

TESIS

**SIMULASI PENINGKATAN KUALITAS SECARA KONTINU DENGAN
METODE *WASTE ASSESSMENT MODEL* (WAM) DAN METODE
DEMING CYCLE (PDCA) UNTUK MEREDUKSI PEMBOROSAN PADA
PERUSAHAAN MANUFAKTUR TEPUNG TAPIOKA**

***SIMULATION OF CONTINUOUS QUALITY IMPROVEMENT USING
WASTE ASSESSMENT MODEL (WAM) AND DEMING CYCLE (PDCA)
METHODS TO REDUCE WASTE IN TAPIOCA STARCH
MANUFACTURING COMPANY***

Disusun dan Diajukan oleh :

**WIDI ASTUTIK
D072191012**



**PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2022**

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

**SIMULASI PENINGKATAN KUALITAS SECARA KONTINU DENGAN
METODE WASTE ASSESSMENT MODEL (WAM) DAN METODE DEMING
CYCLE (PDCA) UNTUK MEREDUKSI PEMBOROSAN PADA
PERUSAHAAN MANUFAKTUR TEPUNG TAPIOKA**

***SIMULATION OF CONTINUOUS QUALITY IMPROVEMENT USING
WASTE ASSESSMENT MODEL (WAM) AND DEMING CYCLE (PDCA)
METHODS TO REDUCE WASTE IN TAPIOCA STARCH
MANUFACTURING COMPANY***

Disusun dan Diajukan oleh :

**WIDI ASTUTIK
D072191012**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji

Makassar, Februari 2022

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Eng. Ir. Irwan Setiawan, ST., MT

NIP. 19760602 200501 1 002

Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT

NIP. 19681005 199603 1 002

Mengetahui

Ketua Program Studi Magister Teknik Industri

Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT

NIP. 19681005 199603 1 002

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

SIMULASI PENINGKATAN KUALITAS SECARA KONTINU DENGAN METODE WASTE ASSESSMENT MODEL (WAM) DAN METODE DEMING CYCLE (PDCA) UNTUK MEREDUKSI PEMBOROSAN PADA PERUSAHAAN MANUFAKTUR TEPUNG TAPIOKA

SIMULATION OF CONTINUOUS QUALITY IMPROVEMENT USING WASTE ASSESSMENT MODEL (WAM) AND DEMING CYCLE (PDCA) METHODS TO REDUCE WASTE IN TAPIOCA STARCH MANUFACTURING COMPANY

Disusun dan Diajukan oleh :

WIDI ASTUTIK

D072191012

Telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal **17 Februari 2022**

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Komisi Penasehat

Pembimbing Utama

Dr. Eng. Ir. Irwan Setiawan, ST., MT

NIP. 19760602 200501 1 002

Pembimbing Pendamping

Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT

NIP. 19681005 199603 1 002



Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT

NIP. 19681005 199603 1 002



Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, MT

NIP. 19601231 198609 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Widi Astutik
NIM : D072191012
Program Studi : Teknik Industri
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul :

**SIMULASI PENINGKATAN KUALITAS SECARA KONTINU DENGAN
METODE WASTE ASSESSMENT MODEL (WAM) DAN METODE DEMING
CYCLE (PDCA) UNTUK MEREDUKSI PEMBOROSAN PADA
PERUSAHAAN MANUFAKTUR TEPUNG TAPIOKA**

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

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

Makassar, Februari 2022



Widi Astutik

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Tesis ini merupakan salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Industri Universitas Hasanuddin dengan beberapa syarat dan ketentuan yang telah diatur oleh Program Studi. Untuk itu penulis ingin menghanturkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah membantu selama proses penelitian hingga terselesainya tesis ini. Tesis ini berjudul **“SIMULASI PENINGKATAN KUALITAS SECARA KONTINU DENGAN METODE WASTE ASSESSMENT MODEL (WAM) DAN METODE DEMING CYCLE (PDCA) UNTUK MEREDUKSI PEMBOROSAN PADA PERUSAHAAN MANUFAKTUR TEPUNG TAPIOKA”**. Tak lupa juga penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tesis ini, terutama kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang senantiasa melindungi dan memberikan petunjuk dan kemudahan kepada penulis dalam menyelesaikan laporan tesis ini.
2. Bapak Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Dr. Sapta Asmal, ST., MT, selaku Ketua Program Pasca Sarjana Teknik Industri dan pembimbing II tesis yang telah banyak meluangkan waktu untuk senantiasa membimbing, mengarahkan, memberi saran dan motivasi kepada penulis sehingga tesis ini dapat terselesaikan.
4. Bapak Dr. Eng. Ir. Irwan Setiawan, ST., MT selaku pembimbing I tesis yang telah banyak meluangkan waktu untuk senantiasa membimbing, mengarahkan, memberi saran dan motivasi kepada penulis sehingga tesis ini dapat terselesaikan.
5. Terima kasih yang sebesar-besarnya untuk seluruh bapak/ibu dosen serta seluruh staff Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

6. Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan doa dan dukungan selama proses perkuliahan hingga penyusunan tesis ini dapat terselesaikan dengan baik.
7. Seluruh karyawan PT Nutrindo Bogarasa yang telah membantu dalam pengisian kuesioner dan membantu proses penelitian.
8. Bapak Muh. Amril Arief selaku atasan saya yang telah mendukung penulis untuk melanjutkan studi.
9. Bapak Firdaus F Minggu atas dukungannya selama penulis menyusun tesis.
10. Rekan – rekan magister Teknik Industri angkatan 2019 yang sudah berjuang bersama penulis selama menempuh pendidikan S2.
11. Rekan – rekan magister dari berbagai jurusan dan angkatan, terima kasih atas dukungan ilmu, diskusi dan support yang diberikan.
12. Semua pihak yang belum disebutkan, terima kasih atas dukungannya.

Penulis berharap tesis ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya. Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran demi penyempurnaan tesis ini. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Makassar, Februari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN TESIS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TESIS.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
ABSTRAK.....	xi
ABSTRACT.....	xii
BAB I <u>P</u> ENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 <u>T</u> INJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 7 Waste.....	5
2.2 7 Waste Relationship.....	8
2.3 <i>Waste Assessment Model (WAM)</i>	9
2.4 Metode PDCA.....	13
2.5 Penelitian Terdahulu.....	16
2.6 <i>Gap</i> Penelitian dan Kontribusi Penelitian.....	18
BAB 3 <u>M</u> ETODOLOGI PENELITIAN.....	22
3.1 Subjek Penelitian.....	22
3.2 Objek Penelitian.....	23
3.3 Jenis Data.....	23

