



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Analisis *Root Cause* Kebocoran Botol PET 80ml Menggunakan Metode FMEA dan Kaizen di PT P



LAPORAN SKRIPSI

TEGAR BAYU SATRIAJI

NIM. 2206411053

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**TEKNOLOGI INDUSTRI CETAK KEMASAN
JURUSAN TEKNIK GRAFIKA DAN PENERBITAN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**Analisis *Root Cause* Kebocoran Botol PET 80ml
Menggunakan Metode FMEA dan Kaizen
di PT P**



JURUSAN TEKNIK GRAFIKA DAN PENERBITAN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

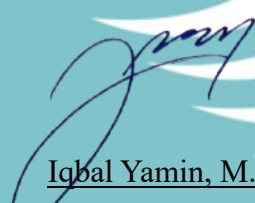
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS *ROOT CAUSE* KEBOCORAN BOTOL PET 80ML
MENGUNAKAN METODE FMEA DAN KAIZEN
DI PT P

Disetujui,
Depok, 1 Juli 2026

Pembimbing Materi


Iqbal Yamin, M. T
NIP. 198909292022031005

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Ketua Program Studi


Muryeti, S.Si., M.Si.

NIP. 197308111999032001



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS *ROOT CAUSE* KEBOCORAN BOTOL PET 80ML MENGUNAKAN METODE FMEA DAN KAIZEN DI PT P

Disahkan pada,
Depok, 13 Juli 2026

Penguji I

Dra. Wiwi Prastiwinarti, M.M
NIP. 196407191997022001

Penguji II

Deli Silvia, S.Si., M.Sc
NIP. 198408192019032012

Ketua Progam Studi

Muryeti, S.Si., M.Si.
NIP. 197308111999032001

Ketua Jurusan



Dr. Zulkarnain, S.T., M.Eng
NIP. 198405292012121002



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar benarnya bahwa semua pernyataan dalam skripsi saya ini dengan judul **Analisis Root Cause Kebocoran Botol PET 80ml Menggunakan Metode FMEA dan Kaizen di PT P** merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan dan tugas karya akhir saya sendiri, di bawah bimbingan Dosen Pembimbing yang telah ditetapkan oleh pihak Jurusan Teknik Grafika dan Penerbitan Politeknik Negeri Jakarta.

Skripsi ini belum pernah diajukan sebagai syarat kelulusan pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data dan hasil analisis maupun pengolahan yang digunakan, telah dinyatakan sumbernya dengan jelas dan dapat diperiksa kebenarannya.

Depok, 1 Juli 2026



Tegar Bayu Satriaji
NIM. 2206411053

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

RINGKASAN

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh tingginya tingkat kegagalan uji kebocoran (*vacuum leak test*) hingga 50-80% pada *trial* produksi botol toner PET 80ml di PT P pasca-alihan proyek dari PT J. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi potensi kegagalan, menganalisis akar penyebab kebocoran, dan merancang rekomendasi perbaikan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) serta Kaizen.

Pendekatan yang digunakan adalah *mixed-methods explanatory sequential*, diawali dengan pengumpulan data gambar teknik, pengukuran dimensi, dan observasi produksi. Data dievaluasi melalui analisis komparatif desain dan toleransi antarkomponen. Selanjutnya, Design FMEA diterapkan untuk mengkuantifikasi risiko, dilanjutkan dengan *5-Why Analysis* guna menelusuri akar masalah, dan diakhiri dengan perumusan countermeasures melalui proses Kaizen *5-Steps*.

Hasil Design FMEA mengidentifikasi dua kegagalan kritis. Pertama, ukuran *orifice inner plug* (3,48 mm) lebih besar dari pin *cap* (3,21 mm), menciptakan celah bocor 0,27 mm (RPN 540). Kedua, inkompatibilitas profil ulir botol membuat proses *capping* memerlukan torsi hingga 2,48 kali lebih berat (RPN 504). *5-Why Analysis* menyimpulkan akar penyebab masalah ini bersifat sistemik: penggunaan *benchmark* desain lama tanpa prosedur validasi formal terkait kompatibilitas perakitan antar komponen secara menyeluruh saat alihan proyek.

Kerangka Kaizen merekomendasikan dua tingkat perbaikan. Secara teknis, diusulkan modifikasi pengecilan *orifice inner plug* atau pembesaran pin *cap* untuk mencapai *pass rate* kebocoran $\geq 99\%$. Secara sistemik, direkomendasikan implementasi *Assembly Interface Checklist* pada tahapan *Design Review*, kewajiban Design FMEA sebelum *trial*, dan penyusunan *Supplier Quality Agreement* yang mencantumkan spesifikasi toleransi antarkomponen secara tegas guna mencegah keberulangan di masa depan.

Kata Kunci : Design FMEA, Kaizen, PET, *5-Why Analysis*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

SUMMARY

This research is motivated by the high failure rate of vacuum leak tests, reaching 50-80%, during the trial production of 80ml PET toner bottles at PT P following a project transfer from PT J. This study aims to identify potential failure modes, analyze the root causes of the leakage, and design improvement recommendations using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method and the Kaizen framework. The approach utilized is an explanatory sequential mixed-methods design, beginning with the collection of technical drawings, dimensional measurements, and production observations. The data were evaluated through comparative design analysis and component tolerance stack-up. Subsequently,

Design FMEA was applied to quantify risks, followed by a 5-Why Analysis to trace the root causes, and concluded with the formulation of countermeasures through the 5-Step Kaizen process. The Design FMEA results identified two critical failures. First, the size of the orifice inner plug (3.48 mm) was larger than the pin cap (3.21 mm), creating a 0.27 mm leakage gap (RPN 540). Second, the incompatibility of the bottle's thread profile caused the capping process to require up to 2.48 times higher torque (RPN 504). The 5-Why Analysis concluded that the root cause of these issues was systemic: the utilization of an outdated design benchmark without a formal validation procedure regarding the comprehensive assembly compatibility between components during the project transfer. The

Kaizen framework recommended two levels of improvement. Technically, it proposed modifications to reduce the orifice inner plug or enlarge the pin cap to achieve a leakage pass rate of $\geq 99\%$. Systemically, the recommendations included the implementation of an Assembly Interface Checklist during the Design Review phase, the mandatory execution of Design FMEA prior to trials, and the establishment of a Supplier Quality Agreement that explicitly states inter-component tolerance specifications to prevent recurrence in the future.

Keyword : Design FMEA, Kaizen, PET, 5-Why Analysis



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia- Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak Februari 2026 ini ialah sistem industri, dengan judul **Analisis Root Cause Kebocoran Botol PET 80ml Menggunakan Metode FMEA dan Kaizen di PT P.**

Terima kasih penulis ucapkan kepada Iqbal Yamin, M. T selaku pembimbing, serta teman-teman TICK yang telah banyak memberi saran. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Bapak Farhan Zulfikar beserta staf dari PT P, yang telah membantu selama pengumpulan data. Ungkapan terimakasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga, atas segala doa dan kasih sayangnya. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat.

Depok, 01 Juli 2026

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Tegar Bayu Satriaji



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
RINGKASAN	iv
SUMMARY	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II STUDI LITERATUR	6
2.1 <i>State of The Art</i>	6
2.2 <i>Polyethylene Terephthalate (PET)</i> sebagai Material Kemasan	7
2.3 Desain Sistem Ulir pada Kemasan Plastik	9
2.4 <i>Leak Testing</i> untuk Kemasan	11
2.5 <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	11
2.6 <i>5-Why Analysis</i>	16
2.7 Kaizen dan Continuous Improvement.....	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	20
3.1 Rancangan Penelitian	20
3.2 Metode Pengumpulan Data	22
3.2.1 Data Teknis Desain	22
3.2.2 Data Pengujian.....	24

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.3 Prosedur Analisis Data	24
3.3.1 Prosedur Analisis Komparatif Desain.....	25
3.3.2 Prosedur Pelaksanaan Design FMEA	26
3.3.3 Prosedur Pengembangan Proposal Perbaikan Berbasis Kaizen.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Hasil.....	31
4.1.1 Hasil Pengukuran <i>Inner Plug</i> Eksisting.....	31
4.1.2 Hasil Pengukuran Dimensi <i>Cap</i> Eksisting.....	32
4.1.3 Ketidaksesuaian <i>Orifice Plug</i> terhadap Pin <i>Cap</i>	33
4.1.4 Analisis Komparatif Dimensi Botol PT P & PT J.....	35
4.1.5 Hasil Pengujian Torque dan Vacuum	36
4.2 Pembahasan	38
4.2.1 Hasil Analisis FMEA	38
4.2.2 Sintesis Root Cause	39
4.2.3 Penerapan Kaizen 5-Steps sebagai Kerangka Usulan Perbaikan.....	40
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	48
5.1 Simpulan.....	48
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA.....	50
LAMPIRAN.....	54
RIWAYAT HIDUP	81



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai Severity.....	13
Tabel 2. 2 Nilai Occurance.....	14
Tabel 2. 3 Nilai Detection	14
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Dimensi Inner Plug Eksisting (n = 64 titik per dimensi).....	31
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Dimensi Cap Eksisting	32
Tabel 4. 3 Perbandingan Orifice Plug dengan Pin Cap	33
Tabel 4. 4 Perbandingan Dimensi Botol PT P dan PT J	35
Tabel 4. 5 Perbandingan Torque Cap antara Botol PT P dan PT J	36
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Torque 30 Sampel Botol PT P.....	37
Tabel 4. 7 Hasil Design FMEA Botol Toner PET 80ml	38
Tabel 4. 8 5-Why Analysis Jalur Masalah Kebocoran Botol	41
Tabel 4. 9 Why Analysis Jalur Masalah Proses Capping Berat	42
Tabel 4. 10 Countermeasures Teknikal (CM-T) untuk Perbaikan Segera.....	43
Tabel 4. 11 Countermeasures Sistemik (CM-S) untuk Design Review Process...	44

