
<i>Final Inspection</i>	0.060



Gambar 1. Value Stream Mapping Proses Produksi Komponen Sayap Pesawat Terbang

3.2. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Pengambilan data dengan penyebaran kuisioner dilakukan untuk menentukan waste kritis. Kuisioner dibagikan kepada beberapa operator dan karyawan yang terlibat dalam proses produksi. Berdasarkan hasil kuisioner tersebut, didapatkan nilai *occurrence*, *severity*, dan *detection*. *Occurrence* merupakan nilai frekuensi dari waste yang terjadi. *Severity* merupakan dampak dari adanya waste yang terjadi. *Detection* adalah tingkat kesulitan mendeteksi potensi dari waste yang terjadi. Tabel 2, 3 dan 4 menunjukkan kriteria *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Kriteria waste tersebut didapatkan melalui studi literatur dan disesuaikan dengan kondisi perusahaan.

Tabel 2. Kriteria Severity

Severity (Konsekuensi dari waste)	
Ranking	Contoh
10	Peralatan proses kritis rusak dan tidak dapat digunakan atau hancur
9	Kehilangan pelanggan karena keterlambatan pengiriman.
8	Seluruh produk <i>scrapped</i> (di luar scrap seharusnya)
7	Lini operasi <i>down</i> (atau <i>bottleneck</i>) selama lebih dari 1 minggu
6	<i>Rework</i> pada seluruh proses
5	<i>Scrap</i> pada beberapa proses (diluar <i>scrap</i> seharusnya)
4	Sumber daya teknis (bagian <i>engineering</i>) diperlukan untuk mengoperasikan lini
3	<i>Rework</i> pada beberapa proses
2	Peralatan <i>down</i> lebih dari 1 hari
1	Disposisi <i>teknis</i> (perlu setting ulang dari operator)

Sumber: FMEA Handbook Version 4.2, 2011

Tabel 3. Kriteria Occurance

Occurance (seberapa sering waste terjadi)	
Ranking	Contoh
10	≥ 1 terjadi per <i>shift</i>
9	≥ 1 terjadi per hari
8	≥ 1 terjadi per 2-3 hari
7	≥ 1 terjadi per minggu
6	≥ 1 terjadi per 2 minggu
5	≥ 1 terjadi per bulan
4	≥ 1 terjadi per 3 bulan
3	≥ 1 terjadi per 6 bulan
2	≥ 1 terjadi per tahun
1	< 1 per 1 (sangat jarang terjadi)

Sumber: FMEA Handbook Version 4.2, 2011

Tabel 4. Kriteria Detection

<i>Detection (seberapa mudah waste diketahui)</i>	
Ranking	Contoh
10	Waste tidak dapat dideteksi; belum ada kontrol terhadap proses; tidak dapat terdeteksi atau tidak dianalisis
9	Waste dan atau dampaknya tidak dapat dideteksi dengan mudah (misalnya dengan random audit)
8	Deteksi waste pasca pemrosesan oleh operator melalui sarana visual / tactile / audible.
7	Deteksi waste distasiun oleh operator melalui sarana visual / tactile / audible atau pasca-pemrosesan melalui penggunaan pengukuran atribut (pengukuran manual dll).
6	Deteksi Mode Kegagalan pasca-pemrosesan oleh operator melalui penggunaan pengukuran variabel atau in-station oleh operator melalui penggunaan atribut pengukuran (go / no-go, cek torsi manual / kunci pas klik, dll).
5	Waste atau error dideteksi di stasiun oleh operator melalui penggunaan pengukuran variabel atau dengan kontrol otomatis di-stasiun yang akan mendeteksi bagian yang tidak sesuai dan memberi tahu operator (cahaya, bel, dll.). Mengukur dilakukan pada pengaturan dan pemeriksaan bagian pertama (hanya untuk penyebab pengaturan).
4	Waste pasca pemrosesan dengan kontrol otomatis yang akan mendeteksi bagian yang tidak sesuai dan mengunci bagian untuk mencegah pemrosesan lebih lanjut.
3	Waste di stasiun dengan kontrol otomatis yang akan mendeteksi bagian yang tidak sesuai dan secara otomatis mengunci bagian di stasiun untuk mencegah pemrosesan lebih lanjut.
2	Deteksi waste di stasiun oleh kontrol otomatis yang akan mendeteksi kesalahan dan mencegah bagian yang tidak sesuai dibuat.
1	Pencegahan waste (penyebab) sebagai akibat dari desain fixture, desain mesin atau desain bagian.
	Waste tidak dapat terjadi karena sudah dijamin oleh proses/desain dari produk.

Sumber: FMEA Handbook Version 4.2, 2011

Tabel 5 merupakan hasil pengolahan data dari kuisioner dan *brainstorming* dengan menggunakan metode FMEA. Data dari kuisioner didapatkan operator dan supervisor dari proses produksi. Sebelumnya, diidentifikasi bahwa terdapat 25 penyebab waste berdasarkan hasil klasifikasi 7 waste. Berdasarkan data 25 penyebab waste yang diidentifikasi, diambil 4 waste dengan nilai RPN tertinggi untuk dilanjutkan ke metode *House of Risk*. Empat waste dengan nilai RPN tertinggi adalah yaitu antrian ke suatu *station* terlalu lama, keterlambatan pada suatu *station*, perencanaan jadwal proses produksi yang kurang baik, dan lamanya proses inspeksi.

Tabel 5. Hasil Kuisioner FMEA

No	Kategori Waste	Penyebab waste	Occurance	Severity	Detection	RPN
1	Overproduction	Defect yang tidak bisa di <i>rework</i>	2.4	5.4	7.2	93.312
2		Kesalahan dalam membuat desain produk	2.2	4.8	5.6	59.136
3		Kesalahan dalam merancang proses operasi mesin	2.6	5.2	5.8	78.416
4		Kualitas material buruk	1.8	3.4	4.4	26.928
5	Defect	Keandalan mesin dan fasilitas produksi buruk	2.8	5.4	4.8	72.576
6		Pekerja kurang teliti	2.8	3.6	3.8	38.304
7		Kemampuan pekerja untuk memproduksi produk yang diinginkan <i>customer</i> buruk	3.6	4.4	4.4	69.696

Tabel 6. Hasil Kuisioner FMEA (lanjutan)

No	Kategori Waste	Penyebab waste	Occurance	Severity	Detection	RPN
8	Unnecessary Inventory	Perlu menambah produksi karena terdapat produk yang <i>defect</i>	3.6	5.2	5.2	97.344
9		Kesalahan dalam mencatat kebutuhan material	3.2	4.8	4.8	73.728
10		Antrian ke suatu <i>station</i> terlalu lama	6.6	6	5	198
11		Keterlambatan pada suatu <i>station</i>	6.2	7	4.4	190.96
12	Inappropriate processing	Kualitas <i>raw material</i> buruk	3	4.8	5.2	74.88
13		Terdapat <i>defect</i> setelah proses	4	5.2	6	124.8
14		<i>Resource</i> (pekerja dan mesin) kurang efisien	3.8	2.6	4.6	45.448
15		Perencanaan <i>maintenance</i> kurang baik	3	3.2	4.2	40.32
16	Excessive	Letak workstation berjauhan	5.4	5.6	3.4	102.816
17	Transportation	Adanya <i>scrap</i>	3.6	5.6	5.2	104.832
18	Waiting	Lamanya proses inspeksi	6.2	3.6	7	156.24
19		Perencanaan jadwal proses yang kurang baik	3.8	7.4	6	168.72
20		Karyawan kurang sigap dan tanggap	2	1.2	6	14.4
21		Kurangnya <i>control</i> dari <i>supervisor</i>	1.6	2.6	7.2	29.952
22	Excess Motion	Tidak adanya aturan yang ketat	2.6	3	5.8	45.24
23		Operator kurang teliti melihat arahan kerja	1.2	3.2	6.6	25.344
24		Tidak memiliki tempat khusus untuk meletakkan dokumen atau barang tertentu	1.6	1.6	5.2	13.312
25		SOP yang kurang menyeluruh	1	3.6	3.8	13.68

3.3. House of Risk

Berdasarkan hasil kuisioner FMEA didapatkan 4 *waste* dengan nilai RPN tertinggi maka selanjutnya dilakukan perancangan rekomendasi perbaikan proses produksi. Rancangan rekomendasi perbaikan dapat dilihat pada Tabel 6 *House of Risk* fase 2 yang digunakan sebagai pemilihan rekomendasi perbaikan dengan cara memetakan rekomendasi perbaikan dengan tujuan untuk melihat pengaruh rekomendasi perbaikan terhadap penyebab *waste*. Sebelum memetakan rekomendasi perbaikan, dilakukan penghitungan terlebih dahulu untuk menentukan elemen dari pemetaan *house of risk*, yaitu *total effectiveness of action* (TE), *degree of difficulty performing action* (D), dan *effectiveness of difficulty ratio* (ETD). Perhitungan TE_k dilakukan dengan cara mengalikan nilai korelasi antara penyebab *waste* (j) dengan rekomendasi perbaikan (k) yang bertujuan untuk memberikan nilai keefektifan dari rekomendasi perbaikan. Berikut merupakan contoh perhitungan TE rekomendasi perbaikan PA1.

$$TE1 = (9 \times 198 + 9 \times 191 + 0 \times 169 + 9 \times 156) = 4906,8$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan ETD_k yang bertujuan untuk menentukan peringkat prioritas dari semua rekomendasi perbaikan dengan cara membagi TE_k dengan D_k . Contoh perhitungan ETD untuk rekomendasi perbaikan PA1 adalah sebagai berikut.

$$ETD1 = \frac{4906,8}{5} = 981,36$$

Setelah itu, pemetaan rekomendasi perbaikan dari penyebab *waste* terpilih dipetakan pada Tabel 7. Pengisian nilai dilakukan oleh *supervisor* proses produksi.

