

TUGAS AKHIR

**PENGENDALIAN KUALITAS CACAT PADA BOTOL
YOGHURT 70 ML DENGAN METODE DMAIC (*DEFINE,
MEASURE, ANALYZE, IMPROVE, CONTROL*): STUDI PADA
PT. NATAMAS PLAST**

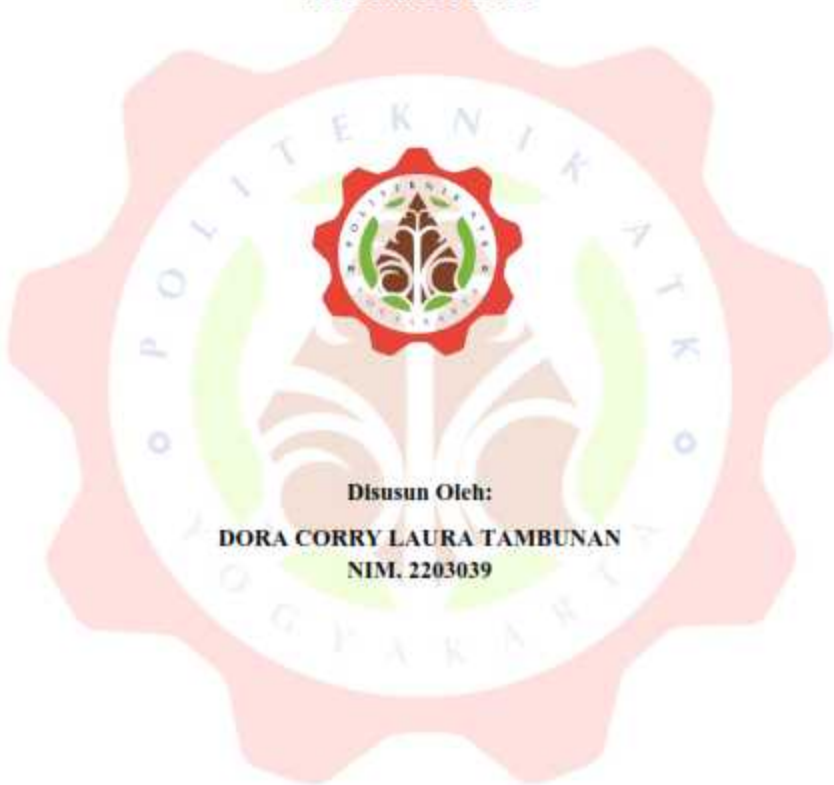


**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
BADAN PENGEMBANGAN SUMBERDAYA MANUSIA INDUSTRI
POLITEKNIK ATK YOGYAKARTA**

2025

TUGAS AKHIR

**PENGENDALIAN KUALITAS CACAT PADA BOTOL
YOGHURT 70 ML DENGAN METODE DMAIC (*DEFINE,
MEASURE, ANALYZE, IMPROVE, CONTROL*): STUDI PADA PT.
NATAMAS PLAST**



Disusun Oleh:

**DORA CORRY LAURA TAMBUNAN
NIM. 2203039**

**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
BADAN PENGEMBANGAN SUMBERDAYA MANUSIA INDUSTRI
POLITEKNIK ATK YOGYAKARTA**

2025

PENGESAHAN

**PENGENDALIAN KUALITAS CACAT PADA BOTOL YOGHURT 70 ML
DENGAN METODE DMAIC (DEFINE, MEASURE, ANALYZE, IMPROVE,
CONTROL): STUDI PADA PT. NATAMAS PLAST**

Disusun oleh:

DORA CORRY LAURA TAMBUNAN
NIM. 2203039

Program Studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik

Pembimbing


Latifah Lisyalina, M.Eng.
NIP. 19910602 202202 2 001

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir dan dinyatakan memenuhi salah satu syarat yang diperlukan untuk mendapatkan Derajat Ahli Madya Diploma III (D3) Politeknik ATK Yogyakarta

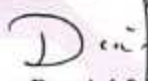
Tanggal : 26 Agustus 2025

TIM PENGUJI

Ketua

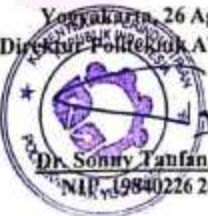

Muh Wahyu Sya'bani, S.T.M.Eng
NIP. 19820606 200804 1 002

Anggota


Diana Ross Arief, M.A.
NIP. 19861231 201402 2 001


Latifah Lisyalina, M.Eng.
NIP. 19910602 202202 2 001

Yogyakarta, 26 Agustus 2025
Direktur Politeknik ATK Yogyakarta


Dr. Sonny Taufan, S.H., M.H.
NIP. 19840226 201012 1 002

Dr. Sonny Taufan, S.H., M.H.
NIP. 19840226 201012 1 002

MOTTO

CHAMPION IS NOT SOMEONE WHO NEVER FAIL, BUT SOMEONE WHO

NEVER QUIT

(Among Inong)

*"yang kamu anggap keterlambatan itu mungkin saja karena Tuhan lagi
menyelamatkan kamu dari hal yang belum siap kamu hadapi"*

(Laura)

*"IF YOU WANT TO RECEIVE A BLESSINGS, THEN FIRST FIND WHO WILL
GIVE THE BLESSINGS. AND WHEN YOU HAVE GOT IT, YOU MUST BE ABLE
TO LEAVING A BIT SPARKLE OF THE BLESSINGS ANYWHERE YOU'LL GO"*

(Isaiah 60:1)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa yang telah memberikan kasih dan anugerah-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan lancar dan baik. Tugas Akhir ini juga dipersembahkan seluruhnya kepada :

1. Kedua orang tua saya bapakku tercinta Joel Billy Tambunan dan mamak ku tersayang Rosmauli Sitohang yang telah memberikan doa, dukungan, cinta dan pengorbanan yang tak ternilai. Terimakasih atas segala sayang, nasehat yang tidak hentinya diberikan kepada saya, terimakasih untuk perjuangan yang Tangguh.
2. Kepada abang saya Yakob Bintang Holong Tambunan S.T, kakak saya Lonika Theresia Tambunan S.Tr.Log dan adik saya Musa Divos Parlinggoman Tambunan. Terimakasih juga buat doa dan dukungan kalian yang luar biasa.
3. Seluruh dosen pengampu dan pembimbing serta Keluarga Besar Politeknik ATK Yogyakarta yang sudah memberikan banyak ilmu dan pengajaran selama saya menempuh pendidikan Diploma di Politeknik ATK Yogyakarta.
4. Mba Santi, Kak Anggi, pak bayu dan Mba Novi selaku pembimbing selama magang di *Quality Assurances* dan *Quality control*, Bapak dan Ibu para direksi, dan seluruh staff serta karyawan bagian Injeksi, Blow, PET, Decorating, dan Second Process yang belum bisa saya tuliskan satu persatu yang juga sudah banyak membantu saya dalam mengerjakan Tugas Akhir ini. Terima kasih telah

memberikan ilmu, motivasi, pengalaman dan kesempatan yang telah diberikan kepada saya selama magang.

5. Sahabat saya Nia dan semua teman teman saya di grup P Terimakasih sudah sepenuhnya mendukung dan memberikan semangat kepada saya selama proses pembuatan Tugas Akhir ini.
6. Untuk diri sendiri yang sudah sudah berusaha dan semangat dalam pembuatan Tugas Akhir ini. Terima kasih sudah banyak membantu dan menyayangi diri sendiri dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini terimakasih untuk mau bersabar dan belajar selama pembuatan Tugas Akhir ini.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yesus Kristus atas berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat melangsungkan masa magang dengan baik dan menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan lancar. Tugas Akhir ini disusun dan dibuat sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III (D3) Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik di Politeknik ATK Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini tidak terlepas bimbingan dari berbagai pihak sehingga terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dr. Sonny Taufan, S.H., M.H selaku Direktur Politeknik ATK Yogyakarta
2. Yuli Suwamo, S.T., M.Sc. selaku Pembantu Direktur 1 Politeknik ATK Yogyakarta
3. Dr. Wisnu Pambundi, M.Sc., selaku Kepala Program Studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik.
4. Latifah Listyalina, M.Eng. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
5. Pimpinan dan seluruh staff karyawan Perusahaan PT. Natamas Plast yang telah memberikan bekal ilmu dan pengalaman yang luar biasa.

Penulis menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir masih terdapat banyak kekurangan, penulis berharap semoga hasil dari Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat kepada pihak terkait dan para pembacanya.

