

**ANALISIS WASTE PADA PROSES PRODUKSI FURNITUR ROTAN
TEQ PRODUCTION DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN
LEAN MANUFACTURING**

**SKRIPSI
TEKNIK INDUSTRI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**BAYU WIRA PRADANA
NIM. 175060707111051**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2021**



LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS WASTE PADA PROSES PRODUKSI FURNITUR ROTAN
TEQ PRODUCTION DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN
LEAN MANUFACTURING

SKRIPSI
TEKNIK INDUSTRI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



BAYU WIRA PRADANA
NIM. 175060707111051

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 27 Juli 2021

Dosen Pembimbing

Yeni Sumantri, S.Si, MT., Ph.D.
NIP. 19720219 200604 2 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Industri



Ir. Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19741115 200604 1 002

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat, serta karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Waste pada Proses Produksi Furnitur Rotan Teq Production dengan Pendekatan *Lean Manufacturing*” dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) pada Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari skripsi ini dapat terselesaikan berkat doa, bantuan, motivasi, dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada:

1. Allah Tritunggal Maha Kudus dan Bunda Maria atas berkat serta kasih karunia yang luar biasa melimpah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Keluarga tercinta, kedua orang tua dan adik yang selalu memberikan motivasi, dukungan baik moril maupun materiil, kasih sayang, dan doa tiada hentinya untuk penulis.
3. Bapak Ir. Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis selama perkuliahan ini.
4. Ibu Rahmi Yuniarti, ST., MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis selama perkuliahan ini.
5. Ibu Yeni Sumantri, S.Si., MT, Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I sekaligus Kepala Laboratorium Simulasi dan Aplikasi Industri (LSAI) yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran, serta kesabaran dalam memberikan bimbingan, arahan, motivasi, saran, serta ilmu yang sangat berharga bagi penulis pada saat masa pengerjaan skripsi serta membantu penulis berkembang selama masa kuliah.
6. Bapak Marudut Sirait, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan, masukan, dan dukungan kepada penulis selama perkuliahan ini.
7. Bapak dan Ibu Dosen serta karyawan Teknik Industri yang telah memberikan ilmu dan berbagi pengalaman hidupnya selama masa perkuliahan penulis.
8. Ibu Atik, Pak Tik, dan Mas Bagus selaku pemilik dan pengelola Teq Production yang telah bersedia menerima penulis untuk melakukan penelitian dan meluangkan waktunya untuk membantu kelancaran proses pengerjaan skripsi.

9. Teman-teman Simulator 2017 (Ipo, Clay, Karin, Nadien, Qurrot, Monika, dan Adit) serta adik-adik Simulator 2018 yang telah bekerja sama sebagai asisten, berbagi pengetahuan dan pengalaman baik secara *offline* maupun *online* serta berkembang bersama di Laboratorium Simulasi dan Aplikasi Industri (LSAI).
10. Rekan mengerjakan skripsi, Rista Milleniarosa Ipsadani (Ocha), sebagai orang yang terkasih yang telah menemani, membantu, meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran, memberikan dukungan dan kasih sayang tiada henti, serta sebagai tempat berkeluh kesah selama pengerjaan skripsi ini hingga selesai.
11. Tamimi Nur Shadrina (Tammy) sebagai seorang sahabat dari awal kuliah yang telah menemani, membantu, meluangkan waktu, serta sebagai tempat berkeluh kesah selama menjalani perkuliahan.
12. Teman-teman satu bimbingan skripsi (Ocha, Karin, Dheandra, Adit, Yuni, Monika, Afrida, Arina, dan Sukded) atas kerja sama dan berbagi pengetahuan serta pengalaman selama pengerjaan skripsi.
13. Teman satu tempat pengerjaan skripsi, Ocha dan Sidda Anjanu, atas kerja sama dan berbagi pengetahuan serta pengalaman selama penyusunan skripsi ini.
14. Teman-teman Malang *Group* “Erwin Sepeda Baru” (Calvin, Erwin, Febry, Galuh, San-San, dan Edo) yang telah memberikan semangat kepada penulis selama pengerjaan skripsi.
15. Teman-teman seperjuangan di Teknik Industri serta seluruh keluarga Teknik Industri Angkatan 2017 atas kebersamaan dan kerja sama selama ini.
16. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas peran dan bantuannya dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna karena keterbatasan ilmu dari penulis dan kendala-kendala yang terjadi selama penyusunan skripsi ini. Maka dari itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk penyempurnaan tulisan di masa mendatang. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan dengan sebaik-baiknya untuk penelitian dan pengembangan yang lebih lanjut.

Malang, Juli 2021

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
RINGKASAN	xiii
SUMMARY	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	7
1.3 Rumusan Masalah	7
1.4 Tujuan Penelitian	8
1.5 Manfaat Penelitian	8
1.6 Batasan Penelitian	8
1.7 Asumsi Penelitian	8
1.8 Kerangka Konteks Penelitian	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Penelitian Terdahulu	11
2.2 <i>Lean Manufacturing</i>	16
2.3 <i>Lean Management and Sustainability</i>	18
2.3.1 <i>Lean Management and Environmental Sustainability</i>	19
2.3.2 <i>Lean Management and Economic Sustainability</i>	21
2.3.3 <i>Lean Management and Social Sustainability</i>	22
2.4 Pendorong dan Hambatan dalam Penerapan <i>Lean Manufacturing</i>	22
2.5 <i>Waste</i> atau Pemborosan	23
2.6 <i>Waste Assessment Model (WAM)</i>	25
2.6.1 <i>Seven Waste Relationship</i>	26
2.6.2 <i>Waste Relationship Matrix (WRM)</i>	30
2.6.3 <i>Waste Assessment Questionnaire (WAQ)</i>	32
2.7 <i>Fishbone Diagram</i>	35
2.8 <i>Interpretive Structural Modeling (ISM)</i>	36
2.9 Kerangka Kontribusi Literatur	44



BAB III METODOLOGI PENELITIAN46

3.1 Keterkaitan Tujuan Penelitian, Metode Penelitian, dan Justifikasi Metode Penelitian47

3.2 Jenis Penelitian47

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian50

3.4 Tahapan Penelitian50

3.4.1 Tahap Pendahuluan50

3.4.2 Tahap Pengumpulan Data51

3.4.2.1 Data, Jenis Data, dan Sumber Data51

3.4.2.2 Teknik Pengumpulan Data52

3.4.2.3 Rangkuman Data, Sumber Data, dan Metode Pengambilan Data53

3.4.3 Tahap Pengolahan Data53

3.4.4 Tahap Kesimpulan dan Saran57

3.5 Diagram Alir Penelitian57

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....59

4.1 Gambaran Umum Teq Production59

4.2 Identifikasi dan Pengukuran *Waste*62

4.2.1 *Seven Waste Relationship*62

4.2.2 *Waste Relationship Matrix (WRM)*64

4.2.3 *Waste Assessment Questionnaire (WAQ)*64

4.3 *Fishbone Diagram*71

4.4 Pembuatan ISM untuk Mengidentifikasi Faktor Pendorong dan Penghambat dalam Penerapan *Lean*74

4.4.1 Pembuatan ISM untuk Faktor Pendorong dalam Penerapan *Lean*74

4.4.2 Pembuatan ISM untuk Faktor Penghambat dalam Penerapan *Lean*80

4.5 Analisis dan Pembahasan86

4.5.1 Analisis *Waste Assessment Model (WAM)*87

4.5.1.1 Analisis *Waste Relationship Matrix (WRM)*87

4.5.1.2 Analisis *Waste Assessment Questionnaire (WAQ)*89

4.5.1.3 Analisis *Waste Prioritas*90

4.5.2 Analisis *Fishbone Diagram*92

4.5.3 Analisis *Intrepretive Structural Modelling (ISM)*96

4.5.3.1 Analisis ISM Faktor Pendorong Penerapan *Lean*97



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	13
Tabel 2.2 Faktor Pendorong dan Penghambat Implementasi <i>Lean</i>	23
Tabel 2.3 Penjelasan Keterkaitan <i>Antar Waste</i>	27
Tabel 2.4 Kriteria untuk Pembobotan Kekuatan <i>Waste Relationship</i>	29
Tabel 2.5 Contoh Perhitungan Keterkaitan <i>Antar Waste</i>	30
Tabel 2.6 Konversi Rentang Skok Keterkaitan <i>Waste</i>	30
Tabel 2.7 Contoh <i>Waste Relationship Matrix</i> (WRM)	31
Tabel 2.8 Contoh <i>Waste Value Matrix</i>	31
Tabel 2.9 Contoh Bobot Awal yang didapatkan dari WRM.....	32
Tabel 2.10 Contoh Hasil Pembagian dari Tabel 2.8 dengan Nilai N_i	33
Tabel 2.11 Contoh Tabel Penilaian Bobot dengan Penilaian Kuesioner	34
Tabel 2.12 Contoh Hasil Perhitungan <i>Waste Assessment</i>	34
Tabel 2.13 Contoh Matriks SSIM.....	38
Tabel 2.14 Simbol Hubungan dan Definisi Antar Elemen ISM-VAXO	39
Tabel 2.15 Contoh Matriks IRM.....	39
Tabel 2.16 Contoh Matriks FRM.....	40
Tabel 2.17 Contoh Proses Identifikasi <i>Level</i>	41
Tabel 3.1 Data, Sumber Data, dan Metode Pengambilan Data	53
Tabel 4.1 Keterkaitan <i>Antar Waste</i>	62
Tabel 4.2 Konversi Rentang Skor Keterkaitan <i>Waste</i>	63
Tabel 4.3 <i>Waste Relationship Matrix</i>	64
Tabel 4.4 <i>Waste Value Matrix</i>	64
Tabel 4.5 Pengelompokkan Jenis Pertanyaan.....	65
Tabel 4.6 Bobot Awal Berdasarkan WRM.....	66
Tabel 4.7 Bobot Pertanyaan dibagi N_i	66
Tabel 4.8 Jumlah S_j dan F_j	67
Tabel 4.9 Perkalian antara bobot dengan hasil penilaian kuesioner.....	68
Tabel 4.10 Jumlah s_j dan f_j	69
Tabel 4.11 Nilai Indikator Awal (Y_j)	70
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan <i>Waste Assessment</i>	70
Tabel 4.13 Faktor Pendorong dan Penghambat Penerapan <i>Lean</i>	74
Tabel 4.14 SSIM untuk Faktor Pendorong	75



Tabel 4.15 *Initial Reachability Matrix* untuk Faktor Pendorong 75

Tabel 4.16 *Final Reachability Matrix* untuk Faktor Pendorong 76

Tabel 4.17 *Level by Level Partitioning* untuk Faktor Pendorong 77

Tabel 4.18 SSIM untuk Faktor Penghambat 81

Tabel 4.19 *Initial Reachability Matrix* untuk Faktor Penghambat 81

Tabel 4.20 *Final Reachability Matrix* untuk Faktor Penghambat 82

Tabel 4.21 *Level by Level Partitioning* untuk Faktor Penghambat 83

Tabel 4.22 Peringkat Hasil *Assessment* 89

Tabel 4.23 Rekomendasi Perbaikan 98



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Jumlah Unit Usaha, Mikro, Kecil, dan Menengah.....	3
Gambar 1.2 Barang <i>Work in Process</i>	6
Gambar 1.3 Kerangka Konteks Penelitian.....	9
Gambar 2.1 Model Dasar Hubungan Antar <i>Waste</i>	26
Gambar 2.2 Hubungan Keterkaitan Antar <i>Seven Waste</i>	26
Gambar 2.3 Diagram Alir untuk Menyiapkan Model ISM.....	37
Gambar 2.4 Contoh <i>Final Digraph</i>	42
Gambar 2.5 Contoh ISM.....	43
Gambar 2.6 Contoh MICMAC.....	44
Gambar 2.7 Kerangka Kontribusi Literatur.....	45
Gambar 3.1 Kerangka Pengolahan Data.....	56
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	58
Gambar 4.1 Proses Pemotongan.....	59
Gambar 4.2 Proses Penghalusan.....	60
Gambar 4.3 Proses Pembuatan Rangka.....	60
Gambar 4.4 Proses Penganyaman.....	60
Gambar 4.5 Peta Aliran Proses Produksi.....	61
Gambar 4.6 Peringkat Hasil Perhitungan <i>Waste Assessment</i>	71
Gambar 4.7 <i>Fishbone Diagram Waiting</i>	72
Gambar 4.8 <i>Fishbone Diagram Overproduction</i>	72
Gambar 4.9 <i>Fishbone Diagram Defect</i>	73
Gambar 4.10 <i>Final Digraph</i> untuk Faktor Pendorong.....	78
Gambar 4.11 Model ISM untuk Faktor Pendorong.....	79
Gambar 4.12 MICMAC untuk Faktor Pendorong.....	80
Gambar 4.13 <i>Final Digraph</i> untuk Faktor Penghambat.....	84
Gambar 4.14 Model ISM untuk Faktor Penghambat.....	85
Gambar 4.15 MICMAC untuk Faktor Penghambat.....	86
Gambar 4.16 Persentase Keterkaitan <i>Waste</i>	87



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kuesioner Pengukuran Keterkaitan Antar Waste	109
Lampiran 2 Rekapitan Jawaban dan Skor Keterkaitan Antar Waste	110
Lampiran 3 Kuesioner <i>Waste Assessment Questionnaire</i> (WAQ)	111
Lampiran 4 Tabel Bobot Awal Pertanyaan Kuesioner Berdasarkan WRM	119
Lampiran 5 Tabel Bobot Pertanyaan dibagi N_i beserta Jumlah Skor (S_i) dan Frekuensi (F_i)	121
Lampiran 6 Rekapitan Jawaban Responden Kuesioner WAQ	123
Lampiran 7 Tabel Penilaian Bobot dikali dengan Hasil Penilaian Kuesioner beserta Jumlah Skor (s_j) dan Frekuensi (f_j)	125
Lampiran 8 Kuesioner SSIM-VAXO	127





(Halaman ini sengaja dikosongkan)

RINGKASAN

Bayu Wira Pradana, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juli 2021, *Analisis Waste pada Proses Produksi Furnitur Rotan Teq Production dengan Menggunakan Pendekatan Lean Manufacturing*, Dosen Pembimbing: Yeni Sumantri.

Teq Production merupakan salah satu industri rumah tangga yang memproduksi furnitur berbahan dasar rotan. Adapun proses dari pembuatan furnitur rotan di Teq Production adalah proses pengukuran rotan, pemotongan rotan, dan pemberian obat rotan, pembuatan rangka, penganyaman rotan, kemudian pengecatan rotan. Dalam menjalankan usahanya, Teq Production masih mengalami beberapa permasalahan. Salah satu contoh permasalahan yang dihadapi adalah adanya *waste* yang cukup berdampak pada proses produksi. Salah satu contoh *waste* yang terlihat pada proses produksi Teq Production adalah adanya penumpukan bahan baku dan barang setengah jadi atau produk *work in process* (WIP) yang berlebih. Dalam produksinya, terdapat dua perbedaan proses secara umum, yaitu proses pembuatan rangka dan proses penganyaman. Dalam praktiknya, proses pembuatan rangka berjalan lebih cepat dibandingkan dengan proses penganyaman. Pada proses pembuatan rangka terdapat tiga pekerja, sedangkan pada proses penganyaman terdapat lima pekerja. Dalam satu hari, pekerja anyam hanya dapat menghasilkan dua sampai tiga *output*, sedangkan pekerja rangka dapat menghasilkan lebih dari tiga *output* karena proses yang lebih cepat. Hal tersebut menyebabkan timbulnya penumpukan barang setengah jadi (rangka) yang cukup banyak yang dihasilkan dari proses pembuatan rangka. Barang setengah jadi atau rangka-rangka rotan tersebut menunggu untuk diproses pada proses selanjutnya. Material yang menunggu tersebut dapat menghabiskan waktu lebih dari satu hari untuk mengalami proses selanjutnya. Hal ini menunjukkan adanya *waste of waiting* dan *waste of inventory* yang akan menambah *lead time* dari proses pembuatan furnitur rotan di mana hal tersebut akan mengakibatkan pengiriman barang jadi kepada konsumen akan semakin lama.

Pada penelitian ini dilakukan identifikasi *waste* yang terjadi pada proses produksi pembuatan furnitur rotan di Teq Production menggunakan pendekatan *Waste Assessment Model* (WAM) untuk mengukur kekuatan hubungan antar *waste* serta untuk mengetahui peringkat *waste* yang terjadi dari yang terbesar sampai dengan yang terkecil. Selanjutnya dilakukan identifikasi faktor penyebab terjadinya ketiga jenis *waste* terbesar pada proses produksi pembuatan furnitur rotan di Teq Production menggunakan pendekatan *Fishbone Diagram*. Tahap akhir penelitian dilakukan identifikasi faktor yang dapat menjadi penghambat dan pendorong dalam menerapkan *lean manufacturing* pada Teq Production menggunakan pendekatan *Interpretive Structural Modelling* (ISM) agar *lean* yang diterapkan dapat terimplementasikan dengan baik dan berkelanjutan.

Hasil penelitian ini adalah terdapat 3 jenis *waste* terbesar yang terjadi pada proses produksi furnitur rotan di Teq Production yaitu *Waiting* sebesar 23,69%; *Overproduction* sebesar 18,37%; dan *Defect* sebesar 17,66%. Kemudian hasil dari ISM diketahui bahwa faktor permintaan dari pelanggan agar perusahaan menjadi lebih baik lagi (F9), lingkungan kerja yang kondusif (F8), dan meningkatkan pangsa pasar (F1) merupakan faktor pendorong utama dalam penerapan *lean* di Teq Production. Sedangkan faktor penghambat utama dalam penerapan *lean* di Teq production adalah faktor sumber daya yang terbatas (F5).

Kata kunci: analisis *waste*, faktor pendorong dan penghambat *lean*, *lean manufacturing*, *waste assessment model* (WAM), *fishbone diagram*, *interpretive structural modelling* (ISM).



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

SUMMARY

Bayu Wira Pradana, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Brawijaya, July 2021, *Waste Analysis on Rattan Furniture Production Process at Teq Production using lean Manufacturing Approach*, Consultant: Yeni Sumantri.

Teq Production is one of the household industries that produce rattan-based furniture. The process of making rattan furniture in Teq Production is the process of measuring rattan, cutting rattan, and giving rattan medicine, making frames, wicker rattan, then painting rattan. In running its business, Teq Production is still experiencing some problems. One example of the problem faced is the existence of waste that has a considerable impact on the production process. One example of waste seen in the production process of Teq Production is the accumulation of raw materials and semi-finished goods or excess work in process (WIP) products. In the production, there are two differences in the process in general, namely the process of making frames and the process of comforting. In practice, the process of making frames runs faster than the comforting process. In the process of making the frame there are three workers, while in the process of comforting there are five workers. In one day, woven workers can only produce two to three outputs, while skeletal workers can produce more than three outputs due to faster processes. This causes the accumulation of semi-finished goods (skeletal) which is quite a lot resulting from the process of making the frame. Semi-finished goods or rattan frames are waiting to be processed in the next process. This waiting material may take more than a day to experience the next process. This indicates the waste of waiting and waste of inventory that will add lead time from the process of making rattan furniture where it will result in the delivery of finished goods to consumers will be longer.

In this study, waste identification occurred in the production process of rattan furniture manufacture at Teq Production using Waste Assessment Model (WAM) approach to measure the strength of inter-waste relationship and to know the waste rating that occurs from the largest to the smallest. Furthermore, identification of the factors causing the occurrence of the three largest types of waste in the production process of rattan furniture manufacture at Teq Production using fishbone diagram approach. The final stage of the research was conducted to identify factors that can be an obstacle and driver in applying lean manufacturing to Teq Production using interpretive structural modelling (ISM) approach so that the applied lean can be implemented properly and sustainably.

The result of this study is that there are 3 types of waste that occur in the production process of rattan furniture at Teq Production, namely Waiting by 23.69%; Overproduction of 18.37%; and Defect by 17.66%. Then the results of ISM is known that the demand factor from customers to make the company better (F9), conducive work environment (F8), and increase market share (F1) is the main driving factor in the implementation of lean at Teq Production. While the main inhibitory factor in the application of lean at Teq production is the limited resource factor (F5).

Keywords: *waste analysis, drivers and barriers lean impelentation, lean manufacturing, waste assessment model (WAM), fishbone diagram, interpretive structural modelling (ISM).*





(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang, identifikasi masalah, rumusan masalah, batasan masalah, asumsi, serta tujuan dan manfaat dari penelitian yang dilakukan di Teq Production.

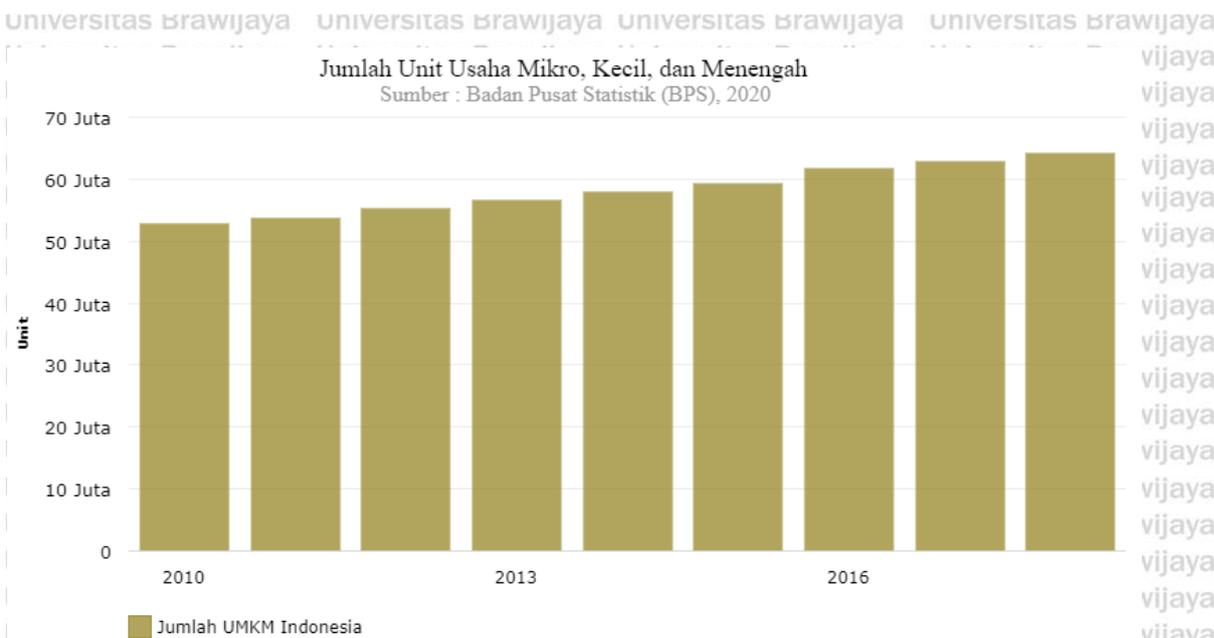
1.1 Latar Belakang

Industri global di abad 21 mengharuskan sebagian besar petinggi di beberapa sektor bisnis untuk mengembangkan sistem produksi yang lebih kompetitif, *lean manufacturing* merupakan jawaban yang tepat untuk mengatasi hal itu (Rose et al., 2009). Perusahaan di berbagai sektor ekonomi telah mengadopsi *lean management* dalam beberapa dekade terakhir dan dalam banyak kasus yang memungkinkan mereka untuk meningkatkan hasil dan daya saing (Moyano-Fuentes & Sacristán-Díaz, 2012). Meskipun banyak perusahaan telah berhasil mengimplementasikan *lean management*, beberapa perusahaan lainnya belum mencapai hasil yang diinginkan. Salah satu hal yang menjadi masalah bagi perusahaan-perusahaan tersebut belum mendapatkan hasil yang diharapkan adalah ketidakmampuan untuk mempertahankan hasil yang didapatkan dalam jangka menengah dan jangka panjang (Lucey et al., 2005; Elkhairi et al., 2019; Martínez-Jurado & Moyano-Fuentes, 2014).

Secara teoritis, *lean management* dapat berhasil diterapkan ke semua industri, banyak artikel dan buku yang menggambarkan transformasi *lean* yang sukses, tetapi sebagian besar artikel berfokus pada organisasi besar dengan sumber daya dan keterampilan yang sangat besar (Pedersen-Rise dan Haddud, 2016). Archanga et al. (2006) menjelaskan bahwa pendekatan *lean* hanya diadopsi oleh sejumlah kecil UKM, tingkat penerapannya masih rendah, hanya mencapai 30% di Polandia menurut studi Ktarzyna (Antosz & Stadnicka, 2017). Doolen et Hacker (2005) melaporkan bahwa sumber daya dan keahlian merupakan dua alasan utama mengapa organisasi besar menerapkan lebih banyak praktik *lean* daripada organisasi kecil. Di sisi lain, berdasarkan survei yang dilakukan oleh Ulewics et Kuceba (2016), masalah terbesar adalah kurangnya komitmen terhadap arahan dan tidak menghormati aturan yang telah ditetapkan. Masalah penting lainnya yang dilaporkan oleh responden adalah kurangnya pengetahuan akan konsep *lean* itu sendiri (Doolen & Hacker, 2005). Berdasarkan hal tersebut, ukuran sebuah bisnis merupakan faktor yang berpengaruh dalam penerapan *lean*. Pada kenyataannya, UKM memiliki karakteristik yang berbeda dibandingkan dengan perusahaan besar (Archanga et al., 2006; Elkhairi et al., 2019).

Usaha Kecil dan Menengah (UKM) baik secara nasional maupun internasional merupakan kontributor utama dan signifikan untuk pembangunan ekonomi, untuk penciptaan lapangan kerja dan kesehatan dan kesejahteraan ekonomi (Morris dan Brennan, 2000). UKM sangat penting untuk penciptaan nilai dalam ekonomi dunia. UKM digambarkan sebagai dinamika inovasi, daya saing, dan lapangan kerja. Secara global, UKM menyumbang lebih dari 95% sektor industri dan menawarkan lebih dari 60% peluang kerja (Komisi Eropa, Laporan Tahunan UKM Eropa 2013/2014). Bhasin berpendapat bahwa praktik internal *lean management* (seperti permesinan, sumber daya manusia dan waktu manajemen) di UKM lebih dapat diterapkan daripada praktik eksternal (seperti manajemen pelanggan dan pemasok) (Bhasin, 2012). Prajogo dan Johnston menyatakan bahwa integrasi antara faktor eksternal dan internal untuk memulai adopsi *lean* sangatlah penting. Secara keseluruhan, mengidentifikasi dan mengurutkan faktor pendukung *lean* sangatlah penting untuk penerapan *lean* yang efektif dalam UKM (Prajogo & Johnston, 2001; Elkhairi et al., 2019; Mohammad & Oduoza, 2019).

Usaha Kecil dan Menengah (UKM) di Indonesia memiliki peran penting dalam pertumbuhan sosial dan ekonomi. UKM memiliki peran yang besar dan strategis dalam mendukung pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Ironisnya, produk UKM Indonesia menghadapi persaingan ketat dengan produk impor, bahkan di dalam negeri sendiri (Siringoringo et al., 2009). Menurut data statistik yang dikeluarkan Kementerian Koperasi dan Usaha Kecil dan Menengah yang diolah dari Badan Pusat Statistik (2020) seperti pada Gambar 1.1 di bawah ini, pada tahun 2018 terdapat 64.194.057 UMKM di Indonesia atau sebanyak 99% dari jumlah unit usaha yang ada di Indonesia adalah UMKM. UMKM tersebut menyumbang 61,07% dari PDB pada tahun 2018 dan menyediakan lapangan kerja bagi 97% atau sebanyak 116.978.631 tenaga kerja di Indonesia.



Gambar 1.1 Jumlah unit usaha, mikro, kecil, dan menengah
Sumber: Badan Pusat Statistik (2020)

UKM memiliki kemampuan unik untuk bertahan dan meningkatkan kinerja pada saat krisis ekonomi, karena fleksibilitas mereka dalam menyesuaikan proses produksi, kemampuan berkembang dengan modal sendiri, kemampuan membayar pinjaman dengan bunga tinggi dan hanya sedikit terlibat dalam birokrasi. Dengan posisi vital dalam perekonomian ini, pengembangan UKM akan memberikan kontribusi bagi pembangunan ekonomi dan sosial melalui diversifikasi ekonomi dan percepatan perubahan struktural yang mendorong pertumbuhan ekonomi jangka panjang yang stabil dan berkelanjutan (Padmadinata, 2007). Meningkatnya persaingan usaha, khususnya terhadap pesaing besar dan modern, menempatkan UKM pada posisi yang rentan. Di Indonesia, sebagian besar UKM beroperasi di sepanjang jalur tradisional dalam produksi dan pemasaran (Indarti & Langenber, 2004). UKM merupakan sektor prioritas di Indonesia sebagai dasar untuk membuat sasaran kebijakan ekonomi (Tambunan, 2008). UKM di Indonesia sebagian besar berfokus pada industri berbasis pertanian (agroindustri). Salah satu produk UKM agroindustri adalah kerajinan rotan (Hamdani & Wirawan, 2012; Kawiji & Nuning, 2013).

Bagi sebagian besar masyarakat Indonesia, produk rotan telah banyak dikenal di kalangan masyarakat terutama pada kelas menengah ke bawah. Indonesia memiliki potensi sumber daya alam berupa bahan baku rotan dan bambu yang besar. Wilayah penghasil rotan di Indonesia adalah Sumatera, Sulawesi, Kalimantan dan Papua. Daerah-daerah tersebut memiliki kemampuan produksi rotan antara 250.000 ton sampai dengan 600.000 ton per tahunnya (Indrawati, 2015). Indonesia merupakan penghasil rotan mentah terbesar di dunia yaitu dengan nilai sekitar 699.000 ton/tahun. Menurut Kemenperin (2013), pada tahun 2005

Indonesia menempati posisi ketiga (7,68%) dalam perdagangan rotan di pasar global setelah China (20,72%) dan Italia (17,71%). Sebagai salah satu kekayaan alam hayati Indonesia, Wakil Menteri Perindustrian Alex S.W. Retraubun (2013) mengungkapkan total nilai ekspor produk rotan sepanjang 2012 mencapai US\$ 202,67 juta. Nilai ekspor produk rotan itu meningkat 71 persen dibanding pencapaian 2011 sebesar US\$ 143,22 juta. Sebagai salah satu komoditas unggulan dari segi penerimaan negara, rotan dipandang sebagai komoditas perdagangan hasil hutan non-kayu yang cukup penting bagi Indonesia. Sejak ditetapkannya kebijakan larangan ekspor rotan dalam bentuk asalan dan setengah jadi yang tertuang dalam SK No. 335/MPP/Kep/5/2004 tertanggal 27 Mei 2004, para pengusaha rotan pun harus mengolah rotan dari produk mentah menjadi produk jadi seperti mebel atau furnitur.

Mebel atau furnitur merupakan suatu komoditas yang strategis bagi perekonomian di Indonesia. Beberapa ciri yang menandakan bahwa furnitur merupakan sebuah komoditas strategis di Indonesia karena furnitur merupakan produk yang memiliki nilai tambah yang tinggi dan dapat berdaya saing secara global. Industri furnitur termasuk dalam lima industri dengan nilai pertumbuhan terbesar pada tahun 2019, yaitu sebesar 8,35%. Nilai ekspor industri furnitur pun meningkat hingga sebesar 1,95 miliar dollar AS pada 2019, atau naik sebesar 14,6% dari tahun 2018 (Kemenperin, 2020). Industri furnitur nasional memiliki potensi yang besar untuk bertumbuh dan berkembang karena didukung oleh pengrajin yang terampil dan sumber bahan baku melimpah seperti rotan. Berdasarkan bahan bakunya, furnitur dapat terbuat dari kayu, logam, plastik, rotan, dan bahan baku lainnya. Berdasarkan data dari Kementerian Perindustrian (2017), produksi furnitur kayu tahun 2014 mencapai 80% dari total seluruh produksi, sedangkan furnitur yang berbahan baku rotan dan bambu mencapai 11%, furnitur logam mencapai 7%, dan furnitur plastik hanya mencapai 2% dari keseluruhan produksi furnitur Indonesia.

Teq Production merupakan salah satu industri rumah tangga yang memproduksi furnitur berbahan dasar rotan. Teq Production berlokasi di Jl. Satria Barat Balai Arjosari, Balarjosari, Kec. Blimbing, Kota Malang, Jawa Timur. Adapun proses dari pembuatan furnitur rotan di Teq Production adalah proses pengukuran rotan, pemotongan rotan, dan pemberian obat rotan, pembuatan rangka, penganyaman rotan, kemudian pengecatan rotan. Bahan baku yang dibutuhkan untuk membuat satu set furnitur rotan (satu meja dan satu kursi) adalah rata-rata 20-30 kg rotan dan kayu, padahal jumlah minimal agar dapat melakukan pembelian bahan baku adalah 2 m³ kayu dan 200-300 kg rotan. Hal ini dapat menjadi sebuah permasalahan jika Teq Production tidak mampu mengendalikan persediaan bahan baku supaya tidak berlebih dan akhirnya menjadi *waste* karena penggunaan yang tidak

tepat, dalam hal ini termasuk ke dalam *waste of inventory* yang dapat mengarah terjadinya *waste* lainnya seperti *waste of defect*.

Selain itu, dalam menjalankan usahanya, Teq Production masih mengalami beberapa permasalahan. Salah satu contoh permasalahan yang dihadapi adalah adanya *waste* yang cukup berdampak pada proses produksi. Salah satu contoh *waste* yang terlihat pada proses produksi Teq Production adalah adanya penumpukan bahan baku dan barang setengah jadi atau produk *work in process* (WIP) yang berlebih. Dalam produksinya, terdapat dua perbedaan proses secara umum, yaitu proses pembuatan rangka dan proses penganyaman. Dalam praktiknya, proses pembuatan rangka berjalan lebih cepat dibandingkan dengan proses penganyaman. Pada proses pembuatan rangka terdapat tiga pekerja, sedangkan pada proses penganyaman terdapat lima pekerja. Dalam satu hari, pekerja anyam hanya dapat menghasilkan dua sampai tiga *output*, sedangkan pekerja rangka dapat menghasilkan lebih dari tiga *output* karena proses yang lebih cepat. Hal tersebut menyebabkan timbulnya penumpukan barang setengah jadi (rangka) yang cukup banyak yang dihasilkan dari proses pembuatan rangka. Barang setengah jadi atau rangka-rangka rotan tersebut menunggu untuk diproses pada proses selanjutnya. Material yang menunggu tersebut dapat menghabiskan waktu lebih dari satu hari untuk mengalami proses selanjutnya. Hal ini menunjukkan adanya *waste of waiting* dan *waste of inventory* yang akan menambah *lead time* dari proses pembuatan furnitur rotan di mana hal tersebut akan mengakibatkan pengiriman barang jadi kepada konsumen akan semakin lama. Gambar 1.2 berikut ini merupakan contoh barang *work in process* pada proses produksi Teq Production. Dapat dilihat bahwa terdapat banyak sekali penumpukan barang WIP yang menunggu untuk dianyam, seperti yang ditandai dengan persegi panjang berwarna merah yaitu dua buah kursi yang telah dihaluskan serta 10 set meja dan kursi yang ditandai dengan persegi panjang berwarna kuning, juga beberapa pesanan lain yang masih dalam tahap pembuatan rangka.



Gambar 1.2 Barang work in process

Waste merupakan kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value added*) kepada barang, sehingga perusahaan harus meminimasi terjadinya *waste* atau pemborosan yang dapat mengganggu proses produksi agar aliran produksi dapat berjalan dengan lancar (Maulana et al., 2016). *Waste* (pemborosan) tersebut merupakan proses yang tidak memberikan *value* (nilai) kepada konsumen. Menurut Taiichi Ohno (1988), penemu Toyota *Production System*, terdapat tujuh jenis *waste* yang sering terjadi pada proses produksi, yaitu *transportation, inventory, motion, waiting, overprocessing, overproduction, dan defect* (Mughni, 2012).

Upaya untuk mengidentifikasi dan mengurangi *waste* tidak selalu mudah. Terdapat beberapa jenis *waste* yang tidak terlihat di dalam atau di antara beberapa proses dan aktivitas. Oleh karena itu, usaha untuk mengurangi jenis *waste* tertentu tanpa pertimbangan yang matang dapat mengakibatkan timbulnya jenis *waste* yang lain. Permasalahan seperti itu lah yang dapat menjadi penyebab sulitnya proses mengidentifikasi dan mengeliminasi *waste* (Rawabdeh, 2005). Untuk mengatasi munculnya *waste* dari berbagai sektor, maka diperlukan identifikasi *waste* yang terjadi pada Teq Production secara mendalam agar dapat diketahui sebab akibat dari *waste* tersebut dan dilakukan pencegahan agar *waste* tersebut tidak terjadi lagi di masa yang akan datang.

Salah satu upaya untuk mengurangi *waste* adalah dengan menerapkan *lean manufacturing*. Dalam konsep *lean manufacturing*, *waste* dapat dianggap sebagai segala aktivitas yang menghabiskan sumber daya atau menimbulkan biaya tanpa menghasilkan bentuk aliran nilai penyeimbang apa pun (Porter, 1991 dalam Hicks, et al., 2004). Perusahaan yang mengadopsi konsep *lean* berfokus pada pengurangan limbah dan pengelolaan hasil aliran proses. Menurut Gaspersz (2011), *lean* merupakan suatu upaya terus menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) yang terjadi dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk baik barang maupun jasa agar memberikan nilai kepada

pelanggan (*customer value*). Tujuan dari konsep *lean* adalah meningkatkan *customer value* secara terus menerus melalui peningkatan rasio antara nilai tambah terhadap *waste* (*the value to waste ratio*) (Gaspersz, 2017). *Lean* memiliki fokus kepada cara organisasi atau perusahaan dalam memaksimalkan *value* (nilai) yang diterima konsumen dan pada saat bersamaan meminimalisir terjadinya *waste* pada prosesnya. Dilihat dari sudut pandang konsumen, "*value*" yang dimaksud berarti semua faktor yang dapat membuat konsumen bersedia membeli atau membayar untuk suatu produk atau jasa yang ditawarkan. Pada umumnya, perusahaan manufaktur yang menerapkan *lean* dapat merasakan manfaat seperti penurunan jumlah *inventory* (bahan baku, produk WIP, dan produk jadi) serta meningkatnya kualitas produk, *cost production* yang lebih rendah, serta bertambahnya kepuasan pelanggan.

Namun, sebelum dapat menerapkan *lean* dalam proses produksinya, perusahaan perlu mengetahui faktor-faktor yang dapat menjadi penghambat dan penggerak utama bagi perusahaan untuk menerapkan *lean* agar dapat benar-benar terimplementasikan dengan baik dan berkelanjutan. Maka dari itu, penelitian yang bertujuan untuk melakukan analisis *waste* yang terjadi pada proses produksi, analisis faktor penyebab *waste* yang terjadi, serta analisis faktor pendorong dan penghambat dalam penerapan *lean manufacturing* penting dilakukan untuk mengatasi permasalahan pada Teq Production.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat diketahui bahwa permasalahan yang terjadi pada Teq Production adalah adanya *waste* atau pemborosan yang terjadi pada rantai produksi. Teq Production belum melakukan analisis secara sistematis dan komprehensif dari *waste* yang timbul pada proses produksi yang dapat menghambat proses produksi itu sendiri. Teq Production juga belum menyadari akar penyebab dari timbulnya *waste* tersebut, serta Teq Production masih belum melakukan analisis faktor pendorong dan penghambat dalam menerapkan *lean manufacturing* pada proses produksi.

1.3 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang dapat diidentifikasi berdasarkan uraian latar belakang di atas sebagai berikut.

1. Apa saja *waste* yang terjadi pada proses produksi pembuatan furnitur rotan di Teq Production?

2. Apa saja faktor penyebab terjadinya ketiga jenis *waste* terbesar pada proses produksi pembuatan mebel rotan di Teq Production?
3. Apa saja faktor yang dapat menjadi penghambat dan pendorong dalam menerapkan *lean manufacturing* pada Teq Production?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang dapat dirancang pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi *waste* yang terjadi pada proses produksi pembuatan furnitur rotan di Teq Production.
2. Mengidentifikasi faktor penyebab terjadinya ketiga jenis *waste* terbesar pada proses produksi pembuatan furnitur rotan di Teq Production.
3. Mengidentifikasi faktor yang dapat menjadi penghambat dan pendorong dalam menerapkan *lean manufacturing* pada Teq Production.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari dilakukannya penelitian ini sebagai berikut.

1. Perusahaan dapat mengetahui *waste* yang terjadi selama proses produksi berlangsung.
2. Perusahaan dapat mengetahui faktor penghambat dan pendorong untuk menerapkan *lean manufacturing*.
3. Mengeliminasi dan mengurangi kemungkinan terjadinya *waste* selama proses produksi.
4. Perusahaan memperoleh rekomendasi perbaikan untuk meminimalisir *waste* yang terjadi selama proses produksi.
5. Sebagai metode pembelajaran dalam melakukan penelitian terhadap penerapan sistem *lean manufacturing*.

1.6 Batasan Penelitian

Batasan-batasan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Data penelitian yang digunakan adalah data pada tahun 2020-2021.

1.7 Asumsi Penelitian

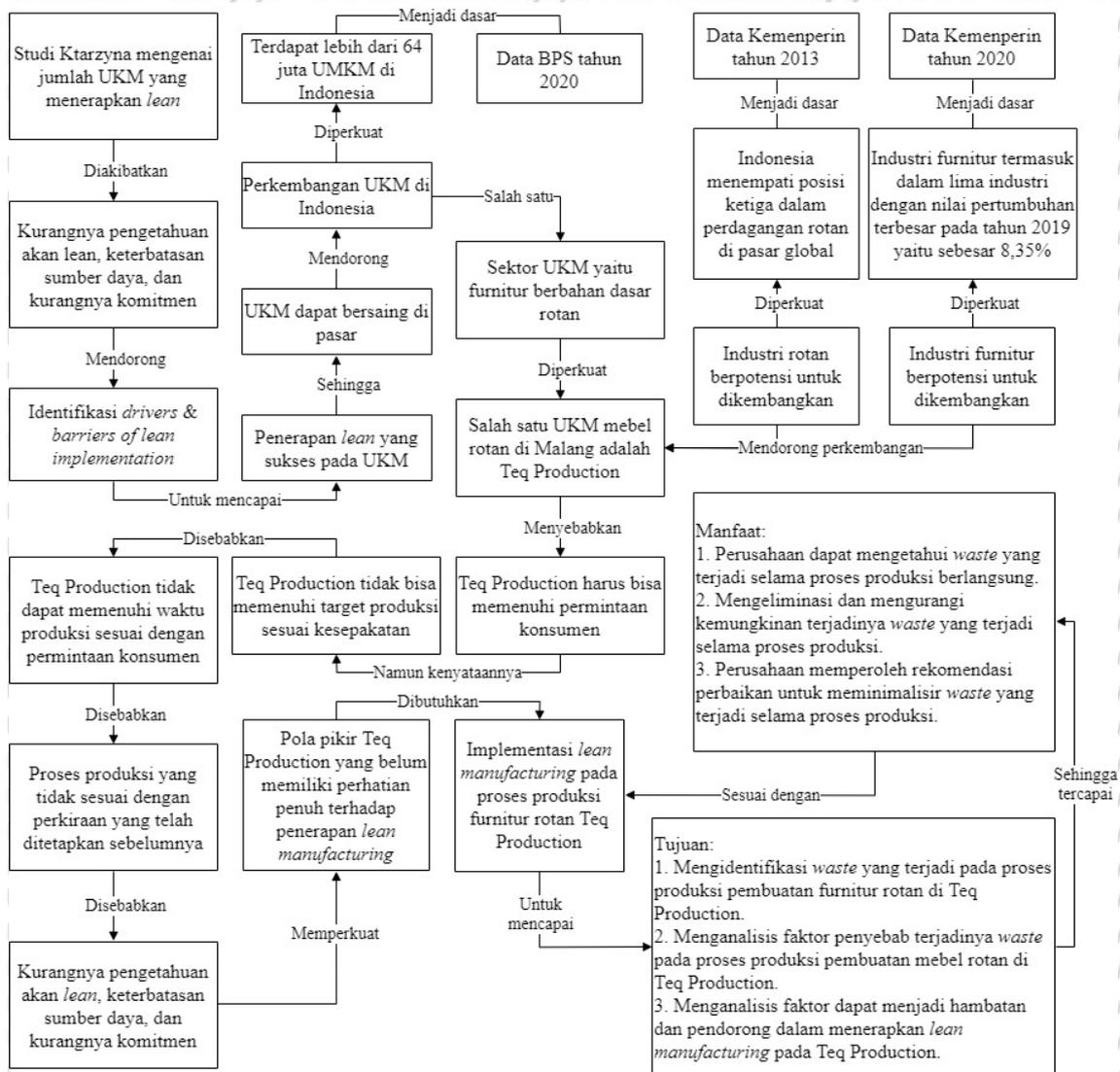
Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Kebijakan perusahaan selama penelitian berlangsung tidak berubah secara signifikan yang berhubungan dengan proses produksi saat ini.

