

**PENGENDALIAN KUALITAS AIR MINUM DALAM KEMASAN
MENGUNAKAN METODE PDCA, FUZZY-AHP, DAN FTA STUDI KASUS
PT NARMADA AWET MUDA**

TUGAS AKHIR

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



Nama : Baiq Risma Aulia Zain
No. Mahasiswa : 20522375

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2024**

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, 04 – Juni - 2024




(Baiq Risma Aulia Zain)
20522375

SURAT BUKTI PENELITIAN

	PT. NARMADA AWET MUDA Narmada, Lombok - Indonesia	 BISQA ISO 9001:2015	 ISO 9001:2015
	Kantor : Jalan Sandubaya No. 88 Bertais, Mataram - NTB Telp. 0370 - 672944, 672945, 672947 Fax. 0370 - 672946 Pabrik I : Dusun Montong Desa Selat Kecamatan Narmada, Lombok - Indonesia Pabrik II : Jalan Gora 2 Dusun Lingsar Desa Lingsar Kecamatan Lingsar, Lombok - Indonesia Website : www.narmada.co.id	 LSP Pro	 HALAL 05347010500220228

SURAT KETERANGAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, Bagian Personalia Pabrik PT. Narmada Awet Muda dengan ini menerangkan bahwa:

Nama : Baiq Risma Aulia Zain

Nomer Induk Mahasiswa : 20522375

Jurusan : Teknik Industri

Fakultas : Teknologi Industri

Alamat : Universitas Islam Indonesia-Yogyakarta

Telah melakukan penelitian dan pengamatan untuk penyusunan Tugas Akhir dengan judul *"Pengendalian Kualitas Air Minum Dalam Kemasan menggunakan Metode PDCA, FTA, dan Fuzzy AHP (Studi Kasus PT. Narmada Awet Muda)"*.
Program ini dilaksanakan mulai Tanggal 29 April 2024 sampai dengan 29 Juni 2024.
Kami mengucapkan terima kasih atas usaha dan partisipasi yang telah diberikan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya .

Narmada, 1 Juni 2024
Personalia Pabrik



Roly Pratiatama

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PENGENDALIAN KUALITAS AIR MINUM DALAM KEMASAN
MENGUNAKAN METODE PDCA, FUZZY-AHP, DAN FTA STUDI KASUS
PT NARMADA AWET MUDA**



TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Baiq Risma Aulia Zain

No. Mahasiswa : 20522375

Yogyakarta, 04 Juni 2024

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in blue ink, which appears to be 'Ridwan', is written over the name of the supervisor.

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

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PENGENDALIAN KUALITAS AIR MINUM DALAM KEMASAN MENGUNAKAN METODE PDCA, FUZZY-AHP, DAN FTA STUDI KASUS PT NARMADA AWET MUDA

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Baiq Risma Aulia Zain

No. Mahasiswa : 20522375

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

Yogyakarta, 5 - Juli – 2024

Tim Penguji

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

Ketua

Atyanti Dyah Prabaswari, S.T., M.Sc.

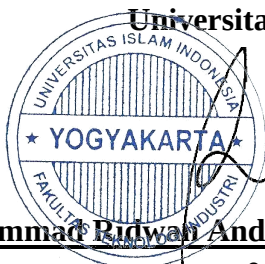
Anggota I

Ir. Ira Promasanti Rachmadewi, M.Eng.,
IPU., ASEAN Eng.

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

Terima kasih kepada Ayah dan Ibu yang sudah melahirkan dan mendidik saya Baiq Risma Aulia Zain menjadi saya saat ini. Kalian adalah orang-orang yang paling istimewa yang Allah SWT berikan kepada saya. Tanpa kalian dan tanpa saudara-saudara saya yang selalu setia mendampingi dalam setiap perjalanan saya, saya mungkin belum bisa sampai dalam tahap ini. Untuk itu saya persembahkan hasil kerja keras saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini untuk kalian. Saya selalu berdoa semoga kita sekeluarga selalu berada dalam lindungan Allah SWT.

MOTTO

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

Surah Al-Insyirah ayat 5-6

"Dan bahwa manusia hanya memperoleh apa yang telah diusahakannya, dan sesungguhnya usahanya itu kelak akan diperlihatkan (kepadanya). Kemudian akan diberi balasan kepadanya dengan balasan yang paling sempurna."

Surah An-Najm (53:39-41)

KATA PENGANTAR

Assalamu’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Allhamdulillahirabbilalamin, segala puji serta Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam tidak lupa penulis panjatkan kepada Nabi besar Muhammad SAW karena telah membimbing umat manusia dari kegelapan menuju jalan yang benar.

Dengan izin Allah SWT, Tugas Akhir yang merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Strata-1, Jurusan Teknik Industri Program Sarjana dapat diselesaikan dengan baik. Penulis berharap dengan adanya Tugas Akhir yang berjudul “Pengendalian Kualitas Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) Menggunakan Metode PDCA, Fuzzy AHP, dan FTA (Studi Kasus PT. Narmada Awet Muda)” dapat memberikan manfaat bagi penulis, pembaca, pihak Universitas Islam Indonesia khususnya Program Studi Teknik Industri, maupun bagi perusahaan itu sendiri yaitu PT. Narmada Awet Muda.

Selama proses penelitian dan penulisan Tugas Akhir ini tentu tidak terlepas dari doa, bantuan, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada:

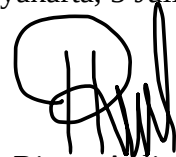
1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., ASEAN.Eng. Sebagai Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc. sebagai Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana Universitas Islam Indonesia adalah Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM, sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir saya yang telah membimbing, memberikan kesempatan, dan membagikan ilmu di sela-sela kesibukannya saat proses penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Rolly selaku HRD PT. Narmada Awet Muda Pabrik Selat yang telah memberikan kesempatan untuk belajar dan mendapatkan banyak pengalaman saat melaksanakan penelitian.
5. Ibu Suwarni, Ibu Indrawati, Bapak Nasir, Bapak Agus, dan Kak Ilham selaku pegawai PT. Narmada Awet Muda yang selalu memberikan saya bantuan dan pehamanan serta pengalaman yang sangat bermanfaat saat melaksanakan penelitian.
6. Kedua orang tua saya, alm. Ayah Kasmara yang selalu menjadi semangat saya dalam menyelesaikan tanggung jawab saya serta Ibu saya Reni yang selalu memberikan dukungan kepada saya baik dalam bentuk doa, dukungan, semangat dan perhatian sampai saat ini. Dan tak lupa pula untuk Adik-adik saya Iqhpa dan Lopan yang selalu memberi semangat dan membantu saya dalam banyak hal.
7. Kepada keluarga saya yang selalu menjadi tujuan saat saya merasa lelah, saat saya butuh bantuan akan sesuatu, yang selalu memberi saya semangat, doa, dan dukungan, sampai saat ini.
8. Kepada kedua sahabat baik saya Marwah dan Ating, terima kasih atas waktu dan tenaga dalam membantu saya dan mendengarkan semua keluh kesah saya, serta dukungan yang selama ini saya dapatkan.

9. Teman-teman saya, Callista, Aya, Anin, Adrian, Risyad, Lintang, Lia, Iqbal, Elvira, Seno, Farhan, Erianda, Alimu, Fika, dan masih banyak lagi yang tidak cukup saya sebutkan disini, terima kasih karna selalu meberi saran dan dukungan serta menemani saya selama menyusun Tugas Akhir ini.
10. Semua teman-teman Teknik Industri Angkatan 2020 yang telah membantu saya selama ini dengan semua *support* yang ada.
11. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang selalu memberikan dukungan yang tidak pernah habis untuk saya.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlimpah atas semua kebaikan yang diberikan kepada penulis. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran angat diperlukan untuk peneliti agar Tugas Akhir ini dapat lebih baik lagi. Harapannya, semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat di masa depan bagi semua pihak. Amiin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 5 Juli 2024



Baiq Risma Aulia Zain
NIM 20522375

ABSTRAK

PT. Narmada Awet Muda merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang pembuatan Air Minum Dalam Kemasan (AMDK), PT. Narmada Awet Muda mengalami masalah terkait *defect* produk yang dapat mengancam kualitas produk botol Air Minum Dalam Kemasan. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan saran perbaikan dan mengidentifikasi apa saja yang menjadi permasalahan yang dapat menyebabkan *defect* pada PT. Narmada Awet Muda. Metode yang digunakan adalah PDCA (*Plan, Do, Check, Action*), Fuzzy AHP dan FTA (*Fault Tree Analysis*). Hasil analisis yang didapatkan dari penelitian ini adalah cacat yang paling dominan berada pada B. Rusak *Filler*, B. Rusak *Blow*, dan Tutup rusak. Metode PDCA pada tahap *check* menggunakan bantuan metode FMEA dengan menghitung nilai RPN tertinggi menghasilkan nilai RPN tertinggi pada penyebab permasalahan pada kurangnya ketelitian operator saat proses produksi dengan nilai RPN tertinggi 125. Pada metode Fuzzy AHP didapatkan faktor yang harus menjadi fokus utama dalam perbaikan adalah faktor mesin dengan bobot paling tinggi yaitu 0,323 dan nilai CR 0,0546 dapat dikatakan konsisten karna kurang dari 0,1. Selain itu pada metode FTA dibuat diagram pohon kesalahan dengan menjabarkan permasalahan yang terjadi dan diidentifikasi sampai ke akar permasalahannya dengan diagram pohon kesalahan. Metode tersebut dapat dikatakan berhasil dikarenakan dapat memberikan usulan perbaikan yang sesuai dengan tujuan penelitian karna dapat memberikan usulan perbaikan terkait permasalahan yang ada pada perusahaan, usulan perbaikan yang diberikan pada metode PDCA dengan memperbarui lembar pengontrolan mesin secara berkala dalam melakukan pengecekan dan penambahan pelatihan untuk operator produksi.

Kata Kunci: Pengendalian kualitas, PDCA, Fuzzy AHP, FTA

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	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Penelitian.....	6
1.6 Sistematika Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Kajian Literatur	8
2.2 Landasan Teori	18
2.2.1 Pengendalian Kualitas	18
2.2.2 PDCA	18
2.2.3 Check Sheet.....	19
2.2.4 Fishbone Diagram	20
2.2.5 FMEA.....	22
2.2.6 FTA	23
2.2.7 Fuzzy AHP	26
BAB III METODE PENELITIAN	28
3.1 Subjek Penelitian	28
3.2 Objek Penelitian.....	28
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	28
3.4 Jenis Data	29
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	32
4.1 Pengumpulan Data	32
4.1.1 Profil Perusahaan	32
4.2 Pengolahan Data	34
4.3 Plan-Do-Check-Action (PDCA).....	34
4.3.1 Tahap Plan.....	34
4.3.2 Tahap Do (Pelaksanaan)	39
4.3.3 Tahap Check (Pemeriksaan)	43
4.3.4 Tahap Action (Tindakan)	53
4.4 Fuzzy AHP	54

4.5	<i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	62
4.5.1	Diagram FTA	63
BAB V	PEMBAHASAN.....	70
5.1	Analisis Pengendalian Kualitas Pada Proses Produksi Air Minum Dalam Kemasan Produk Botol	70
5.2	Analisis Defect Produk Botol Menggunakan Metode PDCA	70
A.	Analisis Plan.....	70
B.	Analisis Do.....	72
C.	Analisis Check	72
D.	Analisis Action.....	73
5.3	Analisis Fuzzy AHP.....	74
5.4	Analisis FTA.....	75
BAB VI	PENUTUP	77
6.1	Kesimpulan	77
6.2	Saran	78
	DAFTAR PUSTAKA	79
	LAMPIRAN.....	A-1

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data <i>Defect</i> pada produk botol.....	3
Tabel 2.1 Kajian Literatur	15
Tabel 2.2 <i>Rating</i> dan Kriteria <i>Severity</i>	22
Tabel 2.3 <i>Rating</i> dan Kriteria <i>Occurance</i>	23
Tabel 2.4 <i>Rating</i> dan Kriteria <i>Detection</i>	23
Tabel 2.5 Skala AHP dan <i>Triangular Fuzzy Number</i>	26
Tabel 2.6 Nilai <i>Random Index</i>	27
Tabel 4.1 <i>Checksheet Defect</i> pada produk botol	35
Tabel 4.2 Presentase Cacat Produk Botol	36
Tabel 4.3 Perbaikan cacat B. rusak <i>filler</i>	40
Tabel 4.4 Perbaikan cacat B. rusak <i>blow</i>	41
Tabel 4.5 Perbaikan cacat tutup rusak.....	42
Tabel 4.6 Nilai Efek Kecacatan (<i>Severity</i>).....	44
Tabel 4.7 Nilai Peluang Kecacatan (<i>Occurrence</i>).....	45
Tabel 4.8 Identifikasi Pengendalian Kecacatan	46
Tabel 4.9 Nilai <i>Detection (D)</i>	48
Tabel 4.10 Nilai RPN.....	49
Tabel 4.11 Usulan Perbaikan	51
Tabel 4.12 Pembaruan <i>Checksheet</i> untuk pemantauan mesin secara berkala	53
Tabel 4.13 Tabel Perbandingan dari Teknisi Mesin	54
Tabel 4.14 Tabel Perbandingan dari Produksi	55
Tabel 4.15 Tabel Perbandingan <i>Quality Control</i>	55
Tabel 4.16 Tabel Rekapitulasi Teknisi Mesin.....	55
Tabel 4.17 Tabel Rekapitulasi Produksi	56
Tabel 4.18 Tabel Rekapitulasi <i>Quality Control</i>	56
Tabel 4.19 Tabel Rekapitulasi atau Tranformasi berdasarkan skala <i>likert</i> Teknisi Mesin	57
Tabel 4.20 Tabel Rekapitulasi atau Tranformasi berdasarkan skala <i>likert</i> Produksi	58
Tabel 4.21 Tabel Rekapitulasi atau Tranformasi berdasarkan skala <i>likert Quality Control</i>	58
Tabel 4.22 Tabel rata-rata tiga responden.....	59
Tabel 4.23 Tabel <i>Fuzzy Tringular Number</i>	60
Tabel 4.24 Nilai Sintetis <i>Fuzzy</i>	60
Tabel 4.25 Skala Prioritas Vektor	61
Tabel 4.26 Nilai Ordinal Dezzufikasi	61
Tabel 4.27 Tabel Perankingan Kriteria	61
Tabel 4.28 Tabel Konsistensi.....	62
Tabel 4.29 Tabel penjelasan <i>defect</i> B. Rusak <i>Filler</i>	63
Tabel 4.30 Tabel penjelasan <i>defect</i> B. Rusak <i>Blow</i>	67
Tabel 4.31 Tabel penjelasan <i>defect</i> Tutup Rusak.....	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Data <i>Defect</i> Produk Botol Juli 2023 – April 2024.....	3
Gambar 2. 2 Contoh <i>Check Sheet</i>	20
Gambar 2. 3 Contoh <i>Fishbone Diagram</i>	21
Gambar 2. 4 Simbol-simbol FTA.....	25
Gambar 3. 1 Alur penelitian	30
Gambar 4.1 Logo PT Narmada Awet Muda	33
Gambar 4.2 Struktur Organisasi PT. Narmada Awet Muda.....	34
Gambar 4.3 Diagram <i>Pareto</i>	36
Gambar 4.4 <i>Fishbone</i> Masalah <i>Defect</i> B. Rusak <i>Filler</i>	38
Gambar 4.5 <i>Fishbone</i> Masalah <i>Defect</i> B. Rusak <i>blow</i>	38
Gambar 4.6 <i>Fishbone</i> Masalah <i>Defect</i> Tutup Rusak.....	39
Gambar 4.7 Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> B. Rusak <i>Filler</i>	63
Gambar 4.8 Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> B. Rusak <i>Blow</i>	66
Gambar 4.9 Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> Tutup Rusak	68

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Narmada Awet Muda tentunya harus memperhatikan kualitas air minum yang mereka produksi dikarenakan air merupakan salah satu kebutuhan utama manusia. Seiring bertambahnya jumlah penduduk, kebutuhan akan air bersih juga pasti meningkat. Kenyataan yang ada saat ini, perilaku makhluk hidup yang tidak memperhatikan lingkungan hidup menyebabkan penurunan dan kelainan pada kualitas air. Pentingnya air dalam tubuh manusia karena rekasi kimia yang terjadi di dalam tubuh manusia memerlukan air untuk menjalankan fungsi proses internal. Tubuh setidaknya terdiri dari 80% cairan (air). Menurut penelitian para ahli, otak manusia setidaknya terdiri dari 95% air, 82% air dalam darah, 75% air berada di jantung, 86% air ada di paru-paru, dan sekitar 83% air terletak pada ginjal manusia (Kusumawardani & Larasati, 2020).

Penting bagi Perusahaan untuk melakukan pengendalian kualitas untuk memastikan produk yang dihasilkan memenuhi standar yang telah ditetapkan, standar organisasi lokal atau internasional yang mengontrol standar kualitas, dan tentunya memenuhi harapan konsumen. Pengendalian kualitas adalah kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui apakah produk yang dihasilkan memenuhi standar yang ditetapkan perusahaan atau belum. Tujuan pengendalian kualitas adalah untuk memastikan kepuasan pelanggan dan mengurangi biaya yang tidak perlu (Supardi & Dharmanto, 2020). Produk Perusahaan harus selalu berkualitas tinggi untuk mendapatkan kepercayaan dari pelanggan. Menurut (Montgomery, 2013), kualitas merupakan kebalikan dari variabilitas, semakin rendah variabilitas maka semakin tinggi kualitas suatu produk dan sebaliknya. Hal ini sangat penting untuk bisnis dalam memastikan bahwa barang yang dibuat sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan oleh Perusahaan dan keinginan konsumen (Fitriyawan et al., 2019). Sekalipun suatu produk dibuat dengan baik, terdapat perbedaan antara produk yang diproduksi dengan harapan dan kualitas produk seringkali tidak

memenuhi standar, sehingga terjadi kerusakan dan cacat. Faktor material, manusia, lingkungan kerja, mesin dan metode produksi adalah beberapa faktor yang dapat menyebabkan ketidaksesuaian ini selama proses pembuatan. Bisnis harus berkonsentrasi pada mengurangi produk yang cacat dan meningkatkan kualitas, serta menerapkan pengendalian kualitas internal untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi produksi. Perusahaan ingin meningkatkan efisiensi dan efektivitas produksi.

PT Narmada Awet Muda merupakan salah satu Perusahaan Air Minum yang berada di Lombok dan menjadi salah satu perusahaan yang memberikan distribusi air minum dalam kemasan kepada masyarakat. PT Narmada Awet Muda memproduksi beberapa jenis air minum dalam kemasan seperti galon, botol 1500 ml, botol 600 ml dan kemasan cup.

Berikut merupakan gambar dari produk botol PT Narmada Awet Muda untuk ukuran 600 ml dan 1500 ml:



Gambar 1. 1 Botol 600ml

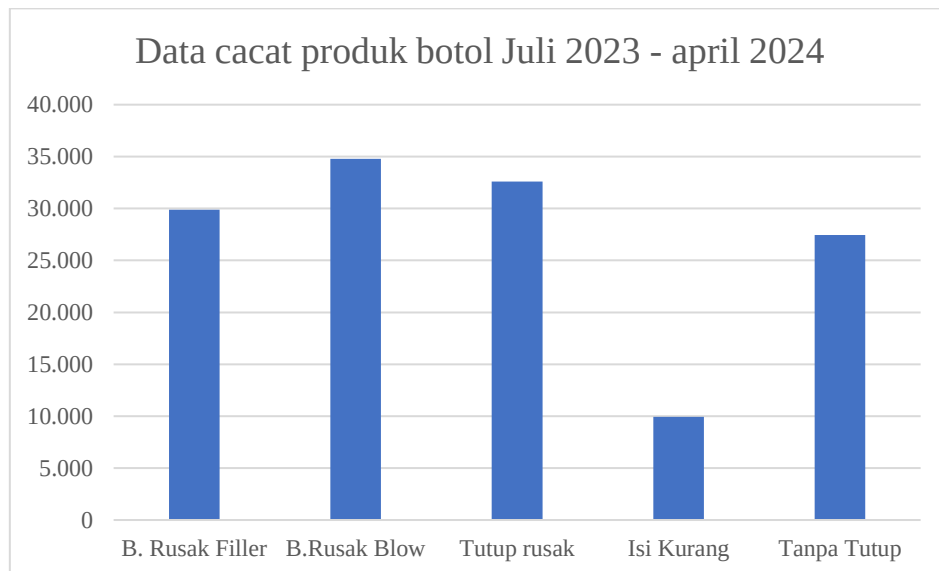
Gambar 1. 2 Botol 1500 ml

Pada proses produksi ditemukan cacat dengan nilai tertinggi adalah pada produk botol dengan total cacat produk dalam 10 bulan mencapai 134.669. Hal ini memberikan beberapa dampak negatif untuk perusahaan, contohnya seperti penambahan biaya untuk proses produksi, proses yang harus diulang dua kali, penambahan air, material yang

hilang, dan penambahan botol PET. Berikut merupakan Tabel 1.1 terkait dengan jumlah dan presentase cacat pada produk botol:

Tabel 1.1 Data *Defect* pada produk botol

Bulan	Jumlah produksi	B. Rusak Filler	B.Rusak Blow	Tutup rusak	Isi Kurang	Tanpa Tutup	Total Cacat
Juli 2023	2.396.732	2.671	3.269	3.086	936	3.052	13.014
Agustus 2023	1.984.217	2.700	3.036	3.141	706	2.920	12.503
Sep-23	2.345.972	3.465	3.776	3.376	750	3.322	14.689
Oktober 2023	3.006.674	3.049	3.829	3.540	772	3.736	14.926
Nov-23	2.523.320	2.885	3.299	2.814	1.066	3.238	13.302
Desember 2023	2.449.644	3.282	3.266	2.800	1.148	3.317	13.813
Januari 2024	2.484.052	3.459	4.152	3.323	1.558	1.371	13.863
Februari 2024	2.307.578	2.808	2.982	3.605	1.168	1.093	11.656
Maret 2024	2.534.115	3.118	3.796	3.905	888	2.433	14.140
Apr-24	2.311.879	2.459	3.380	2.999	948	2.977	12.763
	24.344.183	29.896	34.785	32.589	9.940	27.459	134.669
Total	botol	botol	botol	botol	botol	botol	botol



Gambar 1.3 Data *Defect* Produk Botol Juli 2023 – April 2024

Pada Tabel 1.1 dan Gambar 1.1 menunjukkan data *defect* produk botol dari bulan Juli 2023 hingga April 2023. Setelah melakukan observasi, diketahui bahwa pada bagian produksi botol air minum dalam kemasan meminta rekomendasi untuk menerapkan metode *engineering* yang lebih baik sebagai salah satu pendekatan untuk menyelesaikan masalah pengendalian kualitas. Oleh karena itu, untuk menyelesaikan permasalahan diatas, metode yang direkomendasikan ialah PDCA (*Plan-Do-Check-Action*) untuk dapat mengidentifikasi masalah yang ada serta dapat menemukan Solusi yang tepat untuk perbaikan secara berkelanjutan, FTA (*Fault Tree Analysis*) untuk menemukan akar permasalahan secara sistematis dan dapat membantu dalam pengambilan keputusan, dan metode lainnya adalah Fuzzy AHP, AHP digunakan untuk menentukan pengambilan keputusan multikriteria dalam masalah yang kompleks dan ditambahkan metode fuzzy untuk menangani ketidakpastian dalam sebuah pendapat atau untuk menyatukan pendapat para ahli. Fuzzy AHP dapat memberikan keputusan yang lebih sesuai dengan realita yang ada.