3.4	<i>Flowchart</i> Penelitian	24
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		31
4.1	<i>Waste Assessment Method</i>	31
4.1.1	<i>Waste relationship matrix</i>	31
4.1.2	<i>Waste assessment questionnaire</i>	33
4.2	<i>Deming Cycle Method (PDCA)</i>	44
4.2.1	Langkah 1 (Mendefinisikan masalah dan menentukan tema perbaikan) 44	
4.2.2	Langkah 2 (Mencari semua penyebab yang mungkin).....	46
4.2.3	Langkah 3 (Menganalisis akar penyebab masalah)	49
4.2.4	Langkah 4. (Merencanakan tindakan perbaikan)	50
4.2.5	Langkah 5 (Melaksanakan perbaikan)	51
4.2.6	Langkah 6 (Mempelajari hasil-hasil perbaikan)	53
4.2.7	Langkah 7 (Menstandarisasikan solusi perbaikan)	56
4.2.8	Langkah 8. Membuat laporan akhir dan menentukan rencana perbaikan selanjutnya.....	57
BAB V PEMBAHASAN		58
5.1	<i>Waste Relationship Matrix</i>	58
5.2	<i>Waste Assessment Questionare</i>	59
5.3	<i>Deming Cycle Method (PDCA)</i>	61
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		65
6.1	Kesimpulan.....	65
6.2	Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA.....		67

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1 Data <i>lead time</i> pada area proses tepung tapioka periode Januari – Juni 2021	2
2.1 Enam Pertanyaan Hubungan antar <i>Waste</i>	10
2.2 Konversi nilai antar <i>waste</i>	11
2.3 Contoh <i>Waste Relationship Matrix</i>	11
2.4 Konversi Nilai WRM ke <i>Waste Matrix Value</i>	12
2.5 Contoh Hasil <i>Waste Matrix Value</i>	12
2.6 Contoh Hasil WAM.....	13
2.7 Gap penelitian	19
3.1 Pembagian Pertanyaan terhadap <i>expert</i> perusahaan	26
4.1 Pemetaan hubungan 7 <i>waste</i> departemen <i>engineering</i>	29
4.2 <i>Waste relationship matrix</i> departemen <i>engineering</i>	30
4.3 Hasil konversi <i>waste relationship matrix</i> departemen <i>engineering</i>	30
4.4 Bobot awal <i>waste relationship matrix</i> departemen <i>engineering</i>	31
4.5 Bobot awal berdasarkan jumlah pertanyaan (Ni) departemen <i>engineering</i>	33
4.6 Bobot <i>waste</i> berdasarkan kuesioner <i>waste assessment questionnaire</i> departemen <i>engineering</i>	36
4.7 Hasil penilaian <i>waste</i> departemen <i>engineering</i>	40
4.8 Data <i>six big loses</i> di area produksi periode Januari - Juni 2021	42
4.9 Data <i>six big loses</i> Technical Breakdown di area produksi periode Januari - Juni 2021	42
4.10 Data kerusakan <i>mechanical</i> periode Januari - Juni 2021	42
4.11 <i>Brainstroming</i> dengan 7M elemen-elemen proses	44
4.12 Rencana perbaikan dengan metode 5W+2H.....	47
4.13 Nilai evaluasi <i>skill</i> operator area 2	52
4.14 Harga <i>sparepart</i> perbaikan agitator <i>vacuum drum</i>	52
4.15 Harga <i>sparepart</i> RMC	52
4.16 Harga produk <i>loses</i>	53
4.17 Standarsasi dari perbaikan masalah.....	53
5.1 Konversi nilai antar <i>waste</i>	55
5.2 Rencana perbaikan kerusakan agitator <i>vacuum drum</i>	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 <i>Seven waste relationship</i>	9
2.2 Siklus PDCA (Plan-Do-Check-Act)	14
3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	22
3.2 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	24
4.1 Pemetaan hubungan antar <i>waste</i> departemen <i>engineering</i>	31
4.2 Proses Produksi	41
4.3 <i>Fishbone Diagram</i>	49
4.4 Shaft agitator patah	51
4.5 Alat pengirisan produk dari SS	51
4.6 <i>Shaft</i> agitator <i>stainless steel</i>	52
4.7 <i>Shaft</i> agitator <i>stainless steel</i>	52
4.8 Lengan <i>pneumatic</i> dan ayakan agitator tidak simestris	52
4.9 Lengan <i>pneumatic</i> dan ayakan agitator yang simestris	53
4.10 Sosialisasi prosedur kerja	53
4.11 <i>Loses</i> pati yang terbuang di bak limbah	57

ABSTRAK

SIMULASI PENINGKATAN KUALITAS SECARA KONTINU DENGAN METODE WASTE ASSESSMENT MODEL (WAM) DAN METODE *DEMING CYCLE* (PDCA) UNTUK MEREDUKSI PEMBOROSAN PADA PERUSAHAAN MANUFAKTUR TEPUNG TAPIOKA

Penelitian ini menjelaskan tentang pemborosan-pemborosan apa saja yang terjadi lingkungan kerja yaitu produksi yang berlebih, waktu tunggu, transportasi yang tidak perlu, proses yang berlebih, persediaan yang berlebih gerakan yang tidak perlu dan produk cacat. Perusahaan kehilangan kesempatan mengolah raw material sebanyak 46.395 kg dalam waktu 6 bulan. Tujuan dari penelitian ini adalah bagaimana mengidentifikasi waste kritis dan mengidentifikasi sumber penyebab waste yang terjadi di lingkungan kerja lalu kemudian mereduksi waste tersebut dengan metode WAM dan PDCA. Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi waste adalah waste assessment model (WAM). Waste assessment model terdiri dari 2 tahapan yaitu waste relationship matrix (WRM) dan waste assesment questionnaire (WAQ). Dari hasil waste assessment model akan diperoleh waste yang paling dominan terjadi di lingkungan kerja sehingga dapat diprioritaskan untuk diselesaikan dibandingkan waste yang timbul lainnya. Hasil dari penelitian ini diperoleh waste kritis dari 7 waste yaitu waste defect dengan persentasi sebesar 27,94% dan sumber penyebab waste adalah banyaknya frekuensi kerusakan pada mesin di area dewatering yaitu cacat pada mesin agitator vacuum drum. Dalam waktu triwulan waste sudah dapat di eliminasi sehingga dapat memaksimalkan proses produksi.

Kata kunci : *waste assessment model, deming cycle, reduce waste, continuous improvement, total quality management*

ABSTRACT

SIMULATION OF CONTINUOUS QUALITY IMPROVEMENT USING WASTE ASSESSMENT MODEL (WAM) AND DEMING CYCLE (PDCA) METHODS TO REDUCE WASTE IN TAPIOCA STARCH MANUFACTURING COMPANY

This study explains what waste occur in the work environment, namely overproduction, waiting, transportation, overprocessing, motion, and defect. The company lost the opportunity to process raw materials as much as 46,395 kg within 6 months. The goal of this study is how to identify critical waste and identify the source of waste that occurs in the work environment and then reduce the waste by WAM and PDCA methods. The method used to identify waste is the waste assessment model (WAM). The waste assessment model consists of 2 stages, namely, waste relationship matrix (WRM) and waste assessment questionnaire (WAQ). From the results of waste assessment models will be obtained the most dominant waste that occurs in the work environment so that it can be prioritized to be completed compared to other arising waste. The results of this study obtained critical waste from 7 waste, namely waste defect with a percentage of 27.94% and the source of waste is the frequency of damage to the machine in the dewatering area, namely defects in the vacuum drum agitator machine. Within the quarter waste can be eliminated so as to maximize the production process.