Yogyakarta, 26 Agustus 2025
Penulis

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
TUGAS AKHIR	ii
PENGESAHAN.....	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
INTISARI	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Permasalahan	3
C. Tujuan.....	4
D. Manfaat.....	4
D. Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Plastik.....	6
B. <i>Blow Molding</i>	9
C. Jenis – Jenis Cacat	13
D. Pengendalian Kualitas	15
E. Metode <i>Six Sigma</i>	17
F. Metode DMAIC dalam Six Sigma	21
G. Penelitian Terdahulu	24
BAB III METODE TUGAS AKHIR.....	27
A. Lokasi dan Waktu Pengambilan Data	27
B. Objek Tugas Akhir	27
C. Metode Pengambilan Data dan Metode Tugas Akhir	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
A. Data Hasil Penelitian	41

B. Faktor Penyebab Terjadinya Cacat Tebal-Tipis pada Botol Yoghurt 70 ml	42
C. Penerapan Metode <i>DMAIC</i> dalam Penyusunan Rekomendasi Perbaikan	44
1. Tahap <i>Define</i> (Tahap Pendefinisian Masalah).....	44
2. Tahap <i>Measure</i> (Tahap Pengukuran)	48
3. Tahapan <i>Analyze</i> (Tahap Analisa).....	53
4. Tahapan <i>Improvement</i>	57
5. Tahap <i>Control</i> (Tahap Pengendalian).....	59
D. Peningkatan Kualitas dan Efisiensi Produksi setelah Penerapan Rekomendasi	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	65
A. Kesimpulan.....	65
B. Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tingkat Pencapaian Sigma	18
Tabel 2. Spesifikasi Mesin <i>Blow Molding</i>	28
Tabel 3. Rekap Laporan <i>Reject</i> TOP 5 Periode Bulan Mei 2025	41
Tabel 4. Standar Spesifikasi Botol <i>Yoghurt</i> 70 ml	42
Tabel 5. Hasil Perhitungan Nilai $\bar{P}$, UCL, dan LCL	51
Tabel 6. Jenis Cacat	53
Tabel 7. Alternatif Perbaikan	58
Tabel 8. Perbandingan DPMO dan Level Sigma Sebelum dan Setelah Perbaikan ..	62



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Jenis Biji Plastik.....	7
Gambar 2. Ilustrasi Proses Blow Molding.....	10
Gambar 3. Proses Peniupan Parison.....	11
Gambar 4. Proses Pelepasan Produk.....	12
Gambar 5. Jenis – Jenis Cacat.....	14
Gambar 6. Mesin Blow molding Fubold.....	28
Gambar 7. Diagram Alir Proses Botol susu 70 ml.....	30
Gambar 8. Diagram Alir Proses Penyelesaian TA.....	34
Gambar 9. Diagram SIPOC Proses Produk Yoghurt 70 ml.....	45
Gambar 10. Diagram Pohon Critical to Quality.....	46
Gambar 11. Diagram Pareto Cacat yoghurt 70 ml.....	47
Gambar 12. <i>Control chart</i> Cacat Botol yoghurt 70 ml.....	52
Gambar 13. <i>Fishbone</i> Diagram cacat Tebal Tipis.....	55
Gambar 14. <i>Control chart</i> Setelah Perbaikan Cacat Botol yoghurt 70 ml Bulan Juni 2025... 60	60
Gambar 15. Perbandingan DPMO Sebelum dan Setelah Perbaikan.....	62
Gambar 16. Perbandingan Nilai <i>Level Sigma</i> Sebelum dan Setelah perbaikan.....	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Rekap Data Cacat Botol Yoghurt bulan Mei.....	71
Lampiran 2. Usulan Checklist.....	72
Lampiran 3. Gambar Teknik Botol 70 ml.....	73
Lampiran 4. Standar Spesifikasi Produk.....	74
Lampiran 5. Dokumentasi Wawancara.....	75
Lampiran 6. Dokumentasi hasil <i>training</i>	75
Lampiran 7. Surat Keterangan.....	76
Lampiran 8. Form Penilaian Dual System.....	77
Lampiran 9. Surat Keterangan Magang.....	78
Lampiran 10. Lembar Harian magang.....	79

INTISARI

Kualitas produk memiliki keterkaitan erat dengan kondisi fisik yang mampu memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen. Untuk mencegah terjadinya produk cacat, diperlukan metode pengendalian kualitas yang tepat, salah satunya metode *Define-Measure-Analyze-Improve-Control* (DMAIC). Pengamatan ini dilakukan di PT Natamas Plast, perusahaan manufaktur kemasan plastik, dengan fokus pada produk botol yoghurt 70 ml yang memiliki tingkat cacat tertinggi di area *blow molding*, yaitu 156.403 pcs, dengan cacat dominan berupa tebal-tipis. Tujuan penelitian ini adalah menekan tingkat cacat tebal-tipis, serta meningkatkan efisiensi produksi. Perbaikan dilakukan melalui penyusunan dan penerapan *check sheet*, pemeriksaan visual produk 360°, *briefing* setiap awal *shift*, *training* rutin setiap dua bulan, serta pengawasan dimensi material oleh QC. Hasil penerapan metode DMAIC menunjukkan penurunan *Cacats Per Million Opportunities* (DPMO) dari 4.390 menjadi 1.249 serta peningkatan *level sigma* dari 4,12 menjadi 4,52. Temuan ini membuktikan bahwa penerapan metode DMAIC efektif dalam meningkatkan kualitas produk dan efisiensi produksi pada industri manufaktur kemasan plastik.

Kata Kunci: cacat tebal-tipis, DMAIC, DPMO, efisiensi produk, kualitas produk

ABSTRACT

Product quality is closely related to its physical condition, which must meet consumer needs and preferences. To prevent defective products, an appropriate quality control method is required, one of which is the Define-Measure-Analyze-Improve-Control (DMAIC) approach. This study was conducted at PT Natamas Plast, a plastic packaging manufacturing company, focusing on the yoghurt 70 ml bottle, which recorded the highest defect rate in the blow molding area, totaling 156,403 pcs, with the dominant defect being uneven wall thickness. The objective of this research is to reduce uneven thickness defects and improve production efficiency. Improvements were implemented through the development and application of a check sheet, 360° visual inspection, shift-start briefings, routine training every two months, and material dimension monitoring by quality control (QC). The application of the DMAIC method resulted in a reduction of defects Per Million Opportunities (DPMO) from 4,390 to 1,249 and an increase in sigma level from 4.12 to 4.52. These findings demonstrate that the DMAIC method is effective in enhancing both product quality and production efficiency in the plastic packaging manufacturing industry.

Keywords: DMAIC, DPMO, production, product quality, uneven thickness defect

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Industri plastik merupakan salah satu sektor vital dalam perkembangan industri manufaktur global. Produk berbahan dasar plastik digunakan secara luas di berbagai bidang, seperti kemasan makanan, industri otomotif, elektronik, hingga peralatan kesehatan. Plastik telah menjadi material yang tidak terpisahkan dari kehidupan manusia modern karena karakteristiknya yang ringan, fleksibel, tahan lama, serta biaya produksinya yang relatif rendah (Andrady & Neal, 2009).

Tingginya permintaan terhadap produk plastik mendorong perusahaan untuk memproduksi barang dengan efisiensi biaya tinggi tanpa mengesampingkan kualitas dan konsistensi. Kualitas produk menjadi faktor strategis yang sangat menentukan keberhasilan suatu perusahaan dalam mempertahankan daya saing di tengah persaingan pasar yang semakin ketat. Produk yang berkualitas bukan hanya memenuhi spesifikasi teknis, tetapi juga mampu memberikan kepuasan kepada konsumen. Oleh karena itu, penerapan sistem pengendalian kualitas (*Quality control*) yang efektif sangat penting agar setiap produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan (Montgomery, 2020).

Secara umum, kualitas produk berkaitan erat dengan kondisi fisik produk yang mampu menjawab kebutuhan dan keinginan konsumen. Kualitas yang baik mendukung peningkatan kuantitas produksi, efisiensi penggunaan bahan baku, serta

kepuasan pelanggan. Namun demikian, dalam praktiknya, sering terjadi penyimpangan selama proses produksi yang mengakibatkan produk cacat dan tidak sesuai standar. Produk yang tidak memenuhi kriteria kualitas tersebut dapat menyebabkan kerugian dalam bentuk pemborosan waktu, material, dan biaya (Sanny et al., 2015). PT Natamas Plast adalah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang produksi kemasan plastik, khususnya untuk kebutuhan farmasi dan industri lainnya. Perusahaan ini berkomitmen mengembangkan inovasi dan kreativitas dalam setiap produk kemasan yang dihasilkannya. PT Natamas Plast memiliki lima area produksi utama, yaitu *blowing*, *injection*, *PET (injection stretch blow)*, *second process*, dan *decorating*. Pada area *blowing*, bahan baku plastik seperti *High-Density Polyethylene (HDPE)*, *Low-Density Polyethylene (LDPE)*, *Polypropylene (PP)*, dan terkadang *Polyethylene Terephthalate (PET)* digunakan sesuai kebutuhan produk akhir. Salah satu produk unggulan yang diproduksi di area *blow molding* adalah botol plastik dengan volume besar dan desain ergonomis, seperti jerigen HDPE, botol *yoghurt*, botol *sleek*, botol *dettol*, botol *benecol*, botol sampo, dan botol *lotion*. Dari berbagai produk tersebut, botol *yoghurt* 70 ml tercatat sebagai produk dengan tingkat cacat tertinggi berdasarkan data produksi, yaitu sebesar 156.403 pcs cacat di area *blow molding* di mana cacat terbanyak ialah cacat tebal tipis. Hal ini menjadi dasar bagi penulis untuk melakukan penelitian terhadap produk tersebut.