Siklus PDCA adalah proses dan tindakan yang digunakan untuk melakukan perbaikan dengan merencanakan masalah, melakukan pengamatan, memeriksa, dan mengambil Tindakan setelahnya. Siklus PDCA juga dapat digunakan untuk melakukan perubahan yang akan meningkatkan kinerja produk, proses, atau system di masa depan (Utami & Widiasih, 2021). FTA adalah metode yang digunakan untuk menemukan risiko yang mempengaruhi kegagalan, metode ini disebut sebagai pendekatan *top-down*; dengan kata lain, kegagalan dari kejadian dianalisis dari puncak, atau kejadian tertinggi, kemudian dianalisis lebih lanjut sampai pada penyebab utama kegagalan. Dengan demikian, pendekatan FTA ini dipilih untuk mengidentifikasi sumber masalah dan membantu proses desain usulan perbaikan (Chandrasari & Syahrullah, 2022). Metode pemeringkatan FAHP menggabungkan metode AHP dengan konsep fuzzy. FAHP memiliki kemampuan untuk menutupi kelemahan AHP, yaitu masalah dengan kriteria yang memiliki lebih banyak sifat subjektif. Pengukuran yang berkaitan dengan penilaian subjektif manusia melalui linguistic atau Bahasa dibantu oleh teori himpunan fuzzy. Untuk memproses data dalam lingkup fuzzy, variabel linguistic sangat membantu (Harahap et al., 2022).

PDCA memberikan kerangka kerja siklus perbaikan berkelanjutan yang bisa diperkaya dengan penggunaan Fuzzy AHP untuk pengambilan keputusan dan FTA untuk analisis resiko. Dengan demikian, ketiganya dapat saling melengkapi untuk menciptakan sistem manajemen yang lebih komprehensif dan responsif terhadap ketidakpastian serta potensi kegagalan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, PT Narmada Awet Muda mengalami permasalahan terkait *defect* produk botol. Pada 10 bulan, dari bulan Juli 2023 sampai April 2024 terdapat total cacat produk pada perusahaan mencapai 134.669 sehingga pengendalian kualitas sangat dibutuhkan untuk memenuhi standar kualitas perusahaan. Metode yang diterapkan adalah PDCA, Fuzzy AHP dan FTA untuk mengurangi *defect* produk pada proses produksi botol air minum dalam kemasan pada PT Narmada Awet Muda.

Research Question 1: Bagaimana langkah dalam menganalisis faktor apa saja yang menjadi penyebab adanya *defect* pada produksi botol?

Research Question 2: Bagaimana solusi yang efektif dan efisien dalam mengurangi cacat produk pada proses produksi dengan menerapkan siklus PDCA?

Research Question 3: Bagaimana mengidentifikasi dan menganalisis penyebab utama *defect* produk pada proses produksi botol, serta menentukan prioritas perbaikan menggunakan metode Fuzzy AHP dan FTA?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian menjawab rumusan masalah. Berikut adalah tujuan penelitian pada tugas akhir ini:

1. Mengidentifikasi sumber terjadinya *defect* tertinggi pada proses produksi di PT Narmada Awet Muda
2. Memberikan usulan perbaikan untuk mengurangi *waste* menggunakan pendekatan siklus PDCA pada proses produksi botol minum dalam kemasan

3. Mengidentifikasi berbagai factor yang berkontribusi terhadap terjadinya *defect* dalam proses produksi menggunakan metode FTA dan memberikan prioritas perbaikan menggunakan metode Fuzzy AHP.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Manfaat bagi peneliti
Sebagai salah satu bahan untuk mempelajari lebih dalam mengenai penerapan metode PDCA, Fuzzy AHP dan FTA untuk mengendalikan kualitas produksi pada PT Narmada Awet Muda.
2. Manfaat bagi Perusahaan
Memberikan rekomendasi bagi Perusahaan dalam menangani *waste* pada bagian produksi botol.
3. Manfaat dalam dunia akademik
Sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya khususnya dalam bidang manajemen produksi.

1.5 Batasan Penelitian

Berdasarkan uraian rumusan masalah di atas, didapatkan Batasan penelitian sebagai berikut:

1. Metode yang diterapkan ialah PDCA, Fuzzy AHP, dan FTA.
2. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data historis perusahaan mengenai cacat produk botol periode Juni 2023 hingga April 2024.
3. Penelitian ini difokuskan pada usulan perbaikan yang dapat dilakukan untuk meminimalisir *defect* pada produk botol di PT. Narmada Awet Muda

1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan ini menjadi acuan bagi peneliti agar lebih terstruktur dan sistematis. Adapun sistematika penulisan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang penjabaran mengenai latar belakang penelitian terkait pentingnya meminimalisir adanya *waste* (pemborosan). Sehingga latar belakang tersebut bisa dapat dirumuskan permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, dan juga sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Kajian literatur menjabarkan tentang kajian deduktif dan induktif yang berisikan teori-teori penelitian dan juga hasil dari penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya.

BAB III METODE PENELITIAN

Metode penelitian berisikan tentang subjek dan objek penelitian, lokasi penelitian, serta alur penelitian yang menjadi acuan oleh peneliti dalam melakukan penelitian.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini terdapat beberapa jabaran data yang digunakan selama penelitian serta pengolahannya yang dilakukan sesuai dengan metode yang dipilih.

BAB V PEMBAHASAN

Pembahasan menguraikan hasil dari pengolahan data yang dibuatkan dalam analisis untuk menjadi bahan evaluasi perbaikan.

BAB VI PENUTUP

Berisi tentang penjelasan singkat yang menjawab dari tujuan penelitian serta terdapat saran yang diberikan oleh peneliti untuk diberikan rekomendasi perbaikan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Penelitian ini menggunakan kajian induktif untuk merangkum hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian ini. Hal ini membantu dalam menentukan metode, perbedaan, dan hasil dari penelitian sebelumnya serta memberikan dasar yang kuat untuk perencanaan penelitian yang lebih baik. Tabel 2.1 menjabarkan kajian induktif penelitian yang dilakukan.

Penelitian pertama yang berjudul *Design of Flat Shoes Quality Control System using PDCA (Case Study at PT DAT)* yang dipublikasikan oleh (Sari et al., 2019) bertujuan untuk merancang system pengendalian kualitas yang terstruktur dan terdokumentasi yang akan memudahkan pelaku usaha dalam mengelola proses produksinya sesuai dengan standar kualitas yang diinginkan pelanggan. Pada penelitian ini menggunakan alat bantu *Statistical Quality Control* (SQC) dan hasilnya akan dimasukkan kedalam metode FMEA dan untuk implementasi proses pengendalian kualitas menggunakan siklus PDCA. Hasil pengolahan data setelah perencanaan dan penangan system pengendalian kualitas diimplementasikan dapat mempermudah terciptanya system manajemen kualitas dan perusahaan dapat melakukan perbaikan pada kesalahan proses produksi yang belum di dokumentasikan dengan baik.

Pada penelitian yang berjudul *A Plan-Do-Check-Act Based Process Improvement Intervention for Quality Improvement* karya (Arredondo-Soto et al., 2021) mengungkapkan bahwa perusahaan menemukan membeli bahan mentah lebih dari yang diperlukan dikarenakan setengah limbah yang ada dihasilkan dari proses produksi. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengurangi 100% limbah bahan baku khususnya limbah foil. Perusahaan memutuskan untuk hanya memilih tinta dengan biaya tertinggi hasilnya perusahaan dapat menghemat biaya hingga \$124, 445, 87 USD pada akhir tahap kedua, dan diperkirakan untuk total penghematan bisa mencapai hingga \$165.000 USD. Proyek tersebut mencapai kemajuan yang signifikan dari sudut pandang ekonomi namun perlu tetap memasukkan indikator perbaikan lingkungan dan juga dampaknya terhadap keselamatan pekerja.

Menurut (Rucitra & Amna, 2021) pada penelitiannya yang berjudul *Integration of Statistical Quality Control (SQC) and Fault Tree Analysis (FTA) in the quality control of resina colophonium production in Company X* proses produksi adalah hal penting yang membuat

semua permasalahan harus dihindari untuk menghilangkan kecacatan produk. Pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengendalian kualitas proses produksi pada perusahaan. Masalah yang paling serius yang mempengaruhi kualitas produksi ada pada aspek tenaga kerja dengan nilai 38,46% dengan permasalahan jumlah pekerja yang pada beberapa operator mesin harus bekerja Bersama sehingga beberapa masalah dapat terkendali. Metode yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah metode SQC untuk mengidentifikasi masalah dan diintegrasikan dengan metode FTA untuk mencari penyebab masalah.

Pada penelitian yang berjudul *Reduction of postoperative cerebral edema and depression by evidence-based nursing with PDCA cycle in patients with brain tumor after surgery*. Studi ini mengevaluasi efek klinis dan aplikasi keperawatan berbasis bukti yang menggunakan manajemen siklus PDCA untuk mengurangi depresi dan edema otak pasca operasi pada pasien yang menderita tumor otak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kejadian edema serebral pada kelompok penelitian adalah 12.73%, dan tingkat kepuasan intervensi keperawatan pada kelompok control (94,55% vs 70,91%). Selain itu, setelah enam bulan, kelompok penelitian memperoleh skor aktivitas kehidupan sehari-hari (ADL) yang lebih baik daripada kelompok control.

Penelitian yang berjudul *The Fault Tree Analysis (FTA) to Support Management Decisions on Pesticide Control in the Reception of Peruvian Parchment Coffee* yang dipublikasikan oleh (Guadalupe et al., 2024) melakukan penelitian mengenai pestisida, yang mana pestisida digunakan untuk melawan hama dan penyakit pada tanaman pertanian, tetapi strategi untuk mengurangi penggunaannya didorong oleh dampak negatifnya terhadap Kesehatan manusia. Untuk memastikan kepatuhan terhadap batas residu, analisis pestisida dilakukan pada biji kopi. Metode multi-residu adalah yang paling umum digunakan dan dalam manajemen resiko, analisis pohon kesalahan digunakan. Studi tentang 601 pestisida dalam kopi Peru menunjukkan bahwa sampel organik tidak memiliki residu, dan glisfat berada di bawah batas residu di penanaman konvensional. Teknik FTA dapat membantu keputusan manajemen resiko berbasis konsentrasi glisfat dan frekuensi sampel.

Penelitian yang berjudul *Integrating multi-criteria analysis with PDCA cycle for sustainable energy planning in Africa: Application to hybrid mini-grid system in Cameroon* yang dipublikasikan oleh (Nsamenang et al., 2020) menggunakan pendekatan dengan metode PDCA pada permasalahan akses listrik yang memadai pada Masyarakat pedesaan Afrika yang bergantung pada sumber energi yang menghasilkan polusi. Meskipun diperlukan persiapan yang

baik, penggunaan energi terbarukan adalah Solusi yang disarankan. Untuk meningkatkan proses perencanaan yang berkelanjutan, penelitian ini memperkenalkan model hibrida yang menggabungkan metode AHP-Vikor dengan siklus PDCA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa system energi hibrida yang dipilih dapat menyediakan konfigurasi system yang stabil dan mengurangi beban yang tidak terpenuhi.

Pada penelitian *Synergizing FMEA and PDCA for Superior Risk Management and Process Improvement in the Semiconductor Industry: a Case Study* yang dipublikasikan oleh (Hii et al., 2024) membahas mengenai industry semikonduktor yang menghadapi kesulitan dalam menilai resiko dan meningkatkan proses. Untuk mengatasi hal ini, analisis mode kegagalan dan dampak FMEA serta siklus PDCA digabungkan. Sementara PDCA digunakan untuk mengatasi resiko yang teridentifikasi secara sistematis. FMEA mengidentifikasi potensi resiko dalam system. Sebagai cara untuk mengukur keberhasilan kerangka kerja tersebut, penelitian ini membandingkan nilai RPN awal yang ditetapkan melalui FMEA dengan nilai RPN pasca PDCA. Implementasi kerangka kerja ini di lini perakitan semikonduktor menghasilkan peningkatan RPN sebesar 51%. Dengan menambah alat lean seperti SMART, 6M, dan *multi-voting* dalam PDCA, kerangka kerja ini meningkatkan manajemen resiko, mendorong peningkatan berkelanjutan, mengoptimalkan penggunaan sumber daya, dan mendukung keputusan berbasis data.

Penelitian yang berjudul *Defect Analysis of Printing Process in Offset Printing Industry by Using Failure Mode Effect Analysis (FMEA) and Fault Tree Analysis (FTA)* yang dipublikasikan oleh (Mulyana et al., 2022) membahas mengenai perusahaan percetakan offset yang mengalami masalah dalam produksi dimana menyebabkan biaya yang tinggi dan ketidakpuasan pelanggan. Peneliti menggunakan dua metode yaitu FMEA dan FTA. Dimana FMEA digunakan untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan sumber masalah. Sedangkan FTA digunakan untuk mengetahui akar permasalahan. Berdasarkan hasil penelitian, terdapat tiga mode kegagalan yang mempengaruhi cacat dalam divisi *printing*, yaitu hasil produksi yang tidak terkontrol/cacat, warna yang tidak sesuai standar, dan adanya cacat pada gambar. Modus kegagalan pertama terdiri dari sejumlah masalah utama, termasuk standar produk yang berbeda, kegagalan prosedur operasional standar (SOP), dan kerusakan mesin. Rencana pengambilan sampel harus disosialisasikan dan dimasukkan ke dalam jadwal produksi, dan dijadwalkan dengan baik untuk perawatan. Modus kegagalan kedua disebabkan oleh kurangnya pelatihan operator, solusinya adalah dengan membuat program pelatihan yang baik dan menerapkan

Cycle of Quality Control. Modus kegagalan ketigas disebabkan oleh masalah dasar seperti kurangnya pelatihan pekerja, masalah dengan *supplier* kertas, pemeriksaan QC yang tidak cukup, kondisi Gudang yang tidak sesuai standar, dan potongan kertas yang tidak sesuai dengan standar.

Penelitian yang berjudul *Quality Improvement Using PDCA Methodology in the Beverage Industry* yang dipublikasikan oleh (Raodah et al., 2020) membahas mengenai cara untuk meningkatkan kualitas proses produksi di industry minuman dengan menggunakan metode PDCA. Analisis sebelumnya telah dilakukan dan menemukan bahwa area pengkondisian produksi pembuatan botol mengalami kerusakan tertinggi. Data sekunder menunjukkan bahwa kerusakan rata-rata di area pengkondisian produksi botol adalah sekitar 40% dari juli hingga September 2019. Dalam penelitian ini, ditemukan beberapa penyebab kerusakan mesin pada area pengkondisian. Mereka dibagi menjadi faktor manusia, faktor metode, dan faktor mesin. Faktor manusia termasuk kegagalan operator untuk melakukan pengkondisian pada bagian pengumpulan, yang dapat menyebabkan kerusakan mesin. Faktor metode termasuk kegagalan metode untuk memusatkan pengkondisian dan pengumpulan. Beberapa komponen mesin sendiri dapat menyebabkan kerusakan mesin, seperti kabel pengaturan daya yang pendek, kapasitor pengaturan yang rusak, botol setengah jadi yang terbakar saat pengaturan dan rendahnya keandalan sensor pengaturan.

Penelitian yang berjudul *Analisis Sistem Pendukung Keputusan Evaluasi Kualitas Mengajar Dosen Menggunakan Metode Fuzzy AHP dan SAW* yang dipublikasikan oleh (Julianto, 2020) membahas mengenai evaluasi kualitas pengajaran dosen menggunakan metode Fuzzy AHP dan SAW (*Simple Additive Weighting*). System pendukung Keputusan (SPK) dengan menggunakan metode FAHP dan SAW berhasil menentukan perankingan dosen berdasarkan kualitas mengajar. Hasil perhitungan proses pembobotan menggunakan FAHP mencapai nilai 0,164 hingga 0,231, 0,274, 0,198, 0,109, dan 0,024. Nilai tertinggi untuk kriteria kemampuan mengajar adalah 27,5 %. Hasil ini akan membantu dalam pengambilan Keputusan memilih.

(Simsek et al., 2021) pada penelitiannya yang berjudul *Selecting Image Processing Supplier for Quality Control AI Software in Metal Cathaphoretic Painting Firm by Using Fuzzy AHP and Fuzzy Topsis* membahas mengenai pemilihan pemasok perangkat lunak kecerdasan buatan (AI). Perusahaan memutuskan untuk mengganti metode inspeksi manual tradisional

dalam pengendalian kualitas dengan teknologi pemrosesan gambar AI otomatis, untuk memproduksi pelapis kataphoretic. Metode MCDM Fuzzy AHP dan Fuzzy TOPSIS digunakan dalam pemilihan pemasok pada penelitian ini. Dalam Fuzzy AHP, 7 kriteria dibandingkan secara berpasangan dan tingkat deteksi cacat dan kecepatan Solusi dianggap sebagai kriteria yang paling penting. Pada tahap Fuzzy TOPSIS, alternatif yang dievaluasi yang sudah dihitung dalam Fuzzy AHP dan yang pertama dipilih sebagai yang paling sesuai dengan kebutuhan perusahaan.

Pada penelitian yang berjudul Implementasi Pengendalian Kualitas Felt Antivibration Dengan Metode Pdca Dan Fmea Di Pt. Dharmalindo Eka Persada, yang dipublikasikan oleh (Pramudya et al., 2023) membahas mengenai kelebihan standar kualitas pada perusahaan sebesar 12%. Dimana perusahaan menggunakan metode FMEA dan PDCA untuk menghadapi masalah tersebut. Melalui analisis menggunakan diagram pareto terdapat tiga cacat yang dominan, yaitu lem tidak merekat, busa sobek, dan pemotongan tidak rata. Pada diagram *fishbone* digunakan untuk menentukan penyebab cacat tersebut. Analisis FMEA menunjukkan bahwa penyebab utama kecacatan adalah salah mengukur setingan pisau di mesin *cutting* dengan nilai RPN 78,8. Beberapa Langkah perbaikan dapat diambil untuk mengatasi penyebab utama kegagalan dalam proses manufaktur. Langkah pertama adalah memastikan bahwa alat yang digunakan berada pada suhu ruangan. Selain itu, komponen mesin stiker dan pemotong yang rusak harus diganti dengan yang baru. Control kualitas sangat penting untuk mengawasi operator mesin pencampur dan mesin stiker. Perhatian operator mesin stiker terhadap kebersihan masih sangat penting. Selain itu, departemen kontrol kualitas memberikan pengawasan yang lebih ketat kepada operator mesin pemotong untuk mencegah penundaan, penting untuk memastikan pisau mesin pemotong selalu tersedia dan segera menggantinya jika sudah tumpul. Nilai RPN yang terkait dengan kesalahan pengukuran potong telah turun dari 78,8 menjadi 30,8.

Penelitian yang berjudul Analisis Pengendalian Kualitas Produk *Manhole Cover* Menggunakan Metode FTA dan FMEA yang dipublikasikan oleh (Wibowo & Pratiwi, 2023) melakukan penelitian mengenai pengendalian kualitas *Manhole Cover* terutama untuk menemukan dan mengatasi cacat. Untuk menganalisis masalah, para peneliti menggunakan metode FMEA dan FTA untuk menemukan akar penyebab dan memprioritaskan cacat, mereka menggunakan berbagai alat seperti diagram pareto dan diagram *fishbone*. Hasil penelitian

menunjukkan bahwa ada tiga jenis cacat, yaitu kropos, rantap, dan tidak lengkap, memiliki presentase kumulatif sebesar 34%, 24%, dan 18%. Cacat-cacat ini diberikan nilai Prioritas Risiko (RPN) masing-masing 441, 280, dan 210. Para peneliti menyarankan perbaikan dengan pengawasan yang lebih baik pada proses produksi dan penekanan pada standar operasi.

Menurut (Tatoro & Rahmawati, 2024) pada penelitiannya yang berjudul Integrasi Metode PDCA dan QC *Seven Tools* Dalam Pengendalian Kualitas *Chemical Industry* membahas mengenai kualitas pada PT ABC menurun dengan presentase cacat warna, densitas, dan aliran leleh yang melebihi toleransi perusahaan. Perusahaan menggunakan metode PDCA dan QC *Seven Tools* untuk menyelesaikan masalah ini. Manusia, metode, material, dan mesin adalah empat penyebab cacat warna yang paling umum pada material. Dengan menerapkan pengendalian kualitas, presentase cacat warna berhasil turun 1,75% di bawah batas toleransi perusahaan sebesar 2%.

Penelitian yang berjudul Analisis Pemilihan *Supplier* Kain Pada *Distribution Center* Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Fahp) Dan Topsis yang di publikasikan oleh (Cahya et al., 2022), membahas mengenai pemilihan dalam *supplier* kain dikarenakan ada perbedaan antara berbagai *supplier* sehingga perusahaan menghadapi masalah pada pengadaan barang. Pada penelitian ini pemilihan *supplier* yang tepat didasarkan oleh lima kriteria yaitu harga, pengiriman, kualitas, fleksibilitas, dan pelayanan. Perhitungan AHP menunjukkan bahwa harga memiliki nilai tertinggi sebesar 0,484, dengan pengiriman, kualitas, dan fleksibilitas di urutan berikutnya. Untuk menemukan *supplier* kain terbaik, metode yang digunakan ialah Fuzzy AHP dan TOPSIS. *Supplier* kain terbaik yang didapatkan setelah analisis adalah SP3 dengan bobot 0,018 dan 0,074. Selanjutnya SP2, SP1, SP4, dan SP5 memiliki nilai preferensi 1.

Pada penelitian yang berjudul Analisis Pengendalian *Face Uncut* Dalam Meningkatkan Kualitas di *Engine Valve* Menggunakan Metode PDCA yang dipublikasikan oleh (Ma'mun et al., 2024). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengurangi jumlah produk yang cacat melalui penerapan metode PDCA. Diagram pareto digunakan untuk mengidentifikasi jenis cacat dominan pada tahap *plan*. Perhatian khusus diberikan pada cacat pemotongan tidak rata. Diagram *Fishbone* digunakan untuk menemukan penyebab cacat. Pada tahap *Do* setelah mengidentifikasi sumber cacat, ditetapkan tujuan dan target perbaikan. Pada tahap pemeriksaan ditambah metode FMEA. Hasilnya menunjukkan bahwa faktor utama yang menyebabkan

masalah tersebut adalah perubahan posisi jig, tekanan angin yang tidak stabil, dan cacat pada material proses tempa. Pada tahap Tindakan, pengendalian kualitas dilakukan dengan memantau dan mengukur kinerja karyawan.

