PENERAPAN METODE SIX SIGMA DAN TRIZ PADA ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUKSI DAXU BOTOL 1500 ML

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Nama : Kinanta Pradana Saleh

No. Mahasiswa : 20522252

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 6 Januari 2025





(Kinanta Pradana Saleh)
20522252

SURAT BUKTI PENELITIAN



PEMERINTAH KABUPATEN SLEMAN
PERUSAHAAN UMUM DAERAH AIR MINUM
TIRTA SEMBADA
Jalan Parasamya No. 18 Telp. (0274) 868667 Fax. (0274) 865838
Sleman 55511 Yogyakarta

TIRTA SEMBADA

SURAT KETERANGAN

Nomor : 09 /PDAM.TS/SLM/VII/2025

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	: B. Edy Nugroho,SE.MM
Jabatan	: Plt. Direktur
Nama Instansi	: PDAM Tirta Sembada

menerangkan dengan sebenar-benarnya bahwa :

Nama	: Kinanta Pradana Saleh
No.Mahasiswa	: 20522252
Universitas	: Universitas Islam Indonesia
Fakultas	: Teknologi Industri
Program Studi	: Teknik Industri

Yang bersangkutan telah melaksanakan penelitian tugas akhir di PDAM Tirta Sembada dari bulan Januari - Juni 2025 di Pabrik DAXU.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Sleman, 08 Juli 2025
Plt. Direktur

PEMERINTAH KABUPATEN SLEMAN
PERUSAHAAN UMUM DAERAH AIR MINUM
TIRTA SEMBADA
SLEMAN

B. Edy Nugroho,SE.MM

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PENERAPAN METODE SIX SIGMA DAN TRIZ PADA ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUKSI DAXU BOTOL 1500 ML

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Kinanta Pradana Saleh

No. Mahasiswa : 20522252

Yogyakarta, 31 Juli 2025

Dosen Pembimbing

(Elanjati Worldailmi, S.T., M.Sc.)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PENERAPAN METODE SIX SIGMA DAN TRIZ PADA ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUKSI DAXU BOTOL 1500 ML

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Kinanta Pradana Saleh

No. Mahasiswa : 20522252

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Tekonologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 31 Juli 2025

Tim Penguji

Elanjati Worldailmi, S.T., M.Sc.	
Ketua	
Wahyudi Sutrisno, S.T., M.M., M.T.	
Anggota I	
Putri Dwi Annisa, S.T., M.Sc.	
Anggota II	

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM

015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahhirabbil 'alamin, dengan penuh rasa syukur atas kemudahan dan kelancaran yang diberikan oleh Allah SWT, sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya. Laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai bukti keseriusan penulis menjalani kuliah di Universitas Islam Indonesia, dengan itu penulis persembahkan Laporan Tugas Akhir ini kepada kedua orang tua penulis yaitu Bapak Hairul Saleh dan Ibu Kartika Ekawati, kelancaran pengerjaan Tugas Akhir penulis berasal dari doa-doa yang mereka panjatkan di sepertiga malam, sehingga penulis tetap bisa melanjutkan Tugas Akhir sampai selesai dan membawa harapan besar bagi kedua orang tua. Tak lupa juga penulis ucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada Ibu Elanjati Worldailmi, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membagikan ilmu dan memberikan bimbingan kepada penulis selama penyusunan Laporan Tugas Akhir ini. *Jazakallahu khairan katsiran wa jazakumullahu khairan, Aamiin yaa rabbal 'aalamiin*.

MOTTO

"*Manusia yang paling dicintai Allah SWT adalah manusia yang paling bermanfaat bagi manusia lainnya*"

(HR Thabrani)

"*Saya akan menyelesaikannya sebaik mungkin*"

(Kinanta)

"*Allah SWT tidak akan membebani seseorang melainkan dengan kesanggupannya*"

(Q.S Al-Baqarah: 286)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahiim

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Allahumma Sholli 'ala Sayyidina Muhammad. Wa 'ala aali sayyidina Muhammad.

Alhamdulillahhirabbil 'alamin, segala puji atas kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, serta tak lupa pula sholawat serta salam kita panjatkan kepada junjangan kita, Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

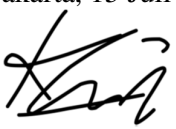
Tugas akhir adalah satu dari beberapa syarat kelulusan dalam menyelesaikan program studi jenjang S1, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Penulis berharap laporan tugas akhir yang berjudul "PENERAPAN METODE SIX SIGMA DAN TRIZ PADA ANALISIS PENGENDALIAN KUALIATAS PRODUK DAXU BOTOL 1500 ML" ini bersifat otentik dan dapat memberikan manfaat bagi penulis sendiri dan juga banyak orang. Jalannya pengerjaan skripsi tak pernah lepas dari ujian dan tantangan karena walaupun begitu, penulis tetap memperoleh dukungan secara moral maupun materil dari orang-orang di sekitarnya yang membuat penulis selalu merasa bersyukur. Maka daripada itu penulis ingin menyampaikan rasa terimakasihnya kepada:

1) Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU, ASEAN Eng. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2) Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3) Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4) Ibu Elanjati Worldailmi, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan serta arahan, motivasi, dan ilmu sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
5) Ibu Sri Hartati selaku Kepala bagian Sumber Daya Manusia (SDM) di PDAM Sleman yang telah menerima surat permohonan penelitian di perusahaan AMDK DAXU.
6) Bapak Resa Wibowo, A.Md. selaku Kepala Unit AMDK DAXU yang telah memberikan izin dan kepercayaan kepada penulis untuk melakukan penelitian.
7) Bapak Sudiyo, S.Pt. selaku Kepada bagian Gudang AMDK DAXU yang telah memberikan izin dan kepercayaan kepada penulis untuk melakukan penelitian.
8) Bapak Tri Santoso Winasis, A.Md. selaku Kepala bagian Produksi AMDK DAXU yang telah memberikan izin dan kepercayaan kepada penulis untuk melakukan penelitian.
9) Mba Lusi dan Angel selaku Admin Produksi dan QC Laboratorium yang telah memberikan bantuan dalam pengambilan data selama di perusahaan.
10) Kedua orang tua peneliti Bapak Hairul Saleh dan Ibu Kartika Ekawati yang senantiasa memberikan motivasi, dukungan, dan doa terbaiknya kepada penulis.
11) Vina sebagai teman seperjuangan dan partner penulis yang telah memberikan doa, semangat, motivasi, dan rasa percaya selama penulis berkuliah dan melewati suka duka hidup di kota Yogyakarta.
12) Hafizh, Taisir, Wahyu, Dwipa, Agung, beserta teman-teman lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah menjadi saksi hidup pengerjaan tugas akhir saya dan melewati suka duka hidup di kota Yogyakarta.

Penulis tidak dapat berhenti mengucapkan rasa syukur atas segala dukungan dari berbagai pihak yang telah banyak memberikan kontribusi ke dalam hidup penulis. Penulis juga menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan tak luput dari kekurangan sehingga tetap membutuhkan saran dan kritik yang membangun.

Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 15 Juli 2025



(Kinanta Pradana Saleh)
20522252

ABSTRAK

Perusahaan Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) DAXU berhasil mendirikan pabrik tunggal pada tahun 2020 yang berlokasi di Jalan Beji Utama Kalidadap, Harjobinangun, Kec. Pakem, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Hasil produksi yang dipasarkan oleh AMDK DAXU kepada perusahaan dan instansi lokal Yogyakarta adalah seperti Cup (120 ml dan 240 ml), Botol (330 ml, 600 ml, dan 1500 ml), dan Galon (19 liter). Namun, hasil wawancara menemukan bahwa terdapat permasalahan kualitas seperti kesalahan saat pemberian label *expired date*, bahan baku yang dikirimkan oleh pemasok tidak sesuai standar (*reject* bahan baku), dan kesalahan selama penyimpanan bahan baku di gudang. Perusahaan menetapkan nilai 2% untuk batas toleransi produk *defect*, dari enam variasi ukuran kemasan yang diproduksi oleh AMDK DAXU, ditemukan bahwa botol kemasan 1500 ml memiliki persentase *defect* tertinggi yaitu sebesar 3,98%. Nilai tersebut menunjukkan botol kemasan 1500 ml perlu diberikan pengendalian kualitas karena melewati batas toleransi *defect* perusahaan. Karena hal tersebut, peneliti perlu mengidentifikasi jenis kecacatan yang paling dominan, kemudian mengidentifikasi faktor penyebab *defect* yang menjadi prioritas perbaikan, serta merekomendasikan usulan perbaikan untuk menurunkan persentase *defect* pada produk botol kemasan 1500 ml. Metode yang akan digunakan adalah *Six Sigma* dengan tahapan (*Define, Measure, Analyze, Improve*), FMEA, TRIZ, dan beberapa *tools* seperti Peta Kendali p, Diagram *Critical to Quality*, Diagram Fishbone, Diagram Pareto. Hasil temuan untuk data hasil produksi periode bulan Agustus – Desember 2024 yaitu rata-rata nilai DPMO adalah sebesar 9881,954, kemudian rata-rata nilai *Sigma* adalah sebesar 3,84. Analisis Diagram Pareto menemukan empat jenis *defect* diantaranya merupakan dua jenis *defect* yang paling dominan yaitu Tutup Rusak dengan persentase 53,08% dan Botol Penyok dengan persentase 37,02%. Identifikasi Diagram Fishbone dan FMEA menemukan prioritas perbaikan difokuskan pada faktor Setelan mesin kurang pas dan Area sekitar tenda basah atau lembab. Metode TRIZ memberikan usulan perbaikan yaitu pembuatan SOP kalibrasi mesin sebelum produksi dimulai dan pembuatan jadwal rutin pengeringan dan inspeksi.

Kata Kunci: *Defect*, Pengendalian Kualitas, Six *Sigma*, DMAI, FMEA, TRIZ

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN ..... **ii**
SURAT BUKTI PENELITIAN ..... **iii**
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING ..... **iv**
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI ..... **v**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **vi**
MOTTO ..... **vii**
KATA PENGANTAR ..... **viii**
ABSTRAK ..... **x**
DAFTAR ISI ..... **xi**
DAFTAR TABEL ..... **xiii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiv**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 5
1.3 Tujuan Penelitian 6
1.4 Manfaat Penelitian 7
1.5 Batasan Penelitian 7
1.6 Sistematika Penulisan 8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **9**
2.1 Kajian Literatur 9
2.2 Landasan Teori 14
2.2.1 Kualitas 14
2.2.2 Pengendalian Kualitas 16
2.2.3 Six Sigma 17
2.2.4 DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) 19
2.2.5 Failure Mode Effect Analysis (FMEA) 25
2.2.6 Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ) 30
BAB III METODE PENELITIAN **35**
3.1 Objek Penelitian 35
3.2 Jenis Data 35
3.3 Teknik Pengumpulan Data 35
3.4 Alur Penelitian 36
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA **41**
4.1 Pengumpulan Data 41
4.1.1 Profil Perusahaan 41
4.1.2 Sejarah Singkat Perusahaan 41
4.1.3 Visi dan Misi Perusahaan 42
4.1.4 Struktur Organisasi Perusahaan 43
4.1.5 Operasional Jam Kerja 44
4.1.6 Produk yang Diproduksi 45
4.1.7 Proses Produksi 46
4.1.8 Data Jumlah Produksi dan Jumlah Produk Cacat 48
4.1.9 Data Jenis Cacat Produk 48
4.2 Pengolahan Data 49
4.2.1 Tahap Define 49

4.2.2 Tahap Measure 53
4.2.3 Tahap Analyze 57
4.2.4 Tahap Improve 65
BAB V PEMBAHASAN 70
5.1 Tahap *Define* 70
5.2 Tahap *Measure* 71
5.2.1 Analisis Nilai Defect Per Million Opportunities 71
5.2.2 Analisis Nilai Sigma 72
5.2.3 Analisis Peta Kendali p 73
5.3 Tahap *Analyze* 73
5.3.1 Analisis Diagram Pareto 73
5.3.2 Analisis Diagram Fishbone 74
5.3.3 Analisis Failure Mode and Effect Analysis 76
5.4 Tahap *Improve* 80
BAB VI PENUTUP 90
2.3 Kesimpulan 90
2.4 Saran 90
DAFTAR PUSTAKA 92
LAMPIRAN A-1

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Terdahulu 13
Tabel 2. 2 Tingkat Pencapaian Sigma 18
Tabel 2. 3 Sepuluih Langkah FMEA 26
Tabel 2. 4 *Severity* 27
Tabel 2. 5 *Occurrence* 28
Tabel 2. 6 *Detection* 28
Tabel 2. 7 Nilai Kategori RPN 29
Tabel 2. 8 *39 Technical/Engineering Parameters* 30
Tabel 2. 9 *40 Inventive Principles* 32
Tabel 4. 1 Jam Kerja Perusahaan 45
Tabel 4. 2 Hasil Produksi AMDK DAXU 45
Tabel 4. 3 Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat 48
Tabel 4. 4 Frekuensi Setiap Cacat 53
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Nilai DPMO 54
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Nilai Sigma 55
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Peta Kendali p 57
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Diagram Pareto 58
Tabel 4. 9 Penjelasan Diagram Fishbone Tutup Rusak 60
Tabel 4. 10 Penjelasan Diagram Fishbone Botol Penyok 61
Tabel 4. 11 FMEA Tutup Rusak 63
Tabel 4. 12 FMEA Botol Penyok 64
Tabel 4. 13 Kontradiksi Setelan Mesin Kurang Pas 66
Tabel 4. 14 Solusi Inventif Setelan Mesin Kurang Pas 67
Tabel 4. 15 Kontradiksi Area Sekitar Tenda Basah atau Lembab 67
Tabel 4. 16 Solusi Inventif Area Sekitar Tenda Basah atau Lembab 68
Tabel 5. 1 SOP Penyetelan Mesin *Capper* 82
Tabel 5. 2 Jadwal Inspeksi Pengeringan Tenda 88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Produksi Perusahaan 4
Gambar 1. 2 Persentase *Defect* Kemasan 1500 ml 4
Gambar 2. 1 Diagram SIPOC 20
Gambar 2. 2 Grafik Peta Kendali 23
Gambar 2. 3 *Pareto Diagram* 24
Gambar 2. 4 *Fishbone Diagram* 25
Gambar 3. 1 Alur Penelitian 37
Gambar 4. 1 Logo Perusahaan 41
Gambar 4. 2 Struktur Organisasi PDAM Sleman 43
Gambar 4. 3 Struktur Organisasi AMDK DAXU 44
Gambar 4. 4 Alur Proses Produksi 46
Gambar 4. 5 Diagram SIPOC 50
Gambar 4. 6 Diagram CTQ 52
Gambar 4. 7 Grafik DPMO 54
Gambar 4. 8 Grafik Tingkat *Sigma* 55
Gambar 4. 9 Grafik Peta Kontrol p 57
Gambar 4. 10 Diagram Pareto 58
Gambar 4. 11 Diagram Fishbone Tutup Rusak 60
Gambar 4. 12 Diagram Fishbone Botol Penyok 61
Gambar 5. 1 Perolehan RPN Tutup Rusak 78
Gambar 5. 2 Perolehan RPN Botol Penyok 79

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di sektor manufaktur, pelaku industri memainkan peran penting dalam memastikan kepuasan pelanggan. Untuk memenuhi tanggung jawab ini, perusahaan harus mempertimbangkan berbagai faktor untuk mengoptimalkan keberlanjutan kegiatan produksinya. Dalam konteks ini, proses produksi merupakan aspek krusial yang harus dikelola secara efektif untuk memastikan pengiriman produk yang konsisten dan memenuhi standar yang telah diterapkan oleh perusahaan. Namun, meskipun perusahaan telah menerapkan berbagai langkah pengendalian kualitas, tetap sering terjadi penyimpangan dan hambatan selama proses produksi, yang mengakibatkan dihasilkannya produk cacat. Kecacatan pada produk merupakan tantangan penting yang berpotensi mengurangi kualitas produk, kepuasan pelanggan, dan kepercayaan terhadap produk. Selain itu, hal ini dapat mengakibatkan biaya tambahan. Oleh karena itu, sangat penting bahwa kualitas menjadi titik fokus dari proses produksi, karena hal ini akan membantu meminimalkan cacat produk. Tindakan tersebut dapat menghasilkan penguragan pemborosan dalam hal material atau biaya produksi lainnya (Rinjani et al., 2021). Hal ini, pada akhirnya memiliki dampak tidak langsung pada daya saing industri yang mengarah pada munculnya konsumen selektif yang cenderung memilih produk yang memenuhi standar kualitas tertentu. Peristiwa ini berdampak pada variasi kualitas produk yang ditemukan (Fimahali & Sumiati, 2023). Kualitas produk dapat didefinisikan sebagai keunggulan suatu produk yang ditentukan oleh kemampuannya untuk memenuhi persyaratan atau spesifikasi yang telah ditentukan. Jika konsumen ingin merasa puas, sangat penting bahwa produk yang mereka inginkan memiliki kualitas terbaik. Faktor utama yang dipertimbangkan konsumen sebelum membuat keputusan pembelian adalah kualitas produk (Razak, 2019).

Air minum merupakan kebutuhan utama manusia setiap hari, seperti halnya produk air minum dalam kemasan karena bentuk dan kemasannya yang praktis. Selain itu, permintaan konsumen akan air minum dalam kemasan yang semakin tinggi tidak dapat dibantah. Seiring dengan berkembangnya kebutuhan konsumen, perkembangan bisnis pun menjadi semakin pesat. Perkembangan yang pesat ini ditandai dengan semakin banyaknya produk air minum dalam kemasan dari berbagai merek (Darmawan & Arifin, 2021). Masyarakat secara individu cenderung lebih selektif dan rasional dalam keputusan pembelian air minum dalam kemasan,

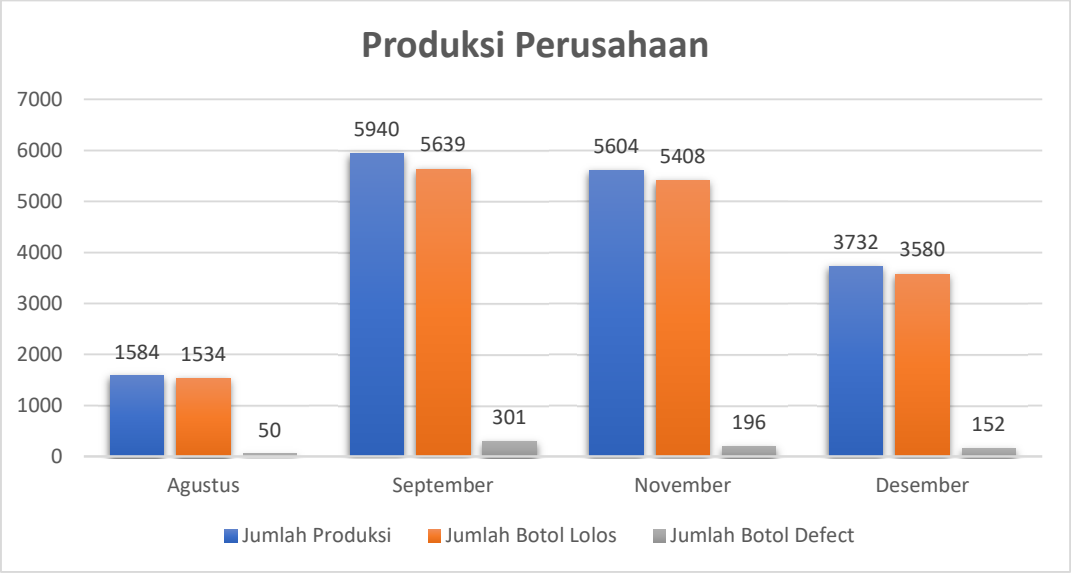
dengan mempertimbangkan harga dan kualitas. Meskipun harga air minum dalam kemasan relatif tinggi, konsumen bersedia membelinya karena menawarkan kualitas yang lebih unggul dibandingkan dengan produk lain (Rivaldo et al., 2021). Selain itu sangatlah penting bagi perusahaan untuk mempertahankan standar kepuasan pelanggan yang tinggi. Karena hal ini memungkinkan perusahaan untuk terus menawarkan layanan yang unggul dalam situasi bisnis saat ini. Terlebih lagi, sebagai perusahaan yang menyediakan dan mendistribusikan air bersih secara langsung kepada masyarakat, perusahaan harus memastikan bahwa mereka dapat memenuhi kebutuhan pelanggan yang terus berkembang (Harahap et al., 2021).

Sesuai dengan peraturan Menteri Perindustrian No. 96/M/IDN/PER/12/2011, Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) didefinisikan sebagai air yang telah melalui proses pengolahan tanpa penambahan bahan makanan lain atau bahan makanan pangan, telah dikemas, dan dianggap aman untuk dikonsumsi manusia. Bahan kemasan yang dipilih dianggap cocok untuk digunakan dalam kemasan makanan, sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan. Bahan ini tidak boleh menimbulkan racun, tidak boleh menyerap bau atau rasa, harus tahan karat dan tahan terhadap disinfeksi ulang. Dalam lingkungan bisnis yang kompetitif, ekspetasi konsumen cenderung meningkat, sehingga mendorong perusahaan untuk memprioritaskan strategi mempertahankan pelanggan.

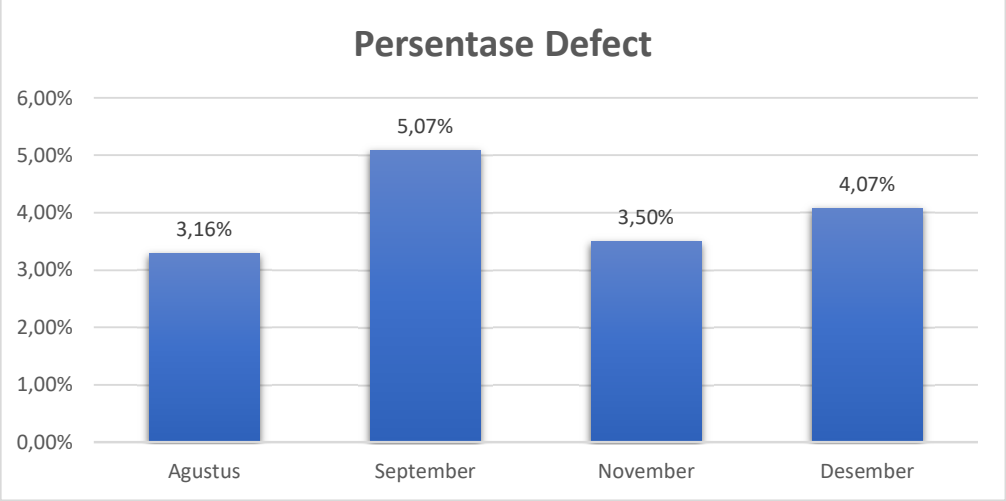
PDAM Tirta Sembada atau yang dikenal sebagai PDAM Kabupaten Sleman menjalankan usahanya sejak 4 Maret 2019, sebagai penyedia dan penyalur air bersih untuk masyarakat daerah Sleman serta sebagai sumber pendapatan daerah, kemudian pada tahun 2020 didirikanlah perusahaan baru yaitu Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) yang bernama “DAXU” dengan struktur organisasi yang sederhana dan menggunakan pihak ketiga sebagai tempat produksi, DAXU berhasil melakukan penjualan ke berbagai daerah di Yogyakarta dan atas himbauan Bupati Sleman, pada tahun 2020 perusahaan DAXU mendirikan pabrik tunggal yang berlokasi di Jalan Beji Utama, Kalidadap, Harjobinangun, Kec. Pakem, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55582. Produk yang dihasilkan oleh Pabrik AMDK DAXU ada beragam kemasan seperti Cup (120 ml dan 240 ml), Botol (330 ml, 600 ml, dan 1500 ml), dan Galon (19 liter). Produk yang dihasilkan AMDK DAXU mayoritas dipasarkan ke beberapa perusahaan dan instansi lokal daerah yang memesan produk beberapa diantaranya adalah pemerintah daerah, perhotelan, rumah sakit, serta toko retail di daerah Sleman dan Gunung Kidul. Bahan baku air yang digunakan berasal dari daerah Kaliurang lebih tepatnya berada di Umbul Wadon yang dikelola melalui proses penyaringan air, *ultrafiltrasi*, *ozonisasi*,

dan pemberian sinar UV. Kemudian untuk *supplier* bahan baku kemasan, DAXU bekerja sama dengan PT Samudera Pasifik Plastindo dan PT Niaga Sejahtera Plastik Industri sebagai penyedia untuk botol dan tutup botol, serta PT Tirta Gesang Tunggal sebagai penyedia untuk label segel atas dan label kemasan.

Berdasarkan hasil wawancara dengan direktur Pabrik AMDK DAXU, hingga saat ini perusahaan belum menggunakan metode pengendalian kualitas tertentu. Proses pengawasan *quality control* masih dilakukan secara visual oleh para pegawai dengan melakukan pengecekan keseluruhan pada produk, dan peran pegawai *quality control* sangat diandalkan untuk menjaga kualitas produk yang dihasilkan. Namun, perusahaan mengalami masalah kualitas yaitu masih adanya kesalahan yang dilakukan saat proses pelabelan *expired date* pada kemasan produk, hal tersebut dikarenakan kurangnya ketelitian dan kefokusan para pegawai dalam mengerjakan tugasnya. Selain itu, masalah terjadi dikarenakan terkadang bahan baku untuk kemasan yang dikirimkan oleh pemasok tidak sesuai standar (*reject* bahan baku) dan masih banyak ditemukannya bahan baku kemasan botol yang penyok atau bengkok dikarenakan kesalahan penyimpanan di bagian gudang bahan baku. Akibatnya, kesalahan tersebut membuat bahan baku kemasan tidak dapat digunakan 100% yang pada akhirnya akan merugikan perusahaan itu sendiri. Pabrik AMDK DAXU memproduksi enam variasi kemasan yang pada setiap masing-masing kemasan masih ditemukan kecacatan, apabila berdasarkan perhitungan rata-rata *defect* selama 4 bulan, diperoleh hasil perhitungannya yaitu untuk kemasan 120 ml memiliki rata-rata *defect* sebesar 0,38%, kemasan 240 ml sebesar 0,88%, kemasan 330 ml sebesar 0,94%, kemasan 600 ml sebesar 0,82, kemasan 1500 ml sebesar 3,98%, dan kemasan Galon 19 liter sebesar 1,37%. Selanjutnya, dari persentase-persentase *defect* yang ditemukan pada kemasan cup, botol, maupun galon, pada penelitian ini akan memberikan perhatian khusus kepada kemasan 1500 ml dikarenakan kejadian *defect* pada botol 1500 ml memiliki persentase *defect* terbesar yaitu 3,98% diantara kemasan yang lainnya dan batas toleransi *defect* yang telah ditetapkan oleh perusahaan adalah sebesar 2%, sehingga persentase tersebut berada diluar batas toleransi yang ditetapkan oleh perusahaan.



Gambar 1. 1 Produksi Perusahaan



Gambar 1. 2 Persentase *Defect* Kemasan 1500 ml

Berdasarkan dari Gambar 1.1 diketahui bahwa botol 1500 ml yang diambil dari data historis produksi perusahaan dengan rentang 4 bulan yaitu dari bulan Agustus - Desember 2024 tanpa bulan Oktober karena pada bulan tersebut tidak ada produksi menunjukkan persentase *defect* pada bulan September mengalami kenaikan paling tinggi yaitu sebesar 5,08% atau 302 botol dari jumlah produksi sebanyak 5940 botol dengan jumlah botol yang lolos adalah sebanyak 5638, lalu untuk persentase *defect* terendah terdapat pada bulan Agustus yaitu sebesar 3,28% atau 52 botol dari jumlah produksi sebanyak 1584 dengan jumlah botol yang lolos adalah sebanyak 1532 botol. Berdasarkan tingginya persentase tersebut, perusahaan perlu sebuah

langkah untuk mengevaluasi masalah kualitas yang dialami pada bulan Agustus - Desember 2024.

Oleh karena itu, penelitian ini akan mengimplementasikan langkah-langkah peningkatan kualitas pada produk botol 1500 ml dengan menggunakan metode *Six Sigma* dan TRIZ. Dari banyaknya metode pengendalian kualitas yang biasanya digunakan seperti *Statistical Quality Control*, *Total Quality Management*, *Six Sigma*, *Lean Manufacturing*, *Control Charts*, *Benchmarking*, *ISO 9001*, *Kaizen*, *Quality Circles*, *Failure Mode and Effect Analysis*, dan *Root Cause Analysis*, alasan peneliti memilih untuk menggunakan *Six Sigma* adalah karena fokus dari metode ini adalah mengurangi variasi proses dan juga mengurangi kecacatan pada produk sehingga upaya perusahaan dalam meningkatkan efisiensi dari efektivitas suatu sistem dapat terwujud. Tahapan *Six Sigma* yang digunakan dalam perbaikan proses meliputi *Define-Measure-Analyze-Improve-Control* yang dikenal sebagai DMAIC (Wahyudi et al., 2020). Namun pada penelitian ini tahapan yang digunakan adalah *Measure-Analyze-Improve*, tanpa tahapan *Control*.

Metode Six Sigma akan dikombinasikan juga dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Metode FMEA akan digunakan pada tahapan *analyze* untuk mengidentifikasi sumber dan akar penyebab masalah dengan memberikan *rating* ke setiap mode kegagalan berdasarkan *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*, setelah itu perhitingunan *Risk Priority Number* (RPN) dilakukan sehingga dapat ditentukan kecacatan yang harus diprioritaskan untuk dilakukan pengendalian. Sedangkan, untuk TRIZ (*Theoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch*) akan diimplementasikan pada tahapan *improve*, tujuannya adalah untuk merekomendasikan solusi alternatif sebagai bentuk perbaikan pada kemasan botol 1500 ml menggunakan tahapan pada TRIZ yang mengacu pada 39 Parameter untuk menentukan parameter teknik dan matriks kontradiksi untuk mencari solusi dengan menggunakan 40 prinsip inventif (Prabowo & Wijaya, 2020).

1.2 Rumusan Masalah

Pabrik AMDK DAXU saat ini belum menerapkan metode pengendalian kualitas yang sistematis serta masih mengandalkan pemeriksaan visual. Hal tersebut menyebabkan berbagai permasalahan seperti kesalahan pelabelan dan bahan baku kemasan yang tidak sesuai standar. Kecacatan tertinggi ditemukan pada kemasan botol 1500 ml dengan persentase sebesar 3,98% yang mana melebihi batas toleransi sebesar 2%. Permasalahan tersebut berdampak pada

efisiensi produksi dan potensi kerugian bagi perusahaan. Oleh karena itu, perusahaan menunjukkan adanya kebutuhan untuk melakukan perbaikan kualitas khususnya pada kemasan botol 1500 ml. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Berapa besar nilai DPMO dan nilai *Sigma* produk Botol 1500 ml di Pabrik AMDK DAXU?
2. Apa jenis kecacatan yang paling dominan pada produk Botol 1500 ml di Pabrik AMDK DAXU sehingga terjadi penurunan kualitas?
3. Apa sajakah faktor-faktor penyebab kecacatan yang menjadi prioritas perbaikan pada produk Botol 1500 ml berdasarkan nilai RPN tertinggi di Pabrik AMDK DAXU?
4. Apa rekomendasi perbaikan yang dapat diberikan untuk meningkatkan kualitas produk Botol 1500 ml menggunakan metode TRIZ (*Theoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch*) di Pabrik AMDK DAXU?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, terdapat tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini diantaranya:

1. Menghitung besar nilai DPMO dan mendapatkan nilai sigma pada produk Botol 1500 ml di Pabrik AMDK DAXU.
2. Mengidentifikasi jenis kecacatan yang paling dominan pada produk Botol 1500 ml di Pabrik AMDK DAXU.
3. Mengidentifikasi faktor penyebab kecacatan yang menjadi prioritas perbaikan pada produk Botol 1500 ml di Pabrik AMDK DAXU.
4. Merekomendasikan solusi perbaikan untuk menurunkan persentase kecacatan pada produk Botol 1500 ml menggunakan metode TRIZ (*Theoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch*) di Pabrik AMDK DAXU.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat diberikan dan diterima dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Perusahaan

   Penelitian ini diharapkan mampu menjadi bahan informasi bagi perusahaan tentang pengendalian kualitas produk menggunakan metode *Six Sigma* dan TRIZ sebagai bahan pertimbangan perusahaan untuk pengambilan keputusan tentang pengendalian kualitas.
2. Bagi Peneliti

   Penelitian ini diharapkan mampu memberikan tempat untuk peneliti memahami pengendalian kualitas dengan mempraktekan ilmunya langsung di perusahaan dengan tujuan mengurangi kecacatan produk dan memberikan usulan perbaikan pada masalah berdasarkan keilmuan Teknik Industri.
3. Bagi Pihak Lain

   Penyusunan penelitian ini diharapkan dapat membawa manfaat positif bagi siapapun yang membaca dan membutuhkan, sehingga penelitian ini menjadi berkah di dunia.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan yang ditetapkan pada penelitian ini agar tetap fokus pada objek penelitian adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di Pabrik AMDK DAXU yang berlokasi di Jalan Beji Utama, Kalidadap, Harjobinangun, Kec. Pakem, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55582.
2. Penelitian difokuskan pada produk Botol 1500 ml.
3. Data primer yang akan digunakan adalah data periode bulan Agustus - Desember 2024 tanpa bulan Oktober karena tidak adanya produksi pada bulan tersebut.
4. Penelitian ini menggunakan tahapan DMAIC tanpa tahap *control*.
5. Penelitian ini menggunakan 39 *Engineering Parameters* pada tahapan *improve*
6. Penilitian ini tidak memasukkan aspek biaya.
7. Rekomendasi perbaikan tidak diimplementasikan secara langsung melainkan hanya untuk usulan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Kandungan pada bab ini adalah latar belakang, rumusan permasalahan, batasan permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika laporan TA.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Kandungan pada bab ini adalah kajian literatur dan landasan teori yang dapat memberikan bukti bahwa topik penelitian yang diangkat memenuhi syarat dan kriteria.