Ketidaksesuaian berupa cacat tebal-tipis pada botol *yoghurt* 70 ml menunjukkan adanya kendala dalam proses *blow molding*, sehingga kondisi ini dapat memengaruhi

kelancaran produksi dan kualitas hasil akhir. Permasalahan ini tidak hanya berdampak pada efisiensi produksi dan peningkatan biaya operasional, tetapi juga berpotensi menurunkan tingkat kepuasan pelanggan serta citra perusahaan di mata konsumen. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi penting dan mendesak untuk dilakukan guna mencegah utama cacat tebal tipis serta merumuskan solusi perbaikan yang tepat dan tindakan pencegahan yang berkelanjutan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu perusahaan dalam meningkatkan kualitas produk, menekan tingkat cacat tebal tipis dan garis, serta mendukung pencapaian efisiensi dan keunggulan kompetitif di industri manufaktur kemasan plastik.

B. Permasalahan

Berdasarkan latar belakang mengenai tingginya tingkat kecacatan tebal tipis dan garis pada produk botol *yoghurt* 70 ml yang dihasilkan oleh PT Natamas Plast dalam proses produksi, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa saja faktor yang menyebabkan terjadinya cacat tebal-tipis pada proses produksi botol *yoghurt* 70 ml di PT Natamas Plast.
2. Bagaimana penerapan metode DMAIC dapat digunakan untuk merumuskan rekomendasi perbaikan dalam upaya pencegahan cacat tebal-tipis pada botol *yoghurt* 70 ml di PT Natamas Plast.

3. Sejauh mana peningkatan kualitas dan efisiensi produksi yang diperoleh setelah dilakukan penerapan rekomendasi perbaikan berdasarkan analisis metode DMAIC.

C. Tujuan

Adapun Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya cacat tebal-tipis pada proses produksi botol *yoghurt* 70 ml di PT Natamas Plast.
2. Menerapkan metode DMAIC untuk menyusun rekomendasi perbaikan dalam mencegah terjadinya cacat tebal-tipis pada botol *yoghurt* 70 ml.
3. Mengevaluasi hasil penerapan perbaikan untuk mengetahui peningkatan kualitas dan efisiensi produksi berdasarkan analisis metode DMAIC.

D. Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Perusahaan (PT Natamas Plast):

Memberikan data dan analisis yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam peningkatan kualitas produk dan efisiensi proses produksi, khususnya di area *blow molding*.

2. Bagi Peneliti:

Menambah wawasan dan pengalaman praktis dalam menganalisis permasalahan kualitas produksi di industri manufaktur plastik, serta dalam penerapan metode pengendalian kualitas.

3. Bagi Akademik:

Memberikan kontribusi berupa referensi dan kajian ilmiah dalam bidang teknik industri, khususnya yang berkaitan dengan manajemen kualitas dan pengendalian cacat dalam proses produksi plastik.

D. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada tugas akhir dijelaskan sebagai berikut:

1. Botol plastik yang digunakan pada tugas botol *yoghurt* 70 ml dengan cacat yang dibahas ialah cacat tebal tipis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Plastik

Plastik adalah bahan polimer yang dapat bersifat sintetis atau semi-sintetis, yang bisa dibentuk ke dalam beragam bentuk melalui teknik pemanasan dan tekanan. Plastik berasal dari senyawa organik yang disebut monomer, yang dihubungkan menjadi untaian panjang lewat tahap polimerisasi. Plastik telah menjadi bahan yang dominan dalam industri pengemasan karena karakteristiknya yang fleksibel, tahan air, ringan, serta kemampuannya dalam menjaga kualitas produk yang dikemas. Penggunaan kemasan plastik sangat luas, mencakup berbagai sektor seperti makanan dan minuman, kosmetik, obat-obatan, barang elektronik, serta produk industri. Dalam hal ini, kemasan plastik tidak hanya berfungsi sebagai pelindung fisik, tetapi juga berperan penting dalam menjaga keamanan, higienitas, daya simpan, dan nilai estetika produk (Marsh & Bugusu, 2007).

Berdasarkan laporan dari (Plastics Europe, 2023), sekitar 40% dari total produksi plastik global dialokasikan untuk sektor pengemasan. Hal ini menegaskan peran penting plastik sebagai solusi kemasan modern, terutama dalam mendukung aspek logistik, branding, dan keamanan produk. Plastik memungkinkan desain kemasan yang ergonomis dan menarik secara visual,

sekaligus memberikan perlindungan terhadap produk dari kelembaban, sinar UV, oksigen, dan mikroorganisme yang dapat menyebabkan kerusakan. Beberapa jenis plastik yang umum digunakan dalam kemasan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut :



Gambar 1. Jenis Biji Plastik

a. Polietilena (PE) : HDPE, LDPE, LLDPE

- a) HDPE Sering digunakan untuk botol susu, pipi air karna memiliki sifat yg tahan kimia dan keras
- b) LDPE memiliki sifat fleksibel dan tahan lembap dari sifatnya LDPE cocok untuk kantong plastik dan film kemasan
- c) LLDPE sering digunakan di stretch wrap dan liner karna memiliki sifat yang kuat dan tahan sobek

- b. Polipropilena (PP): digunakan untuk tutup flip-top, mobilitas medis wadah makanan dan minuman karena ketahanannya terhadap panas.
- c. Polietilen Tereftalat (PET): digunakan untuk botol air mineral dan minuman ringan. PET adalah poliester termoplastik yang jernih, kuat, dan tahan terhadap gas serta uap air. Digunakan secara luas dalam pembuatan botol minuman, wadah makanan, dan serat tekstil.
- d. *Polistirena* (PS): memiliki sifat yang ringan dan murah sering digunakan untuk wadah makanan sekali pakai seperti *styrofoam*.
- e. HDPE *high-density polyethylene* HDPE *InnoPlus 4200B* adalah salah satu jenis plastik berdensitas tinggi (*high-density polyethylene*) yang diproduksi oleh GC Group, menggunakan teknologi *slurry* dari Mitsui Chemicals. Bahan ini memiliki kepadatan 0,966 g/cm³ dan tingkat alir leleh sebesar 0,67 gram per 10 menit pada suhu 190 °C dengan beban 2,16 kg. Karakteristik ini membuatnya sangat cocok untuk proses *blow molding* dan pembuatan film plastik. Salah satu keunggulannya adalah daya tahan tinggi terhadap keretakan akibat tekanan lingkungan (ESCR) hingga 25 jam, serta kemampuan memanjang lebih dari 1.000% sebelum putus. Oleh karena itu, plastik ini sangat ideal digunakan untuk membuat kemasan fleksibel seperti botol air, wadah detergen, produk kecantikan, dan kemasan sanitasi. *InnoPlus 4200B* juga telah lulus berbagai standar internasional, seperti FDA dan EU Regulation, yang memastikan keamanannya untuk kontak langsung dengan makanan, serta telah bebas dari

zat berbahaya sesuai standar RoHS. Di Indonesia, bahan ini juga telah dimanfaatkan oleh berbagai perusahaan manufaktur, salah satunya adalah PT Natamas Plast, yang menggunakan HDPE InnoPlus 4200B sebagai bahan utama dalam produksi kemasan plastik.(Putra et al., 2023)

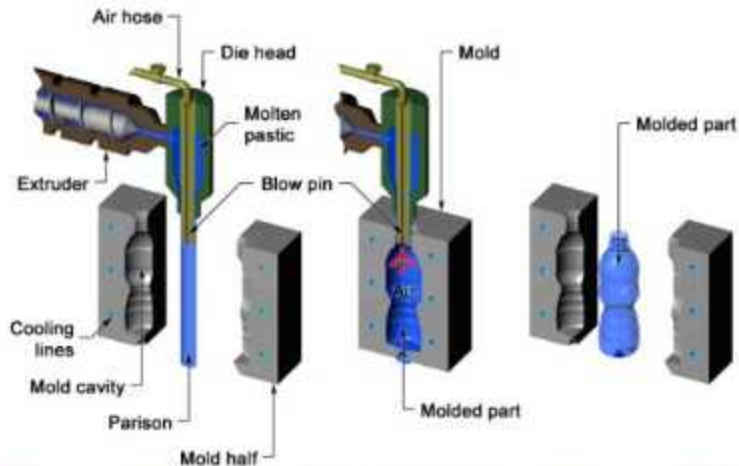
- f. Plastik PVC (*Polyvinyl Chloride*) jenis plastik ini memiliki sifat yang kuat, tahan lama, tahan kelembaban, dan tahan bahan kimia. Plastik ini juga dapat dibuat transparan atau berwarna. Jenis plastik ini sering digunakan sebagai wadah produk makanan, kosmetik, obat-obatan.