Pada penelitian terdahulu yang membahas mengenai pengendalian kualitas di berbagai macam perusahaan dengan menggunakan metode PDCA, FTA, Fuzzy AHP dan FMEA. Pada penelitian ini PDCA digunakan untuk mengidentifikasi akar permasalahan yang terjadi beserta usulan perbaikan yang dapat digunakan untuk mengurangi *defect* yang terjadi. Dalam penggunaan siklus PDCA dibantu menggunakan alat *checksheet*, diagram *pareto* dan diagram *fishbone* pada tahap perencanaan. Pada tahap *do* dilakukan identifikasi 5W+1H dan pada tahap *check* dilakukan perhitungan RPN dengan menggunakan metode FMEA untuk melihat penyebab permasalahan yang harus segera dilakukan perbaikan. Selanjutnya pada tahap *action* dilakukan standarisasi dan diberikan usulan perbaikan yang dapat dilakukan untuk mencegah *defect* terjadi. Pada penggunaan metode Fuzzy AHP dilakukan pembobotan untuk faktor yang menjadi fokus utama dalam perbaikan dengan melakukan pembobotan melalui kuesioner perbandingan berpasangan dengan mengambil tiga responden ahli. Pada metode FTA dilakukan analisis permasalahan sampai akar permasalahan menggunakan pohon kesalahan. Dapat dilihat perbedaan dari penelitian sebelumnya yaitu dari objek penelitian dan juga metode penyelesaiannya.

2.2 Landasan Teori

Landasan teori berisikan tentang istilah, teori atau formula yang terkait dengan topik penelitian. Landasan teori disusun dengan bersumber pada jurnal bereputasi dan atau buku.

2.2.1 Pengendalian Kualitas

Setiap bisnis, baik manufaktur maupun jasa harus memiliki kualitas sendiri. Perusahaan yang memiliki kualitas yang lebih tinggi akan memiliki lebih banyak pelanggan. Beberapa definisi kualitas menurut para ahli adalah sebagai berikut:

1. Menurut Kotler (2004), menyatakan bahwa kualitas adalah keseluruhan karakteristik dan fitur dari suatu produk atau layanan yang mempengaruhi kebutuhan yang dinyatakan atau tersirat.
2. Menurut Gaperz (2002) menyatakan bahwa kualitas adalah totalitas dari fitur-fitur dan karakteristik yang dimiliki oleh produk yang sanggup untuk memuaskan kebutuhan konsumen.
3. Menurut Juran dalam Mitra (1998) menyatakan bahwa kualitas adalah standar khusus yang ditetapkan untuk memenuhi kebutuhan kemampuan, kinerja, kendala, kemudahan pemeliharannya, dan karakteristiknya dapat diukur (Alkatiri et al., 2015).

Untuk mencapai, mempertahankan, dan meningkatkan kualitas produk dan jasa sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, pengendalian kualitas didefinisikan sebagai kegiatan yang dilakukan untuk memantau aktivitas dan memastikan kinerja sebenarnya yang dilakukan sesuai dengan yang direncanakan (Shiyamy et al., 2021). Menurut Sofjan Assauri (1978;228) dalam bukunya Manajemen produksi, tujuan dari pengawasan kualitas adalah:

1. Agar barang produksi sesuai dengan standard mutu yang ditetapkan
2. Mengusahakan agar biaya inspeksi dapat diminimalisir
3. Mengusahakan agar biaya desain dari produk dan proses dengan menggunakan mutu produksi tertentu dapat menjadi efisien
4. Mengusahakan biaya produksi rendah (Walujo et al., 2020).

2.2.2 PDCA

Metode PDCA dengan alat bantu *Seven Tools* dan 5W+1H adalah salah satu metode pengendalian kualitas. PDCA merupakan model untuk perbaikan terus-menerus melalui *Plan, Do, Check, Action*. PDCA atau *Shewhart Cycle* adalah model panduan untuk perbaikan. Siklus

PDCA biasanya digunakan untuk menguji dan menerapkan perubahan yang akan meningkatkan kinerja produk, proses, atau sistem di masa yang akan datang. Ini telah banyak digunakan seperti dalam perbaikan industri jasa dan manufaktur, peningkatan kualitas dengan mengurangi jumlah cacat dalam proses produksi, peningkatan hasil pelayanan kesehatan dan penurunan kesalahan pengobatan (Fatah & Al-Faritsy, 2021). Menurut (Rahmawati & Nawangpalupi, 2022) siklus PDCA terdiri dari empat tahap utama yaitu *Plan* (rencana), *Do* (Lakukan), *Check* (Periksa), dan *Action* (Tindakan). Berikut merupakan tahapan-tahapan pada siklus PDCA:

1. *Plan* (Rencana)

Pada tahap ini, tim atau organisasi menentukan masalah atau area yang membutuhkan perbaikan.

2. *Do* (Lakukan)

Pada tahap ini, rencana harus diterapkan untuk mengurangi risiko dan menjamin keberhasilan rencana, implementasi dilakukan dalam skala kecil atau sebagai proyek percontohan.

3. *Check* (Periksa)

Pada tahap ini, melakukan pengamatan dan pengujian pada proses yang telah diamati menggunakan simulasi dengan memperhatikan proses yang telah dilakukan pada tahap *Do* untuk melakukan analisis pengecekan.

4. *Action* (Tindakan)

Pada tahap tindakan, kondisi sebelumnya dibandingkan dengan hasil simulasi dari penerapan 5S. Jika hasil menunjukkan peningkatan, lakukan perubahan dan perbaikan secara bertahap hingga mencapai standar yang diinginkan. Kondisi ini diharapkan dapat membantu mengelola proses pelayanan, mengurangi pemborosan, dan menghasikan tempat kerja yang efektif, efisien, dan bertanggung jawab.

2.2.3 *Check Sheet*

Check Sheet merupakan lembar yang didesain sederhana yang berisi daftar persyaratan pencatatan data sehingga pengguna dapat mengumpulkan data dengan mudah, sistematis, dan teratur saat data muncul di lokasi kejadian (Erdhianto, 2021). *Check Sheet* dapat menghindari kesalahan-kesalahan yang mungkin terjadi dalam pengumpulan data, dalam kebanyakan kasus, *Check Sheet* ini berisi pertanyaan yang dirancang sedemikian rupa sehingga pencatat hanya perlu menandai kolom yang tersedia dan memberikan informasi tambahan sesuai yang

diperlukan (Ginting & Fattah, 2020). Berikut merupakan contoh *Cheek Sheet* yang ditampilkan pada Gambar 2.1:

Type of Defect	Count	Score
Dirty		12
Broken stitching		42
Inconsistent margin		15
Wrinkle		30
Long thread		10
Padding shape		8
Off center		18
Stitch per inch		24
Others		22
Total Defects:		181

Gambar 2.1 Contoh *Check Sheet*

Sumber: (Eris Kusnad, 2011)

2.2.4 *Diagram Pareto*

Pareto Diagram adalah alat berbentuk bagan dengan diagram batang dan diagram garis yang menunjukkan klasifikasi data (Nursyamsi & Momon, 2022). *Diagram Pareto*, yang diciptakan oleh Vilfredo Federico Damaso Pareto, adalah alat yang digunakan untuk menemukan sumber masalah. Menurut prinsip Pareto, perbandingan 80:20 menunjukkan bahwa 20 persen orang kaya di Italia memiliki 80 persen kekayaan. Meskipun prinsip ini bukan yang paling akurat, ada beberapa hasil seperti 50:50 hingga 99,9:1. Jika hasilnya menunjukkan bahwa input dan output tidak seimbang, perbaikan harus dilakukan. *Diagram Pareto* terdiri dari dua grafik, satu grafik garis yang menunjukkan jumlah kuantitatif data dan satu grafik batang yang menunjukkan klasifikasi dan nilai data. Data diurutkan dari peringkat tertinggi ke terendah, dengan peringkat tertinggi merupakan prioritas utama untuk tindakan segera, sedangkan peringkat terendah tidak diperlukan untuk tindakan segera. Menurut *Diagram Pareto*, 20 persen penyebab masalah penting harus diperbaiki untuk mencapai 80 persen perbaikan total (Irfanto, 2022).

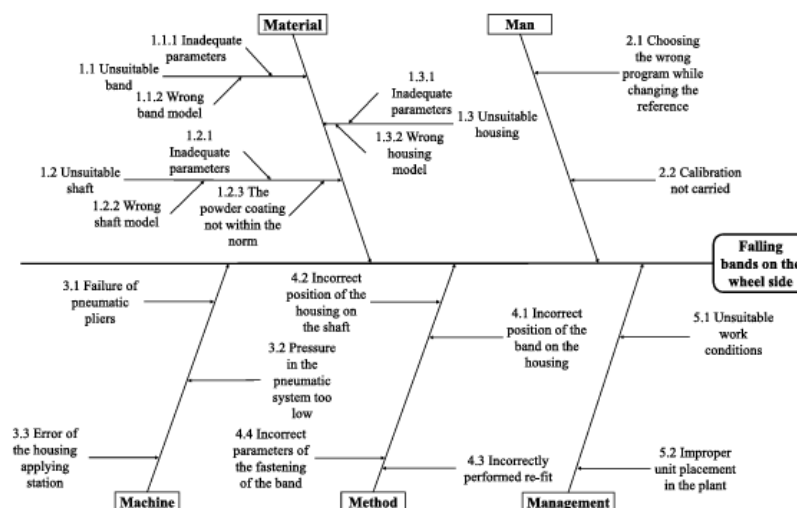
2.2.5 *Fishbone Diagram*

Diagram sebab akibat juga disebut sebagai diagram ishikawa dan diagram tulang ikan di karnakan bentuknya mirip dengan tulang ikan, menurut Heizer dan Render (2014:255). Setiap tulang mewakili potensi sumber kesalahan. Faktor-faktor utama yang berpengaruh pada

kualitas dapat digambarkan dengan diagram ini. Faktor penyebab utama ini termasuk bahan baku (material), mesin (mesin), tenaga kerja (manusia), metode (metode), dan lingkungan (Hamdani, 2020). Manfaat dari diagram *Fishbone* Ishikawa adalah untuk mengidentifikasi dan mengorganisasi faktor penyebab yang mungkin muncul dari suatu efek tertentu. Pada banyak kasus anda harus menentukan apakah penyebab hipotesis benar. Anda juga harus menentukan apakah meningkatkan atau mengurangi hasil yang diinginkan akan terjadi. Dengan demikian, fishbone chart ini sangat bermanfaat bagi dunia bisnis karena tidak hanya memecahkan masalah tetapi juga memperhatikan pisah perusahaan. Masalah umum lainnya yang juga dapat diselesaikan. Diantara masalah umum yang sering terjadi di industri manufaktur adalah sebagai berikut:

- a) Keterlambatan proses produksi
- b) Tingkat cacat produk yang tinggi
- c) Kesalahan mesin
- d) Hasil produksi yang tidak stabil yang menyebabkan kekacauan rencana produksi
- e) Produktivitas yang tidak mencapai target
- f) Keluhan konsumen yang berulang

Berikut merupakan contoh dari *Fishbone Diagram* yang dapat dilihat dari Gambar 2.2 dibawah ini:



Gambar 2.2 Contoh *Fishbone Diagram*

Sumber : (Brian Sal et al., 2024)

2.2.6 FMEA

FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*) merupakan metodologi yang digunakan untuk meningkatkan keandalan dan keamanan suatu proses dengan mengidentifikasi kemungkinan kegagalan, atau kegagalan proses, yang meningkatkan keandalan dan keamanan proses dengan mengidentifikasi kemungkinan kegagalan. Tiga parameter yang digunakan untuk menilai mode kegagalan adalah *Severity* (S), *Occurance* (O), dan *Detection* (D). Selanjutnya, signifikansi untuk setiap metode kegagalan dihitung dengan menggabungkan ketiga parameter tersebut. Kombinasi dari ketiga parameter tersebut adalah *Risk Priority Number* (RPN) (Dr. Antonius Alijoyo et al., n.d.). FMEA dapat membantu perusahaan dalam mengurangi atau menghilangkan risiko yang mungkin terjadi selama proses desain, produksi, dan layanan. Tujuan FMEA adalah untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan pelanggan dengan menganalisis sifat produk dari fase desain, menemukan penyebab dan efek dari kegagalan. Perusahaan dapat mengurangi biaya kegagalan dan meningkatkan kualitas dan keandalan produk mereka dengan mengurangi risiko dan meningkatkan kualitas (Anastasya & Yuamita, 2022).

Tingkat keparahan (*Severity*) adalah ukuran seberapa serius efek itu. Selain itu, nilai setiap kegagalan akan dinilai. Berikut merupakan *Rating* dan kriteria dari *Severity*:

Tabel 2.2 *Rating* dan Kriteria *Severity*

<i>Rating</i>	<i>Kriteria</i>
1	<i>Negligible severity</i> (pengaruh buruk yang dapat diabaikan)
2,3	<i>Mild severity</i> (pengaruh buruk yang ringan). Akibat yang ditimbulkan akan bersifat ringan, konsumen tidak akan merasakan penurunan kualitas.
4,5,6	<i>Moderate severity</i> (pengaruh buruk yang sedang). Konsumen akan merasakan penurunan kualitas, namun masih dalam batas toleransi.
7,8	<i>High severity</i> (pengaruh buruk yang tinggi). Konsumen akan merasakan penurunan kualitas yang berada di luar batas toleransi.
9,10	<i>Potensial severity</i> (pengaruh buruk yang sangat tinggi). Akibat yang ditimbulkan sangat berpengaruh terhadap kualitas lain, konsumen tidak akan menerimanya.

Sumber : (Besterfield, 1995)

Tingkat kejadian (*Occurance*) adalah kemungkinan bahwa penyebab tersebut akan terjadi dan menyebabkan kegagalan dalam jangka waktu tertentu. Berikut merupakan *Rating* dan kriteria dari *Occurance*:

Tabel 2.3 *Rating dan Kriteria Occurance*

Rating	Occurance	Deskripsi
1	Tidak ada efek	Hampir tidak ada kegagalan
2,3	Rendah	Sangat kecil terjadi kegagalan
4,5,6	Sedang	Jarang terjadi kegagalan
7,8	Tinggi	Kegagalan yang berulang
9,10	Sangat tinggi	Sering gagal

Sumber: (Besterfield, 1995)

Metode deteksi (*Detection*) merupakan pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan atau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi.

Tabel 2.4 *Rating dan Kriteria Detection*

Rating	Berdasarkan frekuensi kejadian	Kriteria
1	0.01 per 1000 kejadian	Metode pencegahan sangat efektif. Tidak ada kesempatan penyebab mungkin muncul
2	0.10 per 1000 kejadian	Kemungkinan penyebab terjadinya sangat rendah
3	0.5 per 1000 kejadian	Kemungkinan penyebab terjadi bersifat masih tinggi, metode pencegahan kurang efektif. Penyebab masih berulang kembali
4	1 per 1000 kejadian	Kemungkinan penyebab terjadi masih tinggi, metode pencegahan kurang efektif. Penyebab masih berulang kembali
5	2 per 1000 kejadian	Kemungkinan penyebab terjadi masih sangat tinggi
6	5 per 1000 kejadian	Kemungkinan penyebab terjadi masih sangat tinggi
7	10 per 1000 kejadian	Kemungkinan penyebab terjadi masih sangat tinggi
8	20 per 1000 kejadian	Kemungkinan penyebab terjadi masih sangat tinggi
9	50 per 1000 kejadian	Kemungkinan penyebab terjadi masih sangat tinggi
10	100 per 1000 kejadian	Kemungkinan penyebab terjadi masih sangat tinggi

Sumber: (Besterfield, 1995)

2.2.7 FTA

Fault Tree Analysis (FTA) adalah metode yang digunakan untuk menemukan inti permasalahan dengan memastikan kejadian tersebut tidak ditimbulkan dari suatu titik kegagalan (Ridwan et al., 2023). Metode ini bersifat top-down yang berarti bahwa ia memulai dengan asumsi kegagalan pada kejadian puncak dan merinci hingga kegagalan dasar. Dengan kata lain, metode

ini untuk mencari masalah yang berasal dari asumsi kejadian puncak secara menyeluruh hingga dapat menemukan sumber masalah dasar. Adapun manfaat dari metode FTA antara lain (Nugraha & Mulyani Sari, 2019):

1. Memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi unsur-unsur yang bertanggung jawab atas kegagalan dalam proses produksi.
2. Mengidentifikasi langkah-langkah yang menyebabkan kegagalan dalam proses produksi.
3. Mengevaluasi kemungkinan penyebab atau risiko terjadinya kegagalan produk.

Langkah-langkah dalam metode FTA adalah sebagai berikut (Nugraha & Mulyani Sari, 2019):

1. Tentukan kejadian paling utama
2. Tetapkan batasan FTA
3. Periksa sistem untuk memahami bagaimana berbagai elemen berhubungan satu sama lain dan kejadian paling atas
4. Buat pohon kesalahan, mulai dari kejadian paling atas dan bekerja ke arah bawah
5. Analisis pohon kesalahan menghilangkan kejadian yang menyebabkan kegagalan

Simbol-simbol yang mendeskripsikan hubungan dalam FTA dapat dilihat pada Gambar 2.3 dibawah ini:

Simbol	Keterangan
	<i>Top Event</i>
	<i>Logic Event OR</i>
	<i>Logic Event AND</i>
	<i>Transferred Event</i>
	<i>Undeveloped Event</i>
	<i>Basic Event</i>

Gambar 2.3 Simbol-simbol FTA

Sumber: (Galih Eka Primint, 2012)

- Top event* adalah peristiwa utama atau kegagalan sistem yang dianalisis dalam FTA.
- Logic Event OR* adalah gerbang logika yang menunjukkan bahwa *top event* akan terjadi jika salah satu dari peristiwa-peristiwa dasar yang terhubung ke gerbang ini terjadi.
- Logic Event AND* adalah gerbang logika yang menunjukkan bahwa *top event* akan terjadi hanya jika semua peristiwa dasar yang terhubung ke gerbang ini terjadi bersamaan.
- Transferred Event* merujuk pada peristiwa yang dipindahkan atau ditransfer dari satu bagian pohon kegagalan ke bagian lainnya untuk menjaga kejelasan dan mengurangi kompleksitas pohon kegagalan.
- Undeveloped Event* adalah peristiwa dasar yang tidak dikembangkan lebih lanjut dalam pohon kegagalan karena dianggap cukup sederhana, tidak penting, atau informasi lebih lanjut tidak tersedia.

- f. *Basic Event* adalah peristiwa paling dasar atau *root cause* dalam pohon kegagalan yang tidak dapat diuraikan lebih lanjut.

2.2.8 Fuzzy AHP

Proses AHP membandingkan setiap alternatif secara sistematis dengan yang lain dalam hal kontribusinyya terhadap kriteria yang sedang dipertimbangkan. Matriks perbandingan berpasangan dibuat dengan mengulangi perbandingan untuk setiap kriteria dan digunakan untuk menunjukkan vektor bobot (Quang Hung Do et al., 2024). Karena pengambilan keputusan cenderung memberikan penilaian dalam bentuk interval daripada nilai numerik tunggal, pendekatan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) konvensional kadang-kadang tidak mencerminkan gaya berpikir manusia. Oleh karena itu metode Fuzzy AHP diciptakan untuk menyelesaikan masalah pilihan alternatif yang rumit. Fuzzy AHP dapat menangani ketidakjelasan penilaian manusia dalam masalah multi-atribut, meskipun proses ini membutuhkan perhitungan yang rumit. Di seminar awal, Van Laarhoven dan Pedrycz mengusulkan metode Fuzzy AHP yang kemudian dikembangkan oleh Saaty. metode ini mengukur relativitas ketidakjelasan dengan mengatur fungsi-fungsi sistem secara hirarkis berdasarkan beberapa karakteristik. Analisis batas fuzzy AHP yang dikembangkan oleh Buckley dan AHP Saaty yang menggunakan rasio fuzzy untuk menggambarkan preferensi pengambil keputusan adalah beberapa pendekatan AHP fuzzy lainnya (Mahardhika & Purwanggono, 2014). Perhitungan pembobotan *Fuzzy AHP* dibantu menggunakan *software Ms. Excel* dalam pengerjaannya.

Berikut merupakan tabel skala AHP dan *Triangular Fuzy Number* yang dapat dilihat pada Tabel 2.5 dibawah ini:

Tabel 2.5 Skala AHP dan *Triangular Fuzzy Number*

Skala AHP	Skala Fuzzy	Reciprocal	Keterangan
1	(1, 1, 1)	(1,1,1)	Sama penting
2	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	Skala antara sama dan sedikit lebih penting
3	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)	Sedikit lebih penting
4	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	Skala antara sedikit lebih dan lebih penting
5	(2, 5/2, 3)	(1/3, 2/5, 1/2)	Lebih penting
6	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)	Skala antara lebih dan sangat penting
7	(3, 7/2, 4)	(1/4, 2/7, 1/3)	Sangat penting
8	(7/2, 4, 9/2)	(2/9, 1/4, 2/7)	Skala antara sangat dan mutlak lebih penting
9	(4, 9/2, 9/2)	(2/9, 2/9, 1/4)	Mutlak lebih penting

Menentukan konsistensi dari penilaian dilakukan dengan persamaan berikut:

$$CI = \frac{(\lambda_{\text{maks}} - n)}{(n - 1)}$$

Dengan,

CI = Rasio penyimpanan (deviasi) konsistensi (*consistency index*)

λ_{maks} = Nilai eigen terbesar dari matriks berorder n

n = Banyak kriteria

Batas ketidakkonsistenan (*inconsistency*) ditentukan dengan menggunakan Rasio Konsisten (CR), yaitu perbandingan indeks konsistensi (CI) dengan nilai *random index* (RI). Rasio konsistensi dirumuskan sebagai berikut:

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

CR = *Consistency Ratio*

RI = *Random Index*

Berikut merupakan tabel *Random Index*:

Tabel 2.6 Nilai *Random Index*

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
RI	0,00	0,00	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Subjek Penelitian

Subjek penelitian pada penelitian ini adalah operator pada proses produksi air minum dalam kemasan untuk botol.

3.2 Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini dilakukan pada produksi air minum dalam kemasan untuk botol PT Narmada Awet Muda. PT Narmada Awet Muda terletak di Selat, Narmada, Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat. Focus penelitian dilakukan pada kegiatan produksi air minum dalam kemasan untuk produk botol. Analisis dilakukan karena ditemukan masalah bahwa defect pada produk botol air minum dalam kemasan memiliki defect paling tinggi dari pada produk galon dan cup.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Berikut merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan di PT Narmada Awet Muda.

1. Observasi

Observasi dilakukan langsung di PT Narmada Awet Muda dengan tujuan untuk mendapatkan pemahaman secara menyeluruh mengenai kondisi lapangan dan juga mengetahui tingkat kualitas produk yang di produksi oleh perusahaan tersebut. Observasi ini dilakukan untuk mengidentifikasi masalah-masalah yang mungkin terjadi pada perusahaan.

2. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan para *expert*, untuk mendapatkan informasi tentang system control kualitas yang diterapkan pada perusahaan. Tujuan dari wawancara ini adalah untuk menemukan jawaban atas pertanyaan-pertanyaan yang relevan dengan topik dan untuk memahami lebih dalam mengenai control kualitas dan standar kualitas yang ditetapkan oleh PT Narmada Awet Muda.

3. Kuesioner

Kuesioner dilakukan dengan para *expert*, untuk mengumpulkan nilai data terkait *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*, serta penentuan bobot menggunakan proses AHP.

4. Studi Literatur

Peneliti melakukan studi literatur yang mengacu pada jurnal, artikel dan *paper* yang relevan dengan topik penelitian kali ini. Sumber-sumber ilmiah lainnya yang relevan juga digunakan sebagai referensi dalam studi literatur ini.

3.4 Jenis Data

Terdapat beberapa sumber data yang digunakan pada penelitian ini di antaranya sebagai berikut:

1. Data primer

Data primer adalah sebuah data penelitian yang diperoleh langsung di lapangan melalui aktivitas observasi atau pengamatan yang dilakukan di area produksi.

Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

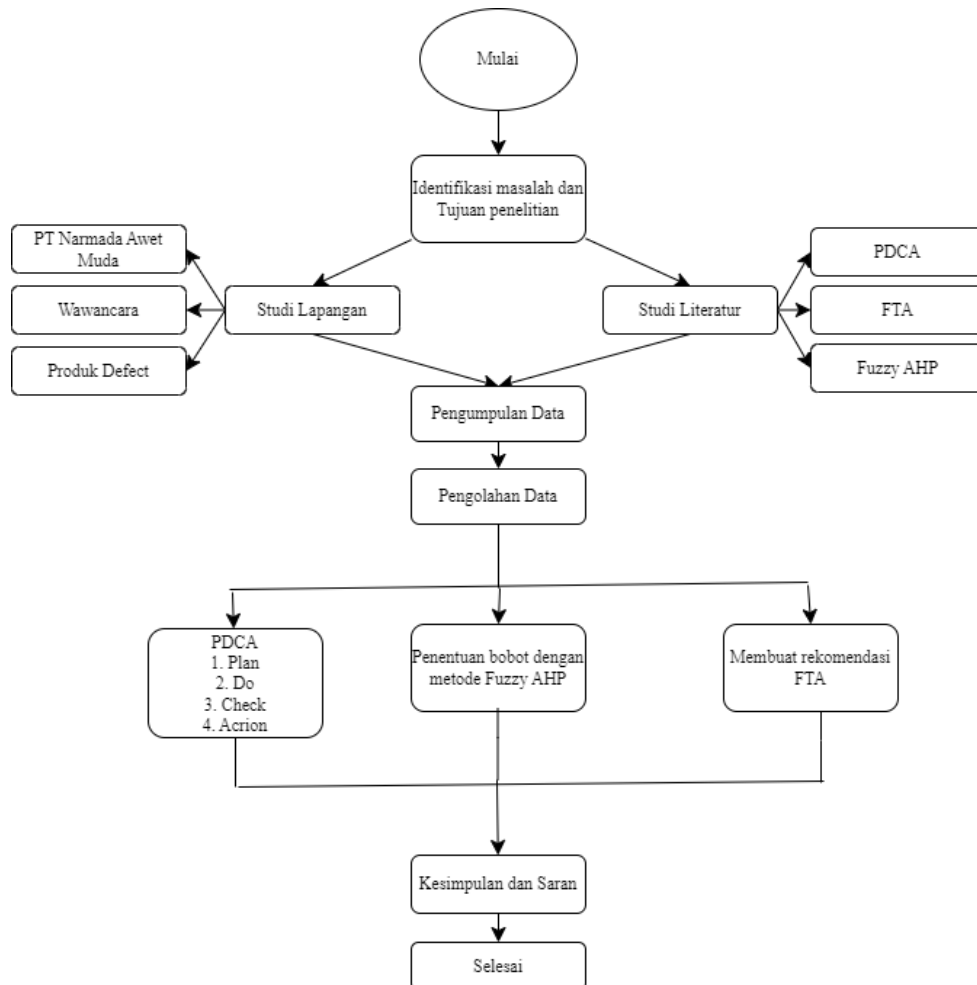
- a) Data Produksi dan *defect* produk botol (wawancara)
- b) Faktor yang menjadi penyebab munculnya *defect* (wawancara)
- c) Data nilai RPN dan AHP (kuesioner)

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diambil secara tidak langsung, data sekunder ini dapat diperoleh melalui beberapa referensi seperti jurnal, buku, literatur penelitian, dan data lain yang dapat mendukung penelitian. Data sekunder yang diperoleh dari PT Narmada Awet Muda ialah:

- a) Data struktur organisasi
- b) Visi Misi Perusahaan
- c) Sejarah perusahaan

Berikut merupakan diagram alur penelitian untuk penelitian ini, yaitu sebagai berikut:



Gambar 3.1 Alur penelitian

Berdasarkan alur penelitian diatas, berikut merupakan penjelasan dari Gambar 3.1:

1. Mulai

Peneliti mulai melakukan penelitian dan observasi di PT. Narmada Awet Muda

2. Identifikasi Masalah dan Tujuan Penelitian

Peneliti melakukan identifikasi masalah dan tujuan berdasarkan studi lapangan dan studi literatur yang telah dilakukan. Pada studi lapangan berfungsi untuk dilakukan pengolahan data dengan menganalisis hasil wawancara dengan pihak terkait, menelaah literatur terkait dan mengumpulkan data historis perusahaan yang diperlukan, seperti data struktur organisasi, proses produksi, jumlah produksi, data *defect* produk botol dan juga faktor penyebab terjadinya *defect* pada produk botol. Pada studi literatur berfungsi sebagai referensi dan juga teori-teori dari penelitian terdahulu yang memiliki ketrkaitan dengan penelitian saat ini.

Dalam penelitian ini studi literatur teori yang digunakan seperti PDCA, FTA, dan Fuzzy AHP.

3. Pengumpulan Data

Peneliti melakukan pengumpulan data berdasarkan data-data yang dibutuhkan, diantaranya adalah:

- g. Data jumlah produksi dan cacat produk
- h. Proses produksi
- i. Data *defect* pada produk botol

4. Pengolahan data

Pada tahap pengolahan data, peneliti melakukan pengolahan data dengan data-data yang didapatkan dari perusahaan dimulai dari pengolahan data menggunakan metode PDCA, melakukan pembobotan untuk pendapat ahli menggunakan metode Fuzzy AHP, dan membuat rekomendasi perbaikan berdasarkan metode FTA.

5. Kesimpulan dan Saran

Peneliti memberikan jawaban berupa rangkuman untuk rumusan masalah yang telah disusun dan memberikan saran berupa rekomendasi atau usulan kepada pihak perusahaan dan peneliti selanjutnya dengan harapan dapat memberikan perbaikan yang berkelanjutan sehingga dapat bermanfaat bagi perusahaan terkait.

6. Selesai

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pada pengumpulan data yang dilakukan di PT. Narmada Awet Muda data yang diperoleh berupa data gambaran umum dari perusahaan contohnya seperti profil perusahaan, visi dan misi perusahaan, struktur organisasi perusahaan, dan produk perusahaan. Selain itu, terdapat data aliran proses produksi, data jumlah produksi, dan jumlah *defect*, dan jenis cacat yang ada di PT Narmada Awet Muda.

4.1.1 Profil Perusahaan

A. Sejarah Perusahaan

PT Narmada Awet Muda adalah perusahaan berbentuk PT (Perseroan Terbatas) yang didirikan pada September 1995 dan diberi nama Narmada Awet Muda. PT Narmada Awet Muda adalah perusahaan air mineral pertama di Lombok Nusa Tenggara Barat yang menghasilkan air minum dalam kemasan. PT Narmada Awet Muda berfokus pada kualitas, keamanan, Kesehatan, dan produk yang ramah lingkungan. Sumber air berasal dari mata air pegunungan yang dikatakan berasal dari Gunung Rinjani. Logo PT Narmada Awet Muda berasal dari peninggalan Sejarah kecamatan Narmada, yang dikenal dengan slogan “AIR AWET MUDA”. Logo ini memiliki beberapa makna, seperti:

1. Pohon kelapa sangat penting karena dapat digunakan dari akar hingga daun, seperti halnya air (semua makhluk hidup membutuhkan air)
2. Gambar matahari berarti bahwa semua yang terjadi dari matahari terbit hingga tenggelam membutuhkan air
3. Tulisan dan gelombang air NARMADA menunjukkan bahwa NARMADA hadir untuk memenuhi kebutuhan Masyarakat dan tetap eksis di tengah gelombang praingan.



Gambar 4.1 Logo PT Narmada Awet Muda

B. Visi dan Misi Perusahaan

Setiap perusahaan memiliki visi dan misi yang berbeda-beda, bergantung pada tujuan apa yang ingin dicapai oleh perusahaan tersebut. Visi dan misi adalah komponen penting dalam perencanaan strategis suatu perusahaan. Visi dan misi dari perusahaan PT Narmada Awet Muda adalah sebagai berikut:

a. Visi perusahaan

Visi dari PT Narmada Awet Muda adalah “Menjadi pemimpin pasar air minum dalam kemasan di Nusa Tenggara Barat sebesar 80% dengan penerapan *World Class Manufacturing (MCW)*”

b. Misi perusahaan

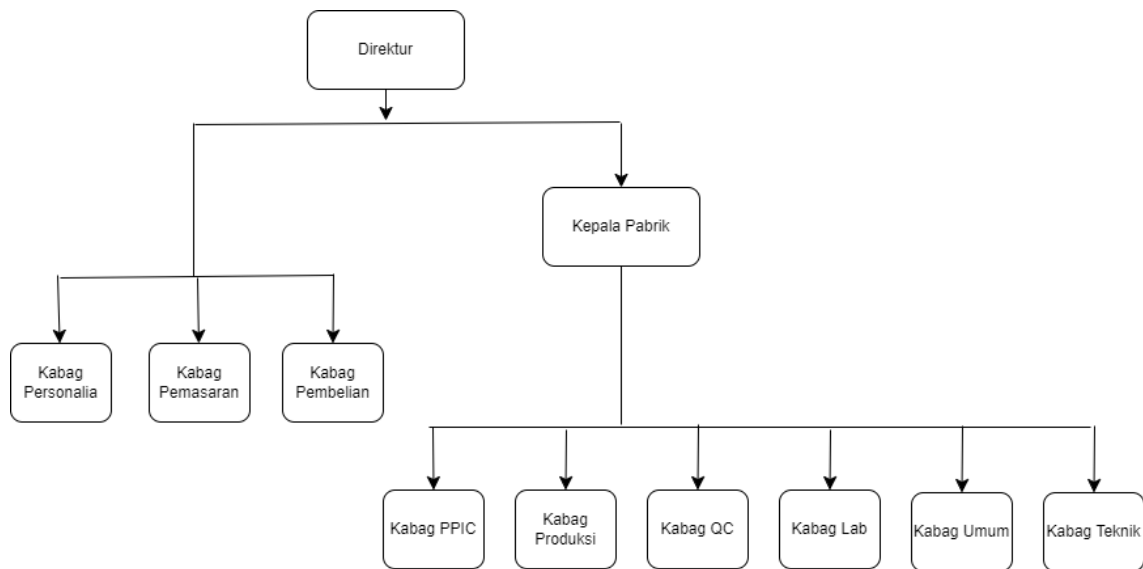
Misi yang diterapkan PT Narmada Awet Muda adalah sebagai berikut:

1. Memproduksi air minum dalam kemasan yang memenuhi persyaratan SNI 01-3553-2015- persyaratan pelanggan
2. Melaksanakan pengiriman tepat waktu
3. Mengutamakan kepuasan pelanggan
4. Direksi dan karyawan berkomitmen untuk menerapkan system manajemen mutu

C. Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi perusahaan adalah kerangka hierarki yang menunjukkan posisi, tanggung jawab, dan hubungan antara orang-orang di dalamnya. Struktur ini sangat penting karena membantu mengatur dan mengkoordinasikan aktivitas dan sumber daya perusahaan. Perusahaan dapat mencapai tujuannya dengan mudah dengan struktur organisasi yang baik.

Berikut merupakan struktur organisasi dari PT Narmada Awet Muda:



Gambar 4.2 Struktur Organisasi PT. Narmada Awet Muda

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode *Plan-Do-Check-Action* (PDCA), *Fault Tree Analysis* (FTA), dan Fuzzy AHP.

4.3 Plan-Do-Check-Action (PDCA)

4.3.1 Tahap *Plan*

Tahap *plan* merupakan Langkah awal yang dilakukan dalam metode PDCA, yang mana pada tahap *plan* ini bertujuan untuk menganalisis penyebab utama permasalahan dalam produksi. Pada penelitian ini langkah awal yang dilakukan adalah mencari jenis *defect*, selanjutnya membuat *checksheet* untuk menemukan jenis *defect* yang sering terjadi pada produk botol untuk periode Juli 2023 sampai April 2024, kemudian membuat diagram pareto untuk menentukan *defect* tertinggi, dan menggunakan diagram *fishbone* untuk menganalisis penyebab utama dari masalah yang ditemukan.

Berikut merupakan Analisa pada tahap *plan* berdasarkan data produk botol PT Narmada Awet Muda yang diperoleh pada bulan Juli 2023 sampai April 2024.

1. *Checksheets*

Checksheets merupakan lembar pengamatan yang bertujuan untuk memberikan informasi tentang cacat produk. Lembar ini berisi waktu, jumlah produksi, jenis cacat, dan jumlah cacat.

Berikut merupakan data *defect* produk botol pada PT Narmada Awet Muda menggunakan lembar pemeriksaan *Checksheets* yang telah di catat oleh operator QC:

Tabel 4.1 *Checksheets Defect* pada produk botol

Bulan	Jumlah produksi	B. Rusak Filler	B.Rusak Blow	Tutup rusak	Isi Kurang	Tanpa Tutup	Total Cacat	Prese ntase
Juli 2023	2.396.732	2.671	3.269	3.086	936	3.052	13.014	0.54%
Agustus 2023	1.984.217	2.700	3.036	3.141	706	2.920	12.503	0,63%
Sep-23	2.345.972	3.465	3.776	3.376	750	3.322	14.689	0,63%
Oktober 2023	3.006.674	3.049	3.829	3.540	772	3.736	14.926	0,50%
Nov-23	2.523.320	2.885	3.299	2.814	1.066	3.238	13.302	0,53%
Desember 2023	2.449.644	3.282	3.266	2.800	1.148	3.317	13.813	0,56%
Januari 2024	2.484.052	3.459	4.152	3.323	1.558	1.371	13.863	0,56%
Februari 2024	2.307.578	2.808	2.982	3.605	1.168	1.093	11.656	0,51%
Maret 2024	2.534.115	3.118	3.796	3.905	888	2.433	14.140	0,56%
Apr-24	2.311.879	2.459	3.380	2.999	948	2.977	12.763	0,55%
Total	24.344.183 botol	29.896 botol	34.785 botol	32.589 botol	9.940 botol	27.459 botol	134.669 botol	

2. Diagram *Pareto*

Diagram *pareto* digunakan dalam menentukan skala prioritas yang harus diberikan untuk masalah deficit. Diagram *pareto* menunjukkan bahwa sebagian kecil dari masalah berdampak pada masalah yang lebih besar.

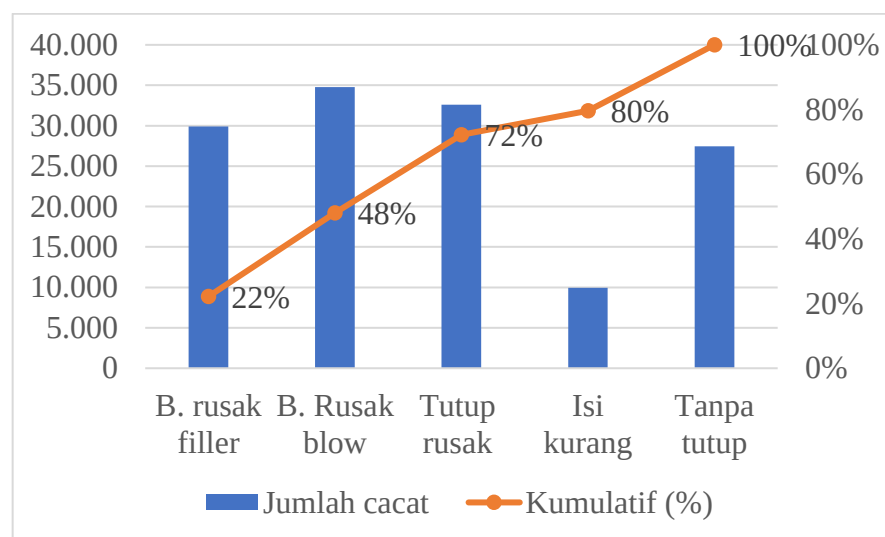
Berikut merupakan hasil perhitungan dan grafik diagram *pareto*:

Tabel 4.2 Presentase Cacat Produk Botol

Jenis cacat	Jumlah cacat	Presentase (%)	Kumulatif (%)
B. rusak <i>filler</i>	29.896	22%	22%
B. Rusak <i>blow</i>	34.785	26%	48%
Tutup rusak	32.589	24%	72%
Isi kurang	9.940	7%	80%
Tanpa tutup	27.459	20%	100%

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa presentase cacat B. rusak *blow* sebesar 26% yang merupakan cacat paling dominan atau paling tinggi. Kemudian diikuti oleh cacat tutup rusak sebesar 24%, cacat B. rusak *filler* sebesar 22%, cacat tanpa tutup sebesar 20% dan cacat paling kecil adalah pada cacat isi kurang dengan *defect* sebesar 7%.

Diagram *pareto* dari jumlah cacat dapat dilihat pada Gambar 4.3 dibawah ini:



Gambar 4.3 Diagram *Pareto*

Berdasarkan diagram pada Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa terdapat 5 jenis *defect* yang terjadi pada proses produksi produk botol yang mana untuk 80% cacat produk didominasi oleh cacat B. rusak *blow*, B. rusak *filler*, dan tutup rusak. Oleh sebab itu, pada penelitian ini difokuskan pada ketiga jenis *defect* tersebut.

3. Diagram *Fishbone*

Dalam diagram sebab-akibat menunjukkan interaksi antara masalah dan kemungkinan penyebab dan faktor yang mempengaruhinya. Berikut ini adalah faktor yang mempengaruhi dari kecacatan :

a. *Man* (Manusia)

Para karyawan dalam proses produksi botol

b. *Machine* (Mesin)

Mesin dan berbagai alat yang digunakan dalam produksi produk botol

c. *Material* (Bahan Baku)

Sesuatu yang perusahaan gunakan sebagai komponen dalam proses produksi produk botol, seperti bahan baku tambahan lainnya yang digunakan dalam proses produksi.

d. *Method* (Metode)

Standar operasi kerja yang harus dipatuhi oleh karyawan selama proses produksi produk botol berlangsung

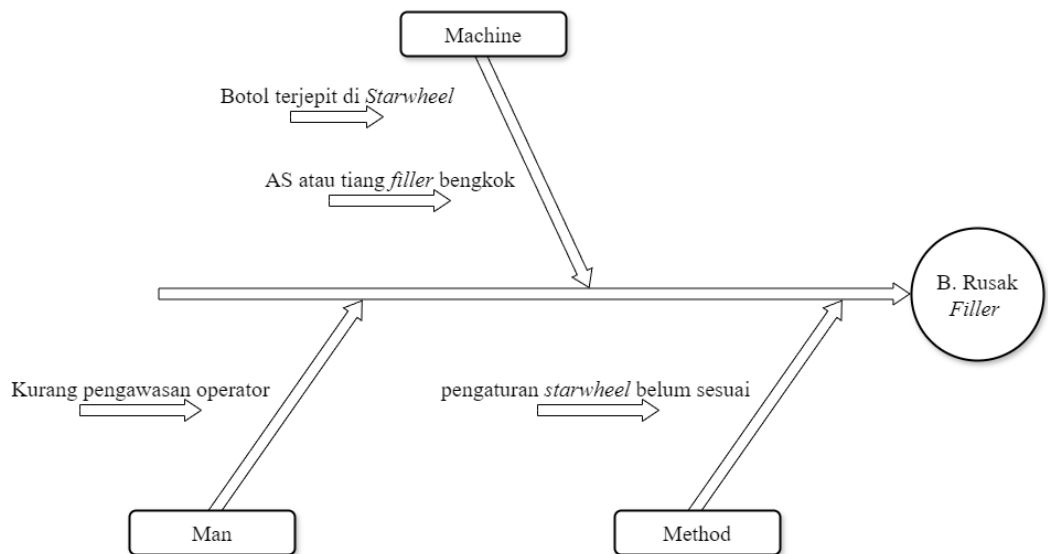
e. *Environment* (Lingkungan)

Lingkungan sekitar perusahaan dapat secara atau tidak langsung yang mempengaruhi produksi

Setelah dilakukan analisis menggunakan diagram *pareto* didapatkan tiga permasalahan yang menjadi fokus pada penelitian ini yaitu pada *defect* B. rusak *filler*, B. rusak *blow*, dan tutup rusak. Langkah pertama yang perlu dilakukan yaitu mencari penyebab terjadinya cacat dengan mewawancarai pihak perusahaan pada bagian produksi dan *quality control* dengan menggunakan diagram sebab akibat. Berikut merupakan diagram sebab akibat dari tiga *defect* produk yang menjadi fokus permasalahan pada produksi botol:

A. Penyebab Masalah Cacat B. rusak *filler*

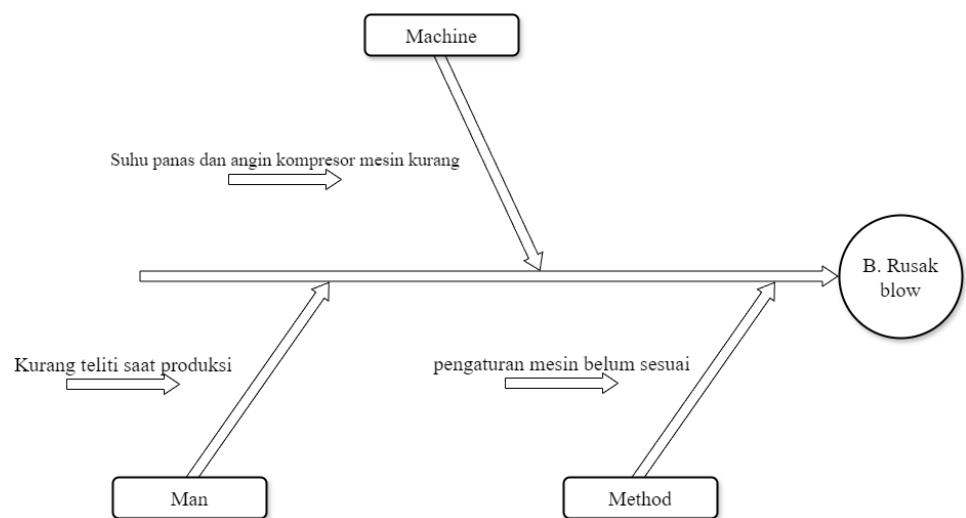
Berikut merupakan diagram *fishbone* dari *defect* B. Rusak *Filler*:



Gambar 4.4 *Fishbone* Masalah *Defect* B. Rusak *Filler*

B. Penyebab Masalah Cacat B. rusak *blow*

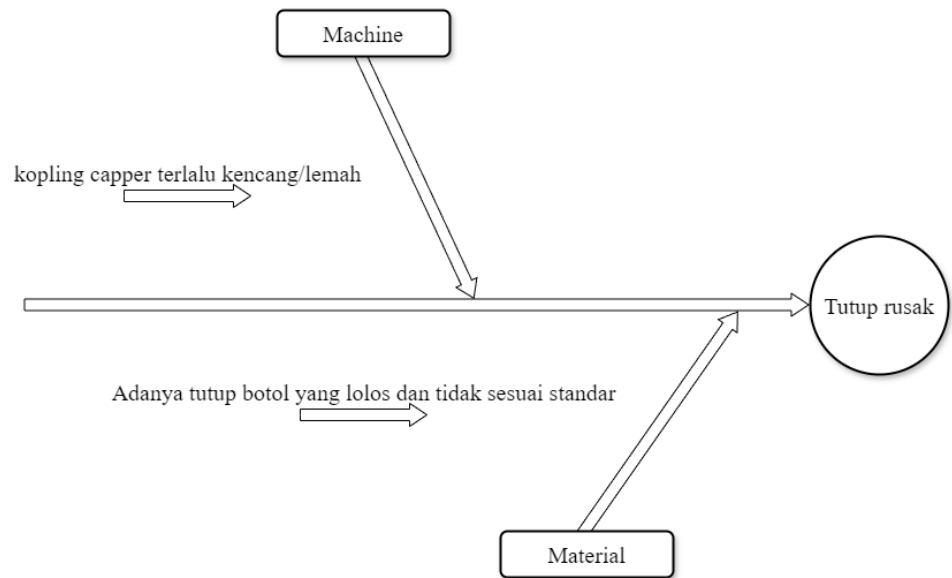
Berikut merupakan diagram *fishbone* dari *defect* B. Rusak *Blow*:



Gambar 4.5 *Fishbone* Masalah *Defect* B. Rusak *blow*

C. Penyebab Masalah Cacat Tutup Rusak

Berikut merupakan diagram *fishbone* dari *defect* Tutup Rusak:



Gambar 4.6 *Fishbone* Masalah *Defect* Tutup Rusak

4.3.2 Tahap Do (Pelaksanaan)

Setelah mengetahui faktor penyebab terjadinya kecacatan yang paling tinggi pada proses produksi produk botol, maka langkah selanjutnya pada tahap *do* adalah melakukan tindakan perbaikan dalam mengatasi *defect* B. rusak *filler*, B. rusak *blow*, dan tutup rusak. Hal ini bertujuan untuk mendefinisikan jenis cacat yang akan dicari usulan perbaikan. Berikut merupakan tabel 5W + 1H yang akan dijelaskan pada tabel dibawah ini.

