

SKRIPSI

**PENERAPAN *LEAN SIX SIGMA* UNTUK MENGURANGI PEMBOROSAN
(*WASTE*) *DEFECT* PADA *AMMONIUM NITRATE (AN) PRILLED PRODUCT*
(Studi Kasus PT. ABC)**

Disusun dan diajukan oleh:

RHIFQI ADHITYA KHAIRIL

D071191037



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2024



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PENERAPAN *LEAN SIX SIGMA* UNTUK MENGURANGI PEMBOROSAN
(*WASTE*) *DEFECT* PADA *AMMONIUM NITRATE (AN) PRILLED PRODUCT*
(Studi Kasus PT. ABC)**

Disusun dan diajukan oleh

**RHIFQI ADHITYA KHAIRIL
D071191037**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian
Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 11 September 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



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

Pembimbing Pendamping,



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

Ketua Program Studi,



Ir. Kifayah Amar, S.T., M.Sc., Ph.D, IPU
NIP19740621 200604 2 001



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rhifqi Adhitya Khairil
NIM : D071191037
Program Studi : Teknik Industri
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

PENERAPAN LEAN SIX SIGMA UNTUK MENGURANGI PEMBOROSAN (WASTE) DEFECT PADA AMMONIUM NITRATE (AN) PRILLED PRODUCT

(Studi Kasus PT. ABC)

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 penerbitannya. Oleh karena itu, semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan mempertanggungjawabkan segala risiko.

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 September 2024

Yang Menyatakan



Rhifqi Adhitya Khairil
NIM. D071191037



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis penjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah melimpahkan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul “Penerapan *Lean Six Sigma* Untuk Mengurangi Pemborosan (*Waste*) *Defect* Pada *Ammonium Nitrate (AN) Prilled Product*” dengan baik dan tepat waktu.

Laporan Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana pada program studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Laporan Skripsi ini dapat penulis selesaikan tidak terlepas dari bimbingan serta bantuan yang penulis dapatkan dari berbagai pihak sehingga pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih semua pihak yang telah mendorong dan membantu terwujudnya Laporan Skripsi ini. 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 Khairil Usman dan Ibunda hajrah, serta 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., IPU, 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.



Ibu Ir. Kifayah Amar, ST., M.Sc., Ph.D., IPU selaku penguji I dan Bapak Dr. Eng. Ir. Irwan Setiawan, 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 PT ABC 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*

Pada dasarnya kami menyadari dalam penulisan Laporan Skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan kesaahan di dalamnya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna menyempurnakan laporan ini. Akhir kata, semoga Laporan Skripsi ini dapat menambah pengetahuan dan pemahaman bagi pembaca.

Gowa, 10 Maret 2022

Penulis



ABSTRAK

RHIFQI ADHITYA KHAIRIL. Penerapan *Lean Six Sigma* Untuk Mengurangi Pemborosan (*Waste Defect*) Pada *Ammonium Ntrate (AN) Prilled Product* (Studi Kasus :PT ABC) (dibimbing oleh Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT., IPU dan Ibu Ir. A. Besse Riyani Indah, ST., MT., IPM)

PT. ABC merupakan suatu badan usaha gabungan yang kepemilikan sahamnya saat ini dimiliki oleh ORICA (Australia) sebesar 49% dan Armindo (Indonesia) sebesar 51%. Untuk mengoptimalkan sistem produksi dan mengurangi *waste* yang mempengaruhi produktivitas dan efisiensi usaha, perlu dilakukan identifikasi *waste* menggunakan metode *Borda* dan perbaikan sistem produksi menggunakan DMAIC. Metode *Borda* dapat mengidentifikasi seven *waste* dari hasil wawancara menggunakan Kuesioner. Adapun pada metode DMAIC dapat mengidentifikasi *waste*, menentukan *Critical To Quality* (CTQ), menganalisis penyebab *waste*, Melakukan Evaluasi pada sistem produksi dan melakukan pengendalian kualitas produk.

Hasil dari penelitian ini adalah hasil identifikasi dan urutan *waste* berdasarkan *Critical To Quality* (CTQ) yang terjadi yaitu *Friability* sebesar 3274,2 ton, *Bulk Density* sebesar 1454,4 ton, *Coating Agent* sebesar 368,4 ton, *Moisture* sebesar 170 ton, dan *Oil Absorption* sebesar 0 ton. Berdasarkan analisis penyebab *waste* menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA) terdapat 24 penyebab terjadinya *waste* dengan total kategori *measurement* sebesar 17, *machine* sebesar 5, dan *method* sebesar 2. Berdasarkan nilai RPN dari hasil metode FMEA, didapatkan Poin RPN tertinggi yaitu *Friability* sebesar 12 RPN pada *Measurement: Setingan Temperature* dan vakum kerendahan serta *Machine: Kualitas Steam* kurang baik sedangkan Poin RPN terendah yaitu *Moisture* sebesar 2 RPN pada *Method: Resep pembuatan Internal Additive* yang kurang sesuai, *Measurement: Setingan Blower* yang lebih tinggi, dan *Machine: Penumpukan Debu AN pada coil dryer air heater*.

Kata Kunci: *Waste*, Metode *Borda*, DMAIC, *Fault Tree Analysis* (FTA), *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA), *Risk Priority Number* (RPN)



ABSTRACT

RHIFQI ADHITYA KHAIRIL. *Implementation of Lean Six Sigma to Reduce Defect Waste in Ammonium Nitrate (AN) Prilled Products (Case Study: PT ABC) (supervised by Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT., IPM and. Ir. A. Besse Riyani Indah, ST., MT., IPM)*

PT. ABC is a joint venture with current share ownership held by ORICA (Australia) at 49% and Armindo (Indonesia) at 51%. To optimize the production system and reduce waste that affects productivity and business efficiency, it is necessary to identify waste using the Borda method and improve the production system using DMAIC. The Borda method can identify seven types of waste from interview results using a questionnaire. As for the DMAIC method, it can identify waste, determine the Critical To Quality (CTQ), analyze the causes of waste, evaluate the production system, and control product quality.

The results of this study are the identification and ranking of waste based on Critical To Quality (CTQ), which are Friability at 3274.2 tons, Bulk Density at 1454.4 tons, Coating Agent at 368.4 tons, Moisture at 170 tons, and Oil Absorption at 0 tons. Based on the analysis of waste causes using Fault Tree Analysis (FTA), there are 24 causes of waste with a total measurement category of 17, machine category of 5, and method category of 2. Based on the RPN value from the FMEA method results, the highest RPN point is Friability with 12 RPN on Measurement: Temperature Setting and low vacuum, as well as Machine: Poor Steam quality, while the lowest RPN point is Moisture with 2 RPN on Method: Inappropriate Internal Additive Recipe, Measurement: Higher Blower Setting, and Machine: AN Dust Accumulation on Coil Dryer Air Heater.

Keywords: Waste, Borda Method, DMAIC, Fault Tree Analysis (FTA), Failure Mode Effect Analysis (FMEA), Risk Priority Number (RPN)



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penulisan	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Konsep Kualitas.....	6
2.2 Manajemen Kualitas	11
2.3 <i>Total Quality Management</i>	13
2.4 <i>Metode Quality Control</i>	15
2.5 <i>Metode Borda</i>	25
2.6 <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	25
2.7 <i>Lean Six sigma</i>	26
<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	29
Penelitian Terdahulu.....	29



BAB III.....	38
METODOLOGI PENELITIAN.....	38
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	38
3.2 Metode Pengumpulan Data	38
3.3 Sumber Data.....	38
3.4 Prosedur Penelitian.....	39
3.5 Flowchart Penelitian.....	41
3.6 Kerangka Pikir.....	42
BAB IV	44
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	44
4.1 Pengumpulan Data.....	44
4.2 Pengolahan Data.....	51
BAB V.....	80
ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	80
BAB VI	82
KESIMPULAN.....	82
6.1 Kesimpulan.....	82
6.2 Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN.....	86



DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Nilai Bobot Kategori 7 Tipe Waste	52
Tabel 4. 2 Ranking Nilai Bobot 7 Tipe Waste.....	53
Tabel 4. 3 Defect Produk selama 1 tahun.....	54
Tabel 4. 4 Parameter Quality Control.....	55
Tabel 4. 5 Performance Bagging; Technical Data Sheet (TDS)	56
Tabel 4. 6 Critical To Quality (CTQ).....	57
Tabel 4. 7 Proporsi Cacat Produk.....	58
Tabel 4. 8 Jumlah Cacat dan Proporsi Cacat tiap parameter Quality Product.....	59
Tabel 4. 9 Nilai DPU, DPO, DPMO, RTY dan Level Sigma Defect Product	60
Tabel 4. 10 Failure Mode Effect Analysis (FMEA)	72
Tabel 4. 11 Risk Priority Number (RPN).....	74
Tabel 4. 12 Usulan perbaikan (Improvement).....	76
Tabel 4. 10 Biaya Bahan Baku <i>AN Prilled</i>	88



DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 <i>Process Flow Diagram AN Neutralization</i>	47
Gambar 4. 2 <i>Process Flow Diagram AN Concentration</i>	49
Gambar 4. 3 <i>Process Flow Diagram AN Prilling and Drying</i>	50
Gambar 4. 4 <i>Process Flow Diagram AN Drying and Bagging</i>	51
Gambar 4. 6 SIPOC	56
Gambar 4. 7 Diagram Pareto Of Defect Waste	58
Gambar 4. 8 Coating Agent Analysis.....	62
Gambar 4. 9 Moisture Analysis.....	64
Gambar 4. 10 Bulk Density Analysis	67
Gambar 4. 11 Friability Analysis	69
Gambar 4. 12 <i>Process Flow Diagram AN Neutralization</i>	114
Gambar 4. 13 <i>Process Flow Diagram AN Concentration</i>	115
Gambar 4. 14 <i>Process Flow Diagram AN Prilling and Drying</i>	116
Gambar 4. 15 <i>Process Flow Diagram AN Drying and Bagging</i>	117