Dalam konteks industri manufaktur, seperti yang dilakukan oleh PT Natamas Plast, kualitas produk kemasan plastik memiliki dampak yang signifikan terhadap citra perusahaan klien yang menggunakan kemasan tersebut. Oleh karena itu, sangat penting bagi perusahaan untuk menerapkan sistem pengendalian kualitas yang komprehensif pada setiap tahap produksi. Proses ini mencakup pemilihan bahan baku, proses cetak, hingga tahap finishing dan pengemasan akhir. Kualitas kemasan yang buruk dapat mengakibatkan kebocoran, kontaminasi produk, serta kerugian komersial yang substansial.

B. Blow Molding

Blow molding adalah metode pembentukan termoplastik yang umum digunakan untuk memproduksi objek berongga, seperti botol, jerigen, dan wadah plastik. Proses ini bekerja berdasarkan prinsip penggunaan udara bertekanan tinggi

untuk membentuk plastik lunak agar mengikuti bentuk cetakan secara menyeluruh (Rosato & Rosato, 2004).



Gambar 2. Ilustrasi Proses Blow Molding

Sumber : (Norman, 2000; Aljufri 2004)

Selanjutnya, parison dijepit di dalam cetakan dan dimasukkan udara bertekanan melalui blow pin sehingga material mengembang mengikuti bentuk rongga cetakan. Setelah terbentuk, bagian berlebih dipotong pada area pinch-off dan finish trim sehingga diperoleh produk plastik berongga sesuai desain, seperti botol atau wadah. Secara umum, proses *blow molding* meliputi lima tahapan:

1. Pemanasan: Material plastik dipanaskan hingga mencapai titik plastis, baik dalam bentuk *parison* (untuk ekstrusi)

2. Pembentukan *Parison*: Pada *extrusion blow molding*, *parison* dibentuk langsung melalui ekstrusi.
3. Penjepitan dan Peniupan: *Parison* dimasukkan ke dalam cetakan akhir, kemudian dijepit dan ditiup udara bertekanan agar mengembang sesuai bentuk cetakan. Dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Proses Peniupan Parison

Sumber : Dokumentasi Pribadi PT Natamas Plast

4. Pendinginan: Produk dibiarkan mendingin di dalam cetakan untuk mempertahankan bentuk.
5. Pelepasan Produk: Setelah produk mengeras, cetakan dibuka dan produk akhir diambil. Pelepasan produk pada mold dapat dilihat pada gamabar 4.



Gambar 4. Proses Pelepasan Produk

Sumber : Dokumentasi Pribadi PT Natamas Plast

Keberhasilan *blow molding* bergantung pada beberapa parameter teknis:

- a. Suhu leleh: Suhu harus tepat untuk memastikan material cukup plastis tanpa mengalami degradasi.
- b. Tekanan udara: Tekanan harus memadai agar produk terbentuk sempurna dan tidak cacat.
- c. Waktu peniupan dan pendinginan: Durasi yang tidak optimal dapat menyebabkan deformasi atau ketidakseimbangan ketebalan.
- d. Kecepatan ekstrusi: Kecepatan yang stabil penting untuk menghasilkan *parison* yang seragam.
- e. Desain cetakan: Bentuk dan dimensi cetakan menentukan kualitas dan detail akhir produk.

Dengan mengelola seluruh tahapan dan parameter tersebut secara tepat, proses *blow molding* dapat menghasilkan produk berongga dengan kualitas tinggi, sesuai standar desain industri

C. Jenis – Jenis Cacat

Menurut Firdaus et al., (2012:69) Produk cacat, yang juga dikenal sebagai barang cacat (*defective goods*), merujuk pada barang-barang yang tidak memenuhi standar produksi yang telah ditetapkan. Ketidaksesuaian ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk kesalahan dalam pemilihan bahan, tenaga kerja, atau mesin yang digunakan dalam proses produksi. Oleh karena itu, produk cacat memerlukan pemrosesan lebih lanjut agar dapat memenuhi standar mutu yang ditentukan, sehingga barang-barang tersebut dapat dipasarkan. Dengan demikian, pemahaman yang jelas mengenai kualitas dan produk cacat sangat penting dalam upaya meningkatkan mutu dan kepuasan pelanggan. Adanya cacat produksi ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain kualitas bahan baku yang tidak sesuai, pengaturan mesin yang kurang optimal, ketidaksesuaian suhu, serta kesalahan dalam parameter proses produksi. Secara umum, jenis-jenis cacat yang sering terjadi pada produk botol plastik dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Jenis – Jenis Cacat

Adapun penjelasan dari gambar 10 di atas adalah sebagai berikut :

- a. *Deformation* (deformasi bentuk). Deformasi ditandai dengan bentuk botol yang tampak penyok, melengkung, atau tidak simetris. Kondisi ini biasanya diakibatkan oleh tekanan cetakan yang tidak stabil, suhu cetakan yang tidak sesuai, atau proses pendinginan yang tidak merata.
- b. *Short Shot* (kurang isi cetakan). Cacat ini terjadi ketika material plastik tidak mengisi seluruh rongga cetakan, sehingga bentuk botol tidak sempurna.

Penyebab umum dari *short shot* adalah tekanan injeksi yang rendah, suhu bahan yang terlalu dingin, atau adanya sumbatan pada *nozzle* mesin.

- c. *Flash* (lepasan berlebih di tepi). *Flash* ditandai dengan adanya lapisan tipis plastik yang muncul di bagian sambungan cetakan. Hal ini disebabkan oleh cetakan yang tidak tertutup rapat atau tekanan injeksi yang terlalu tinggi. *Flash* perlu dibuang agar tidak mengganggu tampilan maupun fungsi produk.
- d. *Bottom transpan* terjadi karna *supply* angin tidak merata pada proses pencetakan menyebabkan *parting line* pada botol tidak rapat.
- e. *Id* cacat. Cacat ini berupa retakan halus atau lubang kecil pada bagian botol yang menyebabkan kebocoran cairan. Cacat ini di sebab kan karna ujung *blow pin* mengalami keausan, Jenis cacat ini tergolong sebagai cacat kritis karena secara langsung mengganggu fungsi utama dari kemasan.
- f. *Black Spot* cacat ini berupa bintik hitam pada bagian botol yang diakibatkan karna ada nya kontaminasi saat proses pencetakan maupun materialnya.
- g. *Discoloration* (perubahan warna). Perubahan warna pada botol plastik menunjukkan bahwa warna produk tidak sesuai dengan standar, misalnya tampak terlalu gelap atau kekuningan. Hal ini umumnya disebabkan oleh suhu proses yang terlalu tinggi atau bahan resin yang terkontaminasi.

D. Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas QC (*Quality Control*) merujuk pada serangkaian kegiatan yang dilaksanakan untuk memastikan bahwa produk atau jasa yang

dihasilkan memenuhi spesifikasi dan standar yang telah ditetapkan. (Montgomery, 2020), menjelaskan bahwa pengendalian kualitas merupakan proses sistematis yang mencakup perencanaan, pengamatan, pengukuran, dan tindakan korektif. Proses ini bertujuan untuk mendeteksi dan memperbaiki ketidaksesuaian yang mungkin terjadi dalam proses produksi.

Tujuan utama dari pengendalian kualitas adalah untuk meminimalkan variasi, meningkatkan efisiensi produksi, serta memastikan kepuasan pelanggan. pengendalian kualitas juga melibatkan berbagai metode statistik dan prosedur evaluatif. Diantaranya termasuk pengambilan sampel, diagram kontrol (*Control charts*), analisis penyebab masalah RCA (*Root Cause Analysis*), serta penggunaan alat bantu seperti diagram *Pareto* dan diagram *fishbone*. Proses ini tidak hanya diterapkan pada tahap akhir produksi, tetapi juga dilakukan secara menyeluruh sepanjang proses produksi untuk mencegah munculnya cacat sejak awal. (Juran & Godfrey, 1999), menyatakan pengendalian kualitas juga memiliki dimensi manajerial, yang memerlukan komitmen dari seluruh lini organisasi, mulai dari manajemen puncak hingga operator di lini produksi.