A. Penyebab Dominan Cacat B. Rusak *Filler*

4. Berikut merupakan tabel penyebab dominan cacat B. Rusak *Filler* yang ditunjukkan pada Tabel 4.3, sebagai berikut:

Tabel 4.3 Perbaikan cacat B. rusak *filler*

No	Faktor	Sebab	What Akibat	Why	Where	When	Who	How
1.	Faktor <i>Machine</i> (Mesin)	Botol terjepit di <i>Starwheel</i> AS atau tiang <i>filler</i> bengkok	Seringkali terjadi kesalahan dalam <i>filler</i> mesin mengakibatkan produk <i>reject</i>	Kurang memperhatikan pengaturan mesin Ketika awal produksi	Pada bagian proses produksi	Direncanakan pada bulan Agustus	Tim produksi dan <i>maintenance</i>	Melakukan pengecekan mesin secara berkala ketika mesin sedang beroperasi agar selalu tetap pada ketentuan yang normal
2.	Faktor <i>Man</i> (Manusia)	Kurang pengawasan operator	Adanya botol yang cacat lolos ke proses selanjutnya	Operator kurang teliti dan sigap dalam memperbaiki permasalahan saat botol sedang menumpuk atau macet	Pada bagian proses produksi	Direncanakan pada bulan Agustus	Tim Produksi	Meningkatkan ketelitian operator saat proses produksi berlangsung
3.	Faktor <i>Method</i> (Metode)	Pengaturan <i>starwheel</i> belum sesuai	Terdapat kesalahan pada proses <i>filling</i> dan menjadi <i>reject</i>	Mesin baru di <i>set up</i>	Pada bagian proses produksi	Direncanakan pada bulan Agustus	Tim produksi	Menyesuaikan dengan SOP yang tertera

A. Penyebab Dominan Cacat B. Rusak *Blow*

Berikut merupakan tabel penyebab dominan cacat B. Rusak *Blow* yang ditunjukkan pada Tabel 4.4, sebagai berikut:

Tabel 4.4 Perbaikan cacat B. rusak *blow*

No	Faktor	What		Why	Where	When	Who	How
		Sebab	Akibat					
1	Faktor <i>Machine</i> (Mesin)	Suhu panas dan angin kompresor mesin <i>blow</i> kurang	Bentuk botol menjadi tidak sempurna	Kurang memperhatikan pengaturan untuk mesin <i>blow</i> Ketika proses produksi	Pada bagian proses produksi	Direncanakan pada bulan Agustus	Tim produksi dan <i>maintenance</i>	Melakukan pengecekan mesin secara berkala ketika mesin sedang beroperasi agar selalu sesuai dengan ketentuan
2	Faktor <i>Man</i> (Manusia)	Kurang teliti saat produksi	Adanya <i>reject</i> produk yang lolos masuk ke mesin <i>filler</i>	Banyaknya botol yang berjejeran membuat para pekerja sedikit kesusahan dalam menentukan produk yang mengalami cacat <i>blow</i> pada proses sortir	Pada bagian proses produksi	Direncanakan pada bulan Agustus	Tim produksi dan <i>Contorl</i>	Memberikan upaya pengawasan yang lebih teliti oleh operator agar tidak ada <i>reject</i> yang lolos lagi saat penyortiran
3	Faktor <i>Method</i> (Metode)	Pengaturan mesin belum sesuai	Bentuk produk botol menjadi tidak sempurna	Mesin baru di <i>set up</i>	Pada bagian proses produksi	Direncanakan pada bulan Agustus	Timm produksi dan <i>Maintenance</i>	Menyesuaikan pengaturan mesin dengan SOP yang sudah diberikan kepada operator

B. Penyebab Dominan Cacat Tutup Rusak

Berikut merupakan tabel penyebab dominan cacat Tutup Rusak yang ditunjukkan pada Tabel 4.5, sebagai berikut:

Tabel 4.5 Perbaikan cacat tutup rusak

No	Faktor	Sebab	What Akibat	Why	Where	When	Who	How
1	Faktor <i>Machine</i> (Mesin)	Komplingan <i>capper</i> terlalu kencang atau lemah	Tutup tidak klik atau tidak tertutup sempurna	Tidak melakukan pengecekan saat awal proses produksi	Pada bagian proses produksi	Direncanakan pada bulan Agustus	Tim produksi dan <i>maintenance</i>	Melakukan pengecekan mesin secara berkala Ketika mesin sedang beroperasi agar selalu sesuai dengan ketentuan
2	Faktor <i>Material</i> (Material)	Tutup botol tidak sesuai stanndar	Tutup botol menjadi tidak pas dan tidak sesuai saat proses produksi yang mengakibatkan adanya reject tutup botol	Tutup botol yang tidak sesuai standar akan mempengaruhi produksi dan membuat adanya <i>reject</i> tutup rusak	Pada bagian proses produksi	Direncanakan pada bulan Agustus	Timm produksi dan <i>Quality Control</i>	Mengusulkan pada pihak <i>Quality Control</i> untuk semakin memperketat penyortiran material untuk tutup botol yang digunakan

4.3.3 Tahap *Check* (Pemeriksaan)

Pada tahap pemeriksaan merupakan tahap ketiga dari metode PDCA. Oleh karena itu, dilakukan analisis lanjutan perbaikan dari akar masalah yang telah diidentifikasi menggunakan diagram *fishbone* dan telah dijelaskan juga pada tahap sebelumnya. Pada tahap ini metode FMEA digunakan untuk mengidentifikasi penyebab utama dari masalah sehingga dapat diidentifikasi masalah mana yang paling penting dan dilakukan perbaikan segera. Metode FMEA ini memberikan keuntungan karena memungkinkan untuk mengidentifikasi nilai atau bobot suatu masalah. Nilai bobot ini, yang juga dikenal sebagai RPN, diperoleh dari perkalian antara keparahan, kejadian, dan deteksi. Semakin tinggi nilai RPN yang ada, semakin besar risiko yang ditimbulkan dan dampak masalah tersebut terhadap kualitas atau proses produksi produk.

Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing faktor evaluasi risiko yang membentuk RPN:

a. *Severity* (S)

Nilai *severity* menunjukkan seberapa besar masalah dan seberapa berpengaruhnya masalah tersebut terhadap kualitas produk pada proses produksi. Ditandai dengan nilai 1 hingga 10 yang mana nilai 1 merupakan nilai yang paling rendah tingkat keparahannya dan nilai 10 merupakan nilai paling tinggi tingkat keparahannya.

b. *Occurrence* (O)

Nilai *Occurrence* menunjukkan seberapa sering masalah itu terjadi. Ditandai dengan nilai 1-10 yang mana nilai 1 adalah nilai yang paling jarang terjadi sedangkan nilai 10 adalah nilai yang paling sering terjadi.

c. *Detection* (D)

Nilai *detection* menunjukkan seberapa mudahnya masalah tersebut dapat diketahui atau terdeteksi. Ditandai dengan nilai 1-10 yang mana nilai 1 adalah nilai yang paling mudah dideteksi sedangkan nilai 10 adalah nilai yang paling sulit dideteksi.

Berikut merupakan analisis FMEA yang dilakukan pada PT. Narmada Awet Muda dengan memperoleh data melalui wawancara terhadap Kepala produksi, *Quality Control*, dan Teknisi Mesin untuk mencari Solusi dari permasalahan-permasalahan yang ada. Dibawah ini merupakan hasil pengukuran tabel FMEA yaitu :

1. Penentuan Nilai Efek Kecacatan (*Severity*)

Jenis cacat yang terjadi dalam proses produksi dibagi menjadi beberapa faktor penyebab masalah. Faktor utama yang dapat menjadi penyebab permasalahan adalah manusia, metode, mesin, material, dan lingkungan. Cacat yang terjadi berdampak pada hasil produksi yang mempengaruhi kinerja perusahaan. Penilaian dampak cacat dilakukan oleh perusahaan melalui wawancara dengan Kepala Produksi, *Quality Control*, dan Teknisi Mesin. Berdasarkan hasil wawancara diperoleh nilai dampak keparahan (*severity*) dan jenis cacat yang dihasilkan.

Berikut merupakan nilai dampak kecacatan yang dapat dilihat pada Tabel 4.6 dibawah ini:

Tabel 4.6 Nilai Efek Kecacatan (*Severity*)

Jenis Kecacatan	Akibat dari Kecacatan	Faktor	Penyebab Kecacatan	Severity (S)	Keterangan
B. rusak <i>filler</i>	Produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar spesifikasi perusahaan	Faktor <i>Machine</i> (Mesin)	Botol terjepit di <i>Starwheel</i> AS atau tiang <i>filler</i> bengkok	4	Berdampak
	Botol yang cacat lolos ke proses selanjutnya	Faktor <i>Man</i> (Manusia)	Kurang pengawasan dari operator	2	Tidak terlalu berdampak
	Terdapat kesalahan pada proses <i>filling</i> dan menjadi <i>reject</i>	Faktor <i>Method</i> (Metode)	Pengaturan <i>starwheel</i> belum sesuai	4	Berdampak
	Bentuk botol menjadi tidak sempurna	Faktor <i>Machine</i> (Mesin)	Suhu panas dan angin kompresor mesin <i>blow</i> kurang	5	Berdampak
B. rusak <i>blow</i>	Adanya <i>reject</i> produk yang lolos masuk ke mesin <i>filler</i>	Faktor <i>Man</i> (Manusia)	Kurang teliti saat proses produksi	5	Berdampak
	Bentuk produk botol menjadi tidak sesuai	Faktor <i>Method</i> (Metode)	Pengaturan mesin belum sesuai	5	Berdampak

Jenis Kecacatan	Akibat dari Kecacatan	Faktor	Penyebab Kecacatan	Severity (S)	Keterangan
Tutup Rusak	standar spesifikasi perusahaan Tutup tidak klik atau tidak tertutup sempurna	Faktor <i>Machine</i> (Mesin)	<i>Komplangan capper</i> terlalu kencang atau lemah	4	Berdampak
	Tutup botol menjadi tidak pas dan tidak sesuai saat proses produksi yang mengakibatkan adanya reject tutup botol	Faktor <i>Material</i>	Tutup botol tidak sesuai dengan standar	2	Tidak terlalu berdampak

2. Penentuan Nilai Peluang Kecacatan (*Occurrence*)

Setelah ditentukan nilai efek kecacatan, dilakukan evaluasi kemungkinan kesalahan. Nilai ini diberikan oleh perusahaan dengan wawancara dengan Kepala Produksi, *Quality Control*, dan Teknisi Mesin.

Berikut merupakan hasil wawancara nilai probabilitas cacat produk sebagai berikut:

Tabel 4.7 Nilai Peluang Kecacatan (*Occurrence*)

Jenis Kecacatan	Akibat dari Kecacatan	Faktor	Penyebab Kecacatan	Occurrence (O)	Keterangan
B. rusak <i>filler</i>	Produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar spesifikasi perusahaan	Faktor <i>Machine</i> (Mesin)	Botol terjepit di <i>Starwheel</i> AS atau tiang <i>filler</i> bengkok	5	Sering terjadi
	Botol yang cacat lolos ke proses selanjutnya	Faktor <i>Man</i> (Manusia)	Kurang pengawasan dari operator	3	Tidak terlalu sering terjadi
	Terdapat kesalahan pada proses <i>filling</i> dan menjadi <i>reject</i>	Faktor <i>Method</i> (Metode)	Pengaturan <i>starwheel</i> belum sesuai	2	Tidak terlalu sering terjadi
				5	Sering terjadi

Jenis Kecacatan	Akibat dari Faktor	Penyebab Kecacatan	Occurrence (O)	Keterangan
B. rusak <i>blow</i>	Bentuk botol menjadi tidak sempurna	Faktor <i>Machine</i> (Mesin)	Suhu panas dan angin kompresor mesin <i>blow</i> kurang	3 Tidak terlalu sering terjadi
	Adanya <i>reject</i> produk yang lolos maduk ke mesin <i>filler</i>	Faktor <i>Man</i> (Manusia)	Kurang teliti saat proses produksi	5 Sering terjadi
	Bentuk produk botol menjadi tidak sesuai standar spesifikasi perusahaan	Faktor <i>Method</i> (Metode)	Pengaturan mesin belum sesuai	3 Tidak terlalu sering terjadi
Tutup Rusak	Tutup tidak klik atau tidak tertutup sempurna	Faktor <i>Machine</i> (Mesin)	<i>Komplangan capper</i> terlalu kencang atau lemah	4 Sering terjadi
	Tutup botol menjadi tidak pas dan tidak sesuai saat proses produksi yang mengakibatkan adanya <i>reject</i> tutup botol	Faktor <i>Material</i>	Tutup botol tidak sesuai dengan standar	1 Tidak terlalu sering terjadi

3. Identifikasi Pengendalian Kecacatan

Dengan memperhatikan penyebab cacat yang terjadi, maka dapat dilakukan pengendalian terhadap penyebab cacat yang ada.

Di bawah ini adalah Tabel 4.8 yang berisi pengendalian kecacatan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.8 Identifikasi Pengendalian Kecacatan

Jenis Kecacatan	Akibat dari Faktor	Penyebab Kecacatan	Kendali yang dilakukan
B. rusak <i>filler</i>	Produk yang dihasilkan tidak dengan standar spesifikasi perusahaan	Faktor <i>Machine</i> (Mesin)	Botol terjepit di <i>Starwheel</i> AS atau tiang <i>filler</i> bengkok
			Melakukan pengecekan mesin secara berkala ketika mesin sedang beroperasi agar selalu tetap pada

Jenis Kecacatan	Akibat dari Faktor	Penyebab Kecacatan	Kendali yang dilakukan
	Botol yang cacat lolos ke proses selanjutnya	Faktor <i>Man</i> (Manusia)	Kurang pengawasan dari operator
	Terdapat kesalahan pada proses <i>filling</i> dan menjadi <i>reject</i>	Faktor <i>Method</i> (Metode)	Pengaturan <i>starwheel</i> belum sesuai
B. rusak <i>blow</i>	Bentuk botol menjadi tidak sempurna	Faktor <i>Machine</i> (Mesin)	Suhu panas dan angin kompresor mesin <i>blow</i> kurang
	Adanya <i>reject</i> produk yang lolos masuk ke mesin <i>filler</i>	Faktor <i>Man</i> (Manusia)	Kurang teliti saat proses produksi
	Bentuk produk botol menjadi tidak sesuai standar spesifikasi perusahaan	Faktor <i>Method</i> (Metode)	Pengaturan mesin belum sesuai
Tutup Rusak	Tutup tidak klik atau tidak tertutup sempurna	Faktor <i>Machine</i> (Mesin)	<i>Komplangan capper</i> terlalu kencang atau lemah
	Tutup botol menjadi tidak pas dan tidak sesuai saat proses produksi yang mengakibatkan adanya <i>reject</i> tutup botol	Faktor <i>Material</i>	Tutup botol tidak sesuai dengan standar
			ketentuan yang normal Meningkatkan ketelitian operator saat proses produksi berlangsung Menyesuaikan pengaturan mesin dengan SOP yang sudah diberikan kepada operator Melakukan pengecekan mesin secara berkala ketika mesin sedang beroperasi agar selalu sesuai dengan ketentuan Memberikan upaya pengawasan yang lebih teliti oleh operator agar tidak ada <i>reject</i> yang lolos lagi saat penyortiran Menyesuaikan pengaturan mesin dengan SOP yang sudah diberikan kepada operator Melakukan pengecekan mesin secara berkala Ketika mesin sedang beroperasi agar selalu sesuai dengan ketentuan Mengusulkan pada pihak <i>Quality Control</i> untuk semakin memperketat penyortiran material untuk tutup botol yang digunakan

4. Penentuan Nilai Deteksi Kecacatan (*Detection*)

Setelah mengidentifikasi pengendalian kecacatan, langkah selanjutnya adalah menetapkan nilai deteksi kegagalan. Nilai deteksi ini didapat dari hasil wawancara dengan Kepala Produksi, *Quality Contorl*, dan Teknisi Mesin.

Berikut adalah nilai deteksi yang dapat dilihat pada Tabel 4.9, sebagai berikut:

Tabel 4.9 Nilai *Detection* (D)

Jenis Kecacatan	Akibat dari Kecacatan	Faktor	Penyebab Kecacatan	<i>Detection</i> (D)	Keterangan
B. rusak <i>filler</i>	Produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar spesifikasi perusahaan	Faktor <i>Machine</i> (Mesin)	Botol terjepit di <i>Starwheel</i>	4	Tidak terlalu mudah dideteksi
	Botol yang cacat lolos ke proses selanjutnya	Faktor <i>Man</i> (Manusia)	AS atau tiang <i>filler</i> bengkok	4	Tidak terlalu mudah dideteksi
	Terdapat kesalahan pada proses <i>filling</i> dan menjadi <i>reject</i>	Faktor <i>Method</i> (Metode)	Kurang pengawasan dari operator	3	Mudah dideteksi
			Pengaturan <i>starwheel</i> belum sesuai	2	Mudah dideteksi
B. rusak <i>blow</i>	Bentuk botol menjadi tidak sempurna	Faktor <i>Machine</i> (Mesin)	Suhu panas dan angin kompresor mesin <i>blow</i> kurang	5	Tidak terlalu mudah dideteksi
	Adanya <i>reject</i> produk yang lolos maduk ke mesin <i>filler</i>	Faktor <i>Man</i> (Manusia)	Kurang teliti saat proses produksi	5	Tidak terlalu mudah dideteksi
	Bentuk produk botol menjadi tidak sesuai standar spesifikasi perusahaan	Faktor <i>Method</i> (Metode)	Pengaturan mesin belum sesuai	3	Mudah dideteksi
Tutup Rusak	Tutup tidak klik atau tidak tertutup sempurna	Faktor <i>Machine</i> (Mesin)	<i>Kompligan capper</i> terlalu kencang atau lemah	2	Mudah dideteksi

Jenis Kecacatan	Akibat dari Kecacatan	Faktor	Penyebab Kecacatan	Detection (D)	Keterangan
	Tutup botol menjadi tidak pas dan tidak sesuai saat proses produksi yang mengakibatkan adanya reject tutup botol	Faktor <i>Material</i>	Tutup botol tidak sesuai dengan standar	2	Mudah dideteksi

5. Penentuan Nilai RPN (*Risk Priority Number*)

Tahap berikutnya setelah memperoleh nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* dari hasil wawancara, maka langkah selanjutnya adalah menghitung nilai RPN. Perhitungan RPN bertujuan untuk mengetahui penyebab *defect* yang akan menjadi prioritas dalam penanganannya. Nilai RPN diketahui dengan cara mengalikan antara nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* yang diperoleh sebelumnya. Nilai RPN tertinggi diprioritaskan dalam pemberian usulan perbaikan.

Berikut merupakan nilai RPN yang dapat dilihat pada Tabel 4.10 dibawah ini:

Tabel 4.10 Nilai RPN

Jenis Kecacatan	Akibat dari Kecacatan	Faktor	Penyebab Kecacatan	(S)	(O)	(D)	RPN
B. rusak <i>filler</i>	Produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar spesifikasi perusahaan	Faktor <i>Machine</i> (Mesin)	Botol terjepit di <i>Starwheel</i> AS atau tiang <i>filler</i> bengkok	4	5	4	80
	Botol yang cacat lolos ke proses selanjutnya	Faktor <i>Man</i> (Manusia)	Kurang pengawasan dari operator	2	3	4	24
	Terdapat kesalahan pada proses <i>filling</i> dan menjadi <i>reject</i>	Faktor <i>Method</i> (Metode)	Pengaturan <i>starwheel</i> belum sesuai	2	2	3	12
				4	5	2	40

Jenis Kecacatan	Akibat dari Kecacatan		Faktor	Penyebab Kecacatan	(S)	(O)	(D)	RPN
B. rusak <i>blow</i>	Bentuk	botol	Faktor	Suhu panas	5	3	5	75
	menjadi	tidak	<i>Machine</i>	dan angin				
	sempurna		(Mesin)	kompresor mesin <i>blow</i> kurang				
	Adanya	<i>reject</i>	Faktor	Kurang teliti	5	5	5	125
	produk yang lolos		<i>Man</i>	saat proses				
	maduk ke mesin		(Manusia)	produksi				
	<i>filler</i>							
	Bentuk	produk	Faktor	Pengaturan	5	3	3	45
	botol menjadi	tidak	<i>Method</i>	mesin belum				
	sesuai	standar	(Metode)	sesuai				
	spesifikasi							
	perusahaan							
Tutup Rusak	Tutup	tidak klik	Faktor	<i>Komplingan</i>	4	4	2	32
	atau tidak	tertutup	<i>Machine</i>	<i>capper</i> terlalu				
	sempurna		(Mesin)	kencang atau lemah				
	Tutup	botol	Faktor	Tutup botol	2	1	2	4
	menjadi	tidak pas	<i>Material</i>	tidak sesuai				
	dan tidak	sesuai		dengan				
	saat	proses		standar				
	produksi yang							
	mengakibatkan							
	adanya reject tutup							
	botol							

Berikut merupakan hasil perhitungan nilai RPN dari *defect* produk:

$$\text{RPN} = \text{severity} \times \text{occurrence} \times \text{detection}$$

$$= 4 \times 5 \times 4$$

$$= 80$$

Dari hasil perhitungan RPN dapat diketahui penyebab kegagalan proses yang menyebabkan produk cacat. Penyebab kecacatan tersebut kemudian diurutkan dari yang tertinggi ke yang terendah seperti pada Tabel 4.11 dibawah ini:

Tabel 4.11 Usulan Perbaikan

Jenis Kecacatan	Penyebab Kecacatan	RPN	Usulan Perbaikan
B. Rusak <i>Blow</i>	Kurang teliti saat proses produksi	125	Memberikan upaya pengawasan yang lebih teliti oleh operator agar tidak ada <i>reject</i> yang lolos lagi saat penyortiran
B. Rusak <i>Filler</i>	Botol terjepit di <i>Starwheel</i>	80	Melakukan pengecekan mesin secara berkala ketika mesin sedang beroperasi agar selalu tetap pada ketentuan yang normal
B. Rusak <i>Blow</i>	Suhu panas dan angin kompresor mesin <i>blow</i> kurang	75	Melakukan pengecekan mesin secara berkala ketika mesin sedang beroperasi agar selalu sesuai dengan ketentuan
B. Rusak <i>Blow</i>	Pengaturan mesin belum sesuai	45	Menyesuaikan pengaturan mesin dengan SOP yang sudah diberikan kepada operator
B. Rusak <i>Filler</i>	Pengaturan <i>starwheel</i> belum sesuai	40	Menyesuaikan pengaturan mesin dengan SOP yang sudah diberikan kepada operator

Jenis Kecacatan	Penyebab Kecacatan	RPN	Usulan Perbaikan
Tutup Rusak	<i>Komplingan capper</i> terlalu kencang atau lemah	32	Melakukan pengecekan mesin secara berkala ketika mesin sedang beroperasi agar selalu sesuai dengan ketentuan
B. Rusak <i>Filler</i>	AS atau tiang <i>filler</i> bengkok	24	Melakukan pengecekan mesin secara berkala ketika mesin sedang beroperasi agar selalu tetap pada ketentuan yang normal
B. Rusak <i>Filler</i>	Kurang pengawasan dari operator	12	Meningkatkan ketelitian operator saat proses produksi berlangsung
Tutup Rusak	Tutup botol tidak sesuai dengan standar	4	Mengusulkan pada pihak <i>Quality Control</i> untuk semakin memperketat penyortiran material untuk tutup botol yang digunakan

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa nilai RPN yang tertinggi adalah pada *defect* B. rusak *blow* yang mana penyebab kecacatan adalah karna kurangnya ketelitian operator saat proses produksi dengan nilai RPN sebesar 125. Ini merupakan prioritas utama yang harus dengan segera dilakukan tindakan perbaikan.