Keywords : waste assessment model, deming cycle, reduce waste, continuous improvement, total quality management

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Waste adalah segala jenis aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah pada proses perubahan input menjadi output. Pemborosan terdiri dari dua bentuk yaitu bentuk 1 dan bentuk 2. Bentuk 1 merupakan *waste* yang tidak memiliki nilai tambah tetapi aktivitas ini tidak dapat dihindarkan. Sedangkan bentuk 2 merupakan *waste* yang tidak memberi nilai tambah dan harus dihilangkan (Gaspersz dan Fontana, 2007). Karena adanya *waste* inilah yang dapat menurunkan kualitas dari sebuah produksi. Maka dari itu perlu digunakan metode *Lean* untuk mereduksi *waste* yang terjadi di lini produksi. Menurut Wocmack dkk (1990) dalam buku "*The machine that changed the world*" mendefinisikan *lean* selaku metodologi agar menyingkirkan pemborosan seluruh kegiatan yang tidak mempunyai nilai tambah serta pendekatan sistematis agar meningkatkan kinerja organisasi. Pemborosan yang diidentifikasi dalam *lean* mencakup inventaris, transportasi, menunggu, produksi yang berlebih, pemrosesan berlebih, pengerjaan ulang/ penolakan, serta gerakan yang tidak dibutuhkan. *Tools lean* meliputi 5S, Kanban, Poka Yoke, *Value Stream Mapping* (VSM), *Single Minute Exchange of Die* (SMED), *Cellular Manufacturing*, serta *Waste Assessment Model* (WAM). merupakan peralatan dasar *lean* (Bhamu & Sangwan, 2014).

Waste atau pemborosan juga terjadi pada perusahaan manufaktur yang memproduksi tepung tapioka. Tepung tapioka diperoleh dengan cara mengolah singkong dengan kadar pati dan rendemen tertentu. Proses pengolahannya pun melalui beberapa tahapan yaitu dimulai dari proses input RM, *washing, milling and rasping, extracting, refining, dewatering, drying* dan *packaging*. Pada proses pengolahannya ternyata sering ditemukan terjadi pemborosan (*waste*) pada lini produksinya. Berikut data pemborosan yang terjadi di lini produksi :

Tabel 1.1. Data *lead time* pada area proses tepung tapioka periode Januari – Juni 2021

Proses	Lead time (Menit)	Persentase
Pencucian (<i>Purifying</i>)	1055	14,48%
<i>Processing</i>	5960	81,78%
<i>Drying</i>	273	3,75%
Total	7288	100%

Sumber : Data SAP (2021)

Berdasarkan data *waste* diperusahaan yang akan diteliti, penerapan identifikasi 7 *waste* yang ada diperusahaan yang akan diteliti ternyata tidak menerapkan identifikasi masalah berdasarkan seluruh aspek 7 *waste* sehingga sasaran perbaikan tidak tepat/ utama maka peneliti mengusulkan untuk dilakukan penelitian terkait pengembangan metode PDCA dengan melakukan penentuan titik *waste* kritis dengan metode *Waste Assessment Model* (WAM) dahulu kemudian melakukan metode PDCA dalam menyusun penyelesaian atau perbaikan pada *waste* kritis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka perumusan masalah penelitian ini adalah :

1. Bagaimana menentukan pemborosan (*waste*) kritis yang terjadi di industri *manufacturing* tepung tapioka ?
2. Apakah penyebab terjadinya *waste* kritis yang terjadi di industri *manufacturing* tepung tapioka ?
3. Bagaimana mereduksi *waste* yang terjadi dengan *Waste Assessment Model* (WAM) dan metode *deming cycle* (PDCA) ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini yang ingin dicapai adalah sebagai berikut :

1. Menentukan *waste* kritis yang terjadi di industri *manufacturing* tepung tapioka.
2. Mengetahui sumber penyebab *waste* kritis yang terjadi di industri *manufacturing* tepung tapioka.
3. Mereduksi *waste* dengan metode *Waste Assessment Model* (WAM) dan metode *deming cycle* (PDCA).

1.4 Batasan Masalah

Batasan pada penelitian ini adalah penelitian ini fokus terhadap perhitungan pembobotan waste dengan tools WAM dan penelitian dilakukan pada industri *manufacturing* tepung tapioka khusus pada departemen yang memiliki waste yang paling tinggi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui waste kritis dari beberapa jenis waste yang terjadi sehingga dapat kita ketahui prioritas perbaikan.
2. Menambah pengetahuan mengenai penerapan model PDCA di perusahaan yang dapat digunakan untuk perbaikan terus menerus.

1.6 Sistematika Penulisan

Setiap bab pada penulisan laporan penelitian ini akan dijelaskan secara sistematis sesuai dengan urutan kegiatan yang dilakukan peneliti dalam menganalisis dan menyelesaikan permasalahan. Berikut sistematika penulisan yang digunakan :

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang dilakukannya penelitian mengenai identifikasi, analisis, dan evaluasi faktor-faktor risiko yang saling berhubungan, rumusan masalah yang diajukan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan dan asumsi penelitian serta sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi mengenai kajian pustaka yang didapatkan dari buku, paper dan jurnal yang berisi landasan konseptual dari penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti, meliputi landasan teori, konsep metode dan alat yang menjadi acuan dalam melakukan penelitian dan pengolahan data dan membantu dalam mengimplementasikan hasil penelitian yang diperoleh.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai *flowchart* dari metodologi penelitian beserta penjabaran dari *flowchart* tersebut.

BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab 4 akan dijelaskan dan diuraikan data-data yang telah dikumpulkan berkaitan dengan masalah-masalah *waste* yang terjadi pada industri. Selanjutnya akan dilakukan pengolahan sekaligus analisa data menggunakan *tools* WAM dan model PDCA. Kemudian diberikan usulan perbaikan pada area yang bermasalah.

BAB 5 PEMBAHASAN

Bab ini berisi mengenai hasil analisa dari pengolahan data yang dilakukan pada bab 4. Analisis yang dilakukan dapat membantu dalam penyusunan kesimpulan dan saran.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi rincian kesimpulan dan saran yang merupakan bab penutup yang berisi kesimpulan dari seluruh proses penelitian yang dilakukan untuk menjawab tujuan penelitian. Kemudian diberikan saran yang berisi tentang kelemahan penelitian serta peluang penelitian selanjutnya.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 7 Waste

Menurut Gaspersz & Fontana (2007) bahwa *waste* (pemborosan) merupakan segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah pada proses perubahan *input* menjadi *output*. Pemborosan terdiri dari dua bentuk yaitu bentuk 1 dan bentuk 2. Bentuk 1 merupakan *waste* yang tidak memiliki nilai tambah tetapi aktivitas ini tidak dapat dihindarkan. Sedangkan bentuk 2 merupakan *waste* yang tidak memberi nilai tambah dan harus dihilangkan.