BAB III METODE PENELITIAN

Kandungan pada bab ini adalah objek penelitian, data yang dipakai, dan tahapan yang telah dilakukan dalam penelitian.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Kandungan pada bab ini pembahasan mengenai hasil dari pengolahan data.

BAB V PEMBAHASAN

Kandungan pada Bab ini adalah penjabaran proses pengolahan data tercantum gambar dan grafik dari hasil penelitian. Hasil dari pembahasan diharapkan menjadi landasan untuk menentukan usulan perbaikan untuk perusahaan maupun penelitian selanjutnya.

BAB VI PENUTUP

Kandungan pada Bab ini adalah kesimpulan dengan penjabaran singkat dari hasil penelitian. Selain itu, dituliskan juga saran yang ditujukan untuk perusahaan maupun penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Pada bagian kajian literatur ini memuat kajian yang didapatkan dari jurnal ilmiah hasil dari penelitian-peneltian yang telah dilakukan sebelumnya baik yang dipublikasikan maupun yang tidak berhubungan dengan penelitian ini. Pada penelitian ini akan dilakukan menggunakan metode *Six Sigma* dan TRIZ, sehingga peneliti mencari kajian yang terkait agar mendapatkan gambaran tentang penelitian yang akan dilakukan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Indrawati dkk (2020) memiliki tujuan yaitu meningkatkan sistem pelayanan sebuah restoran cepat saji menggunakan pendekatan lean. Metode yang digunakan adalah dengan mengintegrasikan antara *Six Sigma* dan TRIZ (*Theory of Inventive Problem Solving*) untuk mempermudah proses pemecahan masalah secara kreatif dalam mengoptimalkan kinerja industri jasa. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar pemborosan di industri makanan cepat saji berasal dari proses pemberian rasa pada makanan yang membutuhkan waktu total 527 detik. Hal tersebut dapat dikurangi dengan mengubah parameter proses dan implementasi 5S pada area kerja. Hasil dari penerapan strategi tersebut menunjukkan peningkatan efisiensi proses sebesar 90%.

Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh Fimahali dan Sumiati (2023) memiliki tujuan yaitu meningkatkan kualitas produk Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) PT. Sidogiru Mandiri, khususnya berfokus pada ukuran kemasan 240 ml dengan persentase cacat tertinggi sebesar 0,81%. Metode yang digunakan adalah pendekatan DMAIC dalam *Six Sigma* dan metode FMEA untuk mengurangi cacat, meningkatkan level *sigma*, dan menurunkan nilai RPN. Hasil penelitian menemukan jenis cacat yang teridentifikasi termasuk volume kurang, air kotor, kemasan rusak, dan tutup yang tidak rapi. Nilai rata-rata DPO adalah 0,002121, nilai DPMO 2121, dan tingkat *sigma* adalah 4,36 yang menandakan bahwa target *sigma* belum tercapai. Perbaikan yang disarankan adalah pemilihan dan pemeriksaan bahan baku yang ketat, pemeliharaan mesin secara berkala, pembersihan gudang secara rutin, pemeriksaan mesin pengisi dan peningkatan perhatian pada penempatan dan penyortiran kemasan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Mittalm dkk (2023) memiliki tujuan yaitu mengurangi tingkat *rejection* pada produk *weather strips* yang diproduksi oleh perusahaan XYZ dari 5,5% menjadi 2%. Metode yang dipakai adalah Six Sigma DMAIC untuk menganalisis penyebab utama *rejection*, menerapkan tindakan pencegahan, dan mengumpulkan serta menganalisis data

untuk meningkatkan kinerja proses dan mencapai tingkat *Sigma*. Penerapan metode ini menghasilkan penghematan biaya dan peningkatan tingkat Sigma, persentase *reject* menurun dari 5,5% menjadi 3,08%, dan rata-rata *rejection weather strips* berkurang dari 153 lember per hari menjadi 68 lembar per hari. Hal tersebut menghasilkan penghematan yang signifikan dalam biaya *rejection* dan pengurangan biaya komponen yang digunakan serta tingkat Sigma ditingkatkan dari 3,9 menjadi 4,45.

Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh Untoro dan Iftadi (2020) memiliki tujuan yaitu untuk menganalisis proses produksi *Electric Lovina Bed 3 Motor* di PT. Mega Andalan Kalasan. Metode yang digunakan adalah *Six Sigma*, khususnya tahapan DMAIC untuk mengidentifikasi dan meningkatkan kualitas produk, mengidentifikasi akar penyebab cacat dalam proses, memprioritaskan masalah, dan mengusulkan perbaikan. Berdasarkan data laporan inspeksi dari bulan Mei 2019 hingga Oktober 2019, diketahui jumlah total cacat dan total produksi selama bulan tersebut antara 12,5% hingga 63,6%, kemudian kecacatan yang paling dominan selama periode tersebut adalah kelengkapan komponen yang memiliki persentase dari total jumlah cacat adalah sekitar 32,6%. Setelah perhitungan DPMO menunjukkan nilai dari bulan Mei hingga Oktober 2019 memiliki rata-rata DPMO sebesar 58558,56 dan nilai rata-rata sigma sebesar 3,07, jauh dari nilai 6 *sigma* tetapi sudah diatas nilai rata-rata *sigma* industri di Indonesia.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Azwir dkk (2022) memiliki tujuan yaitu untuk meningkatkan kontrol kualitas pada produk kemasan makanan yang diproduksi oleh PT PP2 agar dapat mengurangi tingkat penolakan dan mengatasi cacat-cacat seperti pembengkokan, kerusakan plastik, kerusakan pada *shrink wrap*, dan benjolan PET. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Six Sigma* DMAIC dan alat analisis seperti analisis akar masalah FMEA dan analisis *Voice of Customer* (VOC) untuk mengidentifikasi dan mengatasi penyebab utama cacat. Rencana perbaikan dilakukan mencakup modifikasi tata letak, optimalisasi proses, dan pelatihan. Hasilnya menunjukkan bahwa pendekatan peningkatan terstruktur dan pemantauan berkelanjutan efektif dalam mencapai peningkatan yang berkelanjutan.

Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh Albayrak dkk (2023) memiliki tujuan yaitu untuk menganalisis masalah, menerapkan prinsip-prinsip TRIZ dan mengusulkan penggunaan *drone* sebagai solusi alternatif, hal tersebut dilakukan dengan menilai manfaat potensial dari penggunaan *drone* dalam rangka penghematan waktu. Metode yang digunakan adalah TRIZ (*Theory of Inventive Problem Solving*) untuk mengidentifikasi metode alternatif yang dapat

meningkatkan kecepatan dan efisiensi transportasi, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti daya tahan, komsumsi energi, dan biaya. Hasil dari penelitian ini menyoroti bahwa *drone* juga memiliki manfaat potensial dalam hal penghematan finansial dan efisiensi waktu.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Guner dan Kose (2020) memiliki tujuan yaitu untuk mengembangkan matriks solusi baru dan metodologi baru untuk mengatasi masalah yang muncul dalam pemberian layanan kesehatan dan untuk memberikan solusi inovatif. Metode yang digunakan adalah TRIZ (*Theory of Inventive Problem Solving*) untuk meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan. Para peneliti berhasil mencocokkan kriteria kualitas perawatan kesehatan dengan parameter matriks kontradiksi TRIZ, sehingga menghasikan matriks solusi 16 x 16 yang dirancang khusus untuk industri jasa yang berfokus pada perawatan kesehatan. Matriks tersebut menjadi panduan bagi penyedia layanan kesehatan dalam mengidentifikasi dan mengatasi masalah serta menghasilkan solusi inovatif untuk masalah teknis.

Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh Malhotra dkk (2019) memiliki tujuan yaitu untuk mengembangkan metodologi inovasi yang sistematis untuk desain ramah lingkungan dalam manufaktur *brassware*. Metode yang digunakan pada peneltian ini adalah integrasi antara QFD (*Quality Function Development*) dan TRIZ (*Theory of Inventive Problem Solving*) untuk meningkatkan efisiensi lingkungan dan keberlanjutan. Hasil dari penelitian ini merekomendasikan penelitian lebih lanjut dan potensi penerapan pada proses manufaktur lainnya, yang menunjukkan kelayakan penerapan metode ini.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Harahap dkk (2020) memiliki tujuan yaitu untuk merancang *Green Food Delivery Packing* dengan menganalisis atribut desain kemasan yang sesuai untuk meningkatkan kepuasan pelanggan dan mempertimbangkan aspek lingkungan. Identifikasi kebutuhan pelanggan dilakukan melalui wawancara dan tinjauan literatur, kuisioner didistribuskan kepada 100 responden untuk menentukan nilai tertimbang dari kebutuhan pelanggan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah QFDE (*Quality Function Development for Environment*) dan TRIZ (*Theory of Inventive Problem Solving*). Penelitian ini menghasilan konsep desain solusi berupa *transport packaging* dengan spesifikasi berupa bentuk kubik dengan tepi melengkung, dapat dilipat dan dipindahkan, lapisan terpisah untuk pembersihan, suasana yang berbeda, interaksi penahan, dan material berongga.

Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh Harahap dkk (2021) memiliki tujuan yaitu untuk menganalisis integrasi metode *Quality Function Development* (QFD) dengan *Theory of Inventive Problem Solving* dalam rankga meningkatkan kualitas air bersih di Perusahaan

Daerah Air Minum (PDAM) Tirtanadi Cabang Sungai Medan. Penelitian ini mengidentifikasi kekeruhan, bau, warna, rasa, zat besi, dan sisa klorin sebagai faktor yang paling dominan dalam menilai kualitas air dan mengungkapkan nilai rata-rata untuk setiap dimensi dan tingkat perbaikan yang diperlukan. Hasil dari temuan penelitian memberikan wawasan berharga bagi PDAM Tirtanadi untuk meningkatkan kualitas air dan kepuasan pelanggan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Sinaga dan Suseno (2023) memiliki tujuan yaitu untuk membantu perusahaan mengidentifikasi kerusakan yang terjadi pada produk dan penyebab kerusakan tersebut sehingga diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan mengurangi produk cacat. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Six Sigma* dengan perhitungan DMAIC. Hasil identifikasi menemukan bahwa dari bulan Agustus 2022 hingga Maret 2023 terdapat 19 unit cacat dari 542 unit *manhole* yang setara dengan 3,51%. Hal ini termasuk 11 unit dengan cacat permukaan (2,03%) dan 8 unit dengan cacat motif (1,48%). DPMO yang dihasilkan adalah 17.527,68 dengan nilai *Sigma* 3,61. Pengendalian kualitas dilakukan menggunakan metode 5W + 1H, mencakup faktor seperti pelatihan dan pengawasan untuk personel, perawatan berkala untuk mesin, pembentukan dan pemantauan SOP, serta pengawasan pemilihan dan penggunaaan bahan baku. Setelah dilakukan perbaikan tingkat kecacatan menurun dari 3,51% menjadi 1,94%, dan nilai Sigma meningkat sebesar 0,23 menjadi 3,84.

Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh Parianti dkk (2020) memiliki tujuan yaitu untuk mengetahui cacat pada produksi karet selama proses pengeringan di PT Sri Trian Lingga Indonesia (SLI). Metode yang digunakan adalah *Six Sigma* untuk meningkatkan kualitas kinerja perusahaan dengan mengurangi faktor yang berkontribusi terhadap cacat. Mengurangi biaya operasional, dan meningkatkan produktivitas. Pada penelitian ini *Six Sigma* diukur menggunakan nilai DPMO, *sigma*, dan kapasitas produksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan signifikan dalam kualitas proses produksi dengan nilai DPMO sebesar 300, nilai *sigma* sebesar 99,89%. Selain itu, persentase penolakan juga diidentifikasi, yaitu 55% bercak putih, 24% kotor, dan 21% lengket di troli. Dengan metode *Six Sigma* ini diharapkan dapat mengurangi jumlah produk cacat dengan margin yang mencukupi.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Furqon dan Al-Faritsy (2022) memiliki tujuan yaitu untuk menyelesaikan masalah yang terjadi pada produk rantai *boiler* pada CV Sri Rejeki yang gagal memenuhi standar atau cacat. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Six Sigma*, yang terdiri dari tahapan DMAIC dengan bantuan diagram Pareto dan metode TRIZ.

Didapatkan bahwa cacat permukaan yang tidak rata adalah jenis cacat paling dominan dengan persentase sebesar 54%. DPMO rata-rata adalah 126.920,25 dan nilai sigma adalah 2,65. Perbaikan yang direkomendasikan adalah pelatihan rutin bagi karyawan, pembaruan dan pencetakan SOP, serta pemisahan bahan baku yang layak dan tidak layak sebelum proses peleburan.

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Lestari dan Supardi (2022) memiliki tujuan yaitu untuk menganalisis pengendalian kualitas dalam industri tempe rumahan Bapak Soyo yang mengalami kesulitan dalam proses produksi. Data dari laporan produksi periode Juli-September 2021 dianalisis menggunakan metode *Six Sigma* dengan tahapan DMAIC. Hasil analisis menunjukkan nilai DPMO sebesar 4.997 dengan tingkat sigma sebesar 4,13 yang menunjjukan bahwa pengendalian kualitas sudah memuaskan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Silitonga (2023) memiliki tujuan yaitu untuk mendesain kemasan yang lebih menarik sesuai dengan keinginan konsumen dikarenakan sebuah studi yang dilakukan di UKM Himasweet Tembung menilai bahwa kemasan makanan ringan cokelat kurang menarik dan tidak memiliki standarisasi yang mencukupi. Metode yang digunakan adalah TRIZ, yang mempertimbangkan pengalaman sebelumnya dan menghilangkan kontradiksi. Metode survei kuisioner dilakukan untuk mengumpulkan data dari 100 responden, yang kemudian setelah terkumpul akan dianalisis menggunakan TRIZ untuk menghasilkan rekomendasi perbaikan kemasan. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa kemasan *snack* yang optimal adalah standing pouch berbahan aluminium *foil*, berwarna kuning dengan ukuran 14 x 25 cm (250 gram), dilengkapi dengan *ziplock*, informasi produk, dan gambar coklat untuk merepresentasikan produk. Kemasan yang efektif sangat penting untuk melindungi produk, menyampaikan informasi, dan meningkatkan daya tarik.

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Peneliti	Metode		Objek	
	Six Sigma	TRIZ	Manufaktur	Jasa
(Indrawati et al., 2020)	√			√
(Fimahali & Sumiati, 2023)	√		√	
(Mittal et al., 2023)	√		√	
(Untoro & Iftadi, 2020)	√		√	
(Azwir, 2022)	√		√	

Peneliti	Metode		Objek	
	Six Sigma	TRIZ	Manufaktur	Jasa
(Albayrak et al., 2023)		√	√	
(Kose & Guner, 2020)		√		√
(Malhotra et al., 2019)		√	√	
(Harahap et al., 2020)		√	√	
(Harahap et al., 2021)		√	√	
(Sinaga & Suseno, 2023)	√		√	
(Parianti et al., 2020)	√		√	
(Furqon & Al-Faritsy, 2022)	√	√	√	
(Lestari & Supardi, 2022)	√		√	
(Silitonga et al., 2023)		√	√	
Penelitian Ini	√	√	√	

2.2 Landasan Teori

Pada bagian landasan teori ini akan dilakukan pendekatan secara analisis tentang suatu teori atau prinsip umum yang nantinya teori-teori umum tersebut akan berlanjut ke kesimpulan atau penerapan yang lebih spesifik.

2.2.1 Kualitas

Kualitas atau mutu secara umum melihat pada tingkat keunggulan atau kesempurnaan dari suatu produk, layanan, atau proses. Philip B. Crosby yang seorang ahli dalam bidang manajemen kualitas, menyatakan bahwa mutu itu gratis, menurutnya sangat banyak pemborosan di dalam sistem saat mengupayakan peningkatan mutu. Kemudian beliau juga berpendapat bahwa semua aspek seperti kesalahan, kegagalan, pemborosan, dan penundaan waktu dapat dihilangkan jika ada kemauan dari pihak instansi untuk melakukan peningkatan mutu (Rahman, 2020). Philip B. Crosby menyatakan lagi bahwa mutu merupakan kesesuaian terhadap persyaratan (*conformance to requirements*).

Selain definisi dari Crosby, pendapat lain tentang kualitas dari ahli pengembangan mutu yang namanya sudah terkenal di industri Jepang, Joseph M Juran yang menyatakan bahwa mutu adalah sebagai kesesuaian bagi penggunaan (*fitness for use*) (Kholifah, 2020). Kualitas itu merupakan kesesuaian dengan selera seseorang, yang dimaksud dengan selera disini adalah

memberikan manfaat bagi pengguna barang atau jasa tersebut (Andriani, 2024). Sementara itu, W. Edwards Deming berpendapat bahwa kualitas sebagai kesesuaian dengan kebutuhan pasar atau konsumen. Perusahaan harus benar-benar dapat memahami apa yang dibutuhkan konsumen dari sebuah produk yang akan di produksi (Indriani, 2024).

Berdasarkan definisi dari tiga ahli diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa kualitas atau mutu merupakan tingkat keunggulan yang melekat pada suatu produk, layanan atau proses yang mencukupi persyaratan atau kebutuhan pasar yang bertujuan untuk memberikan manfaat bagi pengguna.

Garvin mencetuskan cara untuk mengidentifikasi karakteristik kualitas pada sebuah produk dengan menggunakan delapan dimensi kualitas yaitu antara lain (Sianturi, 2018):

1) Kinerja (*performance*), mengacu pada aspek fungsional produk dan menjadi karakteristik utama yang dipertimbangkan pelanggan ketika akan membeli suatu produk.
2) Keistimewaaan (*features*), mengacu pada karakteristik produk yang saling melengkapi dan mampu menumbuhkan persepsi positif dan membedakan dari produk lain di pasar.
3) Keandalan (*reliability*), mengacu pada bentuk kepercayaan konsumen kepada produk karena keandalannya atau mungkin karena tingkat kerusakannya rendah.
4) Kesesuaian (*conformance*), mengacu pada apabila sebuah produk memenuhi syarat atau ukuran tertentu dan operasinya telah memenuhi standar yang ditetapkan.
5) Daya Tahan (*durability*), mengacu pada masa pakai produk atau umur panjang sebuah produk.
6) Kemudahan servis (*serviceability*), mengacu pada kemudahan perbaikan, kemudahan perawatan, atau ketersediaan suku cadang ketika produk perlu diperbaiki atau dirawat.
7) Estestika (*aesthetic*), mengacu pada keindahan atau daya tarik yang dirasakan sangat menarik bagi konsumen. Daya tarik ini adalah faktor kunci dalam mempengaruhi keputusan pembelian konsumen.
8) Kualitas yang dirasakan (*perception*), mengacu pada citra produk atau reputasi suatu produk seperti yang dipersepsikan oleh konsumen. Hasil evaluasi ini dapat meningkatkan loyalitas atau fanatisme konsumen terhadap merek tertentu.

2.2.2 Pengendalian Kualitas

Dalam bukunya Juran's *Quality Handbook*, Joseph M. Juran menyatakan pengendalian kualitas sebagai proses manajerial untuk menjalankan operasi guna memberikan stabilitas. Hal ini dicapai dengan mencegah perubahan yang merugikan dan "mempertahakan *status quo*". Pengendalian kualitas juga merupakan salah satu dari tiga proses manajerial dasar yang dapat digunakan untuk mengelola kualitas. Mempertahankan "*status quo*" digunakan untuk menggambarkan kecenderungan organisasi atau individu untuk mempertahankan kondisi atau cara kerja yang sudah ada tanpa melakukan perubahan dan perbaikan.

Pengendalian kualitas secara umum dijelaskan sebagai proses sistematis yang dirancang untuk memastikan produk atau layanan sudah memenuhi dengan standar kualitas yang ditetapkan. Dalam industri itu sendiri terdapat beberapa jenis pengendalian kualitas yang umum digunakan antara lain yaitu:

1. *Stastitical Quality Control (SQC)* adalah alat manajemen untuk memastikan kualitas. Teknik SQC diterapkan untuk memeriksa dan menguji data untuk menentukan standar dan memeriksa kesesuaian produk untuk mencapai operasi manufaktur yang maksimal. Dalam melakukan analisis SQC, ada tujuh tahapan utama antara lain *check sheets*, *histogram*, *pareto diagram*, *flow charts*. *scatter diagram*, *control maps*, dan *fishbone diagram* (Ramdani et al., 2022).
2. *Total Quality Control (TQC)* adalah inisiatif organisasi yang melibatkan tim karyawan yang bekerja secara kolaboratif dan bertemu secara tertatur untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengatasi masalah pengendalian kualitas dalam pekerjaan mereka. TQM menggunakan alat kontrol kualitas untuk memfasilitasi proses ini (Lastiawan & Aprilyanti, 2021). TQM berbeda dengan kontrol kualitas, yang merupakan proses setelah kejadian. Namun, TQM secara konsisten berorientasi pada kepuasan pelanggan dan memasukkan kontrol kualitas sejak awal. Hal ini juga berlaku untuk sektor pelayanan publik (Taufiq & Ardiansyah, 2021).
3. *Six Sigma* adalah metode yang memiliki prinsip untuk meningkatkan produk yang dicapai dengan melakukan perbaikan pada proses sehingga menghasilkan produk yang sempurna. Metode *Six Sigma* berfokus pada cacat dan variasi, yang dimulai dengan identifikasi elemen-elemen kualitas kritis dari suatu proses. Tujuan dari *Six Sigma* adalah pengurangan variasi dalam output sehingga tidak akan melebihi enam standar deviasi (*Six Sigma*) antara *mean* dan batas spesifikasi terdekat (Fimahali & Sumiati, 2023).

Metode ini disusun berdasarkan lima fase DMAIC yaitu *Define*, *Measure*, *Analyze*, *Improve*, dan *Control* (Widodo & Soediantono, 2022).

4. *Lean Manufacturing* adalah metodologi sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan dan aktivitas yang tidak bernilai tambah. Penerapan awal konsep *lean* adalah pada bidang manufaktur, yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas produksi melalui efisiensi dengan mengidentifikasi dan meminimalkan tujuh jenis pemborosan yaitu *overproduction*, *transportation*, *waiting unnecessary processes*, *inventory*, *movement*, and *product defects* (Indrawati et al., 2020).
5. *ISO 9001* adalah *Quality Management System* yang merupakan pendekatan proses dengan menggabungkan siklus *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) dan pemikiran berbasis risiko. Siklus PDCA memfasilitasi kemampuan organisasi untuk memastikan bahwa proses dikelola dengan alokasi sunber daya yang memadai dan bahwa peluang untuk perbaikan diidentifikasi dan diimplementasikan (Gandara & Hasibuan, 2020). Penerapan ISO 9001 dapat meningkatkan efektivitas organisasi dalam beberapa cara. Misalnya, hal ini dapat mengarah pada peningkatan kepuasan pelanggan, pengurangan jumlah cacat dan klaim, dan peningkatan kesadaran staf dan kebutuhan pelanggan (Purwanti et al., 2020).

Pada intinya, pengendalian kualitas merupakan aspek penting dalam manajemen, yang memungkinkan organisasi untuk mempertahankan kualitas produk dan layanan mereka melalui serangkaian metodologi yang sistemasis.

2.2.3 Six Sigma

Motorola pada tahun 1987, menginvestasikan sejumlah $170 juta untuk pelatihan *Six Sigma* bagi para karyawannya, yang menghasilkan laba dari investasi sekitar $2,2 miliar. Banyak bisnis di seluruh dunia telah mengadopsi *Six Sigma* secara signifikan. Hal ini *menyebabkan Six Sigma* diidentifikasi sebagai area penelitian utama, dengan memberikan manfaat yang lebih besar bagi industri. Bagi banyak bisnis yang ingin mengurangi biaya dan meningkatkan efisiensi, *Six Sigma* dijadikan prioritas utama. (Mittal et al., 2023). *Six sigma* adalah metodologi terstruktur untuk meningkatkan proses. Fokus dari metodologi ini adalah untuk mengurangi variasi proses dan juga mengurangi cacat (produk atau layanan yang tidak memenuhi spesifikasi). Penggunaan analisis statistik, teknik pemecahan masalah, dan pendekatan kuantitatif lainnya merupakan inti dari metodologi *Six Sigma* (Untoro & Iftadi, 2020).

Gaspersz (2017) menegaskan bahwa *Six Sigma* merupakan upaya berkelanjutan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pada suatu sistem, dengan tujuan mengurangi jumlah cacat dalam produksi barang dan jasa. Hal ini dicapai dengan menetapkan target 3,4 *defect per millions opportunity* (DPMO), sementara itu perusahaan secara bersamaan berusaha untuk memenuhi harapan pelanggan dalam hal kualitas. Definisi ini dapat dianggap valid, karena istilah "*Six Sigma*" itu sendiri mengacu pada target kinerja operasi yang diukur secara statistik dengan target 3,4 cacat untuk satu juta kesempatan produksi.

Gasperz berpendapat bahwa agar konsep *Six Sigma* dapat berhasil diimplementasikan di sektor manufaktur, ada enam pertimbangan utama yang harus diperhatikan. Hal-hal tersebut adalah sebagai berikut (Harahap et al., 2018):

1) Identifikasi karakteristik produk yang sesuai dengan harapan dan kebutuhan pelanggan.
2) Klasifikasi semua karakteristik produk yang sesuai dengan harapan dan kebutuhan pelanggan.
3) Penentuan apakah setiap CTQ dapat dikendalikan melalui pengendalian aspek-aspek yang harus dipertimbangkan adalah identifikasi bahan, proses kerja, mesin, dan faktor lain yang relevan.
4) Penentuan batas toleransi maksimum untuk setiap CTQ yang diinginkan oleh pelanggan (menentukan nilai UCL dan LCL setiap CTQ).
5) Penentuan variasi proses maksimum untuk setiap CTQ (tentukan nilai maksimum standar deviasi untuk setiap CTQ).
6) Modifikasi desain produk dan/atau proses sedemikian rupa untuk mencapai nilai target *Six Sigma*.

Tabel 2. 2 Tingkat Pencapaian Sigma

Tingkat Pencapaian Sigma	**DPMO (*Defect per Million Opportunity*)**	**Persentase yang memenuhi spesifikasi**
1-*Sigma*	691,462 (Sangat tidak kompetitif)	31%
2-*Sigma*	305,538 (Rata-rata industri Indonesia)	69,20%
3-*Sigma*		93,32%

4-*Sigma*	6,210 (Rata-rata industri USA)	99,379%
5-*Sigma*	233 (Rata-rata industri Jepang)	99.977%
6-*Sigma*	3,4 (Industri kelas dunia)	99,9997%

Sumber: (Handika & Kuntoro, 2022)

2.2.4 DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control)

Gasperz mendefinisikan metodologi DMAIC sebagai pendekatan sistematis untuk peningkatan proses. Hal ini melibatkan pemeriksaan menyeluruh terhadap prosedur yang ada saat ini dan identifikasi area yang membutuhkan perbaikan (Siregar & Mutiara, 2019). Kerangka kerja DMAIC dirancang untuk menghilangkan langkah-langkah yang tidak bernilai tambah dalam suatu proses.

Pendekatan DMAIC adalah metodologi yang telah divalidasi untuk identifikasi dan penyelesaian permasalah kecacatan produk, serta peningkatan kualitas produk sesuai dengan metrik bisnis yang telah ditetapkan. DMAIC adalah salah satu metodologi pemecahan masalah yang paling banyak digunakan dalam bidang peningkatan kualitas dan peningkatan proses (Sofiana & Sanggala, 2021). Penerapan metode DMAIC harus dilengkapi dengan penggunaan alat *Six Sigma*, seperti Diagram Fishbone dan FMEA, dengan tujuan untuk mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan kualitas (Limantara et al., 2021). DMAIC termasuk di antara alat dalam *Six Sigma*, namun juga dapat digunakan sebagai prosedur peningkatan kualitas yang berdiri sendiri atau untuk peningkatan proses lainnya (Azwir, 2022).

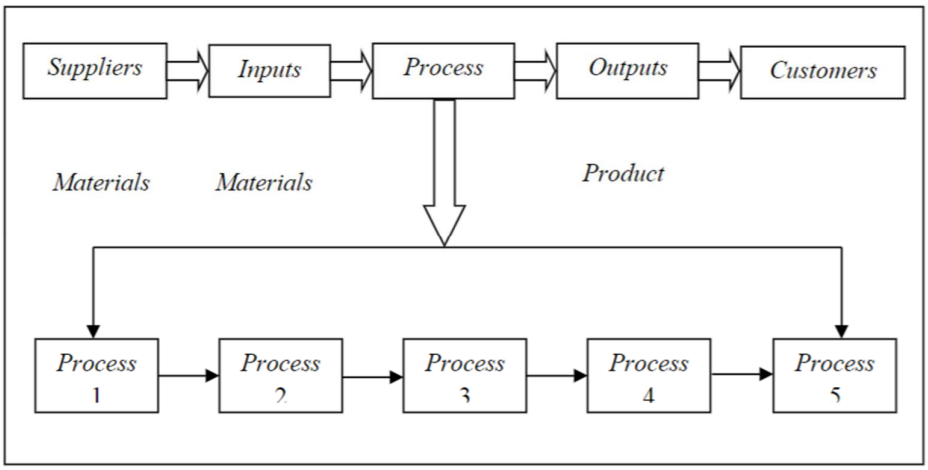
DMAIC adalah singkatan dari metodologi lima langkah yaitu, *Define*, *Measure*, *Analyze*, *Improve*, dan *Control* (Rifqi et al., 2021). *Define* sendiri yaitu proses mengidentifikasi masalah, *Measure* yaitu proses mengukur kinerja proses produksi untuk mendapatkan nilai DPMO dan *Sigma*, *Analyze* yaitu proses menganalisa penyebab masalah dengan menggunakan alat bantu statistik. *Improve* yaitu proses memberikan usulan perbaikan terhadap masalah, *Control* yaitu proses pemantauan terhadap usulan perbaikan yang telah dilakukan (Ilham & Renosari, 2023). Berikut ini adalah penjabaran singkat tentang metodologi DMAIC:

1. *Define*

   Tujuan dari tahap *Define* adalah untuk mengidentifikasi masalah yang ada pada produksi, menentukan hasil yang diinginkan, dan menilai potensi manfaat dari mengatasi tersebut. Alat yang digunakan selama tahap ini adalah diagram SIPOC dan CTQ.

   a) Diagram SIPOC

      Diagram SIPOC adalah tampilan visual dari rantai pasokan, yang menggambarkan aktivitas dan sub-proses yang terdiri dari operasi bisnis yang penting. Diagram ini berfungsi sebagai alat untuk mengidentifikasi batas-batas dan aspek-aspek utama rantai pasokan (Rahman & Perdana, 2021). Elemen yang terkandung dalam Diagram SIPOC yaitu *Supplier*, *Input*, *Process*, *Output*, dan *Customers*, tampilan dari diagram tersebut terlihat pada Gambar 2. 1.



