

TUGAS AKHIR

**UPAYA PENURUNAN CACAT PRODUK KANTONG
PLASTIK BERBAHAN DASAR HDPE MENGGUNAKAN
METODE FMEA (*FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS*)
DI PT PANGESTU JAYA MAKMUR**



Disusun Oleh:

DINI ALFINA RAHAYU
NIM. 1903068

**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA INDUSTRI
POLITEKNIK ATK YOGYAKARTA**

2022

PENGESAHAN

UPAYA PENURUNAN CACAT PRODUK KANTONG PLASTIK BERBAHAN DASAR HDPE MENGGUNAKAN METODE FMEA (*FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS*) DI PT PANGESTU JAYA MAKMUR

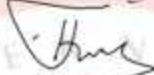
Disusun Oleh:

DINI ALFINA RAHAYU

NIM. 1903068

Program Studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik

Pembimbing,



Ir. Iswahyuni, MSCE

NIP. 19580912 198703 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: 28 Juni 2022

TIM PENGUJI

Ketua



Diana Ross Arief, S.Pd., M.A

NIP. 19861231 201402 2 001

Anggota



Ir. Iswahyuni, MSCE

NIP. 19580912 198703 2 001



Suharyanto, S.T., M.T

NIP. 19650109 198601 1 001

Mengetahui,

Yogyakarta, Juli 2022

Direktur Politeknik ATK Yogyakarta



Drs. Sugiyanto, S.Sn., M.Sn.

NIP. 19660401 199403 1 008

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT. atas berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang disusun untuk melengkapi salah satu persyaratan dalam mencapai gelar Ahli Madya Diploma III (D3) Politeknik ATK Yogyakarta.

Selain itu, penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu selama pelaksanaan magang dan penyusunan Tugas Akhir ini. Adapun pihak-pihak tersebut antara lain:

1. Drs. Sugiyanto, S.Sn., M.Sn., selaku Direktur Politeknik ATK Yogyakarta.
2. Wisnu Pambudi, S.Si., M.Sc., selaku Kepala Progam Studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik Politeknik ATK Yogyakarta.
3. Ir. Iswahyuni, MSCE., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
4. Direktur, staf, dan seluruh karyawan PT Pangestu Jaya Makmur, Surakarta.

Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak terutama dibidang teknologi dan industri pengolahan plastik.

Yogyakarta, Juli 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	I
HALAMAN PENGESAHAN	II
HALAMAN PERSEMBAHAN	III
MOTTO	IV
KATA PENGANTAR	V
DAFTAR ISI	VI
DAFTAR TABEL	VIII
DAFTAR GAMBAR	IX
DAFTAR LAMPIRAN	X
INTISARI	XI
ABSTRACT	XII
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Tugas Akhir	4
D. Manfaat Tugas Akhir	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Plastik	7
B. Plastik <i>High Density Polyethylene</i> (HDPE)	12
C. Kantong Plastik	14
D. Proses Pembuatan Kantong Plastik	14
E. Cacat Produk Plastik	18
F. Pengendalian Kualitas Produk	22

G. Metode <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	23
H. Studi Terdahulu.....	31
BAB III METODE TUGAS AKHIR.....	33
A. Lokasi Pengambilan Data.....	33
B. Materi Tugas Akhir	33
C. Metode Penyelesaian Masalah	34
D. Alur Proses Pembuatan Produk	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	48
A. Jenis-jenis Cacat Produk.....	53
B. Faktor Penyebab	57
C. Upaya Perbaikan	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	81
A. Kesimpulan	81
B. Saran.....	82
DAFTAR PUSTAKA.....	83
LAMPIRAN.....	86