Tabel 7. Perancangan Rekomendasi Perbaikan

Penyebab <i>Waste</i>	Rekomendasi Perbaikan
Antrian ke suatu <i>station</i> terlalu lama	Penambahan mesin khusus untuk proses produksi masing masing komponen Mengevaluasi kinerja <i>workstation</i> Melakukan pengukuran kerja (<i>work measurement</i>) Mengevaluasi perencanaan jadwal produksi
Keterlambatan pada suatu <i>station</i>	Meninjau ulang rancangan proses produksi Penambahan mesin khusus untuk proses produksi masing masing komponen Mengevaluasi kinerja <i>workstation</i> Melakukan pengukuran kerja (<i>work measurement</i>)
Perencanaan jadwal produksi yang kurang baik	Mengevaluasi perencanaan jadwal produksi Miskomunikasi antar departemen spirit dengan production planning
Lamanya proses inspeksi	Mengevaluasi kinerja <i>workstation</i> Melakukan pengukuran kerja (<i>work measurement</i>)

Tabel 7 menunjukkan rekomendasi perbaikan dengan peringkat prioritas tertinggi adalah PA1 yaitu mengevaluasi kinerja *workstation* dengan nilai *Effective to difficulty ratio* (ETD) sebesar 1239,6 dengan nilai derajat kesulitan sebesar 3 yaitu mudah untuk direalisasikan atau diterapkan. Rekomendasi perbaikan PA2 (mengevaluasi kinerja *workstation*), dilakukan untuk meminimalisir masalah yang ditimbulkan oleh keterlambatan pada suatu *station*, dimana penyebab *waste* tersebut menimbulkan *waste* yang cukup besar.

Tabel 8. *House of Risk*

Penyebab <i>Waste</i> (Aj)	Rekomendasi Perbaikan (P Ak)						Priority Number
	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6	
Antrian ke suatu <i>station</i> terlalu lama	9	3	1	9	0	9	198
Keterlambatan pada suatu <i>station</i>	9	9	9	3	1	9	191
Perencanaan jadwal produksi yang kurang baik	0	0	0	9	9	9	169
Lamanya proses inspeksi	9	9	9	1	9	3	156
<i>Total effectiveness of action</i>	4906.8	3718.8	3322.8	4029.6	3115.6	5487.84	
<i>Degree of difficulty performing action –k</i>	5	3	3	5	4	5	
<i>Effectiveness to difficulty ratio</i>	981.36	1239.6	1107.6	805.92	778.9	1097.568	
<i>Rank of priority</i>	4	1	2	5	6	3	

PA1 = Penambahan mesin khusus untuk proses produksi masing masing komponen

PA2 = Mengevaluasi kinerja *workstation*

PA3 = Melakukan pengukuran kerja (*work measurement*)

PA4 = Mengevaluasi perencanaan jadwal produksi

PA5 = Meninjau ulang rancangan proses produksi

PA6 = Miskomunikasi antar departemen spirit dengan production planning

4. Kesimpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa berdasarkan hasil *Value Stream Mapping* dapat diketahui bahwa *value added time* pada proses produksi sebesar 6.5 jam, sedangkan untuk *lead time* yang dibutuhkan sebesar 508.61 jam. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa hanya 1% waktu dari *lead time* yang merupakan kegiatan operasi pada *work center*, sisa waktunya dihabiskan dengan menunggu operasi di *workstation*, perpindahan antar *workstation* dan menunggu antrian dengan proses produksi lain karena *workstation sharing* dengan proses produksi lain. Pada penelitian ini didapatkan 25 penyebab *waste* berdasarkan hasil klasifikasi 7 *waste*. Metode FMEA menghasilkan 4 *waste* dengan nilai RPN tertinggi. Empat *waste* dengan nilai RPN tertinggi adalah yaitu antrian ke suatu *station* terlalu lama, keterlambatan pada suatu *station*, perencanaan jadwal proses produksi yang kurang baik, dan lamanya proses inspeksi. Hasil dari HOR menunjukkan bahwa rekomendasi perbaikan dengan peringkat prioritas tertinggi adalah mengevaluasi kinerja *workstation* dengan nilai rekomendasi perbaikan terpilih yaitu mengevaluasi kinerja *workstation* sebaiknya dilakukan untuk meminimalisir masalah yang ditimbulkan oleh keterlambatan pada suatu *station*, dimana penyebab *waste* tersebut menimbulkan *waste* yang cukup besar.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, sehingga terdapat beberapa hal yang dapat dijadikan penelitian lebih lanjut. Keterbatasan data menyebabkan *Value Stream Mapping* tidak dapat dibuat lebih detail untuk menentukan *waste* secara lebih komprehensif. *Value Stream Mapping* untuk kondisi perbaikan tidak dapat dilakukan karena rekomendasi perbaikan tidak dapat dilakukan dalam rentang waktu penelitian. Rekomendasi perbaikan (mengevaluasi kinerja *workstation*) dapat dijadikan bahan penelitian lebih lanjut untuk melihat seberapa besar dampak rekomendasi perbaikan terhadap proses produksi.

Daftar Pustaka

- Bhamu, J. dan Sangwan, K. S. (2014). Lean manufacturing: literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*. Vol 34, No. 7, hal. 876-940.
- Chang, H. M., Huang, C., dan Torng, C. C. (2013). Lean production implement model for aerospace manufacturing suppliers. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, Vol 4, No.2, hal. 248-252.
- Choomlucksana, J., Ongsaranakorn, M., dan Suksabai, P. (2015). Improving the productivity of sheet metal stamping subassembly area using the application of lean manufacturing principles. *Procedia Manufacturing*, Vol 2, hal. 102-107.
- Jevgeni, S., Eduard, S., dan Roman, Z. (2015). Framework for continuous improvement of production processes and product throughput. *Procedia Engineering*, Vol 100, hal. 511-519.
- Vinoth, G. dan Raghuraman, S. (2013). Lean engineering principles: An effective way to improve performance and process on production floor. *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*, Vol. 2, No. 3, hal. 129-136.
- Widodo, O. S. dan Fathimahhayati, L. D. (2019), "Evaluasi Kegiatan Overhaul Engine Air compressor Unit BAC-33 dengan Pendekatan Lean manufacturing (Studi Kasus PT. Badak NGL)," Prosiding Seminar Nasional Teknologi, Inovasi dan Aplikasi di Lingkungan Tropis, Vol. 2, No. 1, pp. 221-230.

Model Standardisasi Pengiriman Kemasan Rantai Dingin pada Usaha Kecil dan Menengah dengan Moda Transportasi Laut

Siti Dwi Lazuardi, Tri Achmadi, Pratiwi Wuryaningrum, Salsabil Nabilah Putri

Departemen Teknik Transportasi Laut, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember,
Jl. Arief Rahman Hakim, Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia
dwilaz@seatrans.its.ac.id

Abstrak

Usaha Kecil dan Menengah (UKM) berkontribusi pada Produk Domestik Bruto Indonesia yang meningkat dari 57,84% menjadi 60,34% pada tahun 2018. UKM memiliki peran sebesar 20% pada kegiatan ekspor, khususnya untuk olahan ikan beku. Belum adanya standar kemasan rantai dingin untuk produk ekspor menjadi kendala dalam proses pengiriman. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah membuat model standardisasi kemasan rantai dingin untuk pengiriman produk ekspor UKM dengan moda transportasi laut. Metode yang digunakan adalah perhitungan biaya logistik untuk memperoleh minimum unit biaya logistik dengan 4 (empat) skenario pemilihan kemasan rantai dingin berstandar. Hasil analisis menunjukkan bahwa skenario 2 yaitu penggunaan kemasan saat ini dengan inovasi kemasan sekunder 1 dapat menghasilkan minimum unit biaya logistik sebesar Rp. 21,44 juta/ton. Sedangkan hasil analisis yang diperoleh menurut waktu adalah skenario 4 dengan penggunaan inovasi kemasan sekunder 2 dengan total waktu 21,45 hari.

Kata kunci: biaya logistik, inovasi kemasan ekspor, manajemen rantai dingin, transportasi laut.

1. Pendahuluan

Usaha Kecil dan Menengah (UKM) dalam segala sektor membawa kontribusi dalam perekonomian Indonesia, khususnya pada aktivitas ekspor, yaitu peningkatan Produk Domestik Bruto (PDB) dari 57,84% menjadi 60,34% di tahun 2018. Salah satu hasil Usaha Kecil dan Menengah (UKM) yang sangat terbuka luas untuk dikembangkan adalah bidang kelautan dan perikanan dengan skala usaha Usaha Kecil dan Menengah (UKM) sebanyak 60.855 unit atau 98,8% sehingga hasil perikanan oleh UKM berkontribusi besar dalam kegiatan domestik maupun ekspor. Hasil sektor perikanan itu sendiri berkontribusi pada PDB sebesar Rp. 59,98 triliun (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2019).

