

SKRIPSI

IMPLEMENTASI *LEAN MANUFACTURING* DAN *DMAIC* DALAM MEMINIMASI *WASTE* PADA PROSES PRODUKSI PUPUK ORGANIK (Studi Kasus : UMKM Rumah Organik Salemba)

Disusun dan diajukan oleh:

**HASLIANA NABIH
D071191002**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

SKRIPSI

IMPLEMENTASI *LEAN MANUFACTURING* DAN *DMAIC* DALAM MEMINIMASI *WASTE* PADA PROSES PRODUKSI PUPUK ORGANIK (Studi Kasus : UMKM Rumah Organik Salemba)

Disusun dan diajukan oleh:

**HASLIANA NABIH
D071191002**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**IMPLEMENTASI *LEAN MANUFACTURING* DAN *DMAIC*
DALAM MEMINIMASI *WASTE* PADA PROSES
PRODUKSI PUPUK ORGANIK
(Studi Kasus : UMKM Rumah Organik Salemba)**

dan diajukan oleh

HASLIANA NABIH**D071191002**

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian
Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas
Hasanuddin

Pada tanggal 19 Oktober 2023

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT., IPM
NIP. 19681005 199603 1 002



Ir. A. Besse Riyani Indah, ST., MT., IPM
NIP. 19891201 201903 2 013

Ketua Program Studi, Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



Ir. M. Alif Amr, S.T., M.Sc., Ph.D, IPU
NIP. 19740621 200604 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hasliana Nabih
NIM : D071191002
Program Studi : Teknik Industri
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**Implementasi *Lean Manufacturing* Dan *Dmaic* Dalam Meminimasi *Waste* Pada Proses
Produksi Pupuk Organik
(Studi Kasus : UMKM Rumah Organik Salemba)**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua Informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 19 Oktober 2023

Yang Menyatakan Tanda Tangan,



Hasliana Nabih

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas berkat, rahmat dan limpahan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Implementasi *Lean Manufacturing* dan DMAIC dalam Meminimasi *Waste* pada Proses Produksi Pupuk Organik (Studi Kasus : UMKM Rumah Organik Salemba)”. Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada bagindan Nabi Muhammad SAW., Nabi yang telah membimbing umat dari zaman kegelapan menuju zaman terang benderang seperti saat ini.

Tugas akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini tidak akan berhasil dengan baik tanpa adanya bimbingan, sumbangan pemikiran dan motivasi dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini saya mengucapkan banyak terima kasih kepada:

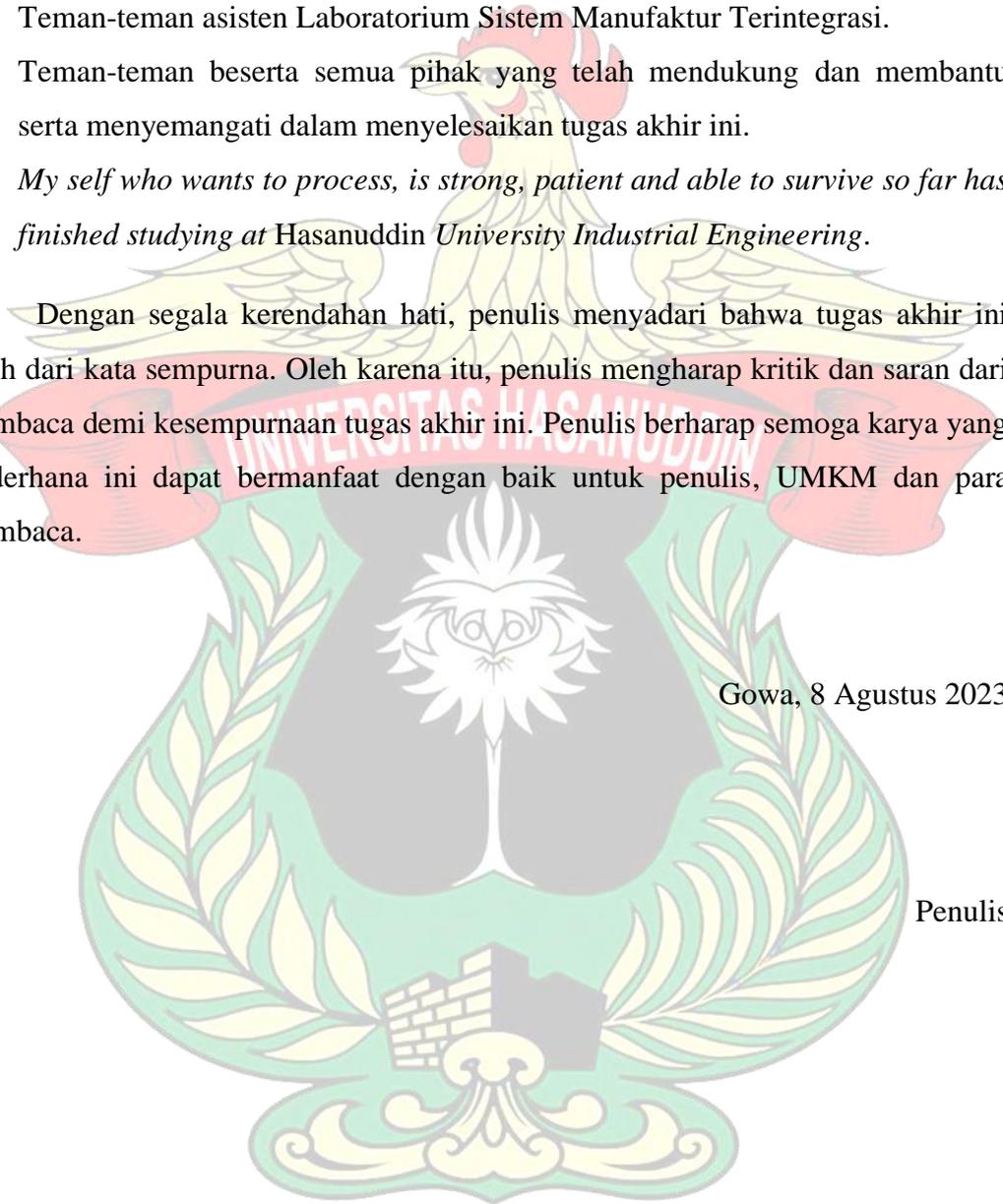
1. Allah SWT sebagai pemberi rahmat dan pengabul doa-doa penulis hingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis, Ayahanda Nabih dan Ibunda Saleha, dan keluarga penulis yang telah mendidik dan mengajarkan bagaimana menjadi manusia yang baik dengan kesabaran yang luar biasa.
3. Ibu Ir. Kifayah Amar, ST., M.Sc., Ph.D., IPU selaku Ketua Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Bapak Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT., IPM, selaku pembimbing I dan Ibu Ir. A. Besse Riyani Indah, ST., MT., IPM, selaku pembimbing II dalam menyusun tugas akhir ini, terima kasih banyak atas bimbingan dan bantuannya selama proses penyusunan skripsi ini dimulai dari awal hingga selesai.
5. Bapak Dr. Ir. Saiful, ST., MT., IPM, selaku penguji I dan Ibu Ir. Diniary Ikasari S., ST., MT., IPM, selaku penguji II dalam menyusun tugas akhir ini, terima kasih banyak atas bimbingan dan bantuannya selama proses penyusunan skripsi ini dimulai dari awal hingga selesai.
6. Bapak dan Ibu dosen serta staf Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

7. Seluruh pihak UMKM Rumah Organik Salemba yang telah membantu penulis dalam proses pengambilan data.
8. Teman-teman HEURIZTIC19 yang telah banyak membantu pada saat kuliah dan tetap bersama penulis ketika terdapat masalah yang tidak bisa diselesaikan sendiri.
9. Teman-teman asisten Laboratorium Sistem Manufaktur Terintegrasi.
10. Teman-teman beserta semua pihak yang telah mendukung dan membantu serta menyemangati dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
11. *My self who wants to process, is strong, patient and able to survive so far has finished studying at Hasanuddin University Industrial Engineering.*

Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharap kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan tugas akhir ini. Penulis berharap semoga karya yang sederhana ini dapat bermanfaat dengan baik untuk penulis, UMKM dan para pembaca.

Gowa, 8 Agustus 2023

Penulis



ABSTRAK

HASLIANA NABIH. Implementasi *Lean Manufacturing* dan *DMAIC* dalam Meminimasi *Waste* pada Proses Produksi Pupuk Organik (Studi Kasus : UMKM Rumah Organik Salemba) (dibimbing oleh Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT., IPM dan Ibu Ir. A. Besse Riyani Indah, ST., MT., IPM)

Rumah Organik Salemba merupakan UMKM yang bergerak dibidang produksi pupuk organik dan telah berdiri sejak 2017. Untuk mengoptimalkan sistem produksi dan mengurangi *waste* yang mempengaruhi produktivitas dan efisiensi usaha, perlu dilakukan identifikasi *waste* dan perbaikan sistem produksi menggunakan *waste assessment model* dan *process activity mapping*. Metode *waste assessment model* dapat mengidentifikasi *seven waste* sekaligus menggambarkan hubungan antara *waste*. Adapun pada metode *process activity mapping* dapat memetakan keseluruhan aktivitas secara detail berupa aliran fisik, informasi, waktu dan jarak yang digunakan pada tiap aktivitas baik sebelum maupun setelah perbaikan.

Hasil dari penelitian ini adalah minimasi *waste* berupa pengurangan *cycle time* dan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (NVA) pada proses produksi. Berdasarkan analisa awal menggunakan *waste assessment model*, didapatkan 3 *waste* kritis secara berturut-turut yaitu *defect* sebesar 37,12%, *motion* sebesar 26,83% dan *waiting* sebesar 20,74%. Sementara berdasarkan analisa *current process activity mapping*, terdapat 7 kegiatan yang tergolong VA, aktivitas NNVA sebanyak 9 kegiatan dan aktivitas NVA sebanyak 18 kegiatan dengan *cycle time* sebesar 886,85 menit. Oleh karena itu perlu dilakukan rekomendasi perbaikan dengan minimasi *waste* untuk mengurangi aktivitas NVA dan *cycle time* proses produksi. Adapun didapatkan pengurangan *cycle time* pada produksi pupuk organik jenis taikam dari 886,85 menit menjadi 453,12 menit dengan jumlah kegiatan yang berhasil dieliminasi sebanyak 16 aktivitas NVA.

Kata Kunci: *Waste, Waste Assessment Questionnaire, Process Activity Mapping, Non Value Added, Cycle Time*



ABSTRACT

HASLIANA NABIH. Implementasi *Lean Manufacturing* dan *DMAIC* dalam Meminimasi *Waste* pada Proses Produksi Pupuk Organik (Studi Kasus : UMKM Rumah Organik Salemba) (*supervised by* Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT., IPM and Ibu Ir. A. Besse Riyani Indah, ST., MT., IPM)

Rumah Organik Salemba is an *UMKM* which is active in organic fertilizers production and has stood since 2017. To optimize production systems and reduce the waste affecting productivity and the efficiency of businesses, it is necessary to identify waste and improve production systems using a waste assessment model and process activity mapping. The waste assessment model method can identify the seven wastes and describe the relation between the wastes. As for the process activity mapping method, it can map the entire activities in detail of the physical flow, information, time and distance used in each activity both before and after repairs.