Waste (pemborosan) dalam perusahaan utamanya pada proses produksi akan mempengaruhi produk yang dihasilkan oleh perusahaan tersebut. *Waste* berkaitan erat dengan resiko. Semakin banyak *waste* maka peluang resiko yang muncul juga semakin besar. Resiko merupakan fungsi dari ketidakpastian dan juga dampak dari suatu peristiwa (Singh, Garg, & Sharma, 2009). Kemudian Gaspersz (2007) membagi *waste* kedalam dua kategori, yaitu:

1. Tipe 1

Merupakan suatu aktivitas yang tidak menciptakan nilai tambah dalam proses transformasi input menjadi output sepanjang value stream, namun aktivitas itu belum bisa dihindarkan karena adanya beberapa alasan. Contoh dari *waste* tipe 1 adalah pengawasan terhadap orang harus masih tetap ada karena pendamping karyawan yang belum berpengalaman, serta inspeksi juga tetap dilakukan untuk mencegah kegagalan di proses lanjutan. Dalam jangka panjang, *waste* tipe 1 harus dapat dihilangkan atau setidaknya dikurangi. *Waste* tipe 1 disebut dengan *incidental work*.

2. Tipe 2

Merupakan aktivitas yang tidak menghasilkan nilai tambah dan dapat dihilangkan segera. Misalnya menghasilkan produk cacat (*defect*) atau melakukan kesalahan (*error*) yang harus dihilangkan segera. *Waste* tipe 2 biasa disebut dengan *waste* karena benar-benar merupakan pemborosan yang harus dapat diidentifikasi dan dihilangkan dengan segera.

Latar belakang lean didasarkan pada sejarah Jepang teknik manufaktur yang sekarang telah diterapkan di seluruh dunia dalam berbagai jenis industri. Setiap proses produksi memiliki beberapa perbedaan kegiatan. Kegiatan ini

dapat dengan mudah diklasifikasikan menjadi aktivitas nilai tambah (VA) dan non-nilai aktivitas tambahan (NVA). Kegiatan yang secara langsung menambah nilai produk atau pelanggan bersedia membayar adalah dianggap sebagai nilai tambah sedangkan kegiatan tidak memiliki dampak pada produk dan nilainya, disebut sebagai tidak bernilai kegiatan tambahan (Ali & Fahad, 2015). Dalam skala yang lebih luas, sampah dibagi menjadi tiga jenis sebagai berikut :

- a. Muda (Waste) - Kapasitas Melebihi Beban
- b. Muri (Irasionalitas) - Beban Melebihi Kapasitas
- c. Mura (Inkonsistensi) - Kedua kasus dapat terjadi

Teori Toyota Production System mengidentifikasi terdapat 7 pemborosan, yaitu :

- a. Overproduction (produksi berlebih)

Overproduction merupakan *waste* yang terjadi karena produksi yang berlebih dan tidak melebihi permintaan konsumen (Hines & Taylor, 2000). Apabila *overproduction* terjadi maka dapat menyebabkan tambahan berbagai macam jenis, yaitu usaha penanganan bahan, tempat untuk menyimpan persediaan, tenaga untuk memantau persediaan, dokumen dan lain-lain. *Overproduction* juga bisa menyebabkan biaya materai dan upah pekerja naik apabila proses produksi dikerjakan sebelum waktunya.

- b. Waiting (waktu menunggu)

Waiting merupakan pemborosan karena menunggu untuk proses berikutnya. Bentuk *waiting* bisa berupa barang *work in process* (WIP) yang tertunda untuk masuk proses selanjutnya, *lost machine availability*, *people wait on machinery* dan menunggu kedatangan material, informasi, peralatan, maupun perlengkapan. *Waiting* dapat mengakibatkan terjadinya *bottlenecks*, *lead time* menjadi lama, dan waktu pengiriman (*delivery time*) terganggu.

- c. Transportation (transportasi yang tidak perlu)

Transportation berkaitan dengan transportasi yang digunakan dalam proses pemindahan bahan atau barang jadi. Proses transportasi dapat menggunakan *forklift* maupun *conveyor* dari stasiun kerja satu ke yang lain. Transportasi merupakan kegiatan yang penting, namun dapat menjadi *waste* apabila berlebihan dan tidak efisien. Misalnya jarak tempuh atau jarak pemindahan barang terlalu jauh sehingga mengakibatkan waktu produksi meningkat.

d. *Overprocessing*

Overprocessing merupakan *waste* yang terjadi ketika metode kerja atau urutan kerja (proses) yang digunakan dirasa kurang baik dan fleksibel. Hal ini dapat disebabkan karena proses yang ada belum standar. *Overprocessing* dapat mengakibatkan pemakaian *resource* yang tidak efisien pada waktu produksi.

e. Inventory (Persediaan berlebih)

Bentuk *waste* ini bisa berkaitan dengan persediaan material, barang *work in process* (WIP), maupun *finish good*. *Waste* ini dapat menjadi menambah pengeluaran karena barang dalam *inventory* belum menghasilkan pemasukan, baik oleh produsen maupun untuk konsumen. *Inventory* membutuhkan *space* yang lebih, dan *extra resource*. *Waste* ini menyebabkan munculnya masalah *shortages*, *defects* menjadi tersembunyi atau sulit teridentifikasi, dan lama kelamaan produk bisa rusak selama *inventory*, sehingga waktu pemasaran menuju kadaluwarsa menjadi pendek.

f. Motion (Gerakan yang tidak perlu)

Motion adalah pergerakan yang kurang perlu yang dilakukan operator. *Waste* ini memperlambat proses sehingga *lead time* menjadi lebih panjang. Bentuk *motion* berupa gerakan individu (*operator*, *foreman* dan orang-orang yang berhubungan langsung dengan produksi) atau peralatan yang berlebihan. *Motion* dapat mengakibatkan aliran produksi terganggu, waktu produksi meningkat, *lead time* produksi bertambah, dan bahkan dapat mengakibatkan kecelakaan kerja.

g. Defect (produk cacat)