Hasil perikanan yang dihasilkan oleh para pelaku UKM berada pada sektor budidaya, perikanan tangkap maupun pengolahan. Dalam kegiatan ekspor, hasil perikanan meliputi ikan segar, pembekuan, pengeringan atau penggaraman, pemindangan, pengasapan, pengalengan, tepung ikan, pengawetan, peragian dan lain-lain. Hasil perikanan tersebut dapat berupa bahan makanan yang mempunyai sifat mudah rusak, sehingga membutuhkan penanganan khusus saat pengiriman.

Para pelaku UKM dengan penghasil terbanyak melalui olahan perikanan terutama dalam bentuk ikan beku adalah di daerah Lamongan Jawa Timur. Namun, para pelaku tersebut memiliki kendala dalam melakukan kegiatan ekspor melalui jalur laut. Kendala tersebut terjadi karena tidak adanya standardisasi dalam pengiriman kemasan rantai dingin dengan moda transportasi laut. Hasil perikanan yang dihasilkan oleh UKM tergolong dalam jumlah yang sedikit karena keterbatasan bahan baku sehingga para pelaku usaha cenderung mengirimkan muatan ekspor dengan sistem LCL (Less Than Container Load). Akibatnya, muatan mengalami kerusakan karena proses penanganan dan pengiriman muatan dianggap memiliki karakteristik, jenis dan berat yang sama. Selain itu sistem informasi pada pengiriman oleh UKM sangat kurang. Kemasan rantai dingin yang digunakan untuk ekspor saat ini juga sangat sederhana sehingga belum optimal dalam menjamin kualitas produk saat proses perpindahan dan pengiriman muatan.

Beberapa negara tujuan ekspor hasil perikanan UKM menerapkan standar pengiriman kemasan rantai dingin dalam hal tingkat higienitas dan tingkat kerusakan kemasan saat dikirimkan dengan moda transportasi laut dalam waktu yang lama. Oleh karena itu dibutuhkan model standardisasi pengiriman kemasan rantai dingin untuk produk ekspor UKM dengan menggunakan moda transportasi laut. Standardisasi yang dihasilkan berupa desain kemasan dengan beberapa faktor pengiriman dengan menggunakan moda transportasi laut. Selain itu, standardisasi kemasan ini juga dapat dijadikan acuan untuk pengiriman muatan beku lainnya yang memiliki berat berbeda-beda dengan menggunakan alat angkut lainnya dalam sektor transportasi laut. Adapun tujuan utama dari penelitian ini adalah mengetahui kondisi saat ini ekspor hasil olahan ikan beku dari UKM dengan menggunakan moda transportasi laut, mengetahui model standardisasi pengiriman kemasan rantai dingin untuk produk ekspor UKM dan mengetahui besarnya unit biaya logistik minimum setelah adanya standardisasi kemasan rantai dingin untuk produk ekspor UKM dengan menggunakan moda transportasi laut.

2. Kajian Literatur

a. Usaha Kecil dan Menengah (UKM)

Berdasarkan pada UU No 20 tahun 2008, Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) adalah usaha produktif yang dapat dimiliki oleh perorangan maupun badan usaha yang telah memenuhi kriteria sebagai usaha mikro. Sedangkan Usaha Kecil Menengah (UKM) merupakan suatu usaha ekonomi produktif yang *independent* dan dapat dilakukan oleh perorangan maupun badan usaha yang bukan merupakan anak perusahaan yang dimiliki, dikuasai atau menjadi bagian baik langsung maupun tidak langsung dari usaha menengah atau usaha besar yang memenuhi kriteria usaha kecil (Tambunan, 2009).

Hasil dari UKM di Indonesia antara lain perdagangan besar dan eceran, penyediaan akomodasi dan penyediaan makan dan minum, dan industri pengolahan. Namun komoditas yang melakukan kegiatan ekspor hasil dari UKM hanya industri pengolahan saja. Industri pengolahan meliputi berbagai kegiatan produksi yang mengubah bentuk bahan baku atau mentah menjadi barang setengah jadi dan barang jadi yang siap digunakan dan dikonsumsi. Dalam pengiriman muatan, terdapat dua sistem yang digunakan dalam pengiriman barang ekspor diantaranya yaitu *Full Container Load* (FCL) atau pengiriman barang dengan menggunakan kontainer dimana pengiriman barang dalam satu kontainer penuh hanya dimiliki oleh satu pengirim dan tidak bercampur dengan barang milik orang lain dan *Less Than Container Load* (LCL) atau pengiriman barang dengan menggunakan kontainer dimana pengiriman barang dalam satu kontainer penuh terdiri dari beberapa pengirim yang digabungkan dalam kontainer tersebut (Suyono, 2010).

b. Biaya Logistik

Logistik mempunyai peranan penting dalam mengatur hubungan antara *supplier*/pemasok sampai dengan konsumen. Produk yang telah diproduksi dan didistribusikan kepada para konsumen sebisa mungkin mampu menekan ongkos serendah mungkin. (Christopher, 1998). Dalam proses logistik dan distribusi terdapat beberapa komponen sebagai berikut:

- 1) Biaya Produksi (*Production Costs*): Biaya akibat dari pembuatan produk;
- 2) Biaya Pengepakan (*Packaging Costs*): Biaya yang muncul akibat pengemasan;
- 3) Biaya Sistem Informasi (*Information System Costs*): Biaya untuk pengumpulan informasi;
- 4) Biaya Transportasi (*Transport Cost*): Biaya memindahkan barang dari asal – tujuan. Biaya ini bergantung dengan jumlah dan lokasi tujuan, pusat distribusi, dan barang yang dikirimkan;
- 5) Biaya penjualan yang hilang (*Lost Sale Cost*): Biaya dari keuntungan yang hilang akibat pesanan yang tidak dapat dipenuhi;
- 6) Biaya Persediaan (*Inventory Cost*): Biaya untuk kegiatan penyusunan sistem persediaan barang yang optimal;
- 7) Biaya Konsolidasi (*Consolidation Cost*): Biaya untuk menyatukan muatan dalam 1 (satu) petikemas;

- 8) Biaya Pergudangan (*Warehousing Cost*): Biaya penyimpanan barang di gudang, dipengaruhi tipe penyimpanan dan penanganan barang yang digunakan, jumlah dan volume barang yang disimpan serta ukuran dan lokasi gudang itu sendiri (Rushton, 2010).

c. Cold Chain Management

Cold chain management atau manajemen rantai dingin adalah bagian dari manajemen rantai pasok yang bertujuan untuk menjaga suhu suatu produk agar tetap terjaga selama proses pengumpulan, pengolahan, dan distribusi komoditas hingga ke tangan konsumen (Simatupang, 2016). Logistik rantai dingin sendiri merupakan gabungan antara kegiatan logistik dan pengendalian suhu. Dalam logistik rantai dingin, *cold storage* sangat penting sebagai alat pembeku dan tempat penyimpanan ikan. Menurut Sondoro (2016), dalam rangka mendapatkan sebuah sistem rantai dingin yang tepat, terdapat 4 (empat) tahap kritis yang harus dicermati dalam sistem rantai pendingin produk beku, yaitu: (1) penanganan saat diproses awal, (2) penyimpanan dan pengolahan saat tiba di darat, (3) penanganan saat transportasi di darat ataupun di laut ke lokasi tujuan dan (4) penanganan saat bongkar muat dan sistem distribusi ke konsumen (Sondoro, 2016).

Pengendalian suhu dalam logistik rantai dingin sangat penting karena barang yang dikirim memiliki karakteristik khusus sehingga harus selalu ada dalam keadaan suhu rendah. Pengendalian suhu ini menjaga agar barang yang dikirim tetap dalam keadaan baik sampai ditujuan. Infrastruktur pendukung logistik rantai dingin sendiri terdapat lima faktor yaitu pengadaan pasokan, moda transportasi awal, gudang penyimpanan, moda transportasi lanjutan dan pelanggan akhir (Bianca, 2016).

d. Standardisasi

Menurut UU No. 102 tahun 2000 tentang Standardisasi Nasional, menyatakan bahwa pengertian dari standardisasi adalah spesifikasi teknis atau sesuatu yang dibakukan termasuk tata cara dan metode yang disusun berdasarkan keputusan semua pihak yang terkait dengan memperhatikan syarat – syarat keselamatan, keamanan, kesehatan, lingkungan hidup, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, perkembangan masa kini dan masa yang akan datang untuk memperoleh manfaat sebesar – besarnya.

Banyak negara tujuan ekspor menuntut persyaratan standar untuk pengiriman produk beku. Hal itu terbukti dengan beberapa kasus penolakan barang dari Indonesia ke luar negeri karena produk yang dijual tidak memenuhi persyaratan standar negara tujuan (Arduiona, 2010).

1) Standar Ekspor Ikan Beku

Ikan beku adalah produk ikan yang sudah melewati proses pembekuan yang cukup untuk mereduksi suhu seluruh produk sampai pada suatu tingkat suhu yang cukup rendah. Pembekuan ikan ini dilakukan untuk mempertahankan selama pengangkutan, penyimpanan dan distribusi. Secara internasional, persyaratan produk ekspor ikan beku harus memenuhi persyaratan WHO dan FAO yang dituangkan dalam *Code Practice for Fish and Fishery Product*. Adapun hal yang harus diperhatikan untuk kargo yang mudah rusak selama transportasi adalah: suhu, kandungan air, sirkulasi dan distribusi udara, desain kemasan, kualitas penyimpanan, gudang berpendingin, alat bongkar muat, transportasi berventilasi (Codex Alimentarius Commission, 2009).