The results of this research are minimizing waste of cycle time reduction and activities that do not provide added value (NVA) in the production process. Based on the initial analysis using the waste assessment model, 3 critical wastes were obtained successively, namely defects of 37.12%, motion of 26.83% and waiting of 20.74%. According to current process activity mapping analysis, there are 7 activities classified as VA, 9 activities for NNVA and 18 activities for NVA with a cycle time of 886.85 minutes. Therefore, it is necessary to make recommendations for improvements by minimizing waste to reduce NVA activity and cycle time of the production process. The cycle time was obtained for the production of taikam organic fertilizer from 886.85 minutes to 453.12 minutes with the number of activities that were successfully eliminated by as many as 16 NVA.

Keywords: Waste, Waste Assessment Questionnaire, Process Activity Mapping, Non Value Added, Cycle Time



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Konsep Dasar <i>Lean Manufacturing</i>	5
2.2 Konsep <i>Seven Waste</i>	6
2.3 <i>Time and Motion Study</i>	8
2.3.1 <i>Motions Study</i>	8
2.3.2 <i>Time study</i>	8
2.4 <i>Cycle Time dan Lead Time</i>	10
2.4.1 <i>Cycle time</i>	10
2.4.2 <i>Lead time</i>	11
2.5 Uji Statistik	11
2.5.1 Uji keseragaman data	11
2.5.2 Uji kecukupan data.....	13
2.6 Metodologi DMAIC	13
2.6.1 <i>Define</i>	14
2.6.2 <i>Measure</i>	21
2.6.3 <i>Analyze</i>	25
2.6.4 <i>Improve</i>	26
2.6.5 <i>Control</i>	28
2.7 Penelitian Terdahulu.....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	31
3.2 Data Penelitian.....	31
3.3 Prosedur Penelitian.....	31
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	32
3.5 Kerangka Pikir.....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Pengumpulan Data.....	37
4.1.1 Profil UMKM.....	37
4.1.2 Proses produksi	38
4.1.3 Jenis dan data <i>defect</i>	42
4.1.4 Kuesioner <i>waste assessment model</i>	44
4.1.5 Identifikasi aktivitas dan waktu proses produksi	46
4.2 Analisis Masalah.....	50

4.2.1 <i>Define</i>	50
4.2.2 <i>Measure</i>	57
4.2.3 <i>Analyze</i>	68
4.2.4 <i>Improve</i>	71
4.2.5 <i>Control</i>	74
4.3 Pembahasan	74
4.3.1 Analisis <i>waste</i>	74
4.3.2 Analisis <i>improvement</i>	78
BAB V PENUTUP	82
5.1 Kesimpulan.....	82
5.2 Saran	83
DAFTAR PUSTAKA.....	84
LAMPIRAN	86



DAFTAR TABEL

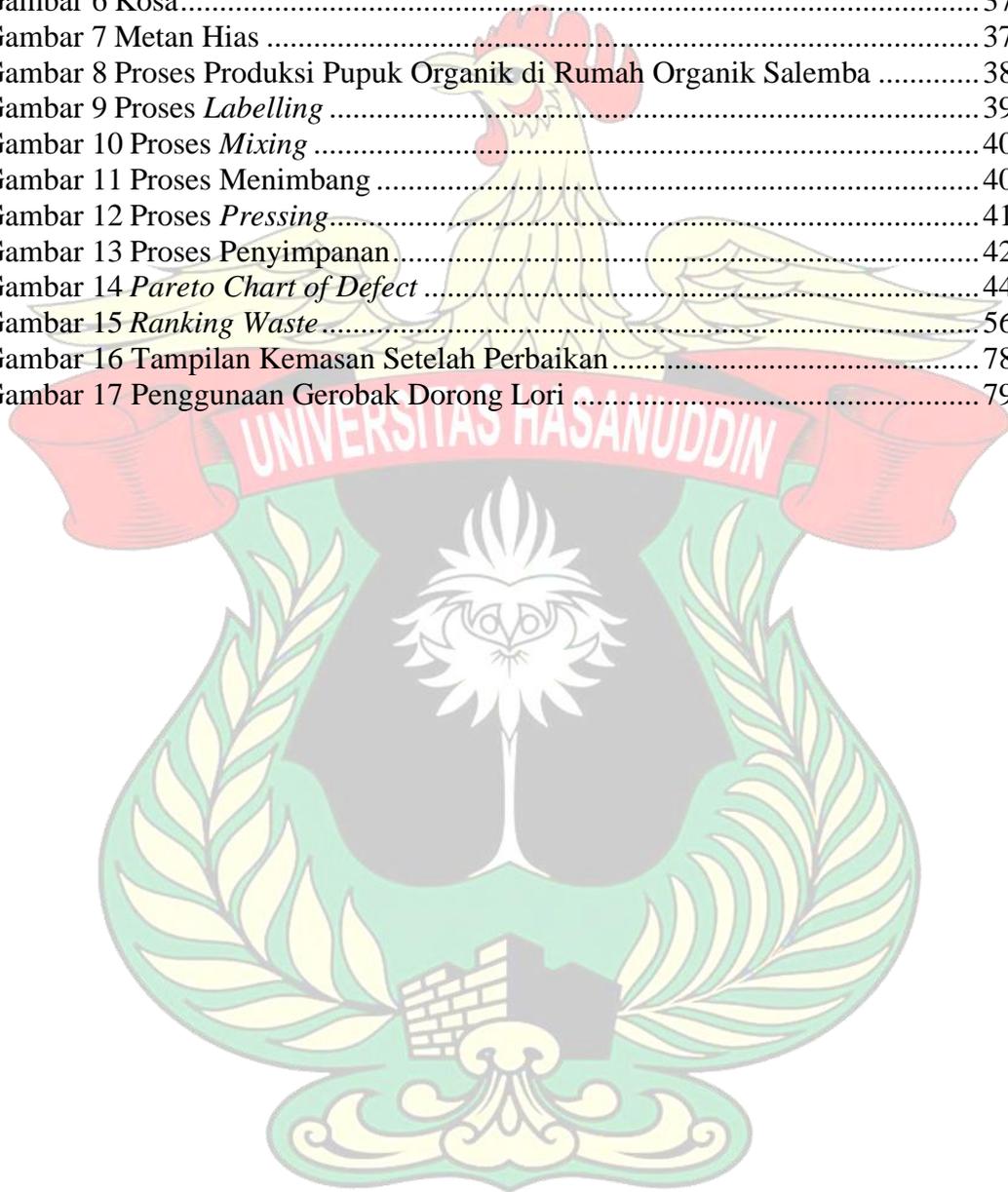
Tabel 1 Kriteria Pembobotan Keterkaitan Antar <i>Waste</i>	16
Tabel 2 Contoh Perhitungan Keterkaitan Antar <i>Waste</i>	17
Tabel 3 <i>Nilai Konversi Keterkaitan Antar Waste</i>	17
Tabel 4 Contoh <i>Waste Relationship Matrix</i>	18
Tabel 5 Contoh <i>Waste Matrix Value</i>	18
Tabel 6 <i>Template Process Activity Mapping</i>	22
Tabel 7 <i>Template</i> Rekapitulasi Jenis Aktivitas PAM	23
Tabel 8 <i>Template</i> Rekapitulasi Klasifikasi Aktivitas PAM	23
Tabel 9 <i>Value Stream Analysis Tools</i>	24
Tabel 10 Contoh 5 <i>Why Analysis</i>	26
Tabel 11 Penelitian Terdahulu	28
Tabel 12 Data Produksi dan Jumlah Kecacatan	43
Tabel 13 Biodata Responden	45
Tabel 14 Ringkasan Jawaban Kuesioner SWR	45
Tabel 15 Ringkasan Jawaban Kuesioner WAQ	46
Tabel 16 Ringkasan Data Aktivitas dan Waktu Proses Produksi Pupuk	47
Tabel 17 Uji Keseragaman Data	48
Tabel 18 Uji Kecukupan Data	50
Tabel 19 Keterkaitan Antar <i>Waste</i>	51
Tabel 20 <i>Waste Relationship Matrix</i>	52
Tabel 21 <i>Waste Value Matrix</i>	52
Tabel 22 Nilai Pj Faktor	53
Tabel 23 Pengelompokan Jenis Pertanyaan	53
Tabel 24 Bobot Awal Berdasarkan <i>Waste Relationship Matrix</i>	53
Tabel 25 Bobot Pertanyaan dibagi Ni	54
Tabel 26 Total Skor (Sj) dan Frekuensi (Fj)	54
Tabel 27 Perkalian Antara Bobot dengan hasil Penilaian Kuesioner WAQ	55
Tabel 28 Total Skor (sj) dan Frekuensi (fj)	55
Tabel 29 Nilai Indeks Awal (Yj)	56
Tabel 30 Hasil Perhitungan <i>Waste Assessment</i>	56
Tabel 31 Rekapitulasi VALSAT	57
Tabel 32 <i>Current Process Activity Mapping</i>	59
Tabel 33 Klasifikasi Aktivitas Berdasarkan PAM	67
Tabel 34 Klasifikasi Aktivitas Berdasarkan <i>Value</i>	67
Tabel 35 5 <i>Why Analysis</i> Proses Produksi Pupuk Organik Jenis Taikam	68
Tabel 36 Rekomendasi Perbaikan Berdasarkan Analisis 5 <i>Why</i>	71
Tabel 37 <i>Future Process Activity Mapping</i>	72
Tabel 38 Klasifikasi Aktivitas Berdasarkan <i>Future PAM</i>	73
Tabel 39 Klasifikasi Aktivitas Berdasarkan <i>Future Value</i>	74
Tabel 40 Perbandingan Sebelum dan Sesudah Perbaikan	74
Tabel 41 Hubungan antara <i>overproduction</i> dengan <i>unnecessary inventory</i>	89
Tabel 42 Hubungan antara <i>overproduction</i> dengan <i>defect</i>	90
Tabel 43 Hubungan antara <i>overproduction</i> dengan <i>waiting</i>	90
Tabel 44 Hubungan antara <i>unnecessary inventory</i> dengan <i>defect</i>	91
Tabel 45 Hubungan antara <i>unnecessary inventory</i> dengan <i>unnecessary motion</i> ..	92

Tabel 46 Hubungan antara <i>waste excessive transportation</i> dengan <i>unnecessary inventory</i>	92
Tabel 47 Hubungan antara <i>waiting</i> dengan <i>unnecessary inventory</i>	93
Tabel 48 Hubungan antara <i>unnecessary motion</i> dengan <i>unnecessary inventory</i> ..	94
Tabel 49 Hubungan antara <i>unnecessary motion</i> dengan <i>waiting</i>	95
Tabel 50 Hubungan antara <i>unnecessary motion</i> dengan <i>inappropriate process</i> ..	95
Tabel 51 Hubungan antara <i>unnecessary motion</i> dengan <i>defect</i>	96
Tabel 52 Hubungan antara <i>inappropriate process</i> dengan <i>waiting</i>	97
Tabel 53 Hubungan antara <i>inappropriate process</i> dengan <i>defect</i>	97
Tabel 54 Hubungan antara <i>defect</i> dengan <i>unnecessary inventory</i>	98
Tabel 55 Hubungan antara <i>defect</i> dengan <i>waiting</i>	99
Tabel 56 Hubungan antara <i>defect</i> dengan <i>unnecessary motion</i>	99