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian.....	21
Gambar 4. 1 Inner Plug Eksisting	31
Gambar 4.2 Inner Plug B	33
Gambar 4.3 Inner Plug A	33
Gambar 4.4 Inner Plug C	33
Gambar 4. 5 Cap dengan Inner Plug A yang sedikit menonjol	34
Gambar 4. 6 Perbandingan Thread Botol PT J dan PT P	36
Gambar 4. 7 Gantt Chart Rencana Implementasi.....	45
Gambar 4. 8 Alur Kerja/Flowchart Berdasarkan Countermeasure	47





DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengukuran Inner Plug Eksisting	54
Lampiran 2 Pengukuran Botol PT P	56
Lampiran 3 Pengukuran Botol PT J	57
Lampiran 4 Pengukuran Cap Eksisting.....	58
Lampiran 5 Form Pengujian Torsi Cap.....	60
Lampiran 6 Pengukuran Inner Plug Alternatif A	61
Lampiran 7 Pengukuran Inner Plug Alternatif B	62
Lampiran 8 Pengukuran Inner Plug Alternatif C	63
Lampiran 9 Formulir Kuesioner FMEA	64

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri kosmetik di Indonesia telah berkembang menjadi sektor manufaktur yang sangat teknis, di mana efikasi produk sangat bergantung pada integritas kemasan primernya. Di antara berbagai material kemasan plastik yang tersedia, *Polyethylene Terephthalate* (PET) merupakan salah satu yang paling banyak digunakan karena kombinasi sifat-sifat unggulnya, meliputi transparansi tinggi, ketahanan terhadap benturan, kemampuan membentuk *barrier* terhadap gas dan uap air, serta karakteristik daur ulang yang baik [1]. Karakteristik fisik botol PET yang unggul, seperti rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi dan kemampuan produksi dengan toleransi dimensi yang ketat melalui proses *injection molding* dan *stretch blow molding*, menjadikannya pilihan yang kompetitif dari sudut pandang teknis maupun ekonomis [2].

Salah satu aspek teknis paling kritis dalam desain botol PET, khususnya untuk aplikasi yang membutuhkan integritas seal yang tinggi seperti toner, adalah sistem penutupan (*closure system*). Sistem ini mencakup desain *neck* dan *thread* (ulir) pada botol, serta *interface*-nya dengan cap. Integritas *seal* yang baik adalah persyaratan fundamental karena kegagalan *seal* dapat menyebabkan kebocoran produk yang tidak hanya mengakibatkan kerugian material, tetapi juga berpotensi merusak peralatan atau menyebabkan bahaya bagi pengguna akhir [3].

Keamanan material kemasan primer harus memenuhi kriteria *food grade*, yang sering kali merujuk pada regulasi FDA 21 CFR 177.1630 atau *European Union Regulation* (EU) 10/2011. Regulasi ini sangat ketat dalam membatasi migrasi zat kimia berbahaya seperti *asetaldehida* dan logam berat seperti *antimony* ke dalam produk. Di tingkat nasional, Badan Standardisasi Nasional (BSN) melalui SNI 19-4370-2004 menetapkan syarat mutu untuk botol plastik, yang mencakup aspek visual (bersih, tidak penyok), bau dan rasa (tidak boleh mengubah karakteristik isi), serta uji kebocoran yang mengharuskan tidak adanya kebocoran sama sekali.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

PT P adalah perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur kemasan berbasis *plastic injection*, dengan fokus utama pada produksi kemasan berbahan baku plastik. Perusahaan ini melayani berbagai macam *brand owner* besar khususnya yang bergerak di bidang *skincare* dan *bodycare*. Dalam rangka pengembangan kapasitas bisnis, PT P baru-baru ini menerima alihan proyek (*project transfer*) produksi botol toner PET 80ml dari PT J, yaitu *supplier* sebelumnya yang mengerjakan proyek ini. Alihan proyek semacam ini merupakan hal yang umum terjadi dalam industri manufaktur, seringkali didorong oleh berbagai faktor seperti pertimbangan biaya, peningkatan kapasitas produksi, konsolidasi *supply chain*, atau kebijakan lokalisasi dari customer [4].

Namun, proses alihan proyek membawa tantangan teknis tersendiri. Meskipun produk yang dihasilkan secara visual tampak identik, perbedaan-perbedaan *subtle* dalam kemampuan proses, *setting parameter* mesin, dan toleransi *mold* antar *supplier* dapat mengakibatkan perbedaan dimensi pada produk akhir. Perbedaan dimensi ini, meskipun kecil secara absolut, dapat memiliki dampak signifikan terhadap performa produk, khususnya pada fitur-fitur yang memiliki fungsi kritis seperti sistem ulir pada *neck* botol [5].

Dalam proses alihan proyek botol toner PET 80ml dari PT J ke PT P, terdapat modifikasi desain yang dilakukan, khususnya pada bagian *neck* dan *shoulder* botol yang dibuat lebih pendek dibandingkan design asli dari PT J. Pada saat tahap validasi dan *trial production*, tim *Quality Assurance* (QA) dan tim *New Product Development* (NPD) PT P menemukan beberapa masalah kritis pada produk hasil trial.

Kendala awal seperti penyok (*indentasi*) pada dasar botol serta permukaan body yang bergelombang (*waviness*) memang sempat muncul, namun berhasil diselesaikan dengan cepat lewat kalibrasi *pinlock* dan penyesuaian parameter *cooling* mesin [6], sehingga tidak menjadi titik berat pada evaluasi lanjutan. Persoalan sesungguhnya—yang sekaligus menjadi fokus utama penelitian ini—terletak pada tingginya insiden kebocoran saat dilakukan pengujian vakum (*vacuum leak test*). Tingkat kegagalan (*failure rate*) yang melonjak hingga 50-80 persen dari total sampel jelas jauh melampaui batas toleransi produksi. Angka kegagalan yang



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

masif ini mengindikasikan adanya cacat sistematis dalam geometri kemasan, bukan sekadar anomali atau random defect sesaat [7].

Penelusuran awal di lapangan mengungkapkan bahwa biang keladi kebocoran ini berakar dari distorsi profil ulir (*thread profile*) antara botol cetakan PT J dan PT P. Ketidaksesuaian dimensi ini menciptakan celah antara *cap* dan leher botol yang kemudian menjadi jalur keluar cairan saat diuji vakum. Kondisi ini sangat terasa saat proses *capping* manual, di mana *user* terpaksa menggunakan tenaga ekstra sekadar untuk menyejajarkan posisi *cap* agar *center* [8], [9]. Idealnya, perakitan tanpa celah bisa dicapai jika diameter *Orifice Cap* didesain lebih besar daripada *Orifice Plug*. Akibat melencengnya profil ulir ini, proses penutupan menjadi tidak konsisten, sering kali miring (*misaligned*), dan berujung fatal pada hilangnya fungsi kedap [10]. Realitas operasional ini memaksa perlunya sebuah investigasi struktural untuk memetakan seluruh faktor kontributor masalah [11].

Dalam konteks ini, metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) dan pendekatan Kaizen dipilih sebagai alat analisis utama. FMEA adalah metodologi yang telah terbukti efektif dalam industri manufaktur untuk mengidentifikasi *potential failure modes* secara sistematis, mengkuantifikasi tingkat risiko melalui perhitungan *Risk Priority Number* (RPN), dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data untuk tindakan pencegahan [12]. Sementara itu, Kaizen sebagai filosofi *continuous improvement* menyediakan kerangka kerja yang terstruktur untuk mengembangkan rekomendasi perbaikan yang sistematis, *sustainable*, dan dapat diimplementasikan secara praktis di lingkungan industri [13].

Penelitian ini bermaksud untuk menganalisis kasus kebocoran botol toner PET 80ml di PT P secara komprehensif menggunakan kedua metodologi tersebut, serta menghasilkan rekomendasi perbaikan yang berfokus pada penguatan design review process untuk mencegah masalah serupa di masa depan. Hal ini penting tidak hanya dari sudut pandang operasional PT P, tetapi juga memberikan kontribusi berupa studi kasus yang berharga bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang *quality management* dan teknik industri.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa saja potensi mode kegagalan (*failure modes*) yang muncul dalam proses produksi botol toner PET 80ml setelah dilakukan modifikasi desain pada area *neck* dan *shoulder*?
2. Faktor-faktor kritis apa yang menyebabkan terjadinya kegagalan uji kebocoran (*leak test*) yang bersifat fluktuatif pada botol toner tersebut, meskipun cacat visual lainnya telah teratasi?
3. Bagaimana urutan prioritas risiko kegagalan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) dalam metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) pada lini produksi botol toner PET 80ml?
4. Bagaimana rancangan perbaikan *design review process* yang optimal, menggunakan pendekatan Kaizen, untuk mencegah terulangnya masalah serupa pada proyek alihan berikutnya?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi secara sistematis seluruh potensi *failure modes* pada produk botol toner PET 80ml dalam fase transisi dan *re-development* proyek.
2. Menganalisis variabel teknis dan operasional yang menjadi akar penyebab *root cause* terjadinya kebocoran pada area penyegelan botol.
3. Menghitung dan menetapkan prioritas perbaikan berdasarkan tingkat keparahan (*severity*), frekuensi kejadian (*occurrence*), dan kemampuan deteksi (*detection*) menggunakan pendekatan RPN.
4. Mengembangkan rekomendasi perbaikan yang sistematis dan berkelanjutan untuk mencegah masalah serupa di masa depan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan berbagai manfaat yang signifikan, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang meliputi:

1. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai acuan untuk memperkuat sistem *design validation* dan *quality control*, sehingga mengurangi risiko kegagalan pada proyek alihan berikutnya dan meningkatkan daya saing perusahaan.
2. Menjadi rujukan bagi penelitian selanjutnya di bidang *quality management* dan teknik industri, khususnya mengenai aplikasi praktis dari FMEA dan Kaizen dalam lingkungan *manufacturing*.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Agar penelitian tetap fokus, terarah, dan dapat diselesaikan dalam waktu yang tersedia, ditetapkan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Objek penelitian adalah botol PET 80ml yang digunakan sebagai kemasan toner, yang diproduksi oleh PT P dalam tahap *trial production* bulan Februari 2026.
2. Masalah yang menjadi fokus penelitian adalah kegagalan *leak test* (kebocoran) pada sampel *trial*, tidak termasuk masalah penyok dan *waviness* yang telah terselesaikan sebelum penelitian dilakukan.
3. Metode analisis yang digunakan adalah *Design FMEA* untuk identifikasi dan kuantifikasi risiko, dan Kaizen (5-Step) untuk pengembangan proposal perbaikan.
4. Data yang dianalisis meliputi *technical drawing* dari PT J dan PT P, data pengukuran dimensi, hasil *leak test*, dan *trial production report* dari Februari 2026.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi seluruh *failure mode* kritis pada proses produksi botol toner PET 80ml pasca-alihan proyek, dengan dua *failure mode* prioritas yang ditemukan melalui Design FMEA:

1. ketidaksesuaian *orifice inner plug* (3,48 mm) terhadap pin cap (3,21 mm) yang menghasilkan gap 0,27 mm sebagai jalur bocor (RPN 540, S=10, O=9, D=6)
2. inkompatibilitas profil ulir botol PT P yang menyebabkan *torque capping* 2,06–2,48 kali lebih tinggi dari referensi dan 73,3% sampel berada di luar standar (RPN 504, S=8, O=9, D=7).
3. Penelusuran menggunakan analisis *5-Why* pada kedua jalur masalah bermuara pada satu akar penyebab yang sama, yaitu PT P menggunakan desain botol PT J yang sudah termodifikasi sebagai *benchmark* dalam proses alihan proyek tanpa disertai prosedur validasi kompatibilitas antar komponen secara menyeluruh. Berdasarkan temuan tersebut.
4. Kerangka Kaizen *5-Steps* menghasilkan usulan perbaikan dua level: secara teknis melalui modifikasi *orifice inner plug* (CM-T1) atau pin cap (CM-T2) dengan target *pass rate* $\geq 99\%$ pada *repeat leak test*, dan secara sistemik melalui implementasi *Assembly Interface Checklist* (CM-S1), Design FMEA wajib sebelum *trial* (CM-S2), serta *Supplier Quality Agreement* yang mencantumkan spesifikasi *interface* antar komponen secara eksplisit (CM-S3).

5.2 Saran

Berdasarkan pengalaman dan temuan dari penelitian ini, terdapat beberapa arah pengembangan yang dapat ditempuh oleh penelitian selanjutnya untuk memperluas dan memperdalam pemahaman di bidang ini.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan validasi empiris atas countermeasure yang telah dirumuskan, khususnya CM-T1 dan CM-T2, dengan merancang eksperimen terkontrol yang mengukur secara kuantitatif hubungan antara perubahan dimensi *orifice plug* atau pin *cap* terhadap *pass rate vacuum leak test*. Pendekatan ini akan memberikan landasan ilmiah yang lebih kuat bagi penetapan toleransi dimensi optimal untuk sistem *sealing* bertipe *screw cap*.
2. Integrasi antara *Design FMEA* dan *Process FMEA* (PFMEA) dapat menjadi topik penelitian yang menarik untuk dikaji lebih lanjut. Sementara penelitian ini berfokus pada sisi desain komponen, PFMEA yang menyeluruh pada proses *capping* manual dan *injection molding* akan melengkapi pemahaman tentang sumber variasi yang ada di tahap produksi, sehingga strategi pengendalian kualitas dapat dirancang secara lebih komprehensif.
3. Penerapan metode *Design of Experiments* (DoE) seperti Taguchi atau *Response Surface Methodology* pada variabel-variabel dimensi kritis (diameter *orifice*, panjang pin, *neck height*, panjang ulir) berpotensi menghasilkan model prediktif yang dapat digunakan untuk optimasi desain secara sistematis. Pendekatan ini akan memungkinkan penentuan kombinasi dimensi terbaik dengan jumlah eksperimen yang efisien.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Fitriyano and D. Ar Rahim, “Tinjauan Singkat Potensi Pemanfaatan Botol Bekas Berbahan Polyethylene Terephthalate (PET) di Indonesia A Short Review on Potential of Utilization Used Bottle Made from Polyethylene Terephthalate (PET) in Indonesia,” vol. 16, no. 1, pp. 18–24, 2019.
- [2] J. Wiley and Sons, *Encyclopedia Of Packaging Technology*, Third.
- [3] J. Scheirs and T. E. Long, *Modern Polyesters : Chemistry and Technology of Copolyesters*.
- [4] D. Simchi-levi, P. Kaminsky, and E. Simchi-levi, “Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies, and Case Studies,” vol. 22, no. 1, pp. 259–262, 2001.
- [5] G. Taguchi, S. Chowdhury, and Y. Wu, *Taguchi's Quality Engineering Handbook*. 2021.
- [6] C. . Harper and McGraw-Hill, *Handbook of Plastics Technologies*, vol. 22, no. 6. 2016.
- [7] J. M. Juran, A. B. Godfrey, R. E. Hoogstoel, and E. G. Schilling, *Juran's Quality Handbook*.
- [8] B. Bamps and R. Peeters, “Seal materials in flexible plastic food packaging : A review,” no. March, pp. 507–532, 2023, doi: 10.1002/pts.2732.
- [9] D. C. Silva *et al.*, “Evaluation of two PET bottles caps : an exploratory study,” vol. 3, no. Ahfe, pp. 6245–6252, 2015, doi: 10.1016/j.promfg.2015.07.768.
- [10] W. WANG and Z. MU, “Design Of A Multi-Chamber Rotational Bottle Cap For Phase-Based Hydration Supplementation,” *Proc. ASIA Des. Innov. Conf.*, pp. 131–138, 2025.
- [11] S. Thomas Foster, *Managing Quality Integrating The Supply Chain*. Pearson, 2017.
- [12] S. Ronald and R. William, “Failure Modes and Effects Analysis,” 2018.
- [13] M. Imai, *Gemba Kaizen A Commonsense Approach To A Continous Improvement Strategy*, Second. 2016.
- [14] H. Zhang, Z. Xu, H. Qian, and X. Su, “Failure Mode and Effects Analysis Based on Z-Numbers and the Graded Mean Integration Representation,”



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- 2022, doi: 10.32604/cmcs.2022.021898.
- [15] A. Shahriar, R. Sadiq, and S. Tesfamariam, "Risk analysis for oil & gas pipelines: A sustainability assessment approach using fuzzy based bow-tie analysis," *J. Loss Prev. Process Ind.*, vol. 25, no. 3, pp. 505–523, 2012, doi: 10.1016/j.jlp.2011.12.007.
 - [16] M. Bahrami, D. Hadizadeh, and S. M. Sajjadi, "Innovation and Improvements In Project Implementation and Management ; Using FMEA Technique," vol. 41, pp. 418–425, 2012, doi: 10.1016/j.sbspro.2012.04.050.
 - [17] M. G. Maarof and F. Mahmud, "A Review of Contributing Factors and Challenges in Implementing Kaizen in Small and Medium Enterprises," *Procedia Econ. Financ.*, vol. 35, no. October 2015, pp. 522–531, 2016, doi: 10.1016/S2212-5671(16)00065-4.
 - [18] H. Ullah, I. Mufti, M. Hussain, and M. Khalid, "Integrating FMEA and Kaizen for Continuous Improvement in Manufacturing," *Int. J. Qual. Reliab. Manag.*, vol. 38, no. 5, 2021.
 - [19] M. Pergal and B. Milica, *Polyethylene Terephthalate: Uses, Properties and Degradation*, POLYMER SC. New York: Nova Science Publishers Inc., 2017.
 - [20] R. Nisticò, "Polyethylene terephthalate (PET) in the packaging industry".
 - [21] A. Ogale and S. . Rehm, "Polymer Orientation and Its Effect On Bottle Neck Properties in PET Packaging," *Polym. Eng. Sci.*, vol. 59, no. 3, 2019.
 - [22] E. A. Avallone and I. Theodore Baumeister, *Standard Handbook for Mechanical Engineers*, 12th ed. New York: McGRAW-HILL, 2018.
 - [23] V. N. Reinhold, *Plastic Closures and Finish Standards Handbook*. Society of Plastics Industry, 2017.
 - [24] R. Norton, *Machine Design: An Integrated Approach*, 6th ed. Hoboken, NJ: Pearson, 2021.
 - [25] E. E. Lin and H. . Zhang, "Theoretical Tolerance Stackup Analysis Based on Tolerance Zone Analysis," pp. 257–262, 2021.
 - [26] P. Moore, J. Charles, and S. Charles, *Nondestructive Testing Handbook, Volume 2 : Leak Testing*, 4th ed. ASNT, 2019.
 - [27] M. Lebrun and M. Poncet, "Vacuum Testing Methods for Closure Integrity