Dalam konteks industri manufaktur, pengendalian kualitas tidak hanya berkaitan dengan aspek teknis, tetapi juga melibatkan budaya kerja dan sistem organisasi yang mendukung perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*). Menurut Schroeder (2000), pengendalian kualitas juga harus melakukan beberapa tahapan, diantaranya:

1. Menentukan standar kualitas

2. Menetapkan standar kualitas
3. Menentukan karakteristik kualitas
4. Selalu melakukan perbaikan terus menerus
5. Mencari dan memperbaiki kasus produk yang berkualitas rendah
6. Menentukan cara mengukur setiap karakteristik.

Menurut Goetsch dan Davis (2014) dalam (Wahid et al., 2023) menyatakan bahwa kualitas dapat didefinisikan sebagai "suatu kondisi yang berubah-ubah dan terkait dengan produk, jasa, sumber daya manusia, yang mempengaruhi kualitas produk dan cara mengatasi produk yang rusak, yaitu dengan cara memilih bahan baku yang berkualitas, mengawasi proses produksi secara ketat, memberikan pelatihan kepada tenaga kerja, dan melakukan pemeriksaan untuk membandingkan antara pesanan dengan hasil produksi.

E. Metode Six Sigma

Six Sigma adalah pendekatan peningkatan kualitas yang bertujuan untuk mengurangi jumlah produk yang cacat serendah mungkin, dengan sasaran hanya 3,4 cacat dalam setiap satu juta kesempatan produksi. Metode ini terdiri dari lima langkah yang dikenal sebagai DMAIC, yakni *Define* (mengidentifikasi masalah), *Measure* (mengukur masalah), *Analyze* (menelaah penyebabnya), *Improve* (menyempurnakan proses), dan *Control* (mengatur agar hasil tetap konsisten). Tidak seperti metode Total *Quality Management* (TQM) yang lebih umum, Six Sigma menawarkan patokan yang spesifik melalui nilai sigma dan DPMO (*Defect*

Per Juta Kesempatan), sehingga perusahaan dapat mengukur dengan jelas seberapa baik kualitas produksinya. Dengan demikian, *Six Sigma* mendukung perusahaan untuk secara sistematis dan berkelanjutan meningkatkan kualitas produk, dengan mengendalikan proses produksi agar semakin mendekati tingkat kesempurnaan. Menurut Gaspersz (2002), tingkat pencapaian sigma dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Tingkat Pencapaian Sigma

Sumber : (Rahman et al., 2023)

Persentase yang memenuhi spesifikasi	DPMO	Level Sigma	Keterangan
31%	69,462	1-sigma	Sangat tidak kompetitif
69,20%	308,538	2-sigma	Rata-Rata industri rendah
93,32%	66,807	3-sigma	Setara dengan rata-rata Indonesia
99,38%	6,21	4-sigma	Rata-rata industri global
99,977%	233	5-sigma	Rata-rata industri USA
99,99997%	3,4	6-sigma	Industri kelas dunia

(Pande et al., 2002) dalam (Y. P. Sari, 2007) menyatakan bahwa *Six Sigma* merupakan pendekatan manajemen kualitas yang diterapkan untuk memperbaiki proses bisnis dengan mengurangi variasi serta cacat pada produk atau layanan. Metode ini mengutamakan pengawasan kualitas secara ketat dengan menggunakan pendekatan yang berbasis data dan analisis statistik. *Six Sigma* bertujuan supaya setiap proses dapat menghasilkan produk atau layanan dengan tingkat kesalahan yang sangat minim, yaitu tidak lebih dari 3,4 cacat per satu juta kesempatan. Metode ini umumnya dilaksanakan dengan mengikuti langkah-langkah DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) untuk memperbaiki proses yang

sudah ada, atau DMADV (*Define, Measure, Analyze, Design, Verify*) untuk menciptakan proses baru. Melalui penerapan *Six Sigma*, perusahaan mampu meningkatkan efisiensi, menurunkan biaya produksi, dan secara signifikan meningkatkan kepuasan pelanggan. Langkah-langkah untuk mengurangi cacat atau cacat dilakukan secara sistematis dengan menerapkan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, and Control*). DMAIC merupakan pendekatan yang dirancang untuk meningkatkan proses secara berkelanjutan menuju tujuan *six sigma*, yang bertujuan mencapai tingkat kualitas yang sangat tinggi dengan meminimalkan variasi dan cacat. Pendekatan ini tidak hanya fokus pada hasil akhir, tetapi juga pada proses yang mendasarinya, sehingga memungkinkan organisasi untuk memahami dan mengatasi akar penyebab masalah.

Proses DMAIC dilaksanakan dengan cara yang terstruktur, berdasarkan pengetahuan ilmiah dan data yang tersedia. Setiap tahap dalam DMAIC memiliki tujuan dan aktivitas spesifik yang membantu tim dalam mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah.

1. DPMO (*Defects Per Million Opportunities*)

DPMO (*Defects Per Million Opportunities*) adalah sebuah metrik yang digunakan dalam manajemen kualitas untuk mengukur jumlah cacat yang terjadi dalam satu juta peluang dalam suatu proses. Dalam konteks perusahaan, DPMO memberikan informasi yang signifikan mengenai seberapa efektif suatu proses beroperasi dan seberapa banyak cacat yang dihasilkan dalam produksi barang atau penyediaan layanan. Metrik ini memungkinkan perusahaan untuk

memahami lebih dalam tentang tingkat kualitas produk atau layanan yang mereka tawarkan.

Penerapan DPMO dalam perusahaan memungkinkan manajer dan tim kualitas untuk menilai kinerja proses secara kuantitatif. Dengan menghitung DPMO, perusahaan dapat mengidentifikasi area yang membutuhkan perbaikan dan merumuskan strategi untuk mengurangi cacat. Sebagai contoh, jika nilai DPMO menunjukkan angka yang tinggi, ini bisa menjadi sinyal adanya masalah dalam proses produksi atau desain produk itu sendiri. Dengan informasi ini, perusahaan dapat melakukan analisis untuk menemukan akar penyebab masalah dan menerapkan solusi yang sesuai. Lebih jauh lagi, DPMO juga berfungsi sebagai alat untuk menetapkan tujuan kualitas yang realistis dan terukur. Dengan menetapkan target DPMO yang lebih rendah, perusahaan dapat mendorong tim untuk berinovasi dan meningkatkan proses mereka.

Hal ini sangat penting dalam upaya untuk meningkatkan kepuasan pelanggan, mengurangi biaya produksi, dan meningkatkan efisiensi operasional. Dengan mengurangi cacat, perusahaan tidak hanya dapat menghemat biaya yang terkait dengan pengembalian produk dan perbaikan, tetapi juga dapat meningkatkan reputasi merek dan loyalitas pelanggan (Breyfogle, 2003).

F. Metode DMAIC dalam Six Sigma

DMAIC berfungsi sebagai peta jalan yang komprehensif, dirancang khusus untuk mengurangi cacat dan variasi dalam proses melalui serangkaian perbaikan atau peningkatan yang terencana (Sunder & Kunnath, 2019). Keunggulan metodologi ini terletak pada kemampuannya untuk memandu tim dalam mengidentifikasi, menganalisis, dan pada akhirnya menghilangkan akar penyebab kegagalan yang ada dalam suatu proses (Nabhani & Shokri, 2009). Masalah yang timbul pada proses produksi harus segera dicari faktor penyebabnya, kemudian ditindaklanjuti dengan perbaikan terhadap kualitas produk tersebut mengidentifikasi proses yang sudah baik dari waktu ke waktu. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menerapkan metodologi DMAIC dari *Six Sigma*. Metodologi DMAIC merupakan kunci pemecahan masalah *Six Sigma* yang meliputi Langkah langkah perbaikan secara berurutan, yang masing-masing tahapnya amat penting guna mencapai hasil yang diinginkan

Berikut adalah penjelasan lebih lanjut mengenai setiap tahapan dalam siklus DMAIC:

1. *Define* (Tahap Pendefinisian Masalah): Tahap ini merupakan fondasi dari seluruh proyek *Six Sigma*. Pada fase ini, tim proyek secara cermat mengidentifikasi masalah spesifik yang perlu diatasi dalam proses yang sedang berjalan. Ini melibatkan penentuan tujuan proyek yang jelas dan terukur, serta identifikasi *Critical to Quality* (CTQ). CTQ adalah karakteristik kunci dari suatu produk atau layanan yang paling penting bagi pelanggan, dan standar

kualitasnya harus dijaga ketat. CTQ dapat berasal dari masukan langsung pelanggan (*Voice of Customer*) atau ditetapkan berdasarkan spesifikasi internal perusahaan. Selain itu, untuk mendapatkan pemahaman menyeluruh tentang alur kerja, proses produksi diamati dan dipetakan menggunakan diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*), yang memberikan gambaran visual tentang interaksi antara pemasok, input, proses, output, dan pelanggan (Oktaviani et al., 2022) dalam (Wahyudi et al., 2020).