2) Standar Kemasan Rantai Dingin

Kemasan rantai dingin memiliki persyaratan tinggi dalam penyimpanan dan pengiriman muatan. Dalam perencanaan dan desain kemasan rantai dingin, dimensi teknik dari semua fasilitas rantai dingin secara langsung berkaitan dengan ukuran karena non-standardisasi. Fasilitas langsung mempengaruhi pembentukan, desain dan optimalisasi solusi sistem penyimpanan, efisiensi operasi peralatan penanganan muatan, pengiriman muatan dan layanan operasi rantai dingin. Oleh karena itu, realisasi unit dan standardisasi kemasan rantai dingin dapat mengurangi total biaya sistem logistik dan memperoleh manfaat ekonomi terbaik dengan alokasi sumber daya yang optimal, dan sistem kemasan rantai dingin dapat memberikan layanan yang memuaskan bagi konsumen (Simatupang, 2016).

e. Inovasi Kemasan dalam Pengiriman Jalur laut

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan adanya pengaruh model kemasan yang digunakan dalam pengiriman muatan dengan moda transportasi laut. Dalam penelitian Izza (2017) berfokus pada kemasan yang digunakan pada pelayaran rakyat Kalimas Surabaya dengan rute domestik. Armada yang digunakan adalah kapal pelayaran rakyat dengan proses penataan muatan berada langsung pada kapal, dan muatan yang digunakan adalah muatan kargo (Izza, 2017). Selain itu, Johar (2019) juga membuat inovasi kemasan yang dapat digunakan pada angkutan laut wilayah kepulauan dalam rute domestik. Armada yang digunakan pada penelitian ini adalah kapal petikemas dan kapal perintis dengan proses penataan muatan berada pada truk dan petikemas dengan ukuran standar, dan muatan yang digunakan adalah muatan kargo (Johar, 2019).

3. Metode Penelitian

b. Biaya Logistik

Dengan menggunakan pendekatan perhitungan biaya logistik berdasarkan (Rushton, 2010) dan (Zaroni, 2017), maka diperoleh formula sebagai berikut:

$$TC = MC + SC_1 + SC_2 + PC + TC_1 + TC_2 + DC \quad (1)$$

Keterangan:

TC = Total Costs (Rp.)
 MC = Material Costs (Rp.)
 SC_1 = Storage Costs (Rp.)
 SC_2 = Consolidation Costs (Rp.)
 PC = Packaging Costs (Rp.)
 TC_1 = Land Transportation Costs (Rp.)
 TC_2 = Sea Transportation Costs (Rp.)
 DC = Dunnage Costs (Rp.)

Sedangkan untuk menghitung total waktu yang dibutuhkan dalam pengiriman produk ekspor UKM dengan moda transportasi laut menggunakan formula sebagai berikut:

$$TT = DT + ST + LT \quad (2)$$

Keterangan:

TT = Total Time (hari)
 DT = Delivery Time (hari)
 ST = Storage Time (hari)
 LT = Loading Time (hari)

c. Load factor (LF)

Besaran *load factor* menggambarkan proporsi dari kapasitas terpakai terhadap kapasitas yang tersedia. Artinya, jika *load factor* 100% menunjukkan seluruh kapasitas terisi (tidak ada ruang kosong). Dalam penelitian ini perhitungan *load factor* dibagi berdasarkan berat dan volume dari kemasan.

$$Load\ Factor\ (\%) = \frac{Kapasitas\ Terpakai}{Kapasitas\ Terpasang} \times 100\% \quad (3)$$

$$LF\ Berat = \frac{C_1 \cdot (x + Wk)}{Co_1} \times 100\% \quad (4)$$

$$LF\ Volume = \frac{C_2 \cdot V_k}{Co_2} \times 100\% \quad (5)$$

$$Broken\ Stowage\ (\%) = 100\% - LF\ Volume\ (\%) \quad (6)$$

$$Loss\ Revenue\ Berat\ (\%) = 100\% - LF\ Berat\ \% \quad (7)$$

Keterangan:

LF Berat	=	Load factor Berat
C_1	=	Kapasitas truk terhadap kemasan (unit)
x	=	Berat muatan (kg)
Wk	=	Berat kemasan (kg)
Co_1	=	Kapasitas terpasang moda transportasi (kg)
LF Volume	=	Load factor Volume
C_2	=	Kapasitas kemasan terhadap moda menurut volume (unit)
Vk	=	Volume kemasan (m ³)
Co_2	=	Kapasitas terpasang moda transportasi (m ³)

d. Analisis Kekuatan/ *Buckling*

Analisis kekuatan/ *buckling* adalah suatu proses dimana suatu struktur tidak mampu mempertahankan bentuk aslinya. *Buckling* atau tegangan tekuk ini biasanya terjadi akibat kelebihan beban. Berikut formula yang digunakan dalam analisis kekuatan kemasan:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{(K \cdot L)^2} \quad (8)$$

Keterangan:

P_{cr}	=	Beban Maksimum (N)
π^2	=	3,14
E	=	Modulus Elastisitas (Gpa)
I	=	Momen Inersia
K	=	Panjang Kolom (m)
L	=	Column Effective Length Factor

4. Hasil dan Pembahasan

a. Permintaan Ekspor Ikan Beku

Menurut *International Trade Center*, diketahui jumlah (%) menurut hasil olahan ikan di negara tujuan ekspor. Dari beberapa produk olahan ikan terlihat bahwa produk ikan beku memiliki nilai tertinggi dalam kegiatan ekspor ke China dan Jepang sebesar 46,7% dan 42,6% (*International Trade Center*, 2018). Hubungan perdagangan Indonesia dengan China dan Jepang adalah salah satu hubungan yang sangat penting bagi Indonesia dan negara tersebut. Hubungan ekspor antara Indonesia dengan China dan Jepang berada pada sektor perikanan yang cukup tinggi yaitu berada pada produk olahan ikan beku. Hubungan ekspor impor antara Indonesia dengan China dan Jepang lebih terlihat lagi ketika 2 (dua) negara tersebut juga mengekspor olahan perikanan ke negara Indonesia.

Kontribusi Usaha Kecil dan Menengah (UKM) terhadap kegiatan ekspor cukup tinggi yaitu 20% dari jumlah keseluruhan ekspor hasil olahan ikan ke beberapa negara. Beberapa UKM pada studi kasus penelitian ini yaitu daerah Lamongan, Jawa Timur mampu mengekspor muatan sebesar 150 ton/trip untuk 2 (dua) negara tujuan yaitu China dan Jepang dengan 5 (lima) macam muatan yang berbeda – beda yaitu ikan layang beku, baby gurita beku, ikan swanggi beku, ikan kapasan beku, dan udang beku (*Badan Pusat Statistik*, 2017).

b. Analisis Kondisi Saat Ini

Usaha Kecil dan Menengah (UKM) sebagai pelaku ekspor olahan ikan beku mengirimkan muatan dengan sistem *Less than Container Load* (LCL). Pengiriman ekspor ke negara tujuan ini dilakukan dengan menggunakan moda transportasi laut yaitu kapal petikemas. Dengan dipilihnya sistem *Less than Container Load* (LCL) menunjukkan bahwa moda transportasi yang digunakan untuk pengiriman muatan tersebut seperti truk cdd *reefer* dan *reefer container* 40 ft berisi beberapa jenis muatan dengan berat tiap muatan dan kemasan, karakteristik kemasan dan dimensi kemasan yang berbeda-beda.

Tabel 1. Dimensi Kemasan Ekspor Saat Ini

Muatan	Dimensi			Volume (m3)	Berat Muatan (kg)	Berat Kemasan (kg)	Total Berat (kg)
	P (m)	L (m)	T (m)				
Ikan layang	0,41	0,33	0,14	0,0189	10	0,1	10,1
Baby gurita	0,41	0,33	0,14	0,0189	10	0,1	10,1
Ikan kapasan	0,39	0,31	0,13	0,0157	10	0,1	10,1
Ikan Swanggi	0,41	0,33	0,14	0,0183	10	0,1	10,1
Udang	0,39	0,31	0,13	0,0157	10	0,1	10,1

Analisis yang digunakan dalam memperhitungkan jumlah kemasan muatan olahan ikan beku dalam penanganan dan pengiriman muatan adalah menurut dimensi kemasan terhadap moda transportasi yang digunakan untuk pengiriman muatan dengan mempertimbangkan kapasitas kemasan terhadap volume truk *cdd reefer* dan *reefer container* 40 ft dan kapasitas kemasan terhadap berat muatan ditambah berat kemasan terhadap berat truk *cdd reefer* dan *reefer container* 40 ft. Karena *Less than Container Load* (LCL), maka jumlah kemasan yang dapat ditampung oleh moda pengangkut berbeda-beda.

Saat ini, para pelaku ekspor muatan tidak memikirkan *load factor* berat ataupun *load factor* volume saat mengirimkan muatan dengan menggunakan moda transportasi darat. Sehingga para pelaku tidak jarang kehilangan kesempatan untuk mengirimkan muatan atau bahkan muatan yang dikirim melebihi kapasitas moda transportasi tersebut.