Setelah memperhatikan saran untuk tindakan perbaikan di FMEA, maka diperlukan alat kontrol atau pengawasan untuk meningkatkan kualitas produk akhir dari produk botol. Usulan perbaikan dibuat untuk jenis cacat yang selanjutnya mewakili jenis cacat lain secara keseluruhan.

4.3.4 Tahap Action (Tindakan)

Tahap ini merupakan tahap akhir dari metode PDCA yang mana bertujuan untuk mengontrol standarisasi proses agar dapat bekerja sesuai dengan tujuan awal. Oleh karena itu, diperlukan beberapa tindakan pengendalian sebagai berikut:

1. Pembaruan lembar *checksheet* untuk pengontrolan mesin secara berkala untuk mengetahui kondisi mesin dari awal proses produksi.

Tabel 4.12 Pembaruan *Checksheet* untuk pemantauan mesin secara berkala

Tanggal:				Shift :				
Mesin botol:				Speed:				
Tekanan angin:								
Laporan Downtime Mesin Produksi <i>Filler</i>								
Jam	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Waktu Mulai								
Waktu Selesai								
Durasi (Menit)								
Alasan								
Tindakan								
Personel								
Status Akhir								
Catatan :								
Operator:				Supervisor:				
1. Suplay air 2. Suplay botol 3. <i>Conveyor supply</i> 4. <i>Blower</i> botol				11. <i>Gear Box</i> 12. <i>Program Error</i> 13. <i>Conveyor</i> keluar 14. <i>Conveyor</i> label			21. Listrik 22. <i>Setting</i> mesin 23. Tutup botol 24. Operator	

Berikut merupakan hasil dari kuesioner pembobotan faktor penyebab *defect* dari responden Produksi:

Tabel 4.14 Tabel Perbandingan dari Produksi

Kriteria	Skala																	Kriteria
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Mesin									✓				✓					Manusia
									✓									Metode
Manusia			✓															Material
					✓													Metode
Metode													✓					Material

Berikut merupakan hasil dari kuesioner pembobotan faktor penyebab *defect* dari responden *Quality Control*:

Tabel 4.15 Tabel Perbandingan *Quality Control*

Kriteria	Skala																	Kriteria
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Mesin									✓									Manusia
										✓								Metode
													✓					Material
Manusia													✓					Metode
					✓													Material
Metode					✓													Material

Berdasarkan hasil kuesioner AHP pada tabel diatas, maka selanjutnya dilakukan rekapitulasi untuk memudahkan peneliti dalam melakukan pengolahan data seperti yang ada pada tabel di bawah ini.

Berikut merupakan tabel rekapitulasi data untuk responden Teknisi Mesin, yang dapat dilihat pada Tabel 4.16 sebagai berikut:

Tabel 4.16 Tabel Rekapitulasi Teknisi Mesin

Faktor	Mesin	Manusia	Metode	Material
Mesin	1	1	1/3	1/2
Manusia	1	1	7	1/2
Metode	3	1/7	1	1
Material	2	2	1	1

Berikut merupakan tabel rekapitulasi data untuk responden Produksi, yang dapat dilihat pada Tabel 4.17 sebagai berikut:

Tabel 4.17 Tabel Rekapitulasi Produksi

Faktor	Mesin	Manusia	Metode	Material
Mesin	1	1	1/5	1
Manusia	1	1	7	5
Metode	5	1/7	1	1/5
Material	1	1/5	5	1

Berikut merupakan tabel rekapitulasi data untuk responden *Quality Control*, yang dapat dilihat pada Tabel 4.18 sebagai berikut:

Tabel 4.18 Tabel Rekapitulasi *Quality Control*

Faktor	Mesin	Manusia	Metode	Material
Mesin	1	1	1/2	1/5
Manusia	1	1	1/5	5
Metode	2	5	1	5
Material	5	1/5	1/5	1

Hasil rekapitulasi dari kuesioner pembobotan AHP yang berisi pembobotan terhadap 4 jenis faktor penyebab kecacatan yang terdapat pada proses produksi produk botol di PT. Narmada Awet Muda. Pengisian kuesioner dilakukan oleh 3 orang ahli yang paham dan mengetahui keseluruhan proses produksi produk botol minum dalam kemasan pada PT. Narmada Awet Muda. Perhitungan selanjutnya adalah dengan menggunakan metode *fuzzy* AHP berdasarkan hasil kuesioner tersebut. Perhitungan tersebut menggunakan skala *likert* berdasarkan logika *fuzzy* untuk mendapat bobot yang digunakan agar mengetahui nilai faktor tertinggi untuk fokus utama dalam usulan perbaikan. Untuk menghasilkan nilai tersebut, sebelumnya dilakukan proses mengubah hasil rekapitulasi kuesioner atau transformasi dengan menggunakan skala *likert* yang sudah ditentukan untuk memudahkan peneliti dalam melakukan perhitungan menggunakan *fuzzy* AHP seperti tabel di bawah ini.

Berikut merupakan hasil rekapitulasi atau transformasi berdasarkan skala *likert* untuk responden Teknisi Mesin yang dapat dilihat pada Tabel 4.19 dibawah ini:

Tabel 4.19 Tabel Rekapitulasi atau Tranformasi berdasarkan skala *likert* Teknisi Mesin

Faktor	Mesin			Manusia			Metode			Material		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Mesin	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,67	1,00	0,67	1,00	2,00
Manusia	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,50	4,00	0,67	1,00	2,00
Metode	1,00	1,50	2,00	0,25	0,29	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Material	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Berikut merupakan hasil rekapitulasi atau transformasi berdasarkan skala *likert* untuk responden Produksi yang dapat dilihat pada Tabel 4.20 dibawah ini:

Tabel 4.20 Tabel Rekapitulasi atau Tranformasi berdasarkan skala *likert* Produksi

Faktor	Mesin			Manusia			Metode			Material		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Mesin	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33	0,40	0,50	0,33	0,40	0,50
Manusia	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,50	4,00	2,00	2,50	3,00
Metode	2,00	2,50	3,00	0,25	0,29	0,33	1,00	1,00	1,00	0,33	0,40	0,50
Material	1,00	1,00	1,00	0,33	0,40	0,50	2,00	2,50	3,00	1,00	1,00	1,00

Berikut merupakan hasil rekapitulasi atau transformasi berdasarkan skala *likert* untuk responden *Quality Control* yang dapat dilihat pada Tabel 4.21 dibawah ini:

Tabel 4.21 Tabel Rekapitulasi atau Tranformasi berdasarkan skala *likert Quality Control*

Faktor	Mesin			Manusia			Metode			Material		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Mesin	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	2,00	0,33	0,40	0,50
Manusia	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33	0,40	0,50	2,00	2,50	3,00
Metode	0,33	0,50	1,00	0,17	0,20	0,25	1,00	1,00	1,00	2,00	2,50	3,00
Material	2,00	2,50	3,00	0,33	0,40	0,50	0,33	0,40	0,50	1,00	1,00	1,00

Langkah selanjutnya yang harus dilakukan adalah menggabungkan nilai skala *likert* tiga responden dengan mencari nilai rata-rata dari ketiga responden tersebut.

Berikut merupakan tabel rata-rata dari ketiga responden yang dapat dilihat pada Tabel 4.22 dibawah ini:

Tabel 4.22 Tabel rata-rata tiga responden

Faktor	Mesin			Manusia			Metode			Material		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Mesin	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,69	1,17	0,44	0,60	1,00
Manusia	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,11	2,47	2,83	1,56	2,00	2,67
Metode	1,11	1,50	2,00	0,22	0,26	0,31	1,00	1,00	1,00	1,11	1,30	1,50
Material	1,17	1,50	1,83	0,39	0,60	0,83	1,11	1,30	1,50	1,00	1,00	1,00

Setelah menentukan rata-rata untuk ketiga responden tersebut, langkah selanjutnya adalah menentukan *Fuzzy Triangular Number* dengan cara menambahkan setiap l, m, dan u dari setiap kriteria.

Berikut merupakan tabel hasil dari perhitungan *Fuzzy Triangular Number*:

Tabel 4.23 Tabel *Fuzzy Triangular Number*

Faktor	l	m	u
Mesin	2,94	3,29	4,17
Manusia	5,67	6,47	7,50
Metode	3,44	4,06	4,81
Material	3,67	4,40	5,17
total	15,72	18,21	21,64

Langkah selanjutnya adalah menentukan nilai sintetis *fuzzy* dengan cara membagi nilai l, m, dan u dari setiap kriteria dengan total dari *fuzzy triangular number* dari kanan sampai ke kiri.

Berikut merupakan tabel hasil dari nilai sintetis *fuzzy*:

Tabel 4.24 Nilai Sintetis *Fuzzy*

Faktor	l	m	u
Mesin	0,1361	0,1806	0,2650
Manusia	0,2619	0,3551	0,4770
Metode	0,1592	0,2228	0,2221
Material	0,1694	0,2416	0,3286
total	0,7266	1,0000	1,2928

Setelah menentukan nilai sintetis *fuzzy*, langkah selanjutnya yang perlu dilakukan adalah membuat skala prioritas vector. Syarat yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$V(S_1 \geq S_2) = 1, \quad \text{Jika } m_2 \geq m_1$$

$$0, \quad \text{Jika } l_1 \geq u_2$$

$$\frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, \text{lainnya}$$

Berikut merupakan hasil dari skala prioritas vector:

Tabel 4.25 Skala Prioritas Vektor

Faktor	Mesin	Manusia	Metode	Material
Mesin	1	1,75	1,95	1,86
Manusia	1	1	1	1
Metode	1	0	1	3,28
Material	1	1	2	1

Setelah menentukan skala prioritas vector, selanjutnya dilanjutkan dengan langkah selanjutnya yaitu menentukan nilai ordinal dezzufikasi. Nilai dezzufikasi ditentukan dengan mencari rata-rata dari setiap kriteria.

Berikut merupakan tabel nilai ordinal dezzufikasi:

Tabel 4.26 Nilai Ordinal Dezzufikasi

Faktor	Mesin	Manusia	Metode	Material	Dezzufikasi
Mesin	1	1,75	2,1	1,86	1,67
Manusia	1	1	1	1	1
Metode	1	0	1	3,02	1,26
Material	1	1	2	1	1,25
Total					5,175

Setelah nilai ordinal dezzufikasi diketahui, selanjutnya melakukan perankingan untuk setiap kriteria berdasarkan nilai bobot vector yang didapatkan dengan cara membagi nilai dezzufikasi setiap kriteria dengan total dari nilai dezzufikasi.

Berikut ini merupakan tabel dari nilai bobot vector:

Tabel 4.27 Tabel Perankingan Kriteria

	w	RANK
Mesin	0,323	1
Manusia	0,193	4
Metode	0,243	2
Material	0,242	3
Total	1	

Langkah terakhir yang perlu dilakukan adalah menentukan konsistensi, untuk menentukan nilai konsistensi l , m , dan u setiap kriteria dihitung dengan membagikan nilai l , m , dan u dari nilai sintetis *fuzzy* dan bobot dari nilai bobot vector.

Berikut merupakan tabel konsistensi yang sudah dibuat:

Tabel 4.28 Tabel Konsistensi

N = 4						
Kriteria	l	m	u	Total		
Mesin	0,42166	0,55959	0,82124	1,80249	0,60083	2,40331
Manusia	1,3552	0,82375	2,46864	4,64759	1,5492	6,19678
Metode	0,65637	0,91857	1,35507	2,93002	0,97667	3,90669
Material	0,70151	1,00018	1,36049	3,06219	1,02073	4,08292
λ maks	4,14743					
CI	0,0491					
RI	0,9					
CR	0,0546					

Nilai CR yang didapatkan adalah 0,0546 yang mana dapat dikatakan konsisiten karna nilai $CR < 0,1$. Dapat dilihat dari tabel tersebut didapatkan bobot untuk faktor Mesin 0,323, faktor manusia 0,193, faktor metode 0,243, dan faktor material 0,242. Berdasarkan hasil penelitian maka yang akan diprioritaskan untuk dilakukan perbaikan adalah faktor mesin dengan nilai bobot tertinggi yaitu 0,323.

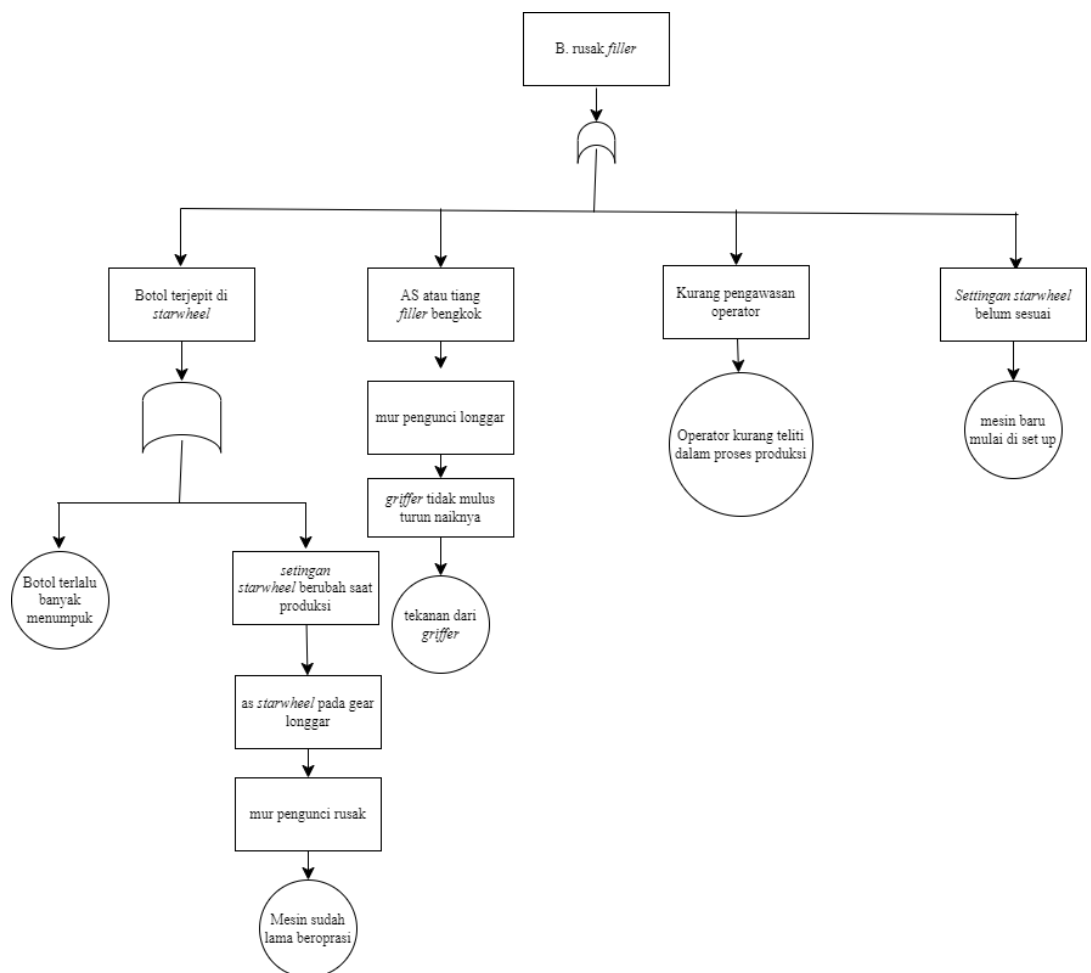
4.5 Fault Tree Analysis (FTA)

Setelah mengetahui tiga cacat teratas yang sering dialami pada PT. Narmada Awet Muda, langkah selanjutnya adalah membuat pohon kesalahan yang berfungsi untuk menjelaskan penyebab-penyebab masalah cacat yang digambarkan dalam bentuk diagram pohon.

4.5.1 Diagram FTA

B. Botol Rusak Filler

Berikut merupakan diagram FTA terkait analisis *defect* B. Rusak Filler yang dapat dilihat pada Gambar 4.7 dibawah ini:



Gambar 4.7 Diagram *Fault Tree Analysis* B. Rusak Filler

Berikut merupakan tabel penjelasan pohon kesalahan FTA pada *defect* B. Rusak Filler seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.29 dibawah ini:

Tabel 4.29 Tabel penjelasan *defect* B. Rusak Filler

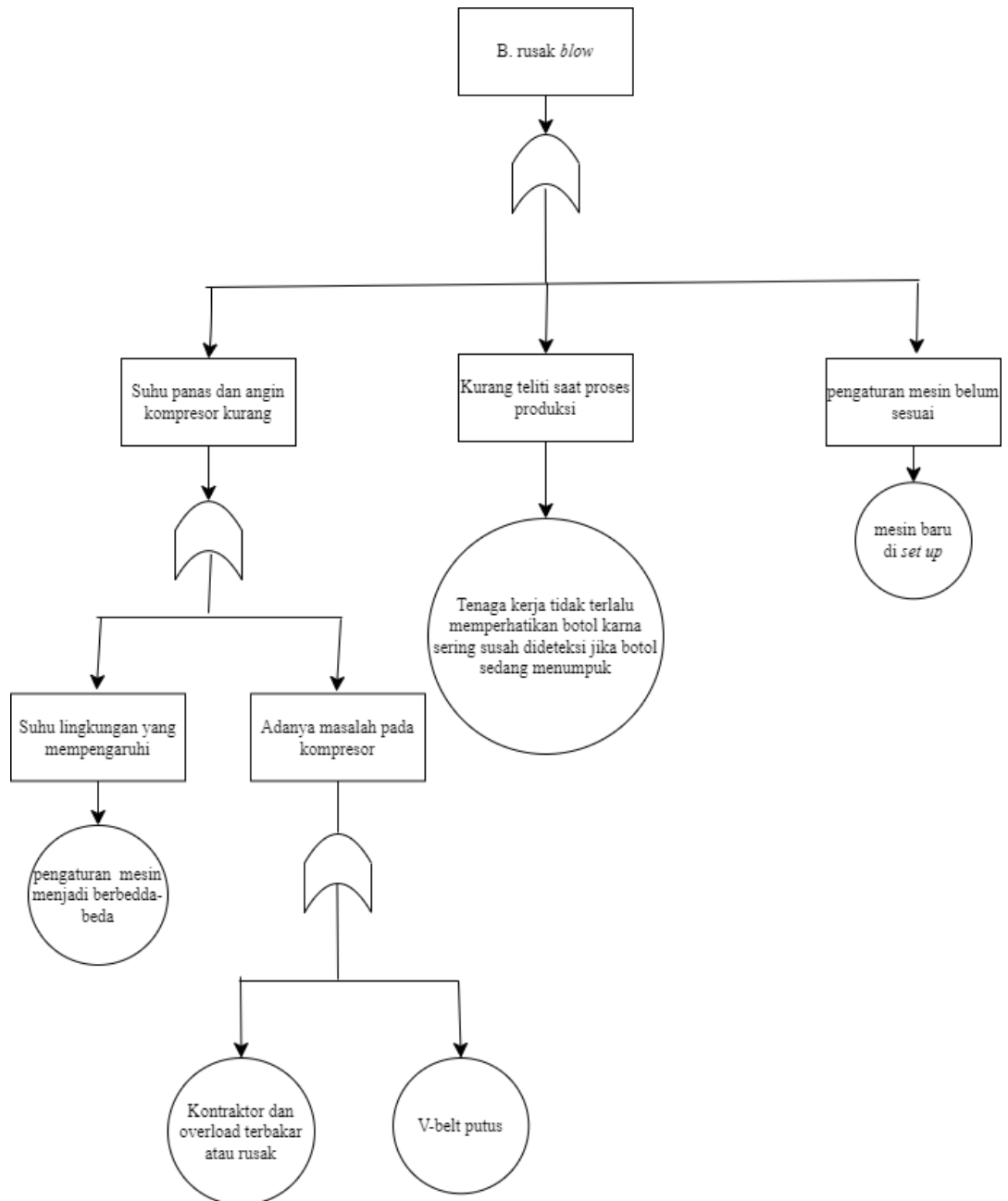
B. Rusak Filler		
Event	Penyebab	Keterangan
Botol terjepit di <i>starwheel</i>	Botol yang menumpuk terlalu banyak dan pengaturan <i>starwheel</i> yang menumpuk dan tidak	Saat proses produksi, jika

B. Rusak Filler						
Event	Penyebab			Keterangan		
	berubah	saat	proses	langsung	dilihat	oleh
	produksi			operator	maka	akan
				menyebabkan		posisi
				<i>starwheel</i>	berubah,	faktor
				lain yang	menyebabkan	hal
				ini terjadi	adalah	setingan
				mesin yang	berubah	karna
				adanya gear	yang longgar	
				sehingga	terdapat	mur
				pengunci	yang rusak	atau
				oblak		
AS atau tiang <i>filler</i> bengkok	Mur pengunci longgar dan <i>griffer</i> tidak mulus turun dan naiknya			AS atau tiang <i>filler</i> biasanya digunakan sebagai tempat turun dan naiknya <i>grifer filler</i> dan saat mur pengunci longgar otomatis <i>griffer</i> tidak mulus untuk turun dan naiknya sehingga <i>grifer</i> menekan AS atau tiang <i>filler</i> dan menyebabkannya bengkok		
Kurang operator	pengawasan	Operator kurang teliti	dalam proses produksi	Beberapa kejadian yang dilewatkan karna operator yang kurang cepat dalam memperbaiki kesalahan dapat menjadikannya sebagai <i>defect</i> , contohnya adalah saat botol terlalu menumpuk dan membuat botol terjepit di <i>starwheel</i> ,		