Gambar 2. 1 Diagram SIPOC
Sumber: (Ekoanindiyo, 2014)

Berdasarkan Gambar 2.1, penjelasan singkat terkait elemen-elemen yang ada pada Diagram SIPOC adalah sebagai berikut:

1) Supplier

Pemasok (*Supplier*) yang berarti sebagai pihak yang menyediakan barang atau jasa untuk suatu bisnis, yang kemudian digunakan sebagai input pada tahap proses.

2) Input

Masukan (*Input*) yang berarti sebagai sumber daya dalam bentuk material, jasa, sumber daya manusia (SDM), dan informasi yang diubah menjadi *output* melalui tahap pemroresan.

3) Process

Proses (*Process*) yang berarti serangkaian aktivitas yang memfasilitasi perubahan input menjadi hasil akhir atau output.

4) Output

Keluaran (*Output*) yang berarti puncak dari sebuah proses dan selanjutnya diberikan kepada pelanggan.

5) Customers

Pelanggan (*Customers*) yang berarti sebagai pihak yang memanfaatkan output yang dihasilkan oleh perusahaan.

b) Identifikasi *Critical to Quality* (CTQ)

Critical to Quality (CTQ) merupakan karakteristik penting yang harus dipenuhi oleh suatu produk atau proses. Apabila hendak memuaskan keinginan dan kebutuhan pelanggan, suatu produk atau proses harus mencapai standar atau sesuai dengan batas spesifikasinya (Sutiyarno & Chriswahyudi, 2019).

2. *Measure*

Pada tahap *Measure* ini memiliki tujuan yaitu untuk mengevaluasi dan mengukur kinerja perusahaan (Syahriyanti et al., 2016). Di tahap ini akan dimulai dengan perhitungan DPMO dan nilai *sigma*.

a) Perhitungan DPMO

DPMO adalah *Defect Per Million Opportunities*, yaitu cacat per satu juta kesempatan. DPMO merupakan salah satu ukuran kapabilitas proses yang digunakan untuk mengukur seberapa baik proses manufaktur (Prasetiyo et al., 2022). Berikut ini adalah perhitungan dengan menggunakan *software* Excel dan level *sigma* berdasarkan rumus sebagai berikut (Untoro & Iftadi, 2020):

$$DPMO = \frac{Jumlah\ produk\ defect}{Jumlah\ produk\ \times defect\ opportunity} \times 1.000.000 \quad (2.2.4.1)$$

$$Sigma\ Level = NORMSIV\left(\frac{1 - DPMO}{1.000.000}\right) \times 1.5 \qquad (2.2.4.2)$$

b) Peta Kendali p

Seperti yang dinyatakan oleh Haizer dan Render, peta kendali p adalah salah satu peta kendali yang digunakan dalam pengendalian kualitas. Peta kendali p digunakan dengan tujuan untuk mengidentifikasi kecacatan yang ada pada produk. Peta kendali p ini digunakan untuk memastikan apakah produk cacat yang dihasilkan masih sesuai dengan standar yang disyaratkan (Darmawan et al., 2023). Peta kendali proporsi cacat (peta p) atau jumlah cacat (peta Np) digunakan apabila sampel yang diambil untuk setiap pengamatan jumlahnya sama. Namun, jika sampel yang diambil untuk setiap pengamatan bervariasi, jumlahnya berubah-ubah, atau perusahaan melakukan inspeksi 100%, maka harus menggunakan peta kendali proporsi cacat (peta p) (Rahayu & Supono, 2020). Dalam Yudianto, et al., (2018) terdapat langkah-langkah perhitungan pada peta kontrol p adalah sebagai berikut:

A. Menghitung proporsi kecacatan produk (p)

$$p = \frac{np}{n} \qquad (2.2.4.3)$$

Keterangan:

np : Jumlah cacat produk

n : Jumlah produk yang diperiksa

B. Menghitung Garis Pusat atau *Center Line* (CL)

$$CL = \overline{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \qquad (2.2.4.4)$$

Keterangan:

$\sum np$: Jumlah total cacat produk

$\sum n$: Jumlah total produk yang diperiksa

C. Menghitung *Upper Control Limit* (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL)

$$UCL = \overline{p} + 3\left(\sqrt{\frac{\overline{p}\,(1-\overline{p})}{n}}\right) \quad (2.2.4.5)$$

$$LCL = \overline{p} - 3\left(\sqrt{\frac{\overline{p}\,(1-\overline{p})}{n}}\right) \quad (2.2.4.6)$$

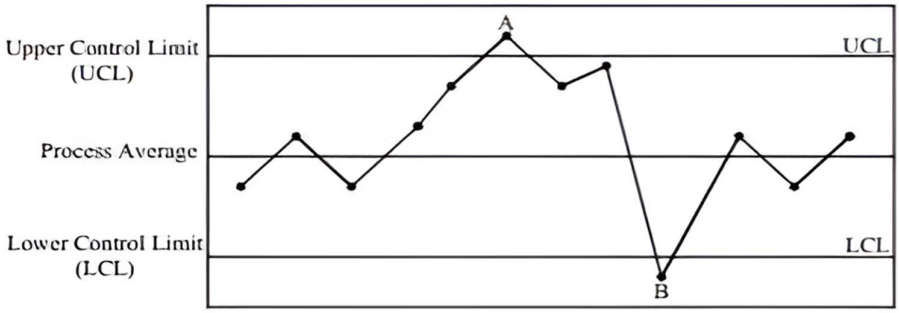
Keterangan:

$\overline{p}$: Rata-rata cacat produk

n : Total sampel

c) Grafik Peta Kendali

Grafik peta kendali adalah penggabungan batas maksimum dan minimum, yang menggambarkan batas-batas daerah kontrol. Tujuannya adalah untuk menggambarkan apakah titik pada grafik normal atau tidak normal. Selain itu, grafik peta kendali dapat berfungsi sebagai alat kontrol untuk mencapai tujuan tertentu yang terkait dengan kualitas proses.



Gambar 2. 2 Grafik Peta Kendali

Sumber: (Farchiyah, 2021)

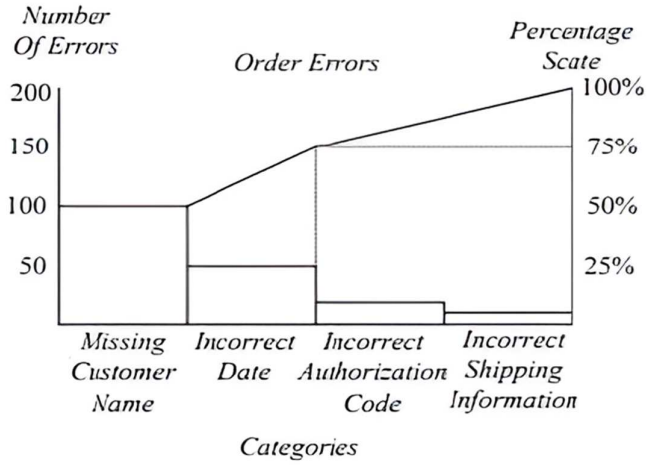
3. *Analyze*

Pada tahap *Analyze* ini tujuannya adalah untuk menganalisa berbagai penyebab dan akar masalah dari produk yang masuk dan dijual yang ditolak atau gagal memenuhi spesifikasi yang disyaratkan (Limantara et al., 2021). Aktivitas yang dilakukan pada tahap proses ini penting untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi semua faktor

penyebab potensial yang dapat menyebabkan permasalahan produksi (Yunita & Adi, 2019).

a) Pareto Diagram

Seperti yang dikemukanan oleh Heizer dkk, Alfredo Pareto adalah tokoh pencetus dalam memperkenalkan diagram pareto pertama, yang kemudian digunakan oleh Joseph Juran untuk pertama kalinya (Oktaviana & Auliandri 2023). Diagram Pareto didefinisikan sebagai grafik balok yang dikombinasikan dengan grafik garis, yang digunakan untuk mengilustrasikan analisis perbandingan setiap jenis data yang relatif terhadap keseluruhan. Selain itu, Diagram Pareto dapat digunakan untuk mengidentifikasi 20% cacat yang secara keseluruhan mencapai 80% dari total proses produksi (Hairiyah et al., 2019). Penggunaan teknik ini memungkinan identifikasi masalah yang paling dominan, sehingga memudahkan penentuan prioritas penyelesaiannya (Oktaviana & Auliandri, 2023).

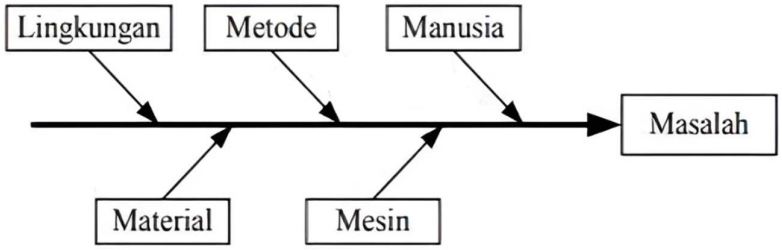


Gambar 2. 3 *Pareto Diagram*

Sumber: (Farchiyah, 2021)

b) Diagram Fishbone

Diagram tulang ikan (*Fishbone Diagram*) adalah alat yang digunakan untuk menganalisis proses bisnis. Istilah “Diagram Ishikawa” juga sering digunakan untuk mengacu pada alat ini, karena alat ini awalnya dikembangkan dan disesuaikan oleh Mr. Kaoru Ishikawa, seorang ahli statistik kontrol kualitas di Jepang. Istilah “diagram tulang ikan” diambil dari pandangan struktural dan tampilannya yang menyerupai tulang ikan (Dharma et al., 2019).



Gambar 2. 4 *Fishbone Diagram*
Sumber: (Farchiyah, 2021)

4. *Improve*

   Pada tahap *Improve* ini digunakan untuk memanfaatkan teknik eksperimental dan statistik dengan tujuan memberikan usulan perbaikan untuk mengurangi masalah kualitas dan cacat (Ulfah & Auliandri, 2019). Selanjutnya, upaya peningkatan dilakukan sesuai dengan temuan yang diperoleh pada tahap *Analyze* (Azwir, 2022). Metode yang digunakan untuk mengusulkan perbaikan adalah dengan *Theory of Inventive Problem* (TRIZ).

5. *Control*

   Tahap *Control* merupakan langkah terakhir dalam metodologi DMAIC, tujuan utama dari tahap ini adalah untuk mengimplementasikan langkah-langkah pengendalian pada semua faktor input yang berdampak pada output. Tujuan dari tahap ini adalah untuk memastikan keberhasilan yang berkelanjutan dari perbaikan yang diterapkan (Azwir, 2022). Pelaksanaan perbaikan yang berkelanjutan dan terus-menerus harus dimonitor. Selanjutnya, proses perbaikan didokumentasikan dan dilaksanakan (Ulfah & Auliandri, 2019).

*2.2.5 Failure Mode Effect Analysis (*FMEA*)*

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah prosedur terstruktur yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi sumber dan akar penyebab masalah (Immawan et al., 2018). Selain itu, FMEA memerlukan pembuatan dokumentasi yang menguraikan proses yang dimaksud dan mendokumentasikan apa yang harus dilakukan oleh desain atau proses untuk memuaskan pelanggan. Untuk mencapai nilai maksimum, FMEA harus mendahului mode kagagalan produk atau proses yang potensial. Hal ini dapat mengurangi atau menghilangkan kemungkinan

penerapan perusahan preventif yang dapat mengakibatkan masalah yang lebih signifikan. Terdapat dua jenis FMEA yang telah dikenal antara lain yaitu (Immawan et al., 2018):

1. *Design* FMEA (DFMEA) adalah jenis FMEA yang digunakan untuk menilai potensi kegagalan yang terkait dengan desain produk. FMEA khusus ini digunakan untuk tujuan menganalisis produk sebelum masuk ke dalam proses produksi. DFMEA berkaitan dengan mode kegagalan potensial yang mungkin timbul dari desain produk.
2. *Process* FMEA (PFMEA) adalah jenis FMEA yang digunakan untuk menganalisis potensi kegagalan dalam suatu proses, bukan pada produk. Jenis FMEA ini digunakan untuk analisis proses produksi dan perakitan. PFMEA berkaitan dengan identifikasi potensi kegagalan yang dapat dikaitkan dengan proses produksi atau perakitan.

Tujuan penerapan FMEA adalah sebagai berikut (Anggi, 2023):

1. Pertama, FMEA sebagai langkah pencegahan terhadap mode kegagalan potensial, dengan untuk mencegah atau menimimalkan kemungkinan terjadinya kegagalan tersebut.
2. Kedua, penting bagi perusahaan untuk menunjukkan bahwa mereka telah menerapkan pendekatan sistematis dan legal untuk memprediksi potensi kegagalan, sehingga dapat menjaga kepercayaan konsumen dalam industri global.
3. Ketiga, ini merupakan prasyarat dalam industri tingkat dunia, karena memungkinkan perusahaan untuk memastikan produk mereka sesuai dengan standar global dan diterima oleh konsumen di berbagai negara.

Adapun sepuluh langkah pengendalian yang digunakan pada DFMEA dan PFMEA yang tertulis pada tabel (Immawan et al., 2018):

Tabel 2. 3 Sepuluh Langkah FMEA

Langkah pertama	Meninjau proses atau produk
Langkah kedua	Melakukan *brainstorming* terhadap setiap moda kegagalan potensial
Langkah ketiga	Mendaftarkan potensi efek yang ditimbulkan untuk setiap mode kegagalan
Langkah keempat	Menetapkan peringkat *severity* untuk setiap efek yang ditimbulkan
Langkah kelima	Menetapkan peringkat *occurrence* untuk setiap efek yang ditimbulkan
Langkah keenam	Menetapkan peringkat *detection* untuk setiap efek yang ditimbulkan

Langkah ketujuh	Menghitung *Risk Priority Number* untuk setiap efek yang ditimbulkan
Langkah kedelapan	Memprioritaskan mode kegagalan yang ditindak lanjuti
Langkah kesembilan	Mengambil tindakan untuk menghilangkan atau mengurangi mode kegagalan yang berisiko tinggi
Langkah kesepuluh	Menghitung hasil *Risk Priority Number* setelah mode kegagalan dikurangi atau dihilangkan

Pada FMEA terdapat tiga variabel proses utama dalam pengendalian yaitu tingkat keparahan (*Severity*), tingkat kejadian (*Occurrence*), dan tingkat deteksi (*Detection*) yang digunakan untuk menilai seberapa *rating* pada setiap mode kegagalan dan *rating* yang diberikan adalah berskala 1 sampai 10.

a. Tingkat Keparahan (*Severity*)

Tabel 2. 4 *Severity*

Skor	Dampak	Severity
1	Tidak ada efek	Tidak mempengaruhi proses produksi
2	Sangat kecil	Dapat mempengaruhi proses produksi, tetapi dampaknya sangat kecil atau hampir tidak ada
3	Kecil atau Minor	Dapat mempengaruhi proses produksi, dampak yang ditimbulkan kecil, dan berpotensi terhadap kecacatan produk
4	Cukup rendah	Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk. Dalam satu bulan produksi, terjadi <1% dari hasil produksi mengalami *rework*
5	Rendah	Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk. Dalam satu bulan produksi, terjadi 1% - 5% dari hasil produksi mengalami *rework*
6	Sedang	Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk. Dalam satu bulan produksi, terjadi 5% - 10% dari hasil produksi mengalami *rework*
7	Tinggi	Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk. Dalam satu bulan produksi, terjadi 10% - 20% dari hasil produksi mengalami *rework*
8	Sangat Tinggi	Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk. Dalam satu bulan produksi, terjadi 20% - 50% dari hasil produksi mengalami *rework*

9	Berbahaya	Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk. Dalam satu bulan produksi, terjadi >50% dari hasil produksi mengalami *rework*
10	Sangat berbahaya	Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk. Dalam satu bulan produksi, seluruh hasil produksi produksi mengalami *rework*

Sumber: (Hartanti et al., 2022)

b. Tingkat Kejadian (*Occurrence*)

Tabel 2. 5 *Occurrence*

Skor	***Occurrence***	**Peluang Kejadian**
1	Tidak pernah	Terjadi satu kali dalam <1 tahun
2	Jarang	Terjadi satu kali dalam 1 – 12 bulan
3		Terjadi satu kali dalam 1 – 6 bulan
4	Kadang – kadang	Terjadi satu kali dalam 1 – 3 bulan
5		Terjadi satu kali dalam 1 – 2 bulan
6	Cukup sering	Terjadi satu kali dalam 1 bulan
7		Terjadi satu kali dalam 1 – 2 minggu
8	Sering	Terjadi satu kali dalam 1 minggu
9		Terjadi satu kali dalam 1 – 3 hari
10	Sangat sering	Terjadi setiap hari

Sumber: (Hartanti et al., 2022)

c. Tingkat Deteksi (*Detection*)

Tabel 2. 6 *Detection*

Skor	**Keterangan**	***Detection***
1	Sumber permasalahan langsung terdeteksi Hasil deteksi akurat	Pasti
2	Dibutuhkan inpeksi visual untuk mendeteksi sumber permasalahan Hasil deteksi akurat	Sangat mudah
3	Dibutuhkan alat bantu dalam mendeteksi sumber permasalahan Sumber permasalahan dapat diketahui setelah terjadi	Mudah

4	Dibutuhkan alat bantu dalam mendeteksi sumber permasalahan Sumber permasalahan dapat diketahui setelah sumber permasalahan berakhir	Cukup Mudah
5	Dibutuhkan alat bantu dalam mendeteksi sumber permasalahan Sumber permasalahan dapat diketahui jika adanya analisis lebih lanjut	Sedang
6	Dibutuhkan alat bantu khusus yang lebih detail dalam mendeteksi sumber permasalahan Dibutuhkan metode tertentu untuk mengetahui sumber permasalahan yang terjadi	Cukup sulit
7	Dibutuhkan alat bantu khusus yang lebih detail dalam mendeteksi sumber permasalahan Sumber permasalahan sulit terdeteksi	Sulit
8	Dibutuhkan alat bantu khusus yang lebih detail dalam mendeteksi sumber permasalahan Hasil deteksi tidak akurat	Sangat sulit
9	Alat bantu tidak dapat digunakan untuk mendeteksi Hasil deteksi tidak akurat	Ekstrim
10	Sumber permasalahan tidak dapat terdeteksi	Tidak dapat terdeteksi

Sumber: (Hartanti et al., 2022)

d. *Risk Priority Number* (RPN)

Setelah semua mode kegagalan diberikan *rating*, kemudian akan dihitung total dari skor *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* yaitu *Risk Priority Number* (RPN) yang didapatkan dari hasil perkalian ketiga variabel tersebut, RPN digunakan untuk memprioritaskan tindakan korektif dengan tujuan menghilangkan atau mengurangi mode kegagalan. RPN akan berkisar antara 1 hingga 1.000 untuk setiap kegagalan. RPN juga digunakan untuk memprioritaskan tindakan korektif yang bertujuan untuk menghilangkan atau mengurangi mode kegalalan potensial.

$$\boldsymbol{RPN = Severity \times Occurrence \times Detection} \qquad 2.2.5.1$$

Tabel 2. 7 Nilai Kategori RPN

Nilai *Risk Priority Number* (RPN)	Kategori
>200	Sangat Tinggi

120 - 200	Tinggi
80 - 120	Sedang
20 - 80	Rendah
<20	Sangat Rendah

Sumber: (Syahputra et al., 2025)

*2.2.6 Theory of Inventive Problem Solving (*TRIZ)

TRIZ (*Theory of Inventive Problem Solving*) adalah sebuah metode yang ditemukan oleh Genrich Altshuller pada tahun 1940. Dengan demikian, TRIZ berasal dari bahasa Rusia yaitu "*Theoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch*". TRIZ merupakan metode yang kuat untuk mengidentifikasi solusi untuk masalah yang kontradiktif (Indrawati et al., 2020). Genrich Altshuller mengamati bahwa beliau memeriksa hanya 40.000 paten yang menunjukkan solusi kreatif, sementara sisanya terlihat seperti replikasi dari ide atau penemuan yang sudah ada sebelumnya di berbagai bidang. Peninjauan terhadap 2,5 juta paten mengungkapkan bahwa masalah yang dihadapi di satu sektor, apabila mengalami investasi waktu dan keuangan yang signifikan, sering kali memiliki kemiripan dengan masalah yang dihadapi di sektor lain (Kose & Guner, 2020). Terdapat tiga tahapan dalam melakukan proses penyelesaian masalah menggunakan metode TRIZ antara lain yaitu (Jakti & Al Faritsy, 2024):

1. Untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah, perlu dipastikan faktor-faktor yang berpotensi menjadi penyebab.
2. Masalah harus dikategorikan ke dalam 39 *Parameters* dengan mengidentifikasi faktor pendukung dan faktor yang berkontradiksi serta menggunakan matriks kontradiksi untuk mengidentifikasi solusi yang dapat diterapkan pada masalah berikutnya.
3. 40 *Inventive Principles* digunakan untuk mengidentifikasi solusi pada masalah yang harus dikerjakan untuk menyelesaikan kontradiksi.

Tabel 2. 8 *39 Technical/Engineering Parameters*

No	***Parameter***	**No**	***Parameter***	**No**	***Parameter***
1	*Weight of Moving Object* (Berat Objek Bergerak)	14	*Strength* (Kekuatan)	27	*Realibility* (Keandalan)

No	***Parameter***	No	***Parameter***	No	***Parameter***
2	*Weight of Stationary Object* (Berat Objek Tidak Bergerak)	15	*Duration of Action by Moving Object* (Ketahanan Objek Bergerak)	28	*Measurement Accuracy* (Ketepatan Pengukuran)
3	*Length of Moving Object* (Panjang Objek Bergerak	16	*Duration of Action by Stationary Object* (Ketahanan Objek Tidak Bergerak)	29	*Manufacturing Precision* (Ketepatan Manufaktur)
4	*Length of Stationary Object* (Panjang Objek Tidak Bergerak)	17	*Temperature* (Suhu)	30	*Objet – Affected Harmful Factors* (Objek yang Terkena Dampak Berbahaya)
5	*Area of Moving Object* (Luas Objek Bergerak)	18	*Illumination Intensity* (Kecerahan)	31	*Object – Generated Harmful Factors* (Objek Menghasilkan Dampak Berbahaya)
6	*Area of Stationary Object* (Luas Objek Tidak Bergerak)	19	*Use of Energy by Moving Object* (Tenaga Yang Digunakan Oleh Objek Bergerak)	32	*Ease to Manufactur* (Mudah dalam Manufaktur)
7	*Volume of Moving Object* (Volume Objek Bergerak)	20	*Use of Energy by Stationary Object* (Tenaga Yang Digunakan Oleh Objek Tidak Bergerak)	33	*Convenience of Use* (Mudah Dalam Penggunaan)
8	*Volume of Stationary Object* (Volume Objek Bergerak)	21	*Power* (Tenaga)	34	*Ease of Repair* (Kemampuan untuk Dapat Diperbaiki)
9	*Speed* (Kecepatan)	22	*Loss of Energy* (Pengurangan Tenaga)	35	*Adaptability or Verssatility* (Kemampuan untuk Beradaptasi)

No	*Parameter*	No	*Parameter*	No	*Parameter*
10	*Force* (Daya)	23	*Loss of Subtance* (Pengurangan Bahan)	36	*Device of Complexcity* (Kerumitan Alat)
11	*Stress or Pressure* (Tekanan)	24	*Loss of Information* (Pengurangan Informasi)	37	*Difficulty of Detecting and Measuring* (Sulit Untuk Dideteksi dan Diukur
12	*Shape* (Bentuk)	25	*Loss of Time* (Pengurangan Waktu)	38	*Extent of Automation* (Tahap Automasi)
13	*Stability of Object's Compotition* (Kestabilan)	26	*Quantity of Subtance* (Kuantitas Bahan)	39	*Productivity* (Produktivitas)

Sumber: (Cerit et al., 2014)

Tabel 2. 9 *40 Inventive Principles*

No	*Principles*	No	*Principles*
1	*Segmentation*	21	*Skipping*
2	*Taking Out/Seperation*	22	*Blessing in Disguise*
3	*Local Quality*	23	*Feedback*
4	*Asymmetry*	24	*Intermediary*
5	*Merging*	25	*Self Service*
6	*Universality*	26	*Copying*
7	*Nested Doll*	27	*Cheap Short Living Objects*
8	*Anti Weight*	28	*Mechanic Substitution*
9	*Preliminary Anti Action*	29	*Pneumatics and Hydraulics*
10	*Preliminary Action*	30	*Flexible Shells and Thin Films*
11	*Beforehand Cushioning*	31	*Porous Materials*
12	*Equipontentiality*	32	*Colour Changes*
13	*The Other Way Around*	33	*Homogenity*
14	*Curvature*	34	*Discarding and Recovering*
15	*Dynamization*	35	*Parameter Changes*
16	*Partial or Excessive Actions*	36	*Pbase Transitions*
17	*Another Dimension*	37	*Tbermal Expansion*
18	*Mechanical Vibration*	38	*Strong Oxidants*
19	*Periodic Action*	39	*Inerts Atmosphere*
20	*Continuity of Useful Action*	40	*Composite Materials*

Sumber: (Kose & Guner, 2020)

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan di salah satu perusahaan penghasil produk Air Minum Dalam Kemasan yaitu Pabrik AMDK DAXU yang berlokasi di Jalan Beji Utama, Kalidadap, Harjobinangun, Kec. Pakem, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55582 pada Divisi Produksi. Produk yang diteliti adalah Botol 1500 ml, dengan fokus penelitian yaitu mengetahui penyebab terjadinya cacat pada produk yang menyebabkan penurunan kualitas sehingga dapat diberikan rekomendasi yang tepat untuk membantu meningkatkan kualitas produk.

3.2 Jenis Data

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Data Primer

   Data primer merupakan data yang dikumpulkan langsung oleh peneliti yang didapatkan dari sumber asli atau objek penelitian baik itu perorangan maupun instansi. Yang termasuk ke dalam data primer pada penelitian ini antara lain adalah informasi tentang proses bisnis perusahaan, data jumlah produksi botol 1500 ml, data jumlah produk cacat, data jenis cacat, dan penyebab timbulnya cacat.

b. Data Sekunder

   Data sekunder merupakan data yang sudah ada yang telah diteliti sebelumnya dan digunakan sebagai data penunjang atau pelengkap bagi data primer dan relevan dengan keperluan penelitian. Yang termasuk ke dalam data sekunder pada penelitian ini antara lain adalah literatur yang berhubungan dengan metode Six Sigma, DMAIC, FMEA, dan TRIZ serta informasi umum perusahaan.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Wawancara

   Wawancara merupakan teknik mengumpulkan informasi dari narasumber yang dengan cara memberikan pertanyaan terkait hal yang ingin ditanyakan. Wawancara dilakukan

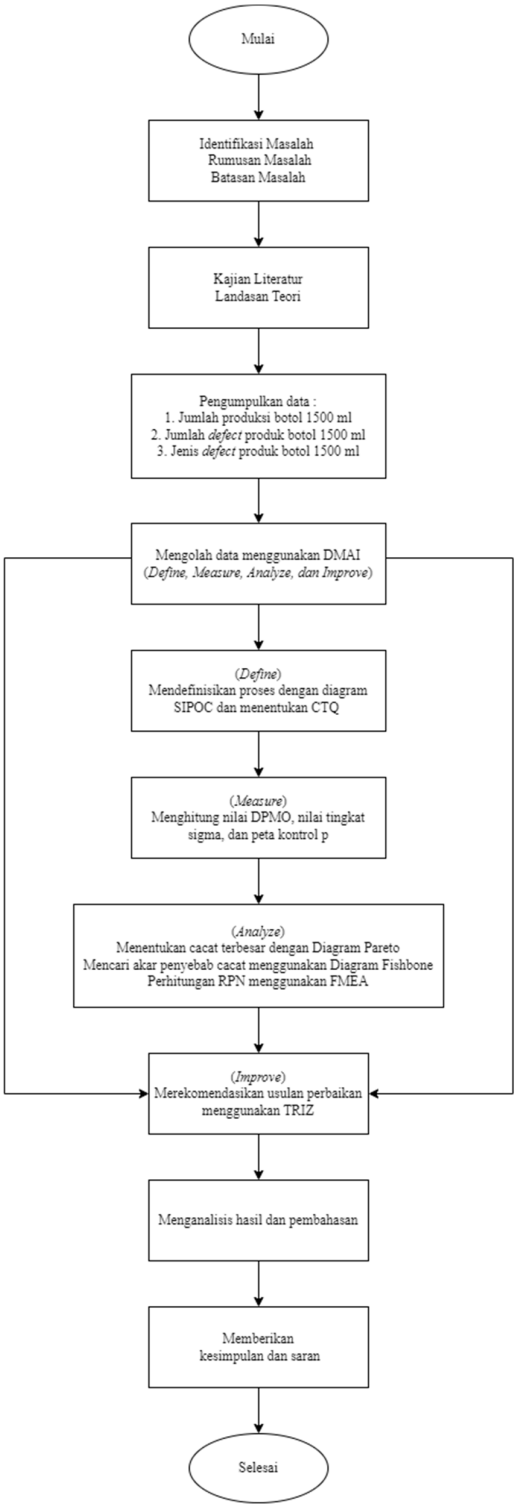
secara tatap muka dengan internal Pabrik AMDK DAXU, sesi tanya jawab dijalankan untuk mendapatkan data yang tidak diperoleh saat observasi langsung. Pada penelitian ini narasumber adalah dari Direktur Pabrik AMDK DAXU dan Staf Divisi Produksi Air Minum Dalam Kemasan.

b. Observasi

Observasi merupakan kegiatan mengamati secara langsung suatu objek tertentu pada lokasi penelitian. Observasi bertujuan untuk mengetahui kondisi perusahaan dan proses jalannya produksi yang langsung didampingi oleh pihak internal Pabrik AMDK DAXU.

3.4 Alur Penelitian

Alur penelitian pengendalian kualitas pada Pabrik AMDK DAXU dapat terlihat pada Gambar 3. 1.



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Penjelasan mengenai alur penelitian adalah sebagai berikut.

1. Identifikasi Masalah

Tahapan pertama yaitu identifikasi masalah yang terjadi di lokasi penelitian, dengan mengetahui terlebih dahulu latar belakang usaha yang diteliti. Pada tahap ini akan mengidentifikasi masalah yang terjadi pada proses produksi botol 1500 ml di Pabrik AMDK DAXU. Berdasarkan hasil wawancara dengan direktur Pabrik AMDK DAXU, hingga saat ini perusahaan belum menggunakan metode pengendalian kualitas tertentu. Perusahaan mengalami masalah kualitas yaitu masih adanya produk *defect* yang berada diatas ambang batas toleransi pada periode bulan Agustus – Desember 2024.

2. Kajian Literatur dan Landasan Teori

Pada kajian literatur akan menuliskan pokok penting dari sepuluh jurnal internasional dan lima jurnal nasional tentang penelitian serupa yang pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Sedangkan pada landasan teori berisikan teori-teori umum yang menyangkut topik penelitian diantaranya adalah metode Six Sigma, tahapan DMAI, FMEA, dan metode TRIZ yang bersumber dari literatur seperti buku ataupun jurnal.