2. *Measure* (Tahap Pengukuran): Setelah masalah didefinisikan dengan jelas, tahap pengukuran berfokus pada validasi masalah dan kuantifikasi kinerja proses saat ini. Ini melibatkan pengumpulan data yang akurat dan relevan untuk mengukur tingkat cacat yang ada. Metrik utama yang digunakan pada tahap ini adalah *Cacat Per Million Opportunities* (DPMO), yang menghitung berapa banyak cacat yang terjadi per satu juta peluang. Selain DPMO, nilai *Sigma* juga dihitung untuk menilai kapabilitas proses perusahaan saat ini. Data yang terkumpul pada tahap ini menjadi dasar faktual untuk analisis selanjutnya, memastikan bahwa keputusan perbaikan didasarkan pada bukti empiris (Oktaviani et al., 2022); (Wahyudi et al., 2020).
3. *Analyze* (Tahap Analisis): Tahap analisis adalah fase di mana tim menyelidiki mengapa hasil akhir tidak sesuai dengan yang direncanakan atau ditargetkan. Fungsi utama dari tahap ini adalah untuk mengidentifikasi dan memahami faktor-faktor yang menyebabkan permasalahan. Tim akan menganalisis data cacat dan sumber variasi untuk menemukan akar penyebab masalah, bukan

hanya gejala permukaannya. Berbagai alat analisis kualitas, seperti diagram sebab-akibat (*Fishbone Diagram*), sangat umum digunakan pada tahap ini untuk memvisualisasikan potensi penyebab dan mengarahkan penyelidikan ke sumber masalah yang sebenarnya (Irwanto et al., 2019); (Wahyudi et al., 2020)

4. *Improve* (Tahap Perbaikan): Setelah akar penyebab masalah kualitas teridentifikasi dengan jelas, tahap *Improve* berfokus pada pengembangan dan implementasi solusi. Ini melibatkan proses penentuan, penyeleksian, dan pemilihan beberapa alternatif perbaikan (*improvement*) yang paling efektif untuk meningkatkan performa perusahaan (Adi & Supriyanto, 2011); (Wahyudi et al., 2020). Usulan perbaikan ini dirancang secara spesifik untuk mengatasi akar masalah yang telah ditemukan, seringkali dengan menggunakan kerangka kerja seperti metode 5W+1H (*What, Why, Where, When, Who, How*) untuk merumuskan tindakan yang konkret dan terencana (Gaspersz, 2002).
5. *Control* (Tahap Pengendalian): Tahap *Control* adalah fase terakhir dalam siklus *DMAIC*, yang bertujuan untuk memastikan bahwa perbaikan yang telah diimplementasikan dapat dipertahankan dalam jangka panjang dan tidak kembali ke kondisi semula. Fokus utama pada tahap ini adalah bagaimana menjaga perbaikan agar terus berlangsung, termasuk menempatkan perangkat dan sistem pemantauan untuk memastikan bahwa variabel-variabel kunci proses tetap berada dalam batas toleransi yang dapat diterima (Irwanto et al., 2019) (Wahyudi et al., 2020). Fungsi utamanya adalah supervisi dan monitoring berkelanjutan terhadap rencana perbaikan yang telah dirancang. Selain itu,

tahap ini juga penting untuk mendokumentasikan proses yang berhasil sebagai praktik terbaik, yang dapat menjadi panduan untuk mengatasi masalah serupa di masa mendatang.

G. Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Irwanto et al., 2019) mengenai peningkatan kualitas produk *gearbox* dengan pendekatan *DMAIC Six Sigma*. Tujuan penelitian ini yaitu ingin mengidentifikasi akar penyebab kecacatan, dengan perhatian khusus pada cacat (*nest*) yang merupakan jenis cacat yang paling dominan, berdasarkan identifikasi tersebut dengan penurunan signifikan cacat *Per Million Opportunities* (DPOM) dari nilai 24.200 menjadi 13.300, peningkatan nilai level pada *Six Sigma* dari 3,474 menjadi 3,717 dalam proses produksi, serta penurunan *Cost of Poor Quality* (COPQ) dari Rp. 56.100.000 menjadi Rp. 28.050.000. hal tersebut menyatakan dengan penerapan *Six Sigma DMAIC* efektif dalam mengurangi cacat dan meningkatkan kualitas produk dan diharapkan dapat berkontribusi terhadap pencapaian target *zero* cacat dan meningkatkan daya saing perusahaan.

Ibrahim et al., n.d (2020), dalam penelitiannya bertujuan menganalisis pengendalian kualitas produk *vibrating roller compactor* menggunakan metode *Six Sigma* dengan tahapan DMAIC. Dalam penelitiannya menunjukkan bahwa cacat kulit besi (20,70%) pemasangan bolt kendor (19,75%), dan diameter stay tidak center (19,43%) adalah yang paling dominan. Dengan tingkat kualitas perusahaan

berada pada rata-rata 2,86 nilai sigma dengan nilai DPOM 87.350,77, meskipun nilai tersebut cukup baik penelitian ini masih di perlukan peningkatan *Six Sigma* analisis lebih lanjut mengungkapkan bahwa penyebab cacat meliputi proses *shoot blasting* yang tidak merata, ketidaksesuaian *torque wrench*, dan kesulitan pengukuran manual. Untuk mengatasi masalah ini, diusulkan perbaikan seperti jadwal perawatan mesin, kalibrasi alat, penempatan QC di lini perakitan, dan pembuatan *jig* untuk pengukuran, diikuti dengan pengendalian berkelanjutan melalui kalibrasi rutin dan perawatan mesin.

Dalam penelitian selanjutnya dilakukan oleh (Zulkarnain et al., 2021), dengan tujuan penelitian untuk meningkatkan kualitas produksi botol plastik personal care 500 ml dengan tingkat cacat melebihi terger 2% dengan menerapkan metode *Six Sigma* DMAIC. Hasil dari penelitian ini mengidentifikasi 12 jenis cacat umum, dengan nilai sigma sebesar 4.40429377 dan nilai DPOM sekitar 1840.413. penelitian ini menganalisis akar penyebab masalah dari faktor manusia, mesin, material, dan metode. Dengan usulan perbaikan menggunakan kerangka 5w + 1H dengan harapan dapat diimplementasikan untuk mengurangi cacat dan meningkatkan kualitas produksi secara berkelanjutan.

Dengan mengacu pada penelitian sebelumnya, implementasi *Six Sigma* pada produk botol *yoghurt* 70 ml dapat menjadi upaya yang relevan untuk mengurangi tingkat cacat, meningkatkan kualitas produk, dan meningkatkan kepuasan pelanggan, dengan demikian, penyusunan Tugas Akhir ini menerapkan metode yg sama (*Six Sigma*) namun pada produk dan lingkungan kerja yg berbeda,

dengan tujuan yg serupa yaitu meningkatkan kualitas produk dan mengurangi tingkat cacat. Hal ini menunjukkan konsistensi dalam pendekatan penelitian dan kepentingan yg sama dalam meningkatkan kualitas produk di industri plastik.



BAB III

METODE TUGAS AKHIR

A.

Tugas Akhir ini dilaksanakan di PT Natamas Plast, Jl. Raya Kedep, Tlajung Udik, Kecamatan Gunung Putri, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Pengambilan data dilakukan selama di PT Natamas Plast dimulai dari bulan April – Juli 2025 atau selama 4 bulan.

B. Objek Tugas Akhir

Objek penelitian dalam Tugas Akhir ini adalah botol *yoghurt* 70 ml yang diproduksi oleh PT Natamas Plast. Produk ini dipilih karena memiliki tingkat cacat tertinggi. Botol diproduksi menggunakan mesin *Blow Molding Fubold* dengan bahan baku HDPE Innoplus 4200B serta Pigment MB White 0108.