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- in Pharmaceutical and Food Packaging,” *Packag. Technol. Sci.*, vol. 32, no. 4, 2019.
- [28] ASTM International, *ASTM D3078-02(2018): Standard Test Method for Determination of Leaks in Flexible Packaging by Bubble Emission*. West Conshohocken: ASTM International, 2018.
- [29] M. Z. Wiśniewska, “Environmental Failure Modes And Effects Analysis (Fmea) And Its Applications. A Comprehensive Literature Review,” vol. 21, no. 3, pp. 365–379, 2022.
- [30] AIAG and VDA, *Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Handbook*, 1st ed. Southfield, MI: AIAG, 2019.
- [31] G. Mutlu and S. Altunta, “Hazard and Risk Analysis for Ring Spinning Yarn Production Process by Integrated FTA-FMEA Approach,” vol. 29, no. 3, pp. 208–218, 2019, doi: 10.32710/tekstilvekonfeksiyon.482167.
- [32] M. Cirovic, D. Makajic-nikolic, N. Petrovic, M. Vujosevic, and M. Kuzmanovic, “European Union Oil Import Dependency Risk Analysis,” vol. 24, no. 1, pp. 75–81, 2015, doi: 10.15244/pjoes/26105.
- [33] P. Dadgar and P. E. Payandeh, “Environmental Risk Assessment of Sugar Industries Using the EFMEA Method and Providing Environmental Management Solutions,” vol. 4, no. 2, pp. 129–141, 2019.
- [34] G. Herbert, “The Five Whys Technique,” pp. 307–310, 2017, doi: 10.1007/978-981-10-0983-9.
- [35] L. Mark, R. Latino, and K. Latino, *Root Cause Analysis Improving Performance for Bottom-Line Results*, Fifth. New York: CRC Press, 2020.
- [36] J. W. Creswell and V. L. Clark, *Designing and Conducting Mixed Methods Research*, 3rd ed. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, 2017.
- [37] R. K. Yin, *Qualitative Research from Start to Finish*, Second. New York: THE GUILFORD PRESS, 2016.
- [38] J. W. Creswell and J. D. Creswell, *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*, Fifth. SAGE Publications, 2020.
- [39] N. Denzin and Y. Lincoln, *The Sage Handbook of Qualitative Research (5th ed.)*, Fifth. Los Angeles, CA: SAGE Publications, 2018.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [40] K. T. Ulrich and S. D. Eppinger, *Product Design and Development*, Fifth Edit. New York: McGraw-Hill International Enterprise LLC, 2011.
- [41] D. . Montgomery, *Statistical Quality Control: A Modern Introduction*, 7th ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2019.
- [42] S. Jianjun, M. Chenbo, L. Jianhua, and Y. Qiuping, “A leakage channel model for sealing interface of mechanical face seals based on percolation theory,” *Tribol. Int.*, vol. 118, pp. 108–119, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2017.09.013>.
- [43] D. Maryadi, N. Moulita, F. Suryani, Azhari, and T. Tamalika, “Sosialisasi Penerapan Continuous Improvement (Kaizen) Pada Umkm Percetakan Al-Tisyah Di Kota Palembang,” *Akad. Pengabd. Masy.*, vol. 2, no. 1, pp. 97–103, 2024.



LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengukuran *Inner Plug* Eksisting

SHOOT 1

No	Dimensi	STD	±	Min	Max	CAVITY								Min	Max	Average
						1	2	3	4	5	6	7	8			
1	DIAMETER RING	18,7	0,3	18,4	19	18,70	18,63	18,74	18,64	18,69	18,71	18,50	18,70	18,50	18,79	18,68
						18,77	18,62	18,67	18,66	18,61	18,65	18,76	18,67			
						18,66	18,65	18,74	18,59	18,66	18,69	18,75	18,73			
						18,71	18,67	18,74	18,66	18,64	18,65	18,79	18,70			
2	DIAMETER ATAS RING	18	0,3	17,7	18,3	18,05	18,10	18,02	18,05	18,04	18,06	18,07	18,07	18,00	18,17	18,07
						18,11	18,17	18,00	18,03	18,02	18,09	18,10	18,08			
						18,15	18,12	18,05	18,06	18,03	18,01	18,09	18,13			
						18,10	18,05	18,07	18,07	18,02	18,02	18,10	18,13			
3	DIAMETER BAWAH RING	17,8	0,3	17,5	18,1	17,71	17,64	17,77	17,77	17,86	17,80	17,83	17,80	17,62	17,87	17,77
						17,83	17,72	17,84	17,75	17,62	17,76	17,79	17,87			
						17,74	17,79	17,71	17,71	17,83	17,74	17,82	17,84			
						17,83	17,80	17,81	17,62	17,62	17,67	17,81	17,81			
4	ORIFICE	3,3	0,3	3	3,6	3,51	3,44	3,48	3,45	3,48	3,52	3,51	3,41	3,41	3,54	3,48
						3,45	3,50	3,52	3,43	3,52	3,45	3,48	3,48			
						3,52	3,42	3,48	3,51	3,49	3,49	3,45	3,46			
						3,54	3,54	3,49	3,42	3,45	3,47	3,52	3,50			

SHOOT 2

No	Dimensi	STD	±	Min	Max	CAVITY								Min	Max	Average
						9	10	11	12	13	14	15	16			
1	DIAMETER RING	18,7	0,3	18,4	19	18,69	18,68	18,74	18,69	18,68	18,68	18,67	18,71	18,58	18,77	18,68
						18,58	18,77	18,73	18,70	18,67	18,67	18,63	18,67			
						18,63	18,64	18,76	18,63	18,64	18,72	18,64	18,70			
						18,63	18,72	18,70	18,71	18,60	18,68	18,69	18,68			
2	DIAMETER ATAS RING	18	0,3	17,7	18,3	18,08	18,14	18,16	18,08	18,18	18,17	18,17	18,24	18,06	18,24	18,14
						18,07	18,12	18,15	18,18	18,20	18,11	18,14	18,14			
						18,07	18,09	18,17	18,08	18,15	18,13	18,11	18,23			
						18,06	18,15	18,18	18,17	18,07	18,19	18,10	18,21			
3	DIAMETER BAWAH RING	17,8	0,3	17,5	18,1	17,65	17,76	17,87	17,70	17,73	17,72	17,77	17,60	17,60	17,87	17,75
						17,64	17,73	17,72	17,82	17,76	17,77	17,71	17,76			
						17,71	17,76	17,84	17,79	17,81	17,74	17,72	17,83			
						17,64	17,80	17,77	17,80	17,74	17,81	17,76	17,81			
4	ORIFICE	3,3	0,3	3	3,6	3,49	3,51	3,51	3,44	3,43	3,46	3,49	3,51	3,42	3,54	3,49
						3,45	3,46	3,44	3,54	3,42	3,47	3,53	3,52			
						3,49	3,47	3,45	3,51	3,48	3,48	3,52	3,52			
						3,44	3,47	3,51	3,49	3,52	3,49	3,53	3,49			



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2 Pengukuran Botol PT P

Cav Botol	Dimensi	STD	±	Min	Max	Unit	4	2	4	1	4	4	2	2	1	3	3	4	4	4	3	3	Min	Max	Avera ge
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
1	ORIFICE	18	0,3	17,7	18,3	mm	18,34	18,27	18,37	18,30	18,29	18,29	18,25	18,17	18,33	18,31	18,30	18,27	18,30	18,30	18,31	18,34	18,17	18,38	18,31
							18,29	18,38	18,30	18,24	18,29	18,26	18,29	18,37	18,34	18,33	18,33	18,33	18,31	18,31	18,30	18,35			
2	DI SCREW	21,7	0,3	21,4	22	mm	21,74	21,74	21,67	21,65	21,67	21,64	21,65	21,63	21,67	21,70	21,63	21,65	21,64	21,67	21,68	21,68	21,61	21,74	21,67
							21,74	21,67	21,71	21,64	21,67	21,67	21,72	21,68	21,64	21,71	21,64	21,65	21,65	21,69	21,64	21,61			
3	DO SCREW	23,8	0,3	23,5	24,1	mm	23,82	23,67	23,68	23,93	23,88	23,78	23,82	23,77	23,78	23,75	23,70	23,78	23,79	23,75	23,78	23,70	23,67	23,93	23,78
							23,79	23,74	23,69	23,74	23,81	23,80	23,84	23,84	23,78	23,81	23,77	23,80	23,82	23,78	23,82	23,82			
4	NECK HEIGHT	28,3	0,3	28	28,6	mm	28,26	28,16	28,18	28,31	28,25	28,25	28,29	28,30	28,31	28,17	28,12	28,16	28,14	28,11	28,17	28,34	28,11	28,34	28,22
5	START ULIR TO ORIFICE	Tidak ada standar				mm	1,88	1,86	1,80	1,79	1,84	1,74	1,76	1,75	1,89	1,80	1,85	1,80	1,90	1,83	1,86	1,84	1,74	1,90	1,82
6	RING NECK TO ORIFICE	Tidak ada standar				mm	13,3	13,21	13,34	13,44	13,39	13,41	13,44	13,20	13,42	13,21	13,26	13,24	13,30	13,39	13,31	13,22	13,20	13,44	13,32
7	START TO FINISIH ULIR	Tidak ada standar				mm	9,45	9,47	9,64	9,39	9,50	9,40	9,67	9,65	9,45	9,54	9,62	9,56	9,64	9,61	9,56	9,50	9,39	9,67	9,54
8	FINISH ULIR TO RING NECK	Tidak ada standar				mm	3,57	3,53	3,45	3,58	3,47	3,57	3,65	3,62	3,58	3,61	3,59	3,54	3,48	3,52	3,54	3,51	3,45	3,65	3,55

Lampiran 3 Pengukuran Botol PT J

No	Dimensi	STD	±	Min	Max	Unit	Cavity Botol								Min	Max	Average
							1	2	3	4	5	6	7	8			
1	ORIFICE	18	0,3	17,7	18,3	mm	18,00	17,85	18,21	18,02	18,15	18,08	18,00	18,02	17,48	18,21	18,06
							18,20	17,48	18,20	18,15	18,10	18,14	18,12	18,20			
2	DI SCREW	21,7	0,3	21,4	22	mm	21,66	21,69	21,66	21,66	21,66	21,69	21,67	21,71	21,66	21,75	21,69
							21,71	21,69	21,68	21,67	21,67	21,74	21,69	21,75			
3	DO SCREW	23,8	0,3	23,5	24,1	mm	23,66	23,62	23,62	23,65	23,68	23,64	23,67	23,62	23,60	23,68	23,65
							23,64	23,66	23,60	23,66	23,62	23,68	23,64	23,66			
4	NECK HEIGHT	28,3	0,3	28	28,6	mm	29,44	29,59	29,40	29,37	29,42	29,54	29,48	29,47	29,37	29,59	29,46
5	START ULIR TO ORIFICE	Tidak ada standar				mm	1,85	1,96	1,83	1,87	1,88	1,88	1,83	1,82	1,82	1,96	1,87
6	RING NECK TO ORIFICE	Tidak ada standar				mm	13,46	13,64	13,55	13,49	13,44	13,56	13,51	13,49	13,44	13,64	13,52
7	START TO FINISH ULIR	Tidak ada standar				mm	8,86	8,84	8,75	8,61	8,87	8,84	8,75	8,71	8,61	8,87	8,78
8	FINISH ULIR TO RING NECK	Tidak ada standar				mm	3,5	3,51	3,67	3,54	3,52	3,54	3,51	3,54	3,50	3,67	3,54