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 <i>Seven Waste Relationship</i>	15
Gambar 2 Model dasar Hubungan Antar <i>Waste</i>	15
Gambar 3 Diagram Alir Penelitian.....	33
Gambar 4 Kerangka Pikir.....	35
Gambar 5 Taikam.....	37
Gambar 6 Kosa.....	37
Gambar 7 Metan Hias	37
Gambar 8 Proses Produksi Pupuk Organik di Rumah Organik Salemba	38
Gambar 9 Proses <i>Labelling</i>	39
Gambar 10 Proses <i>Mixing</i>	40
Gambar 11 Proses Menimbang	40
Gambar 12 Proses <i>Pressing</i>	41
Gambar 13 Proses Penyimpanan.....	42
Gambar 14 <i>Pareto Chart of Defect</i>	44
Gambar 15 <i>Ranking Waste</i>	56
Gambar 16 Tampilan Kemasan Setelah Perbaikan.....	78
Gambar 17 Penggunaan Gerobak Dorong Lori	79



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Penjelasan Keterkaitan Antar <i>Waste</i>	86
Lampiran 2 Jawaban Kuesioner <i>Seven Waste Relationship</i>	89
Lampiran 3 Rekap Jawaban dan Skor Keterkaitan Antar <i>Waste</i>	101
Lampiran 4 Bobot Awal Pertanyaan Kuesioner Berdasarkan WRM.....	102
Lampiran 5 Bobot Pertanyaan dibagi Ni dan Jumlah Skor (Sj) & (Fj).....	104
Lampiran 6 Kuesioner <i>Waste Assessment Questionnaire</i>	106
Lampiran 7 Jawaban Kuesioner <i>Waste Assessment Questionnaire</i> (WAQ).....	112
Lampiran 8 Rekap Jawaban Responden Untuk Kuesioner WAQ.....	122
Lampiran 9 Penilaian Bobot dengan Penilaian Kuesioner dan Jumlah Skor (sj) & Frekuensi (fj).....	124
Lampiran 10 Data Aktivitas dan Waktu proses Produksi Pupuk Organik Jenis Taikam.....	126



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya keberadaan UMKM di dunia industri dan tuntutan dalam perkembangan bisnis pada saat ini telah menimbulkan peningkatan persaingan antar pelaku usaha yang membuat para pelaku tersebut bersaing meningkatkan produktivitasnya. Untuk dapat mempertahankan usaha yang dikelolanya dan terus meningkatkan keuntungan, perlu adanya perencanaan dan koordinasi agar usaha tersebut memiliki arah, terukur dan terencana dengan baik. Banyak hal yang dapat mempengaruhi hasil keuntungan suatu usaha, salah satunya adalah terdapatnya *waste* atau pemborosan dalam proses pengadaan produk. Aktivitas yang tidak mempunyai nilai tambah (*added value*) diidentifikasi sebagai pemborosan dan harus terus dikurangi atau bahkan dihilangkan. Untuk mengurangi *waste* itu sendiri digunakanlah metode *lean manufacturing*.

Lean manufacturing yaitu suatu upaya perbaikan yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan *waste* melalui perbaikan terus menerus dengan mengetahui faktor-faktor penyebab *waste*. *Lean manufacturing* berfokus pada perubahan dalam perusahaan yang bertujuan meningkatkan perusahaan dengan menghasilkan produk berkualitas dengan mengurangi cacat produk, menghemat biaya, mengurangi *lead time* serta meningkatkan *output* dengan menghilangkan pemborosan yang terjadi pada perusahaan. Dalam konsep *lean*, *Waste Assessment Model* dan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) dapat menganalisis *waste* yang terjadi dengan melakukan pembobotan pada kuesioner dan *detailed mapping tools* sehingga menjadi acuan dalam perbaikan. Selain itu, dalam melakukan *continues improvement*, *Define-Measure-Analyze-Improve-Control* (DMAIC) dapat membantu perusahaan dalam mengatasi permasalahan secara lebih terstruktur dan sistematis.

Penggabungan metode *Waste Assessment Model* dan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) pernah dilakukan oleh beberapa peneliti antara lain Evi Febianti, Yusraini Muharni, Rizkiya Hilya Agusti dan Kulsum (2021) pada penelitiannya yang berjudul “Penerapan *lean manufacturing* untuk mereduksi *waste* pada produksi *spare part screw spindle set*” serta penelitian yang dilakukan

oleh Tamzil Satrial dan Evi Yuliawati (2018) dengan judul penelitiannya “Perancangan *Lean Manufacturing* dengan Menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM) dan VALSAT untuk Meminimumkan *Waste* (Studi Kasus: PT. XYZ)”. Kedua metode tersebut diintegrasikan dengan melakukan analisis *waste* kritis pada *Waste Assessment Model* kemudian hasilnya digunakan untuk memilih *mapping tools* VALSAT. Penggabungan teknik seperti ini dapat bermanfaat dalam analisis dan eliminasi *waste* di perusahaan maupun UMKM.

Sebagai salah satu pelaku UMKM, Rumah Organik Salemba bergerak dibidang produksi pupuk organik. UMKM ini telah berdiri sejak 2017. Ada 3 jenis pupuk organik yang diproduksi, yaitu kotoran kambing (Taikam), kotoran sapi (Kosa) dan media tanam (Metan Hias). Dalam memenuhi kebutuhan akan bahan bakunya, Rumah Organik Salemba bekerja sama dengan salah satu *supplier* penghasil kotoran hewan yaitu sapi dan kambing serta sekam bakar. Adapun sistem produksi yang digunakan adalah sistem produksi *make to order* yang berarti Rumah Organik Salemba akan melakukan proses produksi ketika telah ada orderan dari *customer*. Rumah Organik Salemba memasarkan produknya melalui salah satu agen penyedia segala kebutuhan berkebun dan pertanian di Makassar serta dari berbagai pihak yang telah memesan sebelumnya. Adapun objek yang diteliti pada penelitian kali ini adalah pupuk taikam. Alasan pemilihan objek tersebut dikarenakan taikam memiliki tingkat permintaan tertinggi selama 3 bulan terakhir.

Hingga saat ini, telah banyak yang beralih menggunakan pupuk organik. Berdasarkan data Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia (APPI), sepanjang 2018 terjadi kenaikan konsumsi pada pupuk organik. Hal ini dipicu dengan seiring meningkatnya permintaan dari perkebunan lahan sempit atau di pekarangan rumah terutama tanaman hias. Walaupun penggunaan pupuk organik masih memiliki perbandingan yang jauh lebih rendah dengan konsumsi pupuk anorganik, namun hal ini patut diapresiasi karena ada peningkatan konsumsi tiap tahunnya. Adapun pada proses produksi pupuk yang dilakukan oleh Rumah Organik Salemba, masih menggunakan cara yang konvensional dan ditemukan sejumlah ketidakefisienan dalam proses produksi, baik itu akibat proses yang kurang efektif, waktu untuk memproses pupuk yang terlalu lama dan kecacatan produk. Berdasarkan data

observasi pada bulan Mei – Juli tahun 2023, ditemukan sebanyak 199 produk yang cacat dan harus di *re-proses* sehingga menambah *cycle time* proses produksi. Tidak menutup kemungkinan pula masih terdapat permasalahan lain yang terjadi yang disebabkan oleh *waste*.

Berdasarkan penjelasan tersebut dapat diketahui bahwa Rumah Organik Salemba belum menerapkan sistem produksi yang optimal sehingga dalam hal ini UMKM perlu untuk menerapkan sistem dan metode dalam meminimasi *waste*. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian menggunakan metode *lean manufacturing* yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan performansi dari sistem dan proses produksi serta meminimasi *waste*. Metode *lean manufacturing* yang dapat digunakan ialah metode *Waste Assessment Model* yang dihubungkan dengan metode *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) untuk mengidentifikasi *waste* dan merancang alur proses yang efektif dan efisien. Adapun metode *Define-Measure-Analyze-Improve-Control* (DMAIC) dapat menentukan akar dari masalah yang sebenarnya, sehingga solusi dari suatu permasalahan tepat dalam penanggulangannya. Berdasarkan penjelasan di atas maka penulis melakukan penelitian dengan judul “**Implementasi *Lean Manufacturing* dan DMAIC dalam Meminimasi *Waste* pada Proses Produksi Pupuk Organik (Studi Kasus : UMKM Rumah Organik Salemba)**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana menentukan *waste* kritis dengan menggunakan metode *Waste Assessment Model*?
- 2) Bagaimana mengidentifikasi aktivitas yang tergolong VA, NVA dan NNVA menggunakan metode VALSAT terbaik?
- 3) Bagaimana meminimasi dan membandingkan *cycle time* sebelum dan sesudah perbaikan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut:

- 1) Menentukan *waste* kritis dengan menggunakan metode *Waste Assessment Model*?
- 2) Mengidentifikasi aktivitas yang tergolong VA, NVA dan NNVA menggunakan metode VALSAT terbaik?
- 3) Meminimasi dan membandingkan *cycle time* sebelum dan sesudah perbaikan

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- 1) Bagi mahasiswa

Memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Universitas Hasanuddin Fakultas Teknik Departemen Teknik Industri. Diharapkan penelitian ini dapat menambah ilmu pengetahuan wawasan, dan kemampuan analisa dari peneliti dalam mengidentifikasi *waste* khususnya dengan pendekatan *lean* dan menjadikan penelitian ini sebagai wadah dalam menuangkan ilmu pengetahuan yang telah diperoleh selama berkuliah.

- 2) Bagi UMKM

Diharapkan penelitian ini dapat dijadikan sebagai usulan atau bahan evaluasi bagi pihak UMKM dalam mengambil keputusan terhadap pengelolaan proses produksi yang optimal.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Proses yang diteliti adalah proses produksi pupuk organik berjenis taikam termasuk proses *packaging* sampai produk disimpan di dalam gudang
- 2) Jenis *waste* yang diteliti sebanyak tujuh tipe *waste* yaitu *inappropriate process*, *excessive transportation*, *waiting*, *defect*, *unnecessary motion*, *overproduction* dan *unnecessary inventory*
- 3) Penelitian ini tidak melibatkan variabel biaya dalam usulan perbaikan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Dasar *Lean Manufacturing*

Menurut Wee (dalam Firdaus, 2018), secara terminologi *lean* berarti rangkaian aktivitas atau solusi untuk mengeliminasi *waste*, mereduksi operasi *non-value added* (NVA) dan meningkatkan operasi *value added* (VA). Sedangkan menurut Gaspersz, *lean* dapat didefinisikan sebagai suatu pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*), atau aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value added*) melalui peningkatan terus menerus (*continues improvement*) dengan cara mengalirkan produk (material, *work in process*, *output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan. Menurut Liker (dalam Altamish, 2019), *lean manufacturing* merupakan metode optimal untuk memproduksi barang melalui peniadaan *waste* (pemborosan) dan penerapan *flow* (aliran), sebagai ganti *batch* dan antrian. *Lean manufacturing* adalah filosofi manajemen proses yang berasal dari *Toyota Production System* (TPS), yang terkenal karena menitikberatkan pada peniadaan *seven waste* dengan tujuan peningkatan kepuasan konsumen secara keseluruhan. Fokus *lean manufacturing* adalah pada peniadaan atau pengurangan pemborosan dan juga peningkatan atau pemanfaatan secara total aktivitas yang akan meningkatkan nilai ditinjau dari sudut pandang konsumen. Menurut Lestari & Dony (2019), terdapat 5 prinsip dasar *lean* yaitu :

- a. Mengidentifikasi nilai dari suatu produk yang didasarkan dari sudut konsumen, yaitu produk terbaik dengan harga yang bersaing dan *servis* yang tepat waktu.
- b. Mengidentifikasi dan memetakan sistem nilai tersebut (*value stream mapping*) untuk setiap produk.
- c. Mengurangi kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah dari seluruh kegiatan selama proses demi memperlancar arus.
- d. Mengorganisasikan pesanan material, informasi, dan produk dalam suatu alur yang baik dan efisien selama proses menggunakan *pull system*.
- e. Memberikan variasi investigasi yang berkelanjutan dalam teknik dan alat demi menghasilkan perbaikan yang terbaik dan terus-menerus (*pursue the customer*).