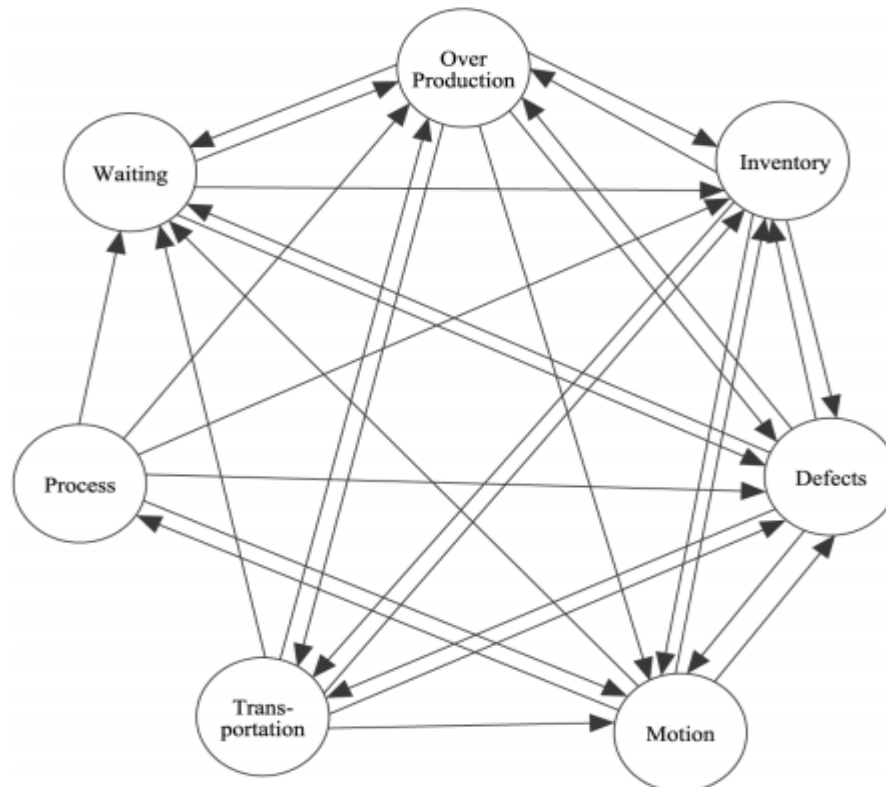
Defects adalah produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi atau standar yang telah ditentukan. Hal ini dapat menyebabkan pengulangan proses produksi, sehingga proses tidak efisien dan kurang efektif. Selain itu, munculnya *defect* dapat meningkatkan komplain dari konsumen dan inspeksi level yang sangat tinggi. *Defects* dapat mengakibatkan *cost* bertambah, jadwal produksi terganggu, pemakaian *resource* tidak efisien, dan kepercayaan konsumen berkurang (Ohno, 1988).

Menurut Arunagiri & Gnanavelbabu (2014), 30 alat lean digunakan dalam pengurangan non value added adalah 5S, OEE, Metode 8 langkah Practical Problem Solving (PPS), Analisis Pareto, Eliminasi Pemborosan, Kaizen, Pengurangan Waktu Setup, Pemetaan Proses, Aliran Nilai Pemetaan (VSM), Kaizen, Bagan SPC / Kontrol, 5 why, Otonomi, Peningkatan Berkelanjutan, Aliran

Berkelanjutan, Kontrol Visual, Desain untuk Six Sigma (DFSS), Manufaktur Seluler , Leveling Produksi, KANBAN / Line Balancing, VOC (Suara Pelanggan), Jidoka, ANOVA, Work Standardisasi , Penyederhanaan Kerja , Diagram Fishbone, Six Sigma , Takt Time , QFD dan Poke Yoke / kesalahan pemeriksaan. Dari 30 alat ini, alat lean berdampak tinggi dapat ditemukan dengan menggunakan metode weighted average. Setiap alat yang disebutkan di atas memiliki beberapa dampak, tetapi penggunaan dan fleksibilitas tergantung pada jenis industri, sifat pekerjaan dan sistem produksi yang ada.

2.2 7 Waste Relationship

Menurut Rawabdeh (2005) bahwa 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 (Rawabdeh, 2005). Berikut merupakan hubungan antar waste menurut Rawabdeh :



Gambar 2.1 *Seven Waste Relationship*

Sumber : Jurnal Rawabdeh, 2005

Menurut Rawabdeh (2005), *waste overproduction* dan *defect* merupakan *waste* yang memberikan *impact* paling *significant* terhadap jenis *waste* yang lain. Sedangkan *waste* yang paling banyak dipengaruhi oleh *waste* yang lain adalah *waste inventory*. Disisi lain, *waste* yang paling sedikit mendapat pengaruh adalah *waste overprocessing* karena tidak berhubungan dengan *material* atau operator.

2.3 Waste Assessment Model (WAM)

Waste Assessment Model (WAM) terdiri dari *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ). WAM ini memiliki model berupa *matrix* yang cukup sederhana dan didukung dengan kuesioner yang dapat mencakup banyak hal sehingga mampu mencapai hasil yang optimal dan akurat dalam proses identifikasi *waste* (Rawabdeh, 2005). Penerapan WAM sebagai salah satu *tool lean* melibatkan pihak *top management* untuk menjawab pertanyaan dari kuesioner yang telah disediakan. Hasil kuesioner akan dikonversi ke dalam bentuk angka sehingga dapat dilakukan pembobotan dan dapat diketahui hubungan antar *seven waste*.

Waste Relationship Matrix (WRM) dilakukan dengan mengidentifikasi terlebih dahulu bentuk utama dari *waste* yang terjadi di pabrik secara umum. Setelah ini, setiap *waste* dihubungkan satu sama lain dengan *waste* untuk membangun hubungan antara *waste* (Ali & Fahad, 2015). *Waste Relationship Matrix* (WRM) memiliki 6 pertanyaan untuk setiap hubungan antar *waste* yang ditunjukkan pada tabel 2.1. Hubungan antar *waste* berjumlah sebanyak 31 seperti yang terlihat pada gambar 2.1. Dalam WRM dilakukan penyebaran kuesioner yang berupa pertanyaan-pertanyaan. Jawaban dari setiap pertanyaan memiliki bobot yang didefinisikan dalam bentuk angka, namun kemudian dikonversi ke dalam simbol huruf. Hasil yang diperoleh melalui konversi ini dicantumkan dalam sebuah *matrix from to chart* yang mana isinya berupa huruf. *Matrix* pada WRM, bagian baris (*From*) menunjukkan pengaruh yang terjadi pada satu *waste* terhadap *waste* yang lainnya. Sedangkan untuk kolom-kolomnya (*To*) berfungsi untuk menunjukkan *waste* yang terpengaruh oleh *waste* yang lainnya (Rawabdeh, 2005).

Tabel 2.1 Enam Pertanyaan Hubungan antar Waste

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah i menghasilkan j	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Bagaimanakah jenis hubungan antara i dan j	a. Jika i naik maka j naik b. Jika i naik maka j tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3	Dampak terhadap j karena i	a. Tampak secara langsung & jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0
4	Menghasilkan dampak i terhadap j dapat dicapai dengan cara ...	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5	Dampak i terhadap j terutama mempengaruhi ...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan <i>lead time</i> f. Produktifitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Sebesar apa dampak i terhadap j akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0

Sumber : Jurnal Rawabdeh, 2005

Dari tabel 2.1 didapatkan jawaban dengan skor minimal 0 dan maksimal 4. Dari jawaban ini maka dapat ditentukan hubungan antar waste. Dari keseluruhan skor yang diperoleh selanjutnya dijumlahkan agar diperoleh bobot waste yang paling berpengaruh berdasarkan hubungan antar waste. Seperti

pada penelitian yang dilakukan oleh Atok Irawan, 2021 menggunakan kriteria pembobotan diatas untuk mengetahui hubungan antar *waste*.