Tabel 2. Kapasitas Kemasan Ekspor Saat Ini terhadap Truk CDD Reefer

Skenario	Berat (ton)	Volume (m3)	Kemasan Primer (unit)	Kemasan Sekunder (unit)	Load factor Berat	Load factor Volume	Broken stowage	Jumlah Moda
Kemasan saat ini	152	25,12	15.000	-	112%	82%	18%	2
		25,12			112%	82%	18%	2
		29,61			159%	96%	4%	2
		25,64			118%	83%	17%	2
		29,27			157%	95%	5%	2

Tabel 3. Kapasitas Kemasan Ekspor Saat Ini terhadap Reefer Container 40 ft

Skenario	Berat (ton)	Volume (m3)	Kemasan Primer (unit)	Kemasan Sekunder (unit)	Load factor Berat	Load factor Volume	Broken stowage	Jumlah Petikemas	Jumlah Moda
Kemasan saat ini	152	43,79	15.000	-	99%	66%	34%	6	6

Perhitungan waktu pada penelitian ini dimulai dari *door to port*, *port to port*, *port to door*. Perhitungan waktu *door to port* dimulai dari nelayan di Lamongan – Usaha Kecil dan Menengah (UKM) Lamongan – konsolidasi asal Lamongan – pelabuhan asal Surabaya. Selain menghitung waktu pengiriman muatan, terjadi proses penanganan muatan untuk diangkut dengan moda transportasi darat yang digunakan dan waktu proses penyimpanan di *cold storage*. Perhitungan *port to port* dimulai dari pelabuhan asal Surabaya – pelabuhan transshipment di Singapore dan dilanjutkan menuju pelabuhan tujuan di China dan Jepang menggunakan moda transportasi laut. Perhitungan pengiriman waktu ini meliputi waktu saat berlayar dan waktu bongkar muat di pelabuhan. Perhitungan waktu pengiriman *port to door* meliputi pengiriman mulai dari pelabuhan tujuan di China dan Jepang menuju konsolidasi tujuan di masing – masing negara dengan moda transportasi darat.

Perhitungan biaya pada penelitian ini meliputi biaya pengiriman dengan moda transportasi, biaya pengepakan, biaya produksi, biaya pendapatan yang hilang, dan biaya penyimpanan dan konsolidasi. Biaya pengiriman diantaranya *door to port*, *port to port*, dan *port to door*. Biaya pengiriman

menggunakan moda transportasi darat meliputi biaya trucking berupa biaya sewa truck dan biaya sewa *reefer container* 40 ft. Biaya saat *port to port* meliputi biaya perjalanan kapal berlayar, tarif pelabuhan berupa tarif jasa pelayanan barang dan kapal, biaya bongkar muat di masing – masing pelabuhan dan biaya penumpukan petikemas di lapangan penumpukan. Selanjutnya biaya pengepakan timbul karena olahan ikan beku dikemas dengan menggunakan kemasan saat ini ataupun inovasi kemasan. Biaya produksi timbul akibat adanya bahan baku yang akan diproduksi sebagai muatan yang akan diekspor ke negara tujuan. Biaya pendapatan yang hilang timbul akibat adanya ruang sisa yang tidak dapat digunakan karena berat yang diangkut sudah mencapai 100%. Biaya penyimpanan dan konsolidasi timbul akibat para UKM menyimpan dan mengkonsolidasikan muatan mereka pada gudang konsolidasi. Penyimpanan dan konsolidasi muatan UKM ini meliputi biaya asuransi, biaya pemeliharaan, administrasi dan pajak.

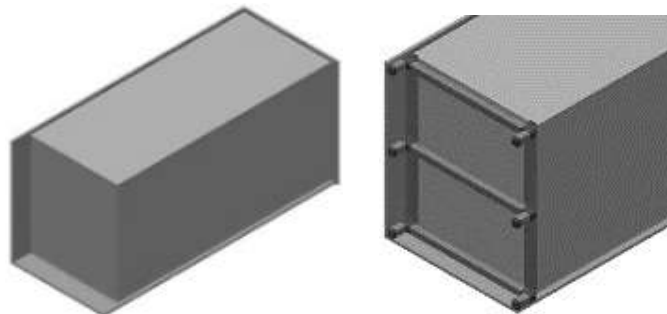
c. Analisis Perbandingan Kemasan Saat Ini dengan Inovasi Kemasan

1) Skenario 1

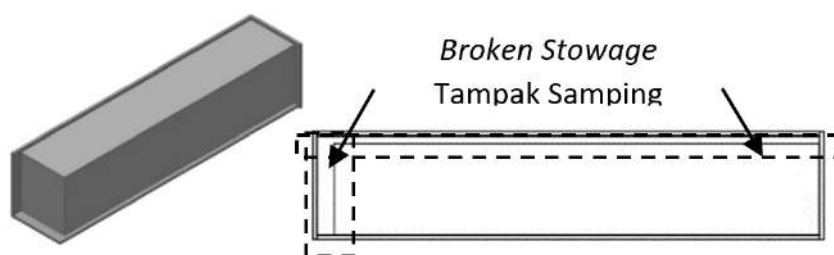
Skenario 1 pada penggunaan inovasi kemasan primer 1 dengan material bahan *Expanded Polystyrene (EPS) Cooler Box* dan *Corrugated Box*. Dimensi penggunaan skenario 1 atau inovasi kemasan primer 1 adalah panjang 0,432 m, lebar 0,352 m, tinggi 0,165 m sehingga volume sebesar 0,03 m³. Berat muatan tiap kemasan adalah 10 kg dengan berat kemasan inovasi kemasan primer 1 adalah 0,4 kg. Skenario 1 atau inovasi kemasan primer 1 dapat digunakan 5 kali pemakaian dengan suhu -25°C.



Gambar 1. Skenario 1



Gambar 2. Penataan Skenario 1 pada Truk CDD Reefer



Gambar 3. Penataan Skenario 1 pada Reefer Container 40 ft

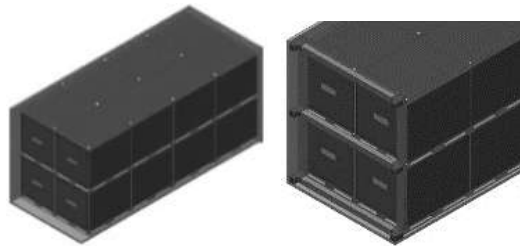
Skema pengiriman muatan dengan penggunaan skenario 1 masih memerlukan jumlah Tenaga Kerja Bongkar Muat (TKBM) dan jumlah alat bongkar muat sama seperti kemasan saat ini. Alat bongkar muat yang digunakan untuk proses penanganan muatan ke dalam truk *cdd reefer* dan *reefer container 40 ft* adalah pallet dan handpallet manual.

2) Skenario 2

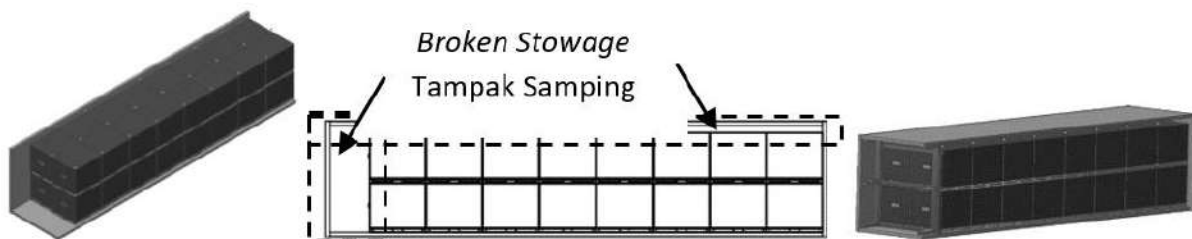


Gambar 4. Skenario

Skenario 2 dalam penelitian ini adalah penggunaan kemasan saat ini dengan inovasi kemasan sekunder 1 dengan moda transportasi darat berupa truk *cdd reefer* dan moda pengangkut *reefer container 40 ft*. Spesifikasi desain inovasi kemasan sekunder 1 adalah panjang 1,33 m, lebar 1,09 m, tinggi 1,17 m sehingga total volume adalah 1,68 m³. Berat kemasan inovasi kemasan sekunder 1 adalah 87,6 dengan kapasitas 63 kemasan dengan berat 630 kg sehingga berat total yang didapat 723,9 kg. Inovasi kemasan sekunder 2 ini dapat tahan 15 kali pemakaian dengan suhu -20°C. Material kemasan yang digunakan adalah *Expanded Polypropylene (EPP) Cooler Box* dan *Low Density Polyethylene (LDPE)*.