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Tabel 1 Data Kualitas AN Prilled Bulan Oktober – November 2022	92
Lampiran Tabel 2 Data Kualitas AN Prilled Bulan Desember 2022 – Januari 2023.....	94
Lampiran Tabel 3 Data Kualitas AN Prilled Bulan Februari – Maret 2023.....	96
Lampiran Tabel 4 Data Kualitas AN Prilled Bulan April - Mei 2023	97
Lampiran Tabel 5 Data Kualitas AN Prilled Bulan Juni – Juli 2023.....	99
Lampiran Tabel 6 Data Kualitas AN Prilled Bulan Agustus – September 2023.....	102
Lampiran Tabel 7 Data Kualitas AN Prilled Bulan Oktober – November 2023	104
Lampiran Gambar 1 Kuesioner (Metode Borda)	88
Lampiran Gambar 2 Parameter Referensi FMEA.....	91
Lampiran Gambar 3 Data Kualitas AN Prilled Bulan Oktober – November 2022.....	106
Lampiran Gambar 4 Data Kualitas AN Prilled Bulan Desember 2022 – Januari 2023.....	107
Lampiran Gambar 5 Data Kualitas AN Prilled Bulan Februari - Maret 2023.....	108
Lampiran Gambar 6 Data Kualitas AN Prilled Bulan April - Mei 2023.....	109
Lampiran Gambar 7 Data Kualitas AN Prilled Bulan Juni - Juli 2023	110
Lampiran Gambar 8 Data Kualitas AN Prilled Bulan Agustus - September 2023.....	111
Lampiran Gambar 9 Data Kualitas AN Prilled Bulan Oktober – November 2023.....	112
Lampiran Gambar 10 Process Flow Diagram AN Neutralization	114
Lampiran Gambar 11 Process Flow Diagram AN Concentration.....	115
Lampiran Gambar 12 Process Flow Diagram AN Prilling and Drying	116
Lampiran Gambar 13 Process Flow Diagram AN Drying and Bagging.....	117
Lampiran Gambar 14 Instrumen Process AN Neutralization	118
Lampiran Gambar 15 Instrumen Process Concentration.....	118
Lampiran Gambar 16 Instrumen Process Prilling.....	118
Lampiran Gambar 17 Instrumen Sea Water Cooling Tower.....	119
Lampiran Gambar 18 Instrumen Process Drying.....	119
Lampiran Gambar 19 Instrumen Utility	119
Lampiran Gambar 20 Panel Kontrol	120
Lampiran Gambar 21 Instrumen Alat Lab Quality Control.....	120
Lampiran Gambar 22 Ruang Laboratorium.....	120
Lampiran Gambar 23 Ruang DCS (Distribution Control System) 1	121
Lampiran Gambar 24 Ruang Data DCS (Distribution Control System).....	121
Lampiran Gambar 25 Ruang DCS (Distribution Control System) 1	121
Lampiran Gambar 26 AN Prilled Defect Product.....	122
Lampiran Gambar 27 AN Prilled Tahap Pengujian	122
Lampiran Gambar 28 AN Prilled In Quality Control.....	122
Lampiran Gambar 29 Ruang Kantor Admin Perusahaan	123
Lampiran Gambar 30 Container and Instrumen Perusahaan	123
Lampiran Gambar 31 Screening Room	124
Lampiran Gambar 32 Safety Induction Room	124



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perusahaan merupakan sebuah organisasi yang dijalankan oleh orang-orang yang berada di dalamnya untuk mencapai tujuan dari perusahaan. Untuk mencapai tujuan perusahaan maka diperlukan sebuah manajemen yang mampu memberikan perbaikan menuju arah kemajuan perusahaan melalui peningkatan kualitasnya. Dimana setiap pemborosan akan diminimalkan bahkan dihilangkan dengan tujuan untuk meminimalisir biaya produksi per unitnya sehingga perusahaan dapat mempertahankan harga yang bersaing dalam pangsa pasar dengan tetap mendapat keuntungan secara bersamaan dalam kurun waktu yang terhitung cukup lama (Suartina, Swara, & Astiti, 2019).

Pengendalian kualitas sangat diperlukan agar bisa terus bersaing dengan perusahaan lain dan meningkatkan nilai jual, dan yang paling penting adalah mendapat kepercayaan penuh dari pelanggan. Dengan kualitas yang tetap terjaga maka akan berdampak positif pada perusahaan berupa kepercayaan konsumen akan produk perusahaan dengan akan terus memakai produk perusahaan dan selanjutnya akan memberikan keuntungan ke perusahaan (Suyitno, 2016). Salah satu cara untuk melakukan perbaikan dan peningkatan kualitas dalam suatu perusahaan adalah dengan metode *six sigma*. *Six sigma* secara unik dikendalikan oleh pemahaman yang kuat terhadap fakta, data, dan analisis statistik, serta perhatian yang cermat untuk mengelola, memperbaiki, dan menanamkan kembali bisnis. *Six sigma* juga memberi manfaat yang telah teruji yaitu mencakup pengurangan biaya, peningkatan produktivitas, pertumbuhan pangsa pasar, pengurangan cacat, dan pengembangan produksi atau jasa (Sirine dan miawati, 2017).

PT. ABC adalah perusahaan yang memproduksi *Ammonium Nitrate* dalam bentuk (*AN Prilled*). PT ABC berkomitmen menjadi perusahaan



berstandar internasional yang berdedikasi dan berkontribusi kepada kepentingan bangsa. PT. ABC juga menerapkan prinsip-prinsip kerja profesional dan mengutamakan keselamatan, kesehatan kerja, pelestarian lingkungan, dan memberikan kontribusi positif bagi kesejahteraan masyarakat.

PT. ABC sendiri memproduksi *AN Prilled* dalam bentuk *Prilled*. Agar mendapat hasil yang lebih konsisten dari tiap bulannya maka perlu dilakukan identifikasi, analisa, serta evaluasi dalam sistem produksinya dari segi kondisi *waste* dalam aktivitas agar grafik produksi *AN Prilled* yang dihasilkan tetap stabil dan mencapai maksimal. Alur proses pupuk *AN Prilled* saat ini telah dalam proses pembangunan pabrik sehingga berpotensi terjadinya masalah seperti timbulnya pemborosan (*waste*) dan karena masih pada tahap uji coba pastinya belum ada evaluasi agar dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi pada sistem produksinya.

Amonium nitrat dengan rumus kimia NH_4NO_3 merupakan cairan tidak berwarna yang sering digunakan sebagai bahan peledak untuk pertambangan batu bara, pertambangan mineral, bahan peledak militer, serta sebagian kecil dapat juga digunakan sebagai campuran pupuk dan obat bius. Berdirinya pabrik amonium nitrat di Indonesia ini bertujuan untuk dapat memenuhi kebutuhan amonium nitrat dalam negeri yang selama ini sering dipenuhi dari beberapa negara, yaitu China, Thailand, Filipina, Australia, Afrika Selatan dan beberapa negara lain. Diharapkan dengan mengurangi pemborosan (*waste*) tentunya akan meningkatkan kapasitas produksi dengan lebih efektif, efisien, dan produktif.

Metode *Lean six sigma* merupakan *tools* yang digunakan oleh perusahaan ataupun organisasi untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) untuk mencapai enam *sigma* dengan cara mengalirkan produk (*material, k in process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) pelanggan internal dan eksternal dalam mengejar keunggulan dan sempurna pada sistem proses produksi. *Lean six sigma* mengadopsi fase [AIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*) yang merupakan



siklus perbaikan terus-menerus untuk mengurangi cacat produksi dan variabilitas proses bersama dengan penyederhanaan proses, standardisasi, dan pengurangan pemborosan yang diintegrasikan dengan konsep *lean* pada setiap tahapan yang sesuai (Tannady dan Nasution, 2015).

Berdasarkan paparan tersebut peneliti tertarik untuk melakukan “Penerapan *Lean Six Sigma* Untuk Mengurangi Pemborosan (*Waste*) *Defect* Pada *Ammonium Nitrate (AN) Prilled Product*” untuk meningkatkan efisiensi dalam proses produksi pada PT. ABC.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana mengidentifikasi *waste* (pemborosan) proses produksi *AN Prilled* pada PT. ABC?
2. Bagaimana menganalisis *waste* (pemborosan) proses produksi *AN Prilled* pada PT. ABC?
3. Bagaimana hasil dan evaluasi *AN Prilled Product* PT. ABC?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan *critical waste* dengan metode pembobotan *waste* yang terjadi pada PT. ABC
2. Menganalisis penyebab pemborosan waktu dan merekomendasikan usulan-usulan perbaikan untuk mengurangi atau menghilangkan pemborosan pada proses produksi *AN Prilled* dengan menggunakan metode *lean six sigma*
3. Melakukan evaluasi dan menggolongkan nilai yang didapat serta menyesuaikan pada usulan perbaikan.

1.4 Batasan Masalah

Adapun yang menjadi batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Pengumpulan data didapatkan dengan cara melakukan observasi pada lingkungan kerja dan memberikan pertanyaan berupa kuesioner kepada karyawan yang bekerja dalam perusahaan tersebut.

2. Menggunakan Konsep *Waste* yang diteliti adalah 7 tipe yaitu produksi berlebihan (*overproduction*), menunggu (*waiting*), transportasi (*transportation*), proses yang tidak tepat (*excess processing*), persediaan yang tidak perlu, gerakan yang tidak perlu (*motion*), serta kecacatan (*defect*) kemudian menganalisis dan mengevaluasi *critical waste* yang terjadi
3. Penelitian ini untuk meminimalisasi pemborosan dari segi *defect product* pada proses produksi sebagai usulan/rekomendasi perbaikan.

1.5 Manfaat Penulisan

Adapun manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Perusahaan

Dengan adanya penerapan metode *Lean Six Sigma*, diharapkan pihak perusahaan dapat mengurangi jumlah *waste* (pemborosan) yang dialami selama ini, serta bukti konsistensi perusahaan dalam penerapan standard mutu produk untuk memuaskan keinginan konsumen.

2. Bagi Peneliti

Dapat menambah pengetahuan dan pengalaman dengan menerapkan penggunaan metode *Lean Six Sigma* dalam permasalahan *waste* (pemborosan) yang ada di dalam proses produksi suatu perusahaan.

3. Bagi Universitas

Memberikan referensi tambahan dan perbendaharaan perpustakaan agar berguna di dalam mengembangkan ilmu pengetahuan dan juga berguna sebagai pembanding bagi mahasiswa di masa yang akan datang.

1.6 Sistematika Penulisan

Agar didalam penulisan tugas akhir ini lebih terstruktur maka selanjutnya sistematika penulisan ini disusun sebagai berikut:

B I Pendahuluan



Membuat kajian singkat mengenai latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II Studi Pustaka

Berisi tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlakukan untuk memecahkan masalah penelitian. Disamping itu juga untuk memuat uraian tentang hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan

BAB III Metodologi Penelitian

Berisi uraian tentang tahapan dalam melakukan analisis pada penelitian ini.

BAB IV Analisis Data dan Pembahasan

Bab ini berisi data pengamatan yang diolah dan dianalisis. Hasil analisis diharapkan mampu memberikan usulan tingkat risiko dan evaluasi dari risiko bahaya pada lingkungan kerja.