Lampiran 4 Pengukuran Cap Eksisting

No	Dimensi	STD	±	Min	Max	Unit	Titik	CAVITY								Min	Max	Average
								1	2	3	4	5	6	7	8			
1	DIAMETER INNER	Tidak ada standar				mm	1	22,00	22,05	22,00	22,03	22,05	22,13	22,12	22,15	22,00	22,19	22,08
							2	22,02	22,06	22,00	22,12	22,00	22,05	22,09	22,16			
							3	22,08	22,03	22,01	22,09	22,07	22,10	22,12	22,19			
							4	22,08	22,01	22,08	22,06	22,11	22,09	22,15	22,10			
2	DIAMETER OUTER	Tidak ada standar				mm	1	23,97	23,91	23,81	23,90	23,85	24,00	23,99	23,90	23,81	24,08	23,94
							2	23,91	23,99	23,88	23,82	23,91	23,92	23,87	24,02			
							3	24,01	23,87	24,00	23,93	23,97	24,04	23,93	24,08			
							4	24,05	24,00	23,91	23,97	23,82	23,99	23,98	23,96			
3	DIAMETER PIN	Tidak ada standar				mm	1	3,18	3,22	3,24	3,23	3,20	3,25	3,21	3,19	3,17	3,26	3,21
							2	3,18	3,22	3,24	3,17	3,21	3,26	3,20	3,22			
							3	3,20	3,21	3,24	3,19	3,20	3,25	3,21	3,20			
							4	3,20	3,20	3,23	3,20	3,19	3,25	3,20	3,20			



Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

No	Dimensi	STD	±	Min	Max	Unit	Titik	CAVITY								Min	Max	Average
								9	10	11	12	13	14	15	16			
1	DIAMETER INNER	Tidak ada standar				mm	1	22,10	22,09	22,11	22,05	22,10	22,00	22,03	22,16	22,00	22,16	22,08
							2	22,04	22,08	22,10	22,06	22,11	22,02	22,05	22,09			
							3	22,08	22,08	22,13	22,11	22,09	22,02	22,04	22,12			
							4	22,08	22,06	22,10	22,12	22,13	22,01	22,05	22,14			
2	DIAMETER OUTER	Tidak ada standar				mm	1	23,95	23,92	23,88	23,88	23,86	23,93	23,87	23,97	23,72	24,01	23,91
							2	23,83	23,85	23,90	23,94	23,96	23,90	24,01	23,90			
							3	23,72	23,93	23,92	23,96	23,89	23,95	23,88	23,95			
							4	23,81	23,88	23,83	23,99	23,96	23,89	23,94	23,93			
3	DIAMETER PIN	Tidak ada standar				mm	1	3,20	3,31	3,15	3,17	3,19	3,26	3,23	3,20	3,15	3,32	3,22
							2	3,19	3,32	3,23	3,16	3,20	3,23	3,24	3,17			
							3	3,18	3,30	3,23	3,22	3,21	3,22	3,27	3,15			
							4	3,18	3,28	3,20	3,20	3,19	3,24	3,22	3,21			



Lampiran 5 Form Pengujian Torsi Cap

Tanggal Pengujian	23-02-2026	Standar Torsi Min (Kgf.cm)	10
Nama Produk	BTL PET 80ml	Standar Torsi Max (Kgf.cm)	13
Jenis Cap	Screw Cap	Alat Ukur	Torque Tester Digital
Line/Mesin	SB – 07	Operator	Tegar
Lot/Batch	LOT-FT-0226	Jumlah Sample	30

No	Torsi Open (KgF.cm)	Torsi Close (KgF.cm)	Torsi Open (Free) (KgF.cm)	Drop Test	Shaking Test	Gravity Test
1	11,10	18,98	10,65	OK	OK	OK
2	16,74	21,83	12,39	OK	OK	OK
3	15,97	20,54	11,26	OK	OK	OK
4	12,93	21,15	9,82	OK	OK	OK
5	11,82	23,94	7,73	OK	OK	OK
6	17,29	20,91	18,02	OK	OK	OK
7	13,91	17,95	8,00	OK	OK	OK
8	9,31	21,55	5,40	OK	OK	OK
9	13,10	18,25	5,65	OK	OK	OK
10	10,13	14,97	5,99	OK	OK	OK
11	13,44	17,34	6,46	OK	OK	OK
12	13,34	15,62	5,91	OK	OK	OK
13	8,54	13,26	5,58	OK	OK	OK
14	20,13	18,66	12,73	OK	OK	OK
15	10,30	18,34	6,58	OK	OK	OK
16	11,96	15,97	7,01	OK	OK	OK
17	7,82	14,26	3,71	OK	OK	OK
18	13,33	16,40	9,25	OK	OK	OK
19	12,55	18,02	8,47	OK	OK	OK
20	13,69	18,57	12,49	OK	OK	OK
21	22,23	20,65	13,20	OK	OK	OK
22	20,87	19,98	12,52	OK	OK	OK
23	14,98	14,26	21,75	OK	OK	OK
24	22,26	16,07	15,87	OK	OK	OK
25	15,38	13,88	6,53	OK	OK	OK
26	21,24	16,27	19,90	OK	OK	OK
27	13,46	13,24	7,88	OK	OK	OK
28	14,53	14,82	13,62	OK	OK	OK
29	16,05	15,12	15,63	OK	OK	OK
30	10,47	14,24	9,57	OK	OK	OK
Min	7,82	13,24	3,71			
Max	22,26	23,94	21,75	OK	OK	OK
Average	14,30	17,50	10,32			

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 6 Pengukuran *Inner Plug* Alternatif A

Kode	Dimensi	Coor	Cavity			Min	Max	Average
			4	8	7			
A	Diameter Top	1	21,31	21,18	21,26	21,18	21,40	21,28
		2	21,36	21,28	21,23			
		3	21,30	21,27	21,29			
		4	21,40	21,21	21,30			
B	Diameter Step	1	15,61	15,72	15,71	15,61	15,75	15,72
		2	15,74	15,72	15,75			
		3	15,70	15,74	15,71			
		4	15,74	15,72	15,72			
C	Diameter Atas	1	18,71	18,75	18,70	18,70	18,82	18,73
		2	18,72	18,78	18,73			
		3	18,70	18,82	18,72			
		4	18,71	18,74	18,70			
D	Orifice Diameter	1	2,39	2,39	2,37	2,37	2,40	2,39
		2	2,39	2,39	2,39			
		3	2,39	2,39	2,38			
		4	2,40	2,38	2,37			
-	Tinggi Total	1	12,42	12,45	12,46	12,41	12,46	12,44
		2	12,45	12,42	12,41			
-	Tinggi Step	1	0,41	0,43	0,41	0,38	0,43	0,41
		2	0,43	0,39	0,38			
-	Test Bocor	-	OK	OK	OK	-	-	OK

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 7 Pengukuran *Inner Plug* Alternatif B

Kode	Dimensi	Coor	Sample			Min	Max	Average
			1	2	3			
A	Diameter Top	1	21,26	21,30	21,29	21,26	21,31	21,29
		2	21,28	21,28	21,31			
		3	21,30	21,29	21,30			
		4	21,29	21,30	21,28			
B	Diameter Ring	1	18,79	18,86	18,86	18,74	18,94	18,84
		2	18,74	18,82	18,90			
		3	18,81	18,78	18,79			
		4	18,81	18,93	18,94			
C	Diameter Atas Ring	1	18,51	18,51	18,51	18,48	18,53	18,51
		2	18,52	18,53	18,51			
		3	18,52	18,48	18,50			
		4	18,51	18,49	18,52			
D	Diameter Bawah Ring	1	17,98	18,03	18,13	17,94	18,13	18,03
		2	17,94	18,07	18,09			
		3	17,98	18,04	18,03			
		4	17,94	18,05	18,08			
-	Tinggi Total	1	11,22	11,26	11,23	11,21	11,26	11,24
		2	11,21	11,24	11,25			
E	Orifice Diameter	1	3,32	3,45	3,49	3,32	3,50	3,41
		2	3,40	3,46	3,50			
		3	3,33	3,38	3,43			
		4	3,40	3,41	3,40			
-	Test Bocor	-	NOT OK	NOT OK	NOT OK	-	-	NOT OK
-	Note	NOT OK (Orifice plug lebih besar dibandingkan dengan Pin Cap)						

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 8 Pengukuran *Inner Plug* Alternatif C

Kode	Dimensi	Coor	Sample			Min	Max	Average
			1	2	3			
A	Diameter Top	1	19,16	19,28	19,24	19,16	19,29	19,26
		2	19,28	19,24	19,25			
		3	19,28	19,28	19,25			
		4	19,29	19,29	19,28			
B	Diameter atas	1	17,39	17,45	17,48	17,39	17,51	17,46
		2	17,51	17,51	17,49			
		3	17,42	17,42	17,45			
		4	17,44	17,48	17,45			
-	Tinggi Total	1	12,74	12,75	12,78	12,74	12,78	12,76
		2	12,78	12,74	12,75			
-	Tinggi Step	1	0,64	0,64	0,64	0,62	0,64	0,63
		2	0,63	0,62	0,62			
C	Step Diameter	1	7,70	7,74	7,72	7,70	7,74	7,72
		2	7,72	7,72	7,72			
		3	7,71	7,72	7,74			
		4	7,72	7,71	7,72			
D	Orifice Diameter	1	2,44	2,42	2,42	2,41	2,45	2,43
		2	2,44	2,44	2,41			
		3	2,41	2,45	2,42			
		4	2,44	2,41	2,41			
-	Test Bocor	-	NOT OK	NOT OK	NOT OK	-	-	NOT OK
-	Note	Diameter atas Plug terlalu kecil sehingga tidak fit dengan orifice botol (nge-plos)						

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 9 Formulir Kuesioner FMEA

FORMULIR KUESIONER FMEA

Design FMEA Botol Toner PET 80ml – PT P

Analisis Root Cause Kebocoran menggunakan Metode FMEA dan Kaizen

Nama Lengkap : Farhan Zulfikar
Jabatan / Posisi : Manager NPD
Divisi : New Product Development
Masa Kerja di Bidang Terkait : 1 Tahun
Pengalaman dengan Produk Botol PET : ☐ Sangat paham ☒ Cukup paham ☐ Kurang paham
Tanggal Pengisian : 13 April 2026

Petunjuk Pengisian

Berikut adalah tiga dimensi penilaian risiko dalam FMEA beserta skala yang digunakan. Mohon baca dengan seksama sebelum mengisi tabel penilaian.