Keseluruhan nilai tersebut kemudian dikonversi ke dalam simbol huruf seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Konversi nilai antar *waste*

Range	Type of Relationship	Symbol
17-20	<i>Absolutely necessary</i>	A
13-16	<i>Especialy 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 relationship</i>	X

Sumber : Jurnal Rawabdeh, 2005

Tabel 2.2 menunjukkan kekuatan hubungan antar *waste*. Hasil nilai konversi kemudian dimasukkan pada *matrix* sehingga didapatkan *waste relationship matrix*, adapun contohnya ditunjukkan pada tabel 2.3 berikut.

Tabel 2. 3 Contoh *Waste Relationship Matrix*

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

Sumber : Jurnal Rawabdeh, 2005

Setelah didapatkan hasil konversi seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.3 selanjutnya dilakukan konversi nilai tiap simbol ke dalam angka untuk didapatkan *waste matrix value*. Tabel 2.4 merupakan nilai konversi *relationship waste*. Setelah dikonversi maka didapatkan *waste matrix value* seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.5.

Tabel 2. 4 Konversi Nilai WRM ke *Waste Matrix Value*

Kategori	Nilai
X	0
U	2
O	4
I	6
E	8
A	10

Sumber : Jurnal Rawabdeh, 2005

Tabel 2. 5 Contoh Hasil *Waste Matrix Value*

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Skor (%)
O	10	8	6	6	8	0	6	17.6
I	8	10	6	8	8	0	0	16.0
D	6	6	10	6	8	0	8	17.6
M	0	4	4	10	0	6	4	11.2
T	4	4	4	6	10	0	4	12.8
P	4	4	8	6	0	10	6	15.2
W	4	4	6	0	0	0	10	9.6
Skor (%)	14.4	16	17.6	16.8	13.6	6.4	15.2	100

Sumber : Jurnal Rawabdeh, 2005

WAQ (*Waste Assessment Questionare*) memiliki 68 pertanyaan yang meliputi beberapa kategori antara lain *man*, *machine*, *method* dan *material*. Pertanyaan antar kategori berbeda-beda dimana setiap pertanyaan menunjukkan suatu aktivitas yang mengarah pada jenis *waste* tertentu. Di samping memiliki kategori, WAQ juga memiliki tipe yaitu "*From*" dan "*To*". Dimana *From* merupakan *waste* yang dapat menyebabkan munculnya *waste* lain yang mengacu pada WRM. Sedangkan "*To*" merupakan jenis *waste* yang muncul yang mungkin disebabkan karena jenis *waste* lainnya. Di dalam WAQ setiap pertanyaan memiliki tiga jawaban dan setiap jawaban memiliki bobot yaitu 1, 0.5 atau 0. Setelah dilakukan *assessment* pada WAQ maka dapat diperoleh hasil akhir dari *tools* WAM. Contoh *matrix* WAM ditunjukkan pada tabel 2.6 berikut.

Tabel 2. 6 Contoh Hasil WAM

	O	I	D	M	T	P	W
Score	0.11	0.13	0.18	0.26	0.17	0.39	0.15
Pj Factor	228.48	250.24	295.68	206.72	144	92.14	206.08
Final result (Yjfinal)	25.76	31.94	52.10	53.12	24.23	36.12	31.12
Final Result (%)	10.1	12.6	20.5	20.9	9.5	14.2	12.3
Rank	6	4	2	1	7	3	5

Sumber : Jurnal Rawabdeh, 2005

2.4 Metode PDCA

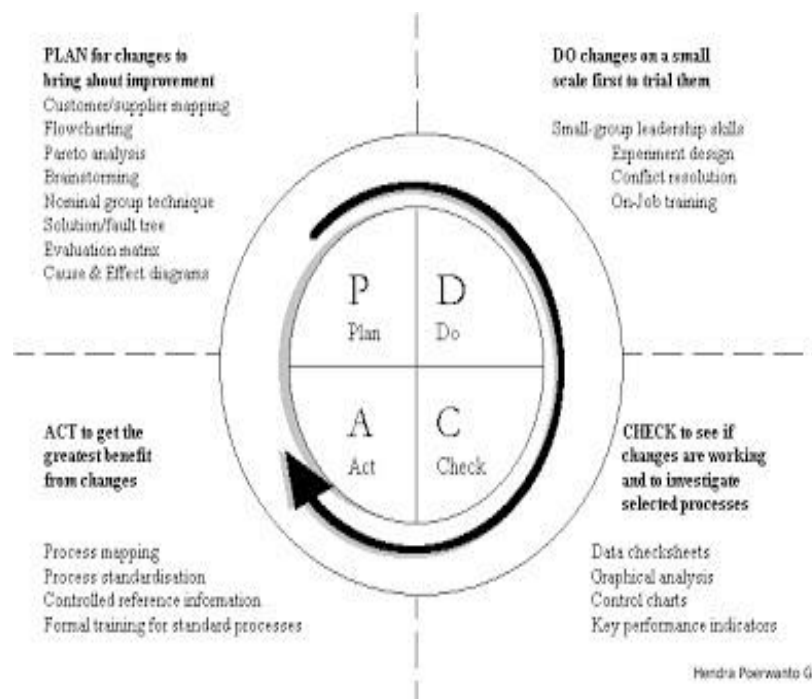
Langkah pertama kaizen adalah menerapkan siklus PDCA (*plan, do, check, action*) sebagai sarana untuk memastikan kelangsungan kaizen. Hal ini berguna dalam mewujudkan kebijakan untuk memelihara dan meningkatkan atau meningkatkan standar. Siklus ini merupakan konsep terpenting dari proses kaizen. Konsep siklus PDCA pertama kali diperkenalkan oleh Walter Shewhart pada tahun 1930 yang disebut dengan "Shewhart Cycle". PDCA adalah singkatan dari bahasa Inggris dari *plan, do, check, action* (*plan, work, check, follow-up*), adalah proses pemecahan masalah interaktif empat langkah yang biasa digunakan dalam pengendalian kualitas. Selanjutnya konsep ini dikembangkan oleh Dr. Walter Edwards Deming yang kemudian dikenal dengan sebutan "The Deming Wheel". Cara ini dipopulerkan oleh W. Edwards Deming yang sering dianggap sebagai bapak quality control modern sehingga sering disebut siklus Deming. Deming sendiri selalu menyebut metode ini sebagai siklus Shewhart, dari nama Walter A. Shewhart yang sering dianggap sebagai bapak kontrol kualitas statis (Nugroho et al., 2017)

Menurut Gasperz (2012), banyak yang menganggap bahwa Deming adalah bapak dari gerakan *total quality management*. Deming mencatat kesuksesan dalam memimpin revolusi kualitas di Jepang, yaitu dengan memperkenalkan penggunaan teknik pemecahan masalah dan pengendalian proses statistik (*statistical proses control=SPC*). Atas jasanya yang besar bagi industri di Jepang, maka setiap tahun diberikan penghargaan bernama *Deming Prize* kepada setiap perusahaan yang berprestasi dalam hal kualitas. *Deming prize* sendiri terbagi dalam dua kategori, yaitu "Hadiah Deming" bagi individu

yang berjasa dalam pengendalian kualitas dan metode statistika Jepang serta *Deming Application Prize* yang diberikan kepada perusahaan yang melaksanakan dengan baik pengendalian kualitas perusahaannya dan pengendalian mutu statistiknya.