BAB V Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dan usulan dari hasil penelitian.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Kualitas

Konsep kualitas sering dianggap sebagai ukuran relatif kesempurnaan atau kebaikan suatu produk/jasa. Konsep kualitas menjadi salah satu hal penting dalam meningkatkan daya saing produk yang harus memberikan kepuasan kepada konsumen melebihi atau paling tidak sama dengan produk pesaing (Saril, 2019).

1. Definisi Kualitas

- a. Menurut Deming (dalam Ekoanindiyo, 2014), kualitas harus bertujuan memenuhi kebutuhan pelanggan sekarang dan di masa mendatang.
- b. Menurut Feigenbaum (dalam Ekoanindiyo, 2014), kualitas merupakan keseluruhan karakteristik produk dan jasa yang pemakaiannya akan sesuai dengan kebutuhan dan harapan pelanggan.
- c. Menurut Juran (dalam Ekoanindiyo, 2014), kualitas adalah kesesuaian dengan tujuan atau manfaatnya.

Menurut saya, kualitas merupakan keseluruhan karakteristik produk/jasa yang sesuai dengan keinginan konsumen.

2. Teori Konsep Kualitas

a. Filosofi Deming

Dr. William Edwards Deming dikenal sebagai ahli matematika, statistik dan salah satu tokoh yang berpengaruh dalam perkembangan manajemen kualitas. Buah pikirnya bahkan menjadi inspirasi bagi industri-industri di Jepang hingga mengalami pertumbuhan ekonomi yang signifikan pada dekade 1950 – 1960. Konsep dasar Deming yang dikenal dengan “Deming Philosophy” mengajarkan bahwa penggunaan manajemen yang tepat dan baik akan membawa organisasi meningkatkan kualitas mereka. Dengan meningkatnya kualitas maka secara bersamaan akan mengurangi biaya-biaya dari organisasi tersebut. Menurut Deming, kuncinya adalah perbaikan yang dilakukan secara terus-menerus dan peningkatan kualitas akan



membawa organisasi kearah yang lebih baik di masa yang akan datang (Austenfield, 2001).

b. Prinsip Juran

Juran mengatakan mutu adalah kemampuan untuk digunakan dan menurut *Crosby* mutu adalah sesuatu produk yang sesuai dengan persyaratan. Juran lebih memumpun pada aspek kemampuan untuk digunakan. Orientasi Juran adalah pada kemampuan pasar untuk menggunakan barang-barang produk. Ukuran mutu bagi juran adalah apakah pasar mampu menggunakan barang hasil produk atau tidak. Jika tidak dapat digunakan oleh pasar maka barang produksi itu oleh Juran dianggap tidak berkualitas. Pendapat Juran ini banyak digunakan oleh Taiwan, Korea, Cina, India yang produksi barang dan jasanya beredar di seluruh dunia tentu juga dengan harga yang relative murah. Menurut Juran, tiga langkah dasar ini merupakan langkah yang harus diambil perusahaan bila mereka ingin mencapai kualitas tingkat dunia. Juran juga yakin bahwa ada titik diminishing return dalam hubungan antara kualitas dan daya saing.

c. Filosofi *Crosby*

Crosby lebih memumpun pada persyaratan yang wajib dipenuhi oleh barang produksi. Apakah barang produksi, nyaman, dapat digunakan dengan mudah, tahan lama, indah, dan sebagainya. Untuk jelasnya diuraikan pandangan ketiga ahli tersebut. *Crosby* terkenal dengan anjuran manajemen *zero defect* dan pencegahan, yang menentang tingkat kualitas yang dapat diterima secara statistik (*acceptable quality level*). Ia juga dikenal dengan *Quality Vaccine* dan *Crosby's Foruteen Steps to Quality Improvement*.

3. Manfaat Kualitas

Manfaat utama dari kualitas pada produk atau jasa adalah untuk perbaikan pelayanan, pengurangan biaya dan kepuasan pelanggan. Dengan memperhatikan kualitas, perusahaan dapat meningkatkan kualitas, dan engidentifikasi ukuran kualitas terbaik sesuai harapan pelanggan dalam hal yanan, produk, dan pengalaman pelanggan (Saril, 2019).



4. Dimensi Kualitas

Dimensi kualitas merupakan syarat agar suatu nilai dari produk memungkinkan untuk bisa memuaskan pelanggan sesuai harapan (Infantri dan Nindria, 2014).

Adapun dimensi kualitas dibagi menjadi dua, yaitu:

a. Dimensi Produk

Dimensi dari kualitas produk, diantaranya ialah sebagai berikut:

- 1) *Performance* (kinerja), yang merupakan karakteristik operasional utama dari suatu produk
- 2) *Reliability* (reliabilitas), ialah sesuatu yang berkaitan dengan kemungkinan suatu produk berfungsi sebagaimana mestinya setiap kali digunakan dalam periode dan kondisi tertentu.
- 3) *Esthetic* (Estetika), yang merupakan bagaimana sebuah produk terlihat, disentuh, suara, rasa, dan bau.
- 4) *Conformance* (kesesuaian), yang merupakan kesesuaian kinerja produk terhadap spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya berdasarkan keinginan pelanggan.
- 5) *Service ability* (kemampuan pelayanan), ialah sesuatu yang mencerminkan kemampuan yang berkaitan dengan kecepatan, kompetensi, kemudahan, dan akurasi dalam memberikan pelayanan pada produk tersebut.
- 6) *Feature* (fitur), yang merupakan karakteristik atau ciri-ciri tambahan yang melengkapi manfaat dasar suatu produk.
- 7) *Durability* (daya tahan), ialah jumlah pemakaian suatu produk sebelum produk itu digantikan atau rusak secara teknis maupun secara ekonomis.

(Infantri dan Nindria, 2014)



b. Dimensi Jasa

Dimensi kualitas jasa dapat dikelompokkan menjadi lima dimensi, yaitu:

- 1) *Reliability* (kehandalan), yang meliputi kemampuan perusahaan untuk memberikan pelayanan terbaik kepada konsumennya.
- 2) *Responsiveness* (tanggapan), yang meliputi keinginan perusahaan untuk memberikan pelayanan yang cepat dan tanggap.
- 3) *Assurance* (kepastian), yang meliputi kemampuan perusahaan untuk membangkitkan rasa kepercayaan pelanggan mengenai produknya
- 4) *Emphaty* (empati), yang meliputi rasa kepedulian dan perhatian secara pribadi yang diberikan pada pelanggan.
- 5) *Tangibles* (penampilan fisik), tersedianya fasilitas fisik, perlengkapan dan sarana komunikasi, dan lain-lain yang dapat dan harus ada dalam proses jasa.

(Monica dan Anshori, 2013)

5. Perpesktif Kualitas

Perpesktif Kualitas yaitu pendekatan yang digunakan untuk mewujudkan kualitas produk yang baik. Ada 5 alternatif perspektif kualitas yaitu:

a. *Transcendental Approach*

Menurut pendekatan ini, kualitas dapat dirasakan atau diketahui, tetapi sulit untuk dioperasionalkan. Sudut pandang ini biasanya diterapkan dalam seni musik, drama, tari, dan rupa.

b. *Product Approach*

Pendekatan ini menganggap kualitas sebagai karakteristik yang dapat dikuantifikasikan dan dapat diukur. Perbedaan dengan kualitas mencerminkan perbedaan dalam jumlah unsur atau atribut yang dimiliki produk. Karena pandangan ini sangat objektif maka tidak dapat menjelaskan perbedaan dalam selera, kebutuhan, dan preferensi individual



c. *User Based Approach*

Pendekatan ini didasarkan pada pemikiran bahwa kualitas orang yang menggunakannya dan produk yang paling memuaskan preferensi seseorang merupakan produk yang berkualitas paling baik. Perspektif yang subyektif dan *demand oriented* ini juga menyatakan bahwa pelanggan yang berbeda memiliki kebutuhan dan keinginan yang berbeda pula. Dengan demikian, kualitas bagi seseorang adalah sama dengan kepuasan maksimum yang dirasakan.

d. *Manufacturing Based Approach*

Perspektif ini bersifat *supply based* dan terutama memperhatikan praktik-praktik perindustrian *manufacturing* serta mendefinisikan kualitas sama dengan persyaratannya. Dalam sektor jasa, dapat dikatakan bahwa kualitas bersifat *operation driven*. Pendekatan ini berfokus pada penyesuaian spesifikasi yang dikembangkan secara internal. Pendekatan ini sering kali didorong oleh tujuan peningkatan produktivitas dan penekanan biaya. Jadi yang menentukan kualitas adalah standar-standar yang ditetapkan perusahaan, bukan konsumen yang menggunakan.

e. *Value Based Approach*

Pendekatan ini memandang kualitas dari segi nilai dan harga dengan mempertimbangkan trade antar kinerja produk dan harga. Kualitas didefinisikan sebagai "*Atryordable Excellenov*". Kualitas dalam perspektif ini bersifat relatif sehingga produk yang memiliki kualitas paling tinggi belum tentu produk yang paling bernilai, akan tetapi yang paling bernilai adalah produk yang paling tepat dibeli.

6. Faktor-Faktor Pengaruh Kualitas

Secara khusus, faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas, ialah sebagai berikut:



Pasar (*Market*), Persaingan sering merupakan penentu dalam menetapkan tingkat kualitas output suatu perusahaan. Pasar menjadi luas ruang

lingkupnya dan secara fungsional lebih terspesialisasi di dalam barang dan jasa yang ditawarkan.

- b. *Testing Produk (Product Testing)*, Testing yang kurang memadai terhadap produk yang dihasilkan dapat berakibat kegagalan dalam mengungkapkan kekurangan yang terdapat pada produk.
- c. *Desain produk (Product Design)*, Cara mendesain produk pada awalnya dapat menentukan kualitas produk itu sendiri.
- d. *Proses Produksi (Production Process)*, Prosedur untuk memproduksi produk dapat juga menentukan kualitas produk yang dihasilkan
- e. *Standar Kualitas (Quality Standard)*, Jika perhatian terhadap kualitas dalam organisasi tidak tampak, tidak ada testing maupun inspeksi, maka output yang berkualitas tinggi sulit dicapai.
- f. *Tujuan Organisasi*, Apakah perusahaan bertujuan untuk menghasilkan volume output tinggi, barang yang berharga rendah, atau menghasilkan barang yang berharga mahal eksklusif
- g. *Kualitas Input (Quality Of Inputs)*, Jika bahan yang digunakan tidak memenuhi standar, tenaga kerja tidak terlatih, atau perlengkapan yang digunakan tidak tepat, akan berakibat pada produk yang dihasilkan.
- h. *Perawatan Perlengkapan (Equipment Maintenance)*, Apabila perlengkapan tidak dirawat secara tepat atau suku cadang tidak tersedia maka kualitas produk akan kurang dari semestinya.
- i. *Umpan Balik Konsumen (Customer Feedback)*
Jika perusahaan kurang sensitif terhadap keluhan- keluhan konsumen, kualitas tidak akan meningkat secara signifikan.