Dalam *lean manufacturing*, suatu produk akan memiliki nilai jika mampu mendefinisikan keinginan *customer*. Berikut penjelasan kelompok aktivitas dalam perusahaan menurut Hilnes & Rich (dalam Lestari & Dony, 2019):

- a. *Value adding activity*, yaitu aktivitas yang menurut *customer* mampu memberikan nilai tambah pada suatu produk/jasa sehingga *customer* rela membayar untuk aktivitas tersebut. Contohnya memperbaiki mobil yang rusak pada jalan tol.
- b. *Non value adding activity*, yaitu merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada suatu produk atau jasa di mata *customer*. Aktivitas ini merupakan *waste* yang harus segera dihilangkan dalam suatu sistem produksi. Contohnya melakukan pemindahan material dari suatu rak ke rak lainnya sehingga akan membuat operator bergerak mengelilingi lini produksi.
- c. *Necessary non value adding activity* adalah aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada produk atau jasa di mata *customer*, tetapi dibutuhkan pada prosedur atau sistem operasi yang ada. Aktivitas ini tidak dapat dihilangkan dalam jangka pendek tetapi dapat dibuat lebih efisien. Untuk menghilangkan aktivitas ini dibutuhkan perubahan yang cukup besar pada sistem operasi yang memerlukan jangka waktu yang cukup lama. Contohnya, melakukan aktivitas inspeksi pada setiap produk di setiap mesin dikarenakan produksi menggunakan mesin yang sudah tua. Sedangkan *necessary non value adding activity* kemungkinan dapat menjadi pemborosan, akan tetapi dilihat dari prosedur operasinya terlebih dahulu. Contoh : memindahkan *tool* dari tangan satu ke tangan yang lain.

2.2 Konsep Seven Waste

Menurut Kusnadi (dalam Dzulkifli & Dira, 2021), *waste* atau sering disebut dengan muda dalam bahasa Jepang merupakan sebuah kegiatan yang menyerap atau memboroskan sumber daya seperti pengeluaran biaya ataupun waktu tambahan tetapi tidak menambahkan nilai apapun dalam kegiatan tersebut. Prinsip utama dari pendekatan *lean* adalah pengurangan atau peniadaan pemborosan (*waste*). Dalam upaya menghilangkan *waste*, maka sangatlah penting untuk

mengetahui apakah *waste* itu dan dimana ia berada. Ada 7 macam *waste* yang didefinisikan menurut Hines & Taylor (dalam Firdaus, 2018) yaitu :

a. *Overproduction*

Merupakan *waste* yang berupa produksi yang terlalu banyak, lebih awal, dan terlalu cepat diproduksi yang mengakibatkan inventori yang berlebih dan terganggunya aliran informasi dan fisik.

b. *Defect*

Merupakan *waste* yang dapat berupa kesalahan yang terjadi saat proses pengerjaan, permasalahan pada kualitas produk yang dihasilkan, dan performansi pengiriman yang buruk.

c. *Unnecessary inventory*

Merupakan *waste* yang berupa penyimpanan barang yang berlebih yang sebenarnya tidak perlu terjadi, serta *delay* informasi produk atau material yang mengakibatkan peningkatan biaya dan penurunan kualitas pelayanan terhadap *customer*.

d. *Inappropriate processing*

Merupakan *waste* yang disebabkan oleh proses produksi yang tidak tepat karena prosedur yang salah, penggunaan peralatan atau mesin yang tidak sesuai dengan kapasitas dan kemampuan dalam suatu operasi kerja.

e. *Excessive transportation*

Merupakan *waste* yang berupa pemborosan waktu, usaha dan biaya karena karena pergerakan yang berlebihan dari orang, informasi atau produk atau material. *Waste* ini bisa disebabkan karena *layout* lantai produksi yang kurang baik, kurang memahami aliran proses produksi.

f. *Waiting*

Merupakan *waste* yang berupa penggunaan waktu yang tidak efisien. Dapat berupa ketidakaktifan dari pekerja, informasi, material atau produk dalam periode waktu yang cukup panjang sehingga menyebabkan aliran yang terganggu dan memperpanjang *lead time* produksi.

g. *Unnecessary motion*

Merupakan *waste* yang berupa penggunaan waktu yang tidak memberikan nilai tambah untuk produk maupun proses. *Waste* jenis ini biasanya terjadi pada

aktivitas tenaga kerja di pabrik, terjadi karena kondisi lingkungan kerja dan peralatan yang tidak ergonomis sehingga dapat menyebabkan rendahnya produktivitas pekerja dan berakibat pada terganggunya *lead time* produksi serta aliran informasi.

2.3 Time and Motion Study

Menurut Wignjosoebroto (dalam Aftikaningsih, 2021) menjelaskan bahwa *time and motion study* merupakan sebuah pembelajaran secara sistematis dalam sebuah sistem kerja untuk mengembangkan sistem dan metode yang lebih baik, dengan cara memperbaiki standar sistem, menentukan standar waktu, dan melatih operator. Menurut Marvin (dalam Aftikaningsih, 2021), istilah *time and motion study* dapat diartikan menjadi dua hal sebagai berikut:

2.3.1 MotionsStudy

Dalam *motion study* terdiri dari deskripsi, analisis sistematis dan pengembangan metode kerja untuk menentukan bahan baku, desain *output*, proses, alat kerja, tempat kerja, dan perlengkapan untuk setiap langkah dalam suatu proses, secara umum *motion study* merupakan aktivitas yang dilakukan operator untuk menyelesaikan pekerjaannya. Tujuan utama metode *motion study* yaitu untuk membantu menentukan atau mendesain metode kerja yang sesuai dengan penyelesaian masalah pada sebuah aktivitas.

2.3.2 Time study

Aspek utama dalam *time study* yaitu prosedur dalam menentukan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan atau pekerjaan sesuai dengan standar pengukuran waktu yang telah ditetapkan, untuk aktivitas/pekerjaan yang melibatkan manusia, mesin, atau kombinasi aktivitas.

Menurut Aftikaningsih (2021), Terdapat dua macam metode untuk pengukuran *time and motion study*, diantaranya:

a. Pengukuran waktu secara langsung

Pengukuran waktu secara langsung yaitu cara pengukuran dilakukan secara langsung dengan mengamati setiap aktivitas pekerjaan yang dilakukan oleh

operator, kemudian mencatat waktu yang diperlukan oleh operator untuk menyelesaikan pekerjaannya dengan membagi terlebih dahulu operasi kerja menjadi elemen-elemen yang lebih rinci dengan syarat masih bisa diamati dan diukur. Cara pengukuran ini dapat dilakukan menggunakan metode jam henti (*stopwatch time study*) dan *sampling* kerja (*work sampling*).

b. Pengukuran waktu secara tidak langsung

Cara pengukuran ini dilakukan dengan menghitung waktu kerja dimana pengamat tidak berada di tempat pekerjaan yang akan diukur, data yang diperoleh dari pengukuran secara tidak langsung yaitu dengan menggunakan data waktu baku (*standard data*) dan data waktu gerakan (*predetermined time system*).

Menurut Barnes & Raphl (dalam Aftikaningsih, 2021), untuk memperoleh hasil yang optimal, maka dalam pengukuran *time and motion study* ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan yaitu kondisi kerja, cara pengukuran, dan jumlah siklus kerja yang diukur.

a. Persiapan awal uji *time and motion study*

Persiapan awal uji *time and motion study* memiliki tujuan untuk mengetahui kondisi awal dan menentukan metode kerja untuk perbaikan dan pembakukannya. Pembakuan kondisi dan metode kerja ini dikenal dengan istilah studi gerakan (*motion study*). Selain itu juga diperlukan pemilihan operator kerja yang melakukan pekerjaan yang akan diukur. Kriteria pemilihan operator yaitu yang memiliki *skill* normal, sehingga setelah didapatkan waktu baku dapat diikuti oleh rata-rata operator lain. Peralatan utama yang digunakan dalam uji *time and motion study* yaitu jam henti (*stopwatch*), dan lembar pengamatan yang berfungsi untuk mencatat segala informasi yang berkaitan dengan operasi kerja yang diukur.

b. Elemental *breakdown* (pembagian operasi menjadi elemen-elemen kerja)

Sebelum melakukan uji *time and motion study*, maka perlu terlebih dahulu membagi operasi menjadi elemen-elemen kerja yang lebih terperinci. Oleh karena itu, ada aturan yang perlu diketahui diantaranya:

1) Deskripsi untuk elemen-elemen kerja dibuat secara detail dan jelas

- 2) *Handling time* seperti *loading* dan *unloading* harus dipisahkan dengan *machining time*
 - 3) Elemen-elemen kerja yang konstan dan elemen kerja yang variabel harus dipisahkan
- c. Pengamatan dan pengukuran

Pada saat melakukan pengamatan dan pengukuran terdapat beberapa metode yang digunakan untuk mengukur elemen-elemen kerja dengan menggunakan *stopwatch* yaitu pengukuran waktu secara terus-menerus (*continuous timing*), pengukuran waktu secara berulang-ulang (*repetitive timing* atau metode *snapback*), dan pengukuran waktu secara penjumlahan (*accumulative timing*). Pengukuran waktu secara *continuous timing* yaitu pengamat menekan tombol *stopwatch* pada saat aktivitas pekerjaan pertama dimulai, dan membiarkan waktu berjalan terus-menerus sampai periode atau siklus kerja selesai. Kemudian untuk pengukuran waktu secara berulang-ulang (*repetitive timing* atau metode *snapback*) yaitu jarum penunjuk *stopwatch* akan selalu dikembalikan pada posisi nol di setiap akhir aktivitas kerja diukur. Dan yang terakhir yaitu pengukuran secara akumulatif menggunakan dua atau lebih *stopwatch* yang akan bekerja secara bergantian, hal ini akan mempermudah pembacaan dan lebih teliti.

2.4 Cycle Time dan Lead Time

Menurut Aftikaningsih (2021), dalam sebuah proses produksi terdapat beberapa waktu yang digunakan untuk mendefinisikan sebuah aliran proses, waktu ini akan dijadikan sebagai acuan untuk menganalisis suatu aliran proses produksi, adapun waktu yang digunakan yaitu *cycle time* dan *lead time*

2.4.1 Cycle time

Menurut Sतालaksana (dalam Aftikaningsih, 2021), *cycle time* atau waktu siklus merupakan waktu yang dibutuhkan untuk penyelesaian proses baik menggunakan mesin maupun proses pengerjaan secara manual. Secara umum dapat diartikan bahwa waktu siklus menyatakan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus atau memproduksi pesanan produksi. Berikut ini merupakan fungsi dari *cycle time* atau waktu siklus:

- a. Mengukur efisiensi suatu proses produksi

Cycle time digunakan untuk mengukur seberapa cepat sebuah sistem dapat menyelesaikan produk. Semakin rendah *cycle time*, semakin cepat mereka dapat memenuhi pesanan.

- b. Mengukur produktivitas secara keseluruhan

Cycle time berfungsi untuk menunjukkan berapa banyak total unit yang dapat dihasilkan pada proses produksi.

- c. Mengidentifikasi kekurangan dalam proses produksi

Cycle time yang tinggi dapat menunjukkan area yang membutuhkan perbaikan, seperti waktu tunda yang lama atau waktu proses yang tidak efisien.