Deming menganjurkan penggunaan SPC (yang dikembangkan pertama kali oleh Shewhart) agar perusahaan dapat membedakan penyebab sistematis dan penyebab khusus dalam menangani kualitas. Ia berkeyakinan bahwa perbedaan atau variasi merupakan suatu fakta yang tidak dapat dihindari dalam kehidupan industri. Kontribusi utama yang membuatnya terkenal adalah *Deming cycle*, *Deming Fourteen Points*, dan *Seven Deadly Diseases*.

Siklus deming ini dikembangkan untuk menghubungkan antara operasi dengan kebutuhan pelanggan dan memfokuskan sumber daya semua bagian dalam perusahaan (riset, desain, operasi dan pemasaran) secara terpadu dan sinergi untuk memenuhi kebutuhan pelanggan (Ross, 1994:237). Siklus deming adalah model perbaikan berkesinambungan yang dikembangkan oleh W. Edward Deming yang terdiri atas 4 komponen utama secara berurutan seperti gambar 2.1 dibawah ini



Gambar 2.2 Siklus PDCA (Plan-Do-Check-Act)
Sumber : Vincent Gaspersz, 2012

Penjelasan dari setiap siklus PDCA tersebut adalah sebagai berikut :

1. Mengembangkan rencana perbaikan (*plan*)

Ini merupakan langkah setelah dilakukan pengujian ide perbaikan masalah. Rencana perbaikan disusun berdasarkan prinsip 5-W (*what, why, who, when* dan *where*) dan 1H (*how*), yang dibuat secara jelas dan terinci serta menetapkan sasaran dan target yang harus dicapai. Dalam menetapkan sasaran dan target harus dengan memerhatikan prinsip SMART (*specific, measurable, attainable, reasonable, dan time*).

2. Melaksanakan rencana (*do*)

Rencana yang telah disusun diimplementasikan secara bertahap, mulai dari skala kecil dan pembagian tugas secara merata sesuai dengan kapasitas dan kemampuan dari setiap personil. Selama dalam melaksanakan rencana harus dilakukan pengendalian, yaitu mengupayakan agar seluruh rencana dilaksanakan dengan sebaik mungkin agar sasaran dapat dicapai.

3. Memeriksa atau meneliti hasil yang dicapai (*check* dan *study*)

Memeriksa atau meneliti merujuk pada penetapan apakah pelaksanaannya berada dalam jalur, sesuai dengan rencana dan memantau kemajuan perbaikan yang direncanakan. Alat atau piranti yang dapat digunakan dalam memeriksa adalah pareto diagram, histogram, dan diagram kontrol.

4. Melakukan tindakan penyesuaian bila diperlukan (*action*)

Penyesuaian dilakukan bila dianggap perlu, yang didasarkan hasil analisis diatas. Penyesuaian berkaitan dengan standarisasi prosedur baru guna menghindari timbulnya kembali masalah yang sama atau menetapkan sasaran baru bagi perbaikan berikutnya.

Siklus PDCA tersebut berputar secara berkesinambungan, segera setelah suatu perbaikan dicapai, keadaan tersebut dapat memberikan inspirasi untuk perbaikan selanjutnya. Oleh karenanya, manajemen harus secara terus-menerus merumuskan sasaran terus-menerus merumuskan sasaran dan target-target perbaikan baru (Gaspersz, 2012).

Berkaitan dengan peningkatan kinerja terus menerus. Berkaitan dengan peningkatan kinerja terus-menerus, kita dapat menggunakan pendekatan “Delapan Langkah Tujuh Alat” yang sering disebut sebagai DELTA. Delapan langkah dan Tujuh Alat (DELTA) dalam solusi masalah kinerja PQCSME (*productivity, quality, cost, safety and service, delivery, morale, environment*) yang

telah umum dikenal, sangat bermanfaat bagi pemula yang terlibat dalam proses peningkatan kinerja (*productivity, quality, cost, safety and service, delivery, morale, environment*) perusahaan (Gaspersz, 2012).

Delapan langkah itu adalah :

Langkah 1. Mendefinisikan masalah dan menentukan tema perbaikan

Langkah 2. Mencari semua penyebab yang mungkin

Langkah 3. Menganalisis akar penyebab masalah

Langkah 4. Merencanakan tindakan perbaikan

Langkah 5. Melaksanakan perbaikan

Langkah 6. Mempelajari hasil-hasil perbaikan

Langkah 7. Menstandarisasikan solusi dan praktek-praktek terbaik

Langkah 8. Membuat laporan akhir dan menentukan rencana perbaikan berikutnya

Delapan langkah diatas dapat ditunjukkan melalui siklus peningkatan terus menerus yang dikenal sebagai siklus Deming (PDCA atau PDSA)

2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai implementasi peningkatan kualitas secara kontinu atau *lean* dan pemanfaatan *tools lean* diperusahaan telah banyak dibahas dan dilakukan dalam berbagai bidang guna untuk menurunkan *waste*. Review literature ini untuk melihat perbedaan atau gap dari penelitian terdahulu dan penelitian yang akan dilakukan saat ini serta melihat kontribusi dari penelitian yang akan dilakukan.]

Rawabdeh (2014) meneliti *waste* di lingkungan kerja dan mengusulkan sebuah metode untuk penilaian yang bertujuan untuk membantu perusahaan untuk mengidentifikasi akar penyebab *waste* dengan *waste assessment model*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *waste over production* dan *defect waste* memiliki dampak paling signifikan dari semua jenis *waste* lainnya. Namun *waste inventory* diketahui sangat berpengaruh bagi semua *waste* kecuali *over processing waste* yang paling sedikit memberikan pengaruh dari *waste* lainnya.

Arunagiri dan Gnanavelbabu (2014) mencari alat *lean* yang paling berpengaruh pada 91 industri mobil dengan melakukan survey menggunakan kuesioner *waste assessment model*, perankingan dan *weighted average method*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 5 alat *lean* terbaik dari 30 alat yang dianalisa. Alat tersebut yaitu 5S, *overall equipment effectiveness*, pareto diagram, 8 langkah metodologi problem solving dan *elimination waste* yang memiliki dampak positif terhadap produktivitas industri mobil.