(Iqbal, 2018)

2.2 Manajemen Kualitas

¹ *Quality Planning*



Quality planning merupakan proses pembuatan standar kualitas dan cara encapainya. Tanpa *quality planning*, tidak ada *benchmark* yang jelas, hingga bisa aja kualitas yang dihasilkan berbeda-beda. Perencanaan kualitas

menyangkut penentuan kebutuhan *customer* dan pengembangan produk beserta proses yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan konsumen (Arif, 2011).

2. *Quality Assurance*

Quality assurance atau penjaminan kualitas adalah seluruh rencana dan tindakan sistematis yang penting untuk menyediakan kepercayaan yang digunakan untuk memuaskan kebutuhan tertentu dari kualitas. Kebutuhan tersebut merupakan refleksi dari kebutuhan pelanggan. Penjaminan kualitas biasanya membutuhkan evaluasi secara terusmenerus dan biasanya digunakan sebagai alat bagi manajemen. Dengan kata lain penjaminan kualitas merupakan kegiatan untuk memberikan bukti-bukti untuk membangun kepercayaan bahwa kualitas dapat berfungsi secara efektif (Arif, 2011).

3. *Quality Control*

Quality Control atau pengendalian kualitas merupakan suatu aktivitas (manajemen perusahaan) untuk menjaga dan mengarahkan agar kualitas produk dan jasa perusahaan dapat dipertahankan sebagaimana yang telah direncanakan. Pengendalian kualitas secara statistika adalah satu teknik berbeda yang didesain untuk mengevaluasi kualitas ditinjau dari sisi kesesuaian dengan spesifikasinya. Tujuan *quality Control* adalah agar tidak terjadi barang yang tidak sesuai dengan standar mutu yang diinginkan) terusmenerus dan bisa mengendalikan, menyeleksi, menilai kualitas, sehingga konsumen merasa puas dan perusahaan tidak rugi (Arif, 2011).

4. *Quality Improvement*

Peningkatan kualitas (*quality Improvement*) adalah tindakan-tindakan yang diambil guna meningkatkan nilai produk untuk pelanggan melalui peningkatan efektivitas dan efisiensi dari proses dan aktivitas melalui struktur organisasi. mengidentifikasi indikator mutu dalam pelayanan, memonitor indikator tersebut dan mengukur hasil dari indikator mutu tersebut yang tentunya mengarah pada *outcome*, serta selalu berfokus dalam rangka peningkatan proses, sehingga tingkat mutu dari hasil yang dicapai akan meningkat (Gazpers, 2011).



2.3 Total Quality Management

1. Definisi

- a. Menurut Tjiptono (dalam Hastuti dan Wijayanti, 2012), *Total Quality Management* (TQM) merupakan suatu pendekatan dalam menjalankan usaha yang mencoba untuk memaksimumkan daya saing organisasi melalui perbaikan terus menerus atas produk, jasa, manusia, proses, dan lingkungannya
- b. Menurut Hansen dan Mowen (dalam Hastuti dan Wijayanti, 2012), *Total Quality Management* (TQM) merupakan sebuah konsep yang digunakan oleh organisasi untuk mempertahankan keunggulan bersaing dan memastikan efektivitas operasional perusahaan
- c. Menurut Nasution (dalam Hastuti dan Wijayanti, 2012), *Total Quality Management* (TQM) adalah perpaduan semua fungsi manajemen, semua bagian dari suatu perusahaan dan semua orang ke dalam falsafah holistik yang dibangun berdasarkan konsep kualitas, *teamwork*, produktivitas, dan kepuasan pelanggan.

Maka dari itu, TQM adalah strategi manajemen yang ditujukan untuk menanamkan kesadaran kualitas pada semua proses dalam organisasi.

2. Tujuan

Tujuan dari *total quality management* yaitu kepada untuk memenuhi kebutuhan konsumen (dalam hal ini meliputi karyawan dan konsumen) dan untuk menurunkan biaya dengan memperbaiki mutu dan mengurangi pemborosan (Sari, dkk, 2018).

3. Manfaat

Manfaat utama penerapan TQM pada sektor publik adalah perbaikan pelayanan, pengurangan biaya dan kepuasan pelanggan. Perbaikan progresif dalam sistem manajemen dan kualitas pelayanan menghasilkan peningkatan kepuasan pelanggan.



4. Elemen Pokok TQM

Menurut Jalil (2022), terdapat 8 elemen pokok TQM untuk dilibatkan ke perusahaan, elemen pokok tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Fokus pada pelanggan (*Customer Focused*)
- b. Keterlibatan karyawan secara keseluruhan (*Total Employee Involvement*)
- c. Pemusatan perhatian pada proses (*Process-centered*)
- d. Sistem yang terintegrasi (*Intergrated System*)
- e. Pendekatan strategi dan sistematis (*Strategy and Systematic Approach*)
- f. Peningkatan yang berkesinambungan (*Continual Improvement*)
- g. Keputusan berdasarkan fakta (*Fact-Based Decision Making*)
- h. Komunikasi (*Communication*)

5. Prinsip

Menurut Hensler dan Brunell (dalam Firmansyah, 2019) ada empat prinsip utama dalam TQM. Keempat prinsip tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Kepuasan Pelanggan
Kualitas tidak hanya bermakna kesesuaian dengan spesifikasi-spesifikasi tertentu, tetapi kualitas itu ditentukan oleh pelanggan (internal maupun eksternal). Kepuasan pelanggan harus dipenuhi dalam aspek, termasuk harga, keamanan, dan ketepatan waktu.
- b. Respect terhadap setiap orang
Setiap karyawan dipandang sebagai individu yang memiliki talenta dan kreatifitas tersendiri yang unik. Dengan begitu, setiap karyawan dipandang sebagai sumber daya organisasi yang paling bernilai. Oleh karena itu, setiap karyawan dalam organisasi diperlakukan secara baik dan diberi kesempatan untuk mengembangkan diri, berpartisipasi dalam tim pengambilan keputusan.
- c. Manajemen berdasarkan fakta.
Artinya bahwa setiap keputusan organisasi harus didasarkan pada data, bukan pada perasaan (*feeling*). Dua konsep pokok berkait dengan fakta:



- 1) Prioritisasi (*Prioritization*), yaitu konsep bahwa perbaikan tidak dapat dilakukan pada semua aspek pada saat yang bersamaan, mengingat keterbatasan sumber daya yang ada. Dengan demikian, dengan menggunakan data, maka manajemen dan tim dapat memfokuskan usahanya pada situasi tertentu yang vital.
- 2) Variasi (*Variation*), atau variabilitas kinerja manusia. data dapat memberikan gambaran mengenai variabilitas yang merupakan bagian yang wajar dari setiap sistem organisasi. Dengan demikian, manajemen dapat memprediksi hasil dari setiap keputusan dan tindakan yang dilakukan.

d. Perbaikan kesinambungan

Perbaikan kesinambungan merupakan hal yang penting bagi setiap lembaga. Konsep yang berlaku disini adalah siklus PDCA.

2.4 Metode *Quality Control*

1. *System Quality Control*

a. Definisi

Statistic quality Control merupakan sistem yang dikembangkan untuk menjaga standar yang uniform dari kualitas hasil produksi, pada tingkat biaya yang minimum dan merupakan bantuan untuk mencapai efisiensi perusahaan. Pada dasarnya SQC merupakan penggunaan metode statistik untuk mengumpulkan dan menganalisis data dalam menentukan dan mengawasi kualitas hasil produksi secara efisien. Tujuan dari metode *statistical quality Control* adalah untuk menganalisis sampel dan menarik kesimpulan mengenai karakteristik dari seluruh barang dimana sampel itu diambil, sehingga *statistical quality Control* dapat digunakan menerima atau menolak (menyatakan barang rusak) produk yang telah dibuat atau dapat dipergunakan untuk mengawasi proses sekaligus kualitas produk yang sedang dikerjakan



b. Sejarah

Sebelum tahun 1900-an, industri AS umumnya memiliki karakteristik dengan banyaknya toko kecil yang menghasilkan produk-produk sederhana, seperti film atau perabotan. Pada toko-toko kecil ini biasanya seorang pekerja adalah seorang tukang yang bertanggung jawab secara penuh terhadap mutu kerjanya. Suatu staf semi-profesional, yang biasanya dinamakan departemen pemeriksaan, bertanggung jawab terhadap mutu dari produk. Tanggung jawab dari mutu produk tersebut biasanya dipenuhi oleh 100% inspeksi dari seluruh karakteristik yang penting. Apabila ada perbedaan yang terdeteksi, maka masalah ini akan ditangani oleh supervisor departemen perusahaan. Pada intinya, kualitas dicapai dari pemeriksaan mutu produk. Selama tahun 1920-an, Dr. Walter A. Shewhart dari *Nell Telephone Laboratories*, mengembangkan konsep-konsep pengendalian mutu secara statistik (*statistical quality Control*) dan memperkenalkan konsep pengendalian mutu dari sebuah produk yang sedang diproduksi, berbeda dengan pemeriksaan mutu produk setelah produk tersebut diproduksi. Konsep ini menggantikan metode lama dari pemeriksaan setiap bagian produksi setelah produk diselesaikan di dalam pelaksanaan produksi. Metode SPC menjadi benar-benar mandiri selama Perang Dunia II. Kebutuhan akan ribuan produk yang berhubungan dengan perang seperti detektor bom, radar yang akurat dan peralatan elektronik lainnya, dengan biaya serendah mungkin mempercepat penggunaan dari sampling statistik dan diagram-diagram kontrol mutu. Semenjak Perang Dunia II, teknik statistik ini telah dikembangkan dan dipertajam. Penggunaan komputer juga telah memperluas kegunaan teknik tersebut. Ia menekankan bahwa mutu berasal dari perbaikan proses, bukan dari pemeriksaan dan mutu tersebut ditentukan oleh pelanggan (Marchal, 2007).



c. Konsep

Statistical Quality Control (SQC) adalah ilmu yang mempelajari tentang teknik/metode pengendalian kualitas berdasarkan prinsip/konsep statistik. Pengendalian kualitas statistik adalah alat yang sangat berguna dalam membuat produk sesuai dengan spesifikasi sejak dari awal proses hingga akhir proses. Dengan kata lain, SQC adalah aplikasi alat statistik dalam mengontrol kualitas. Bertujuan untuk membuat produk agar sesuai dengan spesifikasi yang sudah ditetapkan dari awal proses hingga akhir proses. Selain itu, juga untuk menemukan akar penyebab permasalahan untuk memperlihatkan faktor-faktor utama yang berpengaruh pada kualitas dan mempunyai akibat pada masalah utama, sehingga dapat menemukan solusi yang mampu memperbaiki kualitas produk yang ada (Septiasari dan Cahyawati, 2019)

d. Tipe Kesalahan

Menurut Septiasari dan Cahyawati (2019), secara Statistik kedua hal kesalahan digolongkan menjadi kesalahan tipe I dan kesalahan tipe II.