2. Penelitian dilakukan pada proses produksi furnitur rotan secara umum, baik menggunakan bahan baku rotan alami maupun rotan sintetis.

1.8 Kerangka Konteks Penelitian

Kerangka konteks penelitian merupakan kerangka kerja untuk mendeskripsikan hubungan antara latar belakang penelitian, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.3 berikut ini.



Gambar 1.3 Kerangka konteks penelitian

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam melakukan penelitian, perlu dilakukan tinjauan pustaka sebagai teori untuk membantu menyelesaikan permasalahan yang ada. Tinjauan pustaka berfungsi sebagai pedoman dalam pelaksanaan penelitian agar dapat fokus terhadap tujuan yang hendak dicapai. Pada bab ini berisi pembahasan mengenai *lean manufacturing* dalam penelitian terdahulu, definisi *lean manufacturing*, definisi *waste*, definisi *value stream mapping*, dan definisi *root cause analysis*.

2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini sehingga dapat dijadikan rujukan untuk mendukung penelitian ini, antara lain:

1. Rawabdeh (2005) meneliti mengenai *waste* di lingkungan *job shop* (bengkel kerja) dan mengusulkan metode penilaian yang bertujuan untuk membantu perusahaan dalam mengidentifikasi akar penyebab limbah. Sebuah matriks *waste* dikembangkan untuk mengukur dalam bentuk persentase hubungan antara limbah dan menunjukkan kemungkinan bahwa jenis *waste* tertentu akan memengaruhi orang lain atau dipengaruhi oleh orang lain. Kuesioner penilaian digunakan untuk mengalokasikan sumber *waste* dan membedakan antara tingkat *waste*. Matriks *waste* dan kuesioner penilaian dimasukkan ke dalam metode penilaian untuk menentukan peringkat *waste*. Model yang dikembangkan berfungsi sebagai pedoman untuk mempermudah pencarian masalah *waste* dan mengidentifikasi peluang untuk mengeliminasi *waste* tersebut. Sebuah studi kasus dilakukan untuk memvalidasi model dan hasil asesmen sesuai dengan situasi yang sebenarnya. Penelitian ini telah menyelidiki metode untuk mengalokasikan *waste*, mengukur, dan mendiskusikan hubungan antar *waste* tanpa menghitung potensi penghematan. Penelitian lebih lanjut harus dilakukan untuk menyelidiki tingkat pengurangan tenaga dan waktu sebagai akibat dari penerapan metode ini.
2. Salonitis & Tsinopoulos (2016) mempelajari mengenai implementasi *lean manufacturing* dalam sektor manufaktur Yunani. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan sejauh mana prinsip-prinsip utama *lean manufacturing* dipahami dan diadopsi di perusahaan sektor manufaktur Yunani. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menilai pentingnya faktor pendorong dan penghambat dalam menerapkan *lean manufacturing* di lingkungan Yunani. Berdasarkan tinjauan pustaka

dan temuan kuesioner, tingkat penerapan *lean manufacturing* di Yunani dinilai dan dibahas terhadap temuan dari tinjauan pustaka.

3. Marifa et al. (2018) mempelajari bagaimana pengurangan pemborosan atau *waste* yang terjadi pada proses produksi dapat meningkatkan keuntungan dalam berkompetisi bagi Usaha Kecil Menengah (UKM). Untuk mengurangi pemborosan dan biaya produksi, maka diterapkanlah *lean manufacturing*. Pemborosan produksi dapat dihilangkan melalui pendekatan sistematis melalui penerapan *lean manufacturing*. *Lean* merupakan upaya berkelanjutan untuk mengurangi pemborosan produksi sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas produk. Untuk mencapai tujuan *lean*, digunakanlah VSM dan WAM untuk mengatasi permasalahan pada UKM Batik CM. VSM dapat membantu industri untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang konsep *lean* dan proses peningkatan berkelanjutan. WAM merupakan matriks yang dikembangkan untuk mengevaluasi korelasi antara limbah produksi. Untuk mengetahui penyebab potensial *waste*, dilakukan analisis sebab dan akibat menggunakan *Fishbone Diagram*.
4. Mohammad & Oduoza (2019) mempelajari mengenai hubungan kontekstual antara *lean enablers* pada UKM di *Kurdistan Region of Iraq* (KRI-SMEs) dengan menerapkan teknik *Interpretive Structural Modeling* (ISM). *Enablers* yang diperoleh dari studi sebelumnya menjadi dasar untuk wawancara semi-terstruktur yang dilakukan dengan sembilan manajer bisnis di KRI-UKM. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan memberikan peringkat *lean enablers* untuk mengembangkan model struktural untuk pendekatan *lean* yang berkelanjutan dalam manufaktur KRI-UKM. Tujuan utamanya adalah mengidentifikasi *lean critical enablers* di UKM, menyelidiki hubungan kontekstual antara *enablers* tersebut, mengembangkan model struktural untuk penerapan *lean* menggunakan teknik ISM, memberikan peringkat pada *lean enablers* yang teridentifikasi menggunakan analisis MICMAC (perkalian matriks dampak silang yang diterapkan pada klasifikasi).
5. Ali et al. (2020) mempelajari mengenai kerangka kerja untuk mengidentifikasi hambatan penerapan LSS di rantai pasok telah dikembangkan dengan menggunakan metode ISM. Teknik ISM digunakan untuk mengidentifikasi hubungan kontekstual antar hambatan. Hambatan diklasifikasikan berdasarkan *dependence power* dan *driving power* menggunakan MICMAC. Kerangka kerja ini akan memberikan pemahaman yang komprehensif tentang bagaimana hambatan LSS memengaruhi satu sama lain.

Kerangka yang diusulkan telah diuji menggunakan data dari perusahaan manufaktur pakaian di Bangladesh. Sepuluh hambatan implementasi LSS diidentifikasi dari tinjauan literatur dan umpan balik manajer industri. Penelitian ini diharapkan dapat memandu praktisi dalam menerapkan LSS dalam rantai pasokan dengan membantu memfokuskan upaya untuk menghilangkan hambatan yang paling penting.

6. Mundra & Mishra (2020) mempelajari mengenai indentifikasi dan membangun hubungan timbal balik antara hambatan implementasi LSS dan *agile manufacturing* melalui pemodelan ISM. Dalam penelitian ini terdapat total 20 hambatan yang diidentifikasi melalui tinjauan literatur yang luas dan hubungan timbal balik telah ditetapkan dengan bantuan dari pendapat para ahli akademisi untuk mengembangkan kerangka hambatan dari ISM. Kerangka ini akan membantu para praktisi dalam mengembangkan strategi untuk menangani hambatan tersebut.

Berikut merupakan tabel yang menjelaskan perbandingan dan hasil dari penelitian yang terdahulu.

Tabel 2.1
Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Judul	Metode	Hasil
1.	Rawabdeh (2005)	<i>A Model for the Assessment of Waste in Job Shop Environments</i>	WAM	Penelitian ini menyajikan model baru untuk melakukan penilaian berbagai jenis <i>waste</i> . Model tersebut menggabungkan beberapa fitur, yaitu hubungan antar <i>waste</i> , matriks hubungan antar <i>waste</i> , dan kuesioner penilaian. Model yang dikembangkan bergantung pada pengelompokan <i>seven waste</i> . Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa <i>waste of overproduction</i> dan <i>waste of defect</i> merupakan <i>waste</i> yang memiliki dampak paling signifikan pada seluruh jenis <i>waste</i> lainnya. Sedangkan <i>waste of inventory</i> merupakan <i>waste</i> yang paling dipengaruhi oleh <i>waste</i> yang lain, sementara <i>waste of overprocessing</i> merupakan <i>waste</i> yang paling tidak terpengaruh oleh <i>waste</i> lainnya dikarenakan <i>waste of overprocessing</i> tidak terkait dengan jenis material atau manusia.

No	Penulis	Judul	Metode	Hasil
2.	Salonitis & Tsinopoulos (2016)	<i>Drivers and Barriers of Lean Implementation in the Greek Manufacturing Sector</i>	Kuesioner	Faktor penggerak utama dalam menerapkan <i>lean</i> adalah untuk meningkatkan pangsa pasar. Faktor penggerak utama yang kedua adalah organisasi berusaha untuk perbaikan berkelanjutan. Faktor penggerak utama yang lainnya adalah keinginan untuk menerapkan praktik terbaik dan kebutuhan untuk dapat tetap bertahan di pasar. Sedangkan faktor penghambat dalam penerapan <i>lean</i> adalah terkait tenaga kerja dan manajemen puncak. Selain itu, hambatan mengenai keuangan juga disorot sebagai kunci penghambat dalam menerapkan <i>lean</i> .
3.	Marifa et al. (2017)	<i>Production Waste Analysis Using Value Stream Mapping and Waste Assessment Model in a Handwritten Batik Industry</i>	VSM dan WAM	Berdasarkan peta keadaan VSM saat ini, <i>value added activity</i> pada proses produksi Batik CM adalah 9175 menit dan <i>non-value-added activity</i> adalah 11547 menit. Terdapat cacat produk dalam proses produksi batik tulis sebesar 5%. Dari proses ngeblok didapatkan tingkat kecacatan produk sebesar 3%, proses ngerok sebesar 15%, proses bironi sebesar 10%, pewarnaan kedua sebesar 2%, dan proses nglorot sebesar 2%. Sedangkan berdasarkan metode WAM didapatkan hasil bahwa <i>product defect</i> merupakan <i>waste</i> terbesar dengan nilai sebesar 24,45%.
4.	Mohammad & Oduoza (2019)	<i>Interactions of Lean Enablers in Manufacturing SMEs Using Interpretive Structural Modeling Approach – a Case Study of KRI</i>	ISM	Faktor pendukung penerapan <i>lean</i> yang berjumlah 16 dapat dikelompokkan menjadi empat kategori utama setelah melakukan analisis ISM, yaitu yang pertama <i>independent enablers</i> yang mencakup komitmen manajemen puncak, partisipasi ahli, kemampuan finansial, jaringan yang kuat, pemahaman yang mendalam, dan strategi <i>lean</i> yang jelas. Kedua, <i>linkage enablers</i> yang meliputi keterlibatan dalam pengambilan keputusan, pengembangan sumber daya manusia, dan fokus pelanggan.

No	Penulis	Judul	Metode	Hasil
				Ketiga, <i>autonomous enablers</i> yaitu bahan baku yang berkualitas. Keempat, <i>dependent enablers</i> yang terdiri dari pembaruan teknologi, kontrol proses visual, pengurangan cacat, standarisasi, peningkatan ergonomis, dan pengurangan biaya. Dari hasil analisis ISM tersebut dapat diketahui bahwa faktor pendukung penerapan <i>lean</i> yang paling kuat adalah kesadaran dan komitmen dari manajemen puncak.
5.	Ali et al. (2020)	<i>Barriers to Lean Six Sigma Implementation in the Supply Chain: An ISM Model</i>	ISM	Penelitian ini memberikan beberapa kontribusi teoritis di bidang <i>lean six sigma</i> , seperti kerangka kerja untuk mengidentifikasi dan memberikan peringkat akan hambatan untuk menerapkan <i>lean six sigma</i> , kekuatan pendorong dan ketergantungan dari hambatan dalam menerapkan LSS menggunakan analisis MICMAC, dan identifikasi hambatan kritis untuk penerapan LSS di industri pakaian Bangladesh.
6.	Mundra (2020)	<i>Impediments to Lean Six Sigma and Agile Implementation: An Interpretive Structural Modeling</i>	ISM	Analisis MICMAC menunjukkan bahwa tidak ada hambatan yang masuk ke dalam kelompok otonom (<i>autonomous group</i>) sehingga semua hambatan yang diidentifikasi dari tinjauan literatur yang luas sangat penting dan organisasi harus memperhatikan seluruh hal tersebut. Hambatan dari kurangnya komitmen manajemen puncak terhadap LSS dan AM serta kurangnya budaya organisasi yang mendukung memiliki kekuatan pendorong tertinggi dan ketergantungan yang paling sedikit sehingga membuat landasan kerangka kerja yang menyebarkan hambatan yaitu sumber daya yang tidak mencukupi (teknik, keuangan, manusia); kurang komunikasi; mengubah resistensi; kurangnya komitmen manajemen dan kepemimpinan; kurangnya pemahaman bersama. Hambatan yang disebutkan lebih lanjut menyebabkan kurang keterlibatan

No	Penulis	Judul	Metode	Hasil
				karyawan; kurangnya pelatihan dan pengembangan keterampilan; ketidakcocokan lean dengan sistem bonus, penghargaan atau insentif perusahaan; keengganan berinvestasi dalam menerapkan perubahan; infrastruktur yang buruk; kurangnya waktu khusus untuk proyek. Yang akan menyebabkan kurangnya kualitas data yang baik, kurangnya Keterampilan teknis, kurangnya pemahaman tentang manfaat dari perubahan, kurangnya Ahli <i>Lean Six Sigma</i> dalam Organisasi; pemilihan proyek yang buruk yang menyebabkan kurangnya kolaborasi dengan pelanggan dan kurangnya keterlibatan pemasok.

2.2 *Lean Manufacturing*

Sebuah konsep yang cukup populer dalam dunia otomotif muncul pertama kali diterapkan oleh Henry Ford pada tahun 1910. Henry Ford merupakan pendiri dari Ford Motor Company. Konsep tersebut mengacu pada pendekatan *assembly line* yang telah digunakan secara *continuous flow* untuk memproduksi mobil-mobil buatan Ford. Dalam pelaksanaannya, konsep tersebut telah berhasil mengurangi biaya produksi untuk mobil Ford. Akan tetapi, masih terdapat beberapa kekurangan dari konsep tersebut. Kekurangan dari konsep tersebut adalah bahwa Ford sangat mengandalkan performa dari mesin produksi, di mana mesin-mesin tersebut terus beroperasi dan memproduksi barang tanpa memperkirakan jumlah barang yang telah diproduksi. Hal tersebut membuat Ford harus menyimpan stok mobil baik yang sudah jadi (*finished goods*) maupun mobil yang masih dalam proses (*work in process*) dalam jumlah yang cukup besar. Hal ini berdampak pada pemborosan bagi perusahaan. Konsep tersebut juga memiliki kekurangan dalam hal pengelolaan sumber daya manusia yang menyebabkan kurangnya motivasi pekerja dalam perusahaan tersebut.

Sekitar satu abad setelah Henry Ford memunculkan konsep metode produksi *assembly line* untuk industri manufakturnya, perusahaan produksi mobil asal Jepang turut melakukan pembaharuan konsep tersebut. Perusahaan asal Jepang mengkaji konsep tersebut dengan lebih detail dan mampu menemukan penyebab dari kekurangan-kekurangan yang ada pada konsep yang ditemukan oleh Henry Ford sehingga perusahaan tersebut dapat menemukan sebuah cara untuk mengatasi permasalahan dari konsep yang pertama kali diusung oleh

Henry Ford tersebut. Pada tahun 1940, konsep *lean* akhirnya diterapkan dalam Toyota *Production System* (TPS) untuk pertama kalinya. Taiichi Ohno bersama Dr. Shigeo Shingo merupakan tokoh-tokoh yang mengkaji ulang dan menerapkan sistem TPS ini yang pada akhirnya dikenal sebagai *lean manufacturing*. *Lean manufacturing* merupakan pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan melalui perbaikan terus-menerus untuk mencapai sebuah kesempurnaan (Womack et al., 1990). *Lean manufacturing* memainkan peran penting untuk menghilangkan pemborosan, optimalisasi, pemantauan proses, dan keterlibatan orang (McDonald et al., 2002). *Lean* adalah metode untuk meminimalisasi limbah secara sistematis (Thomas et al., 2018). *Lean* merupakan metode perbaikan berkelanjutan yang dapat mengidentifikasi dan mengurangi aktivitas non-nilai tambah atau pemborosan. Filosofi *lean* dikembangkan berdasarkan pada *Toyota Production System* (TPS) yang menghasilkan produk sesuai dengan kebutuhan pelanggan dengan pemborosan yang minimal (Shingo, 1996; Ali et al., 2020; Zahraee et al., 2020).

Menurut Gaspersz (2011), *Lean Manufacturing* merupakan suatu upaya terus menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) yang terjadi di sebuah perusahaan industri dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk baik barang maupun jasa agar memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*). *Lean Manufacturing* bertujuan untuk meningkatkan *customer value* secara terus menerus melalui peningkatan yang berkelanjutan terhadap rasio antara nilai tambah terhadap *waste* (*the value to waste ratio*). *Lean Manufacturing* berfungsi sebagai sebuah *tool* manajemen untuk mengurangi pemborosan atau *waste* dalam proses produksi dan memberikan nilai tambah (*value added*) yang berarti bagi pelanggan sehingga dapat meningkatkan nilai produk di mata pelanggan (Gaspersz, 2011).

Lean manufacturing merupakan sebuah metode yang berasal dari Jepang yang berfokus pada 3M (Muda, Mura, Muri). “Muda” untuk pemborosan yang terjadi dalam proses. “Mura” untuk ketidakkonsistenan dalam produk, proses, dan sistem. “Muri” untuk beban kerja para pekerja yang berlebihan. “Muda” artinya *waste* atau pemborosan. “Muda” secara khusus berfokus pada aktivitas yang akan dihilangkan. Limbah secara luas didefinisikan sebagai segala sesuatu yang menambah biaya pada produk tanpa menambah nilai (Gaspersz, 2011).

Berdasarkan jenis penerapannya, *lean* terbagi menjadi tiga, yaitu *lean manufacture*, *lean service*, dan *lean enterprise*. *Lean manufacture* merupakan *lean* yang diterapkan pada proses manufaktur. *Lean service* merupakan *lean* yang diterapkan pada bidang jasa. Sedangkan *lean enterprise* merupakan *lean* yang diterapkan pada seluruh aspek perusahaan. Namun seluruh

jenis *lean* tersebut tetap memiliki tujuan yang sama yaitu menghilangkan *waste* yang terjadi pada suatu area penerapannya. *Lean* yang paling sering diterapkan untuk saat ini adalah *lean manufacturing*. Hal ini dikarenakan sebuah perusahaan merasa bahwa jenis *waste* atau pemborosan terbanyak terdapat pada proses manufaktur.

Dalam penerapan konsep *lean*, Womack dan Jones (2003) menjelaskan terdapat lima prinsip dasar *lean*, yaitu:

1. *Identify the Product Value*: Mengidentifikasi nilai produk (baik barang maupun jasa) berdasarkan perspektif pelanggan, di mana pelanggan menginginkan produk berkualitas dengan harga yang kompetitif dan pengiriman tepat waktu.
2. *Identify the Whole Value Stream*: Mengidentifikasi *value stream process mapping* (pemetaan proses pada *value stream*) untuk setiap produk baik barang maupun jasa.
3. *Process Flow*: Menghilangkan pemborosan atau *waste* pada semua proses *value stream* yang tidak menghasilkan nilai tambah.
4. *Pull System*: Mengatur agar produk, informasi, dan material dapat berjalan secara lancar dan efisien selama proses *value stream*.
5. *Perfection*: Mencari alat dan teknik peningkatan (*improvement tools and techniques*) untuk mencapai kualitas terbaik dengan cara peningkatan secara terus menerus.

Menurut Hines & Taylor (2000), berikut ini merupakan jenis-jenis aktivitas yang terjadi di dalam sebuah organisasi, yaitu:

1. *Value Added*: Kegiatan dalam proses produksi yang memberikan nilai tambah pada suatu produk atau jasa sehingga pelanggan rela untuk membayar aktivitas tersebut.
2. *Non-Value Added*: Kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah apapun pada suatu produk atau jasa selama proses produksi. Aktivitas ini merupakan *waste* yang harus dihilangkan. Contoh dari aktivitas ini adalah pemindahan barang atau material.
3. *Necessary Non-Value Added*: Kegiatan ini merupakan kegiatan yang tidak ada penambahan nilai pada produk atau jasa tetapi aktivitas yang dilakukan tetap diperlukan. Contoh dari aktivitas ini adalah inspeksi.

2.3 *Lean Management and Sustainability*

Analisis literatur yang mencakup topik penelitian ini diambil secara keseluruhan memungkinkan tiga jalur penelitian terkait dengan tiga aspek kunci yang termasuk dalam konsep keberlanjutan atau *sustainability*, yaitu lingkungan atau ekologi, ekonomi, dan sosial.

Dalam hal ini, keberlanjutan atau *sustainability* di tingkat bisnis adalah memenuhi kebutuhan pemangku kepentingan perusahaan langsung dan tidak langsung tanpa

mengurangi kemampuannya untuk memenuhi kebutuhan pemangku kepentingan di masa depan juga. Menurut definisi tersebut, tiga elemen utama keberlanjutan (*sustainability*) dapat diidentifikasi dengan cara memadukan aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial dalam “*triple bottom line*” (Dyllick dan Hockerts, 2002).

2.3.1 *Lean Management and Environmental Sustainability*

Praktik berkelanjutan, pada dasarnya dari perspektif lingkungan dikategorikan sebagai pencegahan pencemaran dan pengendalian pencemaran (Rothenberg et al., 2001). Praktik pencegahan polusi bersifat proaktif dan berusaha membuat perubahan mendasar dalam prosesnya untuk mengurangi kerusakan lingkungan. Praktik-praktik ini juga mendatangkan cukup banyak sumber daya dalam hal waktu dan uang dalam pelaksanaannya. Aktivitas pengendalian pencemaran, di sisi lain, bersifat reaktif dalam arti bahwa mereka berusaha membuat perubahan kecil dalam struktur sumber daya perusahaan dan mengeluarkan biaya yang minimal untuk diterapkan. Hal ini dilakukan untuk mengatasi dampak kerusakan lingkungan yang sudah terjadi (Albertini, 2013). Ada juga cara lain untuk menganalisis praktik berkelanjutan. Etzion (2007) mengategorikan praktik berkelanjutan dalam desain lingkungan, limbah lingkungan, dan praktik daur ulang lingkungan. Berbagai peneliti juga telah mengeksplorasi hubungan sistem *lean* dan berkelanjutan. Misalnya, Mollenkopf et al. (2010) mempropagandakan bahwa memasukkan prinsip-prinsip *lean* ke dalam budaya kerja mereka melengkapi kinerja lingkungan mereka. King dan Lenox (2001) menjelaskan sinkronisasi dengan menyarankan bahwa sistem *lean* mempermudah perusahaan untuk mengidentifikasi peluang perbaikan berkelanjutan dengan menyebarkan kesadaran di antara karyawan dan meningkatkan arus informasi.

Sistem dan pemikiran *lean* berakar pada *Toyota Production System* (TPS) di mana konsep tersebut dikembangkan menjadi sistem inovatif melalui penerapannya yang berhasil untuk mengatasi kelangkaan sumber daya dan persaingan domestik (Hines et al., 2004). Penghapusan tujuh jenis pemborosan: produksi berlebih, persediaan berlebih, gerakan yang tidak perlu, masalah transportasi, pemrosesan berlebih, waktu tunggu, dan cacat (Suzaki, 1997). Saat ini praktik *lean* tidak hanya diterapkan untuk menghilangkan pemborosan, tetapi untuk menciptakan dan meningkatkan nilai pelanggan dalam proses menghilangkan pemborosan (Womack dan Jones, 1994). Selain itu, penerapan *lean* juga dapat berdampak pada aspek lingkungan. Praktik *lean* mengarah pada pengurangan polusi melalui pendekatan yang melekat untuk menghilangkan limbah. Dengan menerapkan pendekatan *lean*, biaya pengelolaan lingkungan berkurang, yang berkontribusi pada penghapusan hambatan untuk

tindakan pengurangan polusi yang secara tradisional dianggap mahal (King dan Lenox, 2001). *Lean manufacturing* terus menerus meningkatkan efisiensi sumber daya dengan mengurangi penggunaan bahan dan konsumsi energi dan akhirnya mengarah pada pengurangan pencemaran lingkungan (Rothenburg et al., 2001; Larson dan Greenwood, 2004; Das, 2018).

Lean management bermanfaat untuk mengadopsi prinsip lingkungan dan meningkatkan hasil terhadap lingkungan. *Lean management* membawa perbaikan pada hasil terhadap lingkungan, terutama yang terkait dengan efisiensi sumber daya dan mencegah pencemaran lingkungan (Rothenberg et al., 2001). Meskipun hasilnya masih belum konklusif dikarenakan kompleksitas yang ditimbulkan oleh hubungan ini, karena sangat bergantung pada prinsip dan praktik atau alat atau teknik *lean* seperti pada indikator kinerja lingkungan utama yang digunakan dalam penelitian (Sawhney et al., 2007). Menariknya, berdasarkan studi kasus dan wawancara yang telah dilakukan dalam beberapa penelitian menunjukkan bahwa seiring berjalannya waktu, penerapan *lean* dapat menciptakan *platform* yang efektif untuk menangani tujuan keberlanjutan (*sustainability objectives*) seperti menghilangkan risiko lingkungan dan mengatasi dampak lingkungan di seluruh siklus hidup produk atau layanan. Produktivitas sumber daya yang ramping (efisiensi) mendorong budaya dan metode organisasi yang memungkinkan transisi yang mulus ke pemikiran “efektivitas lingkungan” (See McDonough & Braungart, 2002). Penerapan *lean management* telah menghasilkan banyak perbaikan terhadap aspek lingkungan secara tidak langsung, karena tidak ada fokus strategis yang digunakan ketika mengintegrasikan prinsip *lean* dan lingkungan (Larson & Greenwood, 2004; Moreira et al., 2010). Penerapan fokus *lean* dan lingkungan harus didekati secara bersama sehingga setiap konflik dapat dikelola dan terdapat kemajuan dalam mencapai hasil yang berkelanjutan di dua bidang yaitu ekonomi dan lingkungan.

Dalam banyak kasus, perbaikan lingkungan yang dihasilkan dari penerapan *lean* tampaknya merupakan perbaikan yang tidak mungkin menjadi kasus bisnis yang kuat jika tidak ada inisiatif *lean*. Misalnya, perwakilan Goodrich mengindikasikan bahwa jika kasus bisnis untuk mengembangkan mesin cuci suku cadang berukuran tepat, bilik cat, dan rendaman perawatan kimia didasarkan pada faktor perbaikan lingkungan seperti pengurangan penggunaan bahan kimia, limbah berbahaya, dan emisi udara, mereka tidak akan memiliki telah dilakukan. Dalam kenyataannya, manfaat lingkungan tidak diperhitungkan dalam pembuatan kasus bisnis. Meningkatkan "aliran dan keterkaitan" dalam proses produksi, dan mengurangi modal dan intensitas waktu produksi, membayangi

manfaat lainnya, menciptakan kasus yang menarik untuk konversi ke lingkungan manufaktur seluler yang berukuran tepat. Penghematan biaya operasional, seperti pengurangan penggunaan bahan kimia atau material dan pengurangan biaya pembuangan limbah, mungkin signifikan, tetapi secara signifikan lebih kecil daripada keuntungan bisnis yang diperoleh dari pengurangan modal dan intensitas waktu produksi. Dengan kata lain, kasus bisnis untuk perubahan tidak masuk melalui “*green door*” (US EPA, 2003).

2.3.2 *Lean Management and Economic Sustainability*

Dampak yang dihasilkan *lean management* terhadap hasil adalah fenomena kompleks yang tidak dapat disederhanakan menjadi hanya dua keadaan yaitu hasil yang berkelanjutan dan hasil yang tidak berkelanjutan, tetapi mungkin ada sejumlah kondisi di antara dua keadaan tersebut (Bateman & David, 2002). Faktor manusia dan perubahan budaya sangat penting untuk mempertahankan hasil dari implementasi *lean management* (Bateman, 2005; Lucey et al., 2005). Dalam hal ini, kurangnya hasil dari keberlanjutan atau *sustainability* dapat disebabkan karena kurangnya fokus yang ketat pada praktik dan alat atau teknik tertentu terhadap perubahan budaya dan organisasi yang ditimbulkan oleh *lean management*, dengan tidak memahami *lean management* sebagai sistem manajemen yang komprehensif atau oleh cacat (*defects*) dalam pemantauan dan pengendalian hasil *lean management* (Jørgensen et al., 2007; Ho, 2010; Sawhney et al., 2010).

Salah satu aspek yang menarik minat para peneliti adalah identifikasi faktor-faktor yang menjelaskan keberlanjutan operasional dan hasil keuangan yang dihasilkan dari implementasi *lean management* dalam jangka menengah dan panjang (Bateman & David, 2002; Lucey et al., 2005; Moyano-Fuentes dan Sacristán-Díaz, 2012). Agar hasil yang dicapai oleh *lean* dapat dipertahankan dari waktu ke waktu, penulis menekankan kepentingan yang harus diberikan pada kondisi titik berangkat dan lingkungan / konteks serta pendekatan strategis harus digunakan saat mengadopsi *lean management* (Hines et al., 2008; Sawhney et al., 2010). Penulis lain menyatakan bahwa penggunaan sistem keuangan tradisional dan akibat kurangnya pemantauan dan evaluasi hasil *lean* inilah yang menjelaskan fakta bahwa perusahaan tidak memperoleh hasil yang stabil dari *lean management* (Maskell & Baggaley, 2003; Fullerton & Wempe, 2009). Penerapan *lean* juga dapat mengurangi upaya marjinal dan biaya penerapan kegiatan keberlanjutan, seperti *Design for Environment and Extended Producer Responsibility*, untuk menghilangkan dampak lingkungan pada tahap desain produk dan untuk mengelola produk di akhir penggunaan produktifnya (US EPA, 2003; Martínez-Jurado & Moyano-Fuentes, 2014).

2.3.3 *Lean Management and Social Sustainability*

Lean tidak hanya memberikan nilai yang lebih besar bagi perusahaan yang telah menerapkan konsep tersebut, namun juga berkontribusi pada kesejahteraan sosial (Moreira et al., 2010; Taubitz, 2010). Faktanya, tidak cukup bagi perusahaan *lean* untuk mencapai hasil yang lebih baik; mereka juga harus terlihat mengelola bisnis mereka secara bertanggung jawab, dan menyadari dampak aktivitas mereka terhadap masyarakat (Mason et al., 2008). Faktanya, para pekerja di perusahaan *lean* memikul tanggung jawab yang melampaui tugas-tugas produksi dan cara mereka diberi kompensasi lebih didasarkan pada kemampuan mereka daripada jumlah operasi yang mereka lakukan. Inilah mengapa, secara umum, *lean* memiliki efek positif pada sikap pekerja (Womack dan Jones, 1996).

2.4 Pendorong dan Hambatan dalam Penerapan *Lean Manufacturing*

UKM sangat penting dalam penciptaan nilai dalam ekonomi dunia. UKM digambarkan sebagai dinamika inovasi, daya saing, dan lapangan pekerjaan. Bhasin berpendapat bahwa praktik internal *lean manufacturing* (seperti mesin, sumber daya manusia dan waktu manajemen) di UKM lebih dapat diterapkan daripada praktik eksternal (seperti manajemen pelanggan dan pemasok) (Bhasin, 2012). Prajogo dan Johnston menyatakan bahwa integrasi pendukung eksternal dan internal untuk memulai adopsi *lean* adalah penting. Secara keseluruhan, mengenali dan memeringkat pendukung *lean*, oleh karena itu, sangat penting untuk transmisi *lean* yang efektif dalam UKM (Prajogo dan Johnston, 2001).

Menurut studi de Antosz et Stadnicka (2017) terdapat 42% UKM yang telah mencoba untuk menerapkan *lean* dan hanya 56% dari UKM tersebut yang menetapkan target aplikasi *lean* untuk semua layanan (sampel mencakup 49 UKM di sektor otomotif dan kedirgantaraan di Podkarpackie Voivodship – Polandia). Meskipun penerapan *lean* berhasil, banyak hambatan yang muncul dalam implementasi *lean manufacturing*. Hambatan ini dapat sangat memengaruhi penerapan *lean manufacturing* dan akan bertolak belakang dengan kinerjanya jika tidak diperhitungkan dan memahaminya secara akurat, mencari tahu penyebabnya, dan mengukur dampaknya dari penerapan *lean manufacturing* tersebut.

Menurut Salonitis & Tsinopoulos (2016), penggerak utama perusahaan untuk mengimplementasikan *lean manufacturing* adalah untuk meningkatkan pangsa pasar, untuk meningkatkan fleksibilitas, kebutuhan untuk bertahan hidup dari kendala internal, pengembangan indikator kinerja utama, keinginan untuk menerapkan praktik yang lebih baik, bagian dari program berkelanjutan organisasi, mendorong perusahaan untuk fokus kepada pelanggan. Sedangkan hambatan yang dapat menghalangi perusahaan dalam

mengimplementasikan *lean manufacturing* adalah jika dilihat dari segi keuangan yaitu perlunya investasi atau biaya yang tinggi. Jika dilihat dari sisi *top management* yaitu komitmen yang buruk dari atas karena pengetahuan atau pemahaman yang buruk dan kepercayaan yang buruk pada metode *lean*. Jika dilihat dari sisi tenaga kerja yaitu komitmen yang buruk karena ketakutan karyawan akan PHK, perubahan yang tidak diberitahukan oleh pihak *top management*, pengetahuan atau pemahaman yang buruk akan metode *lean*. Sedangkan hambatan lainnya adalah gangguan karena terlalu fokus pada proyek atau permasalahan lainnya, lokasi produksi yang terlalu banyak, dan kesulitan di awal dalam mengukur keuntungan atau manfaat dari metode *lean*. Bajjou dan Chafi (2018) mengelompokkan hambatan tersebut menjadi tiga kategori berbeda, yaitu hambatan ekonomi, hambatan manajerial dan teknis, serta hambatan sosial. Hambatan ekonomi yang dimaksud adalah seperti halnya sumber daya yang terbatas. Hambatan manajerial dan teknis yang dimaksud adalah kurangnya perencanaan, kurangnya keahlian, kurangnya komitmen dari *top management*, kurangnya perspektif strategis, dan kesalahpahaman mengenai *lean manufacturing* itu sendiri. Sedangkan hambatan sosial adalah resistensi terhadap perubahan. Rangkuman faktor-faktor yang dapat menjadi pendorong maupun penghambat dalam menerapkan *lean* dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2

Faktor Pendorong dan Penghambat Implementasi *Lean*

No.	<i>Drivers</i>	<i>Barriers</i>
1.	Meningkatkan pangsa pasar.	Perlu biaya yang tinggi.
2.	Kebutuhan untuk bertahan dari permasalahan internal.	Komitmen yang kurang baik.
3.	Pengembangan indikator kinerja.	Pengetahuan yang kurang akan <i>lean</i> .
4.	Keinginan untuk menerapkan praktik yang lebih baik.	Kepercayaan yang kurang akan <i>lean</i> .
5.	Keberlangsungan perusahaan.	Sumber daya yang terbatas.
6.	Mendorong perusahaan untuk fokus kepada pelanggan.	Kurangnya perencanaan adopsi <i>lean</i> .
7.	Perbaikan terus menerus.	Kurangnya keahlian akan <i>lean</i> .
8.	Lingkungan kerja yang kondusif.	Resistensi/penolakan terhadap perubahan.
9.	Permintaan dari pelanggan untuk lebih baik.	

Sumber: Salonitis & Tsinopoulos (2016)

2.5 Waste atau Pemborosan

Menurut Vincent Gaspersz (2011) dalam bukunya yang berjudul "*Lean Six Sigma*", pada dasarnya dikenal dua kategori utama pemborosan, yaitu *Type One Waste* dan *Type Two*

Waste. Type One Waste merupakan aktivitas kerja yang tidak menciptakan nilai tambah dalam proses transformasi *input* mejadi *output* sepanjang *value stream*, namun aktivitas itu pada saat sekarang tidak dapat dihindarkan karena berbagai alasan. Misalnya, aktivitas inspeksi dan penyortiran dari perspektif *lean* merupakan aktivitas tidak bernilai tambah sehingga merupakan *waste*, namun pada saat sekarang kita masih membutuhkan inspeksi dan penyortiran karena mesin dan peralatan yang digunakan sudah tua sehingga tingkat keandalannya berkurang. Dalam konteks ini, aktivitas inspeksi dan penyortiran dikategorikan sebagai *Type One Waste*. Dalam jangka panjang, *Type One Waste* harus dapat dihilangkan atau dikurangi.

Type One Waste sering disebut sebagai *Incidental Activity* atau *Incidental Work* yang termasuk ke dalam aktivitas tidak bernilai tambah (*non-value-adding work or activity*). *Type Two Waste* merupakan aktivitas yang tidak menciptakan nilai tambah dan dapat dihilangkan dengan segera. Misalnya, menghasilkan produk cacat (*defect*) atau melakukan kesalahan (*error*) yang harus dapat dihilangkan dengan segera. *Type Two Waste* ini sering disebut sebagai *waste* saja, karena benar-benar merupakan pemborosan yang harus dapat diidentifikasi dan dihilangkan dengan segera.

Menurut Heizer dan Render (2009), pemborosan terjadi pada proses bisnis pabrik yang sering ditemukan seperti produk cacat, kelebihan persediaan, pemborosan waktu, dan sebagainya. Menurut Gaspersz dan Fontana (2011), *waste* atau pemborosan merupakan aktivitas kerja yang tidak bernilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream*. Sedangkan menurut Taiichi Ohno (1988), terdapat tujuh jenis *waste* yang sering terjadi di dalam proses produksi, yaitu:

1. *Waste of Transportation* (Pemborosan Transportasi)

Pemborosan transportasi sering terjadi dikarenakan desain tata letak produksi yang kurang efisien sehingga membutuhkan proses pemindahan barang dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja yang lain.

2. *Waste of Inventory* (Pemborosan Stok)

Pemborosan stok merupakan *waste* berupa penyimpanan barang yang berlebih sebagai dampak dari produksi barang yang berlebih, serta *delay* informasi produk atau material yang mengakibatkan peningkatan biaya dan penurunan kualitas pelayanan terhadap konsumen. Bila terjadi pemborosan stok, maka jumlah barang jadi (*finished goods*), barang setengah jadi (*work in process*), dan bahan mentah menjadi terlalu banyak. Hal ini akan menyebabkan diperlukannya pengadaan tempat penyimpanan yang lebih banyak pula.

3. *Waste of Motion* (Pemborosan Gerakan)

Pemborosan ini terjadi dikarenakan terdapat pergerakan atau aktivitas dari sumber daya manusia maupun mesin yang tidak diperlukan karena tidak adanya penambahan nilai terhadap produk. Pemborosan gerakan akan menyebabkan aliran produksi menjadi terganggu karena penggunaan waktu yang tidak efisien.

4. *Waste of Waiting* (Pemborosan Waktu Menunggu)

Pemborosan ini terjadi akibat dari penggunaan waktu yang tidak efisien. Waktu berupa ketidakaktifan dari pekerja, material, informasi, atau produk dalam jangka waktu yang cukup lama sehingga mengakibatkan aliran proses menjadi terganggu dan memperpanjang *lead time*.

5. *Waste of Overprocessing* (Proses yang Berlebihan)

Pemborosan yang terjadi karena terdapat proses yang berlebihan yang tidak memberikan nilai tambah pada produk maupun pelanggan.

6. *Waste of Overproduction* (Produksi yang Berlebihan)

Pemborosan yang disebabkan karena produksi yang berlebihan melampaui jumlah yang telah direncanakan sebelumnya. Pemborosan ini akan mengakibatkan banyaknya sumber daya yang terbuang sia-sia karena produk yang dihasilkan tidak dapat terjual.

7. *Waste of Defect* (Pemborosan Kerusakan Produk)

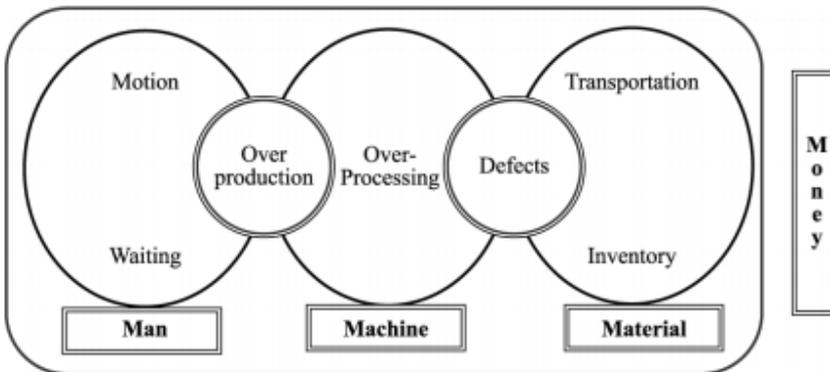
Pemborosan kerusakan produk terjadi karena adanya produk yang rusak atau cacat ketika proses produksi atau tidak lolos inspeksi kualitas sehingga tidak bisa dijual atau didistribusikan ke pelanggan. Perusahaan harus mengeluarkan biaya tambahan serta waktu dan tenaga sumber daya manusia untuk memperbaiki barang yang rusak tersebut.

2.6 *Waste Assessment Model* (WAM)

Menurut Rawabdeh (2005), *Waste Assessment Model* (WAM) adalah sebuah model yang dikembangkan untuk menyederhanakan proses pencarian dari permasalahan *waste* dan mengidentifikasi dalam mengeliminasi *waste*. Penggunaan metode ini bertujuan bukan hanya untuk membantu mengidentifikasi *waste*, namun juga untuk mengukur hubungan dan dampak yang terjadi.