B. Rusak Filler			
<i>Event</i>	<i>Penyebab</i>	<i>Keterangan</i>	
		jika operator dapat dengan sigap memperbaiki permasalahan tersebut dapat meminimalisir <i>defect</i> yang ada.	
Pengaturan belum sesuai	<i>starwheel</i> Mesin baru di <i>set up</i>	Pada saat pergantian shift mesin perlu di set up ulang dan hal ini menyebabkan mesin sebelumnya belum memiliki pengaturan yang sesuai	

C. Botol Rusak *Blow*

Berikut merupakan diagram FTA terkait analisis *defect* B. Rusak *blow* yang dapat dilihat pada Gambar 4.8 dibawah ini:



Gambar 4.8 Diagram *Fault Tree Analysis* B. Rusak *Blow*

Berikut merupakan Tabel 4.30 penjelasan pohon kesalahan FTA pada *defect* B. Rusak *Filler* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.30 dibawah ini:

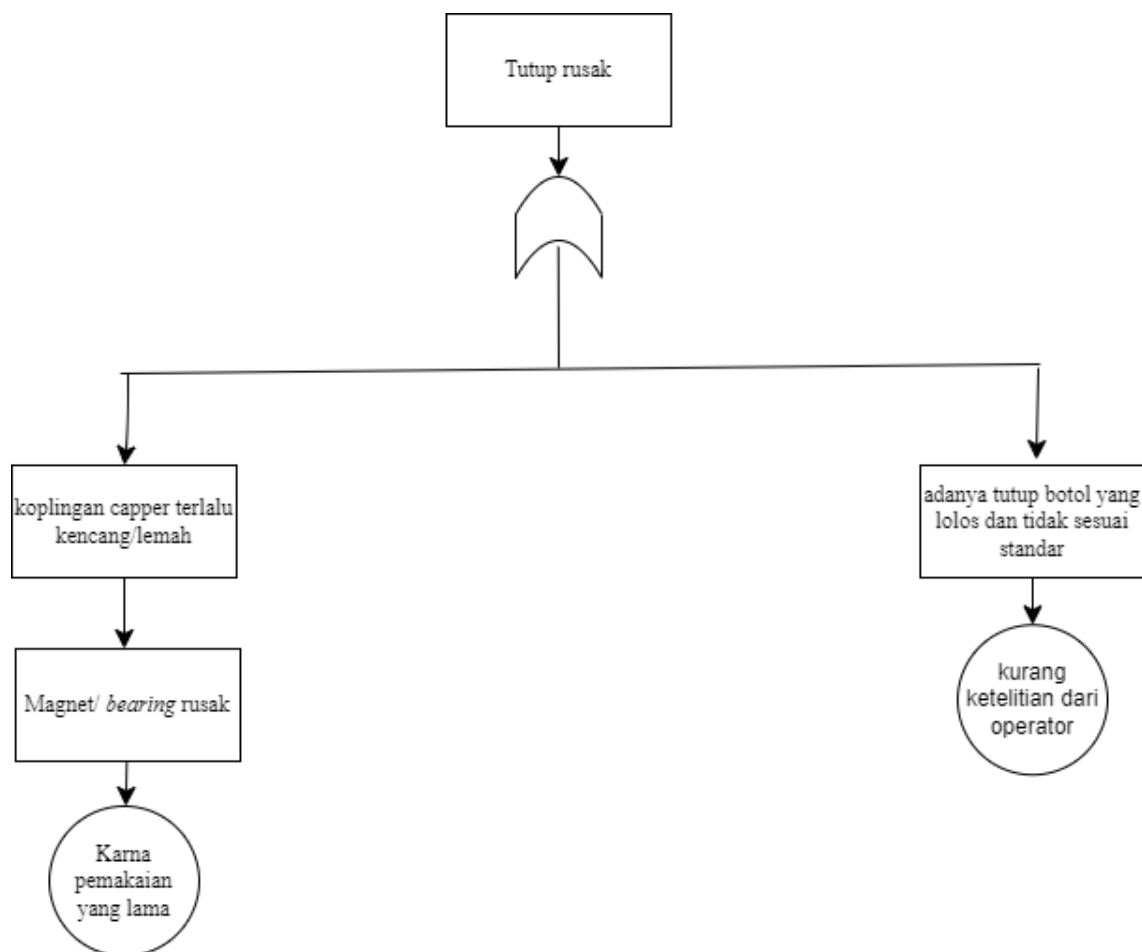
Tabel 4.30 Tabel penjelasan *defect* B. Rusak *Blow*

<i>Event</i>	B.Rusak <i>Blow</i>	
	Penyebab	Keterangan
Suhu panas dan angin kompresor kurang	Suhu lingkungan yang mempengaruhi dan adanya ,asalah pada kompresor	Perubahan suhu lingkungan mempengaruhi suhu untuk pengaturan mesin <i>blow</i> dan jika pengaturan mesin belum sesuai dapat menyebabkan suhu kurang panas. Sedangkan untuk kompresor permasalahannya adalah pada kontraktor dan overload yang terbakar atau rusak dan juga karna <i>v-belt</i> putus.
Kurang teliti saat proses produksi	Operator kurang teliti saat proses produksi dan mengalami kesulitan saat mendeteksi produk yang cacat <i>blow</i>	Pada saat produk botol selesai di <i>blow</i> dan masuk ke mesin <i>filler</i> sering terjadi lolos dalam proses penyortiran karna pada saat botol menumpuk susah untuk mendeteksi adanya produk yang gagal <i>blow</i> atau bocor.

		B.Rusak Blow	
<i>Event</i>		Penyebab	Keterangan
Pengaturan mesin belum sesuai		Mesin baru di <i>set up</i>	Pada saat pergantian shift mesin perlu di set up ulang dan hal ini menyebabkan mesin sebelumnya belum memiliki pengaturan yang sesuai

D. Tutup Rusak

Berikut merupakan diagram FTA terkait analisis *defect* Tutup Rusak yang dapat dilihat pada Gambar 4.9 dibawah ini:



Gambar 4.9 Diagram *Fault Tree Analysis* Tutup Rusak

Berikut merupakan tabel penjelasan pohon kesalahan FTA pada *defect* B. Rusak *Filler* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.31 dibawah ini:

Tabel 4.31 Tabel penjelasan *defect* Tutup Rusak

Tutup Rusak		
<i>Event</i>	<i>Penyebab</i>	<i>Keterangan</i>
Koplingan <i>capper</i> terlalu kencang atau lemah	Magnet atau <i>bearing</i> rusak	Jika magnet atau <i>baering</i> rusak otomatis koplingan <i>capper</i> berubah karna pemakaian yang cukup lama sehingga magnet dapat menjadi pecah
Adanya tutup botol yang lolos dan tidak sesuai standar	Kurang ketelitian dari operator	Pada saat penyortiran tidak semua material pastinya masuk ke QC dan adanya material yang tidak sesuai standar masuk ke dalam proses produksi menyebabkan adanya <i>defect</i> tutup rusak

BAB V

PEMBAHASAN

Bab sebelumnya membahas analisis perhitungan dan pengolahan data. Bab ini akan menjelaskan angka yang diperoleh dan hasil yang dihasilkan berdasarkan metode yang dipilih dalam penelitian ini. Hasil analisis akan menjadi dasar untuk langkah-langkah yang akan diambil. Berikut adalah pembahasan tentang perhitungan dan pengolahan data yang telah dilakukan:

5.1 Analisis Pengendalian Kualitas Pada Proses Produksi Air Minum Dalam Kemasan Produk Botol

Penelitian ini menyelesaikan permasalahan terkait peningkatan kualitas pada proses produksi air minum dalam kemasan (AMDK) produk botol. Permasalahan yang sering terjadi adalah tingginya *defect* produk sehingga perusahaan mengalami beberapa kerugian terkait produktivitas, efisiensi dan juga dalam hal biaya.

Salah satu faktor penting yang mendukung bisnis adalah produktivitas. Hal ini dikarenakan produktivitas berfungsi sebagai indikator yang digunakan untuk menilai kinerja bisnis dan sebagai dasar untuk meningkatkan kinerja. Kemampuan sumber daya manusia untuk mencapai target produksi perusahaan sangat terkait dengan produktivitas. Namun, tingginya jumlah produk yang mengalami kegagalan atau cacat merupakan salah satu kendala yang sering dihadapi perusahaan dalam mencapai target produktivitas. Untuk mengatasi hal ini, perusahaan perlu melakukan pengendalian kualitas yang efektif untuk mengidentifikasi penyebab utama kegagalan produk dan melakukan perbaikan. Oleh karena itu, untuk mencapai pengendalian kualitas yang baik perlu dilakukan identifikasi dari penyebab yang menimbulkan *defect* terjadi. Metode PDCA, *Fuzzy AHP* dan FTA digunakan dalam penelitian ini sebagai upaya untuk implementasi permasalahan yang telah diidentifikasi.

5.2 Analisis Defect Produk Botol Menggunakan Metode PDCA

A. Analisis *Plan*

Plan merupakan langkah awal yang dilakukan pada metode PDCA untuk menganalisis penyebab utama permasalahan dalam produksi. Pada penelitian ini digunakan bantuan dari

seven tools dalam menganalisis penyebab utama dari permasalahan yang ditemukan. Alat pertama yang digunakan adalah *Checksheets*. *Checksheets* merupakan lembar pengamatan yang bertujuan untuk memberikan informasi mengenai cacat produk. Hasil yang didapatkan dari *Checksheets* tersebut adalah dalam 10 bulan ditemukan 134.669 total cacat dari 24.344.183 total jumlah produksi. Untuk cacat tertinggi dihasilkan dari cacat B. Rusak *Blow*, selanjutnya Tutup Rusak, B. Rusak *Filler*, Tanpa Tutup dan terakhir Isi Kurang. Jika melihat rata-rata presentase cacat produk tiap bulan mencapai 0.50% .

Pada diagram *pareto* ditampilkan data presentase dan presentase kumulatif untuk skala prioritas *defect*, dalam table 4.2 dapat dilihat bahwa presentase cacat tertinggi adalah pada B. Rusak *Blow*, Tutup Rusak dan B. Rusak *Filler*. Sehingga untuk penelitian kali ini berfokus pada tiga permasalahan yang memiliki frekuensi kejadian paling sering terjadi. Pada diagram sebab akibat faktor yang menyebabkan terjadinya *defect* pada B. Rusak *Filler* adalah dari mesin, manusia, dan metode. Faktor mesin yang menyebabkan adanya permasalahan tersebut adalah karena adanya botol yang terjepit di *starwheel*, dimana saat pengaturan *starwheel* yang berubah saat proses produksi atau karna banyaknya botol yang menumpuk sehingga membuat macet pada *starwheel*. Permasalahan lainnya adalah AS atau tiang *filler* bengkok karna AS atau tiang *filler* terhubung antara satu dengan yang lain dengan menggunakan plat *stainless* yang disatukan dengan mur pengunci, AS atau tiang *filler* merupakan tempat turun naiknya *griffer filler*, sehingga jika mur pengunci longgar maka *griffer filler* ini akan mengalami kemacetan saat turun dan naiknya sehingga dapat menyebabkan adanya tekanan menyebabkan tiang *filler* menjadi bengkok.

Pada faktor manusia terjadi karna operator yang kurang teliti saat proses produksi berlangsung, sedangkan pada faktor metode terjadi karna pengaturan *starwheel* saat baru di *set up* masih belum sesuai. Pada *defect* B. Rusak *Blow* faktor-faktor yang menyebabkan permasalahan tersebut terjadi adalah karna adanya permasalahan dari mesin, manusia dan juga metode. Pada mesin didapatkan permasalahan suhu panas dan angin kompresor mesin yang kurang, hal ini tentunya dapat terjadi oleh beberapa penyebab. Penyebab yang sering terjadi adalah karna suhu luar yang mempengaruhi sehingga pengaturan mesin di setiap *shift* berbeda-beda dan harus menyesuaikan dengan suhu luar. Untuk permasalahan angin kompresor yang kurang dapat terjadi karna kompresor mengalami masalah seperti *v-belt* putus atau terjadi biasanya karna kontraktor dan overload terbakar atau rusak. Pada

permasalahan tutup rusak, dua faktor yang menjadi penyebab utama permasalahan ini dapat terjadi ialah dikarenakan faktor mesin dan material. Pada faktor mesin, permasalahan yang sering didapatkan dikarenakan *komplingan capper* terlalu kencang atau lemah. Hal ini terjadi karna *kopling capper* dipengaruhi oleh magnet dan *bearing* yang ada di dalam *capper*. Jika magnet rusak atau *bearing* rusak otomatis *kopling* akan berubah, dan dapat menjadikan terlalu kencang atau terlalu lemah. Faktor lainnya adalah karna material dari tutup botol yang tidak sesuai standar masuk ke proses produksi, sehingga saat proses produksi berlangsung hal ini mempengaruhi berjalannya produksi karna adanya ketidaksesuaian dari material itu sendiri.

B. Analisis *Do*

Pada tahap *do* dilakukan analisis menggunakan 5W+1H untuk melakukan tindakan perbaikan dalam mengatasi permasalahan yang ada. Langkah-langkah perbaikan ini dibuat berdasarkan analisis menggunakan diagram sebab akibat. *Defect* yang menjadi fokus utama adalah B. Rusak *Filler*, B. Rusak *Blow* dan Tutup Rusak. Berikut merupakan usulan perbaikan yang akan dilakukan:

1. Melakukan pengecekan mesin secara berkala ketika mesin sedang beroperasi agar selalu tetap pada ketentuan yang normal.
2. Meningkatkan ketelitian operator saat proses produksi berlangsung
3. Menyesuaikan pengaturan mesin dengan SOP yang sudah diberikan
4. Mengusulkan pada pihak QC untuk semakin memperketat penyortiran material untuk tutup botol yang digunakan. Misalnya ditambahkan jumlah sampel yang akan di inspeksi.

Setelah rencana perbaikan ini disusun, langkah selanjutnya adalah dengan menghitung nilai RPN dari setiap faktor untuk mengetahui permasalahan mana yang harus dijadikan fokus utama dalam menyelesaikan permasalahan tersebut.

C. Analisis *Check*

Pada tahap *check* dilakukan analisis lanjutan perbaikan dari akar masalah yang telah diidentifikasi sebelumnya. Pada tahap ini dilakukan dengan bantuan metode FMEA untuk mendapatkan nilai RPN yang mana nilai RPN ini dapat membantu dalam menentukan prioritas permasalahan yang harus dijadikan fokus utama. Semakin tinggi nilai RPN yang ada, semakin besar resiko yang ditimbulkan dan dampak masalah tersebut terhadap kualitas proses produksi. Kuesioner RPN dilakukan oleh tiga responden yang ahli dalam

bidang masing-masing yang mengisi kuesioner secara bersamaan dan menjadi satu kesepakatan bersama untuk nilai yang diisi dalam kuesioner. Dari hasil perhitungan RPN yang telah dilakukan didapatkan nilai RPN tertinggi adalah dari jenis cacat B. Rusak *Blow* yang mana penyebabnya adalah karena kurangnya ketelitian operator data proses produksi. Untuk usulan perbaikan yang digunakan adalah dengan memberi upaya pengawasan yang lebih teliti oleh operator sehingga tidak akan ada lagi *reject* yang lolos data penyortiran. Pada posisi kedua, jenis cacat B. Rusak *Filler* mendapat nilai RPN 80 dimana ini merupakan nilai tertinggi kedua. Penyebab kecacatan dari B. Rusak *Filler* adalah karena botol yang terjepit di *starwheel*. Usulan perbaikan yang digunakan adalah dengan melakukan pengecekan mesin secara berkala ketika mesin sedang beroperasi untuk memastikan pengaturan mesin tetap sesuai dengan SOP. Pada urutan ketiga didapatkan nilai RPN 75 dengan jenis cacat B. Rusak *Blow* dengan penyebab cacat dari mesin, yaitu suhu panas dan angin kompresor yang kurang. Usulan perbaikan yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan pengecekan mesin secara berkala ketika mesin sedang beroperasi. Setelah membuat table usulan perbaikan dengan melihat nilai RPN tertinggi untuk dijadikan fokus utama dalam perbaikan dapat memudahkan perusahaan untuk mengetahui permasalahan apa yang memberikan dampak yang signifikan terhadap perusahaan.

D. Analisis Action

Tahap *action* merupakan tahap terakhir dari metode PDCA, tahap ini bertujuan untuk mengontrol standarisasi proses agar dapat bekerja sesuai dengan tujuan awal. Sehingga diperlukan beberapa tindakan pengendalian sebagai berikut:

1. Memberikan pembaruan lembar *checksheet* untuk pengontrolan mesin secara berkala agar informasi yang didapatkan lebih lengkap. Pada lembar laporan *downtime* mesin ini ditambahkan informasi waktu dimulai dan waktu selesai agar dapat menjadi informasi tambahan untuk analisis yang dilakukan. Selain itu, alasan terjadinya *downtime* juga ditambahkan untuk memudahkan dalam mengetahui apa yang harus dilakukan. Sehingga ditambahkan juga kolom tindakan apa saja yang telah dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan yang telah terjadi. Yang terakhir adalah dengan melakukan penambahan kolom status akhir untuk mengetahui apakah setelah dilakukan perbaikan mesin berjalan normal atau masih memerlukan tinjauan lebih lanjut.

2. Memberikan pelatihan tambahan kepada operator di bagian produksi untuk memastikan semua operator memahami prosedur operasi standar (SOP) dan pentingnya ketelitian dalam proses produksi serta pelatihan mengenai Teknik inspeksi kualitas. Dimana sebelumnya operator diberikan pelatihan satu kali dalam sebulan mengenai kinerja operator. Hal ini dapat menjadi pertimbangan perusahaan dalam perbaikan kualitas. Kualitas sumber daya manusia yang ditingkatkan melalui pelatihan berkelanjutan dapat secara signifikan menurunkan tingkat cacat produk. Studi menunjukkan bahwa kesalahan manusia dapat dikurangi dengan pelatihan dan peningkatan keterampilan operator (Saadon, 2023). Menurut penelitian (Awoitau et al., 2024) menunjukkan bahwa motivasi, pelatihan, dan kompensasi secara signifikan mempengaruhi kinerja karyawan secara individual dan kolektif. Analisis ini menunjukkan bahwa komponen-komponen ini sangat penting untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas karyawan.

Pada penelitian mengenai pengendalian kualitas ini dapat ditambahkan dengan berbagai metode mengenai tenaga kerja melihat banyak faktor yang menyebabkan *defect* terjadi dikarenakan faktor manusia juga, mungkin untuk peneliti selanjutnya dapat menggunakan metode tersebut untuk mendapatkan Solusi yang sesuai dan usulan perbaikan yang lebih efektif.

5.3 Analisis Fuzzy AHP

Fuzzy AHP digunakan untuk memberikan pembobotan mengenai faktor yang memiliki peringkat tertinggi untuk dijadikan fokus utama dalam melakukan perbaikan pada proses produksi botol. Kuesioner yang diberikan kepada tiga *expert* yang ahli dalam bidang masing-masing, dan diisi berdasarkan pendapat masing-masing dari tiap *expert*. Dari perhitungan yang telah dilakukan, menghasilkan nilai CR (*consistency ratio*) 0,0546 yang mana dapat dikatakan konsisten karna kurang dari 0,1. Pencarian nilai konsistensi ini dilakukan untuk memvalidasi keputusan bahwa keputusan yang dibuat melalui proses perbandingan berpasangan adalah logis dan dapat dipercaya. Jika hasil dari perbandingan tersebut tidak konsisten, keputusan yang diambil dari analisis tersebut mungkin tidak akurat. Sedangkan untuk faktor permasalahan yang menjadi fokus utama dalam perbaikan adalah faktor mesin dengan nilai bobot tertinggi yaitu 0,323. Menurut penelitian (Rane & Choudhary, 2023), metode Fuzzy AHP dan Fuzzy TOPSIS

merupakan alat yang berguna bagi pengambil keputusan untuk mengubah penilaian subyektif menjadi nilai numerik. Metode ini dapat membantu dalam memperjelas preferensi mereka, mengurangi ambiguitas, dan membuat keputusan yang lebih tepat.

5.4 Analisis FTA

FTA berfungsi untuk menjelaskan penyebab-penyebab cacat sampai ke akar permasalahannya yang digambarkan dalam bentuk pohon. Terdapat beberapa permasalahan yang terjadi dari setiap *defect* yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini. Pada jenis cacat B. Rusak *Filler* terjadi empat permasalahan yang sering terjadi berdasarkan diagram sebab akibat sudah dibuat sebelumnya. Berikut merupakan permasalahan yang sering terjadi pada *defect* B. Rusak *Filler*:

1. Botol terjepit di *starwheel*

Penyebab terjadinya permasalahan ini ialah dikarenakan banyaknya botol yang menumpuk sehingga dapat menyebabkan *starwheel* macet, faktor lain yang dapat menyebabkan permasalahan ini terjadi juga dikarenakan pengaturan *starwheel* yang berubah saat proses produksi berlangsung, hal ini diakibatkan oleh mur pengunci yang longgar karna sudah terlalu lama beroperasi.

2. AS atau tiang *filler* bengkok

Permasalahan ini dapat terjadi dikarenakan mur pengunci longgar dan membuat *griffer filler* tidak mulus turun dan naiknya sehingga mengakibatkan adanya tekanan dari *griffer* yang dapat membuat AS atau tiang *filler* bengkok.

3. Kurang pengawasan operator

Permasalahan ini biasanya terjadi karna operator yang kurang teliti saat adanya botol yang menumpuk atau botol yang terjepit di *starwheel* tidak cepat untuk memperbaikinya.

4. Pengaturan *starwheel* belum sesuai\

Saat pergantian *shift* biasanya dilakukan *set up* mesin, karna hal inilah terkadang pengaturan mesin belum sesuai.

Selain dari jenis cacat B. Rusak *Filler* pada jenis cacat B. Rusak *blow* juga terdapat tiga penyebab yang sering terjadi dan mengakibatkan adanya *defect* produk. Berikut merupakan penyebab terjadinya *defect* produk yang ada pada jenis cacat B. Rusak *Blow*:

1. Suhu panas dan angin kompresor kurang

Penyebab ini dapat terjadi karna suhu luar mempengaruhi suhu mesin sehingga operator setiap *shift* perlu memperhatikan pengaturan mesin yang berbeda-beda tergantung dengan suhu ruangan. Untuk problem angin kompresor yang kurang biasanya terjadi dikarenakan adanya permasalahan pada kompresor entah itu karna kontraktor dan overload terbakar atau rusak dan karna *v-belt* putus.

2. Kurang teliti saat proses produksi

Hal ini disebabkan karna operator tidak terlalu memperhatikan botol karna sering kesusahan dalam mendeteksi botol yang cacat tidak secara visual saat botol sedang menumpuk.

3. Pengaturan mesin belum sesuai

Penyebab dari permasalahan ini biasanya karna mesin baru saja di *set up*.