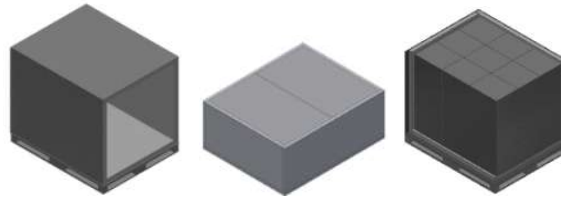
Gambar 5. Penataan Skenario 2 pada Truk CDD Reefer



Gambar 6. Penataan Skenario 2 pada Reefer Cotaniner 40 ft

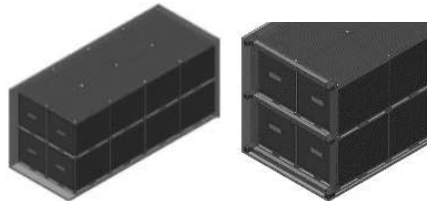
Skema pengiriman dengan menggunakan skenario 2 (dua) berbeda dengan penggunaan kemasan saat ini dan skenario 1 karena tidak membutuhkan alat bongkar muat dan jumlah Tenaga Kerja Bongkar Muat (TKBM) sebanyak kemasan sebelumnya. Alat bongkar muat yang dibutuhkan hanya handforklift manual tanpa pallet karena inovasi kemasan sekunder 2 didesain mempunyai kaki kemasan seperti pallet guna mengurangi biaya logistik dan waktu penanganan muatan.

3) Skenario 3

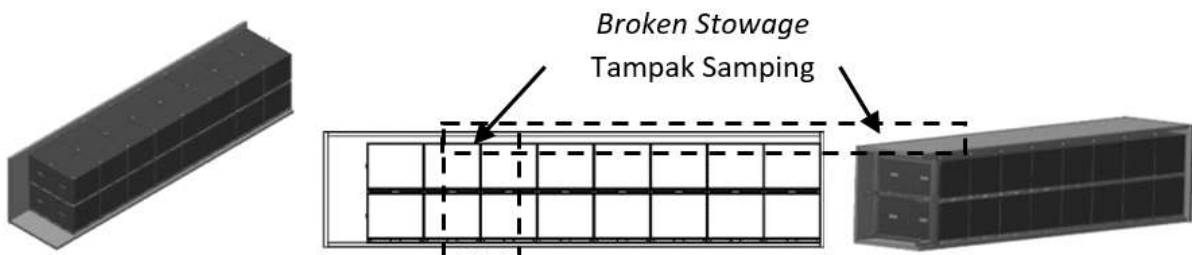


Gambar 7. Skenario 3

Skenario 3 dalam penelitian ini adalah kombinasi inovasi kemasan primer 1 dan inovasi kemasan sekunder 1 dengan moda transportasi darat truk cdd *reefer* dan moda pengangkut *reefer container* 40 ft.



Gambar 8. Penataan Skenario 3 pada *Reefer Container* 40 ft



Gambar 9. Penataan Skenario 3 pada *Reefer Container* 40 ft

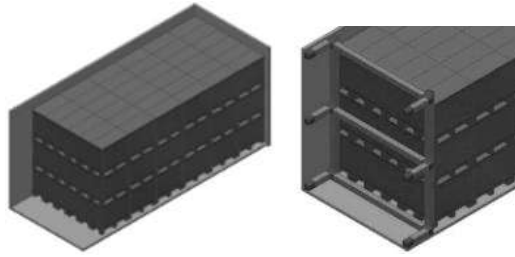
Skema pengiriman dengan penggunaan skenario 3 sama seperti penggunaan skenario 2 yaitu tidak membutuhkan jumlah alat bongkar muat dan jumlah Tenaga Kerja Bongkar Muat (TKBM) tidak banyak. Alat bongkar muat yang digunakan hanya handpallet manual saja sehingga biaya logistik dan waktu penanganan muatan berkurang.

4) Skenario 4

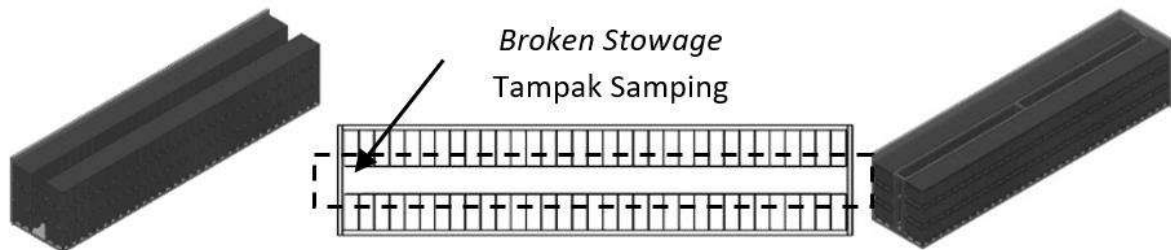


Gambar 10. Skenario 4

Skenario 4 dalam penelitian ini adalah penggunaan inovasi kemasan sekunder 2 dengan moda transportasi darat truk cdd *reefer* dan moda pengangkut *reefer container* 40 ft. Material yang digunakan inovasi kemasan skenario 4 adalah *High Density Polyethylene (HDPE)*. Spesifikasi desain inovasi kemasan sekunder 2 adalah panjang 0,82 m, lebar 0,35 m, tinggi 0,76 m, dan volume 0,22 m³. Inovasi kemasan ini mampu menampung 10 kemasan dengan total 100 kg. Berat kemasan inovasi ini adalah 39,9 sehingga berat total sebesar 142,4 kg. Inovasi kemasan sekunder 2 mampu bertahan selama 10 kali pemakaian dengan suhu -20°C.



Gambar 11. Penataan Skenario 4 pada Truk CDD Reefer



Gambar 12. Penataan Skenario 4 pada Reefer Container 40 ft

Skema pengiriman dengan penggunaan skenario 4 pada penelitian juga tidak membutuhkan jumlah alat bongkar muat dan jumlah Tenaga Kerja Bongkar Muat (TKBM) sebanyak penggunaan kemasan saat ini dan skenario 1. Inovasi kemasan sekunder ini didesain mempunyai kaki yang dapat digunakan langsung dengan handforkflit manual sehingga dapat mengurangi biaya logistik dan waktu penanganan muatan.

d. Perbandingan Kapasitas Ruang Muat

Setiap skenario memiliki kapasitas ruang muat pada moda transportasi dan moda pengangkut yang berbeda – beda karena berat dan dimensi volume setiap kemasan berbeda – beda. Berikut perbandingan kapasitas ruang muat untuk truk cdd reefer dan reefer container 40ft:

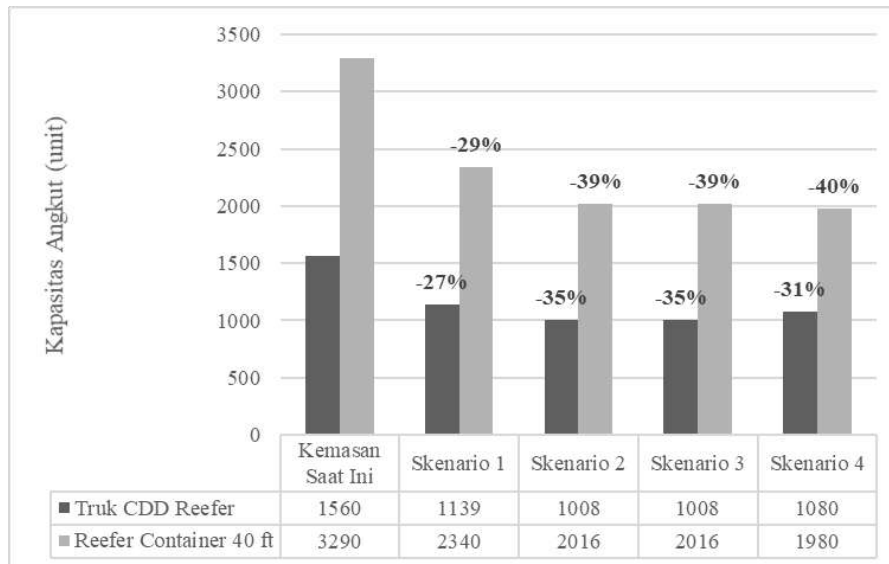
Tabel 4. Perbandingan Kapasitas Ruang Muat di Truk CDD Reefer

Skenario	Berat (ton)	Volume (m3)	Kemasan Primer (unit)	Kemasan Sekunder (unit)	Load factor Berat	Load factor Volume	Broken stowage	Jumlah Moda
1	156	27,10	15.000	-	93%	88%	12%	13
2	172	26,84	15.000	238	97%	87%	13%	15
3	182	26,84	15.000	238	102%	87%	13%	15
4	214	23,65	15.000	1.500	28%	77%	23%	14

Tabel 5. Perbandingan Kapasitas Ruang Muat di Reefer Container 40 ft

Skenario	Berat (ton)	Volume (m3)	Kemasan Primer (unit)	Kemasan Sekunder (unit)	Load factor Berat	Load factor Volume	Broken stowage	Jumlah Petikemas	Jumlah Moda
1	156	61,75	15.000	-	100%	93%	7%	6	6
2	172	59,16	15.000	238	100%	89%	11%	7	7
3	182	56,01	15.000	238	100%	84%	16%	7	7
4	214	39,26	15.000	1.500	100%	59%	41%	8	8

Perbandingan jumlah kemasan terangkut memiliki kapasitas yang berbeda – beda dari skenario 1 hingga skenario 4. Perbandingan kapasitas ini dapat dilihat dari % kehilangan kemasan yang tidak dapat diangkut.