- 1) Kesalahan Tipe I, berarti resiko produsen (menolak produk baik). Hal ini karena kebetulan yang diambil sebagai sampel adalah produk cacat, padahal produk yang tidak diambil sebagai sampel adalah produk yang baik. Tetapi karena sampel tersebut ditolak berarti seluruh produk yang diproduksi pada waktu itu ditolak
- 2) Kesalahan Tipe II atau resiko konsumen (menerima produk cacat) adalah resiko yang dialami konsumen karena menerima produk yang cacat. Hal ini karena secara kebetulan yang diambil sebagai sampel adalah produk baik, padahal produk yang tidak diambil adalah produk cacat.

h. Kelebihan dan Kekurangan

1) Kelebihan

- a) *Statistical quality Control* lebih menghemat waktu, biaya dan tenaga serta berdasarkan data yang objektif.



- b) QC bekerja berdasarkan data/fakta yang obyektif dan bukan berdasarkan opini yang subyektif
- c) SQC manajemen dapat memantau kinerja mutu proses produksi yang terintegrasi mulai dari hulu atau supplier atau material mentah sampai dengan hilir atau konsumen atau produk jadi, sehingga keputusan yang diambil oleh manajemen benar-benar akurat berdasarkan analisa dan pengolahan dari berbagai data yang ada.

2) Kekurangan

- 1) Tingkat ketelitian *Statistical Quality Control* rendah.
- 2) Sulitnya koordinasi dan pengkoordinasian dalam pengawasan kualitas karena banyaknya tugas yang berhubungan dengan pengendalian kualitas
- 3) Hanya sebagian saja dari hasil produksi yang diperiksa, sehingga masih memungkinkan masih ada produk yang gagal

2. *Lean manufacturing*

a. Definisi

Lean Manufacturing merupakan pendekatan sistematis untuk mengeliminasi pemborosan dan mengubah proses. Hal ini dilakukan dengan cara mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan dengan perbaikan kontinu. *Lean Manufacturing* berupaya untuk menciptakan aliran produksi sepanjang value stream dengan menghilangkan segala bentuk pemborosan serta meningkatkan nilai tambah produk kepada pelanggan. *Lean Manufacturing* mendorong terciptanya fleksibilitas pada sistem produksi yang mampu beradaptasi secara cepat terhadap perubahan kebutuhan pelanggan dengan sistem produksi yang ramping dengan persediaan yang rendah. Selain itu, pendekatan ini dapat mengurangi *unnecessary inventory*, menambah pengetahuan mengenai proses produksi, menghemat biaya, pengurangan cacat sehingga kualitas meningkat, mengurangi *lead time* produksi dan mengurangi pemborosan (Hazmi dkk., 2012).



Menurut (Nurwulan, 2021), *Lean manufacturing* bertujuan untuk mengubah suatu organisasi di dalam perusahaan agar menjadi lebih efisien dan kompetitif (Gupta et al., 2015) untuk mengurangi *lead time* dan meningkatkan luaran dengan cara mengeliminasi pemborosan. *Lean manufacturing* mempromosikan penciptaan fleksibilitas dalam sistem produksi sehingga menjadi lebih responsif terhadap permintaan dan kebutuhan pelanggan yang tidak tetap. Selain daripada itu, pendekatan ini mampu mengurangi persediaan yang tidak perlu, menambah pengetahuan mengenai proses produksi, menghemat biaya, mengurangi *lead time*, dan mengurangi pemborosan.

b. Manfaat

Berbagai manfaat dapat diperoleh dari implementasi *lean manufacturing* seperti peningkatan fleksibilitas produksi dengan cara mengurangi *lead time*. Manfaat keberhasilan implementasi *lean manufacturing* mencakup pengurangan biaya *scrap*, pengurangan waktu proses, peningkatan profit, peningkatan kualitas, pengurangan biaya tenaga kerja, dan peningkatan penjualan (Nurwulan, 2021).

c. Konsep

Adapun konsep *lean manufacturing* berhubungan dengan *waste* (pemborosan) yang terjadi pada perusahaan. Menurut (M. Shodiq Abdul Khannan & Haryono, 2015), Pemborosan atau *waste*, dalam bahasa Jepang disebut muda, merupakan segala sesuatu tindakan yang dilakukan tanpa menghasilkan nilai. Taiichi Ohno, seorang eksekutif Toyota, merupakan orang pertama yang mencetuskan tujuh macam pemborosan. Kemudian Linker menambahkan satu jenis pemborosan pada tujuh macam pemborosan tersebut.

Selain itu, menurut Linker, 2006 dalam (Batubara & Halimuddin, 2016), *Waste* dapat didefinisikan sebagai segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi input menjadi output sepanjang *value stream*. Dalam perkembangannya, Toyota sebagai pelopor



dalam sistem *lean* mendefinisikan "seven plus one" type of waste yang perlu diperhatikan saat sistem *lean* diterapkan. "Seven plus one" jenis pemborosan menurut Toyota, yaitu:

Menurut Suhartono (2007), di dalam Toyota Production System (TPS) terdapat delapan *waste* dalam proses produksi yaitu sebagai berikut:

- 1) *Defect*, adalah produk yang rusak atau tidak sesuai dengan spesifikasi. Hal ini akan menyebabkan proses rework yang kurang efektif, tingginya komplain dari konsumen, serta inspeksi *level* yang sangat tinggi.
- 2) *Overproduction*, yaitu pemborosan yang disebabkan produksi yang berlebihan, maksudnya adalah memproduksi produk yang melebihi yang dibutuhkan atau memproduksi lebih awal dari jadwal yang sudah buat.
- 3) *Waiting*, yaitu pemborosan karena menunggu untuk proses berikutnya. *Waiting* merupakan selang waktu ketika operator tidak menggunakan waktu untuk melakukan *value adding activity* dikarenakan menunggu aliran produk dari proses sebelumnya.
- 4) *Non Utilized Talent*, adalah tidak menempatkan orang sesuai dengan kemampuannya dan orang tersebut tidak terlibat langsung dalam proses produksi.
- 5) *Transportation*, merupakan kegiatan yang penting akan tetapi tidak menambah nilai pada suatu produk. Transportasi merupakan proses memindahkan material atau *work in process* (WIP) dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja yang lainnya, baik menggunakan *forklift* maupun *conveyor*.
- 6) *Inventories*, adalah persediaan yang kurang perlu. Maksudnya adalah persediaan material yang terlalu banyak, *work in process* yang terlalu banyak antara proses satu dengan yang lainnya sehingga membutuhkan ruang yang banyak untuk menyimpannya, kemungkinan pemborosan adalah *buffer* yang sangat tinggi.



- 7) *Motion*, adalah aktivitas/pergerakan yang kurang perlu yang dilakukan operator yang tidak menambah nilai dan memperlambat proses sehingga *lead time* menjadi lama.
- 8) *Excess processing*, terjadi ketika metode kerja atau urutan kerja (proses) yang digunakan dirasa kurang baik dan fleksibel. Hal ini juga dapat terjadi ketika proses yang ada belum standar sehingga kemungkinan produk yang rusak akan tinggi. Adanya variasi metode yang dikerjakan operator.

Aktivitas yang sering terjadi dalam proses produksi (Hines & Taylor, 2000) dalam (Majori, 2017):

- 1) *Value adding activity*, yaitu aktivitas yang menurut customer mampu memberikan nilai tambah pada suatu produk atau jasa sehingga customer rela membayar untuk aktivitas tersebut. Contohnya memperbaiki mobil yang rusak pada jalan tol.
- 2) *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.
- 3) *Necessary non value adding activity*, yaitu 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



d. Aplikasi

Dalam aplikasi *lean*, pemborosan atau *waste* harus di eliminasi. Pemborosan merupakan aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah. Oleh karena itu, pemborosan harus di eliminasi karena dapat menyebabkan proses produksi menjadi lebih efisien. Berdasarkan Kaufman group (1999) dalam Gazpers (2011) terdapat sepuluh pemborosan yang terbagi menjadi 4 kategori antara lain sebagai berikut (Hazmi dkk., 2012) :

1) Orang (*People*)

Pemborosan ini merupakan pemborosan yang diakibatkan oleh manusia. Terdapat 3 jenis pemborosan pada kategori ini antara lain.

- a) *Inappropriate Processing*
- b) *Excessive Motion*
- c) *Waiting*

2) Kuantitas (*Quantity*)

Pemborosan ini merupakan pemborosan yang terjadi disebabkan oleh jumlah produk yang berada pada sepanjang aliran proses produksi. Pemborosan ini terbagi menjadi 3 macam antara lain:

- a) *Unnecessary Inventory*
- b) *Unnecessary Moving Things / Transportation*
- c) *Overproduction*

3) Kualitas (*Unconforming Quality*) / *Defect*

Pemborosan ini terjadi akibat adanya kesalahan pada proses pengerjaan sepanjang proses produksi yang berdampak pada kualitas produk akhir dimana hal ini sangat menentukan kepuasan konsumen dalam penggunaan produk.