Selain dari jenis cacat B. Rusak *Filler* dan B. Rusak *blow*, pada jenis cacat Tutup Rusak juga terdapat dua penyebab yang sering terjadi dan mengakibatkan adanya *defect* produk. Berikut merupakan penyebab terjadinya *defect* produk yang ada pada jenis cacat Tutup Rusak:

1. *Kopling capper* terlalu kencang atau lemah

Penyebab dari permasalahan tersebut dikarenakan magnet atau *bearing* yang digunakan rusak karna pemakaian yang lama

2. Adanya tutup botol yang lolos dan tidak sesuai standar

Hal ini disebabkan karena kurangnya ketelitian dari operator pada saat proses produksi

BAB VI

PENUTUP

5.5 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik Kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya. Berikut merupakan Kesimpulan yang didapatkan:

1. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan dengan melakukan tahapan dari siklus PDCA yaitu *plan* dalam menganalisis penyebab utama dari *defect* yang ditemukan, dan dilakukan dengan membuat checksheet dan diagram *pareto* yang mana menghasilkan tiga *defect* teratas yang perlu dijadikan fokus utama dalam penelitian, yaitu jenis cacat B. Rusak *Filler*, B. Rusak *Blow* dan Tutup Rusak. Selanjutnya pada diagram *fishbone*, diidentifikasi faktor apa saja yang dapat menimbulkan adanya permasalahan yang mana berasal dari faktor mesin, manusia, metode, dan material. Langkah selanjutnya dilakukan tahap *do* (pemeriksaan) dimana dilakukan identifikasi menggunakan 5W+1H untuk mendapat usulan perbaikan dari *defect* yang terjadi. Setelah itu, dilakukan tahap *check* (pemeriksaan) untuk menganalisis lanjutan dari tahap *do* sebelumnya, pada tahap *check* dilakukan perhitungan RPN untuk menentukan fokus utama yang harus diperbaiki dari semua permasalahan yang telah ditemukan. Hasilnya adalah pada jenis cacat B. Rusak *Blow* didapatkan nilai RPN 125 yang mana merupakan nilai RPN tertinggi dengan penyebab cacat yaitu kurangnya ketelitian operator saat proses produksi. Selanjutnya dilanjutkan dengan tahap *action* (tindakan), dimana pada tahap *action* ini diberikan beberapa tindakan pengendalian seperti pembuatan pembaruan lembar pengontrolan mesin secara berkala untuk mengetahui kondisi mesin dari awal proses produksi dan diberikan saran tindakan untuk menambah pelatihan tambahan kepada operator produksi terkait SOP dan ketelitian saat bekerja serta terkait teknik inspeksi kualitas.
2. Berdasarkan hasil analisis dari metode PDCA didapatkan beberapa solusi dalam mengurangi cacat produk pada proses produksi diantaranya dapat dilakukan dengan meningkatkan pengawasan secara berkala terhadap mesin dan operator

pada saat proses produksi berlangsung, serta mengisi lembar pengontrolan mesin secara berkala setiap 1 jam sekali untuk mengetahui kondisi mesin dari awal proses produksi. Selain itu, usulan perbaikan yang dapat dilakukan adalah dengan memberikan tambahan pelatihan kepada operator produksi yang berkaitan dengan SOP dan ketelitian saat bekerja serta terkait teknik inspeksi kualitas.

3. Dengan menggunakan metode Fuzzy AHP dan FTA (*Fault Tree Analysis*), didapatkan bahwa pada faktor material dengan bobot 0.548 perlu mendapat perbaikan segera dikarenakan memiliki bobot paling tinggi untuk faktor yang menjadi fokus utama dalam perbaikan dengan nilai CR -4,049 yang mana dapat dikatakan konsisten karena kurang dari 0,1. Sedangkan pada FTA diberikan penjelasan dari identifikasi masalah yang terjadi sampai ke akar permasalahan sehingga dapat memudahkan pihak perusahaan dalam menentukan langkah-langkah selanjutnya dalam menjalankan perbaikan.

5.6 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, masih banyak kekurangan baik pada tahap pengambilan data, pengolahan data, dan perbaikan yang telah dilakukan maupun pada penulisan pada isi penelitian. Berikut merupakan saran yang dapat diberikan sebagai masukan yang lebih baik lagi untuk kedepannya :

1. Bagi PT. Narmada Awet Muda
 - a. Perusahaan disarankan untuk menggunakan saran perbaikan yang telah dianalisis. Hal ini dapat dilakukan dengan melakukan evaluasi berkala terhadap saran perbaikan yang telah dilakukan serta melakukan inovasi berkelanjutan untuk meningkatkan kualitas produk.
 - b. Perusahaan disarankan secara aktif memantau lembar-lembar SOP yang sebelumnya sudah diberikan untuk diisi oleh operator, apakah sudah diisi atau belum guna mempermudah dalam memberikan analisis jika terjadi permasalahan.
2. Bagi Peneliti Selanjutnya
 - a. Peneliti selanjutnya diharapkan untuk memperluas cakupan analisis dengan metode yang beragam untuk menyelesaikan permasalahan agar dapat memberikan solusi yang lebih tepat sasaran dan dapat membantu memecahkan masalah lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Anastasya, A., & Yuamita, F. (2022). Pengendalian Kualitas Pada Produksi Air Minum Dalam Kemasan Botol 330 ml Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA) di PDAM Tirta Sembada. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, 1(I), 15–21. <https://doi.org/10.55826/tmit.v1i1.4>
- Arredondo-Soto, K. C., Blanco-Fernández, J., Miranda-Ackerman, M. A., Solís-Quinteros, M. M., Realyvásquez-Vargas, A., & García-Alcaraz, J. L. (2021). A Plan-Do-Check-Act Based Process Improvement Intervention for Quality Improvement. *IEEE Access*, 9, 132779–132790. IEEE Access. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3112948>
- Awoitau, R., Noch, M., & Khotimah, K. (2024). The Influence of Motivation, Training and Compensation on Employee Performance. *Advances in Human Resource Management Research*, 2, 153–165. <https://doi.org/10.60079/ahrmr.v2i3.376>
- Besterfield, D. H. (Ed.). (1995). *Total quality management*. Prentice Hall.
- Brian Sal, Diego García-Saiz, Alfonso de la Vega, & Pablo Sánchez. (2024, September). *Domain-specific languages for the automated generation of datasets for industry 4.0 applications—ScienceDirect*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452414X24001018>
- Cahya, C., Ahmad, & Kosasih, W. (2022). ANALISIS PEMILIHAN SUPPLIER KAIN PADA DISTRIBUTION CENTER DENGAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (FAHP) DAN TOPSIS. *Jurnal Mitra Teknik Industri*, 1(3), Article 3. <https://doi.org/10.24912/jmti.v1i3.23499>
- Chandrasari, S. H., & Syahrullah, Y. (2022). Penerapan Statistical Process Control (SPC) dan Fault Tree Analysis (FTA) dalam Pengendalian Kualitas Plywood untuk Mengurangi Defect pada Pabrik Kayu di Purbalingga. *Jurnal Media Teknik Dan Sistem Industri*, 6(2), Article 2. <https://doi.org/10.35194/jmtsi.v6i2.1884>
- Dr. Antonius Alijoyo, Bobby Wijaya, M.M., ERMCP QRMP, & Intan Jacob, M.M., QRMP. (n.d.). *Failure Mode Effect Analysis 31 TEKNIK PENILAIAN RISIKO BERBASIS ISO 31010 Analisis Modus Kegagalan dan Dampak*. CRMS Indonesia.
- Erdhianto, Y. (2021). QUALITY CONTROL ANALYSIS TO REDUCE THE NUMBER OF DEFECTS IN THE PACKAGING OF PG KREMBOONG SUGAR PRODUCTS USING SEVEN TOOLS METHOD. *Tibuana*, 4(01), Article 01. <https://doi.org/10.36456/tibuana.4.01.3174.28-35>
- Eris Kusnad. (2011, October 8). *Check Sheet dan Fungsinya dalam Pengendalian Kualitas*. <https://eriskusnadi.com/2011/10/08/check-sheet-dan-fungsinya-dalam-pengendalian-kualitas/>
- Fatah, A., & Al-Faritsy, A. Z. (2021). Peningkatan dan Pengendalian Kualitas Produk dengan Menggunakan Metode PDCA (Studi Kasus pada PT. X). *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.37631/jri.v3i1.288>
- Fitriyawan, V. S., Suharsono, A., & Haryono, H. (2019). Pengendalian Kualitas Produk Air Minum Dalam Kemasan A3 Fresh O2 di CV. Karunia Jaya Menggunakan Diagram Kendali Improved Generalized Variance dan T2 Hotelling. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 7(2), Article 2. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.33153>

- Galih Eka Primint. (2012, May 7). *Metode Fault Tree Analysis*. <https://galihekapriminta.blogspot.com/2012/05/metode-fault-tree-analysis.html>
- Ginting, R., & Fattah, M. G. (2020). Production quality control with new seven tools for defect minimization on PT. Dirgantara Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 452(1), 012082. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/452/1/012082>
- Guadalupe, G. A., García, L., Quispe-Sánchez, L., & Doménech, E. (2024). The fault tree analysis (FTA) to support management decisions on pesticide control in the reception of peruvian parchment coffee. *Food Control*, 166, 110729. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2024.110729>
- Hamdani, D. (2020). Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode Seven Tools Pada PT X. *Jurnal Ekonomi, Manajemen Dan Perbankan (Journal of Economics, Management and Banking)*, 6(3), Article 3. <https://doi.org/10.35384/jemp.v6i3.237>
- Harahap, A. R., Simbolon, N. H. M., Agata, R. A., & Sunarsih, S. (2022). Metode Fuzzy AHP (Analytical Hierarchy Process) untuk Pemilihan Metode Pembelajaran Demi Menunjang Pembelajaran Matematika. *Jurnal Sains Dan Edukasi Sains*, 5(1), Article 1. <https://doi.org/10.24246/juses.v5i1p9-17>
- Hii, D., Muhammad, N., & Muhammad, N. (2024). Synergizing FMEA and PDCA for superior risk management and process improvement in the semiconductor industry: A case study. *International Journal of Production Management and Engineering*, 12, 180–194. <https://doi.org/10.4995/ijpme.2024.21469>
- Irfanto, R. (2022). THE ANALYSIS CAUSE OF CASTING REPAIR WORK WITH PARETO CHART IN PROJECT X. *Jurnal Teknik Sipil*, 18(1), Article 1. <https://doi.org/10.28932/jts.v18i1.4485>
- Julianto, V. (2020). Analisis Sistem Pendukung Keputusan Evaluasi Kualitas Mengajar Dosen Menggunakan Metode Fuzzy AHP dan SAW. *Jurnal Sains Dan Informatika*, 6(1), 10–19. <https://doi.org/10.34128/jsi.v6i1.208>
- Kusumawardani, S., & Larasati, A. (2020). ANALISIS KONSUMSI AIR PUTIH TERHADAP KONSENTRASI. *Holistika: Jurnal Ilmiah PGSD*, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.24853/holistika.4.2.91-95>
- Mahardhika, W., & Purwanggono, B. (2014). PENGEMBANGAN PENILAIAN KINERJA KEPALA BAGIAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY AHP DAN RATING SCALE (Studi Kasus di PT Nyonya Meneer). *Industrial Engineering Online Journal*. <https://www.semanticscholar.org/paper/PENGEMBANGAN-PENILAIAN-KINERJA-KEPALA-BAGIAN-DENGAN-Mahardhika-Purwanggono/63a13921b7530b30d5c098d5b28eb87fd16774a9>
- Ma'mun, M. S., Wiyatno, T. N., & Khofiyah, N. A. (2024). ANALISIS PENGENDALIAN FACE UNCUT DALAM MENINGKATKAN KUALITAS DI ENGINE VALVE MENGGUNAKAN METODE PDCA. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran (JRPP)*, 7(1), 2181–2181. <https://doi.org/10.31004/jrpp.v7i1.24934>
- Montgomery, D. C. (2013). *Introduction to Statistical Quality Control* (Seventh Edition). John Wiley & Sons, Inc. www.wiley.com/go/permissions.
- Mulyana, I. J., Hartoyo, S. S., & Sianto, M. E. (2022). Defect Analysis of Printing Process in Offset Printing Industry by Using Failure Mode Effect Analysis (FMEA) and Fault Tree Analysis (FTA). *Journal of Integrated System*, 5(2), Article 2. <https://doi.org/10.28932/jis.v5i2.5241>

- Nsafon, B. E. K., Butu, H. M., Owolabi, A. B., Roh, J. W., Suh, D., & Huh, J.-S. (2020). Integrating multi-criteria analysis with PDCA cycle for sustainable energy planning in Africa: Application to hybrid mini-grid system in Cameroon. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 37, 100628. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2020.100628>
- Nugraha, E., & Mulyani Sari, R. (2019). Analisis Defect dengan Metode Fault Tree Analysis dan Failure Mode Effect Analysis. *Organum: Jurnal Saintifik Manajemen Dan Akuntansi*, 2, 62–72. <https://doi.org/10.35138/organum.v2i2.58>
- Nursyamsi, I., & Momon, A. (2022). Analisa Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Seven Tools untuk Meminimalkan Return Konsumen di PT. XYZ. *Jurnal Serambi Engineering*, 7(1), Article 1. <https://mail.ojs.serambimekkah.ac.id/jse/article/view/2701-2708>
- Pramudya, D. I., Khamaludin, K., & Maftukhah, S. (2023). Penerapan Pengendalian Kualitas Felt Antivibration dengan Metode PDCA dan FMEA Di PT. Dharmalindo Eka Persada. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.33592/jimtek.v3i1.3791>
- Quang Hung Do, Van Trang Tran, & The Tuan Tran. (2024, June 15). *Evaluating lecturer performance in Vietnam: An application of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods—ScienceDirect*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024068038>
- Rahmawati, D., & Nawangpalupi, C. B. (2022). SIMULASI LEAN DAN SIKLUS PDCA UNTUK KARTU IDENTITAS ANAK DI DISDUKCAPIL GARUT. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 17(1), 52–61.
- Rane, N., & Choudhary, S. (2023). Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS as an effective and powerful Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) method for subjective judgements in selection process. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 5, 3786–3799. <https://doi.org/10.56726/IRJMETS36629>
- Raodah, Astutik, W., Aris, A. A., & Bahri, S. (2020). Quality Improvement Using PDCA Methodology in the Beverage Industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 885(1), 012068. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/885/1/012068>
- Ridwan, W., Widiastuti, R., & Nurhayati, E. (2023). Analisis Pengendalian Kualitas Bibit Sawit Dengan Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Metode Failutre Mode Effect Analysis (FMEA) di PT. Kapuas Sawit Sejahtera. *Reslaj : Religion Education Social Laa Roiba Journal*, 5(6), 3730–3738. <https://doi.org/10.47467/reslaj.v5i6.2741>
- Rucitra, A. L., & Amna, A. U. F. (2021). Integration of Statistical Quality Control (SQC) and Fault Tree Analysis (FTA) in the quality control of resina colophonium production in Company X. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 924(1), 012062. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/924/1/012062>
- Saadon, M. (2023). THE IMPACT OF QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS ON THE ORGANIZATION PERFORMANCE OF MANUFACTURING FIRMS. *Russian Law Journal*, 11. <https://doi.org/10.52783/rlj.v11i4s.854>
- Sari, D. K., Hetharia, D., Saraswati, D., & Marizka, R. (2019). Design of Flat Shoes Quality Control System using PDCA (Case Study at PT DAT). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 528(1), 012073. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/528/1/012073>

- Shiyamy, A. F., Rohmat, S., & Sopian, A. (2021, Oktober). *ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK DENGAN STATISTICAL PROCESS CONTROL*. Jurnal Ilmiah Manajemen. https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:Ebg8G_Ss6isJ:scholar.google.com/+definisi+pengendalian+kualitas&hl=en&as_sdt=0,5
- Simsek, T., Uysal, M. S., Cebeci, U., & Karakaya, F. (2021). Selecting Image Processing Supplier for Quality Control AI Software in Metal Cathodic Painting Firm by Using Fuzzy AHP and Fuzzy Topsis. *The Eurasia Proceedings of Science Technology Engineering and Mathematics*, 12, 45–55. <https://doi.org/10.55549/epstem.1038363>
- Supardi, S., & Dharmanto, A. (2020). ANALISIS STATISTICAL QUALITY CONTROL PADA PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK KULINER AYAM GEPREK DI BFC KOTA BEKASI. *JIMFE (Jurnal Ilmiah Manajemen Fakultas Ekonomi)*, 6(2), Inpress. <https://doi.org/10.34203/jimfe.v6i2.2622>
- Tatoro, T., & Rahmawati, P. (2024). IMPLEMENTASI PENGENDALIAN KUALITAS PADA CHEMICAL INDUSTRY MENGGUNAKAN METODE PDCA DAN QC SEVEN TOOLS. *Jurnal Inkofar*, 7(2), Article 2. <https://doi.org/10.46846/jurnalinkofar.v7i2.311>
- Utami, E. W., & Widiasih, W. (2021, July 26). *PENGENDALIAN KUALITAS DALAM UPAYA MENURUNKAN CACAT PRODUK DENGAN METODE PDCA DI PT. XYZ*. Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC 2021. https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:92ku80pP130J:scholar.google.com/+pengendalian+kualitas+menggunakan+PDCA&hl=en&as_sdt=0,5&as_ylo=2020
- Walujo, D. A., Koesdijati, T., & Utomo, Y. (2020). *PENGENDALIAN KUALITAS*. Scopindo Media Pustaka.
- Wang, J., Cheng, Y., Xu, K., & Zhao, F. (2023). Reduction of postoperative cerebral edema and depression by evidence-based nursing with PDCA cycle in patients with brain tumor after surgery. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 16(3), 100600. <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2023.100600>
- Wibowo, Y. P., & Pratiwi, I. (2023). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Manhole Cover Menggunakan Metode FTA dan FMEA. *Seminar Nasional Teknik Dan Manajemen Industri*, 2(1), Article 1. <https://doi.org/10.28932/sentekmi2023.v2i1.163>

LAMPIRAN

A- Kuesioner RPN dan AHP

Kuesioner penilaian bobot RPN

Ket:

a. *Severity* (S)

Nilai *severity* menunjukkan seberapa besar masalah dan seberapa berpengaruh masalah tersebut terhadap kualitas produk pada proses produksi. Ditandai dengan nilai 1 hingga 10 yang mana nilai 1 merupakan nilai yang paling rendah tingkat keparahannya dan nilai 10 merupakan nilai paling tinggi tingkat keparahannya.

b. *Occurrence* (O)

Nilai *Occurrence* menunjukkan seberapa sering masalah itu terjadi. Ditandai dengan nilai 1-10 yang mana nilai 1 adalah nilai yang paling jarang terjadi sedangkan nilai 10 adalah nilai yang paling sering terjadi.

c. *Detection* (D)

Nilai *detection* menunjukkan seberapa mudahnya masalah tersebut dapat diketahui atau terdeteksi. Ditandai dengan nilai 1-10 yang mana nilai 1 adalah nilai yang paling mudah dideteksi sedangkan nilai 10 adalah nilai yang paling sulit dideteksi.

Jenis Kecacatan	Akibat dari Kecacatan	Faktor	Penyebab Kecacatan	(S)	(O)	(D)
B. rusak filler	Produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar spesifikasi perusahaan	Faktor <i>Machine</i> (Mesin)	Botol terjepit di <i>Starwheel</i> <i>Botol rusak oleh cap detect rusak</i>	4	5	20
	Botol yang cacat lolos ke proses selanjutnya	Faktor <i>Man</i> (Manusia)	Kurang pengawasan dari operator	2	2	4
	Terdapat kesalahan pada proses <i>filling</i> dan menjadi <i>reject</i>	Faktor <i>Method</i> (Metode)	<i>Settingan mesin</i> belum sesuai/ <i>As</i> atau <i>hang filler</i> <i>bangkok</i>	2	3	6
B. rusak blow	Bentuk botol menjadi tidak sempurna	Faktor <i>Machine</i> (Mesin)	Suhu panas mesin <i>blow</i> kurang + angin <i>Kompresor</i>	5	3	15

Jenis Kecacatan	Akibat dari Kecacatan	Faktor	Penyebab Kecacatan	(S)	(O)	(D)
	Adanya <i>reject</i> produk yang lolos masuk ke mesin <i>filler</i>	Faktor <i>Man</i> (Manusia)	Kurang teliti saat proses produksi	5	5	6 4 5
	Bentuk produk botol menjadi tidak sesuai standar spesifikasi perusahaan	Faktor <i>Method</i> (Metode)	Settingan mesin belum sesuai	5	3	20 3
Tutup Rusak	Tutup botol tidak dapat tertutupi naik ke atas ✕	Faktor <i>Machine</i> (Mesin)	Angin kompresor kurang ✕	4	4	20 2
	Tutup botol menjadi tidak pas dan tidak sesuai saat proses produksi yang mengakibatkan adanya <i>reject</i> tutup botol	Faktor <i>Material</i>	Tutup botol tidak sesuai dengan standar	2	1	5 2

Tutup Rusak

⇒ Akibat ⇒ Tutup tidak bisa / tidak tertutup sempurna, tutupnya jadi sumbing dan retas (putus)

Penyebab ⇒ komplingan faktor terlalu kencang / lemah.

B- Foto bersama pegawai PT. Narmada Awet Muda



C- Lembar catatan harian operator mesin botol

PT. NARMADA AWET MUDA
CATATAN HARIAN OPERATOR MESIN BOTOL

FORM PRODU 01 07 Rev. 00 Hal. 1 dari 1

TGL	11-06-2024		LAPORAN DOWN TIME MESIN PRODUKSI FILLER	Speed	Tekanan Angin
SHIFT	III				7
Mesin Botol	III				

<p>JAM: I</p> <p>04</p> <p>05</p> <p>02</p> <p>03</p> <p>02</p> <p>05</p> <p>03</p> <p>02</p>	<p>JAM: IV</p> <p>02</p> <p>04</p> <p>03</p> <p>02</p> <p>02+2</p> <p>02 02</p> <p>07</p> <p>02</p> <p>02</p>	<p>JAM: VII</p> <p>04</p> <p>06</p> <p>04</p> <p></p> <p></p> <p></p> <p></p> <p></p>
<p>JAM: II</p> <p>03</p> <p>02</p> <p>05</p> <p>03</p> <p>02</p>	<p>JAM: V</p> <p>02</p> <p>02+2</p> <p>02 02</p> <p>07</p> <p>02</p> <p>02</p>	<p>JAM: VIII</p> <p></p> <p></p> <p></p> <p></p> <p></p> <p></p>
<p>JAM: III</p> <p>03</p> <p>02</p>	<p>JAM: VI</p> <p>07</p> <p>02</p> <p>02</p>	<p></p> <p></p> <p></p> <p></p> <p></p> <p></p>

Catatan: $\Rightarrow$ Tutup kuang lancar naik
 $\Rightarrow$ Botol banyak yg jatuh

di catat oleh:
Operator
(Mardani)

Mishan

- 1 Suplai air
- 2 Suplai botol
- 3 Conveyor suply
- 4 Blower botol
- 5 Rinser
- 6 Starwill
- 7 Filler
- 8 Mesin tutup
- 9 Compressor
- 10 Valve

- 11 Gear box
- 12 Program Error
- 13 Conveyor keluar
- 14 Conveyor label
- 15 Mesin label
- 16 Heather
- 17 Printer
- 18 Karton seal
- 19 Forklif
- 20 Pallet

- 21 Listrik
- 22 Setting Mesin
- 23 Tutup Botol
- 24 Operator
- 25 Packer
- 26 Petugas QC
- 27 Maintenance

28 Atex luar