3. Pengumpulan Data

Pada tahapan ini akan dijabarkan tentang data-data dibutuhkan dan teknik dalam pengumpulan data. Pengumpulan data dilakukan dengan teknik wawancara dengan pihak internal perusahaan dan observasi langsung di perusahaan khususnya lantai produksi. Data-data yang dibutuhkan pada penelitian ini antara lain adalah data informasi umum perusahaan, data proses produksi, data jumlah produksi, data jumlah produk *defect*, data jenis *defect*, dan informasi tentang penyebab *defect*.

4. Pengolahan Data

Pada tahapan ini akan dilakukan pengolahan data dari laporan *quality control* produk botol 1500 ml yang periodenya di mulai dari bulan Agustus - Desember 2024 tanpa bulan Oktober dikarenakan pada bulan tersebut tidak terdapat produksi. Data-data tersebut akan diolah menggunakan beberapa alat antara lain seperti diagram *Pareto*, *Fishbone*, metode *Six Sigma*, FMEA, dan TRIZ. Penerapan metode *Six Sigma* dengan langkah-langkah sebagai berikut tanpa adanya tahapan *Control*:

a. *Define*

   Tahapan pertama adalah *Define* yaitu mengidentifikasi dan mendefinisikan masalah utama serta menentukan tujuan yang akan dicapai. Diagram SIPOC (*Supplier*, *Input*,

Process, *Output*, *Customer*) akan digunakan pada tahapan ini untuk memetakan aspek-aspek pada proses produksi serta penggunaan *Critical to Quality* (CTQ) untuk mengidentifikasi karakteristik kualitas kunci.

b. Measure

Tahapan kedua adalah *Measure* yaitu pengukuran jumlah *defect* yang terjadi sehingga ditemukan jenis *defect* yang paling dominan pada proses dengan menghitung nilai DPMO (*Defect per Million Opportunity*) dan tingkat *sigma* serta peta kontrol p.

c. Analyze

Tahapan ketiga adalah *Analyze* yaitu mengidentifikasi sumber-sumber yang menyebabkan terjadinya kecacatan pada proses produksi dan penyebabnya. Alat yang membantu proses analisis ini adalah grafik peta kendali p dengan tujuan untuk menentukan apakah titik-titik yang digambarkan di dalamnya normal atau tidak normal. Selanjutnya, Diagram *Pareto* digunakan untuk memastikan jenis cacat yang dominan, sementara itu Diagram *Fishbone* digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah. Selain itu, potensi kegagalan yang terkait dengan jenis cacat akan dijabarkan dengan menggunakan FMEA. Bobot akan diberikan berdasarkan tingkat keparahan (*Severity*), tingkat kejadian (*Occurrence*), dan tingkat deteksi (*Detection*). Kemudian tiga kriteria tersebut dikalikan dan menghasilkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Penentuan nilai *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* akan dilakukan oleh peneliti yang akan bekerjasama dengan pihak internal perusahaan.

d. Improve

Tahapan terakhir adalah Improve yaitu mengembangkan solusi dan memilih solusi optimal yang akan memberikan hasil terbaik. Alat yang digunakan adalah metode TRIZ untuk memberikan saran perbaikan pada mode kegagalan yang memiliki nilai RPN tertinggi. Nilai RPN ini sebelumnya ditentukan melalui penggunaan metode FMEA.

5. Pembahasan

Pada tahapan ini adalah pembahasan tentang hasil pengolahan data yang telah dilakukan dan akan dilakukan analisis untuk mengetahui permasalahan dan keterkaitannya dengan permasalahan yang terjadi sehingga setelahnya dapat ditentukan solusi yang tepat untuk perbaikan.

6. Kesimpulan dan Saran

Tahapan akhir pada penelitian ini adalah pemberian kesimpulan dan saran, hasil dari pengolahan data dan pembahasan serta temuan-temuan disampaikan dalam bentuk keputusan, dan saran diberikan untuk perusahaan maupun penelitian selanjutnya.

BAB IV
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Profil Perusahaan



Gambar 4. 1 Logo Perusahaan

Tulisan DAXU berasal dari sebuah singkatan yaitu "Dari Sumber Mata Air Kaliurang" yang memiliki arti pada perusahaan AMDK DAXU memiliki rasa air yang lebih *fresh* karena sumber mata air yang dipilih adalah berasal dari Kaliurang, lebih tepatnya di Umbul Wadon. Sedangkan tulisan PDAM Sleman memberikan informasi bahwa AMDK DAXU merupakan perusahaan air minum milik PDAM Sleman.

4.1.2 Sejarah Singkat Perusahaan

Skema penyediaan air minum di wilayah Kabupaten Sleman dimulai sejak tahun 1974 dengan diberdirikannya prasarana dan sarana infrastruktur oleh Departemen Pekerjaan Umum (sekarang Kementrian PU) untuk penyediaan air bersih bersistem perpipaan, skema penyediaan air minum dijalankan agar dapat melayani kebutuhan air bersih khususnya kepada masyarakat. Pemerintah pusat mengeluarkan dana APBN untuk melaksanakan proyek air bersih di Kabupaten Sleman mulai tahun anggaran 1978/1978.

Kemudian berdasarkan Surat Menteri Pekerjaan Umum No 124/KPTS/CK/1981 tanggal 14 Desember 1981, didirikanlah Badan Pengelola Air Minum (BPAM) Kabupaten Daerah Tingkat II Sleman sebagai pengelola sistem air minum. Sesuai urgensinya, keberadaan Badan Pengelola Air Minum Kabupaten Sleman sangat didambakan masyarakat seiring bertambahnya jumlah masyarakat dan kebutuhan masyarakat terhadap air minum juga semakin meningkat, maka Departemen PU pada tahun 1988 menyetujui pengalihan status BPAM menjadi PDAM.

Berdasarkan Peraturan Daerah Kabupaten Sleman Nomor 5 tahun 1990, bahwa sejak tanggal 2 November 1992, BPAM beralih statusnya menjadi Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Seiring berkembangnya perusahaan, maka Pemerintah Kabupaten Sleman memerintahkan PDAM agar dikelola lebih profesional dengan dikeluarkannya Peraturan Daerah Kabupaten Sleman Nomor 10 Tahun 2010 mengenai Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Sleman. Sesudah itu pada tanggal 4 Maret 2019 diterbitkanlah Peraturan Daerah Nomor 10 Tahun 2019, peraturan tersebut berisikan tentang Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta Sembada. Menurut Peraturan Daerah Nomor 10 Tahun 2019, PUDAM Kabupaten Sleman merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang penyediaan air bersih bagi masyarakat, yang memiliki misi untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat dan sebagai salah satu sumber pendapatan asli daerah.

4.1.3 Visi dan Misi Perusahaan

Berikut merupakan visi dan misi yang dipegang oleh PDAM Kabupaten Sleman:

a) Visi PDAM Kabupaten Sleman

   Adapun visi yang dipegang oleh PDAM Kabupaten Sleman adalah:

   "*Menjadi Perusahaan Air Minum yang Sehat, Mandiri, dan Terpercaya*"

b) Misi PDAM Kabupaten Sleman

   Adapun misi yang dipegang oleh PDAM Kabupaten Sleman adalah:

Sehat	:	Perusahaan mencapai tingkat kesehatan sesuai dengan ukuran kinerja menurut Kepmendagri No.47 Tahun 1999 dan BPPSPAM.
Mandiri	:	Perusahaan mampu mencapai kemandirian finansial, tidah sepenuhnya bergantung kepada Pemerintah Daerah.
Terpercaya	:	Perusahaan mampu memberikan pelayanan prima (*service excellent*) kepada pelanggan guna meningkatkan kepercayaan masyarakat.

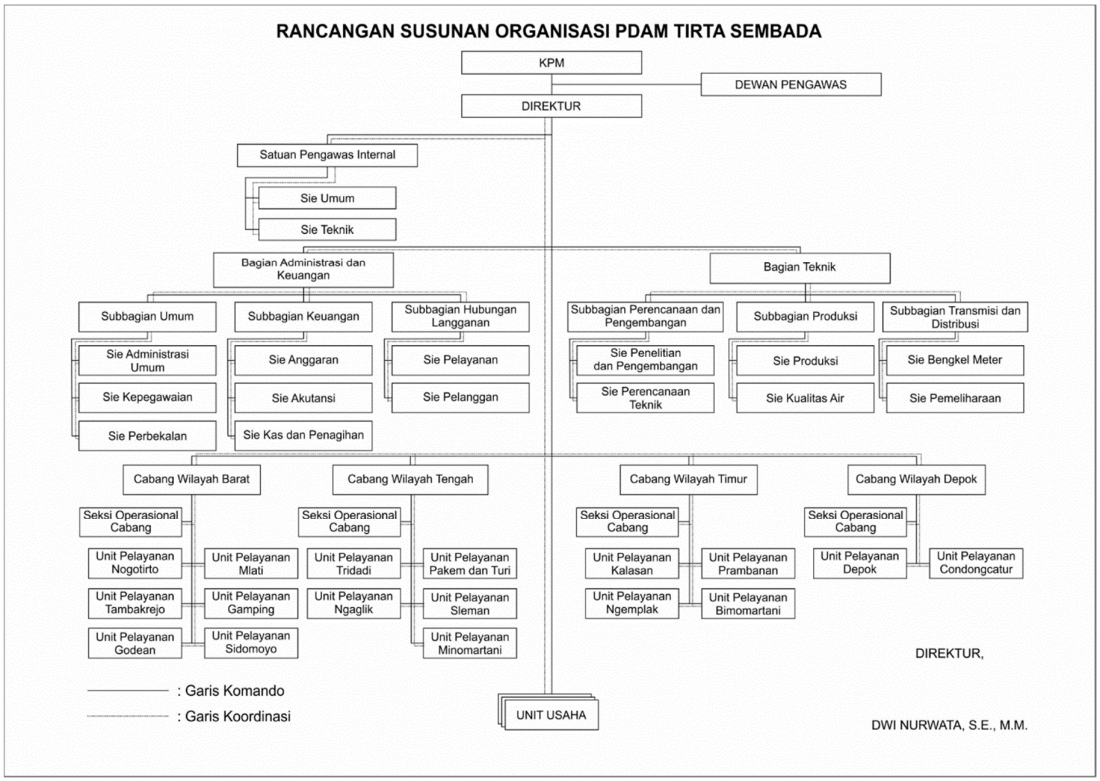
   Misi yang dirumuskan Manajemen PUDAM Sleman telah sejalan dengan maksud dan tujuan berdirinya perusahaan sebagaimana yang telah dinyatakan dalam Peraturan Daerah No. 10/2010 Kabupaten Sleman. PDAM Sleman didirikan memiliki maksud

untuk mendorong peningkatan derajat kesehatan masyarakat dan pertumbuhan perekonomian daerah. Sedangkan tujuan berdirinya PDAM Sleman adalah untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat dan sebagai salah satu sumber pendapatan asli perekonomian daerah. Fungsi dari Perusahaan Umum Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Sleman adalah sebagai pelayanan penyediaan air bersih melalui:

1. Penyediaan air bersih.
2. Penyaluran air bersih.
3. Penghasil sumber pendapatan asli daerah.

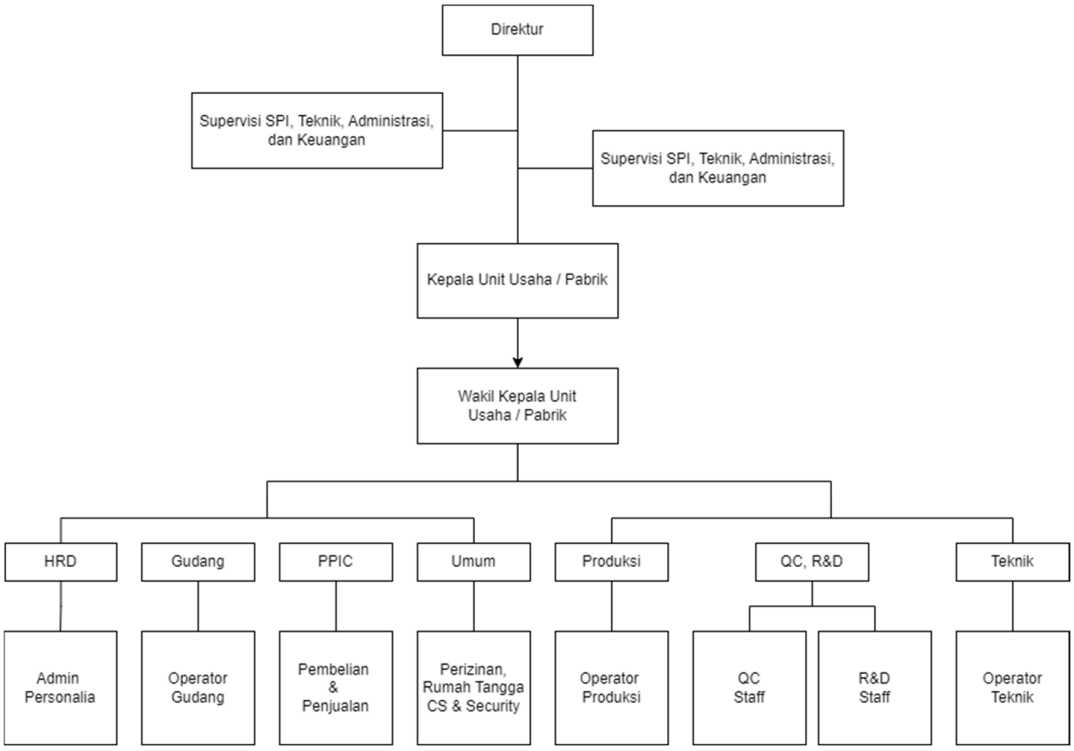
4.1.4 Struktur Organisasi Perusahaan

Dalam menjalankan aktivitas perusahaan, PDAM Sleman memiliki struktur organisasi yang ditunjukkan pada Gambar 4.2. PDAM Sleman memiliki struktur organisasi tipe fungsional, dalam artian fungsional adalah pemecahan aktivitas-aktivitas perusahaan ke dalam fungsi yang terpisah. Karyawan dikelompokkan berdasarkan spesialisasi masing-masing sehingga dapat memberikan kinerja terbaik sesuai dengan keahliannya.



Gambar 4. 2 Struktur Organisasi PDAM Sleman

Berdasarkan struktur organisasi PDAM Sleman yang ditunjukkan pada Gambar 4. 3, perusahaan AMDK DAXU berada pada posisi cabang wilayah tengah untuk unit pelayanan kecamatan Pakem dan Turi. AMDK DAXU memiliki struktur organisasi yang ditunjukkan pada Gambar 4. 3.



Gambar 4. 3 Struktur Organisasi AMDK DAXU

4.1.5 Operasional Jam Kerja

Unit usaha perusahaan AMDK DAXU memberlakukan peraturan lima hari kerja kepada karyawannya dengan jumlah delapan jam kerja/hari. Jam kerja terbagi kedalam jam kerja normal dan *shift*. Jam kerja normal atau efektif terdiri atas lima hari kerja dimulai dari hari Senin sampai dengan Jum'at dengan total jam kerja empat puluh jam/minggu dan libur pada hari Sabtu dan Minggu. Pada Tabel 4. 1 ditunjukkan pembagian waktu operasional jam kerja pada AMDK DAXU.

Tabel 4. 1 Jam Kerja Perusahaan

Hari	Operasional	Keterangan
Senin - Jumat	08.00 – 12.00	Jam Kerja
	12.00 – 13.00	Istirahat
	13.00 – 17.00	Jam Kerja
Jumat	07.00 – 08.00	Senam Pagi
	08.00 – 12.00	Jam Kerja
	12.00 – 14.00	Istirahat
	14.00 – 16.30	Jam Kerja

4.1.6 Produk yang Diproduksi

AMDK DAXU yang bergerak di bidang air minum dalam kemasan memproduksi beberapa varian kemasan dapat dilihat pada Tabel 4. 2:

Tabel 4. 2 Hasil Produksi AMDK DAXU

Produk AMDK DAXU	
Air Minum Kemasan Cup 120 ml	
Air Minum Kemasan Cup 240 ml	
Air Minum Kemasan Botol 330 ml	

Air Minum Kemasan Botol 600 ml



Air Minum Kemasan Botol 1500 ml

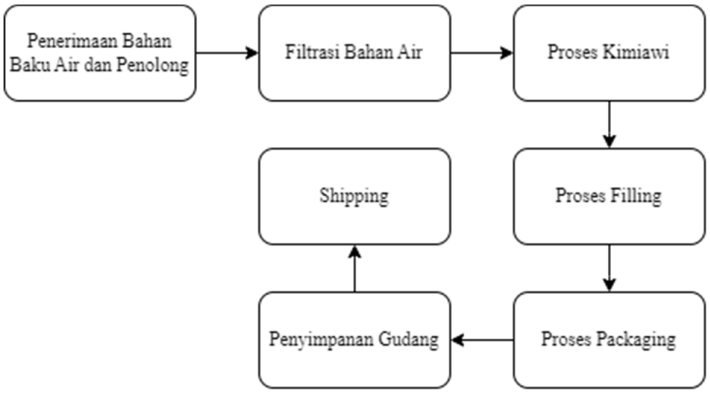


Air Minum Kemasan Galon 19 L



4.1.7 Proses Produksi

Terdapat beberapa tahapan sebagai acuan bagaimana AMDK DAXU menjalankan proses produksinya pada Gambar 4. 4:



Gambar 4. 4 Alur Proses Produksi

1. Penerimaan Bahan Baku Air dan Penolong

   Pada tahap ini merupakan proses paling awal yaitu penerimaan bahan baku dari *supplier*, ada dua tipe bahan baku yaitu bahan baku air dan penolong. Bahan baku

diterima dari Umbul Wadon Kaliurang, kemudian bahan baku berupa air dimasukkan ke dalam tandon penyimpanan (*Raw Tank*) melalui saluran pipa milik PDAM Sleman. Sedangkan untuk bahan baku penolong berasal dari *PT Niaga* Sejahtera Plastik Industri sebagai penyedia Botol 1500 ml, PT Landis Cipta Jaya sebagai penyedia karton.

2. Filtrasi Bahan Baku Air

   Air akan diproses di *sand filter* satu dan dua, kemudian air baku masuk ke proses *carbon filter* satu dilanjutkan ke proses *carbon filter* dua untuk menghilangkan *chlornya*. Setelah selesai, dimasukkan ke dalam *Storage Tank (ST)* untuk penyimpanan sementara dan pengecekan kualitas airnya dengan pengukuran yang telah ditetapkan seperti pH untuk mengecek seberapa tinggi nilai pH pada air agar tidak bersifat asam atau basa, lalu TDS (*Total Dissolved Solid*) yang bertujuan untuk mengetahui adakah kandungan berbahaya yang terlarut didalam air, serta ALT (Angka Lempeng Total), ozon, bau, dan rasa.

3. Proses Kimiawi

   Selanjutnya adalah proses *microfilter*. Setelah proses *microfilter* selesai dilanjutkan ke proses *Ultra Violet*. Hasi dari *Ultra Violet* dengan tambahan proses pemberian Ozon 12 GPM digunakan untuk membunuh kuman dan bakteri, virus, jamur, lumur, dan zat organik yang beracun. Pemberian ozon tidak boleh berlebihan agar tidak memberikan dampak air yang bisa menjadi menyengat baunya. Kemudian air hasil filtrasi tersebut di masukkan *Final Storage Tank* (FST) untuk tempat penyimpanan air terakhir sebelum kembali dilakukan pengecekan kualitas airnya dengan pengukuran yang telah ditetapkan yaitu pH, TDS, ALT, ozon, bau, warna dan rasa.

4. Proses *Filling* (Pengisian)

   Pada tahapan *filling*, airnya dipindahkan ke galon, botol maupun cup menggunakan mesin *filler* yang kemudian dilakukan pemasangan tutup dimana pada proses ini dilakukan pengambilan sampel untuk *chemical check* (pemeriksaan kimiawi). Kemudian untuk botol ada proses pemasangan label dan *seal*, namun untuk galon hanya ada pemasangan *seal* saja.

5. Proses *Packaging* (Pengemasan)

   Pada tahap ini *visual check* (pemeriksaan visual) untuk melihat apakah ada ketidaksesuaian secara atribut baik itu ada bintik-bintik dalam *cup*, botol, dan galon, ada

lumut, bocor maupun ada kotoran di dalam airnya sebelum dikemas ke dalam karton. Setelah semua selesai, hasil produksi dikirim ke gudang.

6. Penyimpanan Gudang

   Pada tahap ini merupakan proses penyimpanan stok botol dan karton yang sudah lolos tahap inspeksi visual dan inspeksi kimiwawi (tes di laboratorium), dengan demikian botol disimpan hingga pelanggan siap untuk mengambil.

7. *Shipping* (Pengiriman)

   Pada tahap ini merupakan proses pengiriman atau pengantaran yang dilakukan oleh pihak distributor dengan menggunakan kendaraan yang telah disediakan oleh pihak distributor.

4.1.8 Data Jumlah Produksi dan Jumlah Produk Cacat

Berdasarkan laporan *quality control* produk botol 1500 ml di AMDK DAXU pada periode bulan Agustus - Desember 2024, tanpa bulan Oktober dikarenakan pada bulan tersebut tidak terdapat produksi. Diperoleh rekapitulasi perhitungan jumlah produksi dan jumlah produk *defect* pada botol kemasan 1500 ml.

Tabel 4. 3 Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat

Periode (2024)	**Jumlah Produksi**	**Jumlah Defect**	**Jumlah Karton**	**Jumlah Lolos**	**Persentase Lolos**	**Persentase Defect**
Agustus	1584	50	132	1534	96,84%	3,16%
September	5940	301	495	5639	94,93%	5,07%
November	5604	196	467	5408	96,50%	3,50%
Desember	3732	152	311	3580	95,93%	4,07%
Total	**16860**	**699**	**1405**	**16198**	**96,05%**	**3,95%**

4.1.9 Data Jenis Cacat Produk

Terdapat lima jenis cacat yang teridentifikasi saat proses produksi botol kemasan 1500 ml yaitu:

1. Botol Penyok

   Jenis cacat botol penyok disebabkan oleh bahan baku yang tertumpuk pada saat pengiriman dan saat *loading* dari truk pengangkut, bahan baku botol jatuh dan penyok.

2. Tutup Rusak

   Jenis cacat tutup rusak disebabkan oleh *capper* yang bermasalah sehingga tutup terjepit dan menjadi tidak rapat.

3. Seal Kurang Sesuai

   Jenis cacat seal kurang sesuai disebabkan oleh kondisi yang dikirimkan oleh *supplier* terkadang posisi tulisannya terbalik dan biasanya tidak merekat, kemudian pada saat proses produksinya kebanyakan pemasangan seal tidak pas pada *capper* sehingga seal menjadi kuncup.

4. Label Kurang Sesuai

   Jenis cacat label kurang sesuai bahan baku bergaris, terjadi *human error* disaat penghapusan *expired* labelnya menjadi mudah lengket dan tidak bisa dipakai.

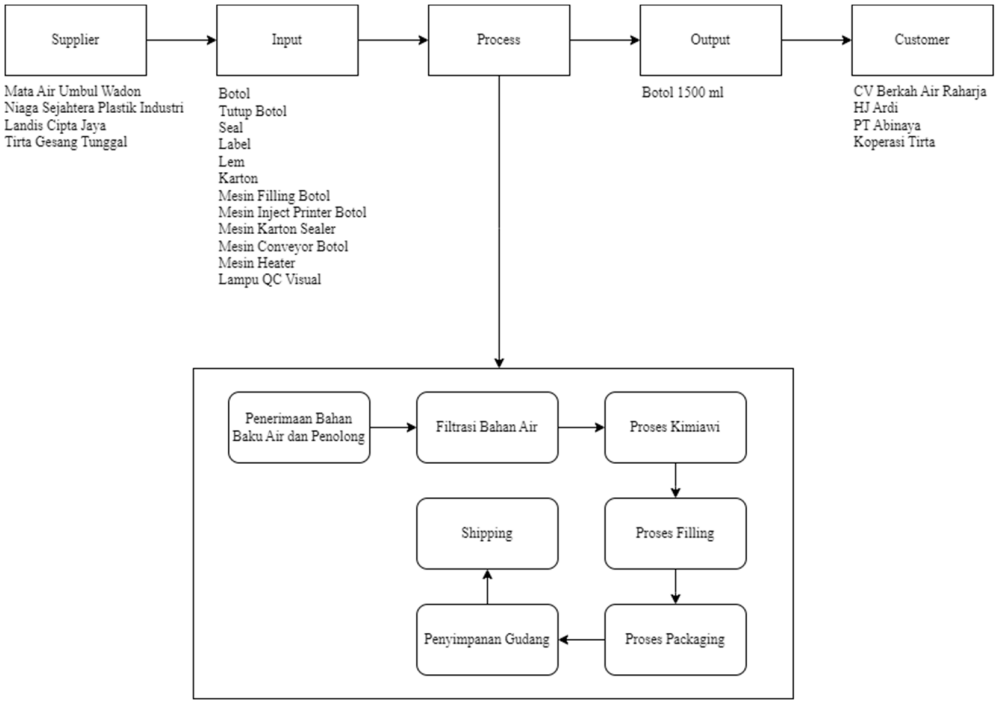
4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Tahap Define

Pada penelitian ini, pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode Six *Sigma* dengan melalui tahapan DMAI (*Define*, *Measure*, *Analyze*, *Improve*), permasalahan kualitas yang terjadi di perusahaan akan identifikasi pada tahapan ini dengan bantuan diagram SIPOC dan *Critical to Quality* (CTQ).

4.2.1.1 Diagram SIPOC

Tahapan pertama dimulai dengan mendefinisikan masalah menggunakan diagram SIPOC (*Supplier*, *Input*, *Process*, *Output*, *Customer*) dengan cara memetakan aspek-aspek produksi yang terjadi, selain itu digunakan juga *Critical to Quality* (CTQ) untuk mengidentifikasi karakteristik kualitas kunci pada produk botol 1500 ml.



Gambar 4. 5 Diagram SIPOC

Penjelasan Diagram SIPOC:

1) *Supplier*

   Bahan baku pada AMDK DAXU terbagi menjadi dua yaitu bahan baku air dan bahan baku penolong, untuk memenuhi kebutuhan bahan baku tersebut maka perusahaan bekerja sama dengan beberapa perusahaan dan sumber mata air seperti PT Niaga Sejahtera Plastik Industri sebagai penyedia Botol 1500 ml, PT Landis Cipta Jaya sebagai penyedia karton, PT Tirta Gesang Tunggal sebagai penyedia label segel atas dan label kemasan, dan Mata Air Umbul Wadon sebagai penyedia air bersih.

2) *Input*

   Bahan baku yang diperoleh akan dijadikan penunjang proses produksi agar berjalan dengan baik, beberapa bahan baku yang menjadi masukan adalah botol, tutup botol, *seal*, label, lem, dan karton. Kemudian pengerjaan dapat berjalan lancar dengan dibantu dengan beberapa mesin produksi seperti mesin *filling* botol, mesin *inject printer* botol, mesin karton *sealer*, mesin *conveyor*, mesin *heater*, dan mesin QC *visual*.

3) *Process*

   Alur proses produksi air minum DAXU dalam kemasan dimulai dari penerimaan bahan baku air dari Umbul Wadon Kaliurang, kemudian bahan baku berupa air dimasukkan

ke dalam tandon penyimpanan (*Raw Tank*) melalui saluran pipa milik PDAM Sleman. Setelah itu dilanjutkan dengan proses *sandfilter* satu kemudian ke *sandfilter* dua untuk menghilangkan warna, bau, dan rasa.

Air yang telah diproses di *sand filter* satu dan dua kemudian air baku masuk ke proses *carbon filter* satu dilanjutkan ke proses *carbon filter* dua untuk menghilangkan *chlor-nya*. Setelah selesai, dimasukkan ke dalam *Storage Tank* (ST) untuk penyimpanan sementara dan pengecekan kualitas airnya dengan pengukuran yang telah ditetapkan seperti pH untuk mengecek seberapa tinggi nilai pH pada air agar tidak bersifat asam atau basa, lalu TDS (*Total Dissolved Solid*) yang bertujuan untuk mengetahui adakah kandungan berbahaya yang terlarut didalam air, serta ALT (Angka Lempeng Total), ozon, bau, dan rasa.

Lalu dilakukan proses *microfilter*. Proses *microfilter* dilanjutkan ke proses *Ultra Violet*. Hasi dari *Ultra Violet* dengan tambahan proses pemberian Ozon 12 GPM digunakan untuk membunuh kuman dan bakteri, virus, jamur, lumur, dan zat organik yang beracun. Pemberian ozon tidak boleh berlebihan agar tidak memberikan dampak air yang bisa menjadi menyengat baunya. Kemudian air hasil filtrasi tersebut di masukkan *Final Storage Tank* (FST) untuk tempat penyimpanan air terakhir sebelum kembali dilakukan pengecekan kualitas airnya dengan pengukuran yang telah ditetapkan yaitu pH, TDS, ALT, ozon, bau, warna dan rasa.

Kemudian pada proses *Filling,* airnya dipindahkan ke galon, botol maupun cup menggunakan mesin *filler* yang kemudian dilakukan pemasangan tutup dimana pada proses ini dilakukan pengambilan sampel untuk *chemical check* (pemeriksaan kimiawi) dan dilanjutkan ke proses pemasangan segel. Setelah itu dilakukan *visual check* (pemeriksaan visual) untuk melihat apakah ada ketidaksesuaian secara atribut baik itu ada bintik-bintik dalam cup, botol, dan galon, ada lumut, bocor maupun ada kotoran di dalam airnya. Kemudian hasil produksi dikirim ke gudang setelah semua proses produksi selesai.

4) Output

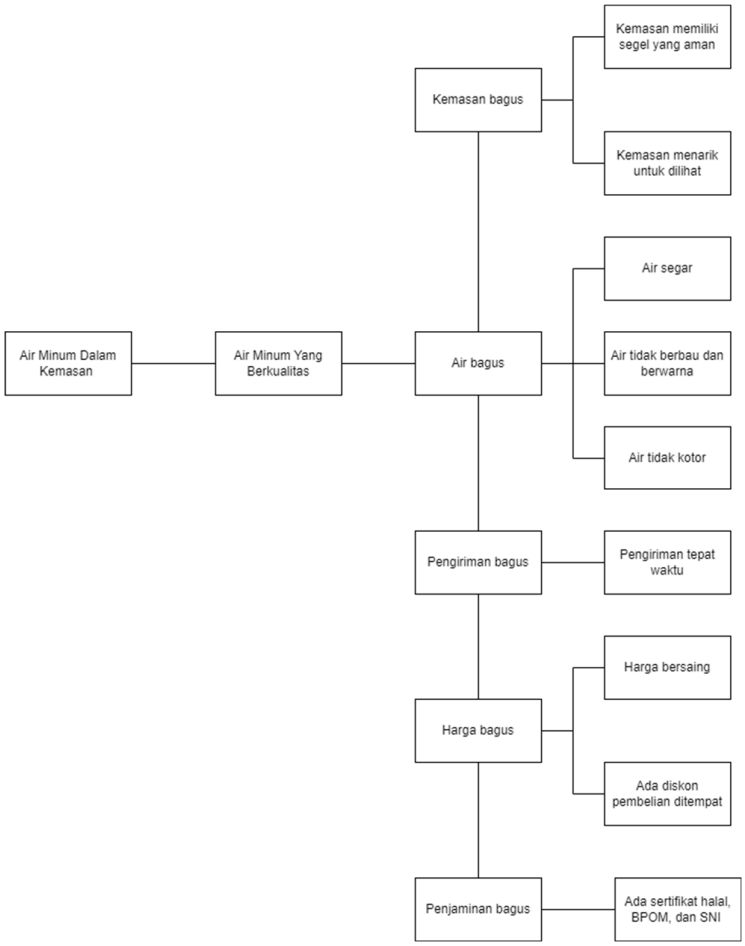
Hasil atau keluaran yang diproduksi oleh AMDK DAXU sebagai penyedia air minum dalam kemasan yaitu ada Cup (120 ml dan 240 ml), Botol (330 ml, 600 ml, dan 1500 ml), dan Galon 15 L. Dalam penelitian ini fokusnya adalah pada botol 1500 ml.