Ketujuh pemborosan juga dapat dikategorikan menjadi tiga kelompok utama yang berkaitan dengan manusia, mesin dan material melalui kegiatan atau kondisi yang memengaruhi keempat, yaitu uang. Kelompok manusia berisi *waste of motion*, *waiting*, dan *overproduction*; kelompok mesin berisi *waste of overproduction*; dan kelompok material berisi *waste of transportation*, *inventory*, dan *defects*. Namun, manusia dan material saling

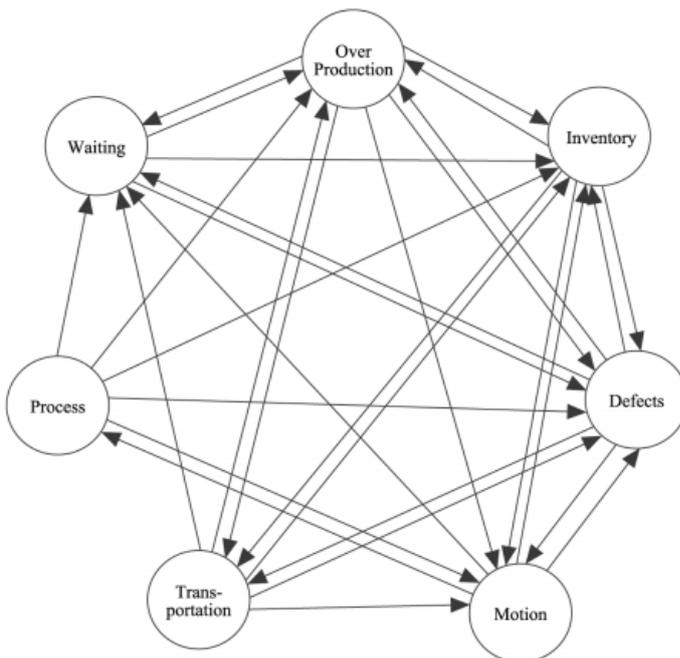
tumpang tindih dalam *waste of overproduction*, sementara mesin dan material saling tumpang tindih dalam *waste of defects*. Gambar 2.1 berikut menunjukkan klasifikasi ini.



Gambar 2.1 Model dasar hubungan antar waste
Sumber: Rawabdeh (2005)

2.6.1 Seven Waste Relationship

Setiap *waste* memiliki hubungan satu sama lain, di mana hubungan ini disebabkan oleh pengaruh dari setiap *waste* yang dapat muncul baik secara langsung maupun tidak langsung. Hubungan antar setiap *waste* dapat disimbolkan dengan menggunakan huruf pertama pada tiap *waste* (Rawabdeh, 2005). O untuk *overproduction*, I untuk *inventory*, D untuk *defect*, M untuk *motion*, P untuk *process*, T untuk *transportation*, dan W untuk *waiting*. Setiap hubungan ditandai dengan simbol (*underscore*), seperti O_I berarti terdapat efek secara langsung dari *overproduction* terhadap *inventory*. Berikut ini gambar yang menampilkan *waste* yang memengaruhi dan dipengaruhi oleh *waste* yang lain (Rawabdeh, 2005).



Gambar 2.2 Hubungan keterkaitan antar seven waste
Sumber: Rawabdeh (2005)

Setiap jenis *waste* memiliki hubungan keterkaitan satu sama lain yang disebabkan oleh pengaruh setiap jenis *waste* terhadap jenis *waste* lainnya yang dapat muncul secara langsung maupun tidak langsung. Tabel 2.3 berikut ini menjelaskan hubungan keterkaitan antar *waste* (Rawabdeh, 2005).

Tabel 2.3
Penjelasan Keterkaitan Antar *Waste*

Jenis Hubungan	Keterangan
Overproduction	
O_I	<i>Overproduction</i> menghabiskan dan membutuhkan sejumlah bahan baku lebih besar yang menyebabkan stok bahan baku dan memproduksi dengan lebih banyak proses kerja yang memakan ruang lantai dan ada juga yang dianggap sebagai bentuk sementara <i>inventory</i> yang tidak memiliki pembeli.
O_D	Ketika operator memproduksi lebih banyak, kekhawatiran mereka terhadap kualitas suku cadang yang diproduksi akan berkurang, karena memiliki material yang cukup untuk mengganti yang cacat.
O_M	<i>Overproduction</i> menyebabkan perilaku non ergonomis, yang menyebabkan metode kerja yang tidak terstandarisasi dengan sejumlah pergerakan yang berlebihan
O_T	<i>Overproduction</i> menyebabkan peningkatan upaya transportasi yang lebih tinggi mengikuti material yang berlimpah/berlebihan.
O_W	Saat memproduksi lebih banyak, sumber daya yang digunakan akan memproses dalam waktu yang lebih lama, sehingga meningkatkan waktu tunggu pelanggan dan meningkatkan <i>inventory</i> .
Inventory	
I_O	Tingkat bahan baku yang lebih tinggi di toko dapat mendorong pekerja untuk bekerja lebih banyak, sehingga dapat meningkatkan profitabilitas perusahaan.
I_D	Peningkatan persediaan (RM, WIP dan FG) akan meningkatkan probabilitas cacat dikarenakan kurangnya perhatian dan kondisi penyimpanan yang tidak sesuai.
I_M	Meningkatnya persediaan akan meningkatkan waktu untuk proses pencarian, pemilihan, menggenggam, mencapai, pemindahan dan penanganan.
I_T	Persediaan yang meningkat terkadang menghalangi lorong ruang produksi yang ada, sehingga aktivitas produksi lebih banyak memakan waktu transportasi.
Defects	
D_O	Perilaku <i>overproduction</i> muncul untuk mengatasi kekurangan akibat cacat.
D_I	Memproduksi komponen yang rusak yang perlu dikerjakan ulang berarti bahwa tingkat WIP yang meningkat ada dalam bentuk persediaan.
D_M	Memproduksi cacat meningkatkan waktu pencarian, seleksi, dan pemeriksaan bagian, belum lagi pembuatan ulang yang membutuhkan keterampilan pelatihan yang lebih tinggi.

Jenis Hubungan	Keterangan
D_T	Memindahkan bagian yang rusak ke stasiun pengerjaan ulang akan meningkatkan intensitas transportasi (arus balik) yaitu aktivitas transportasi yang boros.
D_W	Pengerjaan ulang akan menambah waktu proses stasiun kerja sehingga komponen baru yang masuk akan menunggu untuk diproses.
Motion	
M_I	Metode kerja yang belum terstandarisasi akan menghasilkan jumlah pekerjaan yang banyak.
M_D	Kurangnya pelatihan dan standarisasi menyebabkan peningkatan pada prosentase cacat.
M_P	Bila pekerjaan tidak distandarisasi, <i>waste</i> dari proses akan meningkat karena kurangnya pemahaman akan kapasitas teknologi yang ada.
M_W	Bila standar tidak diatur, waktu yang akan dikonsumsi dalam proses mencari, menggenggam, bergerak, merakit, yang berakibat pada peningkatan waktu tunggu komponen yang diproses.
Transportation	
T_O	Item diproduksi lebih dari yang dibutuhkan berdasarkan kapasitas sistem penanganan sehingga meminimalkan biaya pengangkutan per unit.
T_I	Kurangnya jumlah peralatan penanganan material (<i>Material Handling Equipment</i>) menyebabkan lebih banyak persediaan yang dapat memengaruhi proses lainnya.
T_D	MHE memainkan peran penting dalam <i>waste</i> transportasi. MHE yang tidak sesuai kadangkala dapat merusak barang yang pada akhirnya cacat.
T_M	Bila barang diangkut ke mana-mana, ini berarti probabilitas yang lebih tinggi dari <i>waste</i> pergerakan yang dipresentasikan dengan penanganan dan penelusuran ganda.
T_W	Jika MHE tidak mencukupi, ini berarti barang akan tetap menganggur, menunggu untuk diangkut.
Process	
P_O	Untuk mengurangi biaya operasi per mesin, mesin didorong untuk beroperasi satu <i>shift</i> penuh, yang akhirnya menghasilkan kelebihan produksi.
P_I	Menggabungkan operasi dalam satu sel akan menurunkan jumlah WIP karena menghilangkan <i>buffer</i> .
P_D	Jika mesin tidak terpelihara dengan baik akan mengasilkan barang cacat.
P_M	Teknologi baru yang kurang pelatihan akan menciptakan <i>waste</i> pada pergerakan manusia.
P_W	Bila teknologi yang digunakan tidak sesuai, waktu pemasangan dan <i>downtime</i> yang terjadi akan menyebabkan waktu tunggu yang lebih lama.
Waiting	
W_O	Saat mesin menunggu karena pemasoknya melayani pelanggan lain, mesin ini terkadang terpaksa menghasilkan lebih banyak, hanya untuk membuatnya tetap beroperasi.

Jenis Hubungan	Keterangan
W_I	Menunggu berarti lebih banyak item dari pada yang dibutuhkan pada titik tertentu, baik itu RM, WIP, atau FG.
W_D	<i>Waiting items</i> dapat menyebabkan kerusakan karena kondisi yang tidak sesuai.

Sumber: Rawabdeh (2005)

Proses identifikasi dan mengeliminasi *waste* bukanlah hal yang mudah untuk dilakukan. Hubungan antar setiap jenis *waste* memiliki bobot yang berbeda. Dibutuhkan penilaian untuk mengetahui bobot dari setiap pola yang terjadi di antara *waste* tersebut. Untuk menghitung kekuatan hubungan antar setiap *waste*, dikembangkan suatu metode pengukuran dengan kuesioner. Dalam menghitung kekuatan dari *seven waste relationship*, dikembangkan sebuah kriteria pengukuran berdasarkan kuesioner yang terdiri dari enam pertanyaan dengan setiap jawaban yang memiliki rentang bobot 0 sampai 4. Tabel 2.4 berikut ini menunjukkan kriteria pengukuran berdasarkan kuesioner dikembangkan untuk mengukur kekuatan dari hubungan antar *waste* (Rawabdeh, 2005).

Tabel 2.4

Kriteria untuk Pembobotan Kekuatan *Waste Relationship*

No.	Pertanyaan	Bobot
1.	Apakah i mengakibatkan atau menghasilkan j?	
	a. Selalu	4
	b. Kadang-kadang	2
	c. Jarang	0
2.	Bagaimana jenis hubungan antara i dan j?	
	a. Jika i naik, maka j naik	4
	b. Jika i naik, j pada <i>level</i> konstan	2
	c. Tidak tentu, tergantung keadaan	0
3.	Dampak j dikarenakan oleh i?	
	a. Terlihat langsung dan jelas	4
	b. Butuh waktu agar terlihat	2
	c. Tidak terlihat	0
4.	Menghilangkan akibat i pada j dicapai dengan cara?	
	a. Metode <i>engineering</i>	4
	b. Sederhana dan langsung	2
	c. Solusi instruksional	0
5.	Dampak j dikarenakan oleh i berpengaruh kepada?	
	a. Kualitas produk	1
	b. Produktivitas sumber daya	1
	c. <i>Lead time</i>	1
	d. Kualitas dan produktivitas	2
	e. Produktivitas dan <i>lead time</i>	2
	f. Kualitas dan <i>lead time</i>	2
	g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	4

Keterangan: i merupakan suatu jenis *waste* yang berdampak pada jenis *waste* j lainnya.

Hasil pembobotan kekuatan keterkaitan antar *waste* dihitung seperti contoh pada Tabel 2.5 berikut ini.

Tabel 2.5
Contoh Perhitungan Keterkaitan Antar *Waste*

Keter- kaitan	1		2		3		4		5		Skor
	Jwb	Bbt									
O_I	a	4	a	2	a	4	a	2	f	2	18
O_D	b	2	c	0	b	2	b	1	a	1	6

Penilaian kuesioner dari pihak perusahaan untuk hubungan keterkaitan antar *waste* kemudian dikonversi ke dalam simbol. Hasil yang didapatkan dari proses konversi ini selanjutnya digunakan untuk penyusunan *Waste Relationship Matrix* (WRM). Tabel 2.6 berikut ini menunjukkan konversi rentang skor hubungan keterkaitan antar *waste*.

Tabel 2.6
Konversi Rentang Skok Keterkaitan *Waste*

Range	Type Keterkaitan	Simbol
17-20	<i>Absolutely Necessary</i>	A
13-16	<i>Especially Important</i>	E
9-12	<i>Important</i>	I
5-8	<i>Ordinary Closeness</i>	O
1-4	<i>Unimportant</i>	U

Sumber: Rawabdeh (2005)

Penjumlahan dicatat di kolom berjudul “Skor”, di mana skor tersebut menunjukkan kekuatan dari setiap hubungan. Untuk membedakan antar hubungan, ditetapkan bahwa skor yang lebih tinggi mewakili hubungan yang lebih kuat dan sebaliknya. Kisaran skor, berdasarkan metode yang disarankan untuk mengevaluasi kekuatan hubungan pemborosan, ditemukan antara 1 sampai 20, dan dibagi menjadi lima interval yang sama, masing-masing menunjukkan tingkat kekuatan hubungan yang ditunjukkan pada Tabel 2.6 di atas. Langkah ini diterapkan pada setiap hubungan sehingga menghasilkan total skor yang diwakilkan oleh simbol-simbol yang terkait dengan berbagai jenis hubungan antara setiap pasangan jenis *waste*.

2.6.2 *Waste Relationship Matrix* (WRM)

WRM merupakan metode untuk menganalisis berdasarkan pengelompokan kriteria menggunakan matriks (Rawabdeh, 2005). Matriks ini digunakan untuk analisis pengukuran kriteria hubungan antar *waste* yang terjadi. WRM merupakan matriks yang terdiri dari baris dan kolom. Setiap baris menunjukkan pengaruh setiap *waste* pada keenam tipe *waste* lainnya. Setiap kolom menunjukkan *waste* yang dipengaruhi oleh keenam *waste* lainnya.

Diagonal matriks menunjukkan nilai hubungan yang tertinggi. Tabel 2.6 berikut ini merupakan contoh dari WRM.

Tabel 2.7
Contoh *Waste Relationship Matrix* (WRM)

F/T	O	I	D	M	T	P	W
O	A	A	O	U	I	X	E
I	I	A	I	I	I	X	X
D	I	I	A	I	E	X	I
M	X	O	E	A	X	I	A
T	E	O	I	U	A	X	I
P	I	U	I	I	X	A	I
W	O	A	O	X	X	X	A

Sumber: Rawabdeh (2005)

WRM didapatkan dari pembobotan kekuatan keterkaitan antar *waste* pada Tabel 2.4 dan dikonversi sesuai ketentuan yang telah dijelaskan pada Tabel 2.5 untuk seluruh keterkaitan antar *waste* sebanyak 31 hubungan pada Tabel 2.2. Matriks *waste* menggambarkan hubungan nyata setiap jenis *waste*. Pembobotan yang dilakukan pada setiap baris dan kolom WRM ditotal untuk mendapatkan skor yang menggambarkan pengaruh dalam bentuk persentase untuk menyederhanakan matriks. Hasil dari matriks ini dikonversi menjadi angka dengan ketentuan simbol A = 10, E = 8, I = 6, O = 4, U = 2, dan X = 0 (Rawabdeh, 2005). Selanjutnya menghitung jumlah skor dan persentasi dari setiap *waste* untuk membuat *Waste Value Matrix* seperti pada Tabel 28 berikut ini.

Tabel 2.8
Contoh *Waste Value Matrix*

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Skor	%
O	10	10	4	4	6	0	8	42	16,8
I	6	10	6	6	6	0	0	34	13,6
D	6	6	10	6	8	0	6	42	16,8
M	0	4	8	10	0	6	10	38	15,2
T	2	4	6	2	10	0	6	30	12
P	6	2	6	6	0	10	6	36	14,4
W	4	10	4	0	0	0	10	28	11,2
F/T	O	I	D	M	T	P	W	Skor	%
Skor	34	46	44	34	30	16	46	250	100
%	13,6	18,4	17,6	13,6	12	6,4	18,4	100	

Sumber: Rawabdeh (2005)

Pembobotan setiap baris atau kolom dijumlahkan untuk mendapatkan skor yang merepresentasikan pengaruh suatu jenis sampah terhadap orang lain atau dipengaruhi oleh jenis sampah lainnya. Skor ini diubah menjadi persentase untuk memberikan metrik yang lebih sederhana, seperti yang diilustrasikan dan diringkas dalam Tabel 2.7. Skala sepuluh

dipilih dengan membagi ekstrem kanan dengan faktor 2 untuk kemudahan penggunaan dan eksposisi komparatif. Hasil persentase dari *waste* yang sama berdasarkan baris dan kolom dikalikan untuk mendapatkan probabilitas pengaruh antar jenis *waste* yang disimbolkan dengan P_j dan akan digunakan dalam menghitung bobot akhir dari *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ).

2.6.3 Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

WAQ bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengalokasikan *waste* yang terjadi pada lantai produksi (Rawabdeh, 2005). Kuesioner WAQ terdiri dari 66 pertanyaan yang berbeda. Setiap pertanyaan menggambarkan aktivitas, kondisi, atau perilaku yang mungkin menyebabkan pemborosan. Pertanyaan yang menyatakan “*from*” berarti merepresentasikan tipe pemborosan yang mungkin menjadi penyebab terjadinya *waste* lainnya. Pertanyaan yang menyatakan “*to*” berarti merepresentasikan tipe *waste* yang mungkin disebabkan oleh *waste* lainnya.

Setiap pertanyaan pada WAQ terdiri dari tiga buah jawaban dengan bobot atau skor masing-masing 1, 0.5, dan 0 (Rawabdeh, 2005). Skor untuk ketiga jenis pilihan jawaban kuesioner dibagi menjadi 2 kategori, yaitu kategori A adalah jika jawaban “Ya” berarti diindikasikan adanya pemborosan dan kategori B jika jawaban “Ya” berarti diindikasikan tidak ada pemborosan yang terjadi. Sedangkan untuk pertanyaannya dikelompokkan ke dalam 4 kategori, yaitu *man*, *machine*, *material*, dan *method*. Nilai akhir *waste* tergantung dari kombinasi jawaban yang ada. Kemudian melakukan analisis hasil WAQ menggunakan persamaan *algorithm waste assessment* (Rawabdeh, 2005) dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengelompokkan dan menghitung jumlah pertanyaan kuesioner berdasarkan catatan “*from*” dan “*to*” untuk tiap jenis *waste*.
2. Memasukkan bobot dari tiap pertanyaan berdasarkan *Waste Relationship Matrix* (WRM). Pada Tabel 2.8 berikut ini menunjukkan contoh dari pemberian bobot awal berdasarkan WRM.

Tabel 2.9
Contoh Bobot Awal yang didapatkan dari WRM

Tipe Pertanyaan	No. Pertanyaan	O	I	D	M	T	P	W
<i>Man</i>								
<i>To Motion</i>	1	4	6	6	10	2	6	0
<i>From Motion</i>	2	0	4	8	10	0	6	10
<i>To Defect</i>	3	4	6	10	8	6	6	4

Sumber: Susanti (2017)

Pembobotan awal yang didapatkan dari WRM menggunakan data pada Tabel 2.8 sesuai dengan jenis pertanyaan kuesioner WAQ yang terdapat pada Tabel 2.3. Misalkan pertanyaan nomor 2 mempunyai tipe *from motion* dengan melihat Tabel 2.8 pada baris *waste motion* maka akan didapatkan bobot awal WRM seperti pada Tabel 2.9 di atas dan untuk jenis *waste* lainnya bisa dilakukan dengan cara yang sama.

- Menghilangkan pengaruh dari variasi jumlah pertanyaan untuk setiap jenis pertanyaan dengan membagi tiap bobot dalam satu baris dengan jumlah pertanyaan yang dikelompokkan (N_i) untuk setiap pertanyaan dengan persamaan berikut:

$$S_j = \sum_{k=1}^k \frac{W_{j,k}}{N_i} \text{ untuk setiap jenis waste } j \dots\dots\dots (2-1)$$

di mana:

- S_j = skor *waste*
- W_j = bobot hubungan dari setiap jenis *waste*
- K = nomor pertanyaan (antara 1 sampai 68)
- N_i = jumlah pertanyaan yang dikelompokkan

Pada Tabel 2.10 berikut ini menunjukkan contoh dari hasil pembagian bobot awal berdasarkan WRM dengan nilai N_i .

Tabel 2.10
Contoh Hasil Pembagian dari Tabel 2.8 dengan Nilai N_i

Tipe Pertanyaan	N_i	No. Pertanyaan	O	I	D	M	T	P	W
Man									
<i>To Motion</i>	9	1	0,44	0,66	0,66	1,11	0,22	0,66	0
<i>From Motion</i>	11	2	0	0,36	0,72	0,90	0	0,54	0,90
<i>To Defect</i>	9	3	0,44	0,66	1,11	0,88	0,66	0,66	0,44

Sumber: Susanti (2017)

- Menghitung jumlah skor tiap *waste* (S_j) dan frekuensi (F_j) dari munculnya nilai pada setiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0.
- Memasukkan nilai dari hasil kuesioner (1, 0.5, dan 0) ke dalam setiap bobot nilai *waste* dengan persamaan berikut:

$$s_j = \sum_{k=1}^k X_k \times \frac{W_{j,k}}{N_i} \text{ untuk setiap jenis waste } j \dots\dots\dots (2-2)$$

di mana:

- s_j = total nilai bobot *waste*
- X_k = nilai dari jawaban setiap pertanyaan kuesioner (1, 0.5, atau 0)

Pada Tabel 2.11 berikut ini menunjukkan contoh tabel penilaian bobot dengan penilaian kuesioner.



Tabel 2.11
Contoh Tabel Penilaian Bobot dengan Penilaian Kuesioner

No	Tipe Pertanyaan	Jawaban	O	I	D	M	T	P	W
1	To Motion	0,5	0,22	0,33	0,445	0,555	0,11	0,33	0
2	From Motion	1	0	0,36	0,72	0,90	0	0,54	0,90
3	To Defect	0,5	0,22	0,33	0,555	0,44	0,33	0,33	0,22

Sumber: Susanti (2017)

- Menghitung jumlah skor (s_j) untuk setiap nilai bobot pada tiap kolom *waste* dan frekuensi (f_j) untuk tiap nilai bobot pada kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0 (nol).
- Menghitung indikator awal untuk setiap *waste* (Y_j) dengan persamaan berikut:

$$Y_j = \frac{s_j}{s_j} \times \frac{f_j}{F_j} \quad \text{untuk setiap jenis waste } j \dots\dots\dots (2-3)$$

di mana:

Y_j = faktor indikasi awal dari setiap jenis *waste*.

f_j = frekuensi dari munculnya nilai pada setiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0 (frekuensi untuk s_j).

F_j = frekuensi dari munculnya nilai pada setiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0 (frekuensi untuk S_j).

Indikator tersebut hanya berupa angka yang masih belum menggambarkan bahwa setiap jenis *waste* dipengaruhi oleh jenis *waste* lainnya.

- Menghitung nilai *final waste factor* (Y_j *final*) dengan memasukkan faktor probabilitas pengaruh antar *waste* P_j berdasarkan total “*from* dan *to*” pada WRM. Selanjutnya untuk mengetahui peringkat *level* dari masing-masing *waste* dengan mempresentasikan bentuk *final waste factor* yang diperoleh dengan persamaan berikut:

$$Y_j \text{ final} = Y_j \times P_j = \frac{s_j}{s_j} \times \frac{f_j}{F_j} \times P_j \quad \text{untuk setiap jenis waste } j \dots\dots\dots (2-4)$$

di mana:

$Y_j \text{ final}$ = faktor akhir dari setiap jenis *waste*.

P_j = probabilitas pengaruh antar jenis *waste*.

Tabel 2.12 berikut ini menunjukkan contoh dari hasil perhitungan akhir *waste assessment* berupa persentase dari masing-masing *waste* dan peringkat akhir.

Tabel 2.12
Contoh Hasil Perhitungan Waste Assessment

	O	I	D	M	T	P	W
Skor (Y_j)	0,28	0,27	0,30	0,26	0,26	0,32	0,33
P_j Faktor	165,24	259,87	355,91	228,80	148,29	96,04	157,84

Hasil akhir (Y_j Final)	46,33	69,09	106,85	60,10	38,30	31,05	61,19
Hasil Akhir (%)	11,22	16,73	25,88	14,55	9,28	7,52	14,82
Ranking	5	2	1	4	6	7	3

Sumber: Susanti (2017)

Tabel 2.12 di atas memperlihatkan contoh hasil akhir *waste assessment* setelah didapatkan skor (Y_j) pada setiap jenis *waste* dan mengalikannya dengan probabilitas (P_j) untuk setiap jenis *waste*. Nilai probabilitas didapatkan dari perhitungan pada Tabel 2.7 yaitu dengan mengalikan hasil persentase pada baris dan kolom untuk setiap jenis *waste*.

Hasil akhir tersebut akan diubah ke dalam bentuk persentase pada setiap jenis *waste* dengan cara membagi nilai Y_j Final dengan total Y_j Final dan mengalikannya dengan 100 persen untuk memberikan peringkat akhir pada setiap jenis *waste*.

2.7 Fishbone Diagram

Fishbone diagram juga disebut sebagai analisis penyebab dan analisis figur cabang. Disebut *fishbone diagram* karena analisisnya menggambarkan tulang ikan berduri lengkap.

Diagram tulang ikan atau *fishbone diagram* adalah salah satu metode untuk menganalisis penyebab dari sebuah masalah atau kondisi. Profesor Kaoru Ishikawa membuat *Cause and Effect Analysis* di tahun 1960-an. Kaoru Ishikawa menciptakan diagram tersebut untuk menemukan akar penyebab masalah. Ini menunjukkan hubungan antara masalah dan penyebab yang mendasarinya, yaitu alat analisis ekspresi kualitatif dan analisis kausal, yang sering digunakan dalam analisis kualitatif (Luo et al., 2007; Xing, 2004). Dengan studi mendalam selangkah demi selangkah untuk menganalisis faktor-faktor yang memengaruhinya, *fishbone diagram* dapat mensistematisasikan penyebab kecelakaan yang rumit. Ketika memulai analisis spesifik, pertama-tama kami menganalisis faktor-faktor yang paling memengaruhi keselamatan, dan kemudian diikuti dengan penyimpangan dari alasan besar untuk menemukan alasan tengah, penyebab kecil dan alasan kurang, dan untuk mendeteksi dan menentukan alasan utama (Deng et al., 2013).

Terdapat empat langkah untuk menggunakan *fishbone diagram*, yaitu:

1. Mengidentifikasi permasalahan.

Menuliskan persis masalah yang dihadapi. Kemudian mengidentifikasi pihak yang terlibat, waktu dan tempat permasalahan tersebut terjadi. Setelah itu, tulis permasalahan di kotak di sisi kiri dan buat garis di kertas secara mendatar dari kotak. Penataan ini akan

berbentuk seperti kepala dan tulang belakang ikan, memberi Anda ruang untuk mengembangkan ide.

2. Mengidentifikasi penyebab yang mungkin terjadi.

Selanjutnya, identifikasi faktor-faktor yang mungkin menjadi bagian dari masalah tersebut. Dapat berupa sistem, peralatan, material, kekuatan eksternal, orang-orang yang terlibat dengan masalah, dan sebagainya.

3. Mencari tahu faktor utama yang terlibat.

Sekarang, untuk setiap faktor yang telah dipertimbangkan pada langkah 2, lakukan curah pendapat tentang kemungkinan penyebab masalah yang mungkin terkait dengan faktor tersebut. Tunjukkan kemungkinan penyebab ini sebagai garis pendek yang keluar dari "tulang" diagram. Jika penyebabnya besar atau kompleks maka dilakukan pemecahan menjadi sub-penyebab yang digambarkan sebagai garis yang keluar dari setiap garis penyebab.

4. Menganalisis diagram.

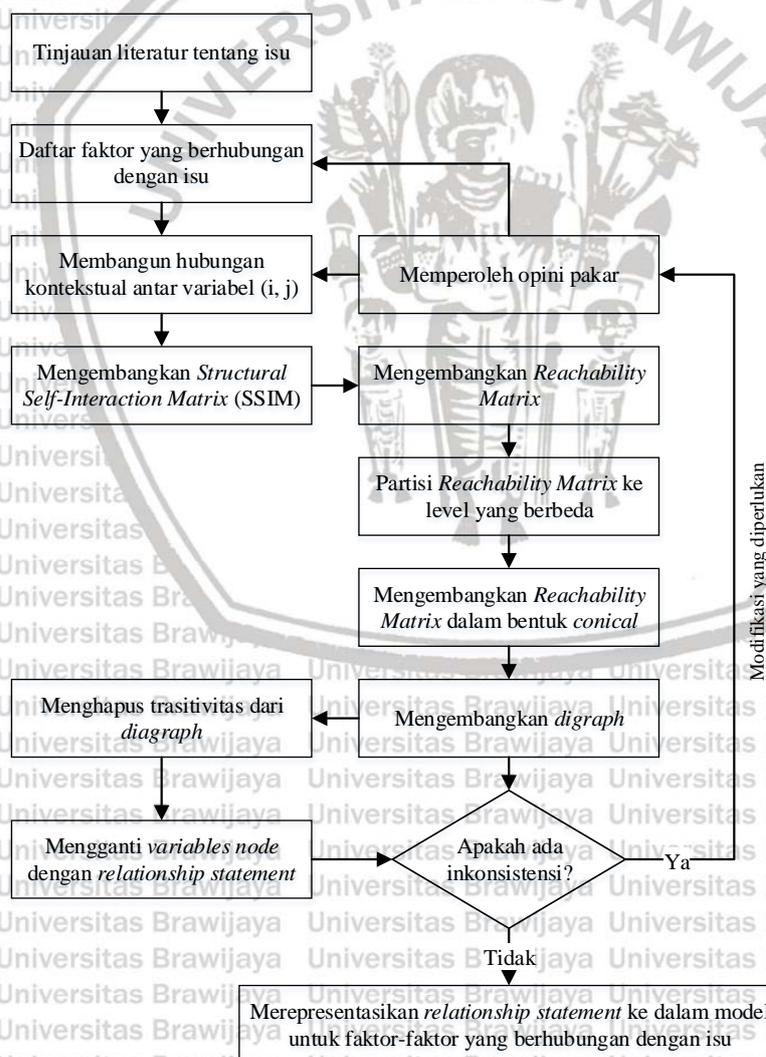
Pada tahap ini diagram dari permasalahan yang ada telah dibuat. Bergantung pada kompleksitas dan pentingnya masalah, hal yang dilakukan selanjutnya adalah menyelidiki penyebab yang paling mungkin lebih lanjut. Hal tersebut mungkin melibatkan pengaturan investigasi, melakukan survei, dan sebagainya. Kemudian akan dilakukan perancangan untuk menguji kemungkinan penyebab mana yang sebenarnya berkontribusi pada masalah.

Menurut Grant (1993), pembuatan *fishbone diagram* pada industri jasa dapat menggunakan pendekatan "3P dan 1E" yang terdiri dari *Procedures, Policies, People*, dan *Equipment*. Sedangkan pada industri manufaktur dapat menggunakan konsep "4M dan 1E" yang terdiri dari *Machines, Methods, Materials, Man*, dan *Environment*. Pada penelitian ini, faktor yang digunakan adalah 4M mengikuti konsep klasifikasi untuk mengelompokkan ketujuh pemborosan yang diutarakan oleh Rawabdeh (2005) yang terdiri dari *Man, Machines, Material*, dan *Methods*.

2.8 Interpretive Structural Modeling (ISM)

Interpretive Structural Modeling (ISM) merupakan sebuah metode yang dikembangkan oleh Warfield pada tahun 1974. ISM merupakan sebuah pendekatan untuk mengidentifikasi hubungan antar variabel tertentu yang mendefinisikan suatu masalah atau isu (Sage, 1977; Jharkharia dan Shankar, 2005). ISM adalah proses pembelajaran interaktif yang membantu peneliti untuk menentukan tingkat variabel dan korelasi struktural di antara mereka dalam

sistem tertentu di mana struktur yang tidak jelas dapat ditransfer ke model yang terlihat dan terdefinisi dengan baik (Singh, 2011). Pendekatan ISM dapat mengeksplorasi interaksi antara beberapa faktor. (Malone, 1975). ISM membantu pengambil keputusan dengan memberikan gambaran yang jelas tentang keterkaitan antara berbagai faktor (Mandal & Deshmukh, 1994). ISM menyediakan sarana untuk memaksakan keteraturan pada kompleksitas variabel tersebut (Raj & Attri, 2010). ISM menyusun faktor-faktor yang saling terkait ke dalam model sistematis yang komprehensif (Singh et al, 2007). Metode ini dapat mengubah model yang tidak jelas menjadi model yang dapat didefinisikan secara jelas. ISM adalah metode untuk mengklasifikasikan interaksi di antara objek tertentu, baik sebagai subjek ataupun faktor. Berbagai faktor dapat dikaitkan dengan masalah yang kompleks. Keterkaitan antara faktor-faktor ini dapat menggambarkan masalah yang kompleks dengan jauh lebih akurat daripada mempertimbangkan faktor individu (Mandal & Deshmukh, 1994). Gambar 2.3 berikut ini menjelaskan diagram alir untuk menyiapkan model ISM.



Gambar 2.3 Diagram alir untuk menyiapkan model ISM

Sumber: Darmawan (2017)

Menurut Singh (2011), analisis ISM dilakukan dengan beberapa tahapan yang saling terkait, yaitu:

1. Mengidentifikasi variabel atau elemen-elemen di dalam sistem.
2. Memeriksa hubungan kontekstual berpasangan antar variabel.
3. Melakukan pengembangan *Structural Self-Interaction Matrix* (SSIM). Dalam pembuatan matriks ini, terdapat empat simbol yang digunakan untuk menunjukkan arah hubungan antara masing-masing dua variabel (direpresentasikan sebagai i dan j):
 - a. V: variabel i memengaruhi variabel j.
 - b. A: variabel j memengaruhi variabel i (variabel i dipengaruhi oleh variabel j).
 - c. X: variabel i dan j saling berhubungan (saling memengaruhi satu sama lain).
 - d. O: variabel i dan j tidak saling berhubungan (tidak saling memengaruhi satu sama lain).

Pada Tabel 2.13 berikut ini menunjukkan contoh dari matriks VAXO. Simbol V pada sel (1,5) karena faktor EB1 memengaruhi memengaruhi EB10, namun EB10 tidak memengaruhi faktor EB1. Simbol A pada sel (3,4) karena EB4 memengaruhi EB3 (atau EB3 dipengaruhi EB4), namun EB3 tidak memengaruhi EB4. Simbol X pada sel (5,6) karena EB5 dan EB6 saling memengaruhi satu sama lain. Simbol O pada sel (4,5) karena EB4 dan EB5 tidak saling memengaruhi satu sama lain.

Tabel 2.13
Contoh Matriks SSIM

Barriers	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
E1	X	A	A	A	V	V	V	O	V	V
E2		X	V	V	V	V	V	O	V	V
E3			X	A	V	V	V	O	V	V
E4				X	O	O	V	O	V	O
E5					X	X	V	V	V	V
E6						X	V	V	V	V
E7							X	O	O	V
E8								X	O	V
E9									X	V
E10										X

Sumber: Ali et al. (2020)

4. Melakukan pengembangan *Initial Reachability Matrix* (IRM). Dalam matriks ini, informasi awal yang didapatkan dari matriks SSIM (berupa V, A, X, dan O) akan diubah menjadi 1s dan 0s. Aturan konversi matriks SSIM menjadi IRM dapat dilihat pada Tabel 2.14 berikut ini.

Tabel 2.14

Simbol Hubungan dan Definisi Antar Elemen ISM-VAXO

Simbol Hubungan Antar Faktor i dan j	Definisi Hubungan Kontekstual Antar Faktor (e_{ij})
V	Jika e_{ij} dalam SSIM adalah V (faktor i memengaruhi faktor j tapi tidak sebaliknya), maka $e_{ij} = 1$ dan $e_{ji} = 0$.
A	Jika e_{ij} dalam SSIM adalah A (faktor j memengaruhi faktor i tapi tidak sebaliknya), maka $e_{ij} = 1$ dan $e_{ji} = 1$.
X	Jika e_{ij} dalam SSIM adalah X (faktor i dan j saling memengaruhi), maka $e_{ij} = 1$ dan $e_{ji} = 1$.
O	Jika e_{ij} dalam SSIM adalah O (faktor i dan j tidak saling memengaruhi), maka $e_{ij} = 0$ dan $e_{ji} = 0$.

Tabel 2.15 berikut ini merupakan contoh hasil pengubahan dari matriks SSIM menjadi matriks IRM.

Tabel 2.15

Contoh Matriks IRM

Barriers	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
E1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1
E2	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
E3	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1
E4	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0
E5	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
E6	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
E7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
E8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
E9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
E10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Sumber: Ali et al. (2020)

- Melakukan pengembangan *Final Reachability Matrix* (FRM) seperti pada Tabel 2.16 di bawah ini, di mana kekuatan pendorong dan ketergantungan setiap variabel akan ditunjukkan. Matriks IRM harus diperiksa mengenai hubungan transitivitasnya. Hubungan transitivitas adalah asumsi yang harus dibuat dalam ISM. Hubungan ini menyatakan bahwa variabel A berhubungan dengan variabel B dan variabel B berhubungan dengan variabel C, maka variabel A pasti terkait dengan variabel C. Hal tersebut akan memengaruhi hubungan antar variabel. Jika tidak ditemukan transitivitas pada matriks SSIM, maka matriks IRM dapat diterima sebagai matriks FRM. Menurut Srdjevic (2013), suatu matriks perbandingan kuadrat adalah matriks $A = \{a_{ij}\}$, dapat dikatakan konsisten jika memenuhi *rule of transitivity* $a_{ij} = a_{ik} \cdot a_{kj}$ berlaku untuk semua i, j , dan k sebagaimana dijelaskan oleh Biswal et al. (2018) bahwa terdapat dua konsep yang digunakan yaitu jika terdapat tiga faktor i, j , dan k di mana variabel j dipengaruhi oleh variabel i secara langsung dan variabel k dipengaruhi oleh variabel j dan i , maka hubungan antara i, j , dan k dapat ditunjukkan dengan i_k . Jika pada matriks (1-5) dan

terdapat entri yang hilang pada sel a_{45} , hanya terdapat tiga kemungkinan transisi untuk matriks yang memenuhi *rule of transitivity* tingkat pertama (*first-level transition*).

Tabel 2.16

Contoh Matriks FRM

<i>Barriers</i>	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	<i>Driver Power</i>
E1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	6
E2	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9
E3	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	7
E4	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1*	6
E5	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	6
E6	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	6
E7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
E8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
E9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
E10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Dependence</i>	4	1	3	2	5	5	7	3	7	10	47

Sumber: Ali et al. (2020)

Pada Tabel 2.16 di atas menunjukkan contoh dari *final reachability* setelah dilakukan pengujian berdasarkan pada *rule of transitivity*. Pada tersebut terdapat angka-angka yang ditandai dengan tanda bintang yang menunjukkan bahwa pada sel tersebut tidak konsisten sehingga mengalami perubahan. Sebagai contoh, sebelum dilakukan pengujian *rule of transitivity* pada sel $(4,10) = 0$, namun setelah dilakukan evaluasi berdasarkan *rule of transitivity* sel $(4,10) = 1$. Hal ini dikarenakan terdapat sel yang tidak konsisten. Berikut ini merupakan penjelasan dari maksud sel yang tidak konsisten.

$$\text{Sel } (4,10) = (4,1) \cdot (1,10) = 1 \cdot 1 = 1$$

$$\text{Sel } (4,10) = (4,2) \cdot (2,10) = 1 \cdot 1 = 1$$

$$\text{Sel } (4,10) = (4,3) \cdot (3,10) = 1 \cdot 1 = 1$$

$$\text{Sel } (4,10) = (4,5) \cdot (5,10) = 0 \cdot 1 = 0$$

$$\text{Sel } (4,10) = (4,6) \cdot (6,10) = 0 \cdot 1 = 0$$

$$\text{Sel } (4,10) = (4,7) \cdot (7,10) = 1 \cdot 1 = 1$$

$$\text{Sel } (4,10) = (4,8) \cdot (8,10) = 0 \cdot 1 = 0$$

$$\text{Sel } (4,10) = (4,9) \cdot (9,10) = 1 \cdot 1 = 1$$

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat diketahui bahwa sel $(4,10)$ tidak konsisten dikarenakan pada sel $(4,5) = 0$ dan sel $(5,10) = 1$, sel $(4,6) = 0$ dan sel $(6,10) = 1$, serta sel $(4,8) = 0$ dan sel $(8,10) = 1$, maka final sel $(4,10) = 1$.

- Memisahkan *level* dari matriks FRM melalui *reachability set*, *antecedent set*, dan *intersection set*. *Reachability set* merupakan faktor yang mempunyai nilai "1" secara mendatar. *Antecedent set* merupakan faktor yang mempunyai nilai "1" secara vertikal.

Sedangkan *intersection set* diturunkan dari semua faktor dan tingkat faktor yang berbeda ditentukan sehingga merupakan irisan dari *reachability set* dan *antecedent set*. Variabel dengan *Reachability Set* dan *Intersection Set* yang sama di iterasi pertama ditetapkan sebagai *level* teratas dalam hierarki ISM. Kemudian, variabel tersebut akan dibuang dari daftar variabel yang tersisa. Hasil dari *level partitioning* dapat dilihat pada Tabel 2.17 berikut ini.