4) Informasi (*Information*)

Pemborosan ini terjadi akibat adanya aliran informasi yang salah pada setiap tahapan proses. Pemborosan ini terbagi menjadi 3 jenis pemborosan antara lain:

- a) *Ineffective Planning*



- b) *Ineffective Scheduling*
- c) *Discrepancy Execution*

3. *Six Sigma*

a. Definisi

Six sigma merupakan pendekatan dalam perbaikan dalam perbaikan berkelanjutan yang mengkombinasikan elemen-elemen terbaik dari inisiatif-inisiatif mutu (Wibisono, 2013). Konsep *six sigma* merupakan perbaikan secara terus-menerus (*continuous Improvement*) untuk mengurangi cacat dengan cara meminimalisasi variasi yang terjadi pada proses produksi.

b. Sejarah

Sejak tahun 1920-an, kata '*Sigma*' telah dipergunakan oleh para matematikawan dan insinyur sebagai suatu simbol untuk suatu unit pengukuran dalam variasi kualitas produk. Pada pertengahan 1980an, para insinyur di Motorola Inc, USA menggunakan "*Six sigma*" sebagai suatu nama informal untuk inisiatif dalam perusahaan untuk mengurangi kesalahan dalam proses produksi, karena itu mencerminkan kualitas tingkat tinggi yang sesuai (Caesaron dan Tandianto, 2017).

c. Konsep

Dalam *Six sigma* ada siklus 5 (lima) fase DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) yaitu proses peningkatan terus menerus menuju target *six sigma*. DMAIC dilakukan secara sistematis berdasarkan pengetahuan dan fakta (Sirine dan Kurniawati, 2017).

d. DMAIC

Menurut Sirine dan Kurniawati (2017), DMAIC merupakan suatu proses *closed-loop* yang menghilangkan langkah-langkah proses yang tidak produktif, sering berfokus pada pengukuran-pengukuran baru dan menerapkan teknologi untuk peningkatan kualitas menuju target *six sigma*. Di dalam pengaplikasian pengendalian kualitas menggunakan metode *six*



sigma, ada 5 (lima) tahap yang harus dilalui yaitu tahap *define*, *Measure*, *Analyze*, *Improve* dan *Control*

1) *Define*

Seperti namanya, *define* merupakan tahap mendefinisikan. Tahap ini bertujuan untuk menentukan objek masalah, mengidentifikasi *critical to quality*, serta mendefinisikan proses kunci.

2) *Measure*

Measure artinya tahap pengukuran. Tahap kedua dari *six sigma* ini dilakukan untuk menganalisa kondisi yang terjadi serta pengukuran performa kinerja sebelum melakukan perbaikan. Pada tahap ini menggunakan acuan *critical to process* (CTP) yang sudah didefinisikan pada tahap *define* serta menghitung DPO (*defect per opportunities*), DPMO (*defect per million opportunities*) dan *sigma level*.

3) *Analyze*

Analyze merupakan tahap untuk mengukur dan menganalisa penyebab timbulnya masalah atau cacat. Alat yang digunakan untuk metode *six sigma* tahap *Analyze* ini adalah check sheet, diagram sebab-akibat, histogram, diagram *pareto*, *run chart*, *Control chart*, dan *scatter diagram*. Hasil dari tahap ini berupa informasi mengenai penyebab cacat produk.

4) *Improve*

Setelah mengetahui penyebab terjadinya cacat produk, maka tahap selanjutnya adalah dengan menentukan usulan perbaikan. Pada tahap ini bisa dilakukan usulan perbaikan dengan melakukan pelatihan atau *brainstorming* bersama manajer, supervisor, dan pemimpin tim. Melalui kolaborasi ini, diharapkan bisa memberi usulan perbaikan yang tepat untuk perusahaan.

5) *Control*

Tahap terakhir dalam *six sigma* adalah upaya pengawasan. Tahap ini berupa pengawasan kinerja, khususnya setelah dilakukan perbaikan agar



tidak terjadi *rejection* atau penolakan barang karena kecacatan produksi. Pada tahap ini juga dibuat laporan kualitas yang disebarluaskan ke setiap unit perusahaan agar setiap pihak yang berkepentingan bisa melanjutkan hasil yang dicapai.

(Aldizar, 2020)

2.5 Metode Borda

Metode *Borda* yaitu menentukan pemenang dengan poin terbanyak. Metode *Borda* tidak menghitung posisi subjektif pengambil keputusan yang memiliki efek besar pada keputusan kelompok. Metode ini fokus menghitung kompleksitas terhadap pemilihan dengan sistem voting (Waluyo., dkk, 2021).

Metode *Borda* ditemukan oleh Jean-Charles de *Borda* pada abad ke 18. Metode *Borda* adalah metode yang dipakai untuk menetapkan peringkat pada pengambilan keputusan secara preferensial. Metode *Borda* digunakan pada pengambilan keputusan kelompok untuk melakukan perbandingan terhadap kandidat yang disusun berdasarkan pilihan masing-masing pembuat keputusan. Metode *Borda* merupakan salah satu yang dapat digunakan untuk mengakomodasi hasil para pembuat keputusan. Perhitungan pada *Borda* menggunakan bobot pada setiap posisi ranking yang dihasilkan oleh masing-masing pembuat keputusan. Alternatif pilihan dengan posisi peringkat atas diberi nilai lebih tinggi dengan kandidat pada posisi peringkat berikutnya dalam suatu perbandingan berpasangan. Perhitungan metode *Borda* sebagai metode pengambilan keputusan kelompok untuk menentukan lokasi terbaik pembukaan cabang baru bank berdasarkan preferensi kelompok pembuat keputusan (Waluyo., dkk, 2021).

2.6 Fault Tree Analysis (FTA)

Fault Tree Analysis (FTA) merupakan analisis yang digunakan untuk menentukan akar penyebab potensi suatu kegagalan yang terjadi dalam sistem sehingga dapat dilakukan upaya untuk mengurangi produk cacat tersebut. Metode bersifat *top-down* yang artinya berawal jadi asumsi kegagalan pada kejadian awal (*top event*) merinci hingga kegagalan dasar. Dengan kata lain metode ini mencari permasalahan yang berawal dari asumsi kejadian di puncak dengan



sangat rinci hingga dapat akar permasalahan dasarnya. Langkah-langkah dalam metode *Fault Tree Analysis* (FTA) sebagai berikut (Roughton dan Crutchfield, 2016):

1. Tentukan kejadian paling utama.
2. Tetapkan batasan FTA.
3. Periksa sistem untuk mengerti bagaimana berbagai elemen berhubungan pada satu dengan lainnya dan kejadian paling atas.
4. Buat pohon kesalahan, mulai dari kejadian paling atas dan bekerja ke arah bawah.
5. Analisis pohon kesalahan untuk mengidentifikasi cara dalam menghilangkan kejadian yang mengarah pada kegagalan.
6. Persiapkan rencana tindakan perbaikan untuk mencegah kegagalan.

Adapun manfaat dari metode *Fault Tree Analysis* (FTA) antara lain sebagai berikut:

1. Dapat menentukan faktor penyebab kegagalan pada proses produksi
2. Dapat menentukan tahapan yang menyebabkan kegagalan pada proses produksi
3. Dapat menganalisis kemungkinan penyebab atau risiko terjadinya kegagalan produk.

2.7 *Lean Six sigma*

Menurut Kholil. M (2012), *Lean Six sigma* adalah sebuah metode pemecahan masalah yang terstruktur dan sistematis menggunakan proses standard DMAIC (*define, Measure, analysis, Improve dan Control*) sebagai alur prosesnya. Fokus utama dari *Six sigma* adalah pada peningkatan kualitas untuk memenuhi kepuasan pelanggan.

Keberhasilan dalam upaya peningkatan kualitas dengan perbaikan terus menerus dimulai dari identifikasi masalah dengan tepat. Sehingga bisa memecahkan masalah dengan tepat pula. Metode *Lean Six sigma* memiliki alat-alat yang bisa digunakan untuk mengidentifikasi masalah dan menyelesaikannya.



Alat yang digunakan seperti pareto diagram, fishbone diagram dan alat hitung statistik yang lain (Kholil. M dan Pambudi, 2012).

Metode pengukuran kualitas yang tradisional adalah berdasarkan nilai rata-rata dari proses atau produk dan deviasinya dari nilai target. Tetapi aktualnya pelanggan tidaklah menilai kualitas produk atau servis dari nilai rata-rata. Pelanggan tidaklah pernah merasakan nilai rata-rata. Tapi juga berdasarkan variasi setiap transaksi dalam proses atau dalam pemakaian produk. Pengurangan variasi adalah tujuan dari *Six sigma*. Pehitungan produk cacat dalam *Six sigma* dihitung dalam DMPO (*defect per million oportunites*). DMPO artinya banyaknya kemungkinan kesalahan dalam sepersejuta kemungkinan. Sebelum dan sesudah perbaikan dibandingkan dengan cara pengukuran ini. Menggunakan tabel, jumlah presentase cacat tersebut bisa ditentukan *level sigma*-nya. Berikut penjelasan terkait DMAIC dalam *lean six sigma* (Kholil. M dan Pambudi, 2012):

1. *Define*

Langkah pertama dalam pelaksanaan metodologi *Six sigma* adalah proses *define*. Dalam tahap ini dilakukan pengidentifikasian masalah (*theme identification*). Dengan identifikasi masalah akan diketahui secara jelas masalah yang sedang dihadapi. Teknik untuk membuat masalah menjadi jelas menggunakan pertanyaan-pertanyaan: Apa (*What*), Dimana (*Where*) dan Kenapa (*Why*). Untuk mendapatkan persetujuan manajemen, perlu juga dijelaskan alasan-alasan kenapa proyek ini layak dilaksanakan.

Dalam identifikasi masalah juga harus didefinisikan dan ditentukan sasaran dan tujuan proyek terlebih dahulu, atau biasa disebut setting target. Dalam setting target tersebut harus memiliki criteria SMART, yaitu *Spesific* (spesifik), *Measurable* (dapat diukur), *Achievable* (dapat di capai), *Resonable* (masuk akal), dan *Timebase* (rentang waktu yang jelas). Dengan melakukan *setting target* inilah jadi bisa diketahui proyek ini layak untuk dilakukan atau tidak. Cara pengukuran hasil atau kualitas dari proses kegiatan ditunjukkan dengan variabel Y dan faktor-faktor yang mempengaruhi hasil dengan faktor x. Secara matematis dirumuskan sebagai berikut: $Y = f(x)$



2. *Measure*

Dalam tahap ini diukur besaran penyimpangan yang mempengaruhi mutu output (*critical to quality/CTQ*). Untuk mengetahui besarnya penyimpangan yang terjadi harus dibandingkan dengan standar baku mutu perusahaan. Dengan diketahuinya CTQ, kemudian bisa ditentukan berapa target yang ingin dicapai dari proses atau produk yang ingin diperbaiki.

3. *Analyze*

Dalam proses *Analyze*, adalah proses dimana dilakukan upaya-upaya memahami alasan-alasan yang mengakibatkan masalah bisa terjadi (*root cause*). *Root cause* ini berdasarkan hipotesa atau asumsi dugaan-dugaan faktor-faktor penyebab terjadinya permasalahan. Faktor-faktor penyebab ini kemudian diuji, dan ditentukan faktor-faktor penyebab yang paling dominan. Karena dari sekian banyak faktor penyebab, pasti ada faktor yang dominan sebagai sebab timbulnya suatu masalah.

4. *Improve*

Pada tahap ini dilakukan perbaikan berasal dari faktor-faktor dominan yang diketahui. Diukur masing masing faktor dominant (x) dan pengaruhnya terhadap hasil (Y). Hasilnya diidentifikasi untuk ditentukan faktor mana yang menjadi penyebab penyimpangan terjadi.