Dimensi	Definisi	Skala 1 (Rendah) → 10 (Tinggi)
Severity (S)	Tingkat keparahan dampak dari failure mode terhadap fungsi produk atau kepuasan pelanggan	1–2: Tidak disadari pelanggan 3–4: Minor, tanpa penurunan fungsi 5–6: Fungsi berkurang, pelanggan tidak puas 7–8: Fungsi hilang, tidak dapat diperbaiki 9–10: Safety hazard atau pelanggaran regulasi
Occurrence (O)	Probabilitas atau frekuensi terjadinya penyebab kegagalan dalam kondisi produksi normal	1–2: Sangat jarang ($<1/1.500.000$) 3–4: Jarang ($1/15.000$) 5–6: Kadang ($1/400$) 7–8: Sering ($1/8$) 9–10: Hampir pasti ($>1/3$)
Detection (D)	Kemampuan sistem kontrol yang ada untuk mendeteksi kegagalan sebelum produk sampai ke pelanggan	1–2: Hampir pasti terdeteksi 3–4: Kemungkinan besar terdeteksi 5–6: Deteksi sedang 7–8: Kecil kemungkinan terdeteksi 9–10: Tidak dapat dideteksi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

FAILURE MODE 1: Orifice Plug lebih besar dari Pin Cap (gap 0,27 mm)

Deskripsi: Diameter rata-rata *orifice inner plug* (3,48 mm) melebihi diameter pin *cap* (3,21 mm), menghasilkan gap sebesar 0,27 mm. Gap ini menjadi jalur bocor saat *vacuum leak test* dilakukan, karena pin tidak dapat mengisi *orifice* secara penuh untuk membentuk *seal* yang rapat.

Dimensi	Pertanyaan Panduan	Nilai yang Anda Berikan (1-10)	Alasan / Justifikasi
Severity (S)	Seberapa parah dampaknya jika cap tidak membentuk seal rapat? Apakah produk bocor secara langsung dan tidak dapat digunakan oleh pelanggan?	10	Kebocoran menghilangkan fungsi utama kemasan botol toner sepenuhnya. Cairan akan tumpah, tidak dapat digunakan, dan ini merupakan kegagalan fatal yang sangat merugikan pelanggan.
Occurrence (O)	Seberapa sering kondisi ini terjadi mengingat gap 0,27 mm bersifat konstan pada dimensi nominal? Apakah terjadi pada hampir setiap unit?	9	Gap 0,27 mm adalah kesalahan dimensi nominal yang bersifat konstan pada desain. Kegagalan hampir pasti terjadi pada setiap siklus produksi.
Detection (D)	Seberapa mudah kondisi gap ini terdeteksi sebelum produk dikirim? Apakah hanya dapat terdeteksi melalui 100% vacuum test?	6	Cacat berada di bagian dalam penutup sehingga tidak terlihat secara visual (blind spot). Hanya bisa dideteksi mengandalkan 100% <i>vacuum test</i> , dengan deteksi sedang karena ada kemungkinan <i>human error</i> .

FAILURE MODE 2: Cap Sulit Ditutup / Proses Capping Berat

Deskripsi: Profil ulir botol PT P lebih gemuk (DO Screw +0,13 mm) dan lebih panjang (area ulir +0,76 mm atau 8,7%) dibandingkan botol referensi PT J. Hal ini menyebabkan torque capping 2,06–2,48 kali lebih tinggi, dan hanya 26,7% dari 30 sampel yang memenuhi standar torque 10–13 Kgf.cm.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Dimensi	Pertanyaan Panduan	Nilai yang Anda Berikan (1-10)	Alasan / Justifikasi
Severity (S)	Seberapa parah dampaknya jika cap tidak membentuk seal rapat? Apakah produk bocor secara langsung dan tidak dapat digunakan oleh pelanggan?	8	Proses <i>capping</i> yang gagal mencapai standar <i>torque</i> menyebabkan botol berisiko tidak tertutup rapat. Fungsi produk sangat berkurang dan bisa memicu kebocoran di tangan konsumen.
Occurrence (O)	Seberapa sering kondisi ini terjadi mengingat gap 0,27 mm bersifat konstan pada dimensi nominal? Apakah terjadi pada hampir setiap unit?	9	Profil ulir <i>screw</i> yang lebih gemuk (+0,13 mm) adalah cacat bawaan dari <i>mold design</i> yang dikerjakan pihak ketiga. Terjadi secara konstan pada hampir seluruh unit yang diproduksi.
Detection (D)	Seberapa mudah kondisi gap ini terdeteksi sebelum produk dikirim? Apakah hanya dapat terdeteksi melalui 100% vacuum test?	7	Sangat sulit terdeteksi di lini produksi yang berjalan cepat jika tidak dilakukan pengujian alat <i>torque meter</i> pada setiap sampel. Probabilitas lolos sangat tinggi.

Saya menyatakan bahwa penilaian di atas diisi berdasarkan pengetahuan dan pengalaman saya yang sebenarnya terhadap produk dan proses produksi botol toner PET 80ml di PT P.



FORMULIR KUESIONER FMEA

Design FMEA Botol Toner PET 80ml – PT P

Analisis Root Cause Kebocoran menggunakan Metode FMEA dan Kaizen

Nama Lengkap : Muhammad Hafid
 Jabatan / Posisi : Drafter NPD
 Divisi : New Product Development
 Masa Kerja di Bidang Terkait : 1 Tahun
 Pengalaman dengan Produk Botol PET : ☐ Sangat paham ☒ Cukup paham ☐ Kurang paham
 Tanggal Pengisian : 13 April 2026

Petunjuk Pengisian

Berikut adalah tiga dimensi penilaian risiko dalam FMEA beserta skala yang digunakan. Mohon baca dengan seksama sebelum mengisi tabel penilaian.

Dimensi	Definisi	Skala 1 (Rendah) → 10 (Tinggi)
Severity (S)	Tingkat keparahan dampak dari failure mode terhadap fungsi produk atau kepuasan pelanggan	1–2: Tidak disadari pelanggan 3–4: Minor, tanpa penurunan fungsi 5–6: Fungsi berkurang, pelanggan tidak puas 7–8: Fungsi hilang, tidak dapat diperbaiki 9–10: Safety hazard atau pelanggaran regulasi
Occurrence (O)	Probabilitas atau frekuensi terjadinya penyebab kegagalan dalam kondisi produksi normal	1–2: Sangat jarang ($<1/1.500.000$) 3–4: Jarang ($1/15.000$) 5–6: Kadang ($1/400$) 7–8: Sering ($1/8$) 9–10: Hampir pasti ($>1/3$)
Detection (D)	Kemampuan sistem kontrol yang ada untuk mendeteksi kegagalan sebelum produk sampai ke pelanggan	1–2: Hampir pasti terdeteksi 3–4: Kemungkinan besar terdeteksi 5–6: Deteksi sedang 7–8: Kecil kemungkinan terdeteksi 9–10: Tidak dapat dideteksi

Hak Cipta :

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

FAILURE MODE 1: Orifice Plug lebih besar dari Pin Cap (gap 0,27 mm)

Deskripsi: Diameter rata-rata *orifice inner plug* (3,48 mm) melebihi diameter pin *cap* (3,21 mm), menghasilkan gap sebesar 0,27 mm. Gap ini menjadi jalur bocor saat *vacuum leak test* dilakukan, karena pin tidak dapat mengisi *orifice* secara penuh untuk membentuk *seal* yang rapat.

Dimensi	Pertanyaan Panduan	Nilai yang Anda Berikan (1-10)	Alasan / Justifikasi
Severity (S)	Seberapa parah dampaknya jika cap tidak membentuk seal rapat? Apakah produk bocor secara langsung dan tidak dapat digunakan oleh pelanggan?	10	Toner adalah bahan kimia sensitif. Jika bocor langsung, kepuasan pelanggan hancur dan produk diklasifikasikan sebagai <i>reject</i> total.
Occurrence (O)	Seberapa sering kondisi ini terjadi mengingat gap 0,27 mm bersifat konstan pada dimensi nominal? Apakah terjadi pada hampir setiap unit?	8	Sangat sering terjadi. Mengingat toleransi penyusutan material PET/PP selama proses <i>molding</i> , gap ini dominan muncul di mayoritas <i>batch</i> produksi harian.
Detection (D)	Seberapa mudah kondisi gap ini terdeteksi sebelum produk dikirim? Apakah hanya dapat terdeteksi melalui 100% vacuum test?	6	Metode <i>vacuum leak test</i> efektif, namun karena parameter gap sangat kecil, sensitivitas mesin <i>vacuum</i> memberikan tingkat deteksi di level sedang.

FAILURE MODE 2: Cap Sulit Ditutup / Proses Capping Berat

Deskripsi: Profil ulir botol PT P lebih gemuk (DO Screw +0,13 mm) dan lebih panjang (area ulir +0,76 mm atau 8,7%) dibandingkan botol referensi PT J. Hal ini menyebabkan torque capping 2,06–2,48 kali lebih tinggi, dan hanya 26,7% dari 30 sampel yang memenuhi standar torque 10–13 Kgf.cm.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Dimensi	Pertanyaan Panduan	Nilai yang Anda Berikan (1-10)	Alasan / Justifikasi
Severity (S)	Seberapa parah dampaknya jika cap tidak membentuk seal rapat? Apakah produk bocor secara langsung dan tidak dapat digunakan oleh pelanggan?	7	<i>Torque</i> tinggi menyebabkan kelelahan operator atau mesin macet. Pelanggan mungkin merasa kesulitan saat pertama kali membuka botol, fungsi berkurang signifikan.
Occurrence (O)	Seberapa sering kondisi ini terjadi mengingat gap 0,27 mm bersifat konstan pada dimensi nominal? Apakah terjadi pada hampir setiap unit?	9	Cetakan dari vendor pihak ketiga memiliki dimensi ulir berlebih. Selama <i>mold</i> belum dimodifikasi, kejadian ini hampir pasti terjadi (>1/3 produksi).
Detection (D)	Seberapa mudah kondisi gap ini terdeteksi sebelum produk dikirim? Apakah hanya dapat terdeteksi melalui 100% vacuum test?	7	Lini inspeksi visual tidak bisa membedakan mana <i>cap</i> yang sudah mencapai 10-13 Kgf.cm dan mana yang belum. Deteksi bergantung murni pada <i>sampling</i> acak QC.