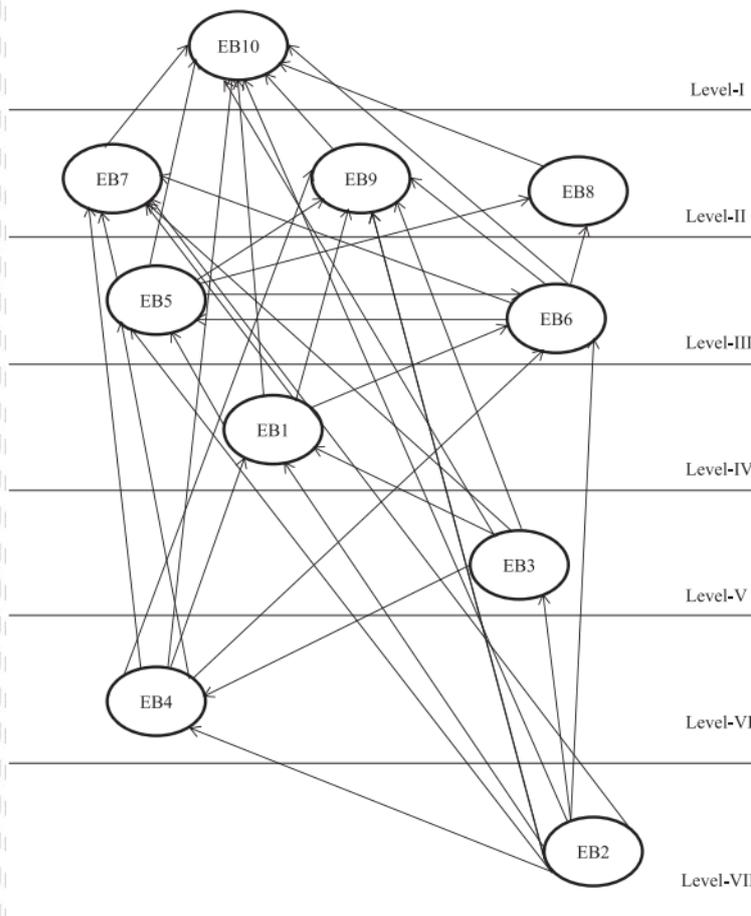
Tabel 2.17
Contoh Proses Identifikasi *Level*

<i>Barriers</i>	<i>Reachability Set</i>	<i>Antecedent Set</i>	<i>Intersection Set</i>	<i>Level</i>
Iteration 1				
E1	E1, E5, E6, E7, E9, E10	E1, E2, E3, E4	E1	
E2	E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E9, E10	E2	E2	
E3	E1, E3, E5, E6, E7, E9, E10	E2, E3, E4	E3	
E4	E1, E3, E4, E7, E9, E10	E2, E4	E4	
E5	E5, E6, E7, E8, E9, E10	E1, E2, E3, E5, E6	E5, E6	
E6	E5, E6, E7, E8, E9, E10	E1, E2, E3, E5, E6	E5, E6	
E7	E7, E10	E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7	E7	
E8	E8, E10	E5, E6, E8	E8	
E9	E9, E10	E1, E2, E3, E4, E5, E6, E9	E9	
E10	E10	E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10	E10	I
Iteration 2				
E1	E1, E5, E6, E7, E8	E1, E2, E3, E4	E1	
E2	E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E9	E2	E2	
E3	E1, E3, E5, E6, E7, E9	E2, E3, E4	E3	
E4	E1, E3, E4, E7, E9	E2, E4	E4	
E5	E5, E6, E7, E8, E9	E1, E2, E3, E5, E6	E5, E6	
E6	E5, E6, E7, E8, E9	E1, E2, E3, E5, E6	E5, E6	
E7	E7	E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7	E7	II
E8	E8	E8	E8	II
E9	E9	E1, E2, E3, E4, E5, E6, E9	E9	II
Iteration 3				
E1	E1, E5, E6	E1, E2, E3, E4	E1	
E2	E1, E2, E3, E4, E5, E6	E2	E2	
E3	E1, E3, E5, E6	E2, E3, E4	E3	
E4	E1, E3, E4	E2, E4	E4	
E5	E5, E6	E1, E2, E3, E5, E6	E5, E6	III

Barriers	Reachability Set	Antecedent Set	Intersection Set	Level
E6	E5, E6	E1, E2, E3, E5, E6	E5, E6	III
Iteration 4				
E1	E1	E1, E2, E3, E4	E1	IV
E2	E1, E2, E3, E4	E2	E2	
E3	E1, E3	E2, E3, E4	E3	
E4	E1, E3, E4	E2, E4	E4	
Iteration 5				
E2	E2, E3, E4	E2	E2	
E3	E3	E2, E3, E4	E3	V
E4	E3, E4	E2, E4	E4	
Iteration 6				
E2	E2, E4	E2	E2	
E4	E4	E2, E4	E4	VI
Iteration 7				
E2	E2	E2	E2	VII

Sumber: Ali et al. (2020)

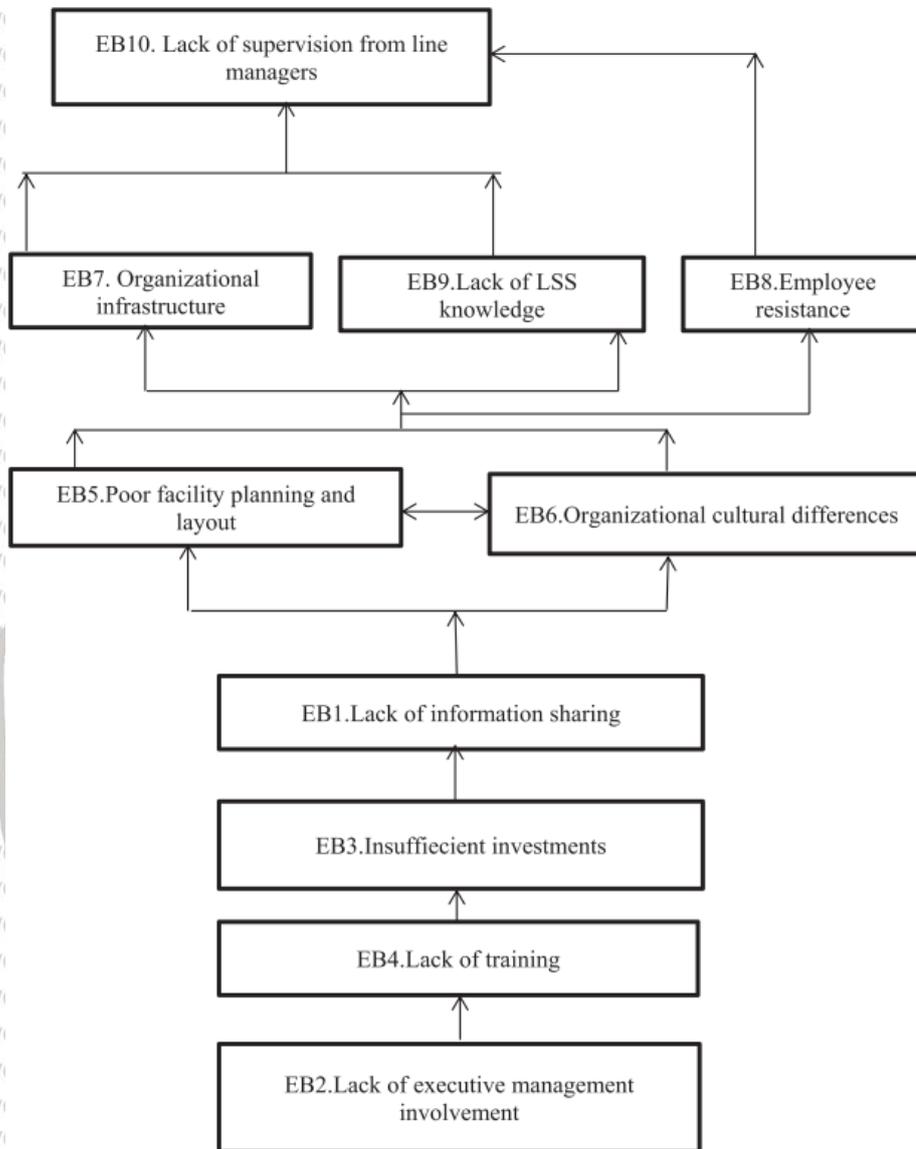
- Melakukan pengembangan grafik *Final Digraph*. Setelah diketahui hierarki dari setiap faktor pada Tabel 2.17, maka dilakukan pemodelan *digraph* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4 berikut ini.



Gambar 2.4 Contoh final digraph

Sumber: Ali et al. (2020)

8. Melakukan pengembangan grafik ISM dari *final digraph* yang didapatkan pada langkah sebelumnya dengan mengubah *variable nodes* menjadi pernyataan seperti pada Gambar 2.5 berikut ini.

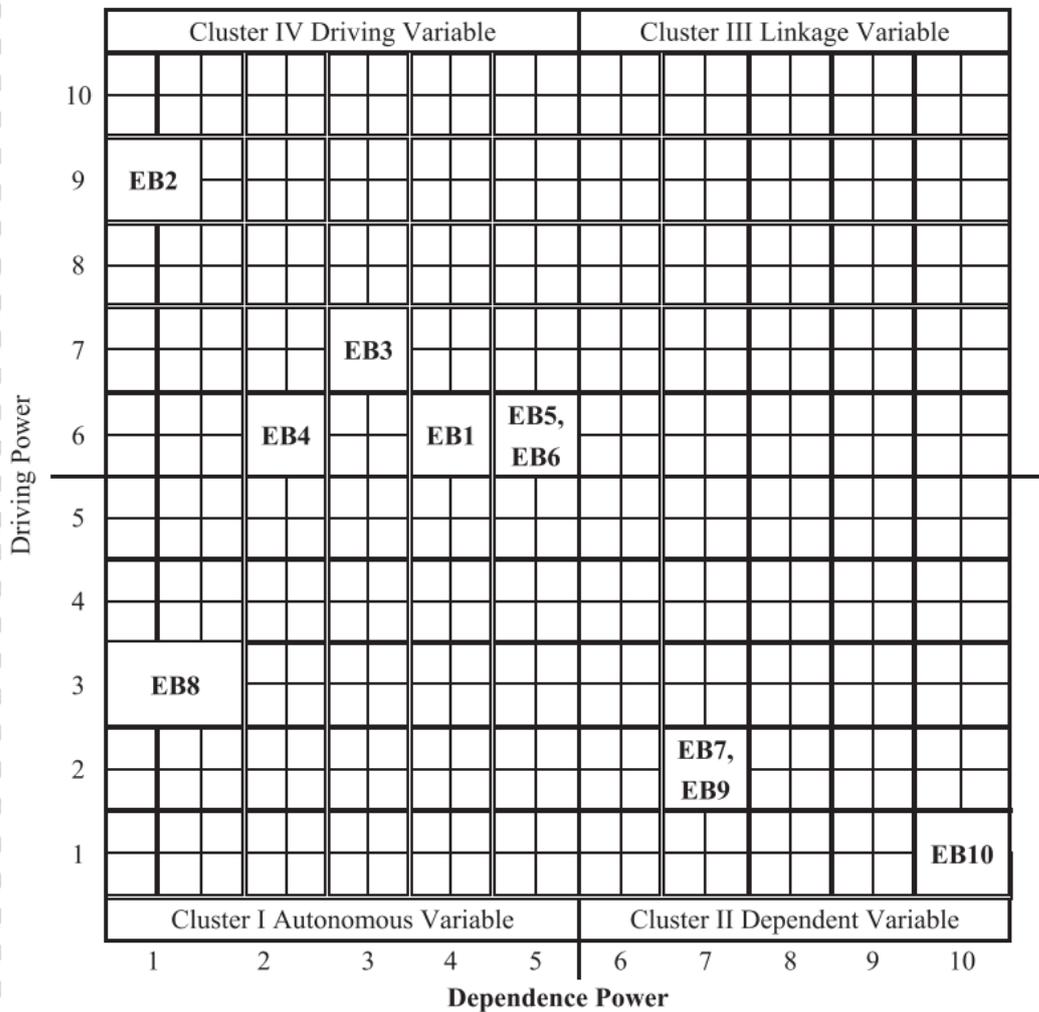


Gambar 2.5 Contoh ISM

Sumber: Ali et al. (2020)

9. Variabel akan dianalisis menjadi empat kluster berdasarkan daya penggerak (*driving power*) dan tingkat ketergantungannya (*dependence level*) melalui teknik MICMAC. Variabel otonom (*autonomous enablers*) pada kuadran 1 merupakan variabel memiliki daya penggerak yang lemah dan ketergantungan yang lemah. Variabel dependen (*dependept enablers*) pada kuadran 2 merupakan variabel yang memiliki daya penggerak yang lemah dan ketergantungan yang kuat. Variabel keterkaitan (*linkage enablers*) pada kuadran 3 merupakan variabel yang memiliki kekuatan pendorong yang kuat dan ketergantungan yang kuat. Sedangkan variabel independen (*independent*

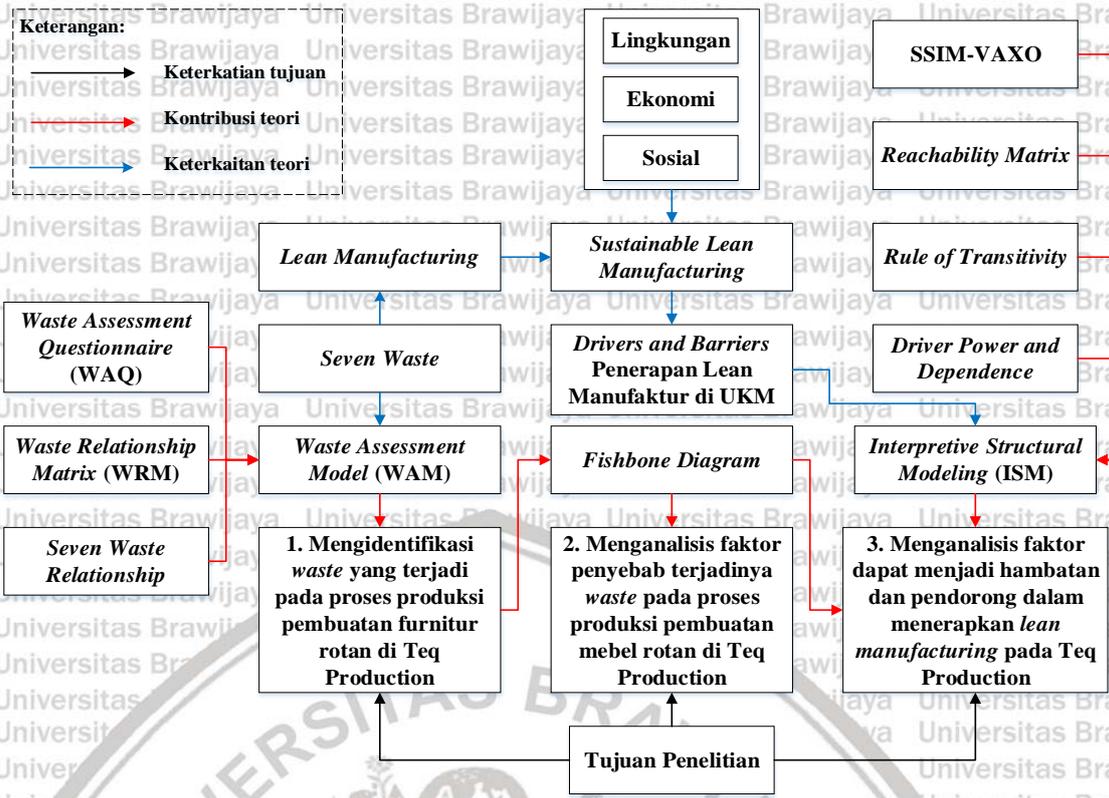
enablers) pada kuadran 4 merupakan variabel yang memiliki daya dorong yang kuat dan ketergantungan yang lemah. Contoh dari MICMAC dapat dilihat pada Gambar 2.6 berikut ini.



Gambar 2.6 Contoh MICMAC
Sumber: Ali et al. (2020)

2.9 Kerangka Kontribusi Literatur

Kerangka teori merupakan diagram yang menjelaskan mengenai keterkaitan antar teori-teori yang diperoleh dari *literature review* pada Bab 2 yang dapat dilihat pada Gambar 2.7 berikut ini.



Gambar 2.7 Kerangka kontribusi literatur



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tahapan tahapan yang dilakukan pada penelitian ini agar terarah, terstruktur, dan sistematis. Kemudian dijelaskan pula metode penelitian, tempat dan waktu penelitian, metode pengumpulan data serta langkah-langkah penelitian.

3.1 Keterkaitan Tujuan Penelitian, Metode Penelitian, dan Justifikasi Metode Penelitian

Penelitian ini memiliki tiga tujuan, yaitu menganalisis *waste* yang terjadi pada proses produksi pembuatan furnitur rotan di Teq Production, menganalisis faktor penyebab terjadinya *waste* pada proses produksi pembuatan furnitur rotan di Teq Production, dan menganalisis faktor dapat menjadi hambatan dan pendorong dalam menerapkan *lean manufacturing* pada Teq Production. Tujuan menganalisis *waste* dan faktor penyebab dimaksudkan supaya Teq Production dapat mengetahui *waste* yang terjadi pada proses produksi serta akar penyebab dari munculnya *waste* tersebut. Sedangkan tujuan dari menganalisis faktor penghambat dan pendorong dalam menerapkan *lean manufacturing* supaya Teq Production mengetahui kebutuhan dalam menerapkan *lean manufacturing*.

Untuk menyederhanakan proses identifikasi *waste* dan pembobotannya, digunakan metode *Waste Assessment Model* (WAM) yang terdiri dari *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ). Metode tersebut akan menghasilkan peringkat bobot *waste* dari terbesar hingga terkecil. *Waste* dengan bobot terbesar akan dicari akar penyebab permasalahan dengan menggunakan *Fishbone Diagram* untuk kemudian merancang solusi perbaikan. Lalu, agar perusahaan dapat menerapkan *lean manufacturing* secara berkelanjutan dalam proses produksinya, dilakukan analisis faktor pendorong dan penghambat bagi perusahaan dalam menerapkan *lean manufacturing* menggunakan *Interpretive Structural Modeling* (ISM). Dengan adanya penelitian ini, peneliti berharap dapat membantu Teq Production menjadi semakin baik dengan berkurangnya *waste* khususnya pada lini produksi mebel rotan.

3.2 Jenis Penelitian

Menurut Bailey (1978:17) (R. Kumar, 2011), penelitian dapat dibedakan menjadi tiga sudut pandang, yaitu penerapan, tujuan, dan modus penyelidikan. Berikut ini penjelasan dari masing-masing sudut pandang.

1. Berdasarkan penerapannya (*applications perspective*)

Pada sudut pandang ini terdapat 2 jenis penelitian, yaitu:

a. *Pure research* (penelitian murni)

Penelitian ini bertujuan untuk menguji teori dan mengetahui hubungan antara fenomena yang terjadi dengan analisis secara umum. Penelitian ini berfungsi untuk menambahkan pengetahuan dengan menggunakan prinsip-prinsip dasar umum.

b. *Applied research* (penelitian terapan)

Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan, menguji, dan mengevaluasi sebuah teori menyelesaikan masalah penelitian. Penelitian ini berfungsi untuk menambah pengetahuan berdasarkan penelitian pada bidang tertentu.

2. Berdasarkan tujuannya (*objectives perspective*)

Pada sudut pandang ini terdapat 4 jenis penelitian, yaitu:

a. *Descriptive research* (penelitian deskriptif)

Tujuan dari penelitian ini adalah mendeskripsikan suatu situasi, masalah, atau fenomena secara sistematis dan aktual. Penelitian ini berfungsi untuk menggambarkan mekanisme secara detail, menjelaskan sebuah pola atau kategori tertentu.

b. *Exploratory research* (penelitian eksplorasi)

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi suatu fenomena yang relatif baru atau belum diketahui sehingga menghasilkan teori baru atas dasar teori yang sudah ada. Penelitian ini membantu menambah pengetahuan dasar untuk penelitian selanjutnya, mengembangkan gagasan dasar terkait topik baru.

c. *Correlational research* (penelitian korelasional)

Penelitian ini berfokus untuk menemukan hubungan antara 2 faktor atau lebih dalam sebuah situasi. Penelitian ini berfungsi untuk mengetahui tingkat korelasi antara perubahan suatu faktor dengan perubahan faktor lainnya berdasarkan koefisien korelasi.

d. *Explanatory research* (penelitian eksplanatori)

Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan atau menjawab pertanyaan mengapa (*why*) dan bagaimana (*how*) pada hubungan antara 2 aspek situasi atau fenomena yang melibatkan penjelasan kausal (sebab-akibat). Penelitian ini berfungsi untuk memberikan analisis terkait hubungan antar variabel.

3. Berdasarkan mode penyelidikannya (*mode of enquiry perspective*)

Pada sudut pandang ini terdapat 2 jenis penelitian, yaitu:

a. *Structured research* (penelitian kuantitatif)

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis data dengan menggunakan teknik statistik, di mana instrumen yang digunakan (alat pengumpul data) akan menghasilkan data digital. Penelitian ini berfungsi untuk menambah pengetahuan untuk menganalisis data berdasarkan statistik, mereduksi dan mengelompokkan data, serta mengidentifikasi perbedaan antar kelompok data.

b. *Unstructured research* (penelitian kualitatif)

Penelitian ini bertujuan untuk memahami makna terkait dengan fenomena (perilaku) yang berdasarkan pemahaman subjek, lebih menekankan pada kedalaman berpikir peneliti dalam menjawab masalah penelitian. Penelitian ini berfungsi untuk menambah pengetahuan untuk meneliti kondisi objek secara alamiah di mana kajian terhadap fenomena didasarkan pada interaksinya dengan situasi sosial yang ada.

Pada penelitian ini berdasarkan sudut pandang penerapannya adalah penelitian terapan (*applied research*) karena penelitian ini menerapkan teori *lean manufacturing* pada objek penelitian. Selain itu, jika berdasarkan sudut pandang tujuannya, penelitian ini termasuk dalam deskriptif (*descriptive research*) untuk mendeskripsikan faktor pendorong dan penghambat dalam menerapkan *lean*. Jika berdasarkan sudut pandang mode penyelidikannya, penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif (*structured research*) dan kualitatif (*unstructured research*). Pendekatan kuantitatif yang digunakan pada penelitian ini untuk mencari bobot hubungan antar *waste* dan mencari *waste* terbesar yang berpengaruh pada proses produksi Teq Production. Sedangkan pendekatan kualitatif digunakan untuk mencari faktor penghambat dan pendorong dalam menerapkan *lean manufacturing* bagi Teq Production.

Menurut Poerwandari (2005), penelitian kualitatif menghasilkan dan mengolah data yang sifatnya deskriptif seperti transkripsi wawancara dan observasi. Menurut I Made Winartha (2006:155), metode analisis deskriptif kualitatif adalah menganalisis, menggambarkan, dan meringkas berbagai kondisi, situasi dari berbagai data yang dikumpulkan berupa hasil wawancara atau pengamatan mengenai masalah yang diteliti yang terjadi di lapangan. Pada penelitian ini mengintegrasikan pendekatan kualitatif dengan memusatkan pada penyelesaian masalah aktual dengan mendeskripsikan fenomena yang terjadi dan mencari fakta-fakta yang memperkuat penyelesaian masalah yang terjadi di lapangan, sedangkan pendekatan kuantitatif digunakan untuk menyelesaikan permasalahan

di lapangan dengan mencari data aktual dan mendeskripsikan permasalahan yang terjadi kemudian dilakukan analisis terhadap data yang diperoleh dengan menggunakan *tools* yang sesuai (Muji, 2004; Hancock et., 2009).

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Teq Production yang berlokasi di Jl. Satria Barat Balai Arjosari, Balarjosari, Kec. Blimbing, Kota Malang, Jawa Timur. Adapun waktu penelitian ini dilaksanakan dari bulan Desember 2020 hingga Mei 2021.

3.4 Tahapan Penelitian

Pada tahapan penelitian ini terdapat 4 tahap yang dilakukan dalam melaksanakan penelitian ini, yaitu tahap pendahuluan, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data, serta tahap kesimpulan dan saran.

3.4.1 Tahap Pendahuluan

Berikut ini merupakan langkah-langkah yang dilakukan pada tahap pendahuluan.

1. Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan dengan cara kegiatan observasi atau pengamatan langsung pada obyek penelitian, yaitu Teq Production yang berlokasi di Jl. Satria Barat Balai Arjosari, Balarjosari, Kec. Blimbing, Kota Malang, Jawa Timur. Tujuan dilakukannya studi lapangan adalah untuk mengidentifikasi permasalahan yang ada pada obyek penelitian dan pengumpulan data yang dibutuhkan dalam penelitian.

2. Studi Literatur

Studi literatur pada penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mencari dasar-dasar penelitian dan menentukan metode atau cara yang sesuai dan dapat digunakan dalam penelitian tersebut. Pada studi literatur ini menggunakan beberapa referensi yaitu seperti buku, jurnal atau penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan yaitu mengenai *lean manufacturing*. Berdasarkan penelitian terdahulu mengenai *lean manufacturing* didapatkan beberapa metode untuk menganalisis *waste*, akar penyebab *waste*, serta faktor-faktor yang dapat menjadi penghambat dan pendorong dalam menerapkan *lean manufacturing*.

3. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahapan di mana poin-poin kunci dari masalah yang ada pada objek penelitian akan diidentifikasi dan ditentukan solusi yang akan diterapkan.

Menentukan masalah yang diteliti dengan mempertimbangkan fakta yang terjadi selama proses produksi Teq Production. Selanjutnya, mencari penyebab dan akar permasalahan dalam proses produksi Teq Production, kemudian mengubahnya menjadi petunjuk identifikasi masalah untuk menjelaskan masalah yang teridentifikasi.

4. Perumusan Masalah

Perumusan masalah merupakan tahap yang dilakukan untuk secara terperinci menyusun permasalahan yang ada pada obyek penelitian berdasarkan pada permasalahan yang telah diidentifikasi pada tahap sebelumnya, di mana dalam hal ini permasalahan tersebut disusun dalam bentuk poin-poin. Penentuan perumusan masalah pada penelitian ini dengan mempertimbangkan permasalahan yang terjadi dan dapat diuji pada Teq Production lalu menjabarkan dalam bentuk banyak pertanyaan 5W+1H (*when, why, where, who, what, how*) yang dikerucutkan menjadi pertanyaan yang kritis dan memiliki nilai dalam penelitian pada proses produksi Teq Production.

5. Penentuan Tujuan Penelitian

Pada tahap ini, tujuan penelitian ditentukan sesuai dengan rumusan masalah yang telah disusun pada tahap sebelumnya dengan fokus pada arah penelitian. Dapat memecahkan masalah yang ada. Tujuan penelitian dalam proses produksi Produksi Teq ditentukan berdasarkan ekspresi masalah yang diidentifikasi dan diubah menjadi pernyataan yang spesifik, dapat diamati dan diukur.

3.4.2 Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data merupakan sebuah cara yang dilakukan dalam upaya memperoleh data selama penelitian berlangsung. Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai jenis data yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

3.4.2.1 Data, Jenis Data, dan Sumber Data

Data yang dibutuhkan pada penelitian ini dapat diklasifikasikan menjadi data primer dan data sekunder. Berikut merupakan penjelasan mengenai data primer dan data sekunder untuk mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung melalui hasil observasi dan wawancara kepada pemilik dari Teq Production. Data primer yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah alur proses produksi furnitur rotan, bobot *waste* yang terjadi pada

proses produksi, akar penyebab permasalahan terjadinya *waste* tersebut, serta faktor pendorong dan penghambat dalam menerapkan *lean manufacturing*.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapatkan oleh peneliti secara tidak langsung dari sumber-sumber yang berhubungan dengan penelitian. Data sekunder yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah profil Teq Production dan data jumlah pengrajin dari Teq Production yang didapatkan dari *website* Teq Production.

3.4.2.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan survei primer. Survei primer adalah teknik pengambilan data yang dilakukan dengan cara terlibat langsung di lapangan. Teknik pengumpulan data dengan cara survei primer dapat berupa observasi lapangan, wawancara, diskusi, dan pengisian kuesioner.

1. Observasi Lapangan

Observasi merupakan metode yang dilakukan dengan cara pengamatan secara langsung pada objek penelitian untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan secara aktual. Observasi lapangan dilakukan untuk mengamati sistem produksi pada Teq Production.

2. Wawancara

Wawancara merupakan tanya jawab dengan seseorang yang diperlukan untuk dimintai keterangan atau pendapatnya mengenai suatu hal (KBBI, 2021). Wawancara merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara melakukan tanya jawab secara langsung kepada pihak atau narasumber yang berhubungan dengan permasalahan yang diangkat pada penelitian ini. Pada penelitian ini, wawancara dilakukan kepada pemilik Teq Production untuk mendapatkan informasi mengenai sistem produksi yang ada di Teq Production.

3. Kuesioner

Menurut KBBI (2021), kuesioner adalah alat riset atau survei yang terdiri atas serangkaian pertanyaan tertulis, bertujuan mendapatkan tanggapan dari kelompok orang terpilih melalui wawancara pribadi atau melalui pos. Kuesioner yang digunakan pada penelitian kali ini adalah kuesioner untuk *Waste Assessment Model* (WAM) untuk mengidentifikasi dan mengalokasikan *waste* yang terjadi pada rantai produksi, serta kuesioner untuk ISM yang bertujuan untuk mengidentifikasi faktor pendorong dan penghambat bagi Teq Production dalam menerapkan *lean manufacturing*, di mana responden untuk kuesioner ini adalah pihak Teq Production.

3.4.2.3 Rangkuman Data, Sumber Data, dan Metode Pengambilan Data

Berikut ini merupakan penjelasan yang berisi mengenai rangkuman data yang dibutuhkan, jenis data, sumber data, dan metode pengambilan data yang dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1
Data, Sumber Data, dan Metode Pengambilan Data

No.	Tujuan	Operasional Tujuan	Data yang Diperlukan	Sumber Data & Responden	Metode Pengambilan Data
1.	Menganalisis <i>waste</i> yang terjadi pada proses produksi pembuatan furnitur rotan di Teq Production.	Kekuatan hubungan antar setiap <i>waste</i> . Alokasi <i>waste</i> yang terjadi pada lantai produksi Teq Production.	Data primer: penilaian responden terhadap bobot antar <i>waste</i> . Data primer: penilaian responden mengenai <i>waste</i> yang terjadi.	Pemilik Teq Production. Pemilik Teq Production.	Kuesioner. Kuesioner.
2.	Menganalisis faktor penyebab terjadinya <i>waste</i> pada proses produksi pembuatan furnitur rotan di Teq Production.	Akar penyebab dari terjadinya <i>waste</i> .	Data primer: penilaian responden mengenai akar penyebab dari terjadinya <i>waste</i> .	Pemilik Teq Production.	Wawancara.
3.	Menganalisis faktor penghambat dan pendorong dalam menerapkan <i>lean manufacturing</i> pada Teq Production.	Faktor penghambat dan pendorong implementasi <i>lean</i> .	Data primer: penilaian responden mengenai faktor penghambat dan pendorong implementasi <i>lean</i> .	Pemilik Teq Production.	Kuesioner.

3.4.3 Tahap Pengolahan Data

Tahap pengolahan data diperlukan untuk mendapatkan dasar teoritis dalam melakukan proses pengolahan data yang telah didapatkan. Berikut merupakan metode pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini.

1. Mengidentifikasi kontribusi *waste* yang terjadi pada proses produksi Teq Production dan mengukur hubungan dan dampak yang terjadi akibat adanya *waste* menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM). WAM bertujuan untuk menyederhanakan proses pencarian dari permasalahan *waste* dan mengidentifikasi dalam mengeliminasi *waste*.

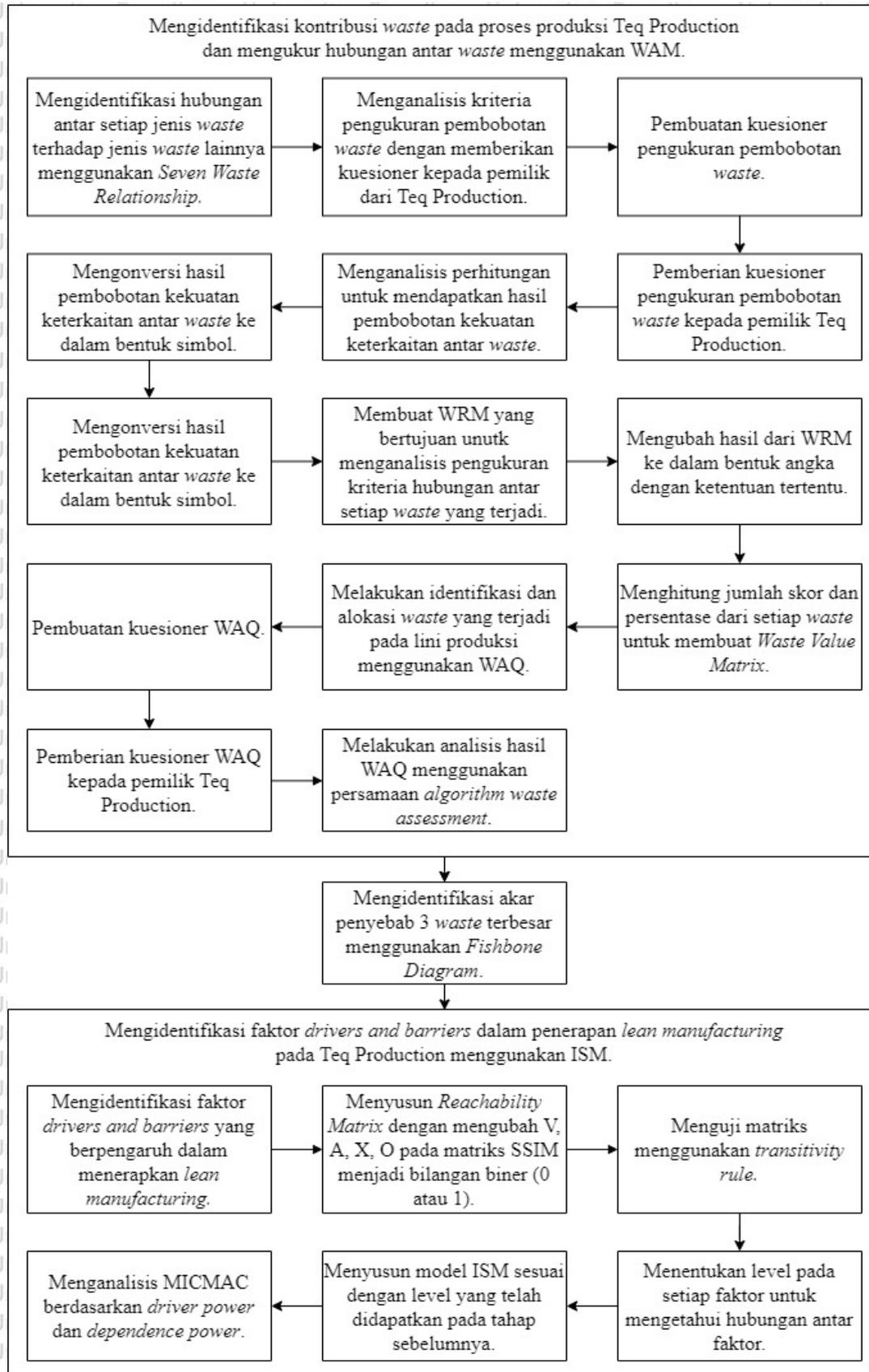
Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam pembuatan WAM.

- a. Mengidentifikasi hubungan antar setiap jenis *waste* terhadap jenis *waste* lainnya menggunakan *Seven Waste Relationship* sesuai yang telah dijelaskan pada Subbab 2.6.
 - b. Menganalisis kriteria pengukuran pembobotan *waste* dengan cara memberikan kuesioner kepada pemilik dari Teq Production.
 - c. Setelah mendapatkan jawaban dari responden, maka dilakukan analisis perhitungan untuk mendapatkan hasil pembobotan kekuatan keterkaitan antar *waste*. Penilaian kuesioner dari pihak perusahaan untuk hubungan keterkaitan antar *waste* kemudian dikonversi ke dalam simbol. Hasil yang didapatkan dari proses konversi ini selanjutnya digunakan untuk penyusunan *Waste Relationship Matrix (WRM)*.
 - d. Membuat *Waste Relationship Matrix (WRM)* yang bertujuan untuk menganalisis pengukuran kriteria hubungan antar setiap *waste* yang terjadi.
 - e. Hasil dari WRM kemudian dikonversi menjadi angka dengan ketentuan simbol A = 10, E = 8, I = 6, O = 4, U = 2, dan X = 0. Selanjutnya dilakukan perhitungan jumlah skor dan persentase dari setiap *waste* untuk membuat *Waste Value Matrix*.
 - f. Melakukan identifikasi dan alokasi *waste* yang terjadi pada lini produksi menggunakan *Waste Assessment Questionnaire (WAQ)*. WAQ merupakan kuesioner *assessment* yang terdiri dari 68 jenis pertanyaan yang berbeda. Kuesioner diberikan kepada satu orang yang paling memahami kondisi lantai produksi di Teq Production.
 - g. Setelah mendapatkan jawaban dari responden, kemudian dilakukan analisis hasil WAQ menggunakan persamaan *algorithm waste assessment* sesuai yang telah dijelaskan pada Subbab 2.6.
2. Melakukan identifikasi akar penyebab dari permasalahan atau *waste* yang timbul pada proses produksi Teq Production menggunakan *Fishbone Diagram*. Identifikasi akar penyebab *waste* menggunakan *Fishbone Diagram* diprioritaskan pada jenis *waste* yang memiliki bobot dengan peringkat 3 terbesar.
 3. Melakukan identifikasi hubungan antar faktor yang berpengaruh terhadap penerapan *lean manufacturing* pada Teq Production menggunakan *Interpretive Structural Modeling (ISM)*. ISM digunakan untuk mengetahui faktor kunci yang memiliki pengaruh besar terhadap penerapan *lean manufacturing* di Teq Production. Berikut ini merupakan tahap-tahap dalam pembuatan ISM.
 - a. Mengidentifikasi faktor-faktor yang memiliki pengaruh terhadap *lean manufacturing implementation* yaitu *drivers and barriers*.

- b. Menganalisis hubungan timbal balik antar faktor yang telah diidentifikasi dengan menggunakan *Structural Self-Interaction Matrix* (SSIM). Tata cara pengisian matriks SSIM sesuai dengan penjelasan pada Subbab 2.7.
- c. Menyusun *Reachability Matrix* (RM) dengan mengubah V, A, X, O menjadi bilangan biner (0 atau 1). Jika hubungan kontesktual antar faktor e_{ij} dalam SSIM adalah V (faktor i berpengaruh terhadap faktor j tapi tidak sebaliknya) maka $e_{ij} = 1$ dan $e_{ji} = 0$; jika e_{ij} dalam SSIM adalah A (faktor j berpengaruh terhadap faktor i tapi tidak sebaliknya), maka $e_{ij} = 0$ dan $e_{ji} = 1$; jika e_{ij} dalam SSIM adalah X (faktor i dan j saling berpengaruh), maka $e_{ij} = 1$ dan $e_{ji} = 1$; jika e_{ij} dalam SSIM adalah O (faktor i dan j tidak saling berpengaruh), maka $e_{ij} = 0$ dan $e_{ji} = 0$.
- d. Melakukan pengujian matriks menggunakan *transitivity rule* untuk melihat konsistensi pada *reachability matrix* sehingga diperoleh *final reachability matrix*. Adapun aturan *transitivity* sesuai dengan penjelasan pada Subbab 2.7.
- e. Menentukan *level* pada setiap faktor untuk mengetahui hubungan antar faktor. *Level* tersebut didapatkan berdasarkan hasil *final reachability matrix* dengan melakukan iterasi untuk mendapatkan sebuah model yang berupa hierarki faktor dari yang paling tinggi hingga paling rendah. Aturan penentuan *level* dapat dilihat pada Subbab 2.7.
- f. Menyusun model ISM sesuai dengan *level* yang telah didapatkan pada tiap faktor serta interdependensi antar faktor pada tahap sebelumnya, sehingga dapat digambarkan *diagraph* dari seluruh faktor.
- g. Menganalisis MICMAC berdasarkan *driver power* (DP) dan *dependence* (D) untuk menentukan posisi tiap faktor pada empat kuadran sebagaimana yang telah dijelaskan pada Subbab 2.8. Empat kuadran tersebut meliputi: kuadran 1 *autonomous enablers* (sedikit terkait dengan sistem); kuadran 2 *dependent enablers* (elemen yang tidak bebas); kuadran 3 *linkage enablers* (elemen yang sensitif dan tidak stabil); kuadran 4 *independent enablers* (elemen bebas dan elemen kunci). Faktor-faktor *drivers and barriers* yang akan menjadi elemen kunci yang berpengaruh secara signifikan terhadap *lean manufacturing implementation* akan terletak pada kuadran empat, yaitu kuadran *independent*.

4. Kerangka pengolahan data

Dalam suatu penelitian, dibutuhkan sebuah kerangka pengolahan data yang sistematis sehingga analisis pada penelitian sesuai dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Kerangka pengolahan data ditunjukkan pada Gambar 3.1 berikut ini.



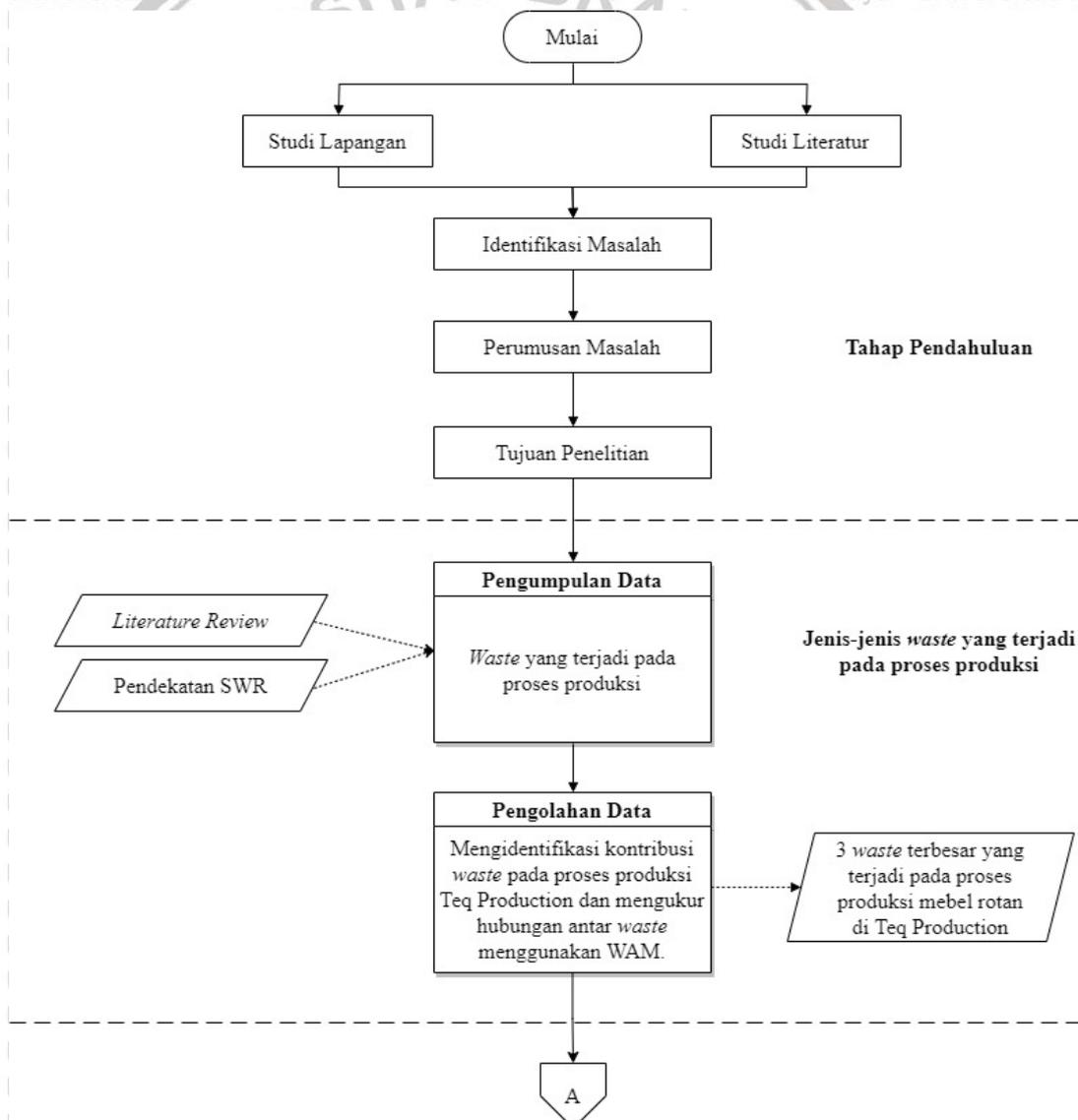
Gambar 3.1 Kerangka pengolahan data

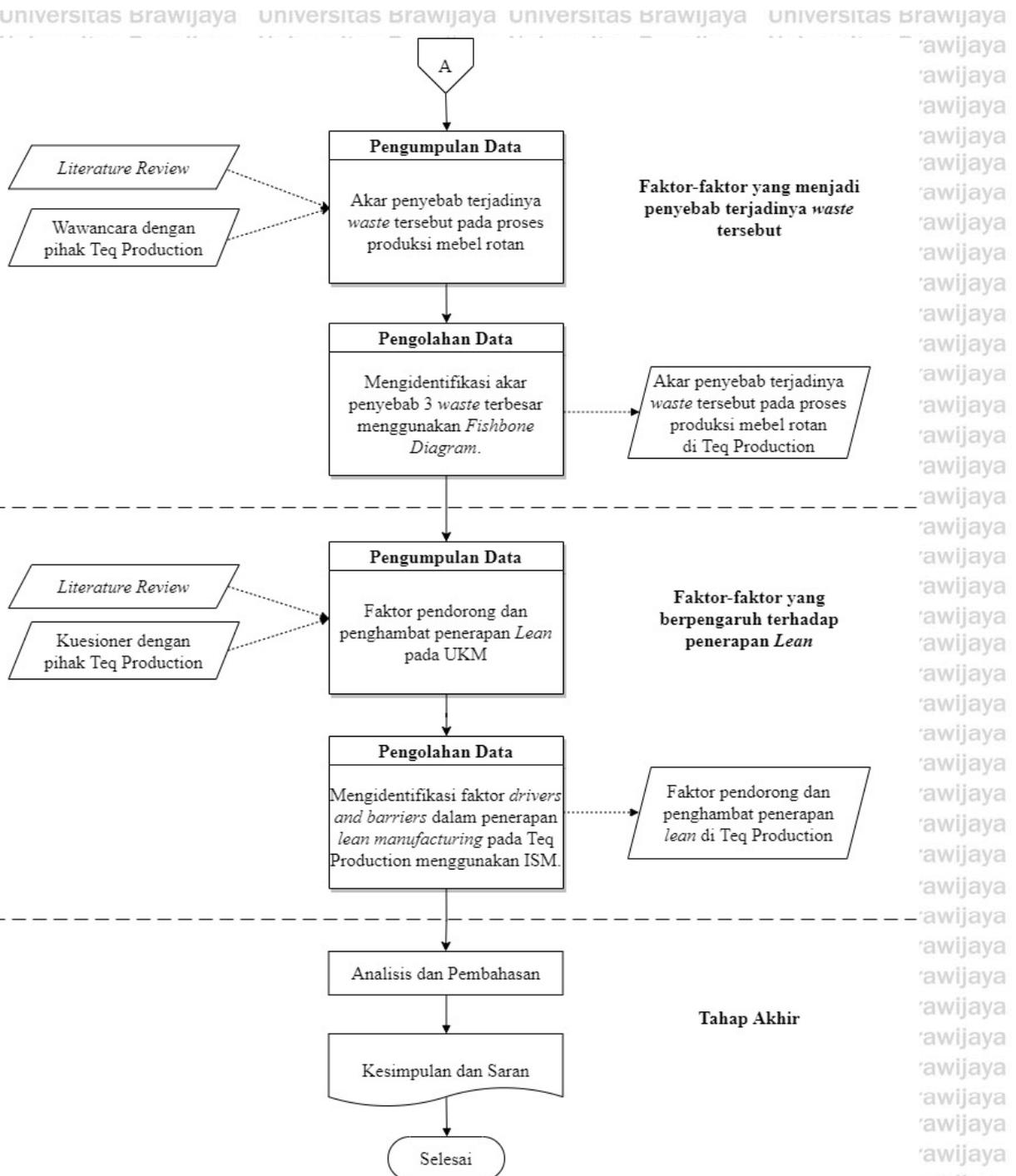
3.4.4 Tahap Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran merupakan tahap terakhir dari sebuah proses penelitian. Kesimpulan bertujuan untuk menjabarkan jawaban dari tujuan sebuah penelitian, sedangkan saran bertujuan untuk memberikan masukan kepada objek penelitian. Pada penelitian ini, kesimpulan dibuat dengan cara melihat kembali apakah tujuan penelitian sudah tercapai hasil penelitian yang diperoleh dari pengolahan data menggunakan WAM, *Fishbone Diagram*, dan juga ISM. Pemberian saran dilakukan dengan memberikan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

3.5 Diagram Alir Penelitian

Berikut ini merupakan diagram alir atau *flowchart* yang menunjukkan beberapa tahapan dalam melaksanakan kegiatan penelitian ini yang dapat dilihat pada Gambar 3.2 di bawah ini.





Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi data yang telah dikumpulkan dan diolah dengan metode penelitian serta penyelesaian yang digunakan. Hasil yang telah didapatkan akan dilakukan pembahasan penelitian.

4.1 Gambaran Umum Teq Production

Teq Production merupakan salah satu industri rumah tangga yang memproduksi furnitur berbahan dasar rotan. Teq Production berlokasi di Jl. Satria Barat Balai Arjosari, Balarjosari, Kec. Blimbing, Kota Malang, Jawa Timur. Teq Production didirikan pada tahun 1997. Pada awal berdiri, Teq Production belum memiliki pegawai dan hanya dikerjakan oleh pemilik dari Teq Production sendiri. Namun seiring berjalannya waktu dan permintaan pun semakin meningkat, sekarang Teq Production telah memiliki delapan pegawai yang terdiri dari tiga pekerja pembuat rangka dan lima pekerja penganyam.

Teq Production memproduksi berbagai macam jenis furnitur yang terbuat dari rotan, baik rotan sintesis maupun rotan alami. Berikut ini merupakan proses produksi dari furnitur di Teq Production.

1. Proses pengukuran

Proses pertama dalam pembuatan furnitur rotan adalah proses pengukuran rotan dan kayu sebagai bahan dasar yang akan digunakan dalam pembuatan furnitur sebelum nantinya dipotong sesuai dengan rancangan model yang telah dibuat sebelumnya.

2. Proses pemotongan

Proses kedua adalah pemotongan rotan dan kayu sesuai dengan model yang telah dirancang seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut ini.



Gambar 4.1 Proses pemotongan

3. Proses pemberian obat

Proses ketiga adalah pemberian obat untuk material berbahan dasar kayu dan juga rotan alami agar terhindar dari hama dan dapat bertahan dalam jangka panjang.

4. Proses penghalusan

Proses kelima merupakan proses opsional. Jika kayu atau rotan yang digunakan terdapat di bagian luar sehingga dapat terlihat dengan jelas, maka kayu atau pun rotan tersebut harus melalui proses penghalusan menggunakan alat gerinda agar rotan atau kayu tersebut memiliki bentuk yang lebih indah dan rapi, seperti pada Gambar 4.2 berikut ini.



Gambar 4.2 Proses penghalusan

5. Proses pembuatan rangka

Proses keempat adalah memulai pembuatan rangka dasar dari model yang diinginkan menggunakan kayu, besi, atau aluminium seperti pada Gambar 4.3 berikut ini.



Gambar 4.3 Proses pembuatan rangka

6. Proses penganyaman

Proses selanjutnya adalah menganyam rangka yang telah dibuat pada proses sebelumnya menggunakan rotan sintetis maupun rotan alami seperti pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Proses penganyaman

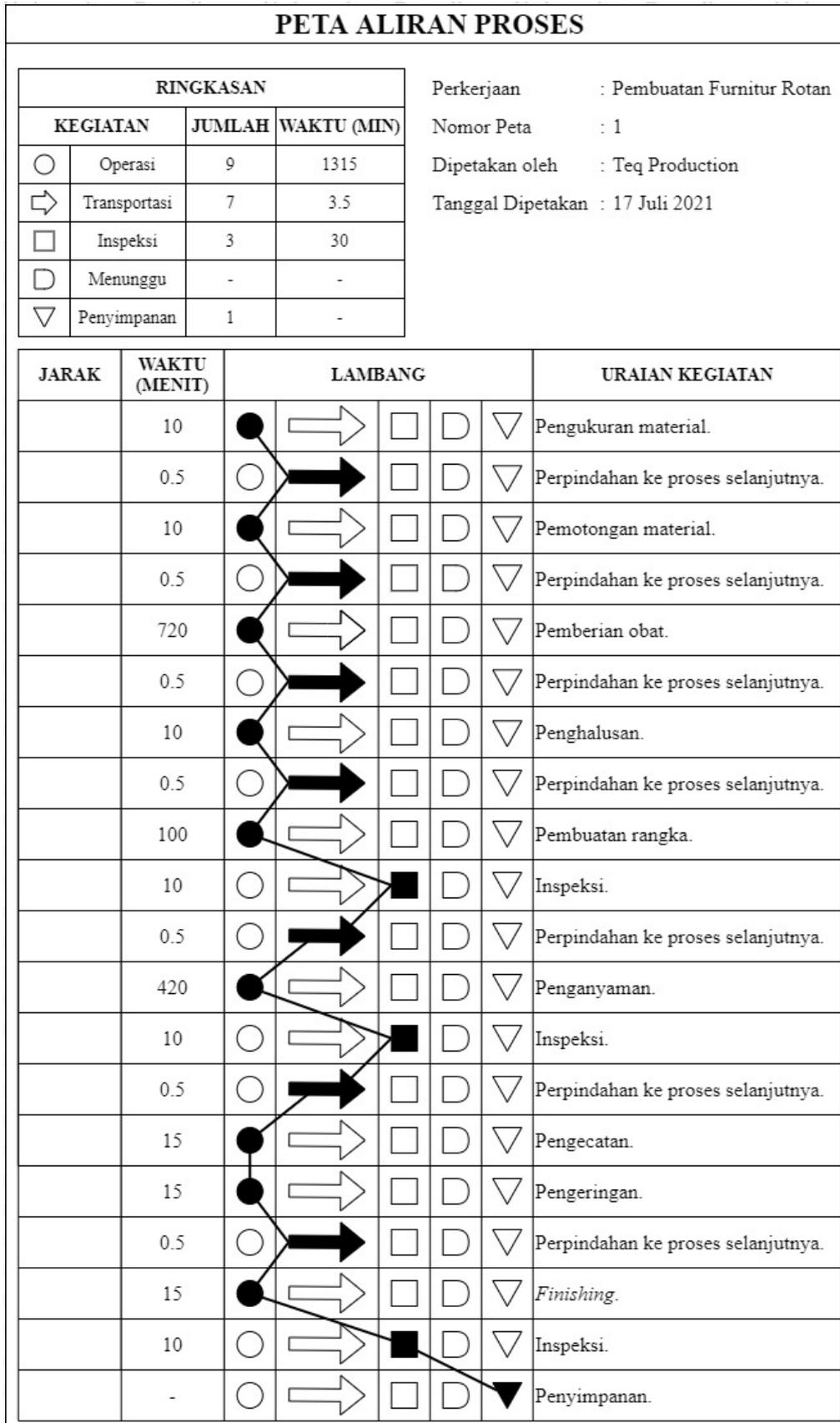
7. Proses pengecatan

Proses selanjutnya adalah proses pemberian warna kepada produk yang telah jadi sesuai dengan keinginan konsumen dengan cara dicat.

8. Proses Finishing

Proses terakhir adalah proses *finishing* yang dilakukan pada tahap terakhir untuk mempercantik produk seperti pengamplasan atau pemlituran.

Secara umum, peta aliran proses produksi furnitur rotan yang terjadi pada Teq Production seperti pada Gambar 4.5 berikut ini.



Gambar 4.5 Peta aliran proses produksi

4.2 Identifikasi dan Pengukuran Waste

Proses identifikasi *waste* dilakukan dengan menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM). Pengumpulan data dilakukan dengan cara diskusi atau wawancara dan menyebarkan kuesioner pembobotan dengan pihak yang terkait dalam proses produksi furnitur rotan. Diskusi dilakukan untuk menyatukan sudut pandang mengenai pemahaman terhadap *waste* dan keterkaitan antar *waste*. Sedangkan penyebaran kuesioner dilakukan untuk mendapatkan bobot dari *waste*.

Pada umumnya, penelitian yang menggunakan pengukuran dengan kuesioner akan dilakukan uji validitas dan uji reliabilitas. Arikunto (2009) menjelaskan bahwa validitas merupakan kondisi yang menunjukkan tingkat instrumen yang digunakan mampu mengukur sesuatu yang akan diukur. Notoatmodjo (2010) merekomendasikan supaya didapatkan distribusi nilai dari hasil pengukuran yang mendekati normal, maka sebaiknya jumlah responden untuk uji coba paling sedikit sebanyak 20 orang. Sedangkan menurut Sugiyono (2017) menyatakan bahwa uji reliabilitas adalah sejauh mana hasil pengukuran dengan menggunakan objek yang sama akan menghasilkan data yang sama. Uji reliabilitas dilakukan setelah uji validitas. Pada penelitian ini tidak dilakukan uji validitas dan uji reliabilitas dikarenakan hanya menggunakan satu responden yang paling memahami sistem yang berjalan yaitu pemilik dari Teq Production sehingga tidak mencukupi batas minimal responden yang dianjurkan oleh Notoatmodjo yaitu sebanyak 20 orang.

4.2.1 Seven Waste Relationship

Perhitungan keterkaitan antar *waste* dilakukan secara diskusi dengan cara mengisi kuesioner menggunakan kriteria pembobotan yang dikembangkan oleh Rawabdeh (2005).

Pertanyaan keterkaitan antar *waste* terdiri dari 6 pertanyaan dengan pembobotan yang telah ditentukan. Tipe pertanyaan keterkaitan antar *waste* terdiri dari 31 penjelasan keterkaitan antar *waste* yang telah dijelaskan pada Subbab 2.6.1. Hasil yang lebih rinci mengenai jawaban penilaian keterkaitan antar *waste* dapat dilihat pada Lampiran 2. Berikut ini merupakan Tabel 4.1 yang menampilkan ringkasan hasil dari skor dan tingkat keterkaitan antar *waste* proses produksi furnitur rotan.

Tabel 4.1
Keterkaitan Antar *Waste*

No.	Jenis Hubungan	Simbol	Total Skor	Tipe Keterkaitan
1.	<i>Over Production_Inventory</i>	O_I	13	E
2.	<i>Over Production_Defect</i>	O_D	12	I
3.	<i>Over Production_Motion</i>	O_M	5	O
4.	<i>Over Production_Transportation</i>	O_T	17	A

No.	Jenis Hubungan	Simbol	Total Skor	Tipe Keterkaitan
5.	<i>Over Production_Waiting</i>	O_W	20	A
6.	<i>Inventory_Over Production</i>	I_O	17	A
7.	<i>Inventory_Defect</i>	I_D	9	I
8.	<i>Inventory_Motion</i>	I_M	3	U
9.	<i>Inventory_Transportation</i>	I_T	13	E
10.	<i>Defect_Over Production</i>	D_O	3	U
11.	<i>Defect_Inventory</i>	D_I	14	E
12.	<i>Defect_Motion</i>	D_M	13	E
13.	<i>Defect_Transportation</i>	D_T	5	O
14.	<i>Defect_Waiting</i>	D_W	17	A
15.	<i>Motion_Inventory</i>	M_I	5	O
16.	<i>Motion_Defect</i>	M_D	12	I
17.	<i>Motion_Waiting</i>	M_W	15	E
18.	<i>Motion_Process</i>	M_P	7	O
19.	<i>Transportation_Over Production</i>	T_O	9	I
20.	<i>Transportation_Inventory</i>	T_I	12	I
21.	<i>Transportation_Defect</i>	T_D	11	I
22.	<i>Transportation_Motion</i>	T_M	13	E
23.	<i>Transportation_Waiting</i>	T_W	17	A
24.	<i>Process_Over Production</i>	P_O	5	O
25.	<i>Process_Inventory</i>	P_I	8	O
26.	<i>Process_Defect</i>	P_D	10	I
27.	<i>Process_Motion</i>	P_M	5	O
28.	<i>Process_Waiting</i>	P_W	15	E
29.	<i>Waiting_Over Production</i>	W_O	16	E
30.	<i>Waiting_Inventory</i>	W_I	20	A
31.	<i>Waiting_Defect</i>	W_D	16	E

Berdasarkan Tabel 4.1 di atas dapat dilihat bahwa jenis hubungan *Defect_Motion* (D_M) memiliki total skor sebesar 13 yang kemudian dikonversi sesuai dengan ketentuan pada Tabel 2.6 (atau pada Tabel 4.2 di bawah ini) untuk menentukan tipe keterkaitan. Untuk jenis hubungan (O_I) memiliki total skor sebesar 13 sehingga berada pada *range* 13-16 dengan tipe keterkaitan *especially important* dengan simbol E. Hasil dari konversi akan digunakan dalam penyusunan WRM.

Tabel 4.2
Konversi Rentang Skor Keterkaitan *Waste*

Range	Tipe Keterkaitan	Simbol
17-20	<i>Absolutely Necessary</i>	A
13-16	<i>Especially Important</i>	E
9-12	<i>Important</i>	I
5-8	<i>Ordinary Closeness</i>	O
1-4	<i>Unimportant</i>	U

Sumber: Rawabdeh (2005)

4.2.2 Waste Relationship Matrix (WRM)

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan mengenai keterkaitan antar *waste* pada Tabel 4.1 di atas, kemudian dilakukan pembuatan *Waste Relationship Matrix* (WRM) dari proses produksi furnitur rotan seperti pada Tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3

Waste Relationship Matrix

F/T	O	I	D	M	T	P	W
O	A	E	I	O	A	X	A
I	A	A	I	U	E	X	X
D	U	E	A	E	O	X	A
M	X	O	I	A	X	O	E
T	I	I	I	E	A	X	A
P	O	O	I	O	X	A	E
W	E	A	E	X	X	X	A

Untuk memvalidasi *Waste Relationship Matrix*, dan setelah meninjau hasilnya, ditemukan bahwa temuan ini sesuai dengan literatur dalam hal pengaruh tujuh pemborosan terhadap satu sama lain. Untuk menyederhanakan matriks, maka dilakukan konversi ke dalam bentuk persentase. *Waste Relationship Matrix* kemudian diubah ke dalam bentuk angka dengan acuan A = 10, E = 8, I = 6, O = 4, U = 2, X = 0. Tabel 4.4 berikut ini merupakan *Waste Value Matrix* untuk proses produksi furnitur rotan.

Tabel 4.4

Waste Value Matrix

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Skor	%
O	10	8	6	4	10	0	10	48	17,39
I	10	10	6	2	8	0	0	36	13,04
D	2	8	10	8	4	0	10	42	15,22
M	0	4	6	10	0	4	8	32	11,59
T	6	6	6	8	10	0	10	46	16,67
P	4	4	6	4	0	10	8	36	13,04
W	8	10	8	0	0	0	10	36	13,04
Skor	40	50	48	36	32	14	56	276	100
%	14,49	18,12	17,39	13,04	11,59	5,07	20,29	100	

Berdasarkan Tabel 4.4 di atas dapat diketahui bahwa *From Overproduction* memiliki total Skor 48 dengan persentase sebesar 17,39% dan *To Overproduction* memiliki total skor 40 dengan persentase sebesar 14,49%. Hasil dari *Waste Value Matrix* akan digunakan untuk nilai pembobotan awal dari WAQ yang terdiri dari 67 pertanyaan *assessment*.

4.2.3 Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

Nilai *waste* yang diperoleh dari *Waste Relationship Matrix* akan digunakan untuk penilaian awal WAQ berdasarkan jenis pertanyaan. Kuesioner WAQ terdiri dari 66

pertanyaan yang berbeda. Setiap pertanyaan menggambarkan aktivitas, kondisi, atau perilaku yang mungkin menyebabkan pemborosan. Pertanyaan yang menyatakan “*from*” berarti merepresentasikan tipe pemborosan yang mungkin menjadi penyebab terjadinya *waste* lainnya. Pertanyaan yang menyatakan “*to*” berarti merepresentasikan tipe *waste* yang mungkin disebabkan oleh *waste* lainnya.

Setiap pertanyaan pada WAQ terdiri dari tiga buah jawaban dengan bobot atau skor masing-masing 1, 0.5, dan 0 (Rawabdeh, 2005). Skor 1 jika “Ya”, skor 0,5 jika “Sedang”, dan skor 0 jika “Tidak”. Skor untuk ketiga jenis pilihan jawaban kuesioner dibagi menjadi 2 kategori, yaitu kategori A adalah jika jawaban “Ya” berarti diindikasikan adanya pemborosan dan kategori B jika jawaban “Ya” berarti diindikasikan tidak ada pemborosan yang terjadi. Sedangkan untuk pertanyaannya dikelompokkan ke dalam 4 kategori, yaitu *man*, *machine*, *material*, dan *method*. Nilai akhir *waste* tergantung dari kombinasi jawaban yang ada. Peringkat akhir *waste* dipengaruhi oleh kombinasi jawaban dari responden dikarenakan dari hasil kuesioner tersebut akan dihitung menggunakan suatu algoritma yang terdiri dari 8 tahap yang telah dikembangkan untuk menilai dan memberikan peringkat *waste* yang ada. Berikut ini 8 tahap untuk mengukur peringkat *waste*.

1. Mengelompokkan dan menghitung jumlah pertanyaan kuesioner berdasarkan catatan “*from*” dan “*to*” untuk setiap jenis *waste*. Tabel 4.5 berikut ini merupakan hasil pengelompokkan dan perhitungan jenis pertanyaan.

Tabel 4.5

Pengelompokkan Jenis Pertanyaan

No.	Jenis Pertanyaan (i)	Total (Ni)
1.	<i>From Overproduction</i>	3
2.	<i>From Inventory</i>	6
3.	<i>From Defects</i>	7
4.	<i>From Motion</i>	10
5.	<i>From Transportation</i>	4
6.	<i>From Overprocessing</i>	7
7.	<i>From Waiting</i>	8
8.	<i>To Defects</i>	4
9.	<i>To Motion</i>	9
10.	<i>To Transportation</i>	3
11.	<i>To Waiting</i>	5
	Jumlah Pertanyaan	66

Tabel 4.5 di atas berisi 11 jenis pertanyaan dengan total jumlah pertanyaan yaitu 66 buah. Sebagai contoh terdapat 3 pertanyaan dari *From Overproduction* dan 6 pertanyaan dari jenis *From Inventory*.

2. Memasukkan bobot dari setiap pertanyaan berdasarkan *Waste Relationship Matrix* (WRM). Hasil yang lebih rinci dapat dilihat pada Lampiran 4. Tabel 4.6 berikut ini merupakan ringkasan dari bobot awal kuesioner.

Tabel 4.6

Bobot Awal Berdasarkan WRM

No.	Jenis Pertanyaan	N_i	O	I	D	M	T	P	W
Man									
1.	<i>To Motion</i>	9	4	2	8	10	8	4	0
2.	<i>From Motion</i>	10	0	4	6	10	0	4	8
3.	<i>From Process</i>	7	4	4	6	4	0	10	0
4.	<i>From Motion</i>	10	0	4	6	10	0	4	8
5.	<i>From Defect</i>	7	2	8	10	8	4	0	10
...									
Method									
62.	<i>From Motion</i>	10	0	4	6	10	0	4	8
63.	<i>From Motion</i>	10	0	4	6	10	0	4	8
64.	<i>From Overproduction</i>	3	10	8	6	4	10	0	10
65.	<i>From Process</i>	7	4	4	6	4	0	10	8
66.	<i>From Defect</i>	7	2	8	10	8	4	0	10

Berdasarkan Tabel 4.6 di atas dapat dilihat bahwa jenis pertanyaan *To Motion* memiliki bobot O sebesar 4, bobot I sebesar 2, bobot D sebesar 8, bobot M sebesar 10, bobot T sebesar 8, bobot P sebesar 4, dan bobot W sebesar 0.

3. Menghilangkan pengaruh dari variasi jumlah pertanyaan untuk setiap jenis pertanyaan dengan membagi tiap bobot dalam satu baris dengan jumlah pertanyaan yang dikelompokkan (N_i) yang dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut ini. Hasil yang lebih rinci dapat dilihat pada Lampiran 5.

Tabel 4.7

Bobot Pertanyaan dibagi N_i

No.	Jenis Pertanyaan	N_i	O	I	D	M	T	P	W
Man									
1.	<i>To Motion</i>	9	0.444	0.222	0.889	1.111	0.889	0.444	0
2.	<i>From Motion</i>	10	0	0.4	0.6	1	0	0.4	0.8
3.	<i>From Process</i>	7	0.571	0.571	0.857	0.571	0	1.429	1.143
4.	<i>From Motion</i>	10	0	0.4	0.6	1	0	0.4	0.8
5.	<i>From Defect</i>	7	0.286	1.143	1.429	1.143	0.571	0	1.429
...									
Method									
62.	<i>From Motion</i>	10	0	0.4	0.6	1	0	0.4	0.8
63.	<i>From Motion</i>	10	0	0.4	0.6	1	0	0.4	0.8
64.	<i>From Overproduction</i>	3	3.333	2.667	2	1.333	3.333	0	3.333
65.	<i>From Process</i>	7	0.571	0.571	0.857	0.571	0	1.429	1.143

No.	Jenis Pertanyaan	N_i	O	I	D	M	T	P	W
66.	<i>From Defect</i>	7	0.286	1.143	1.429	1.143	0.571	0	1.429

Berdasarkan Tabel 4.7 di atas, bobot dari *waste Overproduction* pada jenis pertanyaan *To Motion* adalah 0,444 yang didapatkan dari bobot awal pada Tabel 4.6 yaitu 4 dibagi dengan nilai dari N_i yaitu 9, begitu juga dengan nilai lainnya. Berikut ini merupakan contoh perhitungan pada jenis pertanyaan nomor 1 yaitu *To Motion*.

$$O = 4 : 9 = 0.444$$

$$I = 2 : 9 = 0.222$$

$$D = 8 : 9 = 0.889$$

$$M = 10 : 9 = 1.111$$

$$T = 8 : 9 = 0.889$$

$$P = 4 : 9 = 0.444$$

$$W = 0 : 9 = 0$$

4. Menghitung jumlah skor (S_j) dan frekuensi (F_j) dari setiap kolom jenis *waste* sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.8 berikut ini. Hasil yang lebih rinci dapat dilihat pada Lampiran 5.

Tabel 4.8
Jumlah S_j dan F_j

No.	Jenis Pertanyaan	N_i	O	I	D	M	T	P	W
Man									
1.	<i>To Motion</i>	9	0.444	0.222	0.889	1.111	0.889	0.444	0
2.	<i>From Motion</i>	10	0	0.4	0.6	1	0	0.4	0.8
3.	<i>From Process</i>	7	0.571	0.571	0.857	0.571	0	1.429	1.143
4.	<i>From Motion</i>	10	0	0.4	0.6	1	0	0.4	0.8
5.	<i>From Defect</i>	7	0.286	1.143	1.429	1.143	0.571	0	1.429
Method									
62.	<i>From Motion</i>	10	0	0.4	0.6	1	0	0.4	0.8
63.	<i>From Motion</i>	10	0	0.4	0.6	1	0	0.4	0.8
64.	<i>From Overproduction</i>	3	3.333	2.667	2	1.333	3.333	0	3.333
65.	<i>From Process</i>	7	0.571	0.571	0.857	0.571	0	1.429	1.143
66.	<i>From Defect</i>	7	0.286	1.143	1.429	1.143	0.571	0	1.429
Total Skor (S_j)			70	66	80	60	66	32	74
Frekuensi (F_j)			56	61	66	57	45	38	48

Total Skor (S_j) didapatkan dengan menghitung jumlah total keseluruhan bobot dari setiap jenis *waste*, sedangkan nilai Frekuensi (F_j) didapatkan dengan menghitung jumlah jenis pertanyaan yang terdapat bobot selain nilai 0. Berdasarkan Tabel 4.8 di

atas, didapatkan Total Skor (S_j) untuk *Overproduction* sebesar 70, *Inventory* sebesar 66, *Defect* sebesar 80, *Motion* sebesar 60, *Transportation* sebesar 66, *Overprocessing* sebesar 32, dan *Waiting* sebesar 74. Sedangkan untuk nilai Frekuensi (F_j) untuk *Overproduction* yaitu 56, *Inventory* yaitu 61, *Defect* yaitu 66, *Motion* yaitu 57, *Transportation* yaitu 45, *Overprocessing* yaitu 38, dan *Waiting* yaitu 74.

- Memasukkan nilai dari hasil kuesioner (1, 0.5, atau 0) ke dalam setiap bobot nilai di Tabel 4.7 dengan cara mengalikannya. Hasil perkalian tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.9 berikut ini. Hasil yang lebih rinci dapat dilihat pada Lampiran 7.

Tabel 4.9
Perkalian antara bobot dengan hasil penilaian kuesioner

No.	Jenis Pertanyaan	Skor Jwbn	O	I	D	M	T	P	W
Man									
1.	To Motion	1	0.44	0.22	0.89	1.11	0.89	0.44	0
2.	From Motion	0	0	0	0	0	0	0	0
3.	From Process	0.5	0.29	0.29	0.43	0.29	0	0.72	0.58
4.	From Motion	0.5	0	0.2	0.3	0.5	0	0.2	0.4
5.	From Defect	1	0.29	1.14	1.43	1.14	0.57	0	1.43
...									
Method									
62.	From Motion	1	0	0.4	0.6	1	0	0.4	0.8
63.	From Motion	1	0	0.4	0.6	1	0	0.4	0.8
64.	From Over Production	1	3.33	2.67	2	1.33	3.33	0	3.33
65.	From Process	1	0.57	0.57	0.86	0.57	0	1.43	1.14
66.	From Defect	1	0.29	1.14	1.43	1.14	0.57	0	1.43

Berdasarkan Tabel 4.9 di atas, bobot *Overproduction* pada jenis pertanyaan *From Process* berubah menjadi 0,286 dikarenakan bobot pada tabel sebelumnya (Tabel 4.8)

bernilai 0,571 dikalikan dengan hasil jawaban penilaian kuesioner yaitu 0,5. Berikut ini merupakan contoh perhitungan dari penjelasan tersebut pada jenis pertanyaan nomor 3 yaitu *From Process*.

$$O = 0.571 \cdot 0,5 = 0.286$$

$$I = 0.571 \cdot 0,5 = 0.286$$

$$D = 0.857 \cdot 0,5 = 0.429$$

$$M = 0.571 \cdot 0,5 = 0.286$$

$$T = 0 \cdot 0,5 = 0$$

$$P = 1.429 \cdot 0,5 = 0.714$$

$$W = 1.143 \cdot 0,5 = 0.571$$

6. Menghitung total skor (s_j) dan frekuensi (f_j) untuk setiap nilai bobot pada kolom *waste* sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.10 berikut ini. Hasil yang lebih rinci dapat dilihat pada Lampiran 7.

Tabel 4.10
Jumlah s_j dan f_j

No.	Jenis Pertanyaan	Skor Jwbn	O	I	D	M	T	P	W
Man									
1.	To Motion	1	0.44	0.22	0.89	1.11	0.89	0.44	0
2.	From Motion	0	0	0	0	0	0	0	0
3.	From Process	0.5	0.29	0.29	0.43	0.29	0	0.71	0.57
4.	From Motion	0.5	0	0.2	0.3	0.5	0	0.2	0.4
5.	From Defect	1	0.29	1.14	1.43	1.14	0.57	0	1.43
...									
Method									
62.	From Motion	1	0	0.4	0.6	1	0	0.4	0.8
63.	From Motion	1	0	0.4	0.6	1	0	0.4	0.8
64.	From Over Production	1	3.33	2.67	2	1.33	3.33	0	3.33
65.	From Process	1	0.57	0.57	0.86	0.57	0	1.43	1.14
66.	From Defect	1	0.29	1.14	1.43	1.14	0.57	0	1.43
Total Skor (s_j)			39	40.4	46.5	36.6	39.4	18.8	36.8
Frekuensi (f_j)			37	45	44	39	27	26	28

Total Skor (s_j) didapatkan dengan menghitung jumlah total keseluruhan bobot dari setiap jenis *waste*, sedangkan nilai Frekuensi (f_j) didapatkan dengan menghitung jumlah jenis pertanyaan yang terdapat bobot selain nilai 0. Berdasarkan Tabel 4.10 di atas, didapatkan Total Skor (s_j) untuk *Overproduction* sebesar 38,13; *Inventory* sebesar 38,66; *Defect* sebesar 44,24; *Motion* sebesar 34,93; *Transportation* sebesar 38,79; *Overprocessing* sebesar 17,41; dan *Waiting* sebesar 34,23. Sedangkan untuk nilai Frekuensi (f_j) untuk *Overproduction* yaitu 35, *Inventory* yaitu 43, *Defect* yaitu 42,

Motion yaitu 37, *Transportation* yaitu 26, *Overprocessing* yaitu 25, dan *Waiting* yaitu 26.

- Menghitung indikator awal untuk setiap *waste* (Y_j). Hasil perhitungan indikator awal untuk setiap *waste* dapat dilihat pada Tabel 4.11 berikut ini.

Tabel 4.11

Nilai Indikator Awal (Y_j)

	O	I	D	M	T	P	W
S_j	70	66	80	60	66	32	74
F_j	56	61	66	57	45	38	48
s_j	38.99	40.38	46.53	36.64	39.37	18.83	36.80
f_j	37	45	44	39	27	26	28
Skor Y_j	2.717	2.216	2.579	2.393	2.794	2.483	3.447

Indikator (Y_j) dapat dihitung dengan rumus berikut ini:

$$Y_j = \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j}$$

Berdasarkan Tabel 4.11, maka didapatkan Skor Y_j untuk masing-masing *waste* yaitu untuk *Overproduction* adalah 2,717; untuk *Inventory* adalah 2,216; untuk *Defect* adalah 2,579; untuk *Motion* adalah 2,393; untuk *Transportation* adalah 2,794; untuk *Overproduction* adalah 2,483; dan untuk *Waiting* adalah 3,447.

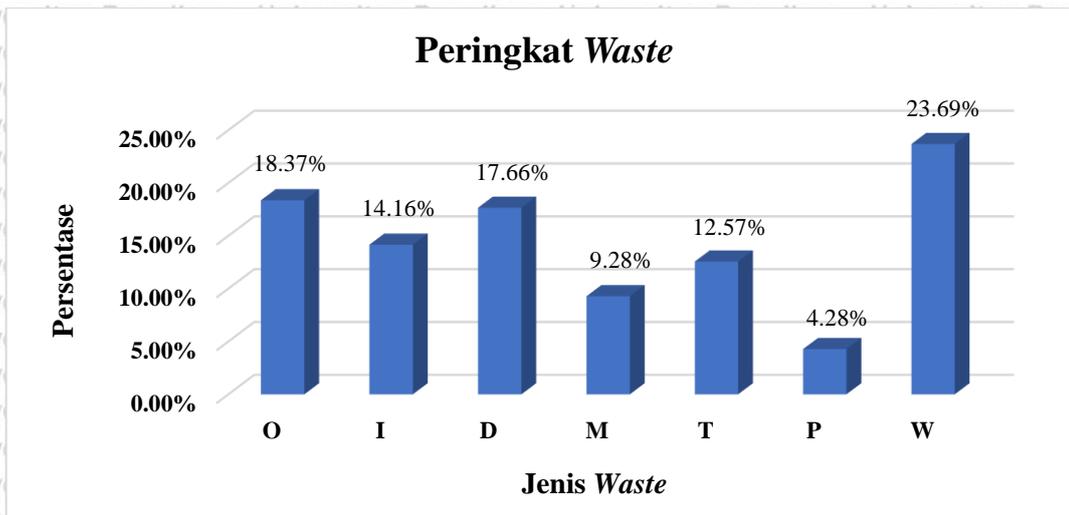
- Menghitung nilai *final waste factor* (Y_j final). Hasil perhitungan nilai *final waste factor* dapat dilihat pada Tabel 4.12 berikut ini.

Tabel 4.12

Hasil Perhitungan *Waste Assessment*

	O	I	D	M	T	P	W
Skor Y_j	2.834	2.329	2.593	2.385	2.515	2.516	3.480
P_j	251.98	236.29	264.676	151.134	194.248	66.113	264.582
Y_j Final	714.15	550.26	686.43	360.51	488.52	166.34	920.61
Hasil Akhir	18.4%	14.2%	17.66%	9.28%	12.57%	4.28%	23.69%
Rank	2	4	3	6	5	7	1

Y_j merupakan faktor indikator awal untuk setiap *waste* yang telah dihitung hasilnya pada Tabel 4.101, sedangkan P_j merupakan probabilitas pengaruh antar *waste* yang didapatkan dengan mengalikan hasil persentase dari *Waste Value Matrix* pada Tabel 4.3 dengan baris dan kolom untuk setiap jenis *waste*. Hasil dari Y_j final selanjutnya akan diubah menjadi persentase sehingga didapatkan peringkat *waste*.

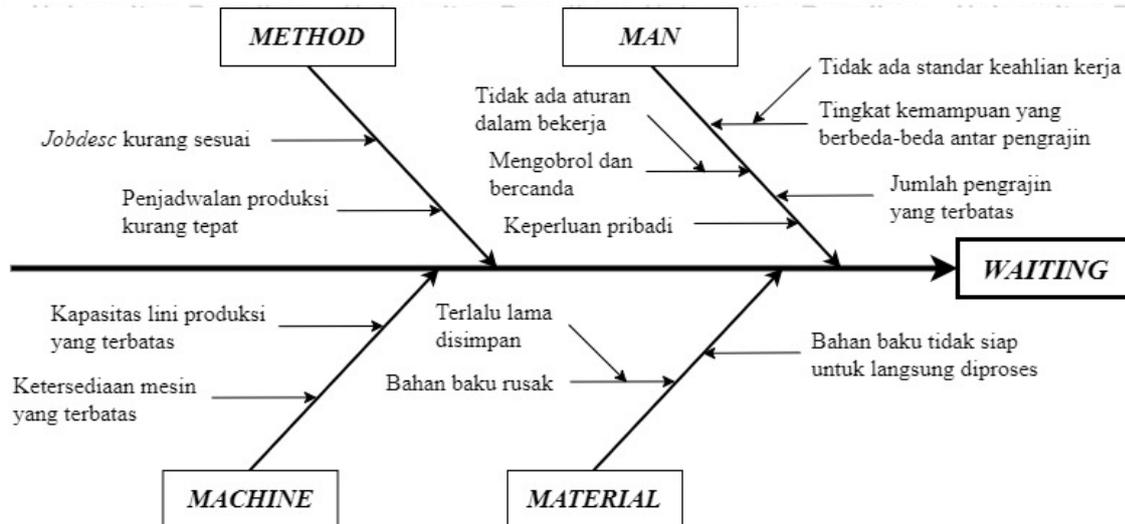


Gambar 4.6 Peringkat hasil perhitungan *waste assessment*

Pada Gambar 4.6 di atas menunjukkan bahwa *waste* terbesar adalah *Waiting* dengan persentase sebesar 23,69%; *waste* terbesar kedua adalah *Overproduction* dengan persentase sebesar 18,37%; dan *waste* terbesar ketiga adalah *Defect* dengan persentase sebesar 17,66%. Sedangkan *waste* yang minor adalah *Motion* dengan persentase sebesar 9,28% dan *Overproduction* dengan persentase sebesar 4,28%. *Waste Inventory* dan *Transportation* masing-masing berkontribusi sebesar 14,16% dan 12,57%. Selanjutnya akan dilakukan proses pencarian akar penyebab timbulnya *waste* tersebut yang akan diprioritaskan pada tiga jenis *waste* terbesar yaitu *Waiting*, *Defect*, dan *Overproduction*.

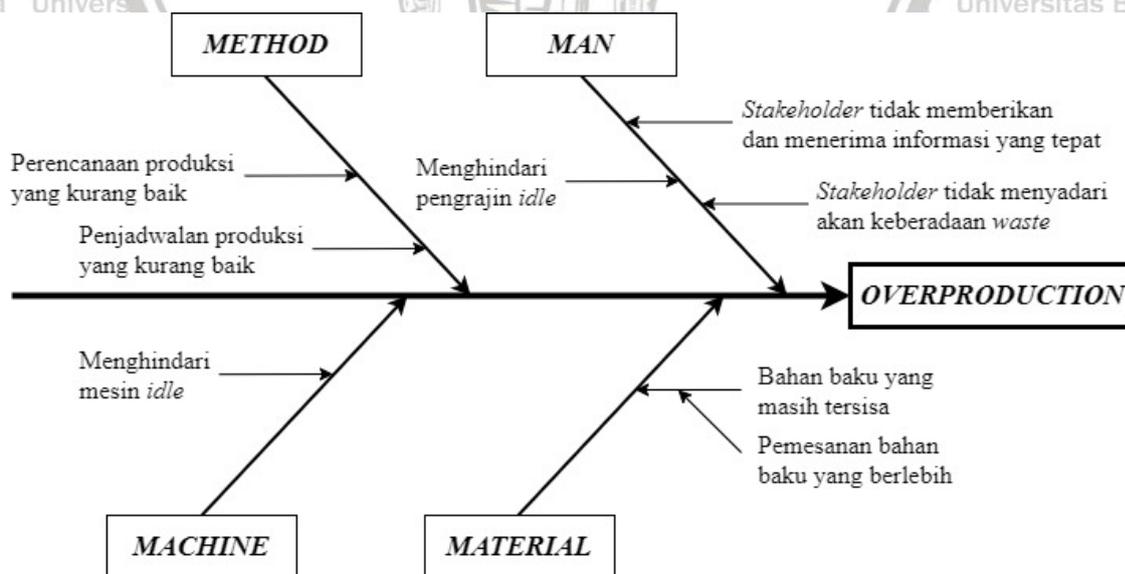
4.3 Fishbone Diagram

Salah satu alat yang dapat digunakan untuk mengetahui akar penyebab dari sebuah permasalahan adalah *Fishbone Diagram*. Dalam aplikasinya *Fishbone Diagram* digunakan dengan tujuan untuk mengelompokkan dan menghasilkan hipotesis tentang kemungkinan-kemungkinan penyebab masalah dalam suatu proses dengan membuat daftar seluruh penyebab dan efek yang ditimbulkan dari permasalahan yang ditemukan. Identifikasi akar penyebab *waste* menggunakan *Fishbone Diagram* diprioritaskan pada jenis *waste* yang memiliki bobot dengan peringkat tiga terbesar yaitu *Waiting*, *Defect*, dan *Overproduction*.



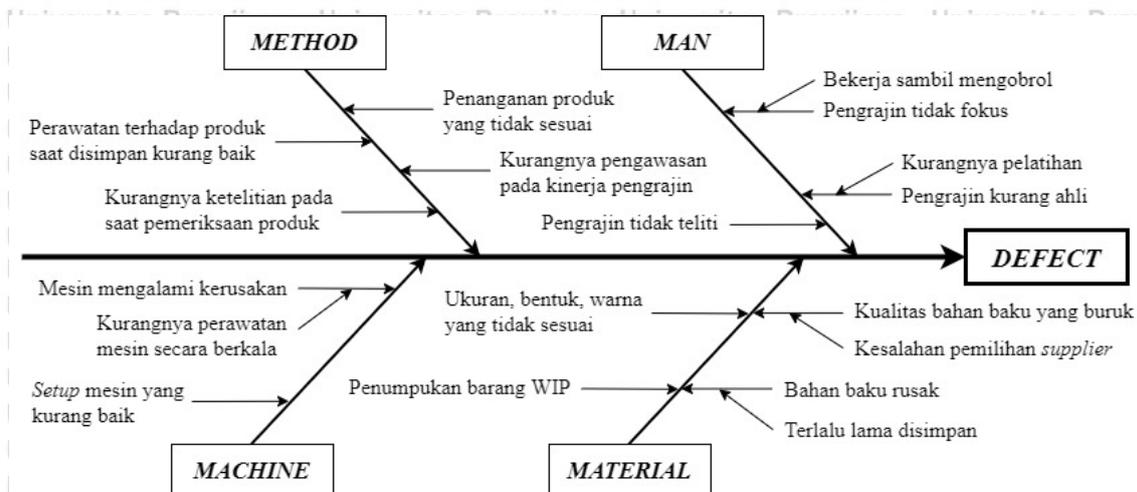
Gambar 4.7 Fishbone diagram waiting

Pada waste pertama yaitu *Waiting*, terdapat beberapa faktor yang menjadi penyebab terjadinya waste tersebut. Pada aspek “*Man*” terdapat faktor pengrajin yang menggobrol dan bercanda dikarenakan tidak adanya aturan dalam bekerja, melakukan keperluan pribadi, jumlah pengrajin yang terbatas, serta tingkat kemampuan setiap pengrajin yang berbeda dikarenakan tidak adanya standar keahlian kerja. Kemudian pada aspek “*Method*” terdapat faktor pengrajin juga melakukan kegiatan *material handling* dan proses penganyaman membutuhkan waktu yang cukup panjang. Lalu pada aspek “*Machine*” terdapat faktor kapasitas lini produksi yang terbatas dan ketersediaan mesin yang terbatas. Sedangkan pada aspek “*Material*” terdapat faktor bahan baku rusak dikarenakan terlalu lama disimpan di gudang serta bahan baku yang tidak siap langsung untuk diproses.