5. *Control*

Pada tahap ini dilakukan upaya pengontrolan untuk menjaga dan mempertahankan perubahan-perubahan yang sudah dilakukan. Kemudian secara berkala dilakukan pengecekan agar terpantau. Setiap data hasil perubahan diambil dan dianalisa untuk dinilai.

Prinsip *Lean Six sigma* adalah segala aktifitas yang menyebabkan *critical to quality* pada konsumen dan hal-hal yang menyebabkan *waste* delay yang lama pada setiap proses merupakan peluang/kesempatan yang sangat baik untuk lakukan perbaikan dan peningkatan dalam hal biaya, kualitas, modal, dan *lead*



2.8 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Menurut Uswatun, dkk (2020), FMEA adalah metode yang digunakan untuk mencegah kesalahan yang mungkin dapat terjadi di masa depan. Sebagaimana kepanjangannya yaitu *Failure Mode Effect Analysis*, artinya adalah analisa yang dilakukan untuk menemukan efek apa saja yang dapat berpotensi membuat kesalahan di suatu produk atau proses produksi. Dengan metode FMEA ini dapat menganalisa permasalahan yang akan muncul pada suatu produk yang akan dibuat atau suatu proses yang akan dilakukan, kemudian karena masalah yang berpotensi muncul sudah ditemukan terlebih dahulu maka bisa menentukan tindakan pencegahannya. Dari kacamata dunia industri, istilah FMEA tersebut bisa diartikan sebagai suatu metode analisa potensi kegagalan yang dilakukan sebelum design produk direalisasikan dan atau sebelum produksi massal dimulai

Metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) digunakan untuk menganalisis penyebab kegagalan proses dilantai produksi. FMEA disini digunakan untuk mengidentifikasi potensi penyebab kegagalan yang ada di produksi, sehingga dapat mengeliminasi dan meminimalkan resiko terjadinya kegagalan yang akan timbul. Penerapan Analisis FMEA dilakukan dengan cara memberikan rating pada *severity*, *occurance*, dan *detection* serta mengalikan ketiga indikator sehingga diperoleh nilai RPN. Nilai RPN tertinggi digunakan untuk menentukan penyebab manakah yang paling potensial dan perlu dilakukan perbaikan dengan segera (Hidayat dkk., 2014).

2.9 Penelitian Terdahulu

Jurnal penelitian yang dijadikan acuan dalam tugas akhir atau skripsi ini adalah yang berjudul “Analisa kinerja bongkar muat dengan *lean six sigma* untuk mengurangi demurrage di pelabuhan PT. Petrokimia Gresik” yang dimana jurnal ini dipublikasikan oleh JRSI 2020 oleh Ni'matus syajarotul aliyah, Yugowati Nabarsi, dan Danis maulana pada tahun (2020). Berdasarkan hasil penelitian dan pengolahan data menggunakan DMAIC dalam *lean six sigma* (Kholil. M dan Sudi, 2012):



1. *Define*

Pada tahap ini dilakukan identifikasi untuk menentukan CTQ. Dari data yang diperoleh terdapat dua puluh satu karakteristik yang termasuk kedalam CTQ, yaitu: *Congestion, Cargo, Vessel Condition, Lack of Power, External Equipment Breakdown, Internal Equipment Breakdown, Unavailable Space, Unready Loading Point, Loading Hopper, Draught Survey, Preparation, Hatch Switch, Tripper Switch, Warehouse Switch, In-Out Heavy Equipment, Vessel Shifting, Trimming, Greasing, Idle Stevedore, Idle Dump Truck, dan Wait Heavy Equipment*. Setelah CTQ teridentifikasi, dan ternyata harapan pelanggan masih belum dapat terpenuhi karena masih adanya *waste* yang terjadi. Maka tahapan awal dalam perbaikan proses dilakukan dengan menggambarkan alur proses bongkar dengan menggunakan process map.

2. *Measure*

Pada tahap *Measure* merupakan langkah kedua dalam penerapan *lean sig sigma* dengan model DMAIC. Pada tahap ini dilakukan pengukuran tingkat *defect* yang terjadi pada proses pembongkaran selama tahun 2017. *Level* kualitas (*sigma*) bisa dikonversikan dari DPMO ke nilai *sigma* berdasarkan *Motorola's 6-sigma process (normal distribution shifted 1.5-sigma)* (Gaspersz, 2015).

3. *Analyze*

Dari Tabel 2, faktor-faktor yang memengaruhi demurrage kategori *waste* tertinggi ada pada *internal equipment breakdown* (kerusakan yang terjadi pada alat bongkar muat internal sekaligus termasuk dalam wewenang departemen pengelolaan pelabuhan). Oleh karena itu diperlukan perbaikan dengan menghilangkan *waste* tersebut, selanjutnya hanya akan dilakukan analisa pada *waste defect* kategori *internal equipment breakdown*. Untuk mengetahui penyebab terjadinya *waste* tersebut dapat diurai pada *fishbone* diagram. Dari analisa FMEA diketahui bahwa nilai RPN yang digunakan sebagai batasan penelitian adalah 5 penyebab dengan nilai RPN tertinggi. Batasan ini berdasarkan kesepakatan peneliti dengan departemen pengelolaan pelabuhan.



Adapun 5 penyebab tersebut adalah: Pertama, strategi pemeliharaan yang kurang tepat. Kedua, operator tidak menjalankan sesuai dengan SOP. Ketiga, kualitas material bahan baku yang dibongkar bersifat abrasif. Keempat, vibrasi tinggi. Kelima, frekuensi breakdown sistem hidrolik tinggi. Dari kelima penyebab tersebut di atas yang direkomendasikan untuk diprioritaskan dalam penanganannya adalah operator tidak menjalankan sesuai dengan SOP

4. *Improve*

Pada tahap ini dilakukan perbaikan, Usulan yang diberikan untuk perbaikan agar tidak terjadi *internal breakdown* tinggi adalah revisi SOP yang baru dalam bentuk narasi dan *flowchart* dengan meminta feedback dari pihak operator pengoperasian CSU (*Continous Ship Unloader*) yang nantinya akan diterapkan oleh pihak PT. Petrokimia Gresik setelah dirapatkan dengan pihak internal perusahaan. Gambar 4 merupakan merupakan *flowchart* SOP pengoperasian CSU.

5. *Control*

pada tahap *Control* ini merupakan tahap yang terpenting karena perbaikan ulang terhadap proses yang tidak diinginkan serta mendapatkan keuntungan dari perbaikan yang terus menerus harus didapatkan. Fase *Control* merupakan fase untuk memantau supaya alternatif perbaikan yang terpilih benar-benar dapat diaplikasikan. Dari Tabel 5 di atas merupakan usulan pengendalian dari lima (5) rekomendasi perbaikan yang nantinya dapat diimplementasikan oleh pihak pelabuhan PT. Petrokimia Gresik dalam meminimalkan terjadinya *demurrage*.

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah:

- 1). Proses kinerja bongkar muat kapal di TUKS PT. Petrokimia Gresik dapat diidentifikasi menjadi dua puluh satu CTQ yang meliputi: *Congestion, Cargo, Vessel Condition, Lack of Power, External Equipment Breakdown, Internal Equipment Breakdown, Unavailable Space, Unready Loading Point, Loading Ber, Draught Survey, Preparation, Hatch Switch, Tripper Switch, Warehouse Shift, In-out Heavy Equipment, Vessel Shifting, Trimming, Greasing, Idle*



Stevedore, Idle Dump Truck, dan Wait Heavy Equipment. Kemudian untuk mengidentifikasi masalah yang terjadi maka tahapan awal dalam perbaikan proses dilakukan dengan penggambaran proses bongkar secara keseluruhan menggunakan *process map*.

2). Pada tahap analisa penyebab *waste* dilakukan pengukuran tingkat *defect* yang dinyatakan dalam DPMO dan dikonversikan dalam ukuran *sigma*. Setelah dilakukan pengukuran maka analisa terhadap penyebab *waste* tertinggi ada pada jenis *waste defect* yaitu kategori *internal equipment breakdown* (kerusakan yang terjadi pada alat bongkar muat internal sekaligus termasuk dalam wewenang departemen pengelolaan pelabuhan), selanjutnya hanya dilakukan analisa pada kategori *internal equipment breakdown*. Pencarian akar permasalahan ditentukan dengan menggunakan *fishbone* diagram dan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) untuk menghasilkan besaran RPN (*Risk Priority Number*). Berdasarkan kesepakatan peneliti dengan pihak departemen pengelolaan pelabuhan diperoleh 5 penyebab dengan nilai RPN tertinggi yaitu strategi pemeliharaan yang kurang tepat, operator tidak menjalankan sesuai dengan SOP, kualitas material bahan baku yang dibongkar bersifat abrasif, vibrasi tinggi, dan frekuensi breakdown sistem hidrolik tinggi. Dari kelima penyebab tersebut yang direkomendasikan untuk diprioritaskan dalam penanganannya adalah operator tidak menjalankan sesuai dengan SOP (nilai RPN tertinggi kedua), karena untuk kategori penyebab yang lainnya terdapat beberapa yang masih sulit untuk diperbaiki.

3). Untuk meminimalkan faktor penyebab terjadinya *demurrage* adalah usulan perbaikan agar tidak terjadi *internal breakdown* tinggi yaitu dengan pembuatan SOP yang baru melalui feedback dari pihak operator pengoperasian CSU (*expert judgement*) yang nantinya akan diterapkan di TUKS PT. Petrokimia Gresik.

Perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan adalah pada penelitian terdahulu menggunakan metode *fishbone* diagram dan membuat VSM

ngkan pada penelitian yang dilakukan menggunakan metode RCA (Root e Analysis) dengan visualisasi data FTA (Fault Tree Analysis). Alasan karena : menggunakan metode *fishbone* diagram adalah dikarenakan terdapat



beberapa kategori dari 5M + 1E yang tidak menjadi penyebab inti dari proses produksi *AN Prilled Product* sedangkan dari hasil data yang didapat hanya berfokus pada penyebab inti dari Measurement, Machine, dan juga method. Selain itu, alasan tidak membuat VSM dikarenakan proses produksi PT. ABC dalam memproduksi *AN Prilled* adalah dengan sistem Kontinu dimana semua unit dalam proses dilakukan secara bersamaan dan terus menerus sehingga sulit menghitung waktu proses, waktu normal, hingga waktu baku disetiap unit produksi.