2.4.2 *Lead time*

Menurut Assauri (dalam Aftikaningsih, 2021), *lead time* atau waktu tunggu yaitu waktu yang diperlukan untuk menunggu produk mulai dari proses pemesanan dilakukan sampai barang diterima oleh *customer*. Sehingga dapat diartikan bahwa *lead time* ini terdiri dari semua tahapan proses produksi, mulai dari pemrosesan pesanan hingga pengiriman.

2.5 Uji Statistik

2.5.1 Uji keseragaman data

Uji keseragaman data adalah pengujian yang dilakukan terhadap data pengukuran untuk mengetahui apakah data yang diukur telah seragam dan berasal dari satu sistem yang sama. Adapun langkah-langkah dalam melakukan uji keseragaman data adalah sebagai berikut:

- a. Membagi data ke dalam beberapa sub grup. Rumus yang digunakan untuk menentukan jumlah sub grup, yaitu :

$$k = 1 + 3,3 \log n \quad (1)$$

Dimana :

n = Jumlah pengamatan

k = Jumlah subgroup

b. Menghitung rata-rata sub grup

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{x}_i}{k} \quad (2)$$

Dimana :

$\bar{\bar{X}}$ = Nilai rata-rata subgroup (detik)

$\sum \bar{x}_i$ = Jumlah rata – rata subgroup (detik)

k = banyaknya subgroup

c. Menghitung standar deviasi dari waktu penyelesaian

$$\sigma = SD = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N}} \quad (\text{untuk } N > 30) \quad (3)$$

$$\sigma = SD = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N-1}} \quad (\text{untuk } N < 30) \quad (4)$$

Dimana :

σ = Standar deviasi waktu

$\bar{\bar{X}}$ = Nilai rata-rata subgroup (detik)

X_i = Data ke-i

N = Banyaknya data

d. Menghitung standar deviasi dari distribusi nilai rata-rata sub grup. Standar deviasi adalah akar kuadrat dari varians dan menunjukkan standar penyimpangan data dan tingkat penyebaran data terhadap nilai rata-ratanya. Standar deviasi yang semakin kecil menunjukkan tingkat penyebaran data yang semakin baik. Standar deviasi dari distribusi nilai rata-rata subgroup dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \quad (5)$$

Dimana :

σ_x = Standar deviasi dari nilai rata-rata sub group

σ = Standar deviasi waktu

N = Banyaknya data

e. Menghitung nilai batas kendali atas (BKA) dan batas kenda bawah (BKB).

$$BKA = \bar{\bar{X}} + 3 \sigma_x \quad (6)$$

$$BKB = \bar{\bar{X}} - 3 \sigma_x \quad (7)$$

Dimana :

σ_x = Standar deviasi dari nilai rata-rata sub group

$\bar{\bar{X}}$ = Nilai rata-rata subgroup (detik)

K = Nilai tingkat keyakinan

Data yang dikatakan seragam berada di antara kedua batas kendali, dan tidak seragam jika berbeda di luar batas kendali (Mucarif & Alhaffis, 2019).

2.5.2 Uji kecukupan data

Uji kecukupan data adalah proses pengujian yang dilakukan terhadap data pengukuran untuk mengetahui apakah data yang diambil untuk penelitian sudah mencukupi untuk dilakukan perhitungan. Adapun langkah uji kecukupan data dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N(\sum_{i=1}^n X_i)^2}}{(\sum_{i=1}^n X_i)} \right]^2 \quad (8)$$

Keterangan:

N' = Jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan

x_i = Data hasil pengukuran ke-i

s = Tingkat ketelitian yang dikehendaki (dinyatakan dalam desimal)

k = Harga indeks tingkat kepercayaan, yaitu:

Tingkat kepercayaan 0 % - 68 % harga k adalah 1

Tingkat kepercayaan 69 % - 95 % harga k adalah 2

Tingkat kepercayaan 96 % - 99 % harga k adalah 3

Apabila $N' < N$ maka data pengukuran dianggap cukup sehingga tidak perlu dilakukan pengambilan data lagi (Shokibi, 2017).

2.6 Metodologi DMAIC

Salah satu cara untuk meningkatkan proses bisnis adalah dengan menggunakan metode DMAIC yang merupakan singkatan dari *Define Measure*,

Analyze, Improve dan Control. DMAIC merupakan salah satu tahapan dalam *lean six sigma* yang digunakan untuk mengatasi masalah *waste* yang menjadi prioritas, sehingga dapat dilakukan pencegahan dengan pemberian solusi usulan perbaikan pada perusahaan secara lebih terstruktur dan sistematis. Langkah-langkah pendekatan ini dimulai dengan mendefinisikan masalah, melakukan pengukuran terhadap masalah yang telah diidentifikasi, analisis sebagai cara untuk memahami masalah, perbaikan proses dan penyebab masalah serta penerapan pengendalian proses jangka panjang.

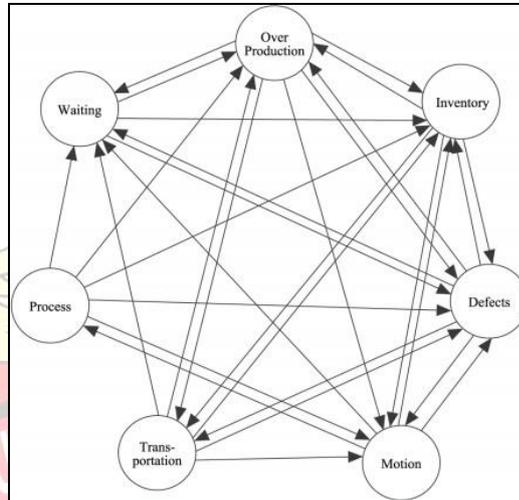
2.6.1 *Define*

Menurut Ahmed (dalam Hafizh & Rony, 2023), pada tahap *define* akan dilakukan identifikasi *problem* yang terdapat pada perusahaan, hal ini dimulai dengan mengidentifikasi, observasi dan diskusi dengan pihak manajemen. Identifikasi *waste* dapat dilakukan dengan menggunakan *Waste assessment Model* yang merupakan *tools* dalam *lean manufacturing* yang terdiri dari SWR (*Seven Waste Relationship*), WRM (*Waste Relationship Matrix*) dan WAQ (*Waste Assessment Questionnaire*). *Waste assessment Model* merupakan suatu model yang dikembangkan untuk menyederhanakan pencarian dari permasalahan *waste*. *Waste Assessment Model* menggambarkan hubungan antara *seven waste* yaitu *overproduction* (O), *waiting* (W), *excessive transportation* (T), *inappropriate processing* (P), *unnecessary inventory* (I), *unnecessary motion* (M), dan *defect* (D). Rawabdeh berkesimpulan bahwa semua jenis *waste* adalah saling mempengaruhi dalam artian selain memberikan pengaruh terhadap jenis *waste* yang lain, ia juga secara simultan dipengaruhi oleh jenis *waste* yang lain. Model ini merupakan suatu alat eliminasi *waste* yang cukup komprehensif yang dapat memberikan analisa yang memadai untuk menentukan strategi eliminasi *waste* tanpa memberikan pengaruh negatif pada *waste* jenis lain (Rawabdeh dalam Alfiansyah, 2018).

a. *Seven waste relationship*

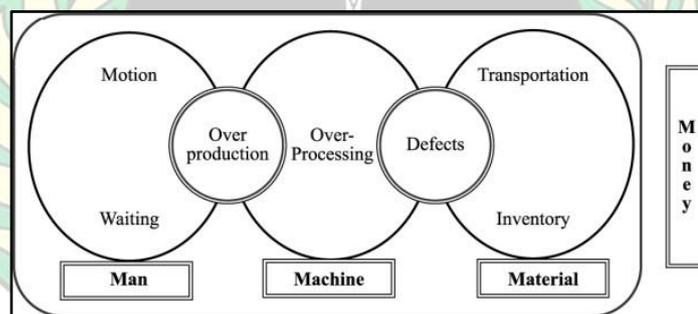
Seven waste relationship merupakan suatu model yang dikembangkan untuk menyederhanakan pencarian dari suatu permasalahan *waste*, mengidentifikasi dan mengeliminasi *waste*. Semua jenis *waste* bersifat *inter-dependent* dan setiap jenis *waste* mempunyai pengaruh terhadap jenis *waste* yang lain.

Hubungan antar *waste* memang sangat kompleks, hal ini disebabkan pengaruh dari tiap *waste* dapat muncul secara langsung maupun tidak langsung. Berbagai jenis hubungan dan sifat masing-masing tipe menunjukkan bahwa semua hubungan ini tidak memiliki bobot yang sama. Berikut merupakan hubungan antar *waste*:



Gambar 1 *Seven waste relationship*
Sumber : Rawabdeh dalam Alfiansyah (2018)

Dalam pengkategorian *waste* menurut Rawabdeh (dalam Susanti, 2017), membuat model dasar kategorisasi dan keterkaitan antar *waste* berdasarkan hubungannya dengan manusia, mesin dan material.



Gambar 2 Model dasar hubungan antar *waste*
Sumber : Rawabdeh dalam Susanti (2017)

Tujuh *waste* dapat dikelompokkan kedalam 3 kategori utama yaitu:

- 1) Kategori *man* meliputi *unnecessary motion*, *waiting* dan *over production*.
- 2) Kategori *machine* meliputi *overprocessing*.
- 3) Kategori *material* meliputi *excessive transportation*, *unnecessary inventory* dan *defect*.

Proses identifikasi aktivitas *waste* bukanlah hal yang mudah. Jumlah parameter dan tumpang tindih antara proses yang berbeda dapat menyebabkan aktivitas *waste* tersembunyi di antara aktivitas lainnya. Adanya pertimbangan pengurangan *waste* hanya berfokus penting pada subjek. Permasalahan penting biasanya dianggap remeh, dan tahap awal dari mana dan bagaimana mencari *waste* tidak jelas. Masalah tambahannya yaitu, bila ada intervensi menghilangkan satu jenis *waste*, hal ini dapat mengakibatkan jenis *waste* lainnya terkena dampak negatif. Faktor-faktor tersebut membuat sulit dalam mempertimbangkan untuk menghapus apa yang dapat dianggap sebagai aktivitas *waste* (Rawabdeh dalam Susanti, 2017).

Untuk menghitung kekuatan dari *waste relationship*, dikembangkanlah suatu kriteria pengukuran berdasarkan pada kuesioner. Perhitungan keterkaitan antar *waste* dilakukan secara diskusi dengan pihak perusahaan dan penyebaran kuesioner dengan menggunakan kriteria pembobotan yang dikembangkan oleh Rawabdeh dalam Alfiansyah (2018). Daftar kriteria keterkaitan antar *waste* dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1 Kriteria pembobotan keterkaitan antar *waste*

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah i mengakibatkan atau menghasilkan j	a. Selalu	4
		b. kadang-kadang	2
		c. jarang	0
2	Bagaimana hubungan i dan j	a. jika i naik, maka j naik	2
		b. jika i naik, maka j tetap	1
		c. tidak tentu, tergantung keadaan	0
3	Dampak j dikarenakan i	a. tampak secara langsung dan jelas	4
		b. butuh waktu untuk terlihat	2
		c. tidak terlihat	0
4	Menghilangkan akibat I terhadap j dapat dicapai dengan cara...	a. metode engineering	2
		b. sederhana dan langsung	1
		c. solusi intruksional	0
5	Dampak j dikarenakan oleh i	a. kualitas produk	1
		b. produktivitas sumber daya	1
		c. <i>lead time</i>	1
		d. kualitas dalam produktivitas	2
		e. kualitas dalam <i>lead time</i>	2
		f. produktivitas dalam <i>lead time</i>	2
		g. kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	4
6	Sebesar apa dampak i terhadap j akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. sangat tinggi	4
		b. sedang	2
		c. rendah	0

Sumber : Rawabdeh dalam Alfiansyah (2018)

Dimana : i sebagai suatu jenis *waste* yang berdampak pada jenis *waste* j lainnya.