Gambar 4.8 Fishbone diagram overproduction

Pada *waste* kedua yaitu *Overproduction*, terdapat beberapa faktor yang menjadi penyebab terjadinya *waste* tersebut. Pada aspek “*Man*” terdapat faktor menghindari pengrajin *idle*, *stakeholder* tidak memberikan dan menerima informasi yang tepat, serta *stakeholder* tidak menyadari akan keberadaan *waste*. Kemudian pada aspek “*Method*” terdapat faktor perencanaan produksi yang kurang baik dan faktor penjadwalan produksi yang kurang baik. Lalu pada aspek “*Machine*” terdapat faktor menghindari mesin *idle*. Sedangkan pada aspek “*Material*” terdapat faktor bahan baku yang masih tersisa dikarenakan pemesanan bahan baku yang berlebihan.



Gambar 4.9 Fishbone diagram defect

Pada *waste* ketiga yaitu *Defect*, terdapat beberapa faktor yang menjadi penyebab terjadinya *waste* tersebut. Pada aspek “*Man*” terdapat faktor pengrajin yang tidak fokus karena mengobrol saat bekerja, pengrajin yang tidak teliti, serta pengrajin yang masih kurang ahli dikarenakan kurangnya pelatihan. Kemudian pada aspek “*Method*” terdapat faktor kurangnya pengawasan pada kinerja pengrajin dari pihak *top management*, perawatan terhadap produk saat disimpan kurang baik, serta kurangnya ketelitian pada saat pemeriksaan produk. Lalu pada aspek “*Machine*” terdapat faktor mesin mengalami kerusakan dikarenakan kurangnya perawatan mesin secara berkala, serta *setup* mesin yang kurang baik. Sedangkan pada aspek “*Material*” terdapat faktor warna yang tidak sesuai, bentuk yang tidak sesuai, ukuran yang tidak sesuai, jenis yang tidak sesuai, penumpukan barang WIP, bahan baku yang rusak karena disimpan terlalu lama, serta kualitas yang buruk dikarenakan kesalahan dalam pemilihan *supplier*.

Setelah mengetahui *waste-waste* yang terjadi pada proses produksi di Teq Production beserta akar penyebab timbulnya *waste* tersebut, maka perusahaan perlu melakukan sesuatu untuk mengurangi terjadinya *waste-waste* tersebut pada proses produksinya. Salah satu cara

yang dapat dilakukan untuk mengurangi *waste* tersebut adalah dengan cara menerapkan *lean manufacturing*. Salah satu manfaat yang didapatkan dari menerapkan *lean manufacturing* adalah mampu meningkatkan efisiensi produksi dengan cara menghilangkan hal-hal yang tidak menambah *value added* atau yang dinamakan dengan pemborosan (*waste*). Namun, sebelum dapat menerapkan *lean manufacturing*, Teq Production perlu mengidentifikasi faktor-faktor apa saja yang dapat menjadi pendorong dan penghambat dalam menerapkan *lean manufacturing*.

4.4 Pembuatan ISM untuk Mengidentifikasi Faktor Pendorong dan Penghambat dalam Penerapan *Lean*

Pada tahap ini akan dilakukan analisis terhadap faktor-faktor tersebut menggunakan pendekatan ISM untuk mengembangkan model keterkaitan dan struktur hubungan timbal balik antara *driving power* (faktor yang memengaruhi faktor yang lain) dan *dependence power* (faktor yang dipengaruhi oleh faktor lainnya). Terdapat 9 faktor pendorong dan 8 faktor penghambat dalam menerapkan *lean manufacturing* yang dapat dilihat pada Tabel 4.13 berikut ini.

Tabel 4.13
Faktor Pendorong dan Penghambat Penerapan *Lean*

No.	Faktor Pendorong	Faktor Penghambat
1.	Meningkatkan pangsa pasar.	Perlu biaya yang tinggi.
2.	Kebutuhan untuk bertahan dari permasalahan internal.	Komitmen yang kurang baik.
3.	Pengembangan indikator kinerja utama.	Pengetahuan yang kurang akan <i>lean</i> .
4.	Keinginan untuk menerapkan praktik yang lebih baik.	Kepercayaan yang kurang akan <i>lean</i> .
5.	Keberlangsungan perusahaan.	Sumber daya yang terbatas.
6.	Mendorong perusahaan untuk fokus kepada pelanggan.	Kurangnya perencanaan.
7.	Perbaikan terus menerus.	Kurangnya keahlian.
8.	Lingkungan kerja yang kondusif.	Resistensi/penolakan terhadap perubahan.
9.	Permintaan pelanggan.	

Sumber: Salonitis & Tsinopoulos (2016)

4.4.1 Pembuatan ISM untuk Faktor Pendorong dalam Penerapan *Lean*

Selanjutnya, pembuatan model ISM dilakukan berdasarkan hasil kuesioner SSIM-VAXO yang telah diisi oleh pemilik Teq Production. Berikut ini merupakan langkah-langkah pengembangan model ISM yang dilakukan pada penelitian ini.

1. Pembuatan *Structural Self-Interaction Matrix* (SSIM).

Pembuatan matriks SSIM yang bertujuan untuk menganalisis hubungan yang ada di antara semua faktor yang telah teridentifikasi sebelumnya. Hubungan ini didapatkan dari hasil wawancara untuk pengisian matriks dengan orang yang ahli di bidangnya, yaitu pemilik Teq Production. Matriks SSIM dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14
SSIM untuk Faktor Pendorong

Elemen	Kolom								
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
F1		O	V	V	V	V	V	O	O
F2			O	V	V	A	A	A	A
F3				A	O	A	A	A	O
F4					A	X	X	A	A
F5						O	O	O	A
F6							O	O	A
F7								A	A
F8									A
F9									

Berdasarkan Tabel 4.14 di atas dapat dilihat bahwa matriks SSIM terdiri dari baris dan kolom seperti yang terlihat pada baris F1 dan kolom F2 tidak saling memengaruhi sehingga disimbolkan dengan O. Baris F1 dan kolom F3 memiliki hubungan yaitu faktor F1 memengaruhi faktor F3 namun tidak sebaliknya, sehingga hubungan antar faktor tersebut disimbolkan dengan V. Baris F2 dan F6 memiliki hubungan yaitu faktor F2 dipengaruhi oleh faktor F6 namun tidak sebaliknya, sehingga hubungan antar faktor disimbolkan dengan A. Baris F4 dan F6 memiliki hubungan yang saling memengaruhi sehingga disimbolkan dengan X.

2. Pembuatan *Initial Reachability Matrix* (IRM).

Pembuatan matriks ini dilakukan dengan cara mengonversi matriks SSIM menjadi bilangan biner seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.15 berikut ini.

Tabel 4.15
Initial Reachability Matrix untuk Faktor Pendorong

Elemen	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
F1	1	0	1	1	1	1	1	0	0
F2	0	1	0	1	1	0	0	0	0
F3	0	0	1	0	0	0	0	0	0
F4	0	0	1	1	0	1	1	0	0
F5	0	0	0	1	1	0	0	0	0
F6	0	1	1	1	0	1	0	0	0
F7	0	1	1	1	0	0	1	0	0
F8	0	1	1	1	0	0	1	1	0
F9	0	1	0	1	1	1	1	1	1

Berdasarkan langkah sebelumnya, baris F1 dan kolom F2 atau elemen (1,2) memiliki simbol O yang berarti kedua elemen tidak saling memengaruhi, sehingga dapat diubah ke dalam bilangan biner di mana elemen (1,2) bernilai 1 dan elemen (2,1) juga bernilai 0.

Baris F1 dan kolom F3 atau elemen (1,3) memiliki simbol V yang dapat diubah ke dalam bilangan biner di mana elemen (1,3) bernilai 1 dan elemen (3,1) bernilai 0. Baris F2 dan kolom F6 atau elemen (2,6) memiliki simbol A yang dapat diubah ke dalam bilangan biner di mana elemen (2,6) bernilai 0 dan elemen (6,2) bernilai 1. Sedangkan baris F4 dan kolom F6 memiliki simbol X yang dapat diubah ke dalam bilangan biner di mana elemen (4,6) bernilai 1 dan elemen (6,4) juga bernilai 1.

3. Pembuatan *Final Reachability Matrix* (FRM) dengan melakukan uji transitivitas yang ditunjukkan pada Tabel 4.16 berikut ini.

Tabel 4.16

Final Reachability Matrix untuk Faktor Pendorong

Elemen	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	Driver Power
F1	1	1*	1	1	1	1	1	0	0	7
F2	0	1	1*	1	1	0	1*	0	0	5
F3	0	0	1	1*	1*	0	0	0	0	3
F4	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
F5	0	0	1*	1	1	0	0	0	0	3
F6	0	1	1	1	1*	1	0	0	0	5
F7	0	1	1	1	1*	0	1	0	0	5
F8	0	1	1	1	1*	1*	1	1	1*	7
F9	0	1	1*	1	1	1	1	1	1	8
Dependence	1	6	9	9	8	4	5	2	1	45

Tanda bintang (*) memperlihatkan sel yang mengalami perubahan setelah dilakukan pengujian konsistensi berdasarkan *transitivity test*. Uji konsistensi dilakukan pada baris dan kolom yang memiliki nilai 0. Berdasarkan hasil uji transitivitas pada Tabel 4.16 dapat dilihat bahwa masih terdapat beberapa sel yang tidak konsisten. Sebagai contoh penerapan aturan transitivitas dapat dilihat pada sel (2,3) yang semula bernilai 0 berubah menjadi bernilai 1* karena pada elemen (2,4) bernilai 1 yang artinya elemen 2 memengaruhi tercapainya elemen 4, dan sel (4,3) bernilai 1 yang artinya elemen 4 memengaruhi tercapainya elemen 3. Berikut ini merupakan contoh perhitungan uji transitivitas dari penjelasan tersebut.

$$\text{Sel (2,3)} = (2,1) \cdot (1,3) = 0 \cdot 1 = 0$$

$$\text{Sel (2,3)} = (2,4) \cdot (4,3) = 1 \cdot 1 = 1$$

$$\text{Sel (2,3)} = (2,5) \cdot (5,3) = 1 \cdot 0 = 0$$

$$\text{Sel (2,3)} = (2,6) \cdot (6,3) = 0 \cdot 1 = 0$$

$$\text{Sel } (2,3) = (2,7) \cdot (7,3) = 0 \cdot 1 = 0$$

$$\text{Sel } (2,3) = (2,8) \cdot (8,3) = 0 \cdot 1 = 0$$

$$\text{Sel } (2,3) = (2,9) \cdot (9,3) = 0 \cdot 0 = 0$$

Berdasarkan perhitungan di atas, dapat diketahui bahwa sel (2,3) tidak konsisten dikarenakan terdapat satu perhitungan sel yang bernilai 1 yaitu pada sel $(2,4) = 1$ dan sel $(4,3) = 1$.

4. Pembuatan *level by level partitioning*.

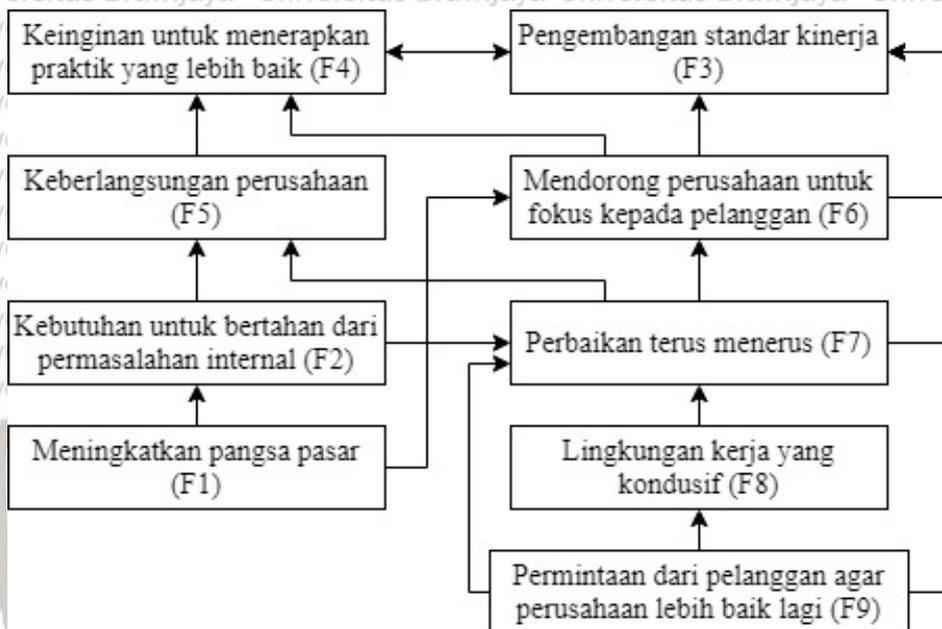
Pada langkah ini dilakukan *level by level partitioning* yang bertujuan untuk mengetahui hubungan antar elemen dengan cara mengidentifikasi *reachability set*, *antecedent set*, dan *intersection set* dari *Final Reachability Matrix* pada langkah sebelumnya (Tabel 4.16). *Reachability set* berisi setiap elemen yang memiliki nilai “1” secara mendatar. *Antecedent set* berisi setiap elemen yang memiliki nilai “1” secara vertikal. *Intersection set* berisi irisan antara *reachability set* dan *antecedent set*. Elemen dengan *reachability set* dan *intersection set* yang sama pada iterasi pertama ditetapkan sebagai *level* teratas dalam hierarki ISM. Kemudian elemen tersebut akan dibuang dari daftar elemen yang tersisa. Hasil dari *level partitioning* dapat dilihat pada Tabel 4.16 berikut ini.

Tabel 4.17
Level by Level Partioning untuk Faktor Pendorong

Elemen	<i>Reachability Set</i>	<i>Antecedent Set</i>	<i>Intersection Set</i>	<i>Level</i>
Iterasi 1				
F1	F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7	F1	F1	
F2	F2, F3, F4, F5, F6, F7	F1, F2, F6, F7, F8, F9	F2, F6, F7	
F3	F3, F4, F5	F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9	F3, F4, F5	I
F4	F3, F4, F6, F7	F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9	F3, F4, F6, F7	I
F5	F3, F4, F5, F6	F1, F2, F3, F5, F6, F7, F8, F9	F2, F3, F5	
F6	F2, F3, F4, F5, F6	F1, F2, F4, F5, F6, F7, F9	F2, F4, F5, F6	
F7	F2, F3, F4, F5, F7	F1, F2, F7, F8, F9	F2, F7	
F8	F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8	F8, F9	F8	
F9	F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9	F9	F9	
Iterasi 2				
F1	F1, F2, F5, F6, F7	F1	F1	
F2	F2, F5, F6, F7	F1, F2, F6, F7, F8, F9	F2, F6, F7	

Berdasarkan Gambar 4.10 di atas dapat dilihat bahwa elemen atau faktor pendorong utama yang memengaruhi atau memotivasi Teq Production dalam menerapkan praktik *lean* adalah elemen F9 pada *level 1* dan diikuti oleh elemen F1 dan elemen F8 pada *level 2*. Kemudian pada *level 3* terdapat elemen F2 dan elemen F7, serta pada *level 4* terdapat elemen F5 dan elemen F6. Sedangkan pada *level* terakhir terdapat elemen F3 dan elemen F4.

6. Pembuatan ISM.

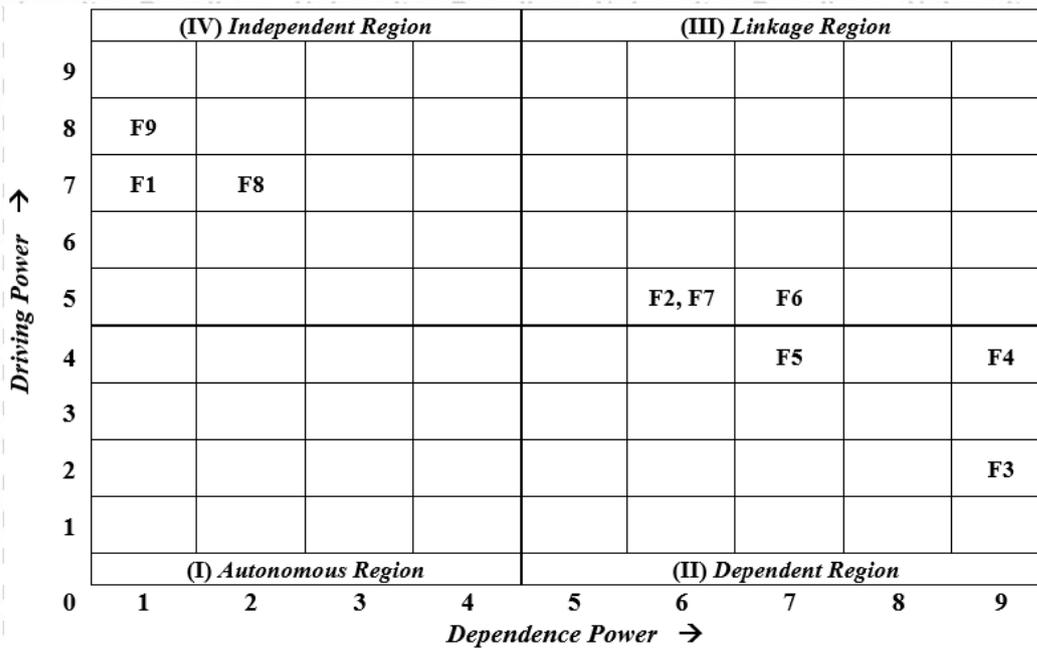


Gambar 4.11 Model ISM untuk faktor pendorong

Berdasarkan Gambar 4.11 di atas dapat dilihat bahwa elemen atau faktor pendorong utama yang memengaruhi atau memotivasi Teq Production dalam menerapkan praktik *lean* adalah faktor permintaan dari pelanggan agar perusahaan dapat menjadi lebih baik lagi (F9). Kemudian diikuti oleh faktor ingin mempunyai lingkungan kerja yang lebih kondusif (F8) dan juga ingin meningkatkan pangsa pasar (F1). Setelah itu terdapat faktor untuk perbaikan terus menerus (F7) dan juga merupakan kebutuhan untuk bertahan dari permasalahan internal perusahaan (F2). Penerapan *lean* juga mendorong perusahaan untuk fokus kepada pelanggan (F6) dan demi keberlangsungan perusahaan (F5), serta keinginan untuk menerapkan praktik produksi yang lebih baik (F4) dan untuk mengembangkan standar kinerja perusahaan (F3).

7. Pembuatan MICMAC.

Pada langkah ini dilakukan klasifikasi elemen pada empat kuadran MICMAC seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.12 di bawah ini.



Gambar 4.12 MICMAC untuk faktor pendorong

Berdasarkan Gambar 4.12 di atas dapat dilihat bahwa tidak terdapat elemen pada kuadran I atau *autonomous region*. Hal tersebut menunjukkan bahwa tidak ada elemen yang mempunyai *driving power* dan *dependence power* yang lemah. Pada kuadran II yaitu *dependent region* terdapat elemen F3, elemen F4, dan elemen F5 yang berarti bahwa ketiga elemen tersebut mempunyai *driving power* yang lemah namun *dependence power* yang kuat.

Hal ini menunjukkan bahwa elemen F3, F4, dan F5 memiliki tingkat pengaruh yang rendah namun memiliki tingkat dipengaruhi yang tinggi. Kemudian pada kuadran III yaitu *linkage region* terdapat elemen F2, elemen F6, dan elemen F7 yang menandakan bahwa ketiga elemen tersebut mempunyai *driving power* dan *dependence power* yang kuat. Hal ini menunjukkan bahwa elemen F2, F6, dan F7 memiliki tingkat pengaruh yang rendah tinggi dan tingkat dipengaruhi yang tinggi pula. Sedangkan pada kuadran IV yaitu *independent region* terdapat elemen F1, elemen F8, dan elemen F9 yang menunjukkan bahwa ketiga elemen tersebut mempunyai *driving power* yang kuat namun *dependence power* yang lemah.

Hal ini menunjukkan bahwa elemen F1, F8, dan F9 memiliki tingkat pengaruh yang tinggi namun memiliki tingkat dipengaruhi yang rendah.

4.4.2 Pembuatan ISM untuk Faktor Penghambat dalam Penerapan Lean

Selanjutnya, pembuatan model ISM dilakukan berdasarkan hasil kuesioner SSIM-VAXO yang telah diisi oleh pemilik Teq Production. Berikut ini merupakan langkah-langkah pengembangan model ISM yang dilakukan pada penelitian ini.

1. Pembuatan *Structural Self-Interaction Matrix* (SSIM).

Pada langkah ini dilakukan pembuatan matriks SSIM yang bertujuan untuk menganalisis hubungan yang ada di antara semua faktor yang telah teridentifikasi sebelumnya. Hubungan ini didapatkan dari hasil wawancara untuk pengisian matriks dengan orang yang ahli di bidangnya, yaitu pemilik Teq Production. Matriks SSIM dapat dilihat pada Tabel 4.18 berikut ini.

Tabel 4.18
SSIM untuk Faktor Penghambat

Elemen	Kolom							
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
F1		A	A	A	A	A	A	X
F2			A	A	A	A	A	O
F3				X	A	X	X	X
F4					A	V	A	V
F5						A	A	A
F6							A	A
F7								A
F8								

Berdasarkan Tabel 4.18 di atas dapat dilihat bahwa matriks SSIM terdiri dari baris dan kolom seperti yang terlihat pada baris F2 dan kolom F5 tidak saling memengaruhi sehingga disimbolkan dengan O. Baris F4 dan kolom F6 memiliki hubungan yaitu faktor F4 memengaruhi faktor F6 namun tidak sebaliknya, sehingga hubungan antar faktor tersebut disimbolkan dengan V. Baris F1 dan F2 memiliki hubungan yaitu faktor F1 dipengaruhi oleh faktor F2 namun tidak sebaliknya, sehingga hubungan antar faktor disimbolkan dengan A. Baris F1 dan F8 memiliki hubungan yang saling memengaruhi sehingga disimbolkan dengan X.

2. Pembuatan *Initial Reachability Matrix* (IRM).

Pembuatan matriks ini dilakukan dengan cara mengonversi matriks SSIM menjadi bilangan biner seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.19 berikut ini.

Tabel 4.19
Initial Reachability Matrix untuk Faktor Penghambat

Elemen	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
F1	1	0	0	0	0	0	0	1
F2	1	1	0	0	0	0	0	0
F3	1	1	1	1	0	1	1	1
F4	1	1	1	1	0	1	0	1
F5	1	1	1	1	1	0	0	0
F6	1	1	1	0	1	1	0	0
F7	1	1	1	1	1	1	1	0
F8	1	0	1	0	1	1	1	1

Berdasarkan langkah sebelumnya, baris F1 dan kolom F5 atau elemen (1,5) memiliki simbol O yang berarti kedua elemen tidak saling memengaruhi, sehingga dapat diubah ke dalam bilangan biner di mana elemen (1,5) bernilai 1 dan elemen (5,1) juga bernilai 0.

Baris F3 dan kolom F5 atau elemen (3,5) memiliki simbol V yang dapat diubah ke dalam bilangan biner di mana elemen (3,5) bernilai 1 dan elemen (5,3) bernilai 0. Baris F1 dan kolom F2 atau elemen (1,2) memiliki simbol A yang dapat diubah ke dalam bilangan biner di mana elemen (1,2) bernilai 0 dan elemen (2,1) bernilai 1. Sedangkan baris F1 dan kolom F9 memiliki simbol X yang dapat diubah ke dalam bilangan biner di mana elemen (1,9) bernilai 1 dan elemen (9,1) juga bernilai 1.

3. Pembuatan *Final Reachability Matrix* (FRM) dengan melakukan uji transitivitas yang dapat dilihat pada Tabel 4.20 berikut ini.

Tabel 4.20

Final Reachability Matrix untuk Faktor Penghambat

Elemen	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	Driver Power
F1	1	0	1*	0	0	1*	1*	1	5
F2	1	1	0	0	0	1	0	1*	4
F3	1	1	1	1	0	1	1	1*	7
F4	1	1	1*	1	0	1	1*	1	7
F5	1	1	1	1	1	1*	1	1*	8
F6	1	0	0	0	0	1	0	0	2
F7	1	1	0	0	0	1	1	0	4
F8	1	1*	1	0	0	1	1	1	6
Dependence	8	6	5	3	1	8	6	6	43

Tanda bintang (*) memperlihatkan sel yang mengalami perubahan setelah dilakukan pengujian konsistensi berdasarkan *transitivity test*. Uji konsistensi dilakukan pada baris dan kolom yang memiliki nilai 0. Berdasarkan hasil uji transitivitas pada Tabel 4.20 dapat dilihat bahwa masih terdapat beberapa sel yang tidak konsisten. Sebagai contoh penerapan aturan transitivitas dapat dilihat pada sel (1,3) yang semula bernilai 0 berubah menjadi bernilai 1* karena pada elemen (1,9) bernilai 1 yang artinya elemen 1 memengaruhi tercapainya elemen 9, dan sel (9,3) bernilai 1 yang artinya elemen 9 memengaruhi tercapainya elemen 3. Berikut ini merupakan contoh perhitungan uji transitivitas dari penjelasan tersebut.

$$\text{Sel (1,3)} = (1,2) \cdot (2,3) = 0 \cdot 0 = 0$$

$$\text{Sel (1,3)} = (1,4) \cdot (4,3) = 0 \cdot 1 = 0$$

$$\text{Sel (1,3)} = (1,5) \cdot (5,3) = 0 \cdot 1 = 0$$

$$\text{Sel (1,3)} = (1,6) \cdot (6,3) = 0 \cdot 0 = 0$$

$$\text{Sel } (1,3) = (1,7) \cdot (7,3) = 0 \cdot 0 = 0$$

$$\text{Sel } (1,3) = (1,8) \cdot (8,3) = 1 \cdot 1 = 1$$

Berdasarkan perhitungan di atas, dapat diketahui bahwa sel (1,3) tidak konsisten dikarenakan terdapat satu perhitungan sel yang bernilai 1 yaitu pada sel $(1,8) = 1$ dan sel $(8,3) = 1$.

4. Pembuatan *level by level partitioning*.

Pada langkah ini dilakukan *level by level partitioning* yang bertujuan untuk mengetahui hubungan antar elemen dengan cara mengidentifikasi *reachability set*, *antecedent set*, dan *intersection set* dari *Final Reachability Matrix* pada langkah sebelumnya (Tabel 4.19). *Reachability set* berisi setiap elemen yang memiliki nilai “1” secara mendatar. *Antecedent set* berisi setiap elemen yang memiliki nilai “1” secara vertikal. *Intersection set* berisi irisan antara *reachability set* dan *antecedent set*. Elemen dengan *reachability set* dan *intersection set* yang sama pada iterasi pertama ditetapkan sebagai *level* teratas dalam hierarki ISM. Kemudian elemen tersebut akan dibuang dari daftar elemen yang tersisa. Hasil dari *level partitioning* dapat dilihat pada Tabel 4.21 berikut ini.

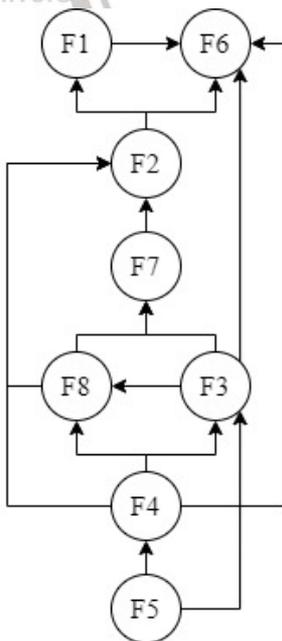
Tabel 4.21
Level by Level Partioning untuk Faktor Penghambat

Elemen	<i>Reachability Set</i>	<i>Antecedent Set</i>	<i>Intersection Set</i>	<i>Level</i>
Iterasi 1				
F1	F1, F3, F6, F7, F8	F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8	F1, F3, F6, F7, F8	I
F2	F1, F2, F6, F8	F2, F3, F4, F5, F7, F8	F2, F8	
F3	F1, F2, F3, F4, F6, F7, F8	F1, F3, F4, F5, F8	F1, F3, F4, F8	
F4	F1, F2, F3, F4, F6, F7, F8	F3, F4, F5	F3, F4	
F5	F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8	F5	F5	
F6	F1, F6	F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8	F1, F6	I
F7	F1, F2, F6, F7	F1, F3, F4, F5, F7, F8	F1, F7	
F8	F1, F2, F3, F6, F7, F8	F1, F2, F3, F4, F8	F1, F2, F3, F8	
Iterasi 2				
F2	F2, F8	F2, F3, F4, F5, F7, F8	F2, F8	II
F3	F2, F3, F4, F7, F8	F3, F4, F5, F8	F3, F4, F8	
F4	F2, F3, F4, F7, F8	F4, F5	F3, F4	

Elemen	Reachability Set	Antecedent Set	Intersection Set	Level
F5	F2, F3, F4, F5, F7, F8	F5	F5	
F7	F2, F7	F3, F4, F5, F7, F8	F7	
F8	F2, F3, F7, F8	F2, F3, F4, F8	F2, F3, F8	
Iterasi 3				
F3	F3, F4, F7, F8	F3, F4, F5, F8	F3, F4, F8	
F4	F3, F4, F7, F8	F4, F5	F3, F4	
F5	F3, F4, F5, F7, F8	F5	F5	
F7	F7	F3, F4, F5, F7, F8	F7	III
F8	F3, F7, F8	F3, F4, F8	F3, F8	
Iterasi 4				
F3	F3, F4, F8	F3, F4, F5, F8	F3, F4, F8	IV
F4	F3, F4, F8	F4, F5	F3, F4	
F5	F3, F4, F5, F8	F5	F5	
F8	F3, F8	F3, F4, F8	F3, F8	IV
Iterasi 5				
F4	F4	F4, F5	F4	V
F5	F4, F5	F5	F5	
Iterasi 6				
F5	F5	F5	F5	VI

Berdasarkan Tabel 4.21 di atas, maka pada *level 1* terdapat elemen F1 dan elemen F6, pada *level 2* terdapat elemen F2, pada *level 3* terdapat elemen F7, pada *level 4* terdapat elemen F3 dan elemen F8, dan pada *level 5* terdapat elemen F4, pada *level 6* terdapat elemen F5.

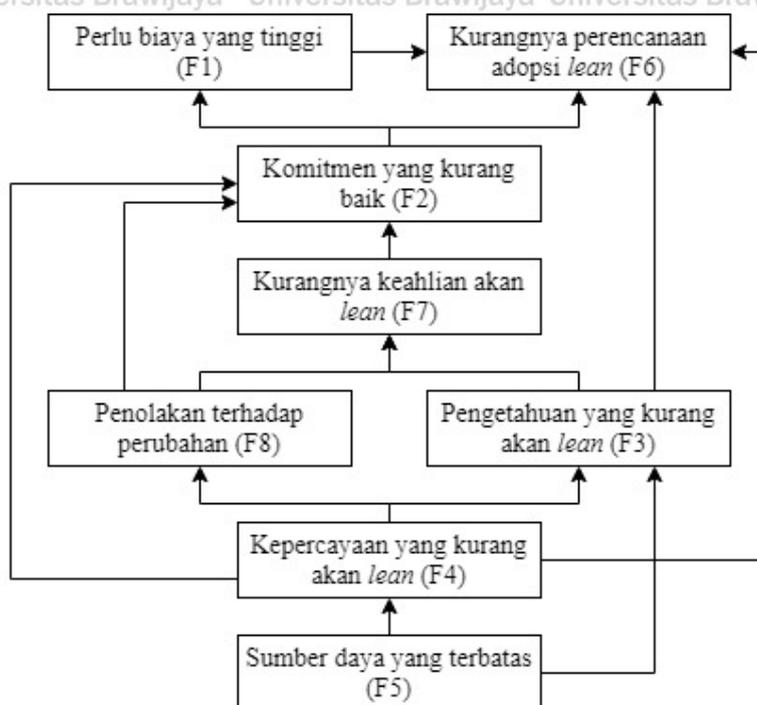
5. Pembuatan *Final Digraph* seperti pada Gambar 4.13 berikut ini.



Gambar 4.13 *Final Digraph* untuk faktor penghambat

Berdasarkan Gambar 4.13 di atas dapat dilihat bahwa elemen atau faktor penghambat utama yang menghambat Teq Production dalam menerapkan praktik *lean* adalah elemen F5 pada terbawah dan diikuti oleh elemen F4 pada level 5. Kemudian pada level 4 terdapat elemen F3 dan elemen F8, serta pada level 3 terdapat elemen F7. Sedangkan pada level 2 terdapat elemen F2 dan pada level teratas terdapat elemen F1 dan elemen F6.

6. Pembuatan ISM.

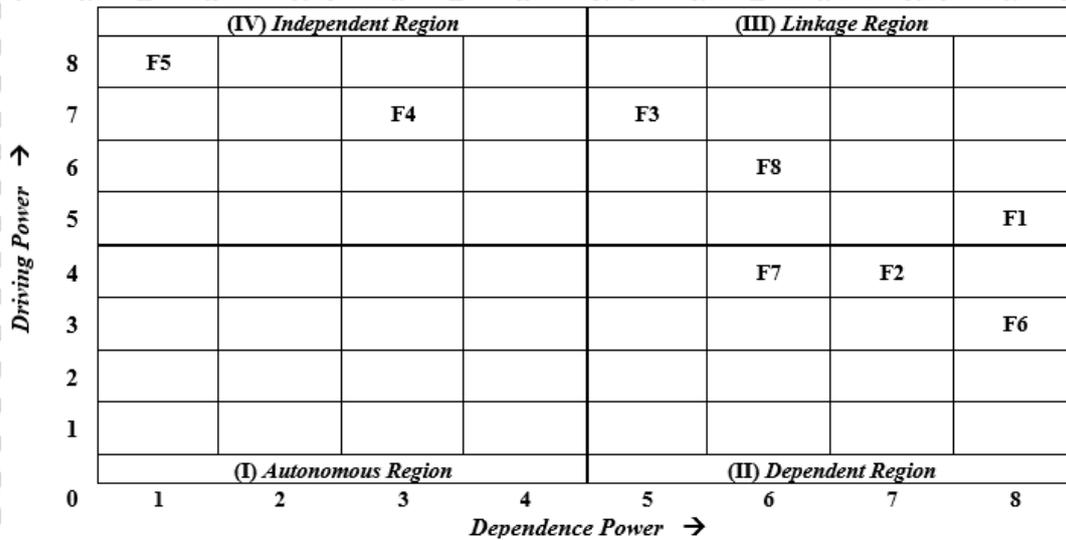


Gambar 4.14 Model ISM untuk faktor penghambat

Berdasarkan Gambar 4.14 di atas dapat dilihat bahwa elemen atau faktor penghambat utama yang menghambat Teq Production dalam menerapkan praktik *lean* adalah faktor sumber daya yang terbatas (F5). Kemudian diikuti oleh faktor kepercayaan yang kurang akan *lean* itu sendiri (F4). Hal tersebut diperkuat dengan faktor penghambat lainnya yaitu pengetahuan yang kurang akan *lean* (F3) dan juga penolakan terhadap perubahan (F8). Namun, tidak hanya kepercayaan dan pengetahuan akan *lean* yang masih relatif kurang, faktor kurangnya keahlian akan *lean* (F7) juga menjadi salah satu penghambat dalam menerapkan *lean*, diikuti dengan faktor komitmen yang kurang baik dari *top management* (F2), serta memerlukan biaya investasi yang tinggi (F1) dan kurangnya perencanaan adopsi *lean* (F6).

7. Pembuatan MICMAC.

Pada langkah ini dilakukan klasifikasi elemen pada empat kuadran MICMAC seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.15 di bawah ini.



Gambar 4.15 MICMAC untuk faktor penghambat

Berdasarkan Gambar 4.15 di atas dapat dilihat bahwa pada kuadran I yaitu *autonomous region* tidak terdapat elemen. Pada kuadran II yaitu *dependent region* terdapat elemen F2, elemen F7, dan elemen F6 yang berarti bahwa ketiga elemen tersebut mempunyai *driving power* yang lemah namun *dependence power* yang kuat. Hal ini menunjukkan bahwa elemen F2, F6, dan F7 memiliki tingkat pengaruh yang rendah namun memiliki tingkat dipengaruhi yang tinggi. Kemudian pada kuadran III yaitu *linkage region* terdapat elemen F1, elemen F3, dan elemen F8 yang menandakan bahwa ketiga elemen tersebut mempunyai *driving power* dan *dependence power* yang kuat. Hal ini menunjukkan bahwa elemen F1, F3, dan F8 memiliki tingkat pengaruh yang tinggi dan tingkat dipengaruhi yang tinggi pula. Sedangkan pada kuadran IV yaitu *independent region* terdapat elemen F4 dan elemen F5 yang menunjukkan bahwa ketiga elemen tersebut mempunyai *driving power* yang kuat namun *dependence power* yang lemah. Hal ini menunjukkan bahwa elemen F4 dan F5 memiliki tingkat pengaruh yang tinggi namun memiliki tingkat dipengaruhi yang rendah.

4.5 Analisis dan Pembahasan

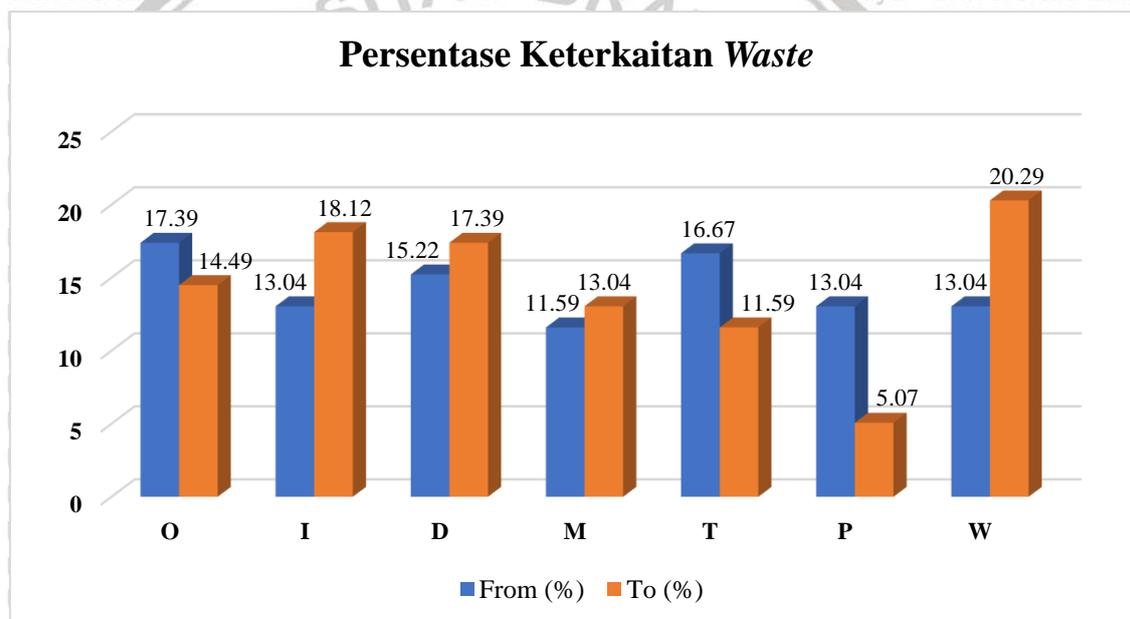
Berikut ini merupakan penjelasan mengenai analisis dan pembahasan dari hasil yang didapatkan dari *Waste Assessment Model (WAM)*, *Fishbone Diagram*, serta *Intrepretive Structural Modelling (ISM)*.

4.5.1 Analisis Waste Assessment Model (WAM)

Langkah awal yang dilakukan pada penelitian ini adalah mengidentifikasi *waste* yang terjadi pada proses produksi furnitur rotan Teq Production. Proses identifikasi *waste* dilakukan dengan cara menggunakan alat yang bernama *Waste Assessment Model (WAM)*. Metode WAM dipilih karena metode tersebut dapat mengidentifikasi *waste* yang terjadi serta hubungan yang dimiliki antar *waste* tersebut. Metode WAM akan menghasilkan peringkat *waste* yang terjadi pada proses produksi.

4.5.1.1 Analisis Waste Relationship Matrix (WRM)

Waste Relationship Matrix (WRM) digunakan untuk analisis kriteria pengukuran yang menunjukkan tingkat pengaruh dari masing-masing *waste*. Berikut ini merupakan diagram yang menunjukkan persentase keterkaitan masing-masing *waste* yang dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Persentase keterkaitan waste

Pada Gambar 4.16 di atas menunjukkan hasil skor *Waste Relationship Matrix (WRM)* berdasarkan total skor masing-masing *waste* pada setiap baris dan kolom. Pada baris matriks dengan klasifikasi “*from*” menunjukkan pengaruh suatu *waste* terhadap enam jenis *waste* lainnya. Sedangkan pada kolom matriks dengan klasifikasi “*to*” menunjukkan suatu jenis *waste* yang dipengaruhi oleh jenis *waste* lainnya. Berdasarkan gambar tersebut dapat diketahui bahwa *from Overproduction* mempunyai persentase tertinggi yaitu sebesar 17,39% dari keseluruhan total *waste* pada baris matriks. Hal tersebut menunjukkan bahwa *waste Overproduction* yang terjadi saat ini memberikan pengaruh besar dalam memicu terjadinya

enam jenis *waste* lainnya. Sedangkan *to Waiting* mempunyai persentase tertinggi yaitu sebesar 19,76% dari keseluruhan total *waste* pada kolom matriks. Hal ini menunjukkan bahwa *waste Waiting* yang terjadi saat ini merupakan *waste* yang paling banyak dipengaruhi oleh jenis *waste* lainnya.

Jika melihat aspek “*from*”, pada peringkat kedua dan ketiga terdapat jenis *waste from Transportation* sebesar 16,67% dan *waste from Defect* sebesar 15,22% yang mempunyai pengaruh cukup besar dalam memicu terjadinya jenis *waste* lainnya. Kemudian terdapat jenis *waste from Inventory*, *from Overproduction*, dan *from Waiting* yang mempunyai persentase yang sama sebesar 13,04% sehingga ketiga *waste* tersebut mempunyai pengaruh yang sama dalam memicu terjadinya jenis *waste* lainnya. Sedangkan jenis *waste* yang mempunyai pengaruh paling kecil terhadap terjadinya *waste* lainnya adalah *waste from Motion* sebesar 11,59%.

Jika melihat aspek “*to*”, pada peringkat kedua terdapat jenis *waste to Inventory* dengan persentase sebesar 18,12%. Kemudian pada peringkat ketiga terdapat jenis *waste to Defect* sebesar 17,39% dan pada peringkat keempat terdapat jenis *waste to Overproduction* sebesar 14,49%. Selanjutnya pada peringkat kelima, keenam, dan ketujuh terdapat jenis *waste to Motion*, *to Transportation*, dan *to Overproduction* dengan besaran persentase masing-masing 13,04%, 11,59%, dan 5,07%.

Waste of Overproduction mempunyai pengaruh paling tinggi sebagai penyebab terjadinya jenis *waste* lainnya dengan persentase sebesar 17,39%. Penyebab utama dari adanya *waste* ini adalah perencanaan produksi yang kurang matang atau maksimal. Hal ini dikarenakan pihak Teq Production sering memesan bahan baku melebihi yang dibutuhkan untuk menghindari bahan baku yang terdapat *defect* sehingga tidak bisa digunakan. Selain itu, kapasitas lini produksi juga tidak seimbang, sehingga menyebabkan salah satu lini produksi tetap melakukan proses produksi padahal target jumlah produksi telah tercapai. *Waste of Overproduction* yang terjadi dapat menimbulkan *waste* lain, contohnya yaitu *waste of Waiting* dan *waste of Defect*. *Waste of Waiting* terjadi karena barang yang diproduksi berlebih harus menunggu terlebih dahulu untuk mengalami proses selanjutnya. Sedangkan *waste of Defect* terjadi karena barang yang diproduksi berlebih harus mengalami proses penyimpanan terlebih dahulu sebelum akhirnya dapat diproses. Selama proses penyimpanan tersebut, ada kemungkinan kualitas barang menurun dikarenakan faktor luar seperti cuaca, suhu, dan rayap.