5) *Customer*

Sumber keuntungan perusahaan diperoleh dari pelanggan yang telah menaruh kepercayaan besar kepada perusahaan, adapun perusahaan yang dimaksud adalah PT Abinanya, CV Berkah Air Raharja, Haji Ardi, dan Koperasi Tirta.

4.2.1.2 Identifikasi CTQ

Pada tahap ini adalah penentuan *Critical to Quality* (CTQ) yang merupakan karakteristik penting yang harus dipenuhi oleh suatu produk atau proses, dilihat berdasarkan kebutuhan pelanggan yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk sehingga meningkatkan kepuasan pelanggan terhadap produk. *Critical to Quality* (CTQ) untuk produk Botol 1500 ml dapat dilihat pada Gambar 4. 6.



Gambar 4. 6 Diagram CTQ

Setelah identifikasi *Critical to Quality* (CTQ) selesai dilakukan, maka langkah berikutnya adalah perhitungan frekuensi berapa kali sebuah jenis cacat terjadi dalam proses produksi Botol 1500 ml dan ditambahkan juga persentase kejadiannya, data yang digunakan adalah periode bulan Agustus – Desember 2024 namun tanpa bulan Oktober dikarenakan pada bulan tersebut tidak terdapat produksi.

Tabel 4. 4 Frekuensi Setiap Cacat

Botol 1500 ml		
Jenis Cacat	**Frekuensi Cacat**	**Persentase**
Tutup Rusak	371	53%
Botol Penyok	260	37%
Seal Kurang Sesuai	55	8%
Label Kurang Sesuai	13	2%
Total	**699**	**100%**

4.2.2 Tahap Measure

Dalam pengaplikasian DMAIC untuk pengendalian kualitas, *measure* menjadi tahapan kedua yang didalamnya akan berisikan perhitungan nilai DPMO, nilai sigma, dan pembuatan peta kendali p untuk produk Botol 1500 ml. Perhitungan dan pembuatan peta tersebut bertujuan untuk menemukan jenis *defect* yang paling dominan pada proses.

4.2.2.1 Perhitungan nilai DPMO

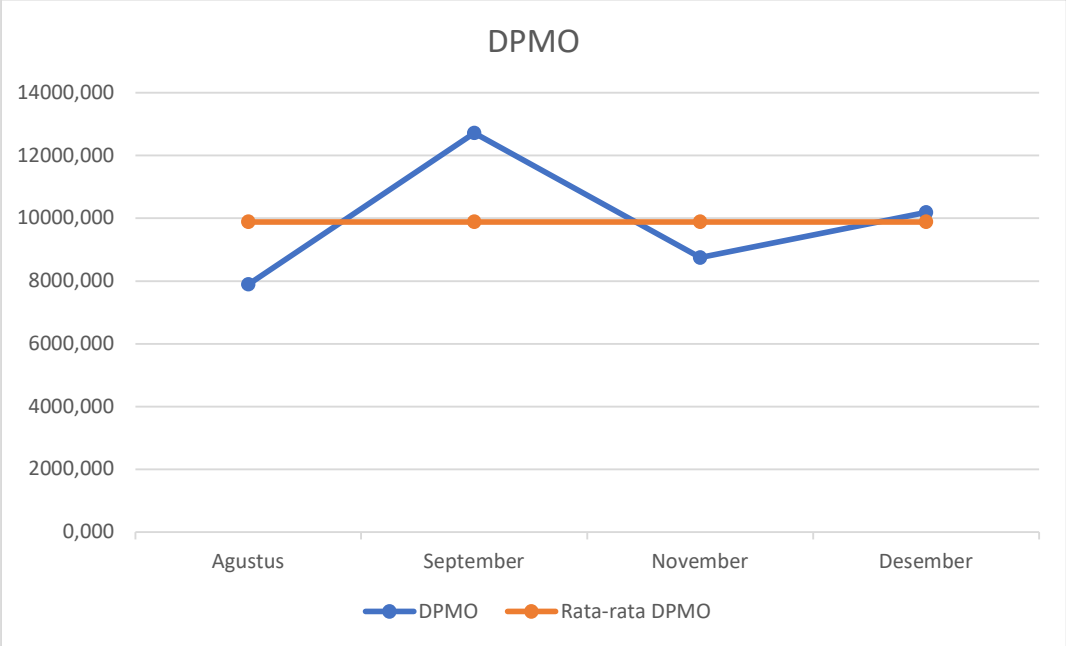
Melalui perhitungan *Defect per Million Opportunity* (DPMO) dapat mengukur kapabilitas sebuah proses, pengerjaan dilakukan dengan bantuan *Software Microsoft Excel* agar memudahkan perhitungan serta mengefesiensi waktu.

$$DPMO = \frac{Jumlah\ produk\ defect}{Jumlah\ produk\ \times defect\ opportunity} \times 1.000.000 \qquad (4.2.2.1.1)$$

Hasil perhitungan nilai DPMO dari Botol 1500 ml selama periode bulan Agustus – Desember 2024 dapat dilihat pada Tabel 4. 5.

Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Nilai DPMO

Periode (2024)	Jmlah Produksi	Jumlah Cacat	Presentase Cacat	CTQ	DPMO
Agustus	1584	50	3,16%	4	7891,414
September	5940	302	5,08%	4	12710,438
November	5604	196	3,50%	4	8743,754
Desember	3732	152	4,07%	4	10182,208
Rata-rata					**9881,954**



Gambar 4. 7 Grafik DPMO

Berdasarkan grafik nilai DPMO diatas, dapat diketahui bahwa titik nilai DPMO tertinggi berada pada Bulan September 2024 dengan nilai DPMO sebesar 12710,438. Kemudian titik nilai terendah berada pada Bulan Agustus 2024 dengan nilai DPMO sebesar 7891,414, lalu untuk rata-rata keseluruhan nilai DPMO adalah sebesar 9881,954.

4.2.2.2 Perhitungan Nilai Sigma

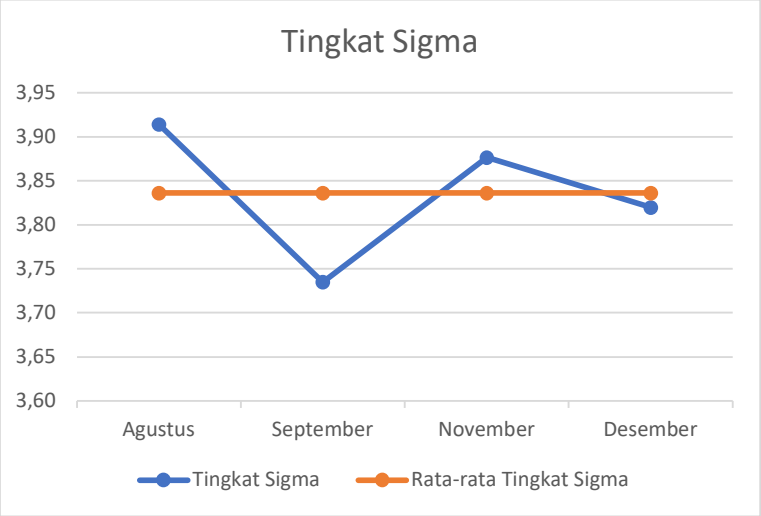
Setelah memperoleh nilai DPMO dan mengetahui pada periode mana yang memiliki nilai DPMO tertinggi dan terendah, maka dilanjutkan dengan menghitung nilai *Sigma* dengan cara mengkonversikan nilai DPMO menggunakan bantuan *Software* Microsoft Excel.

$$Sigma\ Level = NORMSIV\left(\frac{1 - DPMO}{1.000.000}\right) \times 1.5 \qquad (4.2.2.2.2)$$

Pada Tabel 4. 6 merupakan hasil perhitungan konversi Nilai DPMO ke nilai *Sigma* yang menggunakan data periode Bulan Agustus – Desember 2024.

Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Nilai Sigma

Periode (2024)	DPMO	Nilai Sigma
Agustus	7891,414	3,91
September	12710,438	3,73
November	8743,754	3,88
Desember	10182,208	3,82
Rata-rata	**9881,954**	**3,84**



Gambar 4. 8 Grafik Tingkat *Sigma*

Berdasarkan grafik Nilai *Sigma* pada Gambar 4. 8, dapat diketahui bahwa titik Nilai *Sigma* tertinggi berada pada Bulan Agustus 2024 dengan Nilai *Sigma* sebesar 3,91. Kemudian titik nilai terendah berada pada Bulan September 2024 dengan Nilai *Sigma* sebesar 3,73, lalu untuk rata-rata keseluruhan Nilai *Sigma* adalah sebesar 3,84.

Ketika diperhatikan grafiknya, tampak terlihat jelas bahwa nilai DPMO yang dicari adalah grafik yang mengarah keatas atau melewati rata-rata, namun untuk Nilai *Sigma* yang dicari adalah grafik yang mengarah kebawah atau tidak melewati rata-rata. Yang artinya semakin

kecil nilai DPMO, maka akan semakin baik Nilai *Sigmanya*. Dengan nilai *Sigma* sebesar 3,84 maka AMDK DAXU menjadi perusahaan dengan nilai *Sigma* yang setara dengan rata-rata industri di Indonesia.

4.2.2.3 Perhitungan Peta Kendali p

Langkah berikutnya adalah melakukan perhitungan menggunakan peta kendali p, hal tersebut dilakukan dengan tujuan mengidentifikasi kecacatan atau penyimpangan yang terdapat pada produk, selain itu peta kendali p dapat digunakan untuk memastikan produk yang telah terhitung sebagai produk cacat tersebut masih sesuai dengan standar yang disyaratkan. Perhitungan dapat dilakukan melalui langkah-langkah berikut ini:

a) Menggunakan sampel yang bervariasi

b) Menghitung proporsi kecacatan produk (p)

$$\boldsymbol{p} = \frac{np}{n} = \frac{50}{1584} = 0{,}0316 \qquad (4.2.2.3.1)$$

c) Menghitung Garis Pusat atau *Center Line* (CL)

$$\boldsymbol{CL} = \overline{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{700}{16860} = 0{,}0415 \qquad (4.2.2.3.2)$$

d) Menghitung *Upper Control Limit* (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL)

$$\boldsymbol{UCL} = \overline{p} + 3\left(\sqrt{\frac{\overline{p}\,(1-\overline{p})}{n}}\right) \qquad (4.2.2.3.3)$$

$$= 0{,}01415 + 3\left(\sqrt{\frac{0{,}0415\,(1-0{,}0415)}{1584}}\right) = 0{,}0565$$

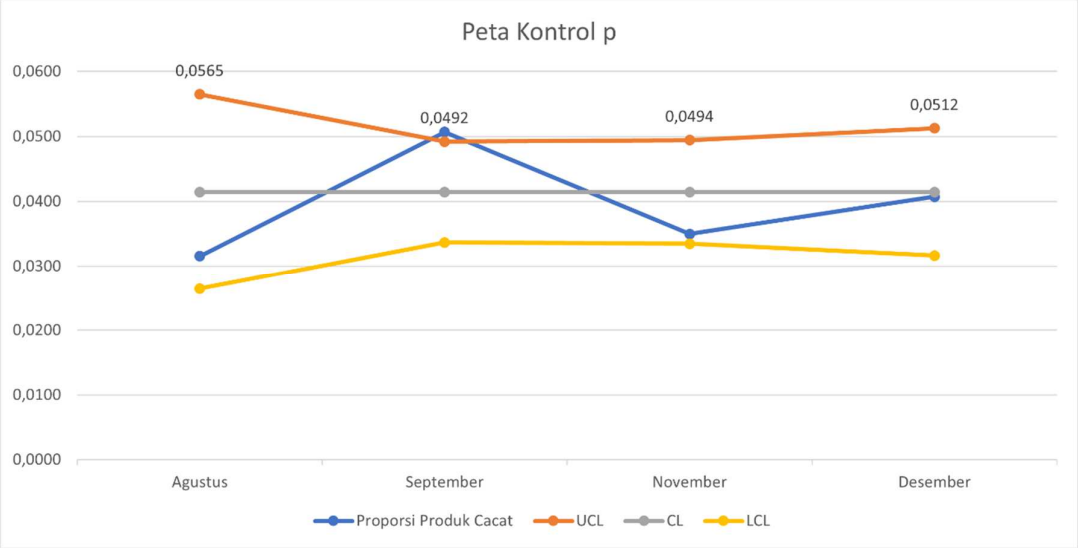
$$\boldsymbol{UCL} = \overline{p} - 3\left(\sqrt{\frac{\overline{p}\,(1-\overline{p})}{n}}\right) \qquad (4.2.2.3.4)$$

$$= 0{,}0415 - 3\left(\sqrt{\frac{0{,}0415\,(1-0{,}0415)}{1584}}\right) = 0{,}0265$$

Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Peta Kendali p

Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah Produk Cacat	Proporsi Produk Cacat	UCL	CL	LCL
Agustus	1584	50	0,0316	0,0565	0,0415	0,0264
September	5940	301	0,0507	0,0492	0,0415	0,0337
November	5604	196	0,0350	0,0494	0,0415	0,0335
Desember	3732	152	0,0407	0,0512	0,0415	0,0317
Total	**16860**	**699**				
Rata-rata	**4215,00**	**174,75**				

Pada Gambar 4. 9 adalah hasil dari perhitungan peta kontrol p yang divisualisasikan kedalam bentuk grafik. Tujuan dibuatnya grafik peta kontrol p adalah untuk melihat apakah garis dan titik yang didalam grafik bersifat normal atau tidak normal.



Gambar 4. 9 Grafik Peta Kontrol p

Berdasarkan Gambar 4. 9 terlihat bahwasannya terdapat satu titik yang berada diluar *Upper Control Limit* (UCL), dan terdapat tiga titik yang berada didalam Garis Pusat atau *Center Line* (CL) alias masih didalam batas kendali.

***4.2.3** Tahap Analyze*

Tahapan ketiga dalam metodologi *Six Sigma* adalah *analyze* yang bertujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah pada proses produksi botol 1500 ml. Pengerjaan pada

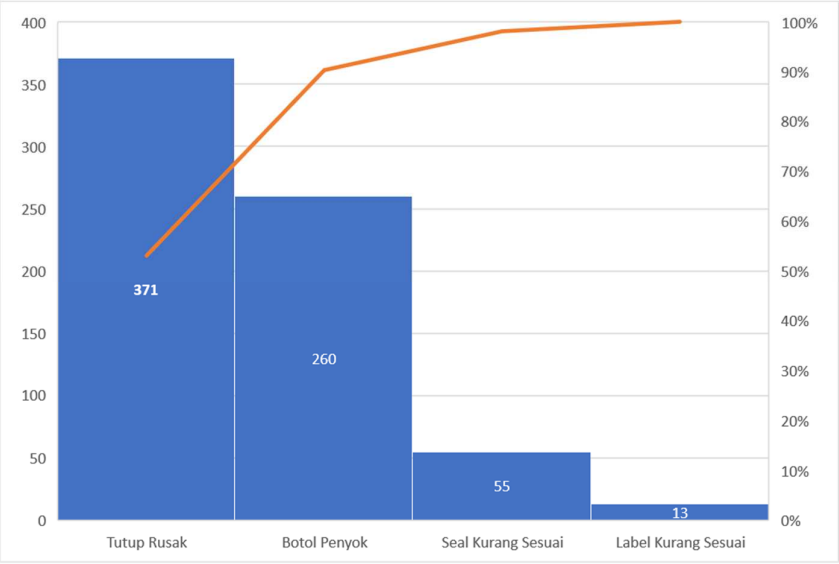
tahap ini lebih kepada menganalisis menggunakan bantuan dari Diagram Pareto, Diagram Fishbone, dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

4.2.3.1 Diagram Pareto

Diagram Pareto dapat digunakan untuk mengidentifikasi kecacatan pada produk yang paling dominan selama periode bulan Agustus – Desember 2024, sehingga memudahkan penentuan prioritas penyelesaiannya. Pada Tabel 4. 8, menunjukkan empat jenis cacat pada produk Botol 1500 ml dengan frekuensi dan persentase cacat setiap periodenya.

Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Diagram Pareto

No	Jenis Cacat	Frekuensi Cacat	Frekuensi Kumulatif Cacat	Persentase Frekuensi Cacat	Persentase Kumulatif Frekuensi Cacat
1	Botol Penyok	260	260	37,20%	37,20%
2	Tutup Rusak	371	631	53,08%	90,27%
3	Seal Kurang Sesuai	55	686	7,87%	98,14%
4	Label Kurang Sesuai	13	699	1,86%	100,00%
	Total	**699**		**100%**	



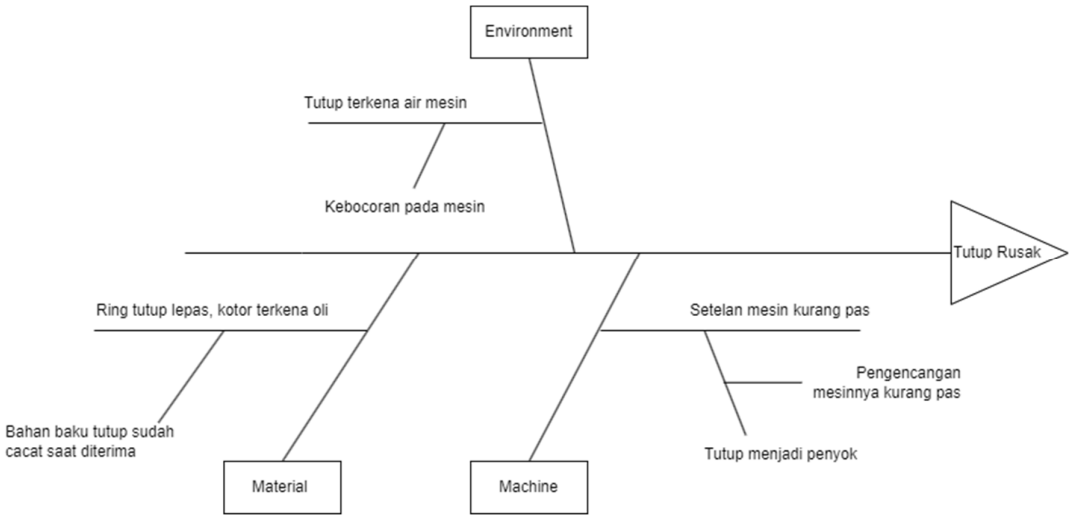
Gambar 4. 10 Diagram Pareto

Berdasarkan Diagram Pareto pada Gambar 4.10 diketahui bahwa jenis cacat dengan frekuensi cacat tertinggi adalah Tutup Rusak yang memiliki persentase cacat sebesar 53,08% dari total keseluruhan jenis cacat yang ada.

4.2.3.2 Diagram Fishbone

Setelah menganalisis Diagram Pareto dan mendapatkan hasil persentase frekuensi cacat yang paling dominan, maka selanjutnya adalah melakukan analisis sebab akibat menggunakan Diagram Fishbone, tujuannya adalah menemukan akar penyebab masalah terjadinya cacat pada produk. Analisis akan dibagi menjadi beberapa faktor yaitu *Man* (manusia), *Material* (bahan baku), *Machine* (mesin), *Method* (metode), dan *Environment* (lingkungan). Pembuatan Diagram Fishbone berdasarkan hasil diskusi yang dibantu oleh karyawan dari divisi produksi dan admin untuk menemukan faktor-faktor apa saja yang menjadi penyebab cacat. Ditemukan bahwa dua cacat yang paling dominan adalah Tutup rusak dan Botol penyok, hasil analisis sebab akibat dapat dilihat pada Gambar 4.11 dan 4.12.

1) Tutup rusak

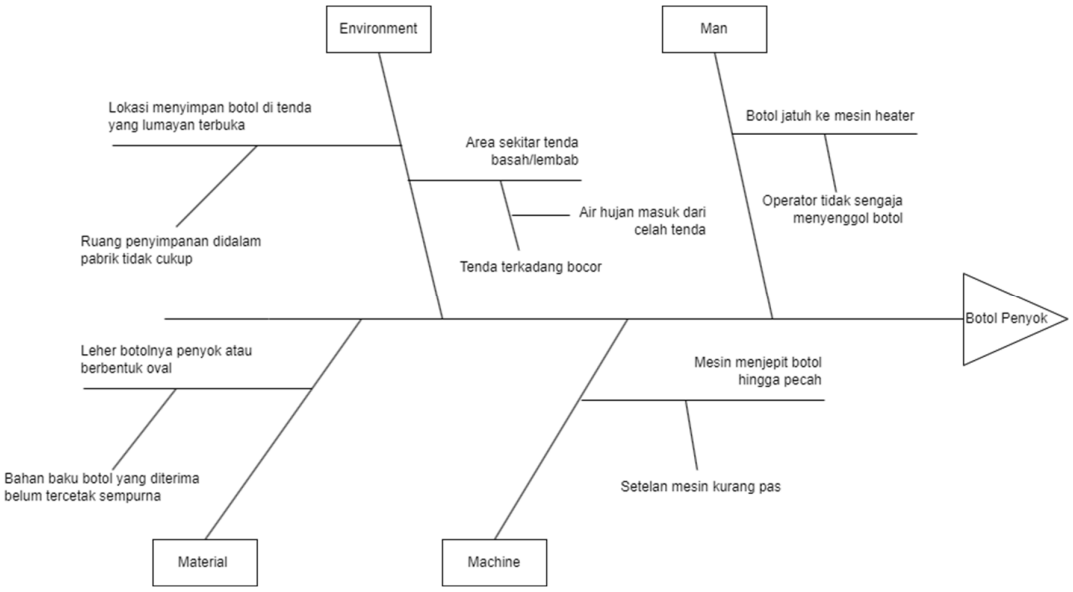


Gambar 4. 11 Diagram Fishbone Tutup Rusak

Tabel 4. 9 Penjelasan Diagram Fishbone Tutup Rusak

Environment (Lingkungan)	
Tutup terkena air mesin	Disebabkan oleh kebocoran pada mesin produksi yang mengakibatkan cairan atau uap dari mesin dapat mengenai tutup botol sehingga terjadi kontaminasi.
Material (Bahan)	
Ring tutup lepas, kotor dan terkena oli	Disebabkan oleh kontaminasi dari bagian bawah tutup yang tidak menempel sempurna, menimbulkan risiko terhadap kualitas dan keamanan produk.
Bahan baku tutup sudah cacat saat diterima	Disebabkan oleh pemasok mengirim tutup dalam kondisi yang tidak layak pakai, seperti retak, penyok, atau terkontaminasi.
Machine (Mesin)	
Setelan mesin kurang pas	Disebabkan oleh pengencangan atau setelan mesin yang tidak optimal, sehingga tekanan yang dihasilkan tidak merata saat pemasangan tutup ke botol yang pada akhirnya tutup menjadi penyok.

2) Botol Penyok



Gambar 4. 12 Diagram Fishbone Botol Penyok

Tabel 4. 10 Penjelasan Diagram Fishbone Botol Penyok

Environment (Lingkungan)	
Lokasi penyimpanan botol di dalam tenda	Disebabkan oleh keterbatasan ruang didalam pabrik sehingga sebagian botol disimpan diluar, lebih tepatnya di bawah tenda yang tidak tertutup sempurna.
Area sekitar tenda basah atau lembab	Disebabkan oleh air hujan yang masuk melalui celah tenda, mengakibatkan kondisi tenda menjadi lembab dan meningkatkan risiko perubahan bentuk pada botol yang disimpan.
Material (Bahan)	
Leher botol penyok atau berbentuk oval	Disebabkan oleh bahan baku botol yang belum tercetak sempurna, sehingga menghasilkan bentuk yang tidak simetris dan mudah rusak.
Machine (Mesin)	
Mesin menjepit botol hingga pecah atau penyok	Disebabkan oleh setelan mesin yang kurang presisi terutama pada bagian cengkraman, akibatnya botol tergencet terlalu keras saat berpindah dari satu proses ke proses berikutnya.

Man (Manusia)	
Botol jatuh ke mesin *heater*	Disebabkan oleh operator tidak sengaja menyenggol botol, mengakibatkan botol jatuh ke mesin bersuhu tinggi dan bentuk botol menjadi berubah karena terkena panas berlebih.

4.2.3.3 *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Setelah menganalisis akar permasalahan menggunakan Diagram Fishbone telah dilakukan, akan dilanjutkan dengan menganalisis beberapa mode kegagalan dan dampaknya yang akan diproritaskan dan dicari solusi untuk mengurangi kegagalan tersebut. Terdapat tiga variabel dalam FMEA yaitu tingkat keparahan (*Severity*), tingkat kejadian (*Occurrence*), dan tingkat deteksi (*Detection*) yang digunakan untuk menilai seberapa *rating* pada setiap mode kegagalan dan *rating* yang diberikan adalah berskala 1 sampai 10. Pemberian nilai akan dilanjutkan dengan perhitungan nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang digunakan untuk mengetahui kegagalan mana yang paling dominan sehingga bisa diprioritaskan. Untuk selengkapnya, FMEA dapat dilihat pada Tabel 4.11 dan Tabel 4.12.

a) Jenis cacat Tutup Rusak

Tabel 4. 11 FMEA Tutup Rusak

Potential Failure Mode	*Potential Effects of Failure*	*S*	*Potential Cause of Failure*	*O*	*Current Control*	*D*	*RPN*
Tutup Rusak	Kerusakan tutup botol dapat menyebabkan kebocoran, kontaminasi, penurunan kualitas produk, serta keluhan dan ketidakpuasan konsumen.	9	***Environment* (Lingkungan)**				
			Tutup terkena air mesin	6	Menutup wadah dengan rapat	1	54
			***Material* (Bahan)**				
			Ring tutup lepas, kotor, dan terkena oli	2	Selalu mengecek dan membersihkan mesin sebelum produksi dimulai	1	18
			Bahan baku tutup sudah cacat saat diterima	2	Retur/*reject* bahan	5	90
			***Machine* (Mesin)**				
			Setelan mesin kurang pas	5	Melakukan setting ulang *capper*	6	**270**

b) Jenis Cacat Botol Penyok

Tabel 4. 12 FMEA Botol Penyok

Potential Failure Mode	***Potential Effects of Failure***	***S***	***Potential Cause of Failure***	***O***	***Current Control***	***D***	***RPN***
Botol Penyok	Botol penyok dapat menyebabkan perubahan bentuk kemasan, gangguan pada proses penutupan, risiko kebocoran, serta menurunkan daya tarik dan kepercayaan konsumen terhadap produk.	9	***Environment* (Lingkungan)**				
			Botol disimpan di dalam tenda yang lumayan terbuka	5	Pembangunan gudang yang tertutup	6	270
			Area sekitar tenda basah atau lembab	8	Area gudang harus selalu kering dan tidak ada air	2	**432**
			***Material* (Bahan)**				
			Leher botol penyok atau berbentuk oval	6	Retur botol	2	108
			***Machine* (Mesin)**				
			Mesin menjepit botol hingga pecah atau penyok	5	Dilakukan *setting* ulang mesin sesuai dengan botolnya	7	315
			***Man* (Manusia)**				
			Botol jatuh ke mesin *heater*	3	QC lebih awas dan konveyor dipastikan berjalan lancar	6	162

Berdasarkan hasil penilaian FMEA pada Tabel 4. 11 dan 4. 12 yang dikerjakan oleh satu orang Admin Produksi dengan memberikan skor kepada masing-masing jenis cacat. Hasil kali antara variabel *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) memberikan nilai RPN yang berbeda-beda. Pada jenis cacat tutup rusak, potensi penyebab kegagalan yang menghasilkan nilai RPN

tertinggi adalah setelan mesin kurang pas yaitu sebesar 270. Sedangkan untuk Botol Penyok, nilai RPN tertinggi adalah pada area sekitar tenda basah atau lembab yaitu sebesar 432. Berdasarkan Tabel 2. 7, nilai RPN sebesar 270 dan 432 dapat dikategorikan ke dalam risiko yang sangat tinggi yaitu berada >200 sehingga bisa untuk dijadikan prioritas perbaikan pada tahapan berikutnya.

4.2.4 Tahap Improve

Apabila penentuan nilai RPN dari potensi kegagalan yang paling dominan sehingga dapat diberikan prioritas perbaikan telah selesai, maka langkah berikutnya adalah memberikan solusi permasalahan menggunakan metode TRIZ. Menurut Jakti & Al Faritsy (2024) terdapat tiga langkah dalam TRIZ untuk menyelesaikan permasalahan:

1. Mengidentifikasi akar penyebab masalah,

   Faktor-faktor yang berpotensi menjadi penyebab permasalahan diidentifikasi pada tahapan *define* menggunakan diagram SIPOC dan CTQ. Pada tahapan *analyze* pengerjaannya adalah menganalisis akar penyebab masalah menggunakan *tools* seperti Diagram Pareto, Diagram Fishbone, dan FMEA sehingga pemberian perbaikan dapat mudah dilakukan.
2. Memecahkan kontradiksi

   Ketika faktor penyebab permasalahan yang paling dominan telah didapatkan, maka selanjutnya adalah mengidentifikasi faktor yang ingin ditingkatkan atau perbaiki (*improving parameter*) dan faktor yang mengalami penurunan (*worsening parameter*) atau dampak negatif akibat peningkatan. Identifikasi faktor tersebut dapat menggunakan matriks 39 parameter untuk memecahkan kontradiksi.
3. Menemukan solusi permasalahan

   Mengidentifikasi solusi pada masalah menggunakan 40 *Inventive Principles* untuk menemukan solusi yang inventif.

Dari langkah diatas, peneliti dapat mengidentifikasi faktor dominan yang menyebabkan kecacatan pada produk. Faktor tersebut dicari menggunakan analisis diagram FMEA pada tahap *analyze*. Berdasarkan hasil kuisioner tersebut, diperoleh bahwa penyebab terjadinya cacat tutup rusak dengan nilai RPN tertinggi adalah akibat dari setelan mesin kurang pas yaitu sebesar 270 RPN. Kemudian, untuk penyebab terjadinya cacat botol penyok dengan nilai RPN tertinggi adalah karena area sekitar tenda basah atau lembab yaitu sebesar 432 RPN. Dengan diperolehnya nilai tersebut, maka langkah selanjutnya adalah memecahkan kontradiksi

menggunakan matriks 39 paremeter. Pada Tabel 4. 13 dapat diketahui *improving paremeter* dan *worsening parameter* yang dimiliki oleh penyebab setelan mesin kurang pas.

Tabel 4. 13 Kontradiksi Setelan Mesin Kurang Pas

Penyebab	*Improving Paremeter*	*Worsening Parameter*
Setelan mesin kurang pas	*Force* (10)	*Device Complexity* (36)

Berdasarkan Tabel 4. 13, penyebab utama tutup rusak adalah karena setelan mesin kurang pas. Penyetelan mesin dilakukan oleh operator sebelum memulai pekerjaan, namun terkadang setelan mesin tidak pas untuk ukuran tutup botol 1500, alhasil tekanan yang dihasilkan tidak merata saat pemasangan tutup ke botol yang pada akhirnya tutup menjadi penyok. Maka, selanjutnya dianalisis *improving parameter* dan *worsening parameter* mana yang cocok untuk kasus tersebut. Mengacu pada matriks 39 parameter TRIZ, untuk kasus setelan mesin kurang pas, faktor yang dapat di tingkatkan atau perbaiki adalah parameter *Force* (10) yaitu meningkatkan gaya atau tekanan pada mesin sesuai dengan kebutuhan. Pemilihan parameter *Force* (10) adalah karena permasalahan berkaitan dengan tekanan yang dihasilkan dari mesin *capper* saat proses pemasangan tutup. Jika tekanan yang dihasilkan terlalu kecil akan berdampak pada hasil penutupan yang tidak optimal dan bahkan dapat merusak tutup. Peningkatan tekanan secara terkontrol diharapkan memiliki dampak terhadap kemudahan pemasangan tutup yang lebih presisi dan konsisten sehingga dapat mengurangi cacat pada produk dan kualitas produk dapat meningkat.