C. Alat, Bahan, dan Diagram Alir Proses Produksi Botol Yoghurt 70 ml

a) Mesin Blow Molding Fubold

Mesin utama yang digunakan dalam produksi botol *yoghurt* 70 ml adalah Blow Molding Fubold FB-90H – S8X2.5BM, dengan spesifikasi pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Spesifikasi Mesin *Blow molding*

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	Nomor Mesin	<i>Blow 21,22,23</i>
2.	Dimension	<i>L 4280 w 4.710 h 2.600 m</i>
3.	Nama Mesin	<i>fubold</i>
4.	Model	FB-90H - S8X2.5BM
5.	Serial Number	20220801
6.	Tahun Pembuatan	2022
7.	ØScrew	Ø 90 ^{mm}
8.	Power Supply	AC 380V 3P/N/PE 50 Hz
9.	Rate Power	63,2 kW
10.	Total weight	7600 kg
11.	Oil work pressure	Max 16 mpa
12.	Air work pressure	Max 0,8 mpa
13.	Max volume blow	5000ml



Gambar 6. Mesin Blow molding Fubold

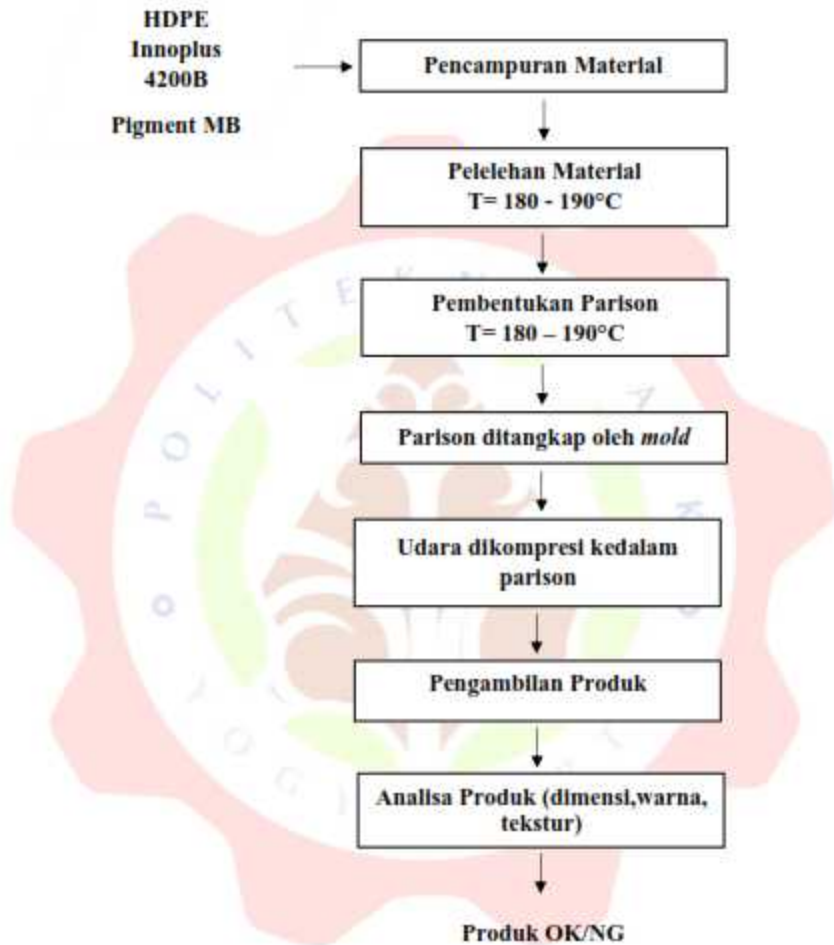
Sumber : Dokumentasi Pribadi

b) Alat Pendukung

Untuk alat-alat pendukung yang digunakan dalam memproduksi botol *yoghurt* ini adalah mesin *mixing* atau pencampur untuk mencampur material dengan *pigment* dan material murni dan *recycle*, kemudian digunakan juga mesin *crusher* untuk menggiling atau menghancurkan kembali produk yg cacat namun bahannya masih dapat digunakan sebagai bahan *recycle* yang nanti nya akan dicampur dengan bahan murni untuk bahan produksi selanjutnya.

c) Diagram Alir proses pembuatan Botol *Yoghurt* 70 ml.

Diagram alir proses menggambarkan serangkaian proses yang terjadi pada pembuatan botol *yoghurt* 70 ml. Diagram alir ini menjelaskan secara detail dari awal mulai proses sampai dengan akhir proses berupa botol *yoghurt* 70 ml. Diagram alir proses dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Diagram Alir Proses Botol susu 70 ml

Proses pembuatan botol *yoghurt* 70 ml dengan mesin *blow molding* dimulai dari pencampuran material HDPE innoplus dan pigmen MB White 0108 selanjutnya

material yang sudah tercampur akan di lanjut dengan proses pelelehan bahan plastik, di dalam ekstruder dengan suhu $T = 180 - 190^{\circ}\text{C}$ Plastik yang meleleh kemudian diekstrusi melalui die head untuk membentuk tabung plastik panas (*parison*).

Parison diposisikan di antara dua bagian cetakan (*mold*) yang sudah terbuka. Setelah *parison* berada di posisi yang tepat, cetakan menutup dan udara dikompresi kedalam *parison* sehingga *Parison* mengembang dan mengikuti bentuk cetakan (*mold*), membentuk botol sesuai desain. Setelah proses pembentukan selesai, botol didinginkan di dalam cetakan hingga cukup keras untuk dikeluarkan. Selanjutnya, botol dipotong untuk menghilangkan sisa *parison* dibagian atas dan bawah, kemudian dilakukan pemeriksaan kualitas seperti pemeriksaan awal yaitu pengujian organoleptis.

Pemilihan suhu pada proses pembuatan botol dengan mesin *blow molding*, mulai dari suhu pelelehan hingga suhu *parison*, dengan suhu $T = 180 - 190^{\circ}\text{C}$ untuk memastikan material meleleh sempurna, memiliki viskositas yang tepat, dan sesuai dengan titik leleh pada biji plastik. Suhu pelelehan yang sesuai mencegah aliran material tidak merata atau degradasi termal, sedangkan suhu *parison* yang tepat menjaga elastisitas agar pembentukan botol berlangsung optimal dengan ketebalan dinding seragam. Pengaturan suhu yang benar juga memastikan botol memiliki kekuatan, tampilan, dan keamanan yang memenuhi standar kualitas produk susu. Setelah proses produk berlangsung dan produk akhir sudah jadi, dilakukan pengecekan atau pengujian secara organoleptis oleh para *quality control* produksi

masing masing departemen. Pengujian organoleptis adalah metode pengujian yang menggunakan indra manusia sebagai alat utama untuk menilai atribut sensori dari produk, seperti rasa, warna, aroma, bentuk, dan tekstur. Hal ini dilakukan melalui proses penginderaan, yang merupakan proses fisio-psikologis yang berhubungan dengan kesadaran atau pengenalan alat indra akan sifat-sifat benda karena adanya rangsangan yang diterima alat indra yang berasal dari benda tersebut.

Pengujian organoleptik digunakan untuk memperoleh gambaran respon konsumen terhadap produk, sebelum suatu produk didistribusikan kepada konsumen. Analisis sensori atau uji organoleptik adalah metode analisis sensori di mana atribut sensori suatu produk atau bahan pangan yang diidentifikasi, dideskripsikan, dan diukur dengan menggunakan panelis yang dilatih khusus untuk tujuan ini (Setyaningsih, 2010).

Pada kasus ini, dilakukan pengujian organoleptis dengan cara melihat dimensi produk, aroma, warna, bentuk dan tekstur apakah sudah sesuai dengan SOP yang berlaku di perusahaan. Apabila produk belum sesuai dengan standarisasi, maka produk akan di kualifikasikan ke dalam produk cacat atau NG (*Not Good*) dan akan di-crusher untuk keperluan material *recycle* selanjutnya. Dan apabila produk sudah sesuai dengan standarisasi, maka produk akan di kualifikasikan ke dalam produk OK dan selanjutnya akan dilakukan proses *assembly* dan *packing*.