Waste Waiting yang terjadi saat ini merupakan *waste* dengan persentase tertinggi yang dipengaruhi oleh jenis *waste* lainnya yaitu sebesar 20,29%. Penyebab utama terjadinya *waste*

tersebut adalah kapasitas lini produksi tidak seimbang sehingga menyebabkan barang menunggu untuk diproses pada proses selanjutnya, serta operator juga menunggu perintah untuk memproduksi barang. Kondisi pada Teq Production menunjukkan bahwa operator proses pembuatan rangka dapat menjalankan tugasnya lebih cepat jika dibandingkan dengan operator proses penganyaman. Hal ini menyebabkan barang yang telah diproses dari proses pembuatan rangka harus menunggu terlebih dahulu untuk dapat diproses pada proses penganyaman. Oleh karena itu, *waste of Waiting* dapat diakibatkan oleh adanya *waste of Overproduction*.

4.5.1.2 Analisis Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

Waste Assessment Questionnaire (WAQ) bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengalokasikan *waste* yang terjadi pada lini produksi dan terdiri dari 66 jenis pertanyaan *assessment* yang menggambarkan aktivitas, kondisi, atau sifat yang dapat menimbulkan suatu jenis *waste* tertentu. *Assessment* tersebut terdiri dari dua jenis pertanyaan yaitu *from* dan *to*, serta dikelompokkan ke dalam empat kategori utama yaitu *man*, *machine*, *material*, dan *method*. Hasil *assessment* berupa peringkat *waste* secara berurutan dari persentase terbesar sampai terkecil dapat dilihat pada Tabel 4.22 berikut ini.

Tabel 4.22

Peringkat Hasil *Assessment*

Peringkat	Jenis Waste	Persentase	Akumulasi Persentase
1	<i>Waiting</i> (W)	23,69%	23,69%
2	<i>Overproduction</i> (O)	18,37%	42,06%
3	<i>Defect</i> (D)	17,66%	59,72%
4	<i>Inventory</i> (I)	14,16%	73,88%
5	<i>Transportation</i> (T)	12,57%	86,45%
6	<i>Motion</i> (M)	9,28%	95,72%
7	<i>Overprocessing</i> (P)	4,28%	100%

Hasil *assessment* di atas memperlihatkan peringkat *waste* yang dominan dan sangat berpengaruh terhadap jenis *waste* lainnya. Persentase (bobot) dari hasil *assessment* digunakan pada tahapan selanjutnya dalam menentukan tiga jenis *waste* yang diprioritaskan. Pada Tabel 4.22 di atas dapat dilihat bahwa jenis *waste* yang paling dominan adalah *Waiting* dengan persentase bobot sebesar 23,96%. Selanjutnya terdapat jenis *waste Overproduction* dan *Defect* dengan persentase bobot masing-masing sebesar 18,37% dan 17,66%. Sedangkan yang termasuk ke dalam minor *waste* adalah *Motion* dengan persentase sebesar 9,28% dan *Overprocessing* sebesar 4,28%. *Overprocessing* merupakan *waste* yang paling kecil di

antara *waste* lainnya dikarenakan proses pembuatan furnitur rotan cukup mudah tidak membutuhkan proses yang terlalu rumit dan panjang.

4.5.1.3 Analisis Waste Prioritas

Hasil dari *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) merupakan pengukuran dan penilaian terhadap jenis-jenis *waste* yang terjadi pada proses produksi yang menghasilkan peringkat *waste* dari yang terbesar sampai dengan yang terkecil. Selanjutnya, peringkat *waste* tersebut akan dibandingkan dengan data yang diperoleh dari hasil *brainstorming* bersama pemilik Teq Production. Hasil dari *brainstorming* tersebut menunjukkan bahwa hasil dari *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) sudah cukup merepresentasikan kondisi *waste* yang ada di perusahaan. Berdasarkan hasil WAQ didapatkan 3 peringkat teratas *waste* sebagai berikut.

1. *Waste of Waiting*

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari WAQ, jenis *waste* ini merupakan peringkat pertama dari seluruh jenis *waste* yang terjadi pada proses produksi dengan persentase sebesar 23,69%. Pihak Teq Production membenarkan hal ini bahwasannya dalam proses produksinya sering terdapat barang menumpuk dari proses pembuatan rangka menunggu untuk dikerjakan pada proses selanjutnya yaitu proses penganyaman. Hal ini terjadi karena proses pembuatan rangka berjalan lebih cepat dibandingkan dengan proses penganyaman dikarenakan proses penganyaman cukup rumit dan membutuhkan keahlian serta ketelitian yang tinggi. Hal ini juga menyebabkan para pekerja rangka menjadi menunggu untuk pekerjaan selanjutnya ketika produksi telah mencapai target jumlah yang diinginkan. Dalam hal ini, pihak Teq Production mencoba untuk melimpahkan sebagian produk kepada pengrajin/pengesub lain ketika beban produksi telah melebihi kapasitas lini produksi, Namun hal tersebut berisiko karena ada kemungkinan kualitas pengerjaan oleh pengesub tidak sesuai dengan standar Teq Production dan juga harus menambah biaya transportasi serta mengganti biaya listrik. Pihak Teq Production juga cukup kesulitan jika ingin menambah pengrajin dikarenakan pekerjaan menganyam tidaklah mudah dan membutuhkan keahlian dan ketelitian yang tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Dzikri (2018) yang menyatakan bahwa *waste of waiting* merupakan salah satu dari ketiga *waste* terbesar yang terjadi pada proses produksi di perusahaan yang menjadi objek penelitiannya dengan persentase sebesar 17,09%. *Waste* tersebut terjadi diakibatkan oleh banyaknya

proses *material handling* yang dilakukan oleh operator sehingga menyebabkan mesin menjadi *idle*.

2. *Waste of Overproduction*

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari WAQ, jenis *waste* ini menempati urutan kedua dengan persentase sebesar 18,37%. Tentu saja perusahaan tidak merencanakan untuk memproduksi barang lebih dari yang direncanakan atau diinginkan. Alasan terjadinya *overproduction* adalah dikarenakan pemilik Teq Production tidak ingin para pengrajin yang telah menyelesaikan pekerjaannya menjadi *idle*. Alhasil, pemilik memerintahkan pengrajin untuk tetap mengolah bahan baku yang ada menjadi barang setengah jadi atau barang jadi. Nantinya barang kelebihan produksi tersebut akan dijual melalui *website* Teq Production. Hal ini terjadi dikarenakan belum maksimalnya kapasitas lini produksi pada Teq Production menyebabkan salah satu proses dapat memproduksi barang dengan jumlah yang lebih banyak daripada proses lainnya. *Overproduction* terjadi juga dikarenakan memanfaatkan bahan baku yang tersisa dan menghindari jika nantinya ternyata terdapat barang yang mengalami *defect* dan harus dibuang. Hal ini juga terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh Dzikri (2018) di mana *overproduction* merupakan salah satu *waste* terbesar yang terjadi dengan persentase sebesar 16,52%. Sering terjadinya permasalahan tersebut dikarenakan belum maksimalnya rencana produksi yang telah ada.

3. *Waste of Defect*

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari WAQ, jenis *waste* ini menempati urutan ketiga dengan persentase sebesar 17,66%. *Defect* yang terjadi sebagian besar terjadi pada proses internal perusahaan sehingga masih besar kemungkinan untuk mengurangi permasalahan tersebut. Pemilik Teq Production menyatakan *waste defect* yang terjadi pada proses produksi biasanya terjadi karena barang menumpuk di tempat penyimpanan menunggu untuk diproses pada proses selanjutnya. Selama barang disimpan dan menunggu untuk diproses, barang tersebut mengalami kerusakan seperti kayu melapuk, berubah bentuk, dan sebagainya. Selain itu, *defect* dapat terjadi karena proses produksi yang terburu-buru mengejar target waktu. *Defect* juga bisa terjadi ketika melimpahkan pekerjaan produksi kepada pengrajin lain karena kapasitas lini produksi Teq Production tidak mencukupi. *Defect* juga dapat terjadi dikarenakan pengrajin yang belum terlalu mahir dalam mengerjakan pekerjaannya, serta barang mengalami kerusakan ketika dipindahkan dari satu tempat ke tempat lainnya. *Waste* ini juga dapat terjadi dikarenakan mesin mengalami kerusakan sehingga proses produksi berjalan

tidak sesuai dengan yang diinginkan. Barang produksi yang mengalami *defect* sebetulnya masih bisa mengalami proses *rework*, namun tak jarang juga tidak bisa dilakukan proses *rework* sehingga harus dibuang atau dijual murah kepada pengepul sebagai sampah. Pemilik Teq Production beranggapan bahwa hal tersebut terjadi karena proses produksi yang cenderung tidak stabil. Selain itu, peran pemilik dalam melakukan *quality control* terhadap pekerjaan para pengrajinnya dirasa belum optimal. Hal tersebut merupakan beberapa faktor yang memberikan kontribusi terhadap tingkat *defect*. Hal tersebut menunjukkan bahwa WAQ secara tidak langsung telah berhasil menangkap fenomena yang ada dalam sebuah sistem perusahaan mengenai permasalahan yang terjadi. Hal ini juga didukung dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ettik (2017) yang menyatakan bahwa *waste of defect* menjadi salah satu dari ketiga *waste* terbesar pada proses produksi di perusahaan yang menjadi objek penelitiannya. Ettik (2017) menyatakan bahwa jenis *waste* ini menempati urutan kedua dengan persentase sebesar 18,63%. Salah satu penyebab timbulnya *waste* tersebut adalah belum adanya penjadwalan *preventive maintenance* secara berkala dan juga *human error* yang masih sering terjadi terkait kinerja yang dirasa belum optimal dari operator maupun pihak *quality control*.

4.5.2 Analisis Fishbone Diagram

Setelah mengetahui pembobotan *waste* dari yang terbesar hingga yang terkecil dan mendapatkan peringkat tiga *waste* terbesar dari metode WAM, maka kemudian dilakukan analisis akar penyebab masalah terjadinya *waste-waste* tersebut menggunakan alat bernama *fishbone diagram*. Diagram ini dibuat berdasarkan hasil *brainstorming* dengan beberapa *expert* atau orang yang ahli pada bidangnya, seperti pemilik perusahaan atau karyawan senior. Berikut ini merupakan pembahasan hasil *fishbone diagram* mengenai tiga *waste* terbesar yang terjadi pada proses pembuatan furnitur rotan di Teq Production.

1. *Waste of Waiting*

Berdasarkan Gambar 4.7 akar penyebab permasalahan terjadinya *waste of Waiting* adalah sebagai berikut.

a. *Man*

Dilihat dari aspek manusia, penyebab terjadinya *waste* ini adalah pengrajin yang terlalu sering mengobrol dan bercanda sehingga menambah *lead time* dalam menyelesaikan sebuah proses. Para pengrajin juga cukup sering melakukan hal-hal yang berkaitan dengan keperluan pribadi seperti buang air, mengambil minuman,

dan merokok. Hal ini dikarenakan dari pihak *top management* tidak ada aturan dan pengawasan mengenai pekerjaan yang dilakukan sehingga pengrajin cenderung bebas dalam melakukan apapun. Kemudian jumlah pengrajin yang ada juga terbatas. Hal ini menyebabkan proses produksi menjadi lambat. Selain itu, tingkat kemampuan yang dimiliki pengrajin pada setiap proses pun berbeda-beda, sehingga terdapat proses yang berjalan lebih cepat karena keahlian yang dimiliki oleh pengrajin pada proses tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan pengrajin pada proses lainnya. Contohnya adalah pengrajin pada proses pembuatan rangka dapat membuat rangka furnitur rotan lebih cepat dan lebih banyak dibandingkan dengan pengrajin pada proses penganyaman. Selain dikarenakan tingkat kerumitan yang berbeda, hal ini juga diakibatkan oleh tingkat kemampuan yang dimiliki oleh setiap pengrajin yang berbeda. Hal ini terjadi dikarenakan tidak adanya standar keahlian kerja yang ditetapkan oleh pihak *top management* atau pemilik dari Teq Production. Pemilik merasa bahwa keahlian atau kemampuan antar pengrajin merupakan hal yang wajar dan bisa diterima, serta pemilik tidak ingin memaksa atau memberikan beban yang lebih terhadap para pengrajin, atau dengan kata lain dapat dikatakan bahwa pemilik sudah puas dengan tingkat kemampuan yang dimiliki oleh pengrajin meskipun berbeda-beda.

b. *Method*

Dilihat dari aspek metode, penyebab terjadinya *waste* ini adalah pengrajin juga melakukan kegiatan di luar tugas utamanya. Hal tersebut merupakan *non-value-added activity* atau kegiatan yang tidak menambah nilai apapun kepada barang. Contohnya adalah pengrajin penganyam harus mengambil terlebih dahulu rotan yang akan digunakan untuk menganyam dari gudang sebelum dapat mulai menganyam. Bahan-bahan yang dibutuhkan untuk bekerja tidak langsung tersedia di stasiun kerja. Hal tersebut membuat barang yang akan di proses yaitu rangka furnitur harus menunggu beberapa saat sebelum dapat diproses lebih lanjut. Selain itu, proses penganyaman membutuhkan waktu yang panjang, sedangkan proses sebelumnya yaitu proses pembuatan rangka membutuhkan waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan proses penganyaman. Hal tersebut membuat rangka furnitur yang telah jadi dari proses pembuatan rangka harus menunggu terlebih dahulu slot pada stasiun penganyaman kosong.

c. *Machine*

Dilihat dari aspek mesin, penyebab terjadinya *waste* ini adalah kapasitas lini produksi dan ketersediaan mesin yang terbatas, khususnya pada stasiun penganyaman. Proses penganyaman merupakan proses yang paling rumit dari semua proses yang ada. Meskipun jumlah pengrajin dan mesin yang tersedia paling banyak di antara proses lainnya, namun tetap dirasa masih kurang untuk mengimbangi kecepatan kinerja dari proses lainnya.

d. *Material*

Dilihat dari aspek material, penyebab terjadinya *waste* ini adalah bahan baku yang tidak siap untuk langsung diproses. Hal ini dikarenakan beberapa bahan baku harus melewati beberapa perlakuan terlebih dahulu sebelum dapat diproses lebih lanjut.

Contohnya adalah kayu harus diberi obat terlebih dahulu sebelum dapat diolah menjadi rangka furnitur. Selain itu, bahan baku yang rusak juga dapat menyebabkan pengrajin menjadi *idle*. Hal tersebut dikarenakan bahan baku tersebut disimpan di gudang terlalu lama dan kualitasnya menjadi menurun.

2. *Waste of Overproduction*

Berdasarkan Gambar 4.8 akar penyebab permasalahan terjadinya *waste of Overproduction* adalah sebagai berikut.

a. *Man*

Dilihat dari aspek manusia, penyebab terjadinya *waste* ini adalah menghindari pengrajin *idle*, *stakeholder* tidak memberikan dan menerima informasi yang tepat, serta *stakeholder* tidak menyadari akan keberadaan *waste*. Pemilik dari Teq Production tetap menginstruksikan para pengrajinnya untuk bekerja memproduksi produk untuk memanfaatkan waktu yang ada dan juga agar para pengrajin tersebut bisa mendapatkan upah.

b. *Method*

Dilihat dari aspek metode, penyebab terjadinya *waste* ini adalah perencanaan dan penjadwalan produksi yang kurang baik dari pihak pemilik. Hal ini dikarenakan kurangnya manajemen yang baik oleh pemilik sehingga terdapat dua proses dengan kecepatan produksi yang berbeda.

c. *Machine*

Dilihat dari aspek mesin, penyebab terjadinya *waste* ini adalah menghindari mesin *idle*. Pemilik dari Teq Production tetap menginstruksikan para pengrajinnya untuk

bekerja memproduksi produk untuk memanfaatkan waktu yang ada supaya mesin yang sudah terlanjur bekerja pada hari itu tetap digunakan.

d. *Material*

Dilihat dari aspek material, penyebab terjadinya *waste* ini adalah bahan baku yang masih tersisa. Hal ini dikarenakan pemesanan bahan baku yang berlebih oleh pemilik sehingga pemilik tetap menginstruksikan para pengrajinnya untuk mengolah bahan baku yang tersisa agar tidak terbuang sia-sia.

3. *Waste of Defect*

Berdasarkan Gambar 4.9 akar penyebab permasalahan terjadinya *waste of Defect* adalah sebagai berikut.

a. *Man*

Dilihat dari aspek manusia, penyebab terjadinya *waste* ini adalah pengrajin yang tidak fokus dan tidak teliti saat bekerja dikarenakan para pengrajin tersebut bekerja sambil mengobrol satu sama lain. Kegiatan yang tidak penting atau *non-value-added activity* seperti mengobrol dapat mengganggu konsentrasi pengrajin dalam bekerja dan menghambat pekerjaan. Hal ini dikarenakan tidak adanya peraturan yang mengatur tata cara bekerja dan juga tidak adanya pengawasan dari pihak *top management*. Selain itu, keahlian pengrajin juga dirasa kurang sehingga masih banyak terdapat hasil pekerjaan yang tidak sesuai dengan yang telah direncanakan. Hal ini dikarenakan kurangnya pelatihan yang diadakan oleh *top management*.

b. *Method*

Dilihat dari aspek metode, penyebab terjadinya *waste* ini adalah kurangnya pengawasan yang dilakukan oleh pihak pemilik terhadap kinerja para pengrajin. Kemudian perawatan terhadap produk saat disimpan digudang untuk menunggu diproses pada proses selanjutnya juga kurang baik. Selain itu, kurangnya ketelitian pada saat pemeriksaan produk atau *quality control* pada setiap proses juga menjadi penyebab terjadinya *waste* ini.

c. *Machine*

Dilihat dari aspek mesin, penyebab terjadinya *waste* ini adalah mesin mengalami kerusakan namun tetap digunakan. Mesin tersebut mengalami kerusakan dikarenakan kurangnya perawatan yang dilakukan secara berkala, juga kurangnya pengawasan dari pemilik sehingga pengrajin tetap memaksakan mesin tersebut bekerja meskipun mengalami kerusakan, sehingga hasil yang dihasilkan dari mesin

tersebut tidak dalam kondisi terbaik. Selain itu, setup mesin yang kurang baik juga dapat menyebabkan produk yang dihasilkan mengalami kerusakan.

d. *Material*

Dilihat dari aspek material, penyebab terjadinya *waste* ini adalah warna, bentuk, dan ukuran yang tidak sesuai dengan yang diinginkan konsumen. Hal ini dikarenakan adanya *miscommunication* antara konsumen, pemilik, dan juga pengrajin. Kemudian kualitas bahan baku yang buruk dapat menyebabkan terjadinya *waste* ini.

Hal tersebut dikarenakan kesalahan pemilik dalam melakukan pembelian bahan baku kepada supplier yang kurang tepat. Selain itu, bahan baku yang rusak juga dapat menyebabkan terjadinya *waste* ini. Hal tersebut dikarenakan bahan baku tersebut disimpan di gudang terlalu lama dan kualitasnya menjadi menurun.

4.5.3 Analisis *Intrepretive Structural Modelling* (ISM)

ISM digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor apa saja yang dapat menjadi pendorong dan penghambat dalam menerapkan *lean manufacturing*. Didapatkan sembilan faktor pendorong dan delapan faktor penghambat dalam menerapkan *lean*. Sembilan faktor pendorong tersebut adalah meningkatkan pangsa pasar (F1), kebutuhan untuk bertahan dari permasalahan internal (F2), pengembangan standar kinerja (F3), keinginan untuk menerapkan praktik yang lebih baik (F4), keberlangsungan perusahaan (F5), mendorong perusahaan untuk fokus kepada pelanggan (F6), perbaikan terus menerus (F7), lingkungan kerja yang kondusif (F8), dan permintaan dari pelanggan agar perusahaan menjadi lebih baik lagi (F9). Sedangkan delapan faktor penghambat tersebut adalah memerlukan biaya investasi yang tinggi (F1), komitmen yang kurang baik dari *top management* (F2), pengetahuan yang kurang akan *lean* (F3), kepercayaan yang kurang akan *lean* (F4), sumber daya yang terbatas (F5), kurangnya perencanaan (F6), kurangnya keahlian akan *lean* (F7), penolakan terhadap perubahan (F8).

Tahap selanjutnya adalah dilakukan penentuan hubungan kontekstual antara semua elemen berdasarkan subbab 4.5. Berdasarkan subbab 4.5 dapat diketahui bahwa beberapa pasangan elemen yang memiliki hubungan keterkaitan dalam bentuk satu arah, elemen yang memiliki hubungan keterkaitan dalam bentuk dua arah, maupun elemen yang tidak memiliki hubungan keterkaitan satu sama lain. Kemudian dilakukan transformasi matriks SSIM menjadi matriks bilangan biner 0 dan 1 bernama *Reachability Matrix* sebagai dasar penentuan *level* setiap elemen pada tahap selanjutnya. Berdasarkan hasil *Final Reachability Matrix* (FRM) didapatkan *driving power* dan *dependence power* yang kemudian

dikelompokkan ke dalam kuadran MICMAC. Namun, sebelumnya dilakukan penentuan *level* setiap elemen dan dilanjutkan pembuatan *final digraph* serta ISM.

4.5.3.1 Analisis ISM Faktor Pendorong Penerapan *Lean*

Berdasarkan hasil pembuatan *final digraph*, ISM, serta MICMAC sesuai dengan Gambar 4.10, Gambar 4.11, dan Gambar 4.12 dapat diketahui bahwa elemen utama yang dapat menjadi faktor pendorong dalam penerapan *lean* adalah permintaan dari pelanggan agar perusahaan menjadi lebih baik lagi (F9), lingkungan kerja yang kondusif (F8), dan juga meningkatkan pangsa pasar (F1). Ketiga elemen tersebut merupakan faktor kunci yang memengaruhi faktor lainnya. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh AlManei (2017) yang menyebutkan bahwa faktor mendengarkan saran atau permintaan dari pelanggan serta meningkatkan pangsa pasar menjadi aspek penting bagi sebuah perusahaan untuk menerapkan praktik *lean* pada proses produksinya. Permintaan dari pelanggan agar perusahaan menjadi lebih baik (F9) juga memengaruhi adanya perbaikan terus menerus (F7) di internal perusahaan. Perusahaan juga menjadi terdorong untuk bertahan dari permasalahan-permasalahan internal yang ada (F2) sehingga dapat lebih fokus untuk meningkatkan pangsa pasar (F1). Bertahan dari permasalahan internal (F2) juga merupakan salah satu bentuk demi keberlangsungan perusahaan (F5) di dunia bisnis yang semakin kompetitif ini. Adanya keinginan mengenai keberlangsungan perusahaan (F5) mendorong perusahaan untuk menerapkan praktik usaha yang lebih baik (F4) dengan cara pengembangan standar kinerja (F3).

4.5.3.2 Analisis ISM Faktor Penghambat Penerapan *Lean*

Berdasarkan hasil pembuatan *final digraph*, ISM, serta MICMAC sesuai dengan Gambar 4.13, Gambar 4.14, dan Gambar 4.15 dapat diketahui bahwa elemen utama yang dapat menjadi faktor penghambat dalam penerapan *lean* adalah faktor sumber daya yang terbatas (F5) di mana faktor tersebut merupakan faktor kunci yang memengaruhi faktor lainnya. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh AlManei (2017) yang menyebutkan bahwa faktor kurangnya sumber daya yang dibutuhkan menjadi aspek penting yang menghambat sebuah perusahaan untuk menerapkan praktik *lean* pada proses produksinya. Sumber daya yang terbatas (F5) khususnya pada bagian *top management* menyebabkan kurangnya kepercayaan terhadap *lean* (F4) dalam menyelesaikan permasalahan yang ada pada perusahaan tersebut. Kepercayaan yang kurang terhadap *lean* (F4) menyebabkan pengetahuan yang dimiliki mengenai *lean* juga sedikit (F3) dikarenakan

tidak percaya bahwa *lean* dapat mengatasi permasalahan pada lantai produksi. Selain itu, faktor tersebut juga menyebabkan penolakan terhadap perubahan karena *lean* dinilai tidak mampu menyelesaikan masalah. Hal ini akan menyebabkan keahlian yang dimiliki mengenai *lean* sangat sedikit (F7) sehingga menyebabkan komitmen yang kurang baik (F2) dari *top management* dalam menerapkan *lean*. Komitmen yang kurang baik (F2) juga menyebabkan kurangnya perencanaan (F6) dalam menerapkan *lean* dan semakin diperkuat dengan adanya kekhawatiran akan perlunya biaya investasi yang tinggi (F1) dalam menerapkan *lean*.

4.6 Rekomendasi Perbaikan

Setelah didapatkan hasil akar penyebab permasalahan dari setiap *waste* yang terjadi dengan menggunakan *fishbone diagram* serta dilakukan analisis dan pembahasan pada subbab sebelumnya, selanjutnya akan dilakukan pemberian rekomendasi perbaikan yang diharapkan dapat mengurangi *waste* yang terjadi yang dapat dilihat pada Tabel 4.23 berikut ini.

Tabel 4.23
Rekomendasi Perbaikan

<i>Waste</i>	Kategori	Penyebab	Rekomendasi Perbaikan
	<i>Man</i>	Jumlah pengrajin yang terbatas.	Penambahan jumlah pengrajin.
		Tingkat kemampuan yang berbeda.	Standarisasi tingkat kemampuan/keahlian.
		Mengobrol dan bercanda. Keperluan pribadi.	Menetapkan SOP saat bekerja.
<i>Waiting</i>	<i>Method</i>	<i>Jobdesc</i> kurang sesuai.	Membuat <i>jobdesc list</i> yang lebih terperinci.
		Penjadwalan produksi kurang tepat.	Memperbaiki metode penjadwalan produksi.
	<i>Machine</i>	Kapasitas lini produksi yang terbatas.	Meningkatkan kapasitas produksi.
		Ketersediaan mesin terbatas.	Menerapkan <i>line balancing</i> .
	<i>Material</i>	Bahan baku yang tidak siap untuk langsung diproses.	Memperbaiki alur proses produksi.
		Bahan baku rusak.	Meningkatkan supervisi.
<i>Over-production</i>	<i>Man</i>	<i>Stakeholder</i> tidak memberikan dan menerima informasi yang tepat.	Memperbaiki aliran informasi.
		<i>Stakeholder</i> tidak menyadari akan keberadaan <i>waste</i> .	Memberikan pengetahuan mengenai <i>waste</i> .
		Menghindari pengrajin <i>idle</i> .	Menerapkan <i>line balancing</i> .

Waste	Kategori	Penyebab	Rekomendasi Perbaikan
Over-production	Method	Perencanaan produksi yang kurang baik.	Memperbaiki metode perencanaan dan pengendalian produksi.
	Machine	Penjadwalan produksi yang kurang baik.	Menerapkan <i>line balancing</i> .
Defect	Material	Menghindari mesin <i>idle</i> .	Penerapan metode <i>Economic Order Quantity</i> (EOQ).
	Man	Bahan baku yang masih tersisa.	Standarisasi tingkat kemampuan/keahlian.
Defect	Method	Pengrajin kurang ahli.	Menciptakan kondisi area kerja yang nyaman dan penerapan 5S.
		Pengrajin tidak fokus dan tidak teliti.	Meningkatkan pengawasan.
Defect	Machine	Kurangnya pengawasan pada kinerja pengrajin.	Mengubah metode penyimpanan barang.
		Perawatan terhadap produk saat disimpan kurang baik.	Meningkatkan motivasi kerja.
Defect	Material	Kurangnya ketelitian pada saat pemeriksaan produk.	Standarisasi proses dan penerapan <i>poka yoke</i> .
		Penanganan produk tidak sesuai.	Penerapan <i>preventive maintenance</i> .
Defect	Machine	Mesin mengalami kerusakan.	Perlunya SOP dalam <i>setup</i> .
		Setup mesin yang kurang baik.	Meningkatkan pengawasan dan standarisasi proses.
Defect	Material	Warna, ukuran, dan bentuk yang tidak sesuai.	Mengganti pemasok.
		Bahan baku rusak.	Menerapkan <i>line balancing</i> .
Defect	Material	Kualitas bahan baku yang buruk.	
		Penumpukan WIP.	

Berdasarkan Tabel 4.23 di atas terdapat beberapa alat atau metode yang disarankan, yaitu *line balancing*, *poka yoke*, dan EOQ. Menurut Gaspersz (2004), *line balancing* adalah menyeimbangkan distribusi elemen-elemen tugas dari jalur perakitan ke stasiun kerja untuk meminimalkan jumlah stasiun kerja dan meminimalkan total *idle time* pada semua stasiun pada tingkat *output* tertentu. Sedangkan menurut Nasution (2008), *line balancing* merupakan sekelompok pekerja atau mesin yang melakukan tugas-tugas secara beruntun dalam merakit sebuah produk yang diberikan kepada masing-masing *resources* secara seimbang dalam setiap lini produksi sehingga dapat tercapai efisiensi kerja yang tinggi pada setiap *work station*. *Line balancing* pada proses produksi Teq Production dapat diterapkan dengan cara menyeimbangkan jumlah pengrajin untuk menyeimbangkan waktu proses pada stasiun kerja

pembuatan rangka dan stasiun kerja penganyaman untuk mengurangi penumpukan barang
WIP.

Konsep *poka yoke* dikembangkan oleh seseorang berkebangsaan Jepang bernama Shigeo Shingo yang dihargai karena kontribusinya dalam peningkatan produktivitas di negara tersebut. Dalam bahasa Jepang, *poka* berarti kekeliruan atau kelalaian tanpa kesengajaan dan *yoke* berarti tindakan pencegahan atau preventif. Konsep dasar dari *poka yoke* adalah merancang suatu proses sedemikian rupa sehingga tidak mungkin terjadi kesalahan. Jika setidaknya terdapat kesalahan akan mudah untuk dideteksi dan diatasi. *Poka yoke* memiliki tiga fungsi dasar, yaitu *control*, *shutdown*, dan *warning*. *Control* berarti pengawasan proses untuk mencegah terjadinya kesalahan atau kerusakan mengalir sampai ke proses selanjutnya. *Shutdown* berarti berhenti melakukan pekerjaan jika terdeteksi adanya kesalahan atau kerusakan. *Warning* berarti memberikan peringatan jika terdapat ketidaknormalan, kesalahan, atau kerusakan.

Economic Order Quantity (EOQ) merupakan salah satu model klasik yang diperkenalkan oleh Harris pada tahun 1914 dan paling banyak dikenal dalam teknik pengendalian persediaan. Menurut Manullang (2005), *Economic Order Quantity* (EOQ) merupakan sebuah metode untuk mendapatkan sejumlah barang dengan biaya minimum serta terdapat pengawasan terhadap biaya pemesanan (*ordering cost*) dan biaya penyimpanan (*inventory cost*). Sedangkan menurut Martono (2002), *Economic Order Quantity* (EOQ) merupakan jumlah barang yang dapat dibeli dengan biaya persediaan yang minimum atau sering disebut dengan jumlah pesanan bahan yang optimal.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisi mengenai kesimpulan dan saran dari penelitian ini. Kesimpulan pada bab ini diharapkan dapat menjawab rumusan masalah dari penelitian. Sedangkan saran diharapkan dapat memberikan rekomendasi perbaikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data, analisis, dan pembahasan yang telah dilakukan pada Bab 4, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. *Waste-waste* yang terjadi pada proses produksi pembuatan furnitur rotan di Teq Production berdasarkan *Waste Assessment Questionnaire* adalah *Waiting*, *Defect*, dan juga *Overproduction* sebagai tiga *waste* terbesar dengan persentase masing-masing sebesar 23,69%, 18,37%, dan 17,66%. Kemudian diikuti oleh *waste* lainnya seperti *Inventory* dengan persentase sebesar 13,38%, *Transportation* dengan persentase sebesar 13,37%; *Motion* dengan persentase sebesar 9,3%; dan yang terkecil adalah *Overprocessing* dengan persentase sebesar 4,32%.

2. *Waste of Waiting* yang terjadi pada proses produksi disebabkan oleh beberapa faktor. Pada aspek “*Man*” terdapat faktor pengrajin yang mengobrol dan bercanda dikarenakan tidak adanya aturan dalam bekerja, melakukan keperluan pribadi, jumlah pengrajin yang terbatas, serta tingkat kemampuan setiap pengrajin yang berbeda dikarenakan tidak adanya standar keahlian kerja. Kemudian pada aspek “*Method*” terdapat faktor pengrajin juga melakukan kegiatan *material handling* dan proses penganyaman membutuhkan waktu yang cukup panjang. Lalu pada aspek “*Machine*” terdapat faktor kapasitas lini produksi yang terbatas dan ketersediaan mesin yang terbatas. Sedangkan pada aspek “*Material*” terdapat faktor bahan baku rusak dikarenakan terlalu lama disimpan di gudang serta bahan baku yang tidak siap langsung untuk diproses.

Kemudian untuk *waste of Overproduction* yang terjadi diakibatkan oleh beberapa faktor. Pada aspek “*Man*” terdapat faktor menghindari pengrajin *idle*. Kemudian pada aspek “*Method*” terdapat faktor perencanaan produksi yang kurang baik dan proses pembuatan rangka berjalan lebih cepat dibandingkan proses penganyaman. Lalu pada aspek “*Machine*” terdapat faktor menghindari mesin *idle*. Sedangkan pada aspek “*Material*” terdapat faktor bahan baku yang masih tersisa dikarenakan pemesanan bahan

baku yang berlebihan. Sedangkan untuk *waste of Defect* yang terjadi disebabkan oleh beberapa faktor. Pada aspek “*Man*” terdapat faktor pengrajin yang tidak fokus karena mengobrol saat bekerja, pengrajin yang tidak teliti, serta pengrajin yang masih kurang ahli dikarenakan kurangnya pelatihan. Kemudian pada aspek “*Method*” terdapat faktor kurangnya pengawasan pada kinerja pengrajin dari pihak *top management*, perawatan terhadap produk saat disimpan kurang baik, serta kurangnya ketelitian pada saat pemeriksaan produk. Lalu pada aspek “*Machine*” terdapat faktor mesin mengalami kerusakan dikarenakan kurangnya perawatan mesin secara berkala, serta *setup* mesin yang kurang baik. Sedangkan pada aspek “*Material*” terdapat faktor warna yang tidak sesuai, bentuk yang tidak sesuai, ukuran yang tidak sesuai, jenis yang tidak sesuai, penumpukan barang WIP, bahan baku yang rusak karena disimpan terlalu lama, serta kualitas yang buruk dikarenakan kesalahan dalam pemilihan *supplier*.

3. Identifikasi faktor yang dapat menjadi pendorong dan penghambat dalam menerapkan *lean* dilakukan dengan menggunakan metode ISM. Berdasarkan hasil ISM didapatkan faktor utama yang dapat menjadi pendorong atau alasan Teq Production menerapkan *lean* adalah permintaan dari pelanggan agar perusahaan menjadi lebih baik lagi (F9). Sedangkan faktor utama yang dapat menjadi penghambat bagi Teq Production dalam menerapkan *lean* adalah sumber daya yang dimiliki oleh Teq Production cukup terbatas (F5). Kedua elemen ini menjadi faktor penentu utama keberhasilan Teq Production dalam menerapkan *lean* pada proses produksinya.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Pada penelitian selanjutnya dapat melakukan analisis pemborosan (*waste*) yang lebih terperinci khususnya pada aspek keseimbangan lini produksi (*line balancing*) dan juga aspek *Workload Analysis* (WLA) atau analisis beban kerja yang dialami oleh para pengrajin.
2. Penelitian ini meneliti dua aspek sekaligus yaitu faktor pendorong dan faktor penghambat dalam menerapkan *lean* sehingga jumlah elemen atau faktor yang diteliti cukup terbatas. Penelitian selanjutnya diharapkan mampu untuk meneliti faktor pendorong dan faktor penghambat dalam menerapkan *lean* secara lebih mendalam dengan elemen atau faktor yang lebih banyak dan detail sehingga dapat menghasilkan hasil yang lebih baik lagi.

3. Penelitian selanjutnya dapat memperluas jangkauan responden sehingga responden yang didapatkan menjadi lebih banyak dan tidak hanya berfokus kepada pemilik perusahaan sebagai responden, namun para pekerja atau pengrajin juga dapat dilibatkan.

Hal ini diharapkan penelitian selanjutnya dapat menjadi lebih terperinci dan lebih mewakili perspektif seluruh *stakeholder* perusahaan.



DAFTAR PUSTAKA

- Abu, F., Gholami, H., Saman, M. Z. M., Zakuan, N., Streimikiene, D. (2019). The Implementation of Lean Manufacturing in the Furniture Industry: A Review and Analysis on the Motives, Barriers, Challenges, and the Applications. *Journal of Cleaner Production* 234, 660-680.
- Alfiansyah, Reza & Kurniati, Nani. (2018). Identifikasi *Waste* dengan Metode *Waste Assessment Model* dalam Penerapan *Lean Manufacturing* untuk Perbaikan Proses Produksi (Studi Kasus pada Proses Produksi Sarung Tangan). *JURNAL TEKNIK ITS* Vol. 7, No. 1, 2337-3520.
- Ali, S. M., Hossen, M. A., Mahtab, Z., Kabir, G., Paul, S. K., & Adnan, Z. ul H. (2020). Barriers to lean six sigma implementation in the supply chain: An ISM model. *Computers and Industrial Engineering*, 149(June), 106843. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106843>
- ALmanei, M., Saloniatis, K. Xu, Y. (2017). Lean Implementation Frameworks: The Challenges for SMEs. *Procedia CIRP* 63 (2017) 750-755. UK: Elsevier.
- Banga, H. K., Kumar, R., Kumar, P., Purohit, A. Kumar, H., Singh, K. (2020). Productivity Improvement in Manufacturing Industry by Lean Tool. *Materials Today: Proceedings* 28, 1788-1794. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.05.195>
- CWTS UGM. (2013.) *Industri Rotan Indonesia: Dilema Antara Pengembangan Industri Hulu dan Hilir*. Diakses pada 11 Januari 2021, dari <https://cwts.ugm.ac.id/2013/06/14/industri-rotan-indonesia-dilema-antara-pengembangan-industri-hulu-dan-hilir/>
- Darmawan, D. P. (2017). *Pengambilan Keputusan Terstruktur dengan Interpretive Structural Modeling*. Yogyakarta: Penerbit Elmatera.
- Das, K. (2018). Integrating lean systems in the design of a sustainable supply chain model. *International Journal of Production Economics*, 198(June 2017), 177–190. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.01.003>
- David, F. R. (2011). *Strategic Management Concepts and Cases*. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Elkhairi, A., Fedouaki, F., & El Alami, S. (2019). Barriers and critical success factors for implementing lean manufacturing in SMEs. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), 565–570. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.303>
- Firdaus, D. A. (2018). *Identifikasi Waste dengan Pendekatan Value Stream Mapping di Bagian Sanding Balikan Flow Coater Studi Kasus: PT. Yamaha Indonesia*. Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Gandhi, N. S., Thanki, S. J., Thakkar, J. J. (2018). Ranking of Drivers for Integrated Lean-Green Manufacturing for Indian Manufacturing SMEs. *Journal of Cleaner Production* 171 (2018) 675-689.
- Gaspersz, V. (2003). *Total Quality Management*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Gaspersz, Vincent & Fontana, Avanti. (2011). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Bogor: Penerbit Vinchristo Publication.

- Grant, Eugene L., Leavenworth, Richard S. (1980). *Pengendalian Mutu Statistik Jilid I Edisi Kelima*. Jakarta: Erlangga.
- Hamdani, J., & Wirawan, C. (2012). Open Innovation Implementation to Sustain Indonesian SMEs. *Procedia Economics and Finance*, 4(Icsmed), 223–233. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(12\)00337-1](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(12)00337-1)
- Henny, H. & Budiman, H. R. (2018). Implementation Lean Manufacturing using Waste Assessment Model (WAM) in Shoes Company. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 407 (2018) 012077
- Hicks, C., Heidrich, O., McGovern, T., Donnelly, T. (2004). A Functional Model of Supply Chains and Waste. *International Journal of Production Economics* 89 (2004) 165-174.
- Hines, P., & Rich, N. (1997). The Seven Value Stream Mapping Tools. *International Journal of Operation and Production Management*, Vol. 17.
- Hines, P. and Taylor, D. (2000). "Going Lean". Proceeding of Lean Enterprise Research Centre UK: Cardiff Business School.
- Irjayanti, M., Azis, A. M. (2012). Barrier Factors and Potential Solutions for Indonesian SMEs. *Procedia Economics and Finance* 4 (2012) 3-12. Bandung: Elsevier.
- Kawiji, & Nuning, S. (2013). Pengembangan Usaha Kerajinan Rotan (Pendekatan *Action Research*) Studi Kasus di Ukm Asri Rotan Desa Transan Kecamatan Gatak Kabutapen Sukoharjo. *Jurnal Inovasi Dan Kewirausahaan*, 1(1), 9–18.
- Koran Tempo. 2013. *Ekspor Rotan Melonjak 71 Persen*. Diakses pada 15 Februari 2021, dari <https://kemenperin.go.id/artikel/6274/ekspor-rotan-melonjak-71-persen#:~:text=JAKARTA%20%2D%20Wakil%20Menteri%20Perindustrian%20Alex,penghasil%20rotan%20terbesar%20di%20dunia>.
- Liker, J.K. (2004). *The Toyota Way – 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Luo, T., Wu, C., & Duan, L. (2018). Fishbone Diagram and Risk Matrix Analysis Method and Its Application in Safety Assessment of Natural Gas Spherical Tank. *Journal of Cleaner Production* 174, 296-304.
- Marifa, P. C., Andriani, F. Y., Indrawati, S., Parmasari, A. N., Budiman, H., & Kamila, A. (2018). Production Waste Analysis Using Value Stream Mapping and Waste Assessment Model in a Handwritten Batik Industry. *MATEC Web of Conferences* 154, 01076.
- Martínez-Jurado, P. J., & Moyano-Fuentes, J. (2014). Lean management, supply chain management and sustainability: A literature review. *Journal of Cleaner Production*, 85, 134–150. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.09.042>
- Mohammad, I. S., & Oduoza, C. F. (2019). Interactions of lean enablers in manufacturing SMEs using interpretive structural modelling approach - A case study of KRI. *Procedia Manufacturing*, 38 (2019), 900–907. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.172>
- Mostafa, Sherif and Dumrak, Jantane. (2015). *Waste Elimination for Manufacturing Sustainability*. 2nd International Materials, Industrial, and Manufacturing Engineering Conference, MIMEC2015, 4-6 February 2015, Bali, Indonesia.