Berdasarkan bagan pertanyaan tersebut, kemudian dilajukan pertanyaan untuk masing-masing hubungan antar *waste*. Terdapat 31 hubungan antar *waste*. Total skor tersebut diperoleh dari enam pertanyaan untuk masing-masing hubungan antar *waste*. Berikut contoh perhitungan keterkaitan antar *waste*:

Tabel 2 Contoh perhitungan keterkaitan antar *waste*

Pertanyaan Keterkaitan	1		2		3		4		5		6		Skor
	Jwb	Bbt											
O_I	a	4	A	2	b	2	A	2	F	2	a	4	16
O_D	c	0	C	0	c	0	C	0	C	0	c	0	0

Sumber : Astutik, Irwan & Sapta (2022)

Selanjutnya, nilai total skor yang didapatkan tersebut, dikonversikan kedalam tabel konversi sebagai berikut:

Tabel 3 Nilai konversi keterkaitan antar *waste*

Range	Jenis Hubungan	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
0	<i>No relation</i>	X

Sumber : Rawabdeh dalam Alfiansyah (2018)

Pembobotan dilakukan terhadap seluruh keterkaitan antar *waste* yang ada pada lampiran 1 yaitu sebanyak 31 jenis keterkaitan *waste* sehingga akan diperoleh seluruh skor dan sesuai ketentuan pada Tabel 2 akan dikonversi ke dalam bentuk simbol sesuai dengan rentang. Hasil dari konversi ini selanjutnya digunakan dalam penyusunan *waste relationship matrix* (WRM).

b. *Waste relationship matrix*

Menurut Rawabdeh (dalam Alfiansyah, 2018), *waste relationship matrix* merupakan analisis kriteria pengukuran menggunakan suatu *matrix*. Tiap baris dari *matrix* menunjukkan hubungan dari suatu *waste* tertentu terhadap enam *waste* lainnya. Demikian pula tiap kolom menunjukkan seberapa tingkat tipe *waste* tertentu akan mempengaruhi *waste* lainnya. Berikut merupakan contoh dari *waste relationship matrix*:

Tabel 4 Contoh *waste relationship matrix*

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

Sumber : Astutik, Irwan & Sapta (2022)

Diagonal *matrix* memiliki nilai A karena setiap jenis *waste* tersebut memiliki hubungan pokok dengan *waste* itu sendiri. Dari simbol *matrix* tersebut kemudian dikonversikan ke dalam angka dengan nilai konversi tiap simbol A=10, E=8, I=6, O=4, U=2, dan X=0 (Rawabdeh dalam Susanti, 2017). Hasil perhitungan tersebut kemudian dijumlahkan dan diketahui nilai pengaruhnya dalam satuan persen (%). Berikut merupakan contoh *waste matrix value*:

Tabel 5 Contoh *waste matrix value*

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Skor	Skor (%)
O	10	8	0	0	6	0	0	24	13.48
I	8	10	10	0	0	0	6	34	19.10
D	10	0	10	6	0	10	8	44	24.72
M	0	0	0	10	6	0	0	16	8.99
T	0	0	0	8	10	0	0	18	10.11
P	0	0	10	0	0	10	0	20	11.24
W	6	6	0	0	0	0	10	22	12.36
Skor	34	24	30	24	22	20	24	178	100
Skor (%)	19.10	13.48	16.85	13.48	12.35	11.23	13.48		

Sumber : Astutik, Irwan & Sapta (2022)

Pada Tabel 5 diatas merupakan contoh *waste value matrix* yang diperoleh dari hasil WRM pada Tabel 4 dan kemudian dikonversi ke dalam bentuk angka sesuai dengan ketentuan simbol yang ada. Hal ini berlaku untuk semua baris dan kolom keterkaitan antar *waste*. Setelah didapatkan semua hasil konversi nilai seperti yang terlihat pada Tabel 5, selanjutnya mencari skor dengan menjumlahkan keterkaitan antar *waste* berdasarkan baris dan kolom.. Dari skor akan dibuat persentase dari masing-masing baris dan kolom keterkaitan antar *waste*. Hasil persentase dari *waste* yang sama berdasarkan baris dan kolom merupakan probabilitas pengaruh antar jenis *waste* yang disimbolkan dengan P_j dan akan digunakan dalam menghitung bobot akhir dari *waste assessment questionnaire* (WAQ). Misalnya *waste overproduction* dengan

13.48% pada baris dan 19.10% pada kolom sehingga akan didapat Pj dengan nilai 257.47% dan untuk jenis *waste* yang lain bisa dilakukan dengan cara yang sama.

c. *Waste assessment questionnaire*

Menurut Rawabdeh (dalam Susanti, 2017), *waste assessment questionnaire* digunakan dalam mengidentifikasi dan mengalokasikan *waste* yang terjadi pada lini produksi. Kuesioner *assessment* ini terdiri dari 68 pertanyaan yang berbeda, dimana kuesioner ini bertujuan untuk menentukan *waste*. Setiap kuesioner mempresentasikan aktivitas, kondisi, atau sifat yang menyebabkan *waste* tertentu. Pertanyaan dalam kuesioner terbagi kedalam 4 kelompok yaitu *man, machine, material, dan method*. Beberapa pertanyaan ditandai dengan tulisan “*From*”, maksudnya adalah pertanyaan tersebut menjelaskan jenis *waste* yang ada saat ini yang dapat memicu munculnya jenis *waste* lainnya berdasarkan WRM. Pertanyaan lainnya ditandai dengan tulisan “*To*”, yang artinya pertanyaan tersebut menjelaskan tiap jenis *waste* yang ada saat ini bisa terjadi karena dipengaruhi jenis *waste* lainnya. Tiap pertanyaan memiliki 3 pilihan jawaban dan masing-masing jawaban diberi bobot 1, 0.5, atau 0.

Ada 3 jenis pilihan jawaban untuk tiap pertanyaan kuesioner, yaitu “Ya”, “Sedang”, dan “Tidak”. Sedangkan skor untuk ketiga jenis pilihan jawaban kuesioner dibagi menjadi 2 kategori, yaitu:

- 1) Kategori pertama, atau kategori A adalah jika jawaban “Ya” berarti diindikasikan adanya pemborosan (*waste*). Skor jawaban untuk kategori A adalah: 1 jika “Ya”, 0,5 jika “Sedang”, dan 0 jika “Tidak”.
- 2) Kategori kedua, atau kategori B adalah jika jawaban “Ya” berarti diindikasikan tidak ada pemborosan (*waste*) yang terjadi. Skor jawaban untuk kategori B adalah: 0 jika “Ya”, 0,5 jika “Sedang”, dan 1 jika “Tidak”.

Setiap pertanyaan kemudian dikelompokkan kedalam beberapa tipe berdasarkan jawaban untuk mengembangkan model kuesioner penilaian *waste*. Daftar aspek dan jenis pertanyaan *Waste Assessment Questionnaire* dapat dilihat pada lampiran 6 kuesioner *Waste Assessment Questionnaire*. Hasil kuesioner tersebut kemudian diproses dengan suatu algoritma yang terdiri dari beberapa langkah yang dikembangkan untuk menilai dan memberikan *ranking*

terhadap *waste* tersebut. Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam menganalisis *waste assessment questionnaire* (WAQ), yaitu :

- 1) Mengelompokkan dan menghitung jumlah pertanyaan kuisisioner yang tergolong dalam pertanyaan “*from*” dan “*to*” dari masing-masing jenis *waste*
- 2) Melakukan pembobotan untuk tiap jenis *waste* dari tiap jenis pertanyaan kuisisioner WAQ berdasarkan bobot WRM
- 3) Membagi tiap bobot dalam satu baris dengan jumlah pertanyaan yang dikelompokkan (N_i) untuk menghilangkan efek dari variasi jumlah pertanyaan setiap jenis pertanyaan.
- 4) Menghitung jumlah skor setiap jenis *waste*, dan frekuensi (F_j) munculnya nilai pada tiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai nol.

$$S_j = \sum_{k=1}^k \frac{W_{j,k}}{N_i} \quad (9)$$

Dimana :

S_j = skor *waste*

W_j = bobot hubungan dari tiap jenis *waste*

K = nomor pertanyaan (berkisar antara 1-68)

N_i = jumlah pertanyaan yang dikelompokkan

- 5) Memasukkan nilai dari hasil kuisisioner (1, 0.5, atau 0) kedalam tiap bobot nilai di tabel dengan cara mengalikannya.
- 6) Menghitung total skor untuk tiap nilai bobot pada kolom *waste* dan frekuensi (f_j) untuk nilai bobot pada kolom *waste* dengan mengabaikan nilai nol. Dengan persamaan :

$$S_j = \sum_{k=1}^k X_k \times \frac{W_{j,k}}{N_i} \quad (10)$$

S_j adalah total untuk nilai bobot *waste*, dan X_k adalah nilai dari jawaban tiap pertanyaan kuisisioner (1, 0.5, atau 0)

- 7) Menghitung indikator awal untuk tiap *waste* (Y_j). Indikator berupa angka yang masih belum merepresentasikan bahwa tiap jenis *waste* dipengaruhi *waste* yang lainnya

$$Y_j = \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j} \quad (11)$$

8) Menghitung nilai *final waste factor* (Y_j final) dengan memasukkan faktor probabilitas pengaruh antar jenis *waste* (P_j) berdasarkan total “*from*” dan “*to*” pada WRM. Kemudian mempersentasekan bentuk *final waste factor* yang diperoleh sehingga bisa diketahui peringkat level dari masing-masing *waste*

$$Y_j \text{ Final} = Y_j \times P_j \quad (12)$$



2.6.2 Measure

Menurut Nisanti dan Puspitasari dalam Ahmed dalam Hafizh & Rony (2023), tahap *measure* dilakukan dengan mengukur tingkat *waste* yang terjadi pada aliran arus proses produksi. Tahap ini merupakan tindakan pengukuran lanjut dari langkah *define*. Tahap pengukuran pada *waste* bisa dilakukan dengan menggunakan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT). Menurut Hines & Rich (dalam Pragusti, 2021), *Value Stream Analysis Tools* digunakan sebagai alat bantu memetakan aliran nilai (*value stream*) secara detail, pada proses ini detail *mapping* kemudian dapat digunakan menemukan penyebab *waste*. Kelebihan dari VALSAT yaitu memberikan pengukuran subjektif dan objektif yang dapat diterapkan dalam berbagai posisi *value stream*. Berikut adalah *mapping tools* yang digunakan dalam *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) yaitu:

a. *Process activity mapping* (PAM)