DAFTAR TABEL

Tabel 1. <i>Severity</i>	27
Tabel 2. <i>Occurence</i>	28
Tabel 3. <i>Detection</i>	29
Tabel 4. Data Produksi dan Afval Bulan Februari 2022.....	48
Tabel 5. Persentase Afval (<i>defect</i>) Bulan Februari 2022	50
Tabel 6. Jenis Cacat Produk di Mesin <i>Cutting-sealing</i> dan Pond.....	54
Tabel 7. FMEA Kegagalan Proses di Mesin <i>Cutting-sealing</i> dan Pond.....	58
Tabel 8. RPN Hasil Analisa Penyebab Kegagalan.....	63
Tabel 9. Upaya Perbaikan Kegagalan Proses.....	65
Tabel 10. Penurunan Suhu <i>Sealer</i> Cacat <i>Seal</i> Berlubang	68
Tabel 11. Pengaturan Ketebalan Roll Plastik.....	70
Tabel 12. Peningkatkan Suhu <i>Sealer</i> Cacat <i>Seal</i> Jebol	72
Tabel 13. Data Produksi 14-27 Maret 2022 (setelah perbaikan)	78
Tabel 14. Persentase Afval/ <i>defect</i> (setelah perbaikan)	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Rantai Termoplastik	8
Gambar 2. Struktur Rantai Termoset	9
Gambar 3. Struktur Rantai HDPE.....	13
Gambar 4. Mesin <i>Cutting-sealing</i> (1)	16
Gambar 5. Mesin Pond (1).....	18
Gambar 6. Cacat <i>Sealing</i>	19
Gambar 7. Cacat Mata Ikan	20
Gambar 8. Cacat <i>Hand Misalignment</i>	20
Gambar 9. Cacat <i>Shrinkage</i>	21
Gambar 10 Diagram Alir Penyelesaian Masalah.....	36
Gambar 11 Diagram Alir Proses Pembuatan Kantong Plastik.....	39
Gambar 12. <i>Mixer</i>	40
Gambar 13 Mesin Ekstrusi <i>Blow Film</i>	41
Gambar 14. Mesin <i>Cutting-sealing</i> (2)	42
Gambar 15. Mesin Pond (2).....	43
Gambar 16. <i>Sealer</i>	44
Gambar 17. Neraca Analitik	44
Gambar 18. Biji Plastik HDPE.....	45
Gambar 19. <i>Filler</i> CaCO ₃	46
Gambar 20. Biji Plastik rHDPE	47
Gambar 21. Histogram Perbandingan Total Produksi dan Afval (cacat).....	51
Gambar 22. Histogram Perbandingan Persentase Cacat	52
Gambar 23. Penopang Pisau Potong	74
Gambar 24. Panel Seting Kecepatan Potong.....	76
Gambar 25. Papan/Alas Produk Mesin Pond.....	77
Gambar 26. Baut dan Pisau Pond.....	78
Gambar 27. Histogram Perbandingan Jumlah Cacat (setelah perbaikan).....	80

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Izin Magang	87
Lampiran 2. Surat Keterangan Magang	88
Lampiran 3. Lembar Kerja Harian Magang	89
Lampiran 4. Sertifikat Magang	96
Lampiran 5. Blanko Konsultasi	97



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Saat ini, plastik menjadi bagian penting dalam kehidupan manusia dan pemakaiannya telah meningkat drastis sejak 25 tahun terakhir. Menurut data Kementerian Perindustrian RI, permintaan produk plastik pada tahun 2019 mengalami peningkatan hingga 5-6%. Badan Pusat Statistik (BPS) juga mencatat bahwa industri plastik merupakan salah satu kelompok industri pengolahan non-migas yang terus mengalami pertumbuhan sebesar 3,84% di atas sektor makanan dan minuman yang hanya tumbuh 2,45% di awal tahun 2022 (BPS, 2022). Plastik banyak digunakan sebagai bahan baku kemasan, tekstil, bagian-bagian mobil hingga alat-alat elektronik. Plastik secara bertahap telah menggantikan peran material lain seperti kayu, besi, baja, kertas, kain, dan sebagainya (Sofiana, 2010). Hal ini disebabkan oleh kelebihan plastik yang ringan, tahan lama, kuat, mudah dibentuk dan harga bahan baku maupun proses produksinya relatif murah seperti pada produk kantong plastik.