- Mughni, A. (2012). *Penaksiran Waste Pada Proses Produksi Sepatu Dengan Waste Relationship Matrix*. Jurusan Teknik Industri Universitas Trunojoyo Madura.
- Mundra, N., Mishra, R. P. (2020). Impediments to Lean Six Sigma and Agile Implementation: An Interpretive Structural Modeling. *Materials Today: Proceedings* 28 (2020) 2156-2160.
- Notoatmodjo, Soekidjo. (2012). *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System Beyond Large-Scale Production*. New York, NY: Productivity Press.
- Panudju, A. T., Panulisan, B. S., Fajriati, E. (2018). Analisis Penerapan Konsep Penyeimbangan Lini (Line Balancing) dengan Metode Ranked Position Weight (RPW) pada Sistem Produksi Penyamakan Kulit di PT. TONG HONG TANNERY INDONESIA Serang Banten. *Jurnal Integrasi Sistem Industri*, Volume 5, No 2. <https://dx.doi.org/10.24853/jisi.5.2.70-80>
- Rawabdeh, I. A. (2005). A Model for the Assessment of Waste in Job Shop Environments. *International Journal of Operations and Production Management*, 25(8), 800–822. <https://doi.org/10.1108/01443570510608619>
- Salonitis, K., Tsinopoulos, C. (2016). Drivers and Barriers of Lean Implementation in the Greek Manufacturing Sector. *Procedia CIRP* 57 (2016) 189-194.
- Satria, Tamzil & Yuliawati, Evi. (2018). Perancangan *Lean Manufacturing* dengan Menggunakan *Waste Assessment (WAM)* dan *VALSAT* untuk Meminimumkan *Waste* (Studi Kasus: PT. XYZ). *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, Vol. 7, No. 1. <http://dx.doi.org/10.26593/jrsi.v7i1.2828.55-63>
- Secchi, R. Camuffo, A. (2019). Lean Implementation Failures: The Role of Organizational Ambidexterity. *International Journal of Production Economics* 210 (2019) 145-154.
- Staudacher, A. P., Tantardini, M. (2007). *Lean Production Implementation: A Survey in Italy*. International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management. Madrid, September 5th-7th 2007.
- Sugiyono, 2013, *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono, 2017, *Metode Penelitian Kualitatif: Untuk penelitian yang bersifat: eksploratif, enterpretif, interaktif, dan konstruktif*. Bandung: Alfabeta
- Susanti, E. F. D. (2017). *Implementasi Lean Manufacturing dalam Meminimumkan Non-Value Added pada Proses Produksi Fine Flexible Packaging*. Tesis - PM: 147501. Departemen Manajemen Teknologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Tortorella, G. L., Miorando, R., Marodin, G. (2017). Lean Supply Chain Management: Empirical Research on Practices, Contexts, and Performance. *International Journal of Production Economics* 193, 98-112.
- Utama, D. M., Dewi, S. K. & Mawarti, V. I., 2016. Identifikasi *Waste* Pada Proses Produksi *Key Set Clarinet* Dengan Pendekatan *Lean Manufacturing*. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 15(1).
- Urban, W. (2015). Organizational Culture Assessment as a Means of Lean Management Maturity Diagnosis. *Journal of Management and Finance*, Vol. 13, No. 4, 131-139.

- V. Chowdary, Boppana and George, Damian. Improvement of Manufacturing Operations at a Pharmaceutical Company. *Journal of Manufacturing Technology Management* Vol. 23 No. 1, 2012 pp. 56-75.
- Womack, J., Jones, D.T. and Roos, D. 1990. *The Machine that Changed the World*. New York, NY: Rawson Associates.
- Womack, J.P., Jones, D.T., 1996. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Simon & Schuster.
- Womack, J. and Jones, D. 2003. *Lean Thinking*. London: Simon & Schuster.
- Yadav, G., Luthra, S., Huisingh, D., Mangla, S. K., Narkhede, B. E., Liu, Y. (2020). Development of A Lean Manufacturing Framework to Enhance its Adoption within Manufacturing Companies in Developing Economies. *Journal of Cleaner Production* 245, 118726.
- Zahraee, S. M., Toloioe, A., Abrishami, S. J., Shiwakoti, N., & Stasinopoulos, P. (2020). Lean manufacturing analysis of a Heater industry based on value stream mapping and computer simulation. *Procedia Manufacturing*, 51(2019), 1379–1386. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.192>



Lampiran 1 Kuesioner Pengukuran Keterkaitan Antar Waste

KUESIONER

PETUNJUK PENGISIAN KUESIONER:

1. Pilihlah jawaban a, b, atau c pada pertanyaan nomor 1 sampai 4.
2. Pilihlah jawaban a, b, c, d, e, f, atau g pada pertanyaan nomor 5.

No.	Pertanyaan	Bobot
1.	Apakah i mengakibatkan j? a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	4 2 0
2.	Apakah tipe keterkaitan antara i dan j? a. Jika i naik, maka j naik b. Jika i naik, maka j konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	4 2 0
3.	Dampak j dikarenakan oleh i? a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	4 2 0
4.	Eliminasi akibat i pada j dicapai melalui? a. Metode rekayasa b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	4 2 0
5.	Dampak j dikarenakan oleh i berpengaruh pada? a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	1 1 1 2 2 2 4

Keterangan:

i merupakan suatu jenis waste yang berdampak kepada jenis waste *j* lainnya.

i merupakan waste 1, *j* merupakan waste 2.

Lampiran 2 Rekapitan Jawaban dan Skor Keterkaitan Antar Waste

Pertanyaan	1		2		3		4		5		Total Skor
	Jwb	Bbt									
O_I	b.	2	a.	4	a.	4	b.	2	b.	1	13
O_D	b.	2	a.	4	b.	2	b.	2	f.	2	12
O_M	b.	2	b.	2	c.	0	c.	0	b.	1	5
O_T	a.	4	a.	4	a.	4	a.	4	c.	1	17
O_W	a.	4	a.	4	a.	4	a.	4	g.	4	20
I_O	a.	4	a.	4	a.	4	a.	4	b.	1	17
I_D	b.	2	c.	0	b.	2	a.	4	a.	1	9
I_M	c.	0	c.	0	c.	0	b.	2	c.	1	3
I_T	b.	2	a.	4	a.	4	b.	2	c.	1	13
D_O	c.	0	c.	0	c.	0	b.	2	b.	1	3
D_I	c.	0	a.	4	a.	4	a.	4	f.	2	14
D_M	b.	2	a.	4	a.	4	b.	2	c.	1	13
D_T	c.	0	b.	2	c.	0	b.	2	c.	1	5
D_W	a.	4	a.	4	a.	4	a.	4	c.	1	17
M_I	c.	0	b.	2	b.	2	c.	0	b.	1	5
M_D	b.	2	b.	2	b.	2	a.	4	e.	2	12
M_W	a.	4	b.	2	a.	4	a.	4	c.	1	15
M_P	b.	2	b.	2	c.	0	b.	2	c.	1	7
T_O	c.	0	b.	2	a.	4	b.	2	b.	1	9
T_I	c.	4	b.	2	c.	0	a.	4	e.	2	12
T_D	b.	2	c.	0	a.	4	a.	4	a.	1	11
T_M	a.	4	b.	2	a.	4	b.	2	c.	1	13
T_W	a.	4	a.	4	a.	4	a.	4	b.	1	17
P_O	c.	0	b.	2	c.	0	b.	2	c.	1	5
P_I	c.	0	b.	2	c.	0	a.	4	e.	2	8
P_D	b.	2	b.	2	c.	0	a.	4	e.	2	10
P_M	c.	0	b.	2	c.	0	b.	2	c.	1	5
P_W	b.	2	a.	4	a.	4	a.	4	c.	1	15
W_O	b.	2	a.	4	a.	4	a.	4	e.	2	16
W_I	a.	4	a.	4	a.	4	a.	4	g.	4	20
W_D	a.	4	a.	4	b.	2	a.	4	f.	2	16

Lampiran 3 Kuesioner *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ)

PETUNJUK PENGISIAN KUISIONER WAQ:

1. Silakan membaca dan memahami definisi dari setiap pemborosan (*waste*).
2. Kuisisioner assessment ini berisi 68 pertanyaan yang berbeda, tiap pertanyaan kuisisioner menggambarkan suatu aktivitas, suatu kondisi atau suatu sifat yang mungkin menimbulkan *waste* tertentu.
3. Pertanyaan dikategorikan ke dalam empat kelompok yaitu: *man*, *machine*, *material*, dan *method*.
4. Pengisian skor sesuai kondisi nyata yang terdapat pada area kerja Bapak/Ibu.
5. Setiap pertanyaan memiliki tiga pilihan jawaban dan masing-masing jawaban diberi bobot (1, 0,5, dan 0).
6. Skor untuk ketiga jenis pilihan jawaban kuisisioner dibagi menjadi 2 kategori, yaitu:
 - a. Kategori pertama, atau kategori A adalah jika jawaban “Ya” berarti diindikasikan adanya pemborosan. Skor jawaban untuk kategori A yaitu:
 - 1 jika “Ya”
 - 0,5 jika “Sedang”
 - 0 jika “Tidak”
 - b. Kategori kedua, atau kategori B adalah jika jawaban “Ya” berarti diindikasikan tidak ada pemborosan yang terjadi. Skor jawaban untuk kategori B yaitu:
 - 0 jika “Ya”
 - 0,5 jika “Sedang”
 - 1 jika “Tidak”
 - c. Jawablah semua pertanyaan secara objektif sesuai dengan keadaan sebenarnya.
 - d. Pengisian kolom penilaian dengan mencentang (\surd) pada kolom jawaban yang sesuai.

No.	Pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Kategori	Penilaian		
				1	0,5	0
Kategori I: Man						
1.	Apakah pihak manajemen sering melakukan pemindahan operator untuk semua pekerjaan (mesin) sehingga suatu jenis pekerjaan bisa dilakukan oleh semua operator?	<i>To Motion</i>	B	V		
2.	Apakah <i>supervisor</i> menetapkan standar untuk jumlah waktu dan kualitas produk yang ditargetkan dalam produksi?	<i>From Motion</i>	B			V
3.	Apakah perlindungan keselamatan kerja sudah dimanfaatkan di area kerja?	<i>From Process</i>	B		V	
4.	Apakah ada program <i>training</i> /pelatihan untuk karyawan baru?	<i>From Motion</i>	B		V	
5.	Apakah pekerja memiliki rasa tanggung jawab terhadap pekerjaannya?	<i>From Defect</i>	B	V		
6.	Apakah ada langkah positif dari manajemen perusahaan untuk meningkatkan semangat kerja serta motivasi dalam bekerja?	<i>From Motion</i>	B	V		
Kategori II: Material						
7.	Apakah sudah dialokasikan <i>lead time</i> dari vendor tersedia untuk mengatur jadwal produksi?	<i>To Waiting</i>	B			V
8.	Apakah sudah terdapat jadwal pengecekan untuk ketersediaan <i>raw material</i> sebelum memulai proses produksi?	<i>From Waiting</i>	B			V
9.	Apakah material diterima dalam satu muatan pengiriman?	<i>From Transportation</i>	B			V
10.	Apakah PPIC memberikan informasi yang cukup jelas kepada bagian gudang mengenai aktivitas penyimpanan material/barang datang?	<i>From Inventory</i>	B			V

No.	Pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Kategori	Penilaian		
				1	0,5	0
11.	Apakah bagian gudang sudah mendapatkan informasi yang cukup jelas mengenai perubahan <i>inventory</i> yang telah direncanakan sebelumnya?	<i>From Inventory</i>	B			V
12.	Apakah terdapat akumulasi penumpukan material berlebih yang menunggu diperbaiki, dikerjakan ulang, atau diretur kepada <i>supplier</i> ?	<i>From Defect</i>	A			V
Kategori II: Material						
13.	Apakah terdapat material yang tidak penting disekitar area tumpukan material?	<i>From Inventory</i>	A	V		
14.	Apakah tenaga kerja produksi berdiri di sekitar area produksi menunggu kedatangan material?	<i>From Waiting</i>	A	V		
15.	Apakah perpindahan material lebih sering dari yang dibutuhkan?	<i>To Defect</i>	A	V		
16.	Apakah material yang lunak sering rusak saat aktivitas transportasi?	<i>From Defect</i>	A	V		
17.	Apakah <i>work in process</i> (WIP) seringkali dikacaukan dengan <i>part</i> dan material yang digunakan atau dipindah untuk proses berikutnya?	<i>From Transportation</i>	A	V		
18.	Apakah material yang dibongkar muat secara mekanis harus ditangani secara manual?	<i>To Motion</i>	A	V		
19.	Apakah ada penggunaan kotak/ <i>box</i> sebelum pengemasan untuk mempermudah perhitungan kuantitas dan penanganan bahan (<i>material handling</i>)?	<i>From Waiting</i>	B			V
20.	Apakah material yang identik disimpan pada suatu lokasi untuk meminimasi waktu pencarian dalam penanganan persediaan?	<i>From Motion</i>	B			V
21.	Apakah tersedia wadah besar yang mudah dibawa untuk menghindari perulangan penanganan (<i>handling</i>) dengan wadah yang lebih kecil?	<i>From Transportation</i>	B	V		

No.	Pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Kategori	Penilaian		
				1	0,5	0
22.	Apakah material diuji untuk mengetahui kesesuaian terhadap spesifikasi ketika material diterima?	<i>From Defect</i>	B	V		
23.	Apakah terdapat penyimpanan barang yang masih dalam proses (<i>work in process</i>) untuk diproses kemudian?	<i>From Inventory</i>	A	V		
24.	Apakah dilakukan pemesanan <i>raw material</i> dan menyimpannya untuk persediaan, meskipun tidak dibutuhkan dengan segera?	<i>From Inventory</i>	A	V		
25.	Apakah ada kelonggaran dalam rute aliran barang <i>work in process</i> (WIP)?	<i>To Waiting</i>	B			V
Kategori II: Material						
26.	Apakah dilakukan proses <i>rework</i> (pengerjaan ulang) untuk desain produk yang tidak sesuai?	<i>From Defect</i>	A	V		
27.	Apakah <i>raw material</i> bisa tiba tepat waktu ketika dibutuhkan dengan segera?	<i>From Waiting</i>	B			V
28.	Apakah terdapat tumpukan produk jadi di gudang yang tidak memiliki customer yang dijadwalkan?	<i>From Over Production</i>	A			V
29.	Apakah <i>spare part/onderdil</i> yang dibutuhkan tersimpan dengan baik?	<i>To Motion</i>	B	V		
Kategori III: Machine						
30.	Apakah pengujian terhadap efisiensi mesin dan pengujian standar spesifikasi manufaktur sudah dilakukan secara periodik?	<i>From Process</i>	B	V		
31.	Apakah beban kerja untuk tiap mesin dapat diprediksi dengan jelas?	<i>To Waiting</i>	B	V		
32.	Apakah dilakukan pemeriksaan terhadap mesin yang telah dipasang dengan melihat kesesuaian kinerja dengan spesifikasinya?	<i>From Process</i>	B	V		

No.	Pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Kategori	Penilaian		
				1	0,5	0
33.	Apakah kapasitas peralatan penanganan bahan (<i>material handling</i>) cukup untuk mengangkat peralatan kerja yang mempunyai beban paling berat?	<i>From Transportation</i>	B			V
34.	Jika peralatan <i>material handling</i> digunakan, apakah jumlah material yang dibawa sudah cukup?	<i>To Motion</i>	B		V	
35.	Apakah terdapat kebijakan produksi untuk memproduksi produk yang berlebih dalam rangka mencapai pemanfaatan mesin yang terbaik?	<i>From Over Production</i>	A			V
36.	Apakah mesin sering berhenti karena gangguan mekanis?	<i>From Waiting</i>	A			V
37.	Apakah peralatan yang dibutuhkan sudah tersedia dan cukup untuk setiap proses?	<i>From Waiting</i>	B			V
Kategori III: Machine						
38.	Apakah peralatan penanganan bahan (<i>material handling</i>) membahayakan terhadap <i>part</i> atau <i>item</i> yang dibawa?	<i>To Defect</i>	A		V	
39.	Apakah pada proses produksi berlangsung waktu <i>setup</i> yang lama dan menyebabkan penundaan terhadap aliran proses?	<i>From Waiting</i>	A		V	
40.	Apakah terdapat perkakas yang tidak terpakai/rusak namun masih tersedia ditempat kerja?	<i>To Motion</i>	A		V	
41.	Apakah dilakukan pertimbangan untuk meminimasi frekuensi dari <i>setup</i> dengan penyesuaian penjadwalan dan desain?	<i>From Process</i>	B		V	
Kategori IV: Method						
42.	Apakah luas gudang tersedia untuk menghindari kemacetan dari jalur gudang?	<i>To Transportation</i>	B		V	

No.	Pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Kategori	Penilaian		
				1	0,5	0
43.	Apakah ada sistem penomoran pada pengambilan material yang baik sehingga memudahkan dalam pencarian dan penyimpanan material?	<i>From Motion</i>	B	V		
44.	Apakah ruang penyimpanan gudang digunakan secara efektif untuk penyimpanan?	<i>From Waiting</i>	B	V		
45.	Apakah gudang dibagi menjadi dua area, area aktif untuk <i>order</i> yang paling sering dan <i>stock</i> cadangan untuk <i>order</i> lainnya?	<i>To Motion</i>	B	V		
46.	Apakah waktu produksi disesuaikan dengan kebutuhan <i>customer</i> ?	<i>To Waiting</i>	B			V
47.	Apakah jadwal produksi dikomunikasikan antar departemen, sehingga isi jadwal dipahami secara luas?	<i>To Defect</i>	B			V
48.	Sudahkah standar produksi untuk memudahkan <i>loading</i> mesin dengan benar?	<i>From Motion</i>	B	V		
49.	Apakah sudah ada suatu sistem <i>quality control</i> di dalam perusahaan yang selalu diterapkan?	<i>From Defect</i>	B		V	
Kategori IV: Method						
50.	Apakah pekerjaan dan operasi memiliki waktu standar yang dibentuk sesuai metode ilmu teknik industri?	<i>From Motion</i>	B	V		
51.	Jika suatu penundaan (<i>delay</i>) ditemukan, apakah penundaan (<i>delay</i>) tersebut dikomunikasikan ke semua departemen?	<i>To Waiting</i>	B			V
52.	Apakah kebutuhan untuk <i>part</i> yang umum dijadwalkan sehingga tidak ada pengulangan <i>setup</i> yang tidak semestinya untuk produksi <i>item</i> yang sama?	<i>From Process</i>	B			V

No.	Pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Kategori	Penilaian		
				1	0,5	0
53.	Apakah ada suatu kemungkinan mengkombinasikan langkah-langkah tertentu untuk membentuk suatu langkah tunggal?	<i>From Process</i>	B			V
54.	Apakah ada prosedur untuk inspeksi produk yang diretur?	<i>To Defect</i>	B			V
55.	Apakah arsip <i>inventory</i> digunakan untuk tujuan lain seperti pembelian material dan menjadwalkan produksi?	<i>Form Inventory</i>	B	V		
56.	Apakah area kerja selalu dibersihkan dan dirapikan dengan baik?	<i>To Transportation</i>	B	V		
57.	Apakah area penyimpanan diberi tanda pada bagian-bagian tertentu?	<i>To Motion</i>	B	V		
58.	Apakah luas area kerja cukup untuk pergerakan bebas peralatan kerja?	<i>To Transportation</i>	B	V		
59.	Apakah area gudang digunakan untuk menyimpan material yang tidak seharusnya disimpan? (contoh: adanya material sisa/tidak terpakai yang disimpan di gudang)	<i>To Motion</i>	A	V		
60.	Apakah ada jadwal tetap untuk membersihkan area produksi?	<i>To Motion</i>	B	V		
61.	Apakah kebanyakan aliran produksi mengalir satu arah?	<i>From Motion</i>	B	V		
62.	Apakah ada suatu kelompok yang berhubungan dengan desain, komponen, konstruksi, <i>drafting</i> , dan bentuk lain dari standarisasi?	<i>From Motion</i>	B	V		
Kategori IV: Method						
63.	Apakah standar kerja mempunyai tujuan yang jelas dan spesifik? (seperti pengurangan biaya, penyederhanaan sistem kerja dan pengendalian sistem <i>inventory</i>)	<i>From Motion</i>	B	V		
64.	Apakah adanya ketidakseimbangan kerja dapat diprediksi sebelumnya?	<i>From Over Production</i>	B	V		

No.	Pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Kategori	Penilaian		
				1	0,5	0
65.	Apakah prosedur kerja yang sudah ada mampu menghilangkan pekerjaan yang tidak perlu atau berlebihan?	<i>From Process</i>	B	V		
66.	Apakah hasil <i>quality control</i> , uji produk, dan evaluasi dilakukan dengan ilmu keteknikan (terutama teknik industri)?	<i>From Defect</i>	B	V		



Lampiran 4 Tabel Bobot Awal Pertanyaan Kuesioner Berdasarkan WRM

No.	Jenis Pertanyaan	N_i	O	I	D	M	T	P	W
Man									
1.	To Motion	9	4	2	8	10	8	4	0
2.	From Motion	10	0	4	6	10	0	4	8
3.	From Process	7	4	4	6	4	0	10	0
4.	From Motion	10	0	4	6	10	0	4	8
5.	From Defect	7	2	8	10	8	4	0	10
6.	From Motion	10	0	4	6	10	0	4	8
Material									
7.	To Waiting	5	10	0	10	8	10	8	10
8.	From Waiting	8	8	10	8	0	0	0	10
9.	From Transportation	4	6	6	6	8	10	0	10
10.	From Inventory	6	10	10	6	2	8	0	0
11.	From Inventory	6	10	10	6	2	8	0	0
12.	From Defect	7	2	8	10	8	4	0	10
13.	From Inventory	6	10	10	6	2	8	0	0
14.	From Waiting	8	8	10	8	0	0	0	10
15.	To Defect	4	6	6	10	6	6	6	8
16.	From Defect	7	2	8	10	8	4	0	10
17.	From Transportation	4	6	6	6	8	10	0	10
18.	To Motion	9	4	2	8	10	8	4	0
19.	From Waiting	8	8	10	8	0	0	0	10
20.	From Motion	10	0	4	6	10	0	4	8
21.	From Transportation	4	6	6	6	8	10	0	10
22.	From Defect	7	2	8	10	8	4	0	10
23.	From Inventory	6	10	10	6	2	8	0	0
24.	From Inventory	6	10	10	6	2	8	0	0
25.	To Waiting	5	10	0	10	8	10	8	10
26.	From Defect	7	2	8	10	8	4	0	10
27.	From Waiting	8	8	10	8	0	0	0	10
28.	From Over Production	3	10	8	6	4	10	0	10
29.	To Motion	9	4	2	8	10	8	4	0
Machine									
30.	From Process	7	4	4	6	4	0	10	8
31.	To Waiting	5	10	0	10	8	10	8	10
32.	From Process	7	4	4	6	4	0	10	8
33.	From Transportation	4	6	6	6	8	10	0	10
34.	To Motion	9	4	2	8	10	8	4	0
35.	From Over Production	3	10	8	6	4	10	0	10
36.	From Waiting	8	8	10	8	0	0	0	10
37.	From Waiting	8	8	10	8	0	0	0	10
38.	To Defect	4	6	6	10	6	6	6	8
39.	From Waiting	8	8	10	8	0	0	0	10
Machine									
40.	To Motion	9	4	2	8	10	8	4	0
41.	From Process	7	4	4	6	4	0	10	8

No.	Jenis Pertanyaan	N_i	O	I	D	M	T	P	W
Method									
42.	To Transportation	3	10	8	4	0	10	0	0
43.	From Motion	10	0	4	6	10	0	4	8
44.	From Waiting	8	8	10	8	0	0	0	10
45.	To Motion	9	4	2	8	10	8	4	0
46.	To Waiting	5	10	0	10	8	10	8	10
47.	To Defect	4	6	6	10	6	6	6	8
48.	From Motion	10	0	4	6	10	0	4	8
49.	From Defect	7	2	8	10	8	4	0	10
50.	From Motion	10	0	4	6	10	0	4	8
51.	To Waiting	5	10	0	10	8	10	8	10
52.	From Process	7	4	4	6	4	0	10	8
53.	From Process	7	4	4	6	4	0	10	8
54.	To Defect	4	6	6	10	6	6	6	8
55.	From Inventory	6	10	10	6	2	8	0	0
56.	To Transportation	3	10	8	4	0	10	0	0
57.	To Motion	9	4	2	8	10	8	4	0
58.	To Transportation	3	10	8	4	0	10	0	0
59.	To Motion	9	4	2	8	10	8	4	0
60.	To Motion	9	4	2	8	10	8	4	0
61.	From Motion	10	0	4	6	10	0	4	8
62.	From Motion	10	0	4	6	10	0	4	8
63.	From Motion	10	0	4	6	10	0	4	8
64.	From Overproduction	3	10	8	6	4	10	0	10
65.	From Process	7	4	4	6	4	0	10	8
66.	From Defect	7	2	8	10	8	4	0	10

Lampiran 5 Tabel Bobot Pertanyaan dibagi N_i beserta Jumlah Skor (S_j) dan Frekuensi (F_j)

No.	Jenis Pertanyaan	N_i	Bobot untuk Setiap Jenis Waste ($W_{j,k}$)						
			$W_{o,k}$	$W_{i,k}$	$W_{d,k}$	$W_{m,k}$	$W_{t,k}$	$W_{p,k}$	$W_{w,k}$
Man									
1.	To Motion	9	0.444	0.222	0.889	1.111	0.889	0.444	0.000
2.	From Motion	10	0.000	0.400	0.600	1.000	0.000	0.400	0.800
3.	From Process	7	0.571	0.571	0.857	0.571	0.000	1.429	1.143
4.	From Motion	10	0.000	0.400	0.600	1.000	0.000	0.400	0.800
5.	From Defect	7	0.286	1.143	1.429	1.143	0.571	0.000	1.429
6.	From Motion	10	0.400	0.400	0.600	0.400	0.000	1.000	0.800
Material									
7.	To Waiting	5	2.000	0.000	2.000	1.600	2.000	1.600	2.000
8.	From Waiting	8	1.000	1.250	1.000	0.000	0.000	0.000	1.250
9.	From Transportation	4	1.500	1.500	1.500	2.000	2.500	0.000	2.500
10.	From Inventory	6	1.667	1.667	1.000	0.333	1.333	0.000	0.000
11.	From Inventory	6	1.667	1.667	1.000	0.333	1.333	0.000	0.000
12.	From Defect	7	0.286	1.143	1.429	1.143	0.571	0.000	1.429
13.	From Inventory	6	1.667	1.667	1.000	0.333	1.333	0.000	0.000
14.	From Waiting	8	1.000	1.250	1.000	0.000	0.000	0.000	1.250
15.	To Defect	4	1.500	1.500	2.500	1.500	1.500	1.500	2.000
16.	From Defect	7	0.286	1.143	1.429	1.143	0.571	0.000	1.429
17.	From Transportation	4	1.500	1.500	1.500	2.000	2.500	0.000	2.500
18.	To Motion	9	0.444	0.222	0.889	1.111	0.889	0.444	0.000
19.	From Waiting	8	1.000	1.250	1.000	0.000	0.000	0.000	1.250
20.	From Motion	10	0.000	0.400	0.600	1.000	0.000	0.400	0.800
21.	From Transportation	4	1.500	1.500	1.500	2.000	2.500	0.000	2.500
22.	From Defect	7	0.286	1.143	1.429	1.143	0.571	0.000	1.429
23.	From Inventory	6	1.667	1.667	1.000	0.333	1.333	0.000	0.000
24.	From Inventory	6	1.667	1.667	1.000	0.333	1.333	0.000	0.000
25.	To Waiting	5	2.000	0.000	2.000	1.600	2.000	1.600	2.000
26.	From Defect	7	0.286	1.143	1.429	1.143	0.571	0.000	1.429
27.	From Waiting	8	1.000	1.250	1.000	0.000	0.000	0.000	1.250
28.	From Over Production	3	3.333	2.667	2.000	1.333	3.333	0.000	3.333
29.	To Motion	9	0.444	0.222	0.889	1.111	0.889	0.444	0.000
Machine									
30.	From Process	7	0.571	0.571	0.857	0.571	0.000	1.429	1.143
31.	To Waiting	5	2.000	0.000	2.000	1.600	2.000	1.600	2.000
32.	From Process	7	0.571	0.571	0.857	0.571	0.000	1.429	1.143
33.	From Transportation	4	1.500	1.500	1.500	2.000	2.500	0.000	2.500
34.	To Motion	9	0.444	0.222	0.889	1.111	0.889	0.444	0.000
35.	From Over Production	3	3.333	2.667	2.000	1.333	3.333	0.000	3.333
No.	Jenis Pertanyaan	N_i	Bobot untuk Setiap Jenis Waste ($W_{j,k}$)						

			Wo,k	Wi,k	Wd,k	Wm,k	Wt,k	Wp,k	Ww,k
36.	<i>From Waiting</i>	8	1.000	1.250	1.000	0.000	0.000	0.000	1.250
37.	<i>From Waiting</i>	8	1.000	1.250	1.000	0.000	0.000	0.000	1.250
38.	<i>To Defect</i>	4	1.500	1.500	2.500	1.500	1.500	1.500	2.000
Machine									
39.	<i>From Waiting</i>	8	1.000	1.250	1.000	0.000	0.000	0.000	1.250
40.	<i>To Motion</i>	9	0.444	0.222	0.889	1.111	0.889	0.444	0.000
41.	<i>From Process</i>	7	0.571	0.571	0.857	0.571	0.000	1.429	1.143
Method									
42.	<i>To Transportation</i>	3	3.333	2.667	1.333	0.000	3.333	0.000	0.000
43.	<i>From Motion</i>	10	0.000	0.400	0.600	1.000	0.000	0.400	0.800
44.	<i>From Waiting</i>	8	1.000	1.250	1.000	0.000	0.000	0.000	1.250
45.	<i>To Motion</i>	9	0.444	0.222	0.889	1.111	0.889	0.444	0.000
46.	<i>To Waiting</i>	5	2.000	0.000	2.000	1.600	2.000	1.600	2.000
47.	<i>To Defect</i>	4	1.500	1.500	2.500	1.500	1.500	1.500	2.000
48.	<i>From Motion</i>	10	0.000	0.400	0.600	1.000	0.000	0.400	0.800
49.	<i>From Defect</i>	7	0.286	1.143	1.429	1.143	0.571	0.000	1.429
50.	<i>From Motion</i>	10	0.000	0.400	0.600	1.000	0.000	0.400	0.800
51.	<i>To Waiting</i>	5	2.000	0.000	2.000	1.600	2.000	1.600	2.000
52.	<i>From Process</i>	7	0.571	0.571	0.857	0.571	0.000	1.429	1.143
53.	<i>From Process</i>	7	0.571	0.571	0.857	0.571	0.000	1.429	1.143
54.	<i>To Defect</i>	4	1.500	1.500	2.500	1.500	1.500	1.500	2.000
55.	<i>From Inventory</i>	6	1.667	1.667	1.000	0.333	1.333	0.000	0.000
56.	<i>To Transportation</i>	3	3.333	2.667	1.333	0.000	3.333	0.000	0.000
57.	<i>To Motion</i>	9	0.444	0.222	0.889	1.111	0.889	0.444	0.000
58.	<i>To Transportation</i>	3	3.333	2.667	1.333	0.000	3.333	0.000	0.000
59.	<i>To Motion</i>	9	0.444	0.222	0.889	1.111	0.889	0.444	0.000
60.	<i>To Motion</i>	9	0.444	0.222	0.889	1.111	0.889	0.444	0.000
61.	<i>From Motion</i>	10	0.000	0.400	0.600	1.000	0.000	0.400	0.800
62.	<i>From Motion</i>	10	0.000	0.400	0.600	1.000	0.000	0.400	0.800
63.	<i>From Motion</i>	10	0.000	0.400	0.600	1.000	0.000	0.400	0.800
64.	<i>From Overproduction</i>	3	3.333	2.667	2.000	1.333	3.333	0.000	3.333
65.	<i>From Process</i>	7	0.571	0.571	0.857	0.571	0.000	1.429	1.143
66.	<i>From Defect</i>	7	0.286	1.143	1.429	1.143	0.571	0.000	1.429
Total Skor (S_j)			70	66	80	59	66	33	74
Frekuensi (F_j)			56	61	66	57	45	38	48

Lampiran 6 Rekapitan Jawaban Responden Kuesioner WAQ

No.	Jenis Pertanyaan	Kategori	Jawaban
Kategori I: Man			
1.	<i>To Motion</i>	B	1
2.	<i>From Motion</i>	B	0
3.	<i>From Process</i>	B	0.5
4.	<i>From Motion</i>	B	0.5
5.	<i>From Defect</i>	B	1
6.	<i>From Motion</i>	B	1
Kategori II: Material			
7.	<i>To Waiting</i>	B	0
8.	<i>From Waiting</i>	B	0
9.	<i>From Transportation</i>	B	0
10.	<i>From Inventory</i>	B	0
11.	<i>From Inventory</i>	B	0
12.	<i>From Defect</i>	A	0
13.	<i>From Inventory</i>	A	1
14.	<i>From Waiting</i>	A	1
15.	<i>To Defect</i>	A	1
16.	<i>From Defect</i>	A	1
17.	<i>From Transportation</i>	A	1
18.	<i>To Motion</i>	A	1
19.	<i>From Waiting</i>	B	0
20.	<i>From Motion</i>	B	0
21.	<i>From Transportation</i>	B	1
22.	<i>From Defect</i>	B	1
23.	<i>From Inventory</i>	A	1
24.	<i>From Inventory</i>	A	1
25.	<i>To Waiting</i>	B	0
26.	<i>From Defect</i>	A	1
27.	<i>From Waiting</i>	B	0
28.	<i>From Over Production</i>	A	0
29.	<i>To Motion</i>	B	1
Kategori III: Machine			
30.	<i>From Process</i>	B	1
31.	<i>To Waiting</i>	B	1
32.	<i>From Process</i>	B	1
33.	<i>From Transportation</i>	B	0
34.	<i>To Motion</i>	B	0.5
35.	<i>From Over Production</i>	A	0
36.	<i>From Waiting</i>	A	0
37.	<i>From Waiting</i>	B	0
38.	<i>To Defect</i>	A	1
39.	<i>From Waiting</i>	A	0.5
40.	<i>To Motion</i>	A	1
41.	<i>From Process</i>	B	1

No.	Jenis Pertanyaan	Kategori	Jawaban
Kategori IV: Method			
42.	<i>To Transportation</i>	B	1
43.	<i>From Motion</i>	B	1
44.	<i>From Waiting</i>	B	1
45.	<i>To Motion</i>	B	1
46.	<i>To Waiting</i>	B	0
47.	<i>To Defect</i>	B	0
48.	<i>From Motion</i>	B	1
49.	<i>From Defect</i>	B	0.5
50.	<i>From Motion</i>	B	1
51.	<i>To Waiting</i>	B	0
52.	<i>From Process</i>	B	0
53.	<i>From Process</i>	B	0
54.	<i>To Defect</i>	B	0
55.	<i>From Inventory</i>	B	1
56.	<i>To Transportation</i>	B	1
57.	<i>To Motion</i>	B	1
58.	<i>To Transportation</i>	B	1
59.	<i>To Motion</i>	A	1
60.	<i>To Motion</i>	B	1
61.	<i>From Motion</i>	B	1
62.	<i>From Motion</i>	B	1
63.	<i>From Motion</i>	B	1
64.	<i>From Overproduction</i>	B	1
65.	<i>From Process</i>	B	1
66.	<i>From Defect</i>	B	1

Lampiran 7 Tabel Penilaian Bobot dikali dengan Hasil Penilaian Kuesioner beserta Jumlah Skor (s_j) dan Frekuensi (f_j)

No.	Jenis Pertanyaan	Hasil Nilai	Bobot untuk Setiap Jenis Waste (W _{j,k})						
			Wo,k	Wi,k	Wd,k	Wm,k	Wt,k	Wp,k	Ww,k
Man									
1.	To Motion	1	0.444	0.222	0.889	1.111	0.889	0.444	0
2.	From Motion	0	0	0	0	0	0	0	0
3.	From Process	0.5	0.286	0.286	0.429	0.286	0	0.714	0.571
4.	From Motion	0.5	0	0.2	0.3	0.5	0	0.2	0.4
5.	From Defect	1	0.286	1.143	1.429	1.143	0.571	0	1.429
6.	From Motion	1	0	0.4	0.6	1	0	0.4	0.8
Material									
7.	To Waiting	0	0	0	0	0	0	0	0
8.	From Waiting	0	0	0	0	0	0	0	0
9.	From Transportation	0	0	0	0	0	0	0	0
10.	From Inventory	0	0	0	0	0	0	0	0
11.	From Inventory	0	0	0	0	0	0	0	0
12.	From Defect	0	0	0	0	0	0	0	0
13.	From Inventory	1	1.667	1.667	1	0.333	1.333	0	0
14.	From Waiting	1	1	1.25	1	0	0	0	1.25
15.	To Defect	1	1.5	1.5	2.5	1.5	1.5	1.5	2
16.	From Defect	1	0.286	1.143	1.429	1.143	0.571	0	1.429
17.	From Transportation	1	1.5	1.5	1.5	2	2.5	0	2.5
18.	To Motion	1	0.444	0.222	0.889	1.111	0.889	0.444	0
19.	From Waiting	0	0	0	0	0	0	0	0
20.	From Motion	0	0	0	0	0	0	0	0
21.	From Transportation	1	1.5	1.5	1.5	2	2.5	0	2.5
22.	From Defect	1	0.286	1.143	1.429	1.143	0.571	0	1.429
23.	From Inventory	1	1.667	1.667	1	0.333	1.333	0	0
24.	From Inventory	1	1.667	1.667	1	0.333	1.333	0	0
25.	To Waiting	0	0	0	0	0	0	0	0
26.	From Defect	1	0.286	1.143	1.429	1.143	0.571	0	1.429
27.	From Waiting	0	0	0	0	0	0	0	0
28.	From Over Production	0	0	0	0	0	0	0	0
29.	To Motion	1	0.444	0.222	0.889	1.111	0.889	0.444	0
Machine									
30.	From Process	1	0.571	0.571	0.857	0.571	0	1.429	1.143
31.	To Waiting	1	2	0	2	1.6	2	1.6	2
32.	From Process	1	0.571	0.571	0.857	0.571	0	1.429	1.143
33.	From Transportation	0	0	0	0	0	0	0	0
34.	To Motion	0.5	0.222	0.111	0.444	0.556	0.444	0.222	0
35.	From Over Production	0	0	0	0	0	0	0	0

36.	<i>From Waiting</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
37.	<i>From Waiting</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
38.	<i>To Defect</i>	1	1.5	1.5	2.5	1.5	1.5	1.5	2
39.	<i>From Waiting</i>	0.5	0.5	0.625	0.5	0	0	0	0.625
40.	<i>To Motion</i>	1	0.444	0.222	0.889	1.111	0.889	0.444	0
41.	<i>From Process</i>	1	0.571	0.571	0.857	0.571	0	1.429	1.143
Method									
42.	<i>To Transportation</i>	1	3.333	2.667	1.333	0.000	3.333	0	0
43.	<i>From Motion</i>	1	0	0.4	0.6	1	0	0.4	0.8
44.	<i>From Waiting</i>	1	1	1.25	1	0	0	0	1.25
45.	<i>To Motion</i>	1	0.444	0.222	0.889	1.111	0.889	0.444	0
46.	<i>To Waiting</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
47.	<i>To Defect</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
48.	<i>From Motion</i>	1	0	0.4	0.6	1	0	0.4	0.8
49.	<i>From Defect</i>	0.5	0.143	0.571	0.714	0.571	0.286	0	0.714
50.	<i>From Motion</i>	1	0	0.4	0.6	1	0	0.4	0.8
51.	<i>To Waiting</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
52.	<i>From Process</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
53.	<i>From Process</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
54.	<i>To Defect</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
55.	<i>From Inventory</i>	1	1.667	1.667	1	0.333	1.333	0	0
56.	<i>To Transportation</i>	1	3.333	2.667	1.333	0	3.333	0	0
57.	<i>To Motion</i>	1	0.444	0.222	0.889	1.111	0.889	0.444	0
58.	<i>To Transportation</i>	1	3.333	2.667	1.333	0	3.333	0	0
59.	<i>To Motion</i>	1	0.444	0.222	0.889	1.111	0.889	0.444	0
60.	<i>To Motion</i>	1	0.444	0.222	0.889	1.111	0.889	0.444	0
61.	<i>From Motion</i>	1	0	0.4	0.6	1	0	0.4	0.8
62.	<i>From Motion</i>	1	0	0.4	0.6	1	0	0.4	0.8
63.	<i>From Motion</i>	1	0	0.4	0.6	1	0	0.4	0.8
64.	<i>From Overproduction</i>	1	3.333	2.667	2	1.333	3.333	0	3.333
65.	<i>From Process</i>	1	0.571	0.571	0.857	0.571	0	1.429	1.143
66.	<i>From Defect</i>	1	0.286	1.143	1.429	1.143	0.571	0	1.429
Total Skor (s_j)			38.42	40.20	46.27	37.07	39.37	17.81	36.46
Frekuensi (f_j)			36	43	44	38	28	25	28

Lampiran 8 Kuesioner SSIM-VAXO

KUESIONER PENELITIAN

Kuesioner ini digunakan sebagai alat pengambilan data yang berkaitan dengan topik skripsi yang telah diajukan yaitu Analisis *Waste* Pada Proses Produksi Furnitur Rotan Teq Production dengan Menggunakan Pendekatan *Lean Manufacturing*. Pada kuesioner ini dibutuhkan umpan balik dari Teq Production untuk mengetahui hubungan antar faktor yang berpengaruh pada implementasi *lean manufacturing* di Teq Production. Oleh karena itu, disela-sela kesibukan Anda, saya memohon dengan hormat kesediaan Anda untuk mengisi kuesioner ini. Atas kesediaan dan kerjasama Anda dalam pengisian kuesioner ini, saya ucapkan terima kasih.

Bagian 1. Informasi Umum Responden

(Pada bagian ini Anda diminta untuk mengisi jawaban yang sesuai).

Nama :
 Jenis Kelamin :
 Usia :
 Riwayat Pendidikan :
 Jabatan :

Bagian 2. Kuesioner SSIM-VAXO

Pada tabel 1 di bawah ini menunjukkan daftar faktor yang berpengaruh terhadap implementasi *lean manufacturing* pada sistem produksi Teq Production.

Cara pengisian kuesioner:

Pada Tabel 2 terdapat baris dan kolom yang berisi 9 faktor pendorong dan 8 faktor penghambat yang berpengaruh terhadap implementasi *lean manufacturing* di Teq Production. Berikut merupakan simbol yang harus diisikan pada sel tabel:

Isikan **V** jika **baris** memengaruhi **kolom**, namun tidak sebaliknya.

Isikan **A** jika **kolom** memengaruhi **baris**, namun tidak sebaliknya.

Isikan **X** jika **baris** dan **kolom** saling memerangui.

Isikan **O** jika **baris** dan **kolom** tidak saling memengaruhi.

Tabel 1. Daftar faktor yang berpengaruh terhadap implementasi *lean manufacturing*

Elemen	Faktor Pendorong
F1	Meningkatkan pangsa pasar.
F2	Kebutuhan untuk bertahan dari permasalahan internal.
F3	Pengembangan indikator kinerja utama.
F4	Keinginan untuk menerapkan praktik yang lebih baik.
F5	Keberlangsungan perusahaan.
F6	Mendorong perusahaan untuk fokus kepada pelanggan.
F7	Perbaikan terus menerus.
F8	Lingkungan kerja yang kondusif.
F9	Permintaan pelanggan.

Elemen	Faktor Penghambat
F1	Perlu biaya yang tinggi.
F2	Komitmen yang kurang baik.
F3	Pengetahuan yang kurang akan <i>lean</i> .
F4	Kepercayaan yang kurang akan <i>lean</i> .
F5	Sumber daya yang terbatas.
F6	Kurangnya perencanaan.
F7	Kurangnya keahlian.
F8	Resistensi/penolakan terhadap perubahan.

Tabel 2. Matriks SSIM

Faktor Pendorong	Kolom								
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Baris F1									
Baris F2									
Baris F3									
Baris F4									
Baris F5									
Baris F6									
Baris F7									
Baris F8									
Baris F9									

Faktor Pendorong	Kolom							
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Baris F1								
Baris F2								
Baris F3								
Baris F4								
Baris F5								
Baris F6								
Baris F7								
Baris F8								