Gambar 13. Perbandingan Jumlah Kemasan Terangkut

Pada umumnya pemilihan antara mempertimbangkan berat dan volume tidak bisa berjalan bersama. Pada penelitian ini, penggunaan berat terpilih menjadi alternatif yang digunakan sehingga timbul *broken stowage* atau ruang sisa yang tidak dapat digunakan lagi karena *load factor* berat $\geq 100\%$. Timbulnya *broken stowage* mengakibatkan *opportunity cost* berupa pendapatan yang hilang dikarenakan telah memilih alternatif penggunaan *load factor* berat.

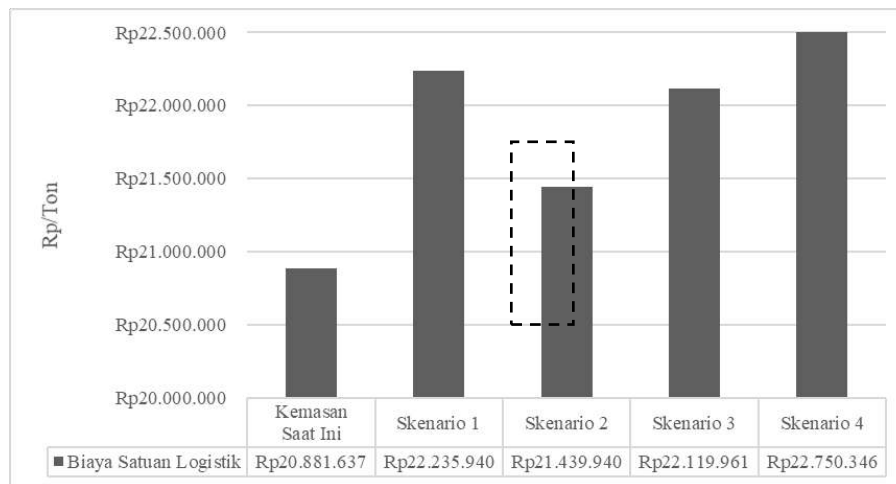
Tabel 6. *Opportunity cost*

Skenario	<i>Broken stowage</i> (%/Box)	<i>Opportunity cost</i> (Jt-Rp./Box)	<i>Total Opportunity cost</i> (Jt-Rp.)
Kemasan saat ini	34%	359,06	2.154,36
1	7%	53,18	324,16
2	11%	76,92	519,34
3	16%	109,52	780,99
4	41%	344,33	2.880,99

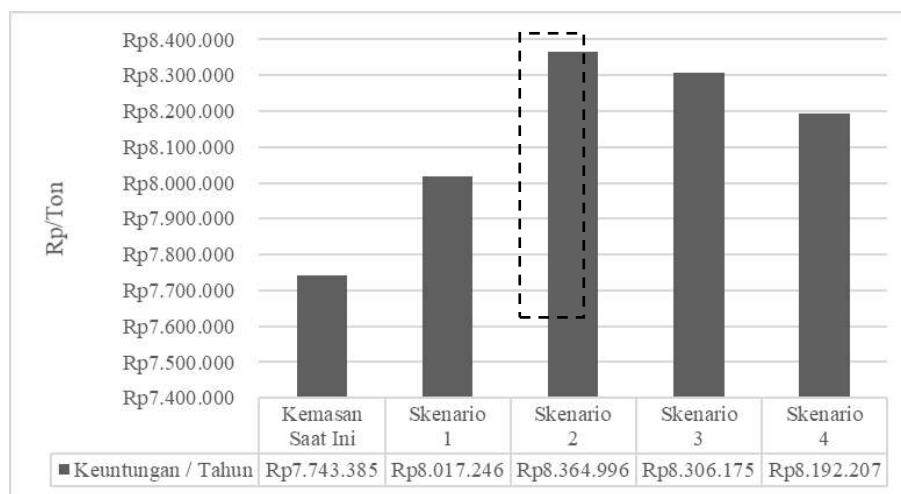
e. Perbandingan Biaya

Perbandingan biaya total yang digunakan untuk perbandingan biaya logistik adalah biaya bahan baku, biaya penyimpanan, biaya konsolidasi, biaya pengepakan, biaya pengiriman dengan moda transportasi darat maupun transportasi laut, dan biaya tambahan untuk penggunaan penerapan atau *dunnage*. Dari skenario 1 hingga skenario 4, penggunaan skenario 2 yaitu kombinasi inovasi kemasan sekunder 1 dengan kemasan ekspor saat ini adalah skenario dengan biaya logistik satuan yang rendah sebesar Rp. 21.439.940/ton. Namun, penggunaan skenario 2 tidak lebih murah daripada kemasan saat ini.

Perhitungan keuntungan dilakukan dengan biaya total dari 1 tahun. Perhitungan ini dilakukan dalam 1 tahun karena penggunaan tiap kemasan memiliki maksimal ketahanan pakai yang berbeda – beda dengan frekuensi pengiriman yang sama. Sehingga tiap skenario memiliki biaya pengepakan yang berbeda – beda. Skenario 2 adalah skenario memiliki keuntungan paling banyak daripada kemasan saat ini dan skenario yang lain yaitu sebesar Rp. 8.364.996/ton dalam setahun.



Gambar 14. Perbandingan Biaya Satuan Logistik



Gambar 15. Perbandingan Keuntungan (Tahun)

Broken stowage atau ruang sisa yang tidak dapat digunakan menimbulkan adanya kerusakan ketika muatan dikirim dengan menggunakan moda transportasi. Solusi yang ditawarkan untuk mencegah kerusakan karena adanya *broken stowage* atau ruang sisa yang tidak dapat digunakan mencapai >10% adalah penggunaan dunnage atau penerapan. Semakin besar *broken stowage* atau ruang sisa yang tidak bisa digunakan, maka semakin banyak juga penerapan atau *dunnage* yang dibutuhkan.

Tabel 7. Biaya *Dunnage* pada Truk CDD Reefer

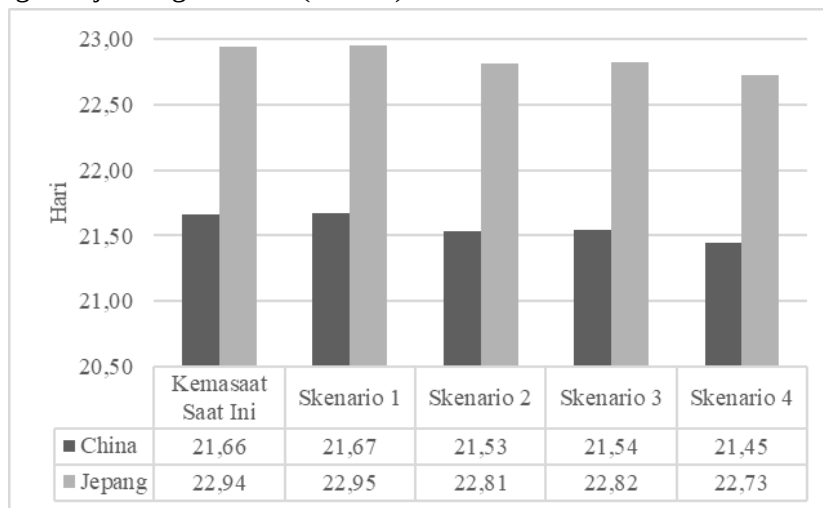
Skenario	Broken stowage	Biaya <i>Dunnage</i>	
		Rp./moda	Rp./ton
1	12%	727.425	64.116
2	13%	677.813	67.243
3	13%	677.813	67.243
4	23%	779.400	72.167

Tabel 8. Biaya *Dunnage* pada *Reefer Container* 40 ft

Skenario	<i>Broken stowage</i>	<i>Biaya Dunnage</i>	
		Rp./moda	Rp./ton
1	-	-	-
2	11%	977.850	44.016
3	16%	977.850	46.488
4	41%	4.818.825	268.790

f. Perbandingan Waktu

Perhitungan waktu total yang digunakan dalam perbandingan waktu tiap kegiatan untuk muatan ekspor adalah pengiriman muatan, penyimpanan muatan dan penanganan muatan. Dari skenario 1 hingga skenario 4 didapatkan hasil waktu yang paling rendah adalah skenario 4 dengan penggunaan inovasi kemasan sekunder 2. Waktu penanganan muatan dibedakan dari penggunaan alat bongkar muat dan jumlah Tenaga Kerja Bongkar Muat (TKBM).