Bidang industri yang semakin maju dan berkembang membuat perusahaan produksi barang dan jasa bersaing untuk menghasilkan suatu produk yang berkualitas, termasuk perusahaan yang bergerak dibidang plastik. Menurut Findiani dkk (2019), pengendalian kualitas sangat dibutuhkan oleh suatu industri atau perusahaan agar dapat membantu dalam mengetahui kelayakan kualitas produk berdasarkan batas-batas kontrol yang

telah ditentukan guna mengurangi adanya hasil produksi yang rusak atau cacat. Kualitas atau mutu produk dan produktivitas adalah faktor keberhasilan bagi berbagai sistem produksi. Keduanya merupakan kriteria kinerja perusahaan yang sangat penting bagi perusahaan yang berorientasi pada keuntungan.

Didalam setiap produksi, selalu ditemukan kasus kegagalan/kecacatan produk yang dapat disebabkan oleh *human error* atau kesalahan pada mesin yang tidak dapat dihindari. Banyaknya kegagalan proses tentu saja akan menimbulkan cacat produk, yaitu produk yang tidak memenuhi standar kualitas yang telah ditentukan tetapi dengan mengeluarkan biaya pengerjaan kembali untuk memperbaikinya maka produk tersebut secara ekonomis dapat disempurnakan lagi menjadi produk yang lebih baik (Mulyadi, 1999). Menurut Khadliq dkk (2017), optimalisasi parameter proses merupakan salah satu cara untuk memperbaiki kualitas yang dilakukan dalam industri manufaktur plastik dengan melakukan variasi parameter proses produk yang tepat.

PT Pangestu Jaya Makmur adalah salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pembuatan kantong plastik berbahan dasar HDPE (*High Density Polyethylene*) dengan teknik Ekstrusi *Blow Film*. Selain mesin Ekstrusi *Blow Film*, terdapat mesin *Cutting-Sealing* yang digunakan untuk memotong dan merekatkan plastik serta mesin Pond yang berfungsi sebagai pembentuk pegangan (*handle*) pada kantong plastik. Pengambilan data difokuskan pada proses lanjutan tersebut, yaitu pada mesin *Cutting-sealing*

dan Pond karena paling sering ditemukan kegagalan proses yang menyebabkan cacat produk (*defect*) berupa *seal* berlubang, *seal* jebol, *cuttingan* gagal, *hand misalignment*, *handle* tidak sesuai standar dan lubang di dekat *handle*.

Menurut Findiani dkk (2019), cacat produk pada mesin *Cutting-sealing* dapat disebut sebagai cacat *sealing* akibat sambungan las pada ujung plastik tidak melekat hingga menyebabkan bagian las tersebut jebol, juga adanya lubang pada bagian las yang diakibatkan oleh suhu yang terlalu panas. Kurang tepatnya pengaturan posisi pisau potong maupun pisau pond juga menyebabkan cacat pada bagian *handle* kantong plastik. Produk yang cacat tentu akan menurunkan standarisasi baik secara penampilan (*organoleptis*) serta kualitas. Penurunan kualitas kantong plastik menimbulkan ketidakpuasan pelanggan dalam penggunaan produk, sehingga tidak menutup kemungkinan akan berdampak pada penurunan penjualan dan berbagai kerugian produksi lainnya bagi suatu perusahaan. Oleh sebab itu, perlu adanya upaya pengendalian kualitas dalam rangka mengurangi kegagalan proses/cacat dan mengoptimalkan kualitas produk.

Salah satu metode yang digunakan dalam proses pengendalian kualitas yaitu *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA). FMEA merupakan salah satu pendekatan *quality control* yang digunakan untuk mengevaluasi kegagalan yang terjadi dalam sebuah sistem, desain, proses, atau pelayanan (*service*). Kegagalan potensial diketahui dengan cara pemberian penilaian atau skor masing-masing moda kegagalan berdasarkan frekuensi tingkat

kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), tingkat deteksi (*detection*), dan perhitungan nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang nantinya digunakan untuk menentukan prioritas kegagalan dalam melakukan perbaikan lebih lanjut. (Saputra dan Santoso, 2021). Dengan penerapan metode FMEA, dapat diketahui secara detail faktor-faktor penyebab, dampak yang dihasilkan (cacat produk), serta usulan perbaikan yang tepat terhadap kegagalan proses pada mesin *Cutting-sealing* dan Pond.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dapat dirumuskan permasalahan yang nantinya akan dikaji dalam Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Apa saja jenis cacat produk yang disebabkan oleh kegagalan proses pada mesin *Cutting-sealing* dan Pond dalam produksi kantong plastik HDPE?
2. Apa saja faktor penyebab kegagalan proses (*defect*) pada mesin *Cutting-sealing* dan Pond dalam produksi kantong plastik HDPE?
3. Bagaimana cara menurunkan kegagalan proses (*defect*) pada mesin *Cutting-sealing* dan Pond dalam produksi kantong plastik HDPE?

C. Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka ditetapkan tujuan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui jenis cacat produk yang disebabkan oleh kegagalan proses pada mesin *Cutting-sealing* dan Pond dalam produksi kantong plastik HDPE.
2. Mengetahui berbagai faktor penyebab kegagalan proses pada mesin *Cutting-sealing* dan Pond dalam produksi kantong plastik HDPE.
3. Mengetahui cara menurunkan kegagalan proses pada mesin *Cutting-sealing* dan Pond dalam produksi kantong plastik HDPE.

D. Manfaat Tugas Akhir

Adapun manfaat dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis

Memperoleh pengetahuan dan pengalaman terkait berbagai jenis cacat, faktor penyebab, serta solusi penanganan kegagalan proses (*defect*) pada mesin *Cutting-sealing* dan Pond dalam produksi kantong plastik HDPE.

2. Bagi Perusahaan

- a. Memberikan informasi kepada PT Pangestu Jaya Makmur terhadap jenis-jenis ketidaksesuaian (*defect*) yang sering terjadi pada mesin *Cuting-sealing* dan Pond agar dapat melakukan perbaikan berkesinambungan berdasarkan akar penyebab terjadinya kegagalan proses tersebut.

- b. Memberikan informasi kepada PT Pangestu Jaya Makmur terkait solusi perbaikan dalam menurunkan kegagalan proses pada mesin *Cutting-sealing* dan Pond sehingga dapat meningkatkan kualitas produk kantong plastik HDPE.

3. Bagi Pembaca

Memberikan informasi dan referensi tambahan tentang jenis-jenis cacat produk kantong plastik HDPE akibat kegagalan proses pada mesin *Cutting-sealing* dan Pond, faktor penyebab, beserta solusi yang dapat diterapkan dalam menurunkan kegagalan proses tersebut.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Plastik

1. Pengertian Plastik

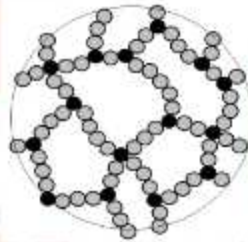
Surono (2013) menjelaskan bahwa plastik merupakan senyawa polimer yang penyusun utamanya (monomer) adalah Karbon (C) dan Hidrogen (H). Menurut *Avenue* (2000), plastik merupakan zat yang terdiri dari keberulangan ikatan satuan rantai molekul seperti oksigen, hidrogen, nitrogen, karbon, silikon, klorin, fluorin, serta sulfur yang panjang dan dihubungkan secara bersamaan. Senyawa Karbon dan Hidrogen apabila terkena panas dan tekanan akan mudah dibentuk sehingga plastik memiliki karakteristik yang lunak, memiliki bentuk yang mendekati cair pada saat proses pembentukan, kemudian akan mengeras pada bentuk akhirnya. Secara umum, plastik memiliki karakteristik densitas yang rendah, bersifat isolator, mempunyai kekuatan mekanik yang bervariasi, ketahanan suhu terbatas, serta ketahanan terhadap bahan kimia yang bervariasi pula (Khasanah, 2020).

Kelebihan plastik yang ringan, tahan lama, kuat, mudah dibentuk dan harga bahan baku maupun proses produksinya yang relatif murah menjadikan plastik sebagai material serbaguna. Plastik secara bertahap telah menggantikan peran material lain seperti kayu, besi, baja, kertas, kain, dan sebagainya (Sofiana, 2010). Dengan keunggulan tersebut, kebutuhan akan plastik terus meningkat setiap tahunnya.