Ali *et al*, (2015) melakukan identifikasi berbagai jenis *waste* di bagian pengemasan dari berbagai pabrik berteknologi tinggi. Metode *waste assessment model*, *value stream mapping*, *line balancing* dan 5S untuk upaya perbaikan berkelanjutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa matriks penilaian limbah dapat diterapkan dengan baik di pabrik yang memproduksi besar. Tidak hanya waktu tunggu dan tenaga kerja yang berkurang tetapi ketersediaan dan kinerja pabrik juga dapat ditingkatkan.

Prashar (2017) mengoptimalkan efisiensi energi yang mengoptimalkan pada peningkatan teknologi pada operasional dan tidak memiliki pendekatan strategis dengan metode PDCA dan sistem manajemen energi (EnMS). Analisis menunjukkan 35% pengurangan spesifik konsumsi energi (SEC) dari salah satu sistem *vacuum* mesin kertas dengan penerapan sistem manajemen energi untuk optimasi *vacuum* menghemat energi tahunan sebesar 0,3 GJ/t.

Roriz *et al*, (2017) melakukan perbaikan kualitas secara kontinu pada proses produksi dengan menggunakan *tools* pareto, *fishbone* diagram, OEE, SMED, 5S dan visual management. Hasil penelitian diperoleh pengurangan waktu setup sebesar 47%.

Nugroho *et al*, (2017) menguji dan menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan munculnya cacat pada *coil spring*. Faktor-faktor yang menyebabkan kecacatan dianalisis dengan metode PDCA dan *yield management*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor utama yang menyebabkan kecacatan produk stainless steel adalah cacat wavy dan cacat curve up.

Zedadra *et al*, (2019) mengembangkan sistem keselamatan precursor peledak yang menerapkan sistem keselamatan dan minimalisir esensial dengan metode PDCA. Terbukti dengan metode ini dapat digunakan untuk membuat program keselamatan yang baik dengan kepatuhan peraturan keselamatan minimum.

Pranay sureshbhai dan Tushar N (2020) mengidentifikasi dan mengevaluasi indikator dari *sustainable lean six sigma* yang belum pernah

dieksplorasi dalam organisasi manufaktur. Peneliti menggunakan metode *fuzzy dematel* untuk mengetahui indikator pendukung yang paling berpengaruh. Hasil dari penelitian ini yaitu indikator yang paling berpengaruh adalah dukungan dan komitmen dari manajemen puncak (SF2); sistem manajemen lingkungan (GSF1); budaya organisasi, perubahan dan perbaikan (SF1); peningkatan pasar (EF4) dan kesiapan organisasi untuk menerapkan SLSS (OF2).

Zedadra *et al*, (2020) melakukan penilaian risiko terhadap implementasi lean manufacturing di perusahaan dengan *fuzzy nominal group* (NGM) dan *Vikor method*. Hasil penelitian menunjukkan faktor risiko yang paling banyak terjadi adalah pelanggan mengubah jadwal pasokan (RF9), biaya Tenaga Kerja Besar (RF13), dan Kurangnya tanggung jawab di antara karyawan (RF1). Sedangkan faktor risiko yang paling sedikit terjadi adalah prosedur operasi yang tidak tepat (RF4) dan kurangnya kompetensi pekerja (RF10).

Penelitian yang akan dilakukan saat ini bertujuan untuk mengetahui waste atau pemborosan apa saja yang terjadi di area kerja dan mengidentifikasi waste yang paling kritis/ paling signifikan dari 7 waste yang terjadi serta merumuskan strategi perbaikan pada waste yang terjadi. Dengan menggunakan kuesioner survei *waste assessment model* yang akan menunjukkan beberapa waste yang terjadi kemudian merumuskan perbaikan pada waste yang paling signifikan/ kritis dengan metode *deming cycle* (PDCA) sehingga dapat mengimplementasikan *lean* dan meningkatkan kualitas produk/proses secara berkesinambungan.

2.6 Gap Penelitian dan Kontribusi Penelitian

Berdasarkan tabel diatas maka dapat ditunjukkan beberapa perbedaan dari jurnal penelitian di atas untuk melihat adanya *gap* penelitian. Tabel dibawah ini menunjukkan adanya *gap* penelitian. Penelitian sebelumnya hanya menggunakan matriks dari *waste assessment matrix* (WAM) saja namun pada penelitian yang saya lakukan menggabungkan kedua model dari metode *waste assessment model* yaitu menggunakan matriks dan kuesioner sehingga dapat mengetahui waste kritis serta menggunakan metode *deming cycle* (PDCA) sehingga perbaikan tepat sasaran.

Tabel 2.7 Gap penelitian

No	Peneliti dan Tahun	Objek Penelitian	Tahapan Analisa				Tools Lean
			Identifikasi	Assessment	Evaluasi	Rekomendasi Perbaikan	
1	Pranay Sureshbhai Parmar & Tushar N. Desai (2020)	Komponen kelistrikan	Ada	Ada	Ada	Tidak ada	- MCDM (Pengambilan Keputusan Multi Kriteria) - Fuzzy DEMATEL
2	R.K.A. Bhalaji, S. Bathrinath & S. Saravanasankar (2020)	Peralatan medis	Ada	Ada	Ada	Tidak ada	- <i>Fuzzy nominal group method</i> (NGM) - <i>VIKOR method</i>
3	Zedadra et al. (2019)	Bahan peledak	Ada	Tidak ada	Ada	Ada	- PDCA
4	(Nugroho et al., 2017)	Stainless steel	Ada	Tidak ada	Ada	Ada	- Metode PDCA - <i>Yield Management</i>

Tabel 2.7 Gap penelitian

No	Peneliti dan Tahun	Objek Penelitian	Tahapan Analisa				Tools Lean
			Identifikasi	Assessment	Evaluasi	Rekomendasi Perbaikan	
5	(Prashar, 2017)	Pabrik kertas	Ada	Tidak ada	Ada	Ada	- PDCA
6	Roriz et al. (2017)	Manufaktur karton	Ada	Ada	Ada	Ada	- <i>Fishbone diagram</i> - OEE - SMED - 5S - <i>Visual management</i>
7	Ali, Jaweed, & Fahad (2015)	Pabrik berteknologi tinggi pada bagian pengemasan	Ada	Ada	Ada	Ada	- <i>Waste Assessment Model (WAM)</i> - <i>Value steam mapping (VSM)</i> - <i>line balancing</i> -5S
8	(Arunagiri & Gnanavelbabu, 2014)	Industri mobil.	Ada	Ada	Ada	Ada	- WAM - <i>Weighted Average Method</i>

Tabel 2.7 Gap penelitian

No	Peneliti dan Tahun	Objek Penelitian	Tahapan Analisa				Tools Lean
			Identifikasi	Assessment	Evaluasi	Rekomendasi Perbaikan	
9	Ibrahim A. Rawabdeh (2005)	<i>Steel Furniture</i>	Ada	Ada	Tidak ada	Tidak ada	- <i>Waste Assessment Model (WAM)</i>
10	Penelitian saat ini (2021)	Tapioka	Ada	Ada	Ada	Ada	- WAM - PDCA