Kemudian untuk faktor yang mengalami penurunan akibat peningkatan adalah parameter *Device Complexity* (36) yaitu kerumitannya bertambah untuk penyetelan atau pengaturan mesin. Paremeter Device Complexity (36) dipilih karena peningkatan tekanan pada mesin tidak bisa tanpa konsekuensi, dampak yang mungkin terjadi adalah kerumitan pada saat pengoprasian, penyetelan, dan juga perawatannya. Secara kontradiksi, apabila satu faktor ditingkatkan maka ada penurunan pada faktor lain akibat dari peningkatan tersebut, jadi jika gaya atau tekanan pada mesin di tingkatkan, maka tutup tidak akan penyok atau aman dari kerusakan, tapi akan menambah waktu untuk melakukan pengaturan mesin terlebih dahulu. Setelah penentuan *improving paremeter* dan *worsening paremeter* selesai dilakukan, langkah berikutnya adalah mencari solusi permasalahan menggunakan matriks *40 inventive principles*.

Tabel 4. 14 Solusi Inventif Setelan Mesin Kurang Pas

Penyebab	*Improving Paremeter*	*Worsening Parameter*	Solusi
Setelan mesin kurang pas	*Force* (10)	*Device Complexity* (36)	26, 35, 10, 18

Berdasarkan Tabel 4. 14, hasil pencocokan faktor *improving paremeter* dan *worsening parameter* menggunakan matriks 40 *inventive principles* menghasilkan solusi nomor 26, 35, 10, dan 18.

1) Prinsip nomor 26: *Copying*
2) Prinsip nomor 35: *Parameter Change*
3) Prinsip nomor 10: *Prior Action*
4) Prinsip nomor 18: *Mechanical Vibration*

Berdasarkan Tabel 4. 14, telah ditemukan solusi menggunakan 40 *inventive principles*, matriks memberikan empat solusi dari prinsip nomor 26, 35, 10, dan 18. Namun, peniliti memutuskan untuk mengambil solusi prinsip *Prior Action* (10). Solusi yang diberikan adalah menggunakan tiga botol *dummy*/sampel diawal, kemudian menetapkan setelan mesin sesuai dengan produk dan yang terakhir adalah pengecekan tekanan *capper* sebelum mesin dijalankan. Alasan memilih *Prior Action* (10) karena mudah diterapkan, tidak terlalu kompleks, tidak berbiaya dan berisiko rendah.

Pada Tabel 4. 15 dapat diketahui *improving paremeter* dan *worsening parameter* yang dimiliki oleh penyebab area sekitar tenda basah atau lembab.

Tabel 4. 15 Kontradiksi Area Sekitar Tenda Basah atau Lembab

Penyebab	*Improving Paremeter*	*Worsening Parameter*
Area sekitar tenda basah atau lembab	*Object Affected Harmful Factor* (30)	*Loss of Substance* (23)

Berdasarkan Tabel 4. 15, penyebab utama botol penyok adalah karena area sekitar tenda basah atau lembab. Ketika ada air hujan yang masuk melalui celah tenda, menyebabkan keaadaan di dalam tenda menjadi lembab dan meningkatkan risiko perubahan bentuk pada botol 1500 ml yang disimpan. Maka, selanjutnya dianalisis *improving parameter* dan *worsening parameter* mana yang cocok untuk kasus tersebut. Mengacu pada matriks 39 parameter TRIZ, untuk kasus

setelan mesin kurang pas, faktor yang dapat di tingkatkan atau perbaiki adalah parameter *Object Affected Harmful Factor* (30) yaitu meningkatkan ketahanan objek terhadap faktor yang merugikan. Parameter *Object Affected Harmful Factor* (30) dipilih karena letak permasalahan yang ada pada pengaruh dari faktor berbahaya berupa air hujan dan kelembapan terhadap objek yang disimpan di dalam tenda, sehingga perbaikan nantinya dapat diarahkan kepada pengendalian dan pengurangan efek berbahaya dari faktor tersebut.

Kemudian untuk faktor yang mengalami penurunan akibat peningkatan adalah parameter *Loss of Substance* (23) yaitu kerugian yang diakibatkan oleh material, energi, atau sumber daya selama proses berjalan. Pemilihan parameter *Loss of Substance* (23) karena usaha untuk mengurangi efek kelembapan pada area sekitar tenda memiliki potensi kehilangan material atau sumber daya. Konteks kehilangan disini adalah material atau sumber daya yang secara umum sifatnya habis pakai, seperti kain penyerap air atau penutup tambahan di sekitar tenda yang perlu diganti secara berkala. Secara kontradiksi, apabila satu faktor ditingkatkan maka ada penurunan pada faktor lain akibat dari peningkatan tersebut, jadi jika berusaha menjaga kondisi area tenda tetap kering, maka dibutuhkan alat atau proses yang rutin, tapi akan menyebabkan pemborosan energi. Setelah penentuan *improving paremeter* dan *worsening paremeter* selesai dilakukan, langkah berikutnya adalah mencari solusi permasalahan menggunakan matriks 40 *inventive principles.*

Tabel 4. 16 Solusi Inventif Area Sekitar Tenda Basah atau Lembab

Penyebab	*Improving Paremeter*	*Worsening Parameter*	Solusi
Area sekitar tenda basah atau lembab	*Object Affected Harmful Factor* (30)	*Loss of Substance* (23)	33, 22, 19, 40

Berdasarkan Tabel 4. 16, hasil pencocokan faktor *improving paremeter* dan *worsening parameter* menggunakan matriks 40 *inventive principles* menghasilkan solusi 33, 22, 19, 40.

1) Prinsip nomor 33: *Homogeneity*
2) Prinsip nomor 22: *Blessing in Disguise*
3) Prinsip nomor 19: *Periodic Action*
4) Prinsip nomor 40: *Composite Materials*

Berdasarkan Tabel 4. 16, telah ditemukan solusi menggunakan 40 *inventive principles*, matriks memberikan empat solusi dari prinsip nomor 3, 22, 19, 40. Namun, peniliti memutuskan untuk mengambil solusi prinsip *Periodic Action* (19) yaitu tindakan yang dilakukan terjadwal secara

berkala dengan cara membuat jadwal harian pengecekan dan pembersihan area penyimpanan, terutama saat pagi/sore atau setelah turun hujan. Alasan memilih *Periodic Action* (19) karena mudah diterapkan, tidak terlalu kompleks, tidak berbiaya dan berisiko rendah.

BAB V
PEMBAHASAN

5.1 Tahap *Define*

Pada metodologi *Six Sigma* yang berisikan tahapan DMAIC, dimulai dari tahapan *Define* yang memperlihatkan bagaimana sebuah masalah didefinisikan. Permasalahan yang menjadi fokus pada penelitian ini adalah kecacatan pada produk Botol 1500 ml. Kemudian pada tahapan *Define* ini akan menggunakan diagram SIPOC untuk memetakan alur produksi perusahaan serta diagram CTQ untuk menentukan kualitas kunci yang dimiliki perusahaan. Model strategi produksi yang diterapkan oleh perusahaan AMDK DAXU adalah *Make to Stock* (MTS) yaitu barang telah diproduksi sebelum adanya pemesanan dari pelanggan, sehingga membuat persediaan bahan baku tidak begitu banyak.

Mata Air Umbul Wadon sebagai penyedia air bersih atau bahan baku air, kemudian *Supplier* bahan baku penolong antara lain adalah PT Niaga Sejahtera Plastik Industri sebagai penyedia Botol 1500 ml, PT Landis Cipta Jaya sebagai penyedia karton, PT Tirta Gesang Tunggal sebagai penyedia label segel atas dan label kemasan. Bahan baku yang diterima akan menjadi *Input* produksi diantaranya adalah botol, tutup botol, *seal*, label, lem, dan karton, selain itu agar produksi dapat berjalan dengan efisien, produksi dibantu oleh beberapa mesin produksi seperti mesin *filling* botol, mesin *inject printer* botol, mesin karton *sealer*, mesin *conveyor*, mesin *heater*, dan mesin QC *visual*. Alur proses produksi air minum DAXU dalam kemasan dimulai dari penerimaan bahan baku air dari Umbul Wadon Kaliurang, yang dialirkan melalui saluran pipa milik PDAM Sleman ke dalam tandon penyimpanan (*Raw Tank*). Setelah itu dilanjutkan dengan proses *sandfilter* satu kemudian ke *sandfilter* dua untuk menghilangkan warna, bau, rasa, serta *chlorine*. Setelah selesai, air dimasukkan ke dalam *Storage Tank* (ST) untuk penyimpanan sementara untuk pengecekan kualitas seperti pH, TDS (*Total Dissolved Solid*), serta ALT (Angka Lempeng Total), ozon, bau, dan rasa. Lalu dilakukan proses *microfilter*, *ultraviolet*, serta ozonisasi untuk membunuh mikroorganisme. Kemudian air hasil filtrasi tersebut di masukkan *Final Storage Tank* (FST) untuk tempat penyimpanan air terakhir dan kembali diperiksa kualitasnya sebelum masuk ke tahap filling ke galon, botol maupun cup menggunakan mesin *filler,* dilanjutkan dengan pengambilan sampel *chemical check* (pemeriksaan kimiawi), kemudian ke proses pemasangan segel dan tutup, serta yang terakhir dilakukan *visual check* (pemeriksaan *visual*). Kemudian hasil produksi dikirim ke gudang setelah semua proses produksi selesai. Dalam penelitian ini fokusnya adalah pada botol 1500

ml. Perusahaan yang menjadi pelanggan produk yang dihasilkan oleh AMDK DAXU adalah PT Abinanya, CV Berkah Air Raharja, Haji Ardi, dan Koperasi Tirta.

Pembuatan *Critical to Quality* (CTQ) dilakukan melalui wawancara langsung dengan Admin Produksi, kemudian untuk data jenis cacat didapatkan dari laporan *Quality Control* perusahaan. Diagram CTQ digunakan untuk mengetahui kriteria produk yang berkualitas seperti apa yang dapat diterima oleh *customer*. Kriteria tersebut dapat dilihat pada Gambar 4. 6. Dari laporan *Quality Control* perusahaan, ditemukan ada empat jenis cacat yang selama produksi berjalan pada periode Agustus – Desember 2024 dapat dijumpai. Empat jenis cacat tersebut diantaranya yaitu Tutup Rusak (53%), Botol Penyok (37%), Seal Kurang Sesuai (8%), dan Label Kurang Sesuai (2%) dengan total cacat pada periode tersebut adalah sebanyak 699.

5.2 Tahap *Measure*

Setelah pendefinisian masalah selesai dilakukan, maka berikutnya adalah tahapan perhitungan yang mengacu pada data laporan hasil *quality control* Botol 1500 ml periode bulan Agustus – Desember 2024. Data yang diperoleh akan diolah untuk mendapatkan nilai *Defect per million opportunities* (DPMO), Nilai Sigma, dan grafik peta kendali p.

5.2.1 Analisis Nilai Defect Per Million Opportunities

Berdasarkan hasil perhitungan nilai DPMO pada Tabel 4. 5, diperoleh nilai DPMO sebesar 7891,414 pada bulan Agustus dengan jumlah produksi 1584 pcs dan jumlah cacat sebanyak 50 pcs. Kemudian pada bulan September diperoleh nilai DPMO sebesar 12710,438 dengan jumlah produksi 5940 pcs dan jumlah cacat sebanyak 302 pcs. Untuk bulan November diperoleh nilai DPMO sebesar 8743,754 dengan jumlah produksi 5604 pcs dan jumlah cacat sebanyak 196 pcs. Lalu pada bulan Desember diperoleh nilai DPMO sebesar 10182,208 dengan jumlah produksi 3732 pcs dan jumlah cacat 152 pcs. Secara keseluruhan, tingkat persentase cacat berada di kisaran nilai 3%-5%, dibuktikan dengan masih terdapat penyimpangan pada proses produksi sehingga cacat masih dapat terjadi.

Pada grafik nilai DPMO di Gambar 4. 7 memperlihatkan tidak konsistennya pola yang tergambar, nilai DPMO selama 4 bulan terlihat naik dan turun dengan nilai tertinggi berada pada bulan September sebesar 12710,438 sebagai bulan yang memiliki performa kualitas terburuk dan nilai terendah berada pada bulan Agustus sebesar 7891,414 sebagai bulan dengan kinerja kualitas terbaik. Untuk bulan November dan Desember menunjukkan nilai DPMO yang

berada ditingkat sedang, tidak terlalu tinggi dan tidak juga terlalu rendah, namun tetap menunjukkan ketidaksesuaian dari standar kualitas. Banyaknya jumlah kecacatan yang teridentifikasi berpengaruh terhadap tinggi dan rendahnya nilai DPMO, apabila DPMO semakin tinggi nilainya maka bisa dianggap kecacatan pada produk juga semakin tinggi. Dari sebanyak total 16.860 botol yang diproduksi dan 699 botol yang cacat, diperoleh hasil rata-rata nilai DPMO sebesar 9881,954, yang berarti dari satu juta kesempatan botol yang bisa dihasilkan terdapat ada sebesar 9881,954 botol yang teridentifikasi cacat. Nilai tersebut masih berada kualitas dibawah level *Sigma* 4.

5.2.2 Analisis Nilai Sigma

Setelah memperoleh nilai DPMO dan mengetahui pada periode mana yang memiliki nilai DPMO tertinggi dan terendah, maka dilanjutkan dengan menghitung nilai *Sigma* dengan cara mengkonversikan nilai DPMO menggunakan bantuan *Software* Microsoft Excel. Nilai *Sigma* berguna untuk mengetahui seberapa baik suatu proses bekerja sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Konversi nilai DPMO ke nilai *Sigma* menunjukkan hasil bahwa pada bulan Agustus memiliki nilai *Sigma* sebesar 3,91 yang menunjukkan tingkat performa produksi terbaik, kemudian pada bulan September memiliki nilai *Sigma* sebesar 3,73 yang menunjukkan performa produksi terburuk, lalu bulan November memiliki nilai *Sigma* sebesar 3,88, dan pada Desember memiliki nilai *Sigma* sebesar 3,82. Ketika dilihat secara keseluruhan, nilai *Sigma* tertinggi ada pada bulan Agustus dengan nilai *Sigma* 3,91 dan nilai *Sigma* terendah terdapat pada bulan September yaitu sebesar 3,73. Apabila dihitung secara rata-rata, diperoleh nilai *Sigma* dari bulan Agustus – Desember 2024 adalah sebesar 3,84.

Ketika diperhatikan grafiknya pada Gambar 4. 8, tampak terlihat jelas bahwa nilai DPMO yang dicari adalah grafik yang mengarah keatas atau melewati rata-rata, namun untuk Nilai *Sigma* yang dicari adalah grafik yang mengarah kebawah atau tidak melewati rata-rata. Yang artinya semakin kecil nilai DPMO, maka akan semakin baik Nilai Sigmanya, begitupun juga sebaliknya. Ditemukan fakta bahwasannya dengan perolehan nilai *Sigma* sebesar 3,84 tersebut, AMDK DAXU telah menjadi perusahaan dengan nilai *Sigma* yang setara dengan rata-rata industri di Indonesia. Sebenarnya nilai tersebut bisa terus ditingkatkan dengan cara melakukan perbaikan secara berkelanjutan.

5.2.3 Analisis Peta Kendali p

Grafik peta kendali p adalah penggabungan batas maksimum dan minimum, yang menggambarkan batas-batas daerah kontrol. Pembuatan peta kendali p bertujuan sebagai alat kontrol proporsi kecacatan untuk mencapai tujuan tertentu yang terkait dengan kualitas proses. Alat kontrol ini berfungsi untuk sampel data yang bervariasi jumlahnya dari waktu ke waktu.

Pengerjaan menggunakan peta kontrol p harus menggunakan tiga variabel yaitu *Upper Control Limit* (UCL), Garis Pusat atau *Center Line* (CL), dan *Lower Control Limit* (LCL), hasil perhitungan ditemukan bahwa untuk nilai CL adalah sebesar 0,0415, sedangkan untuk nilai UCL dan LCL berubah setiap bulannya disebabkan oleh variasi jumlah produksi dan jumlah produk cacat.

Berdasarkan Gambar 4. 9, menunjukkan bahwa masih terdapat nilai yang diluar batas kendali yaitu pada bulan September dengan nilai proporsi cacat sebesar 0,0507, Selain itu nilai pada bulan yang lain tidak ada pola yang menunjukkan ketidakteraturan proses alias berada didalam batas kendali yaitu bulan Agustus dengan nilai proporsi cacat sebesar 0,0316, kemudian bulan November dengan nilai proporsi cacat sebesar 0,0350, dan bulan Desember dengan nilai proporsi cacat sebesar 0,0407. Penyimpangan yang terjadi pada bulan September menunjukkan bahwa jumlah proporsi cacat pada bulan tersebut masih terlalu tinggi sehingga melewati batas kontrol atau belum sesuai standar. Dengan temuan tersebut maka AMDK DAXU perlu melakukan pengendalian kualitas agar bisa menurunkan angka jumlah produk yang cacat. Kemudian untuk nilai rata-rata proporsi cacat sebesar 0,0415 atau 4,15%, dua kali lipat lebih tinggi dari target cacat yang ditetapkan oleh perusahaan yaitu sebesar 2%, itu menunjukkan masih memerlukan perbaikan lanjutan untuk menurunkan angka cacat dan mencapai standar kualitas yang lebih tinggi.

5.3 Tahap *Analyze*

5.3.1 Analisis Diagram Pareto

Berdasarkan Tabel 4. 8, terdapat empat jenis cacat yang teridentifikasi selama bulan Agustus – Desember 2024 yaitu Tutup Rusak, Botol Penyok, Seal Kurang Sesuai, dan Label Kurang Sesuai, didapatkan bahwa total frekuensi cacat adalah 699 terjadi selama periode yang diteliti. Diketahui juga jenis cacat yang paling besar frekuensi kejadiannya adalah Tutup Rusak dengan persentase sebesar 53,08% dan frekuensi sebanyak 371 kejadian, kemudian jenis cacat dengan frekuensi terbesar kedua adalah Botol Penyok dengan persentase sebesar 37,20% dan frekuensi

sebanyak 260 kejadian. Seal Kurang Sesuai menjadi jenis cacat dengan frekuensi terbesar ketiga dengan persentase sebesar 7,87%. Terakhir, jenis cacat dengan frekuensi terendah adalah Label Kurang Sesuai dengan persentase 1,86% dan frekuensi sebanyak 13 kejadian.

Melalui data yang tervisualisasi oleh Diagram Pareto di Gambar 4. 10, dengan pendekatan prinsip Pareto yang berdalih sebagian besar masalah (80%) merupakan hasil sebagian kecil penyebab (20%). Tidak semua jenis cacat akan diambil tindakan atau dijadikan prioritas, melainkan dari semua jenis cacat yang teridentifikasi hanya dua jenis cacat dengan proporsi terbesar yang menjadi prioritas perbaikan berikutnya yaitu Tutup Rusak dan Botol Penyok.

5.3.2 Analisis Diagram Fishbone

Hasil analisis dari identifikasi jenis-jenis cacat dengan menggunakan Diagram Pareto, menunjukkan bahwa jenis cacat yang akan ditindaklanjuti adalah Tutup Rusak (53,08%) dan Botol Penyok (37,20%) sebagai jenis cacat yang paling dominan. Akar penyebab masalah dari dua jenis cacat tersebut akan ditelusuri menggunakan Diagram Fishbone, dibantu oleh karyawan dari divisi produksi dan admin melalui proses diskusi.

Berikut adalah penjabaran hasil dari diskusi bersama karyawan dalam pembuatan Diagram Fishbone untuk jenis cacat Tutup Rusak:

a) Faktor *Environment* (Lingkungan)

   Kualitas dari bahan dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan kerja itu sendiri. Dari hasil observasi, kebocoran air mesin mengkontaminasi tutup botol yang dapat menyebabkan cacat fisik atau kurangnya kehigienisan pada tutup botol. Hal tersebut mengindikasikan bahwa kebersihan area produksi bisa menjadi krusial dalam menjaga kualitas bahan. Kebocoran air mesin bukan hanya isu teknis melainkan dapat berdampak pada kelayakan produk secara keseluruhan. Pengelolaan area kerja juga perlu diperhatikan agar tetap bersih, kering, dan bebas dari kontaminasi.

b) Faktor *Material* (Bahan)

   Kondisi bahan menaruh pengaruh besar terhadap kualitas dari produk. Dari hasil observasi bahwa ada beberapa tutup botol yang mudah lepas, kotor, dan terkontaminasi oleh oli. Selain itu, terdapat juga sejumlah tutup yang memang sudah rusak dari pemasoknya. Hal tersebut menunjukkan bahwa penerimaan bahan dari pemasok meloloskan bahan yang kondisinya cacat, dalam hal ini bisa meningkatkan kegagalan produk.

c) Faktor *Machine* (Mesin)

Permesinan juga menjadi salah satu faktor penting dalam keberhasilan menciptakan produk. Dari hasil observasi menunjukkan bahwa pengaturan penekanan (*pressing*) pada saat mesin digunakan tidak sesuai. Akibatnya tutup yang diproses menggunakan mesin tersebut menjadi penyok atau bahkan retak. Pemberian tekanan yang terlalu besar dapat merusak tutup, namun jika sebaliknya apabila tekanan terlalu rendah tutup juga bisa tidak dapat terkunci dengan baik sehingga berisiko adanya kebocoran.

Berikut adalah penjabaran hasil dari diskusi bersama karyawan dalam pembuatan Diagram Fishbone untuk jenis cacat Botol Penyok:

a) Faktor *Environment* (Lingkungan)

Bagaimana cara botol disimpan juga mempengaruhi kualitas botol sebelum digunakan. Dari hasil observasi menunjukkan bahwa lokasi penyimpanan botol tidak terlalu aman, karena botol disimpan di dalam tenda dengan area yang terbuka dibawah terik sinar matahari dan guyuran hujan. Dengan cara seperti itu, karton botol yang tadinya kering bisa berisiko menjadi basah dan melunak akibat air hujan yang masuk melalui celah dan kelembapan di area penyimpanan juga meningkat yang bisa secara tidak langsung merusak botol.

b) Faktor *Material* (Bahan)

Pengadaan bahan sangat perlu diperhatikan, apalagi ketika bahan yang dikirimkan oleh *supplier* (pemasok) banyak yang dalam kondisi rusak. Dari hasil observasi menunjukkan bahwa terdapat ada botol-botol yang mudah lepas ringnya dan terlihat kotor, hal tersebut mengindikasikan bahwa *supplier* (pemasok) kurang memperhatikan prosedur *quality control* sehingga banyak botol-botol yang rusak namun tetap dikirim. Kondisi tersebut merugikan perusahaan karena dapat meningkatkan kegagalan pada produk.

c) Faktor *Machine* (Mesin)

Dari hasil observasi ditemukan bahwa setelan mesin yang kurang presisi terutama pada bagian cengkraman, tekanan yang berlebihan dapat membuat tutup penyok bahan retak. Akibatnya botol tergencet terlalu keras saat berpindah dari satu proses ke proses berikutnya. Namun sebaliknya, apabila cengkraman mesin kurang kencang bisa menyebabkan risiko kebocoran.

d) Faktor *Man* (Manusia)

Manusia sebagai salah satu faktor penentu keberhasilan produksi, memiliki tugas untuk mengoprasikan mesin, namun terkadang secara psikologis manusia bisa mengalami kelelahan akibat kerja, seperti hasil observasi yaitu saat bekerja operator tidak sengaja menyenggol botol sehingga terjatuh ke mesin bersuhu tinggi. Hal tersebut dapat mengubah bentuk botol akibat terkena panas.

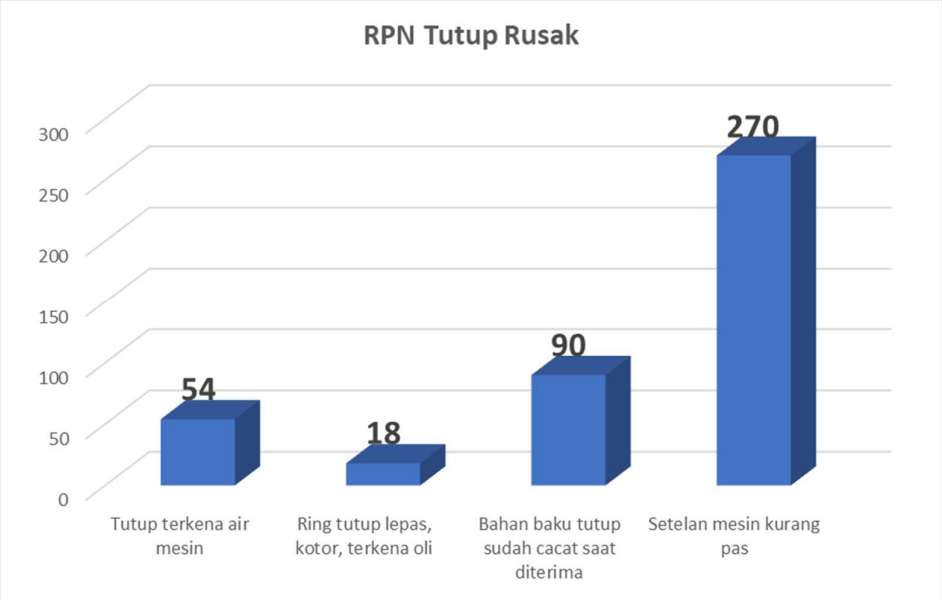
5.3.3 Analisis Failure Mode and Effect Analysis

Failure Mode and Effect Analysis bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab potensial kegagalan yang terjadi dalam memproduksi botol 1500 ml. Kegagalan paling potensial ditentukan menggunakan Diagram Pareto dengan melihat jenis cacat yang memiliki jumlah frekuensi cacat yang paling sering terjadi. Kemudian jenis cacat dominan akan diidentifikasi akar penyebab masalahnya menggunakan Diagram Fishbone, tujuannya agar peneliti dapat menemukan penyebab yang lebih spesifik. Tak sampai disana, analisis dilanjutkan melalui *Failure Mode and Analysis* dengan membuat kuisioner FMEA yang pada penelitian ini dikerjakan oleh satu responden yaitu Admin Produksi AMDK DAXU. Hal yang akan dikerjakan oleh Admin Produksi adalah memberikan skor atau *rating* pada masing-masing mode kegagalan sesuai dengan kriteria pada FMEA yaitu tingkat keparahan (*Severity*), tingkat kejadian (*Occurrence*), dan tingkat deteksi (*Detection*), skor yang diberikan adalah berskala 1 sampai 10. Pemberian skor tersebut akan berujung pada mendapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) yang digunakan untuk mengetahui mode kegagalan mana yang paling diprioritaskan sehingga bisa diberikan perbaikan pada tahapan *improve*.

Berdasarkan Tabel 4. 11 penyebab potensial kegagalan dipisah ke dalam beberapa faktor yang didapatkan dari analisis Diagram Fishbone yaitu *Man* (Manusia), *Machine* (Mesin), *Method* (Metode), *Material* (Bahan), *Environment* (Lingkungan). Untuk kegagalan potensial pertama yaitu Tutup Rusak, penyebab potensial kegagalan dari faktor *Environment* (Lingkungan) yaitu tutup terkena air panas memiliki nilai *Severity* dengan skor 9, *Occurrence* 6, dan *Detection* 1. Kemudian untuk faktor *Material* (Bahan) yaitu ring tutup lepas, kotor, dan terkena oli memiliki nilai *Severity* dengan skor 9, *Occurrence* 2, dan *Detection* 1 untuk faktor *Material* (Bahan) kedua yaitu bahan baku tutup sudah cacat saat diterima memiliki nilai *Severity* dengan skor 9, *Occurrence* 2, dan *Detection* 5. Faktor terakhir, *Machine* (Mesin) yaitu

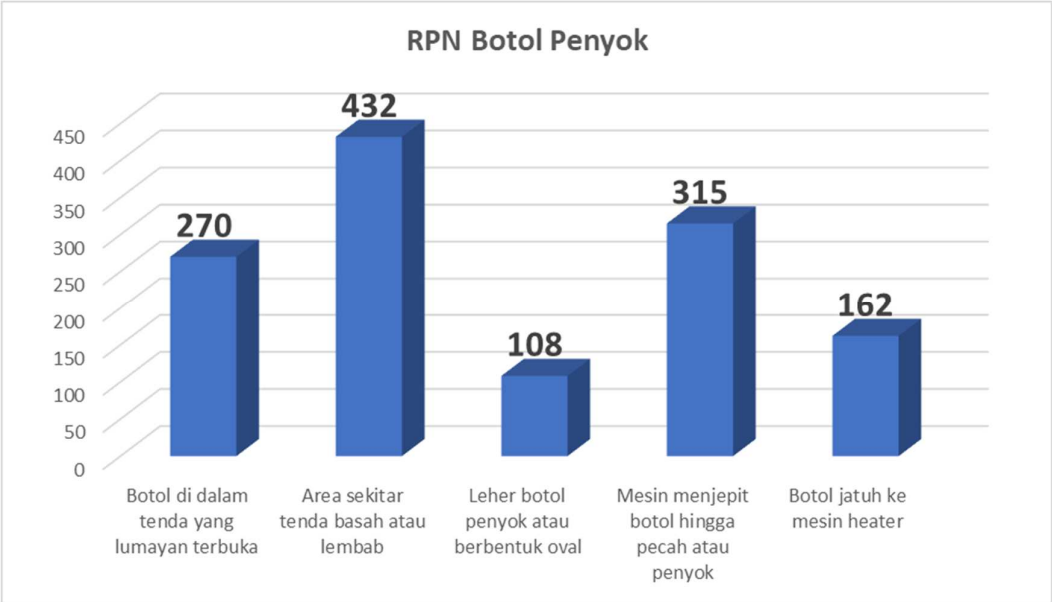
setelan mesin kurang pas memiliki nilai *Severity* dengan skor 9, *Occurrence* 5, dan *Detection* 6. Ada dua faktor yang tidak teridentifikasi pada kegagalan potensial Tutup Rusak ini yaitu faktor *Man* (Manusia) dan *Method* (Metode), hal tersebut bisa terjadi karena berdasarkan informasi dari Admin Produksi mengakui bahwa selama bekerja di tempat produksi tidak pernah menemukan atau mengalami kegagalan Tutup Rusak akibat faktor *Man* (Manusia) dan *Method* (Metode).

Berdasarkan Tabel 4. 12 mode potensial kegagalan adalah Botol Penyok, penyebab potensial kegagalan dari faktor *Environment* (Lingkungan) yaitu botol disimpan di dalam tenda yang lumayan terbuka memiliki nilai *Severity* dengan skor 9, *Occurrence* 5, dan *Detection* 6, untuk faktor *Environment* (Lingkungan) kedua yaitu area sekitar tenda basah atau lembab memiliki nilai *Severity* dengan skor 9, *Occurrence* 8, dan *Detection* 2. Kemudian faktor *Material* (Bahan) yaitu leher botol penyok atau berbentuk oval memiliki nilai memiliki nilai *Severity* dengan skor 9, *Occurrence* 6, dan *Detection* 2. Selanjutnya untuk faktor *Machine* (Mesin) yaitu mesin menjepit botol hingga pecah atau penyok memiliki nilai *Severity* dengan skor 9, *Occurrence* 5, dan *Detection* 7, Faktor terakhir yaitu *Man* (Manusia) yaitu botol jatuh ke mesin *heater* memiliki nilai *Severity* dengan skor 9, *Occurrence* 3, dan *Detection* 6. Ada dua faktor yang tidak teridentifikasi pada kegagalan potensial Botol Penyok ini yaitu faktor *Method* (Metode), hal tersebut terjadi karena berdasarkan informasi dari Admin Produksi mengakui bahwa selama bekerja di tempat produksi tidak pernah menemukan atau mengalami kegagalan Botol Penyok akibat faktor *Method* (Metode).