C. Metode Pengambilan Data dan Metode Tugas Akhir

Metode penyelesaian yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini adalah Metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) dari *six sigma*. Dalam penelitian ini penerapan *lean six sigma* menggunakan diagram pareto untuk tahap *define*. Pengukuran DPOM dan tingkat sigma digunakan pada tahap *measure*. Sedangkan pada tahap *analyze* digunakan *fishbone* diagram. Metode penyelesaian yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini adalah Metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) dari *six sigma*. Dalam penelitian ini penerapan *lean six sigma* menggunakan diagram pareto untuk tahap *define*. Pengukuran DPOM dan tingkat sigma digunakan pada tahap *measure*. Sedangkan pada tahap *analyze* digunakan *fishbone* diagram. Pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi karakteristik kecacatan produk (jenis *reject*) yang di dapat berdasarkan standar yang diterapkan perusahaan untuk kemasan yang dihasilkan yaitu produk botol *yoghurt* 70 ml di PT Natamas Plast dengan mesin *blow molding*, kemudian mengklasifikasikan karakteristik kualitas yang akan dianggap sebagai CTQ (*Critical to Quality*), kemudian menganalisis masalah yang ada saat ini dengan memanfaatkan diagram *fishbone*. terakhir hasil dari analisis tersebut kemudian dicari usulan perbaikan agar Perusahaan dapat memperbaiki proses produksi sehingga menghasilkan produk yang lebih baik dari kondisi sebelumnya. Diagram alir dapat dilihat pada gambar 15 berikut.



Gambar 8. Diagram Alir Proses Penyelesaian TA

ambar 8 menunjukkan proses penyelesaian tugas akhir yg diawali dengan pengenalan perusahaan guna untuk memahami profil dan kondisi operasional setelah itu dilakukan identifikasi masalah untuk mengetahui permasalahan yang terjadi di Perusahaan. Perumusan masalah digunakan untuk memperjelas fokus penelitian, didukung oleh studi literatur dan diskusi guna memperoleh teori yang relevan, serta dilengkapi dengan observasi lapangan untuk melihat kondisi nyata yang terjadi di perusahaan. Data primer dan skunder

Tahapan berikutnya adalah Pengumpulan data primer yang dilakukan dibagian produksi blow molding PT Natamas Plast melalui observasi langsung dan wawancara dengan operator serta tim *Quality Control* dan data skunder di dapat melalui laporan produksi perusahaan yang dijabarkan pada Table 3 Rekap Laporan cacat TOP 5 Periode Bulan Mei 2025. Hasil dari observasi dan wawancara berupa data mengenai tahapan pembuatan botol plastik yang disajikan pada gambar 7 mulai dari proses pelelehan material, pembentukan *parison*, hingga tahap *blow molding* dan pendinginan. Selain itu, ditemukan informasi terkait penyebab cacat pada produk yang disajikan pada gambar 13 seperti ketidaksesuaian suhu pelelehan, tekanan udara yang tidak stabil, distribusi material yang tidak merata, serta pengaturan waktu pendinginan yang kurang optimal, yang dapat mengakibatkan cacat tebal-tipis atau garis pada dinding botol Untuk memenuhi tahapan selanjutnya yaitu DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) Pengolahan data dalam

penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang sistematis, sebagai berikut:

a) Penyelesaian menggunakan DMAIC

1. Tahap *Define*

Pada tahap ini, peneliti mengidentifikasi berbagai jenis cacat yang mungkin terjadi selama proses produksi. Proses identifikasi ini dilakukan dengan menganalisis data cacat produk botol *yoghurt* 70 ml yang diperoleh dari catatan penolakan produksi cacat serta melalui wawancara dengan staf perusahaan, termasuk Kepala Bagian *Blow*, *Quality Control*, dan Operator mesin *blow*. Selanjutnya, peneliti memetakan alur proses produksi secara berurutan, mulai dari awal hingga akhir. Tujuan dari pemetaan ini adalah untuk menggambarkan setiap langkah dalam proses produksi, sehingga peneliti dapat memahami bagaimana produk dibuat dan di mana potensi masalah dapat muncul. Dengan menganalisis keseluruhan proses produksi, peneliti dapat mengidentifikasi langkah-langkah yang dianggap *Critical to Quality* (CTQ). CTQ adalah aspek yang paling berpengaruh terhadap kualitas akhir produk, serta tahap di mana cacat lebih sering terjadi dan berdampak signifikan pada kualitas. Dengan mengidentifikasi CTQ, peneliti dapat lebih fokus pada perbaikan di titik-titik yang memiliki pengaruh besar terhadap kualitas produk.

2. Tahap *Measure*

Gaspersz (2002) menyatakan bahwa DPMO dapat dirumuskan antara lain sebagai berikut:

$$DPMO = (D / (U \times O)) \times 1.000.000 \dots \dots \dots (1)$$

$$DPMO = \frac{\text{Jumlah Defect}}{\text{Jumlah produksi} \times \text{Jenis Cacat}} \times 1.000.000 \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

D = Jumlah Cacat

U = Jumlah produksi

O = Jenis cacat

Perhitungan DPMO dan nilai sigma dapat menggunakan program excel.

Berikut rumus yang digunakan untuk mencari berapa hasil nilai dari DPMO dan berapa hasil nilai dari sigma

$$NORMSINV((1000000-DPMO)/1000000)+1,5 \dots \dots \dots (3)$$

Penelitian yang dilakukan oleh (Gaspersz, 2002) menyatakan bahwa dalam perhitungan DPMO dan nilai *sigma* menggunakan program excel, berikut merupakan rumus yang digunakan untuk mencari berapa hasil nilai dari DPMO dan berapa hasil nilai dari *sigma*.

- a. Perhitungan DPMO dari nilai *sigma* untuk data atribut nilai *sigma*

$$NORMSINV((1000000-DPMO)/1000000)+1,5 \dots \dots \dots (3)$$

- b. Perhitungan DPMO dan nilai *sigma* untuk data atribut dan data variable buat stigma yang berbeda diatas UCL

$$P | Z \leq \left(\frac{UCL - \bar{x}}{s} \right) | \times 1000000 \dots \dots \dots (6)$$

Dan untuk kemungkinan cacat berada dibawah LCL

$$P | Z \leq \left(\frac{LCL - \bar{x}}{s} \right) | \times 1000000 \dots \dots \dots (7)$$

Dan dapat diketahui nilai DPMO dengan rumus:

$$P(Z > UCL) \times 1000000 + P(Z < LCL) \times 1000000 = \bar{c} \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan:

$\bar{c}$ = jumlah ukuran cacat

s = standar deviasi

UCL = *Upper Control Limit*

LCL = *Lower Control Limit*

- Selanjutnya, peneliti akan menentukan *Upper Control Limit* (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL). Alat manajemen kualitas yang digunakan untuk memantau, mengendalikan, dan meningkatkan proses produksi secara berkelanjutan adalah *Control chart* (grafik kendali). Tujuan utama dari grafik kendali ini adalah untuk mengidentifikasi apakah proses berjalan dalam kondisi yang terkendali (dalam batas kontrol statistik) atau mengalami variabilitas yang disebabkan oleh faktor-faktor tertentu yang memerlukan intervensi.

3. Tahap *Analyze*

Pada tahap ini, peneliti akan mengidentifikasi berbagai jenis cacat dan memprioritaskan cacat mana yang memiliki kontribusi terbesar terhadap penurunan kualitas produk secara keseluruhan. Pembuatan diagram Pareto akan dilakukan untuk menentukan cacat yang paling dominan, yang nantinya akan diidentifikasi sebagai CTQ. Setelah itu, peneliti akan menganalisis akar penyebab dari cacat yang dominan tersebut dengan menggunakan diagram fishbone, yang mempertimbangkan faktor-faktor seperti manusia (*man*), mesin (*machine*), metode (*method*), dan material.

4. Tahap *Improve*

Tahap *Improve* bertujuan untuk mengoptimalkan proses dengan menggunakan analisis untuk mengetahui dan mengendalikan kondisi optimum dari proses. Ini merupakan langkah penting dalam metodologi DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) dalam *Six Sigma*. Fokus utama pada tahap ini adalah mengidentifikasi dan menerapkan solusi yang dapat menghilangkan atau meminimalkan penyebab utama dari masalah yang telah diidentifikasi pada tahap sebelumnya (*Analyze*). Salah satu teknik yang efektif dalam tahap ini adalah *Root Cause Analysis* (RCA).

5. Tahap *Control*

Tahap Control dalam DMAIC merupakan langkah penting dan terakhir dari siklus perbaikan berkelanjutan. Tujuan dari tahap ini adalah untuk memastikan bahwa perbaikan yang telah dilakukan tetap berjalan secara konsisten dan memberikan hasil yang diharapkan dalam jangka panjang. Kontrol mencakup penerapan sistem pengawasan untuk memantau kinerja proses secara berkelanjutan, mendeteksi penyimpangan dari target yang telah ditetapkan, serta melakukan tindakan korektif untuk menjaga stabilitas dan efektivitas proses.

Proses ini diakhiri dengan analisis hasil dan membuat kesimpulan dari pengolahan data tersebut lalu selesai. Dengan diagram ini diharapkan permasalahan yang di temukan dapat di selesaikan secara sistematis dan memberikan manfaat nyata untuk perusahaan.