Saya menyatakan bahwa penilaian di atas diisi berdasarkan pengetahuan dan pengalaman saya yang sebenarnya terhadap produk dan proses produksi botol toner PET 80ml di PT P.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



FORMULIR KUESIONER FMEA

Design FMEA Botol Toner PET 80ml – PT P

Analisis Root Cause Kebocoran menggunakan Metode FMEA dan Kaizen

Nama Lengkap : Amirul
 Jabatan / Posisi : Staff QA/QC
 Divisi : QA/QC
 Masa Kerja di Bidang Terkait : 1 Tahun
 Pengalaman dengan Produk Botol PET ☐ Sangat paham ☒ Cukup paham ☐ Kurang paham
 Tanggal Pengisian : 13 April 2026

Petunjuk Pengisian

Berikut adalah tiga dimensi penilaian risiko dalam FMEA beserta skala yang digunakan. Mohon baca dengan seksama sebelum mengisi tabel penilaian.

Dimensi	Definisi	Skala 1 (Rendah) → 10 (Tinggi)
Severity (S)	Tingkat keparahan dampak dari failure mode terhadap fungsi produk atau kepuasan pelanggan	1–2: Tidak disadari pelanggan 3–4: Minor, tanpa penurunan fungsi 5–6: Fungsi berkurang, pelanggan tidak puas 7–8: Fungsi hilang, tidak dapat diperbaiki 9–10: Safety hazard atau pelanggaran regulasi
Occurrence (O)	Probabilitas atau frekuensi terjadinya penyebab kegagalan dalam kondisi produksi normal	1–2: Sangat jarang ($<1/1.500.000$) 3–4: Jarang ($1/15.000$) 5–6: Kadang ($1/400$) 7–8: Sering ($1/8$) 9–10: Hampir pasti ($>1/3$)
Detection (D)	Kemampuan sistem kontrol yang ada untuk mendeteksi kegagalan sebelum produk sampai ke pelanggan	1–2: Hampir pasti terdeteksi 3–4: Kemungkinan besar terdeteksi 5–6: Deteksi sedang 7–8: Kecil kemungkinan terdeteksi 9–10: Tidak dapat dideteksi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

FAILURE MODE 1: Orifice Plug lebih besar dari Pin Cap (gap 0,27 mm)

Deskripsi: Diameter rata-rata *orifice inner plug* (3,48 mm) melebihi diameter pin *cap* (3,21 mm), menghasilkan gap sebesar 0,27 mm. Gap ini menjadi jalur bocor saat *vacuum leak test* dilakukan, karena pin tidak dapat mengisi *orifice* secara penuh untuk membentuk *seal* yang rapat.

Dimensi	Pertanyaan Panduan	Nilai yang Anda Berikan (1-10)	Alasan / Justifikasi
Severity (S)	Seberapa parah dampaknya jika cap tidak membentuk seal rapat? Apakah produk bocor secara langsung dan tidak dapat digunakan oleh pelanggan?	10	Kehilangan fungsi utama produk. Kemasan botol cairan <i>strict</i> terhadap <i>leakage</i> , sehingga ini masuk kategori kerusakan fatal.
Occurrence (O)	Seberapa sering kondisi ini terjadi mengingat gap 0,27 mm bersifat konstan pada dimensi nominal? Apakah terjadi pada hampir setiap unit?	9	Kesalahan bersumber dari <i>drawing</i> dimensi yang diimplementasikan oleh pihak ketiga pembuat <i>mold</i> , sehingga seluruh <i>output</i> mesin mewarisi cacat ini.
Detection (D)	Seberapa mudah kondisi gap ini terdeteksi sebelum produk dikirim? Apakah hanya dapat terdeteksi melalui 100% vacuum test?	5	<i>Vacuum leak test</i> merupakan sistem deteksi yang cukup baik dan moderat, asalkan semua unit 100% dilewatkan ke mesin uji tanpa terlewat.

FAILURE MODE 2: Cap Sulit Ditutup / Proses Capping Berat

Deskripsi: Profil ulir botol PT P lebih gemuk (DO Screw +0,13 mm) dan lebih panjang (area ulir +0,76 mm atau 8,7%) dibandingkan botol referensi PT J. Hal ini menyebabkan torque capping 2,06–2,48 kali lebih tinggi, dan hanya 26,7% dari 30 sampel yang memenuhi standar torque 10–13 Kgf.cm.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Dimensi	Pertanyaan Panduan	Nilai yang Anda Berikan (1-10)	Alasan / Justifikasi
Severity (S)	Seberapa parah dampaknya jika cap tidak membentuk seal rapat? Apakah produk bocor secara langsung dan tidak dapat digunakan oleh pelanggan?	8	Pelanggan akan komplain jika tutup botol terlalu keras dibuka atau bocor karena dari awal belum mencapai <i>seal</i> yang sempurna akibat hambatan ulir.
Occurrence (O)	Seberapa sering kondisi ini terjadi mengingat gap 0,27 mm bersifat konstan pada dimensi nominal? Apakah terjadi pada hampir setiap unit?	10	Kondisi ini bersifat struktural pada cetakan ulir. Terjadi pada setiap unit botol yang dicetak dari <i>mold</i> bermasalah tersebut.
Detection (D)	Seberapa mudah kondisi gap ini terdeteksi sebelum produk dikirim? Apakah hanya dapat terdeteksi melalui 100% vacuum test?	7	Lolosnya produk dengan torsi rendah sangat mungkin terjadi karena inspeksi raba/visual tidak sensitif terhadap selisih putaran ulir yang minor.

Saya menyatakan bahwa penilaian di atas diisi berdasarkan pengetahuan dan pengalaman saya yang sebenarnya terhadap produk dan proses produksi botol toner PET 80ml di PT P.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



FORMULIR KUESIONER FMEA

Design FMEA Botol Toner PET 80ml – PT P

Analisis Root Cause Kebocoran menggunakan Metode FMEA dan Kaizen

Nama Lengkap : Riski Tri Fadillah
 Jabatan / Posisi : Trial Analyst
 Divisi : New Product Development
 Masa Kerja di Bidang Terkait : 3 Tahun
 Pengalaman dengan Produk Botol PET : ☐ Sangat paham ☒ Cukup paham ☐ Kurang paham
 Tanggal Pengisian : 13 April 2026

Petunjuk Pengisian

Berikut adalah tiga dimensi penilaian risiko dalam FMEA beserta skala yang digunakan. Mohon baca dengan seksama sebelum mengisi tabel penilaian.

Dimensi	Definisi	Skala 1 (Rendah) → 10 (Tinggi)
Severity (S)	Tingkat keparahan dampak dari failure mode terhadap fungsi produk atau kepuasan pelanggan	1–2: Tidak disadari pelanggan 3–4: Minor, tanpa penurunan fungsi 5–6: Fungsi berkurang, pelanggan tidak puas 7–8: Fungsi hilang, tidak dapat diperbaiki 9–10: Safety hazard atau pelanggaran regulasi
Occurrence (O)	Probabilitas atau frekuensi terjadinya penyebab kegagalan dalam kondisi produksi normal	1–2: Sangat jarang ($<1/1.500.000$) 3–4: Jarang ($1/15.000$) 5–6: Kadang ($1/400$) 7–8: Sering ($1/8$) 9–10: Hampir pasti ($>1/3$)
Detection (D)	Kemampuan sistem kontrol yang ada untuk mendeteksi kegagalan sebelum produk sampai ke pelanggan	1–2: Hampir pasti terdeteksi 3–4: Kemungkinan besar terdeteksi 5–6: Deteksi sedang 7–8: Kecil kemungkinan terdeteksi 9–10: Tidak dapat dideteksi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

FAILURE MODE 1: Orifice Plug lebih besar dari Pin Cap (gap 0,27 mm)

Deskripsi: Diameter rata-rata *orifice inner plug* (3,48 mm) melebihi diameter pin *cap* (3,21 mm), menghasilkan gap sebesar 0,27 mm. Gap ini menjadi jalur bocor saat *vacuum leak test* dilakukan, karena pin tidak dapat mengisi *orifice* secara penuh untuk membentuk *seal* yang rapat.

Dimensi	Pertanyaan Panduan	Nilai yang Anda Berikan (1-10)	Alasan / Justifikasi
Severity (S)	Seberapa parah dampaknya jika cap tidak membentuk seal rapat? Apakah produk bocor secara langsung dan tidak dapat digunakan oleh pelanggan?	10	Cairan toner merembes keluar membuat kemasan gagal menjalankan fungsi dasarnya sebagai wadah. Barang tidak bisa dijual.
Occurrence (O)	Seberapa sering kondisi ini terjadi mengingat gap 0,27 mm bersifat konstan pada dimensi nominal? Apakah terjadi pada hampir setiap unit?	10	Pasti terjadi di setiap botol karena ini murni deviasi ukuran desain cetakan, bukan sekadar variabilitas mesin <i>injection</i> atau <i>blow molding</i> .
Detection (D)	Seberapa mudah kondisi gap ini terdeteksi sebelum produk dikirim? Apakah hanya dapat terdeteksi melalui 100% vacuum test?	6	Harus melalui tes vakum. Terdeteksi di stasiun kerja, namun membutuhkan waktu <i>handling</i> ekstra sehingga kapabilitas sistem kontrol berada di tingkat menengah.