Gambar 5. 1 Perolehan RPN Tutup Rusak

Berdasarkan Gambar 5. 1, Hasil kali antara variabel *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) memberikan nilai RPN yang berbeda-beda. Pada mode potensial kegagalan Tutup Rusak yang pada sebelumnya telah ditentukan berapa skor dari *Severity*, *Occurrence*, *Detection* dari setiap penyebab potensial kegagalannya, maka berikutnya adalah perhitungan nilai RPN dengan cara mengalikan nilai *Severity*, *Occurrence*, *Detection*. Untuk faktor *Environment* (Lingkungan) yaitu tutup terkena air panas memperoleh hasil 54 RPN, kemudian faktor *Material* (Bahan) yaitu Ring tutup lepas, kotor, dan terkena oli memperoleh hasil 18 RPN dan bahan baku tutup sudah cacat saat diterima memperoleh hasil 90 RPN, yang terakhir untuk faktor *Machine* (Mesin) yaitu setelan mesin kurang pas memperoleh hasil 270 RPN. Telah diketahui bahwa pada mode kegagalan potensial Tutup rusak yang dinilai memiliki RPN tertinggi adalah setelan mesin kurang pas yaitu sebesar 270 RPN. Mengacu pada Tabel 2. 7 apabila nilai RPN telah >200 maka tergolong sangat tinggi atau kritis (harus segera diberikan perbaikan), sehingga penyebab potensial kegagalan setelan mesin kurang pas akan dijadikan prioritas perbaikan pada tahapan berikutnya. Solusi perbaikan akan ditelusuri menggunakan metode TRIZ pada tahapan *improve*.



Gambar 5. 2 Perolehan RPN Botol Penyok

Berdasarkan Gambar 5. 2, Hasil kali antara variabel *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) memberikan nilai RPN yang berbeda-beda. Pada mode potensial kegagalan Botol Penyok yang pada sebelumnya telah ditentukan berapa skor dari *Severity*, *Occurrence*, *Detection* dari setiap penyebab potensial kegagalannya, maka berikutnya adalah perhitungan nilai RPN dengan cara mengalikan nilai *Severity*, *Occurrence*, *Detection*. Untuk faktor *Environment* (Lingkungan) yaitu botol disimpan di dalam tenda yang lumayan terbuka memperoleh hasil 270 RPN dan area sekitar tenda basah atau lembab memperoleh hasil 432 RPN, kemudian faktor *Material* (Bahan) yaitu leher botol penyok atau berbentuk oval memperoleh hasil 108 RPN, selanjutnya untuk faktor *Machine* (Mesin) yaitu mesin menjepit botol hingga pecah atau penyok memperoleh hasil 315 RPN. Terakhir, untuk faktor *Man* (Manusia) yaitu botol jatuh ke mesin *heater* memperoleh hasil 162 RPN. Telah diketahui bahwa pada mode kegagalan potensial Botol Penyok yang dinilai memiliki RPN tertinggi adalah area sekitar tenda basah atau lembab yaitu sebesar 432 RPN. Mengacu pada Tabel 2. 7 apabila nilai RPN telah >200 maka tergolong sangat tinggi atau kritis (harus segera diberikan perbaikan), sehingga penyebab potensial kegagalan setelan mesin kurang pas akan dijadikan prioritas perbaikan pada tahapan berikutnya. Solusi perbaikan akan ditelusuri menggunakan metode TRIZ pada tahapan *improve*.

5.4 Tahap *Improve*

Melanjutkan analisis FMEA pada tahapan *analyze*, perhitungan *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* membuahkan nilai RPN. Mengacu pada Gambar 5. 1, nilai RPN tertinggi untuk tutup rusak dihasilkan oleh penyebab potensial kegagalan setelan mesin kurang pas yaitu sebesar 270 RPN, dan pada Gambar 5. 2 nilai RPN tertinggi untuk botol penyok dihasilkan oleh penyebab potensial kegagalan area sekitar tenda basah atau lembab sebesar 432 RPN. Setelah mendapatkan nilai RPN tertinggi, maka langkah berikutnya adalah mencari solusi dari permasalahan menggunakan metode TRIZ. Tujuan dari TRIZ adalah mengidentifikasi faktor yang ingin ditingkatkan atau perbaiki (*improving parameter*) dan faktor yang mengalami penurunan (*worsening parameter*) atau dampak negatif akibat peningkatan. Identifikasi faktor tersebut dapat menggunakan matriks 39 parameter untuk memecahkan kontradiksi dan matriks 40 *inventive principles* untuk menentukan solusi yang inventif bagi permasalahan.

Penyebab potensial kegagalan pertama adalah berasal dari setelan mesin kurang pas. Penyetalan mesin dilakukan oleh operator sebelum memulai pekerjaan, namun kadang kala penyetelan pada *capper* tidak pas untuk ukuran tutup botol 1500, alhasil tekanan yang dihasilkan tidak merata saat pemasangan tutup ke botol yang menyebabkan tutup menjadi penyok. Kemudian, secara *engineering contradiction*, apabila satu faktor ditingkatkan maka ada faktor lain yang harus dikorbankan, jadi jika gaya atau tekanan pada mesin di tingkatkan, maka tutup tidak akan penyok atau aman dari kerusakan, tapi mungkin akan menambah waktu untuk melakukan pengaturan mesin terlebih dahulu. Oleh karena itu, penentuan kontradiksi yang tepat untuk *improving parameter* adalah *Force* (10) yaitu meningkatkan gaya atau tekanan pada mesin sesuai dengan kebutuhan, lalu *worsening parameter* yang tepat adalah *Device Complexity* (36) yaitu bertambahnya kerumitan untuk penyetelan atau pengaturan mesin. Dari pencocokan kedua parameter menggunakan matriks 39 parameter, ditemukanlah solusi dari matriks 40 *inventive principles* yaitu prinsip nomor 26, 35, 10, dan 18. Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai prinsip-prinsip inventif tersebut.

1) Prinsip nomor 26: *Copying*

   Prinsip ini mengusulkan untuk mengubah objek atau sistem yang kompleks dan mahal dengan salinan, tiruan, atau model yang lebih sederhana dan murah.

2) Prinsip nomor 35: *Parameter Changes*

   Prinsip ini mengusulkan untuk mengubah karakteristik atau keadaan sistem atau objek seperti ukuran, suhu, gas, tekanan, cair, padar sesuai dengan kebutuhan tanpa mengganti karakteristik secara keseluruhan.

3) Prinsip nomor 10: *Prior Action*

   Prinsip ini mengusulkan untuk menghindari kesalahan lebih awal dengan cara melakukan pengaturan sebelumnya.

4) Prinsip nomor 18: *Mechanical Vibration*

   Prinsip ini mengusulkan untuk menambahkan getaran atau osilasi untuk membantu proses menjadi lebih efektif, presisi, atau aman.

Permasalahan yang terjadi akibat setelan mesin kurang pas bisa menjadi krusial bagi perusahaan karena berpotensi mengurangi kualitas produk. Dari empat prinsip yang ditawarkan, prinsip yang diambil adalah prinsip nomor 10 yaitu *Prior Action*. Langkah preventif yang digunakan untuk mencegah terjadinya kegagalan dengan cara yaitu membuat SOP kalibrasi mesin sebelum produksi dimulai. Menurut peneliti, solusi membuat SOP kalibrasi mesin cocok dan ideal untuk diterapkan karena mudah dimengerti oleh *operator*, tidak banyak memakan biaya, dan tidak menambahkan fungsi lain kepada mesin. SOP (*Standard Operating Procedure*) sendiri merupakan kumpulan instruksi tertulis yang mengatur proses operasional organisasi, mencakup bagaimana, kapan, dimana, dan oleh siapa suatu kegiatan harus dilaksanakan (Farhanindya et al., 2023).

Tujuan diterapkannya SOP kalibrasi ini adalah menghindari kegagalan sedari awal sehingga tidak ada lagi setelan yang salah yang dapat menyebabkan rusaknya produk, meningkatkan konsistensi hasil pemasangan tutup, selain itu juga penerapan SOP dapat menumbuhkan rasa disiplin pada *operator* untuk menaati peraturan yang sudah dibuat. Tujuan umum dari kalibrasi adalah untuk memastikan bahwa suatu alat berada dalam kondisi layak pakai dan memilki tingkat ketelitian yang sesuai, guna mendukung peningkatan mutu. Kalibrasi juga berfungsi sebagai acuan untuk menjamin keakuratan alat dalam penggunaannya (Fitri & Purwanggono, 2019). Dalam Fatkhurrokhman dkk (2025) menunjukkan bahwa penerapan optimilisasi proses produksi melalui SOP dapat meningkatkan produktivitas serta efisiensi waktu kerja, yang pada gilirannnya secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan kualitas produk. Hasil penelitian dari Aji & Amriel (2025) juga menemukan fakta bahwa menjalankan SOP secara konsisten tidak hanya berperan dalam menjaga mutu produk, tetapi juga turut memperkuat

kepercayaan pelanggan serta reputasi perusahaan secara menyeluruh. Dengan dedikasi terhadap kualitas dan efisiensi, perusahaan memiliki peluang lebih besar untuk meningkatkan daya saing dan meraih keberhasikan dalam jangka panjang, SOP penyetelan mesin dapat dilihat pada Tabel 5.1

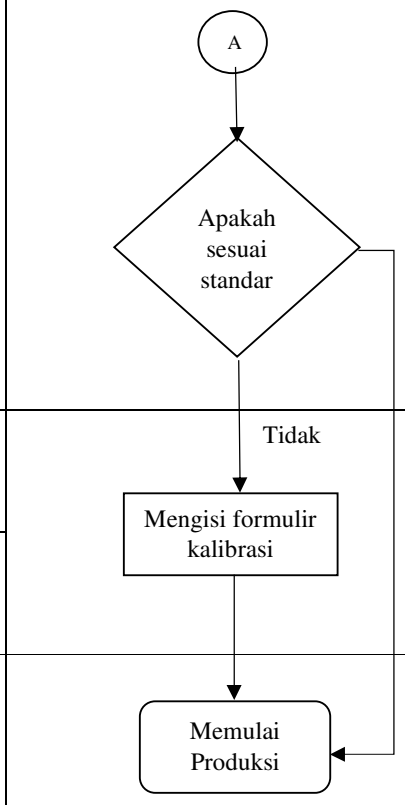
Tabel 5. 1 SOP Penyetelan Mesin *Capper*

<table>
<tr><td>Nomor Dokumen:</td><td rowspan="2">
</td></tr>
<tr><td>Mulai Berlaku:</td></tr>
<tr><td>Revisi:</td><td rowspan="3">STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR PENYETELAN MESIN CAPPER</td></tr>
<tr><td>Tanggal Revisi:</td></tr>
<tr><td>Halaman:</td></tr>
<tr><td colspan="2">
1. Tujuan
Sebagai pedoman untuk memastikan aktivitas penyetelan mesin capper bisa berjalan dengan baik dan sistematis sehingga produk yang dihasilkan akan memiliki standar kualitas yang telah ditetapkan oleh perusahaan.
2. Ruang Lingkup
Prosedur ini mencakup pedomaan penyetelan tekanan mesin capper yang harus dilakukan setiap awal memulai produksi yang dilakukan oleh operator mesin.
3. Penanggung Jawab
• Kepala Bagian Produksi
• Kepada Bagian Quality Control
4. Flowchart Prosedur Penyetelan Mesin
<table>
<tr><th>Prosedur</th><th>Operator Mesin Capper</th><th>Supervisor Produksi/QC</th><th>Keterangan</th></tr>
<tr><td>Melakukan Morning Briefing selama 10 menit.</td><td colspan="2">Morning Briefing</td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

Nomor Dokumen:	PDAM SLEMAN DAXU Air Mineral
Mulai Berlaku:	
Revisi:	**STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR PENYETELAN MESIN CAPPER**
Tanggal Revisi:	
Halaman:	

Memeriksa jenis botol dan tutup sudah sesuai	A ↓ Pemeriksaan Produk	
Memastikan area mesin bersih dan siap.	↓ Persiapan Mesin *Capper*	
Menyetel tekanan mesin sesuai warna: - Biru: Level 1 (330 ml) - Hijau: Level 2 (600 ml) - Kuning: Level 3 (1500 ml) - Merah: Level 4 (Gallon)	↓ Penyetelan tekanan mesin ↓ Uji coba botol *dummy* ↓ A	

Nomor Dokumen:	PDAM SLEMAN DAXU Air Mineral
Mulai Berlaku:	
Revisi:	**STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR PENYETELAN MESIN CAPPER**
Tanggal Revisi:	
Halaman:	

Mencoba menjalankan minimal 3 botol *dummy* untuk memastikan hasil tutup tidak longgar, miring, atau retak.		
Memeriksa hasil uji coba *dummy*.		
Memberikan *approval* apabila hasil uji coba sudah sesuai.		
Memulai produksi.		

5. Uraian Prosedur Penyetelan Mesin

5.1 Morning Briefing

1. Kegiatan *Morning Briefing* dilakukan setiap pagi sebelum kegiatan produksi dimulai, durasi *briefing* selama kurang lebih 10 menit pada pukul 07.45 – 07.55.

Nomor Dokumen:	
Mulai Berlaku:	
Revisi:	**STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR PENYETELAN MESIN CAPPER**
Tanggal Revisi:	
Halaman:	

2. *Morning Briefing* akan dipimpin oleh Supervisor Produksi dan diikuti oleh seluruh operator mesin *capper* yang bertugas di jadwal tersebut.
3. *Morning Briefing* dilakukan bertujuan untuk menyampaikan target produksi harian, mengingatkan tentang prosedur kerja yang aman dan benar, menekankan aspek-aspek penting dari evaluasi produksi sebelumnya agar kesalahan yang sama tidak terjadi lagi.

5.2 Pemeriksaan Produk

Selepas dari *Morning Briefing*, pemeriksaan produk dilakukan oleh operator, untuk memastikan botol dan tutup yang akan diproduksi sesuai jadwal produksi pada hari tersebut.

5.3 Persiapan Mesin *Capper*

Operator ditugaskan untuk memastikan bahwa disekitar mesin *capper* sudah bersih dari sisa-sisa produksi sebelumnya, Persiapkan juga alat bantu seperti form kalibrasi, label panduan setelan tekanan, dsb.

5.4 Penyetelan Tekanan

1. Operator bertugas untuk menyetel tekanan mesin *capper* sesuai dengan panduan yang telah dibuat oleh perusahaam, mengacu pada label warna yang tertempel pada mesin.
2. Berikut panduan tekanannya:
   - Biru: Level 1 (330 ml)
   - Hijau: Level 2 (600 ml)
   - Kuning: Level 3 (1500 ml)
   - Merah: Level 4 (Gallon)
3. Penyetelan harus dengan teliti agar sesuai dengan tekanan masing-masing spesifikasi produk.

Nomor Dokumen:	
Mulai Berlaku:	
Revisi:	**STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR PENYETELAN MESIN CAPPER**
Tanggal Revisi:	
Halaman:	

5.5 Uji Coba Botol *Dummy*

1. Setelah penyetelan telah dilakukan, berikutnya adalah menguji coba tekanan mesin menggunakan minimal 3 botol *dummy* untuk memastikan hasil penekanan tutup tidak longgar, tidak miring, dan tidak terdapat retak.
2. Apabila hasil belum sesuai, operator akan menghentikan proses, menyetel kembali mesin, dan mengulangi uji coba hingga berhasil.

5.6 Validasi dan Pencacatan

1. Setelah uji coba berhasil, operator meminta supervisor produksi untuk pemeriksaan ulang.
2. Apabila disetujui oleh supervisor, selanjutnya formulir kalibrasi ditandatangi oleh supervisor sebagai bukti penyetelan sudah dilakukan dengan benar.

5.7 Memulai Produksi

1. Produksi dapat dimulai apabila semua tahapan prosedur telah dilaksanakan dengan lengkap dan supervisor sudah mensetujui.
2. Operator tetap memantau jalannya produksi dan memastikan tidak terjadi penyimpangan.

DISPOSISI	NAMA	JABATAN	PARAF
Dibuat Oleh			
Diperiksa Oleh			
Disetujui Oleh			

Penyebab potensial kegagalan kedua adalah area sekitar tenda basah atau lembab, air dari hujan atau air pencucian botol bisa masuk melalui celah tenda yang dapat mengakibatkan kondisi tenda menjadi lembab dan secara tidak langsung air melemahkan karton sehingga meningkatkan risiko alas tumpukan karton melunak dan botol penyok akibat tertekan oleh tumpukan diatasnya. Oleh karena itu, penentuan kontradiksi yang tepat untuk *improving parameter* adalah *Object Affected Harmful Factor* (30) yaitu melindungi botol dari kerusakan akibat lingkungan, lalu *worsening parameter* yang tepat adalah *Loss of Substance* (23) yaitu kerugian yang diakibatkan oleh material, energi, atau sumber daya selama proses berjalan. Dari pencocokan kedua parameter menggunakan matriks 39 parameter, ditemukanlah solusi dari matriks 40 *inventive principles* yaitu prinsip nomor 33, 22, 19 dan 40. Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai prinsip-prinsip inventif tersebut.

1) Prinsip nomor 33: *Homogeneity*

   Prinsip ini mengusulkan untuk menggunakan material yang seragam agar tidak menimbulkan perselisihan dan kerusakan.

2) Prinsip nomor 22: *Blessing in Disguise*

   Prinsip ini mengusulkan untuk mengubah efek samping yang merugikan dengan memanfaatkan peluang agar menjadi sesuatu yang fungsional.

3) Prinsip nomor 19: *Periodic Action*

   Prinsip ini mengusulkan untuk mengubah pekerjaan yang kontinu dengan pekerjaan yang dilakukan secara berkala atau dalam siklus tertentu.

4) Prinsip nomor 40: *Composite Materials*

   Prinsip ini mengusulkan untuk mengkombinasikan material yang berbeda (komposit) untuk menciptakan material baru yang bersifat mekanik, kimia, atau termal.

Permasalahan yang terjadi akibat area sekitar tenda basah atau lembab bisa menjadi krusial bagi perusahaan karena berpotensi mengurangi kualitas produk. Dari empat prinsip yang ditawarkan, prinsip yang diambil adalah prinsip nomor 19 yaitu P*eriodic Action*. Solusi yang dipilih adalah merupakan langkah yang dilakukan secara berkala untuk mencegah terjadinya kegagalan dengan cara membuat jadwal untuk pengeringan dan inspeksi. Penjadwalan merupakan proses pengaturan penggunaan sumber daya guna menyelesaikan suatu pekerjaan dalam batas waktu tertentu. Dalam hal ini, penjadwalan memiliki dua makna penting, yaitu sebagai fungsi pengambilan keputusan dalam menetapkan atau menyusun jadwal (Nazarudin & Putramas, 2022). Kemudian inspeksi sendiri merupakan metode yang paling efektif untuk

mengidentifikasi potensi masalah serta mengevaluasi tingkat risiko sebelum terjadinya kerugian (Rosyiid et al., 2023). Dalam penelitiannya, Sari (2023) berpendapat bahwa pemilihan prinsip *Periodic Action* (19) yaitu penyusunan formular *checklist* untuk pengecekan kebersihan gudang sebagai solusi dianggap layak untuk digunakan terhadap permasalahan yang ada. Prinsip *Periodic Action* (19) bertujuan untuk melakukan tindakan secara berkala. Selain itu, penggunaan *checklist* tersebut dapat memudahkan proses pelaporan hasil pemantauan sehingga manajemen dapat menentukan langkah yang sesuai untuk menanggapi temuan yang ada. Pada penelitian ini, solusi permasalahannya adalah pembuatan jadwal rutin untuk pengeringan dan inspeksi tenda cocok dan ideal untuk diterapkan karena pengawasan tidak harus tanpa henti 24 jam, tidak banyak memakan biaya, dan mudah diaplikasikan. Tujuan diterapkannya penjadwalan rutin untuk pengeringan dan inspeksi ini adalah mengatasi kerusakan produk akibat area yang lembab, dapat mendeteksi potensi kelembapan lebih awal, selain itu pengecekan rutin dapat menumbuhkan kepedulian pekerja terhadap lingkungan kerjanya. Jadwal pengeringan dan inspeksi tenda dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5. 2 Jadwal Inspeksi Pengeringan Tenda

PENJADWALAN INSPEKSI DAN PENGERINGAN AREA SEKITAR TENDA PENYIMPANAN BOTOL

No	Waktu Inspeksi	Aktivitas	Detail	Tindakan	Penanggung Jawab
1	08.00– 08.30	Inspeksi Pagi	- Kondisi lantai “apakah ada genangan?” - Periksa kelembapan karton - Dinding tenda “apakah ada rembesan?”	- Keringkan area yang lembab dengan lap - Perbaiki alas yang miring	*Staff* Gudang
2	11.30 – 12.00	Inspeksi Siang	- Apakah kelembapan meningkat akibat suhu siang? - Apakah karton mulai lembek?	- Angkat karton ke palet tambahan	*Staff* Gudang

3	15.30 – 16.00	Inspeksi Sore	- Apakah ada air hujan yang masuk? - Apakah tumpukan karton stabil?	- Lap kembali area yang basah - Atur kembali posisi palet yang miring	*Staff* Gudang
4	Ketika Hujan	Inspeksi Tambahan	- Periksa tenda yang bocor - Apakah saluran air mampet?	- Bersihkan saluran air - Pasang terpal tambahan jika perlu	Koordinator Gudang

BAB VI
PENUTUP

2.3 Kesimpulan

1. Berdasarkan data dari hasil produksi Botol 1500 pada periode bulan Agustus – Desember 2024 tanpa bulan oktober dikarenakan pada bulan tersebut tidak ada produksi. Ditemukan bahwa dari total produksi sebanyak 16.860 botol, terdapat 699 botol yang cacat atau sebesar 3,95% dari keseluruhan produksi. Kemudian, untuk bulan Agustus – Desember 2024, rata-rata nilai DPMO adalah sebesar 9881,954, dan untuk rata-rata nilai Sigma adalah sebesar 3,84. Dengan nilai Sigma tersebut AMDK DAXU menjadi perusahaan yang setara dengan rata-rata Industri di Indonesia.
2. Berdasarkan hasil identifikasi jenis cacat paling dominan pada produksi Botol 1500 ml di AMDK DAXU menggunakan Diagram Pareto, ditemukan bahwa terdapat dua jenis cacat yang paling dominan yaitu Tutup Rusak dengan persentase 53,08% dan Botol Penyok dengan persentase 37,20%.
3. Berdasarkan analisis faktor yang menjadi penyebab kecacatan menggunakan diagram *Failure Mode and Analysis* (FMEA). Ditemukan bahwa untuk jenis cacat Tutup Rusak, prioritas perbaikannya difokuskan pada faktor *Machine* (Mesin) yaitu Setelan mesin kurang pas yang memperoleh nilai RPN sebesar 270, sedangkan untuk jenis cacat Botol Penyok, prioritas perbaikannya difokuskan pada faktor *Environment* (Lingkungan) yaitu Area sekitar tenda basah atau lembab yang memperoleh nilai RPN sebesar 432.
4. Usulan atau solusi perbaikan yang diberikan untuk AMDK DAXU menggunakan analisis TRIZ adalah yang pertama untuk faktor Setelan mesin kurang pas, peneliti mengusulkan untuk menggunakan prinsip nomor 10 (*Prior Action*) yaitu pembuatan SOP kalibrasi mesin sebelum produksi dimulai. Kemudian untuk faktor Area sekitar tenda basah atau lembab, peniliti mengusulkan untuk menggunakan prinsip nomor 19 (*Periodic Action*) yaitu pembuatan jadwal rutin pengeringan dan inspeksi.

2.4 Saran

1. Bagi Perusahaan

   Saran yang dapat diberikan oleh peneliti kepada perusahaan AMDK DAXU yaitu dapat melakukan pengendalian kualitas secara bertahap dengan mempertimbangkan usulan yang telah peneliti berikan untuk mengurangi kecacatan yang terjadi pada produk.

2. Bagi Penelitian Selanjutnya

   Saran yang dapat diberikan oleh peneliti kepada penelitian selanjutnya yaitu dapat mengidentifikasi faktor penyebab cacat dari semua jenis cacat yang ditemukan, serta menerapkan usulan perbaikan ke semua penyebab kecacatan bukan hanya kepada penyebab kecacatan dengan nilai RPN yang tertinggi saja.

DAFTAR PUSTAKA

Aji, & Amriel. (2025). Pendampingan Penerapan Standar Operasional Prosedur (SOP) Stroberi Beku Untuk Menjaga Mutu Produk di PT. Tumbuh Loka Karya. *POTENSI: Jurnal Pengabdian Masyarakat Ekonomi dan Bisnis*, *1*(2), 40–47. https://potensiabdimas.upnjatim.ac.id/index.php/potensiabdimas/article/view/32

Albayrak, E., Vural, H., Ekici, M., & Ekici, S. (2023). TRIZ approach to the relevant problem for the transport of assay tubes: A case study on family health centers in Amasya. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, *41*(5), 900–906. https://doi.org/10.14744/sigma.2023.00110

Andriani. (2024). PERSPECTIVE OF JOSEPH M. JURAN'S EDUCATIONAL QUALITY DEVELOPMENT MODEL AND IMPLEMENTATION IN EDUCATIONAL PROSPECTS. *Proceeding of International Conference on Education, Society and Humanity*, *02*(01). https://ejournal.unuja.ac.id/index.php/icesh/article/view/8037

Anggi. (2023, December 4). *FMEA Adalah: Pengertian dan Cara Menerapkannya di Dalam Manejemen Perusahaan*. Accurate. https://accurate.id/marketing-manajemen/fmea-adalah/#FMEA%20Sebagai%20CORE%20Tool%20Industri%20Otomotif

Azwir. (2022). Improving the Finishing Process of Food Packaging Products Using DMAIC Method. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, *11*(2), 129–144. https://doi.org/10.26593/jrsi.v11i2.5318.129-144

Cerit, Küçükyazıcı, & Şener. (2014). TRIZ: Theory of Inventive Problem Solving and Comparison of TRIZ with the other Problem Solving Techniques. *BALKAN JOURNAL OF ELECTRICAL & COMPUTER ENGINEERING*, *2*(2), 69. https://www.bajece.com

Darmawan, & Arifiin. (2021). The Studi Empiris tentang Perilaku Konsumen Produk Air Minum dalam Kemasan Ditinjau dari Variabel Harga dan Kesadaran Merek. *Ideas: Jurnal Pendidikan, Sosial, Dan Budaya*, *7*(3), 179. https://doi.org/10.32884/ideas.v7i3.434

Darmawan, Suprianto, & Berliansyah. (2023). ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK KAOS KAKI PADA MESIN RAJUT KAOS KAKI DENGAN MENGGUNAKAN PETA KENDALI P DAN FISHBONE DI CV. XYZ. *Jurnal Industri Elektro Dan Penerbangan*, *12*(1), 3. https://jurnal.unnur.ac.id/index.php/indept/article/view/637

Dharma, Ikatrinasari, Purba, & Ayu. (2019). Reducing non conformance quality of yarn using pareto principles and fishbone diagram in textile industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *508*(1). https://doi.org/10.1088/1757-899X/508/1/012092

Ekoanindiyo, F. A. (2014). PENGENDALIAN CACAT PRODUK DENGAN PENDEKATAN SIX SIGMA. *Jurnal Dinamika Teknik*, *8*(1), 40. https://www.unisbank.ac.id/ojs/index.php/ft1/article/view/3042

Farchiyah, F. (2021). ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS SPANDUK DENGAN METODE SEVEN QUALITY CONTROL TOOLS (7 QC) PADA PT. FAJAR INTERPRATAMA MANDIRI (FIM PRINTING). *Tekmapro : Jurnal of Industrial Enggineering and Manajemen*, *16*(1), 40.

Farhanindya, Noviekayati, Meiyuntariningsih, Firdiansyah, & Situsmara. (2023). Penerapan Standar Operasional Prosedur (SOP) Penanganan Kasus Bagi Balai Perempuan Pusat Informasi Pengaduan dan Advokasi dalam Mewujudkan Desa Layak Anak. *Archive: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, *2*(2), 148–157. https://doi.org/10.55506/arch.v2i2.56

Fatkhurrokhman, Bagus Anggoro, Mahardika Munandar, Evelyna, Khamida, & Nareswari. (2025). SOSIALISASI DAN PENERAPAN STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR (SOP) DALAM PRODUKSI DAMPAKNYA MENINGKATKAN KUALITAS PRODUK (STUDI PADA SURTY COLLECTION). *ADIMA Awatara Pengabdian Kepada Masyarakat Jurnal*, *3*, 1–6. https://doi.org/10.61434/adima.v3i3.268

Fimahali, A. Y., & Sumiati, S. (2023). Analysis of the Quality of Bottled Drinking Water Products through a Six Sigma Approach and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). *Journal of Applied Science, Engineering, Technology, and Education*, *5*(1), 73–82. https://doi.org/10.35877/454ri.asci1729

Fitri, & Purwanggono. (2019). PENGAMATAN KESESUAIAN PENERAPAN KALIBRASI DENGAN STANDART OPERATIONAL PROCEDURE PADA PT. DAYA MANUNGGAL BERDASARKAN ISO 9001:2008. *Industrial Engineering Online Journal*, *8*(1). https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/23255

Furqon, A. N., & Al-Faritsy, A. Z. (2022). USULAN PERBAIKAN KUALITAS PRODUK RANTAI BOILER MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA DAN TRIZ. *Jurnal Nusantara Of Engineering*, *06*(01). https://ojs.unpkediri.ac.id/index.php/noe

Gandara, & Hasibuan. (2020). ANALISIS PENERAPAN SNI ISO 9001:2015 MELALUI JUMLAH KETIDAKSESUAIAN PRODUK, PROSES DAN PELAYANAN PADA PT. X. *Jurnal Standardisasi*, *22*(3), 171. https://doi.org/10.31153/js.v22i3.833

Gaspersz. (2017). *The Executive Guide to Implementing Lean Six Sigma: Strategi Dramatis Reduksi Cacat/Kesalahan, Biaya, Inventori, dan Lead Time dalam Waktu Kurang dari 6 Bulan* (Gaspersz, Ed.; 8th ed.). Gramedia Pustaka Utama. http://www.vincentgaspersz.com/pubs/the-executive-guide-to-implementing-lean-six-sigma-strategi-dramatis-reduksi-cacat-kesalahan-biaya-inventori-dan-lead-time-dalam-waktu-kurang-dari-6-bulan/

Hairiyah, Rizki Amalia, Luliyanti, Ahmad Yani, & Laut. (2019). Analisis Statistical Quality Control (SQC) pada Produksi Roti di Aremania Bakery Statistical Quality Control (SQC) Analysis of Bread Production at Aremania Bakery. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri*, *8*, 41–48. https://doi.org/10.21776/ub.industria.2019.008.01.5

Harahap, M. F. B., Mubarak, A., & Suzianti, A. (2020). Designing a Green Food Delivery Packaging with QFD for Environment (QFDE) and TRIZ. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *464*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/464/1/012004

Harahap, Parinduri, Ama, & Fitria. (2018). ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA (Studi Kasus : PT. Growth Sumatra Industry). *Cetak) Buletin Utama Teknik*, *13*(3), 1410–4520.

Harahap, Z. K., Napitupulu, H. L., & Sembiring, M. T. (2021). Integration of Quality Function Deployment Method with Theory of Inventive Problem Solving in an Effort to Improve Clean Water Quality in Tirtanadi Regional Drinking Water Company Sunggal Medan Branch. *International Journal of Research and Review*, *8*(9), 448–452. https://doi.org/10.52403/ijrr.20210957

Hartanti, Mulyono, & Mayang. (2022). PENERAPAN FMEA DAN FUZZY FMEA DALAM PENILAIAN RISIKO LEAN WASTE DI INDUSTRI MANUFAKTUR. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, *11*(2), 293–304. https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v11i2.50552

Ilham, & Renosari. (2023). Usulan Perbaikan Kualitas dengan Metode Six Sigma & Triz untuk Meminimalisir Jumlah Produk Cacat Pada Divisi Cetak. *Bandung Conference Series: Industrial Engineering Science*, *3*(1). https://doi.org/10.29313/bcsies.v3i1.5943

Immawan, Sutrisno, & Rachman. (2018). Operational risk analysis with Fuzzy FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) approach (Case study: Optimus Creative Bandung). *MATEC Web of Conferences*, *154*. https://doi.org/10.1051/matecconf/201815401084

Indrawati, S., A'Azzam, E., Adrianto, E., Miranda, S., & Prabaswari, A. D. (2020). Lean Concept Development in Fast Food Industry Using Integration of Six Sigma and TRIZ Method. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *722*(1). https://doi.org/10.1088/1757-899X/722/1/012044

Jakti, & Al Faritsy. (2024). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Metode Six Sigma dan TRIZ Untuk Mengurangi Jumlah Kecacatan Produk Di UD Cantenan. *JURNAL ILMIAH TEKNIK INDUSTRI DAN INOVASI*, *2*(2), 28. https://doi.org/10.59024/jisi.v2i2.642

Kholifah. (2020). MODEL PENGEMBANGAN MUTU PENDIDIKAN. *JURNAL AL-FATIH*.