Berikut ini merupakan tabel yang berisi beberapa penelitian terdahulu lainnya yang akan dijadikan acuan dengan topik yang diambil yaitu *lean manufacturing*:

Tabel 2. Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Metode	Hasil
1.	Luana Sposito Valamede (2020)	Pendekatan Holistik Baru untuk Integrasi <i>Lean</i> Alat Manufaktur dan Teknologi Digital	Pemetaan teknologi Industri 4.0 diidentifikasi teknologi utama yang terdiri dari Big Data <i>Analytics</i> , AGVs, VS, <i>Cybersecurity</i> , The Cloud, AM dan AR	Dari total 42 kemungkinan hubungan, teridentifikasi 25 titik sinergi dari perspektif integrasi holistik, artinya LM dan Industri 4.0 dapat saling bekerja sama dan berkolaborasi.
2.	Dr. S. Nallusamy, GB Dinagaraj, dan K. Balakannan (2015)	<i>Lean</i> Hijau Berkelanjutan Praktek Manufaktur Dalam Skala Kecil Industri	Pull production, <i>Value Stream Mapping</i> (VSM), <i>Just in Time</i> (JIT) dan <i>Supplier Maintained Machines</i> (SMM) adalah teknik yang digunakan. SMM disesuaikan dengan semua mesin yang dibeli untuk pabrik baru. Mesin dipelihara dalam kondisi kerja yang baik dengan metode perawatan terjadwal yang tepat	Dengan menganalisis dampak terhadap lingkungan secara bersamaan dengan <i>Lean Value Stream</i> , Pemetaan limbah dan polusi akan berkurang. Peningkatan manufaktur <i>lean</i> hijau adalah proses yang berkelanjutan. Insentif untuk industri skala kecil dan langkah-langkah untuk teknologi bersih oleh pemerintah mungkin merupakan cara lain untuk memajukan kekayaan hijau yang energik.
	io, CP, io, DS	Pemetaan aliran nilai sebagai alat produksi ramping:	Pendekatan ilmiah dengan metode VSM, penelitian ini dapat diklasifikasikan	Stok benang akhir bulan Desember menunjukkan penurunan persediaan barang akhir senilai R\$231.615,34,



	dan Silva, MB (2018)	pendekatan untuk penghematan biaya di perusahaan tekstil	sebagai kualitatif dan kuantitatif dan diterapkan sesuai sifatnya. Data dikumpulkan selama enam bulan ketika perusahaan beroperasi dalam dua shift. Pencarian informasi adalah penelitian lapangan dan beberapa pertemuan dilakukan dengan warna biru karyawan, manajer dan dewan perusahaan.	membuktikan bahwa penerapan Kanban dan VSM berdampak positif pada likuiditas perusahaan karena semua persediaan (dalam proses, selesai dan mentah) menurun setelah penerapannya .
4.	Suryaningrat, Ida Bagus., Febriyanti, Wiwik., dan Amilia, Winda (2019)	Identifikasi risiko pada okra menggunakan failure mode and effect analysis (FMEA) di PT. Mitratani Dua Tujuh Di Kabupaten Jember	Salah satu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi sumber risiko loss okra adalah menggunakan metode diagram fishbone dan FMEA (Failure Mode And Effect Analysis). Diagram fishbone digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor permasalahan yang berpengaruh secara signifikan terhadap output perusahaan	Aplikasi metode FMEA pada pascapanen okra di PT Mitratani Dua Tujuh menghasilkan 4 indikator yang memiliki nilai RPN di atas nilai RPN kritis, meliputi kurangnya ketelitian pemetik, hama dan penyakit, kurangnya pelatihan atau penyuluhan dan faktor usia. Tindakan perbaikan untuk meminimalisir terjadinya loss okra pada proses pascapanen meliputi, pembagian area pemetikan yang dibagi menjadi 2 petak
5.	Manjunath M., Dr Shivaprasad HC, Keerthesh Kumar KS, Deepa	Pemetaan Aliran Nilai sebagai Alat untuk Implementasi <i>Lean</i> : Studi Kasus	Peta keadaan saat ini dilakukan dengan kertas dan pensil menggunakan simbol VSM yang berbeda untuk mewakili pandangan bergambar informasi dan aliran material saat produk bergerak melalui lini produksi. Pemetaan	Keadaan saat ini dan keadaan masa depan dibandingkan dengan perusahaan manufaktur dan diamati bahwa pengurangan waktu tunggu sebesar 38,2 persen, pengurangan waktu proses sebesar 2,65 persen, dan pengurangan persediaan sebesar 48,3 persen.



			dilakukan berdasarkan prinsip <i>lean manufacturing</i> yang menjadi tulang punggung VSM.	
6	Gustaf Alfikri, Ni Luh Putu Hariastuti (2019)	Peningkatan Kualitas Minyak Kelapa Sawit dengan Pendekatan <i>Lean Six Sigma</i> - (Studi Kasus di PT. Sawit Mas Parenggean)	Tahap Identifikasi Masalah, merupakan tahapan yang bertujuan untuk menjelaskan mengenai latar belakang dibuatnya penelitian ini. Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data, pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang dibutuhkan selama proses penelitian. Data yang diperoleh nantinya akan diolah dengan metode-metode yang sesuai dalam upaya mencapai tujuan yang telah ditetapkan pada tahap sebelumnya. Tahap Analisis, pada tahap ini akan dilakukan analisa serta pembahasan terkait hasil yang telah didapatkan pada tahap sebelumnya. Analisa data merupakan proses lanjutan dari tahap pengumpulan dan pengolahan data. Tahap Kesimpulan dan Saran, Hasil yang telah didapatkan dari tahap pengolahan data dan analisa akan digunakan untuk menarik kesimpulan	Pada kandungan asam lemak bebas didapatkan indeks kapabilitas proses sebesar 0,67 dan diperoleh nilai <i>sigma</i> di <i>level 2 sigma</i> . Pada kandungan air didapatkan indeks kapabilitas proses sebesar 0,75 dan diperoleh nilai <i>sigma</i> di <i>level 2,36 sigma</i> . Setelah melakukan tahap <i>Improvement</i> , didapatkan indeks kapabilitas proses kandungan asam lemak bebas sebesar 0,82 dan diperoleh <i>level sigma 2,5</i> sedangkan pada kandungan air diperoleh indek kapabilitas proses sebesar 0,94 dan diperoleh <i>level sigma 2,8</i> .



			agar didapatkan jawaban dari perumusan masalah dan tujuan yang ingin dicapai	
7.	Krisnaningsih, Erni., Gautama, Pugy., dan Syams, M. Fatih Kholqy (2021)	Usulan perbaikan kualitas dengan menggunakan metode FTA dan FMEA	Kerangka pemikiran yang digunakan dalam penelitian ini untuk menggambarkan bagaimana pengendalian kualitas yang dilakukan dengan metode FTA (Fault Tree Analysis) dan FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) dapat bermanfaat dalam menganalisis tingkat produk cacat pada produk semen instan yang dihasilkan oleh PT. XYZ	Jenis cacat pada produk instan yang paling dominan adalah jenis cacat papersak pecah dengan persentase cacat sebesar 80,96 % dari 3 jenis cacat yang terjadi. Penyebab terjadinya jenis cacat papersak pecah disebabkan oleh manusia adalah packing terlalu cepat/keras dan tertusuk garpu forklift, mesin adalah kurangnya perawatan mesin dan angin kompressor kurang/trip, metode adalah perencanaan kurang baik/urgent pengiriman, material adalah lapisan paper tipis dan lembab. Berdasarkan analisis menggunakan metode FMEA (Failure Mode And Effect Analysis) dan dibantu alat 5W+1H adalah membeli barang dari supplier yang berkualitas terjamin mutu, melakukan pengecekan papersak sebelum produksi, jika lembab ganti produksi dan mengeringkan papaersak di bawah panas matahari atau dengan sanddryer.
8.	Hispratin, Yasarah dan Musfiroh, Ida (2021)	Ishikawa Diagram dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) sebagai Metode yang sering digunakan dalam	Metode yang digunakan dalam penulisan review artikel ini adalah studi literatur dengan sumber primer berupa buku dan jurnal penelitian yang telah dipublikasi secara online di	Risiko tidak dapat dihindari dan masalah yang teridentifikasi dapat mengakibatkan menurunnya produktivitas dan kinerja jika tidak dikelola dengan baik. Namun, menggunakan metode dalam manajemen risiko mutu dapat



		Manajemen Risiko Mutu di Industri	website jurnal nasional dan internasional. Kriteria inklusi review artikel adalah jurnal yang memuat informasi terkait Ishikawa Diagram dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) sebagai salah satu metode untuk manajemen risiko.	mengendalikan risiko secara efisien. Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA) dan Ishikawa diagram dapat memfasilitasi keputusan yang lebih baik, memberikan jaminan yang lebih besar untuk menghadapi risiko potensial, dan dapat memengaruhi tingkat pengawasan proses maupun produk. Kedua metode ini sering digunakan dalam manajemen risiko karena mudah digunakan.
9.	Ni'matus syajarotul aliyah, Yugowati praharsi, dan Danis maulana (2020)	Analisa kinerja bongkar muat dengan <i>lean six sigma</i> untuk mengurangi demurrage di pelabuhan PT. Petrokimia Gresik	Data yang diperlukan dalam penelitian ini terdiri dari data primer yang diperoleh dengan cara pengamatan atau observasi dan mengumpulkan informasi dengan cara wawancara kepada pihak yang terkait dengan pelayanan bongkar muat. Data sekunder mengacu pada informasi yang dilakukan oleh peneliti lain yang diterbitkan dalam jurnal maupun lainnya	Untuk meminimalkan faktor penyebab terjadinya demurrage adalah usulan perbaikan agar tidak terjadi <i>internal breakdown</i> tinggi yaitu dengan pembuatan SOP yang baru melalui feedback dari pihak operator pengoperasian CSU (<i>expert judgement</i>) yang nantinya akan diterapkan di TUKS PT. Petrokimia Gresik.
10.	M. Ato'illah dan Hartono (2017)	Implementasi <i>Lean Six sigma</i> dalam Penentuan Prioritas Perbaikan Kualitas Pelayanan Rumah Sakit Di Kabupaten Lumajang	Penelitian ini bermaksud untuk menganalisis tanggapan responden atas kualitas pelayanan rumah sakit berdasarkan persepsi, harapan dan kepentingan masyarakat yang digunakan untuk menentukan prioritas perbaikan kualitas pelayanan rumah sakit.	Prioritas perbaikan kualitas layanan pada Rumah Sakit Wijaya Kusuma Lumajang terdiri dari kelengkapan peralatan pemeriksaan, besarnya biaya pengobatan, dan kejelasan informasi tindak lanjut hasil pemeriksaan.