FAILURE MODE 2: Cap Sulit Ditutup / Proses Capping Berat

Deskripsi: Profil ulir botol PT P lebih gemuk (DO Screw +0,13 mm) dan lebih panjang (area ulir +0,76 mm atau 8,7%) dibandingkan botol referensi PT J. Hal ini menyebabkan torque capping 2,06–2,48 kali lebih tinggi, dan hanya 26,7% dari 30 sampel yang memenuhi standar torque 10–13 Kgf.cm.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Dimensi	Pertanyaan Panduan	Nilai yang Anda Berikan (1-10)	Alasan / Justifikasi
Severity (S)	Seberapa parah dampaknya jika cap tidak membentuk seal rapat? Apakah produk bocor secara langsung dan tidak dapat digunakan oleh pelanggan?	9	Menyebabkan hambatan besar (bottleneck) di lini perakitan. Jika dipaksakan, ulir bisa <i>dol</i> (rusak) dan memicu bahaya tumpah saat pengiriman.
Occurrence (O)	Seberapa sering kondisi ini terjadi mengingat gap 0,27 mm bersifat konstan pada dimensi nominal? Apakah terjadi pada hampir setiap unit?	9	Deviasi 8,7% pada panjang area ulir membuat <i>friction</i> terjadi pada seluruh populasi produk yang menggunakan <i>mold</i> dari vendor tersebut.
Detection (D)	Seberapa mudah kondisi gap ini terdeteksi sebelum produk dikirim? Apakah hanya dapat terdeteksi melalui 100% vacuum test?	7	Operator mesin <i>capping</i> mungkin merasakan berat, tapi sulit mengukur angka absolutnya tanpa instrumen ukur. Kemungkinan terdeteksinya kecil sebelum masuk kardus..

Saya menyatakan bahwa penilaian di atas diisi berdasarkan pengetahuan dan pengalaman saya yang sebenarnya terhadap produk dan proses produksi botol toner PET 80ml di PT P.



FORMULIR KUESIONER FMEA

Design FMEA Botol Toner PET 80ml – PT P

Analisis Root Cause Kebocoran menggunakan Metode FMEA dan Kaizen

Nama Lengkap : Fauzan Maulana
 Jabatan / Posisi : Manager QA
 Divisi : QA/QC
 Masa Kerja di Bidang Terkait : 1 Tahun
 Pengalaman dengan Produk Botol PET ☐ Sangat paham ☒ Cukup paham ☐ Kurang paham
 Tanggal Pengisian : 13 April 2026

Petunjuk Pengisian

Berikut adalah tiga dimensi penilaian risiko dalam FMEA beserta skala yang digunakan. Mohon baca dengan seksama sebelum mengisi tabel penilaian.

Dimensi	Definisi	Skala 1 (Rendah) → 10 (Tinggi)
Severity (S)	Tingkat keparahan dampak dari failure mode terhadap fungsi produk atau kepuasan pelanggan	1–2: Tidak disadari pelanggan 3–4: Minor, tanpa penurunan fungsi 5–6: Fungsi berkurang, pelanggan tidak puas 7–8: Fungsi hilang, tidak dapat diperbaiki 9–10: Safety hazard atau pelanggaran regulasi
Occurrence (O)	Probabilitas atau frekuensi terjadinya penyebab kegagalan dalam kondisi produksi normal	1–2: Sangat jarang ($<1/1.500.000$) 3–4: Jarang ($1/15.000$) 5–6: Kadang ($1/400$) 7–8: Sering ($1/8$) 9–10: Hampir pasti ($>1/3$)
Detection (D)	Kemampuan sistem kontrol yang ada untuk mendeteksi kegagalan sebelum produk sampai ke pelanggan	1–2: Hampir pasti terdeteksi 3–4: Kemungkinan besar terdeteksi 5–6: Deteksi sedang 7–8: Kecil kemungkinan terdeteksi 9–10: Tidak dapat dideteksi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

FAILURE MODE 1: Orifice Plug lebih besar dari Pin Cap (gap 0,27 mm)

Deskripsi: Diameter rata-rata *orifice inner plug* (3,48 mm) melebihi diameter pin *cap* (3,21 mm), menghasilkan gap sebesar 0,27 mm. Gap ini menjadi jalur bocor saat *vacuum leak test* dilakukan, karena pin tidak dapat mengisi *orifice* secara penuh untuk membentuk *seal* yang rapat.

Dimensi	Pertanyaan Panduan	Nilai yang Anda Berikan (1-10)	Alasan / Justifikasi
Severity (S)	Seberapa parah dampaknya jika cap tidak membentuk seal rapat? Apakah produk bocor secara langsung dan tidak dapat digunakan oleh pelanggan?	10	Fungsi proteksi hilang 100%. Kebocoran berarti produk gagal total di mata end-user.
Occurrence (O)	Seberapa sering kondisi ini terjadi mengingat gap 0,27 mm bersifat konstan pada dimensi nominal? Apakah terjadi pada hampir setiap unit?	9	Karena gap 0,27 mm sudah tercetak di dimensi aktual part hasil <i>molding</i> , probabilitas munculnya <i>failure</i> ini sangat tinggi pada kondisi standar mesin.
Detection (D)	Seberapa mudah kondisi gap ini terdeteksi sebelum produk dikirim? Apakah hanya dapat terdeteksi melalui 100% vacuum test?	7	Terkadang mesin <i>vacuum test</i> mengalami fluktuasi tekanan, sehingga kebocoran akibat gap mikro seperti ini memiliki kemungkinan kecil bisa lolos dari kontrol.

FAILURE MODE 2: Cap Sulit Ditutup / Proses Capping Berat

Deskripsi: Profil ulir botol PT P lebih gemuk (DO Screw +0,13 mm) dan lebih panjang (area ulir +0,76 mm atau 8,7%) dibandingkan botol referensi PT J. Hal ini menyebabkan torque capping 2,06–2,48 kali lebih tinggi, dan hanya 26,7% dari 30 sampel yang memenuhi standar torque 10–13 Kgf.cm.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Dimensi	Pertanyaan Panduan	Nilai yang Anda Berikan (1-10)	Alasan / Justifikasi
Severity (S)	Seberapa parah dampaknya jika cap tidak membentuk seal rapat? Apakah produk bocor secara langsung dan tidak dapat digunakan oleh pelanggan?	8	Ketidakmampuan mencapai standar <i>torque</i> menyebabkan botol tidak aman (fungsi hilang sebagian) dan rentan terbuka selama proses distribusi.
Occurrence (O)	Seberapa sering kondisi ini terjadi mengingat gap 0,27 mm bersifat konstan pada dimensi nominal? Apakah terjadi pada hampir setiap unit?	8	Sangat sering terjadi. Meskipun ada beberapa unit yang mungkin dipaksa masuk dengan mesin <i>capping</i> bertekanan tinggi, mayoritas (hanya 26,7% yang lolos) tetap cacat.
Detection (D)	Seberapa mudah kondisi gap ini terdeteksi sebelum produk dikirim? Apakah hanya dapat terdeteksi melalui 100% vacuum test?	7	Kecil kemungkinan terdeteksi secara kasat mata. Hanya ketahuan bila dilakukan pengujian torsi destruktif di laboratorium QA.

Saya menyatakan bahwa penilaian di atas diisi berdasarkan pengetahuan dan pengalaman saya yang sebenarnya terhadap produk dan proses produksi botol toner PET 80ml di PT P.



LOGBOOK

KEGIATAN BIMBINGAN MATERI

Nama : Tegar Bayu Satriaaji
 NIM : 2206411053
 Judul Penelitian : Analisis *Root Cause* Kebocoran Botol PET 80ml Menggunakan Metode FMEA dan Kaizen di PT P
 Nama Pembimbing : Iqbal Yamin, M. T

TANGGAL	CATATAN BIMBINGAN	PARAF PEMBIMBING
10-01-2026	Diskusi awal latar belakang masalah	
12-01-2026	Persetujuan ide topik Green Visual Stream Mapping (VSM)	
15-01-2026	Penulisan Bab I Pendahuluan	
17-01-2026	Penulisan Bab II Studi Literatur	
18-01-2026	Penulisan Bab III Metodologi Penelitian	
21-01-2026	Seminar Proposal	
29-01-2026	Penggantian judul dan topik, mengangkat masalah kebocoran pada botol PET	
25-02-2026	Penulisan Bab I Pendahuluan	

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



LOGBOOK

KEGIATAN BIMBINGAN MATERI

Nama : Tegar Bayu Satriaaji
 NIM : 2206411053
 Judul Penelitian : Analisis *Root Cause* Kebocoran Botol PET 80ml Menggunakan Metode FMEA dan Kaizen di PT P
 Nama Pembimbing : Iqbal Yamin, M. T

TANGGAL	CATATAN BIMBINGAN	PARAF PEMBIMBING
10-04-2026	Penulisan Bab II & Bab III	
13-05-2026	Diskusi penyajian data untuk Bab IV Hasil dan Pembahasan	
08-06-2026	Penulisan Bab IV Hasil dan Pembahasan	
23-06-2026	Penulisan Bab V Simpulan dan Saran	

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



RIWAYAT HIDUP

Tegar Bayu Satriaji adalah anak kedua dari dua bersaudara, Samaji adalah nama ayahnya sementara Mimin Laksmini adalah nama ibunya, lahir di Jakarta 1 April 2003 dan berdomisili di Citayam, Kab. Bogor. Menempuh pendidikan mulai dari SDN Citayam 4, SMPN 2 Bojonggede, SMKN 1 Cibinong, hingga ke Politeknik Negeri Jakarta jurusan Teknik Grafika dan Penerbitan dengan program studi Teknologi Industri Cetak Kemasan.

Selama menjalani masa perkuliahan, Tegar sudah berhasil mempublikasikan tiga artikel jurnal ilmiah, mengikuti program pengabdian masyarakat berbasis IPTEK, dan menjalani aktifitas *Project Based Learning* dengan nilai yang bagus.

Tegar adalah seorang *ex-Drafters & Trial Analyst* di perusahaan PT Permata Indo Kemas yang bertugas untuk menyiapkan file *Technical Drawing* serta *Artwork* agar siap diproduksi serta menguji produk agar bisa masuk ke tahap produksi massal. Saat ini fokus Tegar adalah untuk belajar lebih dalam di dunia *New Product Development* dan ingin meraih karir yang lebih bagus di dunia industri kemasan.

Email : tegarbayu1278@gmail.com

No. Hp : 085814217387

Linkedin : Tegar Bayu Satriaji