Kose, & Guner. (2020). A new approach that proposes TRIZ as a creative problem solving technique in health services. *Pressacademia*, *7*(2), 67–79. https://doi.org/10.17261/pressacademia.2020.1200

Lastiawan, & Aprilyanti. (2021). Analisis Penerapan Total Quality Management (TQM), Sistem Pengukuran Kinerja, dan Biaya Kualitas Terhadap Efisiensi Biaya di Bagian Produksi Melamin Pada PT. Presindo Central. *ECo-Fin*, *3*(3), 334. https://doi.org/10.32877/ef.v3i3.415

Lestari, & Supardi. (2022). Metode six sigma dalam pengendalian kualitas pada home industry tempe. *Jurnal Ilmiah Akuntansi Dan Keuangan*, *5*(2). https://journal.ikopin.ac.id/index.php/fairvalue

Limantara, Singkali, Kusuma, Marita, & Anen. (2021). PENINGKATAN KONTROL KUALITAS SISTEM INCOMING DAN TRADING MELALUI METODE DMAIC: STUDI KASUS PT. XYZ SURABAYA. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, *8*(1), 13. https://doi.org/10.24853/jisi.8.1.13-22

Malhotra, A., Rajak, S., & Kumar Jha, S. (2019). An Eco-Innovative Green Design Method by QFD and TRIZ Tools-A Case Study of Brass-Ware Manufacturing. *Pertanika J. Sci. & Technol*, *27*(4), 2109–2121.

Mittal, A., Gupta, P., Kumar, V., Al Owad, A., Mahlawat, S., & Singh, S. (2023). The performance improvement analysis using Six Sigma DMAIC methodology: A case study on Indian manufacturing company. *Heliyon*, *9*(3). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14625

Nazarudin, & Putramas. (2022). ANALISIS PENJADWALAN PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE SHORTEST PROCCESING TIME UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS KERJA PADA UKM SARTIKA DMS KUJANGSARI DI KOTA BANJAR. *Jurnal Industri Galuh*, *4*(1), 24–30. https://doi.org/https://doi.org/10.25157/jig.v4i1.3012

Oktaviana, & Auliandri. (2023). ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUKSI MEJA DAN KURSI MENGGUNAKAN DIAGRAM PARETO DAN FISHBONE PADA PK. SKM JATI. *Jurnal Inovasi Bisnis Dan Manajemen Indonesia*, *6*(4), 561. https://inobis.org/ojs/index.php/jurnal-inobis/article/view/310/286

Parianti, E., Pratiwi, I., Andalia, W., Prodi,), & Industri, T. (2020). Pengendalian Kualitas Pada Produksi Karet Menggunakan Metode Six Sigma (Studi Kasus : PT. Sri Trang Lingga Indonesia (SLI)) Quality Control in Rubber ProductionUsing the Six Sigma Method (Case Study: PT. Sri Trang Lingga Indonesia (SLI)). *Integrasi Jurnal Ilmiah Teknik Industri* , *1*(3). http://jurnal.um-palembang.ac.id/index.php/integrasi

Prabowo, & Wijaya. (2020). Integrasi New Seven Tools dan TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving) untuk Pengendalian Kualitas Produk Kran. *Jurnal Teknik Industri*, *10*(1), 2. https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/tekin/article/view/8386

Prasetiyo, Fathoni, & Priyana. (2022). Pendekatan Lean Six Sigma Sebagai Upaya Meminimalkan Waste Dan Meningkatkan Efisiensi Kerja Pada Produksi Leaf Spring Type MSM 2230 (Studi Kasus PT. Indospring Tbk). *Jurnal Manajemen & Teknik Industri*, *22*(2), 134. https://doi.org/10.350587/Matrik

Purwanti, Putri, Ahmad, Asbari, Bernarto, Santoso, & Sihite. (2020). The Effect of Implementation Integrated Management System ISO 9001, ISO 14001, ISO 22000 and ISO 45001 on Indonesian Food Industries Performance. *TEST Engineering & Management*, *82*, 14054–14069. http://ur.aeu.edu.my/747/

Rahayu, & Supono. (2020). ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK MENGGUNAKAN METODE STATISTICAL QUALITY CONTROL (SQC) PADA DIVISI CURING PLANT D PT. GAJAH TUNGGAL, Tbk. *Universitas Muhammadiyah Tangerang*, *9*(1), 84. https://jurnal.umt.ac.id/index.php/jt/article/view/2278/2159

Rahman. (2020). Model Pemgembangan Mutu Pendidikan Dalam Perspektif Philip. B. Crosby. *EL Bidayah: Journal of Islamic Elementary Education*, *2*(1), 41–56. https://doi.org/10.33367/jiee.v2i1.1079

Rahman, & Perdana. (2021). Analisis Perbaikan Kualitas Produk Carton Box di PT XYZ Dengan Metode DMAIC dan FMEA. *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)*, *3*(1). https://doi.org/10.30998/joti.v3i1.9287

Ramdani, Zaqi, & Farity. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas Pada Produksi Base Plate R-54 Menggunakan Metode Statistical Quality Control Dan 5S. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, *1*, 85–97. https://jurnal-tmit.com/index.php/home/article/view/43/11

Razak. (2019). PENGARUH KUALITAS PRODUK TERHADAP KEPUASAN PELANGGAN. *Manajemen Bisnis Krisnadwipayana*, *7*(2), 1. https://ejurnalunsam.id/index.php/jseb/article/view/458

Rifqi, Zamma, Souda, & Hansali. (2021). Lean manufacturing implementation through DMAIC approach: A case study in the automotive industry. *Quality Innovation Prosperity*, *25*(2), 54–77. https://doi.org/10.12776/qip.v25i2.1576

Rinjani, Wahyudin, & Nugraha. (2021). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Cacat pada Lensa Tipe X Menggunakan Lean Six Sigma dengan Konsep DMAIC. *Jurnal Pendidikan Dan Aplikasi Industri (UNISTEK)*, *8*(1), 19. https://ejournal.unis.ac.id/index.php/UNISTEK/article/view/878

Rivaldo, Wibowo Agung, Hasibuan, Anggriani, & Arnesih. (2021). ANALISIS DAMPAK KESADARAN MEREK, PERSEPSI KUALITAS, DAN ASOSIASI MEREK TERHADAP KEPUTUSAN PEMBELIAN AIR MINUM DALAM KEMASAN. *Jurnal Manajemen, Organisasi, Dan Bisnis*, *1*(2), 149–157. https://www.journal.unrika.ac.id/index.php/JMOB/article/view/3538

Rosyiid, Rusba, Pongky, & Swandito. (2023). PROGRAM INSPEKSI DALAM PENCAPAIAN BUDAYA KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA DI PT HEXINDO ADIPERKASA TBK BALIKPAPAN. *Jurnal Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lindungan Lingkungan*, *9*(2), 828–836. https://jurnal.d4k3.uniba-bpn.ac.id/index.php/identifikasi828

Sari. (2023). *ANALYSIS OF QUALITY CONTROL TO REDUCE THE NUMBER OF PRODUCT DEFECTS WITH THE SIX SIGMA METHOD WITH THE INTEGRATION OF THEORY OF INVENTIVE PROBLEM SOLVING (TRIZ) AND FUZZY-MCDM* [Universitas Islam Indonesia]. https://dspace.uii.ac.id/handle/123456789/dspace.uii.ac.id/123456789/48475

Setyaning Handika, & Kuntoro. (2022). ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS RESIN AMINO MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA. *Jurnal InTent*, *5*(2), 18–18. https://ejournal.lppm-unbaja.ac.id/index.php/intent/article/view/2348

Sianturi. (2018). Suatu Kajian Empiris tentang Pengaruh Evaluasi Dimensi Kualitas Produk Tahan Lama Terhadap Perilaku Niat Membeli Kembali. *Jurnal Ilmiah Kohesi*, *2*(4), 9. https://kohesi.sciencemakarioz.org/index.php/JIK/article/view/29/30

Silitonga, P. E., Hasibuan, Y. M., & Utama, D. W. (2023). Desain Rancangan Kemasan Makanan Ringan (Coklat) dengan Metode Theory Of Inventive Problem Solving (TRIZ) di UKM Himasweets Tembung. *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, *2*(3), 1–4. https://doi.org/10.56862/irajtma.v2i3.56

Sinaga, & Heru. (2023). Upaya Meningkatkan Kualitas Produk Manhole Menggunakan Metode Six Sigma Di PT XYZ. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, *2*(9).

Siregar, & Mutiara. (2019). Perbaikan Proses di Dalam Gudang Mengunakan Metode DMAIC Pada PT. Dakota Logistik Indonesia. *Jurnal PRAXIS |*, *1*(2), 141.

Siti Indriani. (2024). PENGARUH KUALITAS PRODUK DAN HARGA KEPUTUSAN PEMBELI PELANGGAN. *Mufakat Jurnal Ekonomi, Manajemen Dan Akuntansi*, *3*(1), 282–286. http://jurnal.anfa.co.id/index.php/mufakat

Sofiana, & Sanggala. (2021). Meminimalisirkan Gagal Antar di Kantor Pos Mojokerto dengan Metode DMAIC. *Jurnal Media Teknik Dan Sistem Industri*, *5*(1), 1. https://doi.org/10.35194/jmtsi.v5i1.1209

Sutiyarno, & Chriswahyudi. (2019). Analisis Pengendalian Kualitas dan Pengembangan Produk Wafer Osuka dengan Metode Six Sigma Konsep DMAIC dan Metode Quality Function Deployment di PT. Indosari Mandiri. *JIEMS (Journal of Industrial Engineering and Management Systems)*, *12*(1), 44. https://doi.org/10.30813/jiems.v12i1.1535

Syahputra, Nur, Suherman, Umam, & Rika. (2025). ANALISIS POTENSI BAHAYA KERJA MENGGUNAKAN METODE FAILURE MODE & EFFECT ANALYSIS (FMEA) DAN PROCESS DECISION PROGRAM CHART (PDPC) 1. *Jurnal Perangkat Lunak*, *7*(1), 96. https://www.researchgate.net/publication/388863878_ANALISIS_POTENSI_BAHAYA_KERJA_MENGGUNAKAN_METODE_FAILURE_MODE_EFFECT_ANALYSIS_FMEA_DAN_PROCESS_DECISION_PROGRAM_CHART_PDPC

Syahriyanti, Rosihin, & Dwiputra. (2016). ANALISA PENGENDALIAN KUALITAS PADA PROSES AZODICARBONAMIDE DENGAN PENDEKATAN METODE SIX SIGMA. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, *4*, 11.

Taufiq, & Ardiansyah. (2021). EVALUASI PENERAPAN TOTAL QUALITY MANAGEMENT (TQM) DAN KOMITMEN ORGANISASI DALAM MENINGKATKAN KUALITAS PELAYANAN PADA ORGANISASI PUBLIK. *KarismaPro: Kajian & Riset Manajemen Profesional*, *12*(2), 34. http://journal2.unfari.ac.id/index.php/karismapro/article/view/506/246

Ulfah, & Auliandri. (2019). Analisis Kualitas Distribusi Air Menggunakan Metode Six Sigma DMAIC pada PDAM Surya Sembada Kota Surabaya. *Jurnal Inovasi Bisnis Dan Manajemen Indonesia*, *2*(3), 318.

Untoro, O. B., & Iftadi, I. (2020). Six Sigma as a Method for Controlling and Improving the Quality of Bed Series Products. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, *19*(2), 131–141. https://doi.org/10.23917/jiti.v19i2.11623

Wahyudi, Baihaqi, & Prihananto. (2020). Implementasi Six Sigma untuk Perbaikan Proses Bisnis dan Perancangan Prosedur Operasional Standar: Studi Kasus pada Nasi Krawu Bu Tiban Gresik. *JURNAL TEKNIK ITS*, *9*(2), 2. https://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/54031/6243

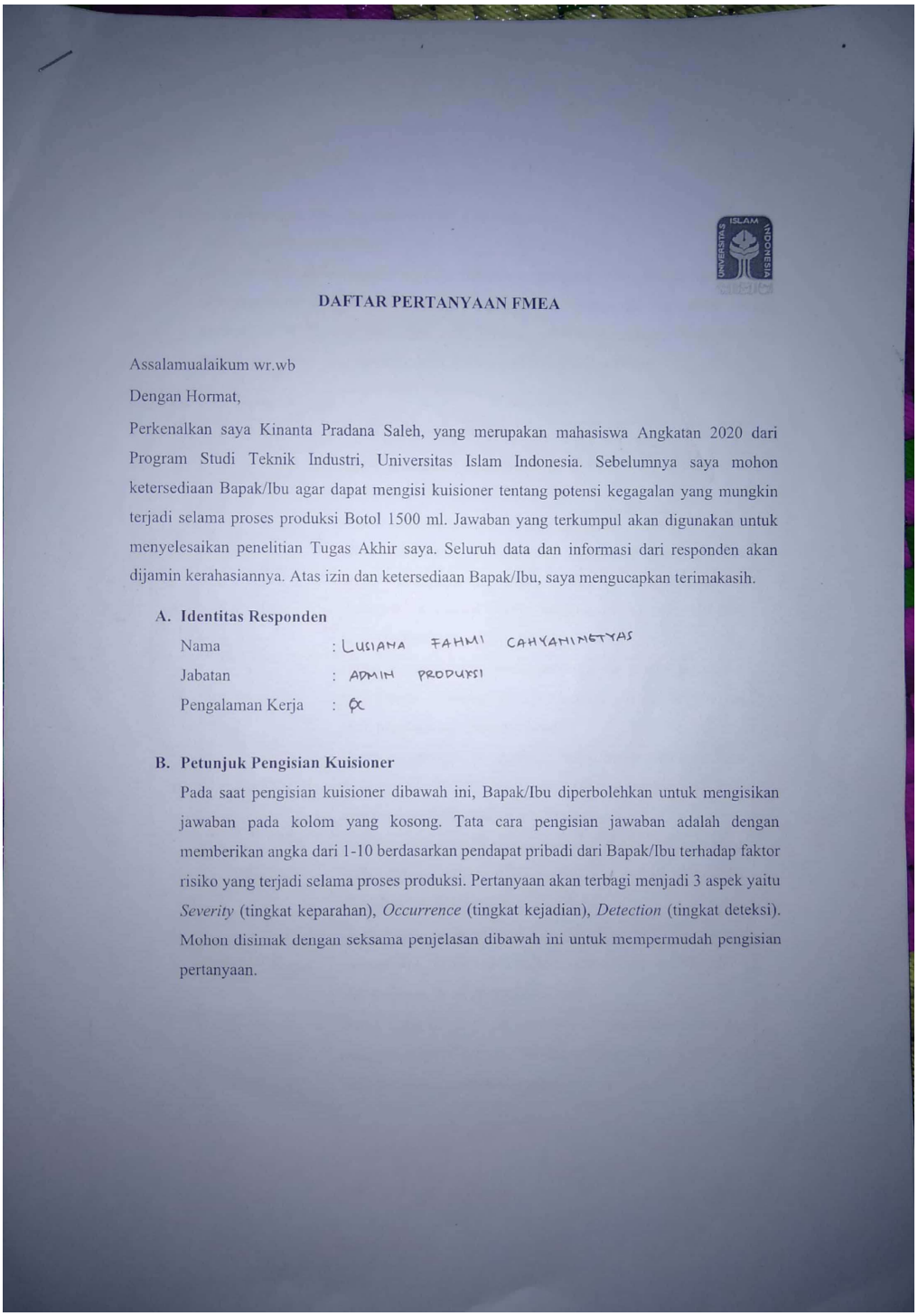
Widodo, & Soediantono. (2022). Benefits of the Six Sigma Method (DMAIC) and Implementation Suggestion in the Defense Industry: A Literature Review. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SOCIAL AND MANAGEMENT STUDIES (IJOSMAS)*, *3*(3), 5.

Yudianto, Parinduri, & Harahap. (2018). PENERAPAN METODE STATISTICAL PROCESS CONTROL DALAM MENGENDALIKAN KUALITAS KERTAS BOBBIN (Studi Kasus : PT. Pusaka Prima Mandiri). In *Cetak) Buletin Utama Teknik* (Vol. 14, Issue 2). Online.

Yunita, & Adi. (2019). Identifikasi Proses Produksi Komponen Guide dengan Metode DMAIC pada Supplier PT. X. *Jurnal Tirta*, *7*(1), 3. https://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-industri/article/view/8082/7292

LAMPIRAN

A-Kuisioner FMEA



DAFTAR PERTANYAAN FMEA

Assalamualaikum wr.wb

Dengan Hormat,

Perkenalkan saya Kinanta Pradana Saleh, yang merupakan mahasiswa Angkatan 2020 dari Program Studi Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia. Sebelumnya saya mohon ketersediaan Bapak/Ibu agar dapat mengisi kuisioner tentang potensi kegagalan yang mungkin terjadi selama proses produksi Botol 1500 ml. Jawaban yang terkumpul akan digunakan untuk menyelesaikan penelitian Tugas Akhir saya. Seluruh data dan informasi dari responden akan dijamin kerahasiannya. Atas izin dan ketersediaan Bapak/Ibu, saya mengucapkan terimakasih.

A. Identitas Responden

Nama : LUSIANA FAHMI CAHYANINGTYAS

Jabatan : ADMIN PRODUKSI

Pengalaman Kerja : 0x

B. Petunjuk Pengisian Kuisioner

Pada saat pengisian kuisioner dibawah ini, Bapak/Ibu diperbolehkan untuk mengisikan jawaban pada kolom yang kosong. Tata cara pengisian jawaban adalah dengan memberikan angka dari 1-10 berdasarkan pendapat pribadi dari Bapak/Ibu terhadap faktor risiko yang terjadi selama proses produksi. Pertanyaan akan terbagi menjadi 3 aspek yaitu *Severity* (tingkat keparahan), *Occurrence* (tingkat kejadian), *Detection* (tingkat deteksi). Mohon disimak dengan seksama penjelasan dibawah ini untuk mempermudah pengisian pertanyaan.

A-Kuisionar FMEA (Lanjutan)

C. Tabel Keterangan *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*

1) *Severity* (tingkat keparahan)

Severity merupakan langkah pertama dalam menganalisa risiko dengan menghitung seberapa besar dampak dari kejadian yang dapat mempengaruhi hasil akhir proses. Dampak akan diberikan skor dari 1-10, dimana angka 10 merupakan dampak paling buruk. Penentuan skor *Severity* dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Skor	Dampak	Severity
1	Tidak ada efek	Tidak mempengaruhi proses produksi
2	Sangat kecil	Dapat mempengaruhi proses produksi, tetapi dampaknya sangat kecil atau hampir tidak ada
3	Kecil atau Minor	Dapat mempengaruhi proses produksi, dampak yang ditimbulkan kecil, dan berpotensi terhadap kecacatan produk
4	Cukup rendah	Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk. Dalam satu bulan produksi, terjadi <1% dari hasil produksi mengalami *rework*
5	Rendah	Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk. Dalam satu bulan produksi, terjadi 1% - 5% dari hasil produksi mengalami *rework*
6	Sedang	Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk. Dalam satu bulan produksi, terjadi 5% - 10% dari hasil produksi mengalami *rework*
7	Tinggi	Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk. Dalam satu bulan produksi, terjadi 10% - 20% dari hasil produksi mengalami *rework*
8	Sangat Tinggi	Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk. Dalam satu bulan produksi, terjadi 20% - 50% dari hasil produksi mengalami *rework*
9	Berbahaya	Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk. Dalam satu bulan produksi, terjadi >50% dari hasil produksi mengalami *rework*

Dipindai dengan CamScanner

A-Kuisioner FMEA (Lanjutan)

10	Sangat berbahaya	Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk. Dalam satu bulan produksi, seluruh hasil produksi produksi mengalami *rework*

2) *Occurrence* (tingkat kejadian)

Occurrence merupakan seberapa sering kejadian kegagalan terjadi dalam periode tertentu. Skor akan disesuaikan dengan frekuensi perkiraan dari kegagalan yang dapat terjadi. Penentuan skor *Occurrence* dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

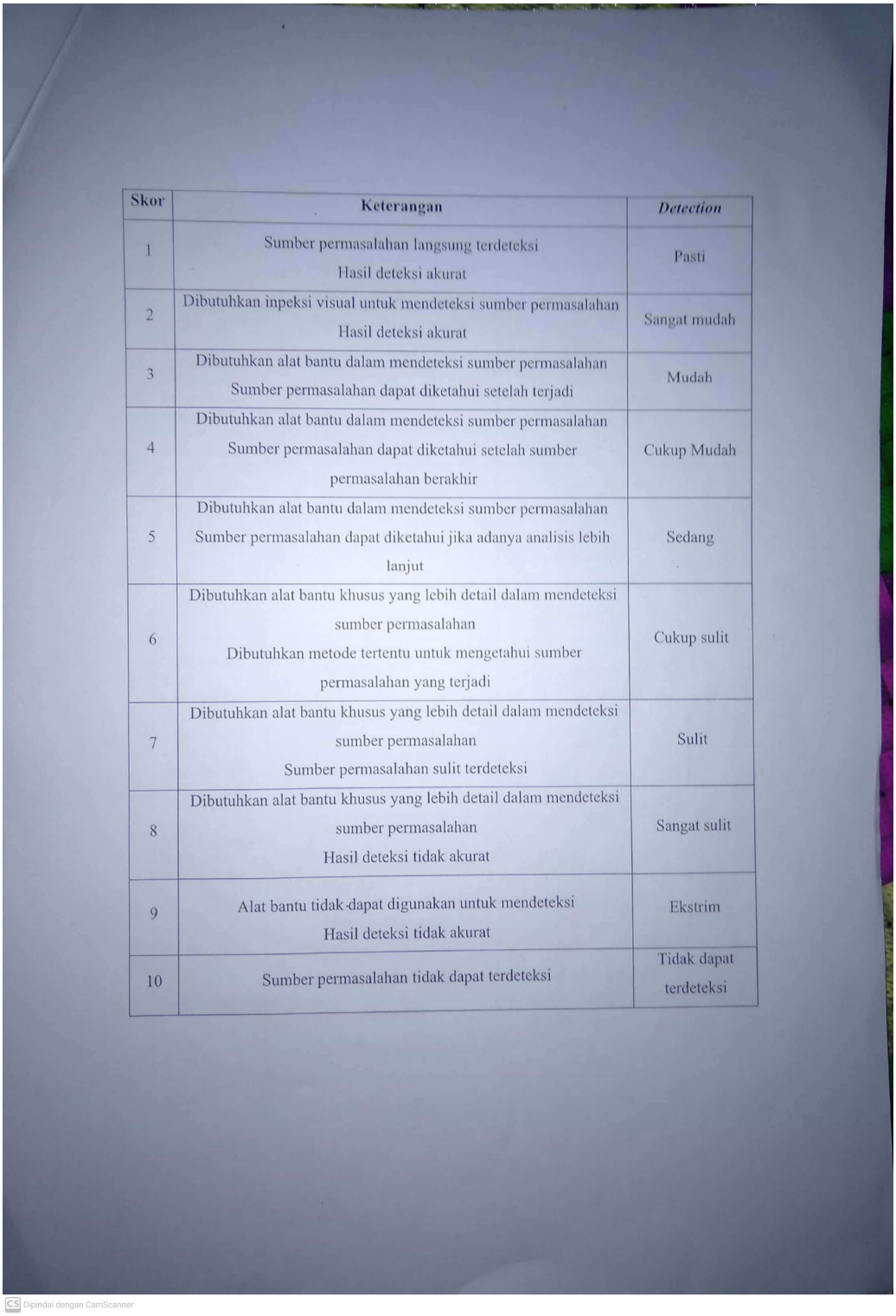
Skor	*Occurrence*	Peluang Kejadian
1	Tidak pernah	Terjadi satu kali dalam <1 tahun
2	Jarang	Terjadi satu kali dalam 1 – 12 bulan
3		Terjadi satu kali dalam 1 – 6 bulan
4	Kadang – kadang	Terjadi satu kali dalam 1 – 3 bulan
5		Terjadi satu kali dalam 1 – 2 bulan
6	Cukup sering	Terjadi satu kali dalam 1 bulan
7		Terjadi satu kali dalam 1 – 2 minggu
8	Sering	Terjadi satu kali dalam 1 minggu
9		Terjadi satu kali dalam 1 – 3 hari
10	Sangat sering	Terjadi setiap hari

3) *Detection* (tingkat deteksi)

Detection merupakan penilaian terhadap upaya kontrol pada proses produksi saat mendeteksi kegagalan. Penentuan skor *Detection* dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Dipindai dengan CamScanner

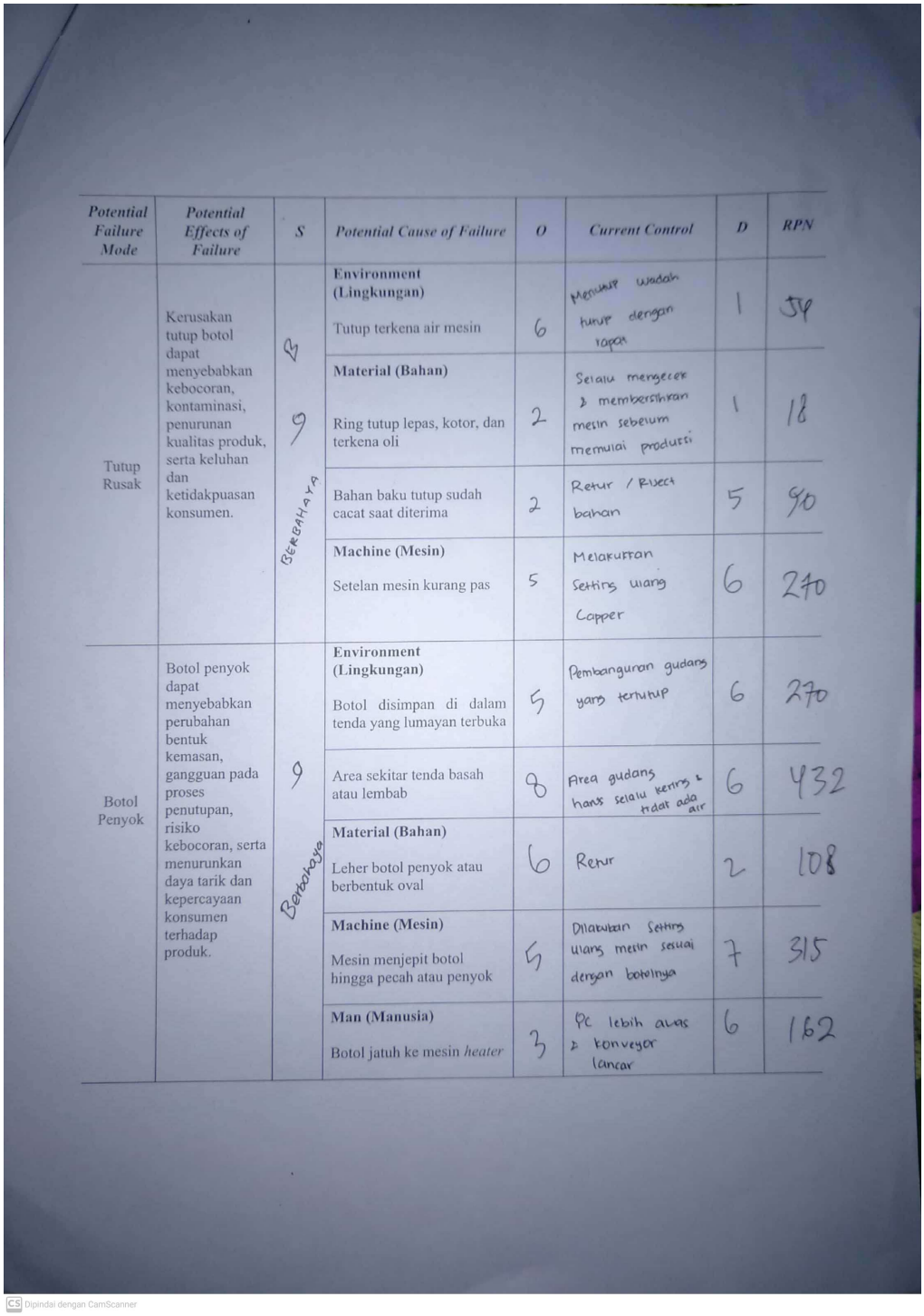
A-Kuisioner FMEA (Lanjutan)



Skor	Keterangan	*Detection*
1	Sumber permasalahan langsung terdeteksi Hasil deteksi akurat	Pasti
2	Dibutuhkan inpeksi visual untuk mendeteksi sumber permasalahan Hasil deteksi akurat	Sangat mudah
3	Dibutuhkan alat bantu dalam mendeteksi sumber permasalahan Sumber permasalahan dapat diketahui setelah terjadi	Mudah
4	Dibutuhkan alat bantu dalam mendeteksi sumber permasalahan Sumber permasalahan dapat diketahui setelah sumber permasalahan berakhir	Cukup Mudah
5	Dibutuhkan alat bantu dalam mendeteksi sumber permasalahan Sumber permasalahan dapat diketahui jika adanya analisis lebih lanjut	Sedang
6	Dibutuhkan alat bantu khusus yang lebih detail dalam mendeteksi sumber permasalahan Dibutuhkan metode tertentu untuk mengetahui sumber permasalahan yang terjadi	Cukup sulit
7	Dibutuhkan alat bantu khusus yang lebih detail dalam mendeteksi sumber permasalahan Sumber permasalahan sulit terdeteksi	Sulit
8	Dibutuhkan alat bantu khusus yang lebih detail dalam mendeteksi sumber permasalahan Hasil deteksi tidak akurat	Sangat sulit
9	Alat bantu tidak dapat digunakan untuk mendeteksi Hasil deteksi tidak akurat	Ekstrim
10	Sumber permasalahan tidak dapat terdeteksi	Tidak dapat terdeteksi

Dipindai dengan CamScanner

A-Kuisioner FMEA (Lanjutan)



Potential Failure Mode	*Potential Effects of Failure*	*S*	*Potential Cause of Failure*	*O*	*Current Control*	*D*	*RPN*
Tutup Rusak	Kerusakan tutup botol dapat menyebabkan kebocoran, kontaminasi, penurunan kualitas produk, serta keluhan dan ketidakpuasan konsumen.	9 BERBAHAYA	**Environment (Lingkungan)** Tutup terkena air mesin	6	Menutup wadah tutup dengan rapat	1	54
			Material (Bahan) Ring tutup lepas, kotor, dan terkena oli	2	Selalu mengecek & membersihkan mesin sebelum memulai produksi	1	18
			Bahan baku tutup sudah cacat saat diterima	2	Retur / Reject bahan	5	90
			Machine (Mesin) Setelan mesin kurang pas	5	Melakukan Setting ulang Capper	6	270
Botol Penyok	Botol penyok dapat menyebabkan perubahan bentuk kemasan, gangguan pada proses penutupan, risiko kebocoran, serta menurunkan daya tarik dan kepercayaan konsumen terhadap produk.	9 Berbahaya	**Environment (Lingkungan)** Botol disimpan di dalam tenda yang lumayan terbuka	5	Pembanguran gudang yang tertutup	6	270
			Area sekitar tenda basah atau lembab	8	Area gudang harus selalu kering & tidak ada air	6	432
			Material (Bahan) Leher botol penyok atau berbentuk oval	6	Retur	2	108
			Machine (Mesin) Mesin menjepit botol hingga pecah atau penyok	5	Dilakukan Setting ulang mesin sesuai dengan botolnya	7	315
			Man (Manusia) Botol jatuh ke mesin *heater*	3	Pc lebih atas & konveyor lancar	6	162

Dipindai dengan CamScanner

B-Dokumentasi Lapangan