Dalam upaya mengurangi *waste* diperlukan suatu alat untuk memetakan keseluruhan aktivitas secara detail. *Process Activity Mapping* merupakan salah satu alat dari tujuh alat pemetaan aliran nilai. Menurut Hines & Rich (dalam Kusuma, 2018), *Process Activity Mapping* merupakan alat untuk memetakan keseluruhan aktivitas secara detail guna mengeliminasi *waste*, ketidakkonsistenan, dan keirasionalan di tempat kerja sehingga tujuannya untuk meningkatkan kualitas produk dan memudahkan layanan, mempercepat proses dan mereduksi biaya diharapkan dapat terwujud. *Process activity mapping* akan memberikan gambaran aliran fisik dan informasi, waktu yang diperlukan untuk setiap aktivitas, jarak yang ditempuh dan tingkat persediaan produk dalam setiap tahap produksi. Kemudahan identifikasi aktivitas terjadi karena adanya penggolongan aktivitas menjadi lima jenis yaitu operasi,

transportasi, inspeksi, *delay* dan penyimpanan. Operasi dan inspeksi adalah aktivitas yang bernilai nilai tambah. Sedangkan transportasi dan penyimpanan berjenis penting tetapi tidak bernilai tambah. Adapun *delay* adalah aktivitas yang dihindari untuk terjadi sehingga merupakan aktivitas berjenis tidak bernilai tambah. *Process activity mapping* terdiri dari beberapa langkah sederhana:

- 1) Dilakukan analisa awal untuk setiap proses yang ada,
- 2) Mengidentifikasi *waste* yang ada
- 3) Mempertimbangkan proses yang dapat dirubah agar urutan proses bisa lebih efisien
- 4) Mempertimbangkan pola aliran yang lebih baik
- 5) Mempertimbangkan segala sesuatu untuk setiap aliran proses yang benar-benar penting saja

Berikut ini merupakan *template Process Activity Mapping* (PAM):

Tabel 6 *Template process activity mapping*

No	Kegiatan	Mesin/Alat	Jarak (m)	Waktu (s)	Jumlah Tenaga Kerja	Aktivitas					Kategori		
						O	T	I	S	D	VA	NVA	NNVA
1													
2													

Sumber : Pragusti (2021)

Dimana :

O = *Operation*

T = *Transportation*

I = *Inspection*

S = *Storage*

D = *Delay*

VA = *Value Added*

NNVA = *Necessary Non Value Added*

NVA = *Non Value Added*

Tabel 7 *Template* rekapitulasi jenis aktivitas PAM

Aktivitas	Jumlah	Waktu	Persentase
<i>Operation</i>			
<i>Transportation</i>			
<i>Inspection</i>			
<i>Storage</i>			
<i>Delay</i>			
Total			

Sumber : Pragusti (2021)

Tabel 8 *Template* rekapitulasi klasifikasi aktivitas PAM

Aktivitas	Jumlah	Waktu	Persentase
<i>Value Added (VA)</i>			
<i>Necessary Non Value Added (NNVA)</i>			
<i>Non Value Added (NVA)</i>			

Sumber : Pragusti (2021)

b. *Supply chain response matrix* (SCRM)

Menurut Pragusti (2021), *supply chain response matrix* adalah grafik dengan gambaran hubungan *inventory* dan *lead time* pada sebuah jalur distribusi, dengan ini dapat diketahui apakah terjadi peningkatan atau penurunan persediaan dan waktu dalam tahap distribusi pada tiap area *supply chain*. Pertimbangan manajemen pada *stock* dalam produksi dari seluruh kebutuhan akan dilihat dari pencapaian *lead time* yang pendek, *stock* pada produksi secara sinkron akan mengetahui persediaan barang yang ada, tujuannya untuk mempertahankan dan memperbaiki pelayanan pada distribusi dengan biaya minim.

c. *Production variety funnel* (PVF)

Menurut Pragusti (2021), *production variety funnel* adalah pendekatan visual untuk memetakan sejumlah variasi produk pada proses manufaktur. *Tools* ini dapat mengidentifikasi titik dalam produk untuk setiap proses yang dikelompokkan dari produk yang general menjadi produk yang spesifik pada prosesnya, dan *tools* ini juga dapat digunakan untuk menunjukkan *bottleneck* pada desain proses. Metode ini dapat memperbaiki perencanaan dalam aliran *inventory* seperti persediaan bahan baku dan produk setengah jadi.

d. *Quality filter mapping tools* (QFM)

Menurut Pragusti (2021), *quality filter mapping tools* ini dapat menggambarkan suatu permasalahan cacat dalam proses, evaluasi dari hilangnya kualitas sangat sering terjadi, dengan *tools* ini dapat membantu mengelompokkan cacat kualitas yang ada. Berikut cacat kualitas yang terjadi pada proses bisnis perusahaan :

- 1) *Product defect* yang terjadi produk dihasilkan telah sampai ketangan pelanggan
 - 2) *Scrap defect* yaitu terjadi dari proses produksi yang dilakukan, dimana ditemukan pada tahap akhir yaitu inspeksi
 - 3) *Service defect* yaitu pelanggan kurang puas atas sikap pelayanan perusahaan
 - 4) Kesalahan proses *packing* dan jumlah yang dikirim tidak sesuai
- e. *Demand amplification mapping* (DAM)
- Menurut Pragusti (2021), *demand amplification mapping* merupakan peta yang menggambarkan perubahan permintaan pada rantai *supply*, permasalahan ini adalah *law of industrial dynamics*, dimana permintaan ditransmisikan pada rantai *supply* karena ketentuan pemesanan dan persediaan akan mengalami peningkatan dari setiap *downstream* dengan *upstream*. Hal ini dapat menganalisa dan mengantisipasi masalah akibat adanya fluktuasi, perubahan *demand* dan ketentuan *inventory*.
- f. *Decision point analysis* (DPA)
- Menurut Pragusti (2021), *decision point analysis* menggambarkan sistem produksi dengan melihat *trade off* diantara *lead time* dengan tingkat persediaan *inventory* untuk menyeimbangkan persediaan jika terjadi *lead time* pada proses.
- g. *Physical structure* (PS)
- Menurut Pragusti (2021), *physical structure* digunakan untuk menggambarkan masalah rantai *supply* di lini produksi, untuk memahami kondisi pada proses bisnis, seperti apa operasi yang terjadi untuk memberikan perkembangan pada proses.

Tools diatas adalah *tools* yang tepat untuk menggambarkan keadaan perusahaan dan dapat dilakukan menggunakan tabel *value stream analysis tools* (VALSAT).

Tabel di bawah ini adalah tabel *value stream analysis tools* (VALSAT) :

Tabel 9 *Value stream analysis tools*

<i>Waste</i>	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA
<i>Waiting</i>	H	H	L		M	M
<i>Unnecessary Motion</i>	H	L				
<i>Defect</i>	L			H		
<i>Over processing</i>	H		M	L		L
<i>Excessive Transportation</i>	H					
<i>Overproduction</i>	L	M		L	M	M
<i>Unnecessary Inventory</i>	M	H	M		H	M

Sumber : Hines & Rich dalam Pragusti (2021)

Dimana :

- H = *High correlation and usefulness* (9)
- M = *Medium correlation and usefulness* (3)
- L = *Low correlation and usefulness* (1)
- PAM = *Process Activity Mapping*
- SCRM = *Supply Chain Response Matrix*
- PVF = *Production Variety Funnel*
- QFM = *Quality Filter Mapping*
- DAM = *Demand Amplification Mapping*
- DPA = *Decision Point Analysis*

Tabel 9 menjelaskan bahwa dalam skala VALSAT memiliki 3 jenis korelasi, yaitu (*high, medium, dan low*). Masing-masing korelasi tersebut memiliki bobot nilai atau faktor pengali dengan ($H = 9, M = 3, L = 1$). Bobot nilai tersebut kemudian akan dikalikan dengan skor dari setiap pemborosan. *Tools* yang mendapatkan skor tertinggi akan dipilih untuk mengidentifikasi *waste*.

2.6.3 Analyze

Menurut Ahmed dalam Hafizh & Rony (2023), pada tahap *analyze* dilakukan pemahaman mendalam mengenai penyebab terjadinya penyimpangan dan mencari alasan-alasan yang mengakibatkannya serta menguraikan penyebab kegagalan hingga sampai akar penyebab permasalahan dan memberikan masukan bagi upaya perbaikan. Analisis penyebab *waste* bisa diidentifikasi dengan menggunakan metode 5 *why*. Menurut Kuswardana dkk (dalam Nurlaila & Eko, 2020), metode 5 *Why's Analysis* merupakan konsep yang terstruktur guna memahami akar penyebab dari suatu masalah dengan cara mengajukan pertanyaan “mengapa” secara berulang-ulang, sehingga nantinya dapat menentukan tindakan korektif yang efektif guna mengurangi insiden dan mencegah kecelakaan yang berulang. Menurut Anderson & Fagerhaug (dalam Purnasari, 2016), terdapat beberapa prosedur untuk melakukan 5 *why's analysis*, antara lain :

- a. Menentukan *starting point* berupa permasalahan atau penyebab pertama dari permasalahan yang perlu dianalisis lebih lanjut

- b. Melakukan *brainstorming* untuk menemukan penyebab berikutnya
- c. Mengajukan pertanyaan untuk setiap penyebab yang teridentifikasi, dan memberikan pertanyaan “mengapa hal ini menjadi penyebab permasalahan?”

Adapun contoh dari 5 *why analysis* adalah sebagai berikut:

Tabel 10 Contoh 5 *why analysis*

PROBLEM	WHY 1	WHY 2	WHY 3	WHY 4	WHY 5
Output produksi Channel 7 tidak mencapai target produksi	Proses <i>resetting</i> memerlukan waktu lama	Ada <i>trouble</i> pada mesin	Terdapat ketidaksesuaian <i>part</i> baru dengan mesin lama	Tidak adanya <i>tooling management</i> untuk persiapan sebelum <i>resetting</i>	
		Dibutuhkan waktu untuk mengambil alat	Tempat <i>tools shop</i> yang jauh	Belum diterapkannya 5S dengan baik	
		Terdapat perbedaan kecepatan <i>resetter</i> dalam menyelesaikan proses <i>resetting</i>	Terdapat perbedaan tahapan proses <i>resetting</i> oleh masing-masing <i>resetter</i>	Tiap <i>resetter</i> memiliki analisis terhadap masalah mesin yang berbeda-beda	Belum adanya SOP mengenai <i>resetting</i> yang terbaru dan belum adanya standar-standar tertentu yang dibutuhkan ketika <i>resetting</i>
	Adanya kerusakan mesin	Kondisi mesin sudah tua namun belum ada proses <i>maintenance</i> yang rutin	Belum ada penjadwalan <i>maintenance</i> rutin	Divisi <i>maintenance</i> masih fokus untuk melakukan <i>corrective maintenance</i> terhadap mesin yang sudah rusak	
	Terdapat <i>bearing</i> yang membutuhkan <i>rework</i> atau bahkan <i>bearing</i> menjadi scrap	Adanya <i>defect</i> (cacat) pada <i>bearing</i>	Terjadi <i>error</i> pada proses permesinan sebelumnya	Operator kurang responsif dalam menanggapi <i>problem/error</i> pada Mesin	
	Efisiensi lini yang belum maksimal	<i>Utilitas</i> mesin belum maksimal	Terdapat beberapa mesin yang mengalami <i>bottleneck</i> atau <i>waste</i> berupa <i>waiting</i>	Perbedaan <i>cycle time</i> antar mesin	

Sumber : Nurlaila & Eko (2020)

2.6.4 Improve

Menurut Imai (dalam Pragusti, 2021), pada tahap ini, dilakukan penyusunan usulan perbaikan berdasarkan analisa yang telah dilakukan dengan memerhatikan hal-hal yang akan berdampak serta perhitungan yang matang atas kelebihan dan kekurangan usulan. Konsep Kaizen di dunia barat sering diartikan sebagai upaya melakukan perbaikan, pembaruan yang berorientasi pada hasil secara terus-

menerus. Pada keberhasilan dari implementasi konsep Kaizen dalam perusahaan mereka. Gambaran keuntungan yang diperoleh dari adanya implementasi Kaizen dapat mengidentifikasi masalah dalam perusahaan menjadi mudah untuk dipecahkan. Pelaksanaan implementasi Kaizen menurut Tjiptono & Diana (dalam Pragusti, 2021) dilakukan dengan menggunakan empat alat yang terdiri dari:

- a. Kaizen *checklist* : Salah satu cara untuk mengidentifikasi masalah yang dapat menggambarkan peluang bagi perbaikan adalah dengan menggunakan suatu daftar pemeriksaan (*Checklist*) terhadap faktor-faktor yang besar kemungkinannya membutuhkan perbaikan
- b. Kaizen *five step plan* : Rencana lima langkah ini merupakan pendekatan dalam implementasi Kaizen yang digunakan perusahaan-perusahaan Jepang. Langkah ini sering disebut gerakan 5-S yang berfungsi agar lingkungan kerja menjadi lebih sehat dan aman, berkurangnya aktivitas yang tidak perlu dan meningkatkan efisiensi kerja. 5S ini merupakan inisial kata Jepang yang dimulai dengan huruf S yaitu : *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* dan *Shitsuke*.
 - 1) *Seiri* merupakan kegiatan menyingkirkan barang yang tidak terpakai
 - 2) *Seiton* merupakan kegiatan mengatur tata letak dan penyimpanan barang-barang
 - 3) *Seiso* merupakan kegiatan membersihkan semua barang dan area kerja
 - 4) *Seiketsu* menyatakan bahwa semua praktek kerja harus berjalan dengan konsisten dan terstandar
 - 5) *Shitsuke* merupakan kegiatan memelihara dan meninjau hal-hal yang telah terstandar secara berkala
- c. 5W + 1H : Digunakan secara luas sebagai alat manajemen dalam berbagai lingkungan. 5W dan 1H yaitu *Who* (siapa), *What* (apa), *Where* (dimana), *When* (kapan), *Why* (mengapa), dan *How* (bagaimana).
- d. *Five M checklist* : Alat ini berfokus pada lima faktor kunci yang terlibat dalam setiap proses, yaitu *man* (operator atau orang), *machine* (mesin), *material* (material), *methods* (metode) dan *measurement* (pengukuran). Dalam setiap proses, perbaikan dapat dilakukan dengan jalan memeriksa aspek-aspek proses tersebut.

2.6.5 Control

Menurut Pragusti (2021), tahap *control* adalah fase terakhir DMAIC yang bertujuan untuk menentukan bentuk pengawasan dari usaha peningkatan kualitas berdasarkan solusi. Hasil dari tahap ini adalah:

- a. Analisa sebelum dan sesudah perbaikan
- b. Sebuah sistem monitoring
- c. Dokumentasi hasil, pembelajaran dan usulan yang lengkap

2.7 Penelitian Terdahulu

Tabel di bawah ini menunjukkan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang hendak dilakukan.

Tabel 11 Penelitian terdahulu

No	Peneliti	Tahun	Judul	Metode	Kesimpulan
1	Widi Astutik, Irwan Setiawan & Sapta Asmal	2022	<i>Analysis Of Continuous Quality Improvement Using Waste Assessment Model And Deming Cycle Method (Study Case: Tapioca Starch Manufacturing)</i>	<i>Waste Assessment Model dan Deming Cycle Method</i>	Dari hasil penelitian didapatkan waste kritis yaitu <i>waste defect</i> dengan persentase sebesar 27.94% yang disebabkan oleh <i>downtime</i> yang tinggi akibat <i>defect/kerusakan mesin</i> di area 2 <i>processing</i> yaitu <i>defect/kerusakan agitator vacuum drum</i> sehingga menyebabkan <i>lead time</i> yang dapat menghambat proses produksi
2	Setiawan, Indra Setiawan, Choesnul Jaqin, Herry A., Prabowo dan Humiras H. Purba	2021	<i>Integration of Waste Assessment Model and Lean Automation to Improve Process Cycle Efficiency in the Automotive Industry</i>	<i>Waste Assessment Model dan Value Stream Mapping</i>	Dari hasil penelitian didapatkan waste kritis yaitu <i>waste excessive transportasi</i> (20,44%). Perbaikan dilakukan dengan pendekatan <i>lean automation</i> , dimana kegiatan pengangkutan atau perpindahan material dari gudang ke jalur perakitan yang semula manual menggunakan tenaga manusia diganti dengan AGV. Dengan begitu terjadi peningkatan nilai PCE dari 56,76% menjadi 63,62%.
3	Aulia Nanda Pragusti	2021	<i>Penerapan Lean Manufacturing Menggunakan Konsep DMAIC Sebagai Upaya Mengurangi Cycle Time Pada Produksi Kain Jumpatan</i>	Metode DMAIC, <i>Seven Waste Relationship</i> , VALSAT, <i>Value Stream Mapping</i> , <i>Fishbone Diagram</i> dan <i>Kaizen</i>	Dari hasil penelitian diketahui bahwa terdapat 3 <i>waste</i> kritis yaitu <i>waiting</i> , <i>excessive transportation</i> dan <i>unnecessary motion</i> . Sehingga diberikan usulan perbaikan dengan pembuatan SOP khusus proses pewarnaan. Hasilnya, terdapat pengurangan total <i>cycle time</i> dari 51900 detik menjadi 50657.

No	Peneliti	Tahun	Judul	Metode	Kesimpulan
4	Ahmad Mustopa Jamil	2021	Pendekatan <i>Lean Manufacturing</i> untuk Mengurangi <i>Lead Time</i> pada Proses Produksi Figura 10R	Metode <i>Process Activity Mapping</i> , <i>Value Stream Mapping</i> , Diagram <i>Fishbone</i> dan 5W+1H	Dari hasil penelitian diketahui bahwa terdapat <i>waste</i> berupa <i>waiting</i> . Sehingga diberikan usulan perbaikan dengan pengadaan alat bantu pengering mesin <i>dry cleaner</i> . Hasilnya, terdapat pengurangan <i>lead time</i> dari 44775 detik menjadi 29953.
5	Tri Aftikaningsih	2021	Implementasi <i>Lean Manufacturing</i> Untuk Mengurangi <i>Cycle Time</i> pada Proses Produksi Sarung Tangan Golf (Studi Kasus: CV.Cahaya Insani)	Metode Seven Waste, VALSAT, <i>Value Stream Mapping</i> , dan <i>Fishbone</i> Diagram	Dari hasil penelitian diketahui bahwa terdapat 3 <i>waste</i> kritis yaitu <i>defect over processing</i> dan <i>excessive transportation</i> . Sehingga diberikan usulan perbaikan dengan pembuatan SOP khusus proses penjahitan. Hasilnya, terdapat pengurangan total <i>cycle time</i> dari 3517 detik menjadi 2797.
6	Lutfiansyah Setiawan Hamid	2021	Penerapan <i>Lean Manufacturing</i> Dengan Menggunakan Metode <i>Plan-Do-Check-Action</i> Guna Mengurangi <i>Waste</i> Pada Proses Produksi Batik (Studi Kasus: UKM Batik Sekar Idaman)	Metode PDCA, <i>Seven Waste Relationship</i> , VALSAT, <i>Value Stream Mapping</i> , Diagram <i>Fishbone</i> , 5W+1H dan Kaizen	Dari hasil penelitian diketahui bahwa terdapat 2 <i>waste</i> kritis yaitu <i>unnecessary inventory</i> dan <i>waiting</i> . Sehingga diberikan usulan perbaikan dengan pembuatan jadwal produksi dan pelatihan karyawan. Hasilnya, terdapat pengurangan <i>cycle time</i> dari 286198 detik menjadi 283854.
7	Tina Hernawati Suryatman dan Eli Chya Aprilia	2022	Meminimasi <i>Waste</i> Pada Proses Fabrikasi Struktur Baja dengan Konsep <i>Lean Manufacturing</i> Menggunakan Metode <i>Value Stream Mapping</i> (Studi Kasus PT. CDB)	Metode <i>Value Stream Mapping</i> dan <i>Process Activity Mapping</i>	Berdasarkan hasil analisa didapatkan <i>waste</i> pada proses fabrikasi yaitu <i>waste unnecessary motion</i> , <i>waste waiting</i> dan <i>waste welding</i> . Sehingga diusulkan rekomendasi perbaikan dan didapatkan adanya perbedaan waktu yang dihasilkan dari sebelumnya yaitu 278 menit menjadi 224 menit atau pengurangan <i>waste</i> sebesar 19,42%.
8	Ahmad Rido M., said Salim Dahda, dan Elly Ismiyah	2020	Pendekatan <i>Lean Manufacturing</i> Sebagai Usulan Untuk Meminimalkan <i>Waste</i> Pada Proses Produksi Kayu <i>Decking</i> (Studi Kasus : Perusahaan Pengolahan Kayu di Lamongan)	Metode <i>Seven Waste</i> , VALSAT, <i>Value Stream Mapping</i> , diagram <i>fishbone</i> dan FMEA	Berdasarkan analisa yang dilakukan, terdapat 5 <i>waste</i> yaitu <i>defect</i> , <i>unnecessary inventory</i> , <i>waiting</i> , <i>excessive transportation</i> dan <i>unnecessary motion</i> . Sehingga diberikan usulan perbaikan dengan melakukan preventif <i>maintenance</i> , pembekalan pada operator dan monitoring pada proses produksi, <i>rework</i> produk yang menumpuk, menerapkan konsep kaizen dan perbaikan tata letak. Hasilnya, terdapat pengurangan <i>cycle time</i> dari 3126 menit menjadi 2241.

No	Peneliti	Tahun	Judul	Metode	Kesimpulan
9	Sadiq Ardo Wibowo	2021	Penerapan <i>Lean Manufacturing</i> Dalam Peningkatan Produktivitas Alumunium <i>Baking Tray</i>	Metode VALSAT, <i>value stream mapping</i> , FMEA dan <i>craig harris method</i>	Dari hasil penelitian diketahui bahwa terjadi pengurangan <i>lead time</i> produksi dari 82161 detik menjadi 13651. Selain itu terjadi peningkatan produktivitas secara keseluruhan sebesar 2,04 dari 1,15 menjadi 3,19.
10	M. Abdul Mu'min dan Sofiani Nalwin Nurbani	2022	Analisis <i>Lean Manufacturing</i> Menggunakan WAM dan VALSAT untuk Mengurangi Waste Proses Produksi Teh dalam Kemasan 300 ml di PT. XYZ	Metode <i>Waste Assessment Model</i> , <i>Value Stream Mapping</i> dan <i>Process Activity Mapping</i>	Dari hasil penelitian didapatkan waste yang paling dominan yaitu <i>waste defect</i> dengan persentase sebesar 32,54 % dan pada urutan kedua terdapat jenis <i>waste unnecessary motion</i> dengan persentase sebesar 13,77% sedangkan <i>waste waiting</i> di urutan ketiga sebesar 13,50%. Sehingga untuk meminimalisir pemborosan tersebut, diberikan beberapa rekomendasi perbaikan.

Berdasarkan penelitian terdahulu diperoleh bahwa metode *Lean Manufacturing* dapat mengidentifikasi dan meminimalkan aktivitas yang menyebabkan *waste*. Sehingga pada penelitian kali ini penulis akan melakukan *minimasi waste* dengan pendekatan *lean manufacturing* dan konsep DMAIC pada proses produksi pupuk di UMKM Rumah Organik Salemba. Selanjutnya hasil yang didapatkan dari metode tersebut, dijadikan sebagai tolak ukur dan evaluasi performansi *system* produksinya.