**Gambar 16.** Perbandingan WaktuTotal**g. Analisis Kekuatan / Buckling**

Dengan menggunakan formula (8) untuk perhitungan *buckling* diperoleh beban maksimum untuk masing-masing skenario sebagai berikut:

Tabel 9. Hasil Perhitungan Beban Maksimum tiap Skenario

Skenario	Beban Merata (kN)	Beban Maksimum		Maks. Tumpukan
		(kN)	(kg)	
1	0,00288	0,492	49,22	5
2	2,02	23,23	2.322,71	3
3	2,02	23,23	2.322,71	3
4	0,23	5,42	542,14	4

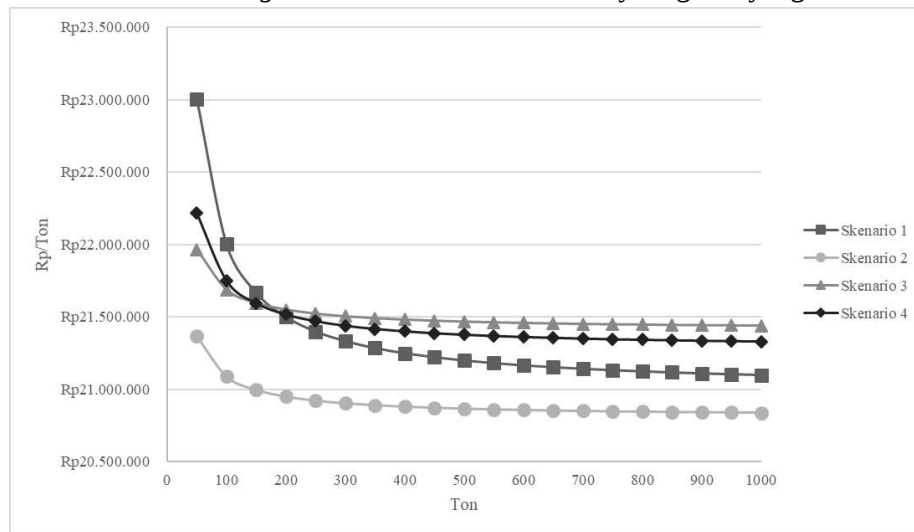
Beban merata menunjukkan besaran beban pada tiap tiang (kN), dimana skenario 2 dan 3 memiliki besaran beban yang sama yaitu 2,02 kN dengan maksimum tumpukan 3 (tiga) kemasan.

h. Model Standardisasi Kemasan menurut Berat

Inovasi kemasan yang dirancang dapat digunakan untuk pengiriman muatan lainnya dengan kebutuhan suhu rendah dengan moda transportasi darat dan moda transportasi laut khususnya dengan *reefer container* 40 ft.

Model standardisasi kemasan menurut berat mempertimbangkan jumlah permintaan (ton) dan berat muatan tiap kemasan (kg). Model ini dibuat untuk mengetahui jumlah kemasan (unit), berat total (kg),

kebutuhan moda transportasi (unit), volume (m^3), berat tiap moda transportasi (ton), *load factor* berat, *load factor* volume, *broken stowage*, *loss revenue* berat, dan biaya logistik yang harus dikeluarkan.

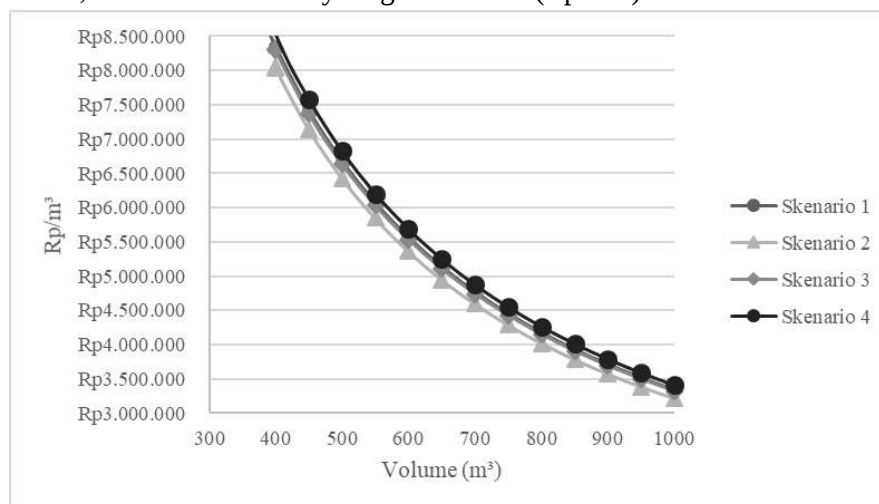


Gambar 27. Analisis Sensitivitas Permintaan terhadap Biaya Satuan dengan Reefer Container 40 ft

Analisis sensitivitas digunakan untuk mengetahui skenario mana yang akan digunakan jika terjadi perubahan pada besaran jumlah permintaan (ton). Hasil analisis menunjukkan semakin besar jumlah permintaan dalam satuan ton per tahun, semakin rendah biaya logistik satuan (Rp./ton) yang dihasilkan.

i. Model Standardisasi Kemasan Menurut Volume

Model standardisasi kemasan menurut volume ditinjau menurut pertimbangan *load factor* volume yang digunakan untuk memastikan model standardisasi kemasan menurut berat (ton) akurat atau tidak. Model standardisasi kemasan volume mempertimbangkan volume (m^3), jumlah kemasan (unit), berat tiap moda transportasi (ton), *broken stowage* dan *load factor* berat. Hasil analisis menunjukkan semakin besar volume muatan, semakin rendah biaya logistik satuan (Rp./ton).



Gambar 38. Analisis Sensitivitas Volume (m^3) terhadap Biaya Satuan Rp/ m^3

5. Kesimpulan

Dengan penggunaan kemasan ekspor oleh Usaha Kecil dan Menengah (UKM) saat ini banyak ruang sisa yang tidak dipergunakan (*broken stowage*), sehingga tercipta ide inovasi kemasan yang dapat mengurangi ruang sisa tersebut dan mengurangi *opportunity cost* akibat adanya potensi kehilangan pendapatan. Selain itu, beberapa inovasi kemasan ini memenuhi standar pengiriman rantai dingin. Berdasarkan perbandingan kapasitas kemasan terhadap moda transportasi darat dan moda transportasi

laut, skenario 1 adalah skenario yang memiliki kapasitas terbanyak yaitu 1.139 kemasan untuk moda transportasi darat dan 2.340 untuk moda transportasi laut dengan *reefer container* 40 ft. Menurut perbandingan biaya satuan logistik, skenario 2 menghasilkan biaya logistik satuan yang rendah sebesar Rp. 21.439.940/ton dengan total keuntungan 8.364.996/ton. Sedangkan, skenario 4 membutuhkan waktu paling sedikit yaitu sebesar 21,39 hari untuk waktu total ke China dan 22,67 hari untuk pengiriman ke Jepang. Perbedaan total waktu ini diakibatkan oleh waktu penanganan muatan di UKM dan waktu penanganan muatan di konsolidasi. Inovasi kemasan pada penelitian ini dapat digunakan untuk muatan beku lain selain muatan beku produk olahan ikan. Begitu juga dengan model standardisasi ini dapat digunakan untuk produk lain sesuai dengan jumlah permintaan dan jumlah berat tiap kemasan sehingga didapatkan output sebagai berikut: (a) *load factor* berat, (b) *load factor* volume, (c) total biaya logistik, (d) biaya satuan logistik dan (e) berat dan pendapatan yang hilang akibat tidak memaksimalkan kapasitas ruang pada moda transportasi yang digunakan.

Daftar Pustaka

- Arduona, G. (2010). *Cold Chain in the Shipping Industry: Bulk Versus Container in the Banana Trade*: Italy.
- Badan Pusat Statistik. (2017). *Produksi Perikanan Tangkap Menurut Jenis Ikan di Kabupaten Lamongan, 2017* : Badan Pusat Statistika.
- Bianca, L. (2016). *Sistem Rantai Dingin (Cold Chain) dalam Implementasi Sistem Logistik Ikan Nasional (SLIN)*: Supply Chain Indonesia [online] Juli 2016. <https://supplychainindonesia.com/sistem-rantai-dingin-cold-chain-dalam-implementasi-sistem-logistik-ikan-nasional-slin.html> (Diakses 12 Oktober 2019)
- Christopher, M. (1998). *Logistics and Supply Chain Management*. London: Prentice Hall.
- Codex Alimentarius Commission. (2009). *Code Practice for Fish and Fishery Product First Edition*. Rome: FAO/WHO Food Standards Programme.
- International Trade Center. (2018). *Bilateral Trade between Indonesia China 2018* : International Trade Center.
- Izza, F. F. (2017). *Desain Konseptual Kemasan Muatan Pelayaran Rakyat : Studi Kasus Pelayaran Rakyat Kalimas Surabaya* : Surabaya : ITS.
- Johar, S. A. (2019). *Studi Pengembangan Kemasan Untuk Angkutan Laut Wilayah Kepulauan*: ITS. Surabaya : ITS.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2019). *Kementerian Kelautan dan Perikanan*. Jakarta.
- Rusthon, A. (2010). *Logistics and Distribution Management, 4th ed*. London: Kogan Page.
- Simatupang, T. M. (2016). *Struktur dan Sistem Rantai Pendingin Ikan dalam Rangka Pengembangan Sistem Logistik Ikan Nasional (SLIN)* [online] Juli 2016. <https://supplychainindonesia.com/sistem-rantai-dingin-cold-chain-dalam-implementasi-sistem-logistik-ikan-nasional-slin.html> (Diakses 12 Oktober 2019)
- Sondoro, Y. (2016). *Pengawetan Ikan dengan Menggunakan Metode Pembekuan (Cold Storage)*. [online] Juli 2016. <http://yunias19ocean.blogspot.co.id/2011/05/pengawetan-ikan-dengan-menggunakan.html> (Diakses pada 12 Oktober 2019).
- Suyono, R.P. (2010). *SHIPPING Pengangkutan Intermodal Ekspor Impor Melalui Laut - Edisi Keempat*. Jakarta: PPM Manajemen.
- Tambunan, T. T. H. (2009). *UMKM di Indonesia*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Zaroni. (2017). *Biaya Logistik Agregat*. Supply Chain Indonesia. [online] April 2017. <https://supplychainindonesia.com/biaya-logistik-agregat/html>. (Diakses pada 12 Oktober 2019).