2. Jenis-jenis Plastik

Menurut Mawardi dan Lubis (2019), polimer plastik dapat dibedakan berdasarkan struktur dan sifat molekulnya, yaitu:

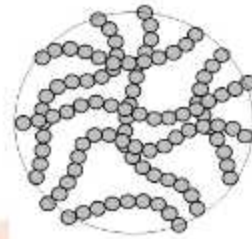
a. Termoplastik



Gambar 1. Struktur rantai termoplastik
(Sumber: Triwardhani, 2020)

Merupakan polimer yang umumnya mudah larut pada pelarut yang sesuai dan saat akan lunak pada suhu tinggi namun akan mengeras kembali jika didinginkan. Struktur molekul polimer termoplastik berbentuk linier atau bercabang tanpa ikatan silang antar rantai, sehingga dapat dilelehkan ulang dalam proses produksinya. Adapun jenis-jenis polimer golongan termoplastik antara lain *Polyethylene* (PE), *Polypropylene* (PP), *Polystyrene* (PE), *Poly Vinyl Chloride* (PVC), *Polyamide* (nilon), *Polyoxymetilene* (POM), *Polycarbonate* (PC), dan *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS).

b. Termoset



Gambar 2. Struktur rantai termoset
(Sumber: Triwardhani, 2020)

Merupakan polimer yang terikat dalam jaringan tiga dimensi atau ikatan-ikatan silang (*cross-link*), sehingga rantainya sulit untuk bergerak ketika dipanasi. Hal tersebut yang menyebabkan material termoset umumnya memiliki kinerja mekanis dan termal yang tinggi namun tidak dapat dilelehkan ulang. Termoset memiliki sifat yang tidak larut dalam pelarut apapun, tidak meleleh jika dipanaskan, lebih tahan terhadap asam maupun basa, dan jika dipanaskan akan rusak sekaligus tidak dapat kembali seperti semula. Polimer tersebut disusun secara permanen dalam bentuk pertama kali dicetak. Yang termasuk dalam jenis-jenis plastik termoset yaitu *Phenol Formaldehyde*, *Diisocyanate and Polyglycol* (PU), *Bisphenol and Epichlorohydrin* (resin epoxy), *Urea and Formaldehyde* (UP), dan *Unsaturated Polyester and Styrene* (UPS).

Menurut Sulistyarini dkk (2018), dalam penggunaannya plastik dapat diklasifikasikan berdasarkan:

- a. Plastik komoditi (*commodity polymer*), plastik ini banyak digunakan untuk penggunaan umum, seperti kebutuhan rumah tangga dan penggunaan lainnya yang bersifat sederhana. Beberapa jenis plastik komoditi antara lain PP, PE, PS, PVC, PET, PMP, dan Teflon.
- b. Plastik industri (*engineering polymer*), plastik ini digunakan untuk kebutuhan industri dan konstruksi, seperti pada pembuatan alat-alat atau komponen teknik. Misalnya jenis *Polyamide* (nilon), POM, PC, dan ABS.

3. Aditif Plastik

Untuk membuat barang-barang plastik agar memiliki sifat-sifat seperti yang dikehendaki, maka dalam proses pembuatannya selain bahan baku utama diperlukan juga bahan tambahan atau aditif. Penggunaan bahan aditif bermacam-macam tergantung pada bahan baku yang digunakan dan mutu produk yang akan dihasilkan (Suteja, 2021). Menurut Cantor (2006), bahan aditif untuk plastik dapat dikelompokkan menjadi beberapa macam berdasarkan fungsinya, yaitu sebagai berikut:

a. Bahan Pengisi dan Penguat (*Reinforcing/Filler*)

Filler berfungsi untuk meningkatkan sifat mekanik (misalnya, kekuatan) dari sistem plastik dan umumnya untuk mengurangi biaya produksi.

b. Bahan Penstabil (*Stabilizer*)

Dua jenis utama penstabil adalah penstabil panas untuk melindungi plastik selama pemrosesan dan penstabil ultraviolet (UV) untuk melindungi plastik yang terpapar radiasi matahari yang berlebihan.

c. Bahan Pelumas

Pelumas digunakan pada plastik untuk dua tujuan utama, yaitu pelumasan eksternal dan pelumasan internal.

1. Pelumasan eksternal, bertujuan untuk mengurangi gesekan antara plastik dan perangkat keras ekstrusi, maupun pada permukaan aliran *internal die*.
2. Pelumasan internal, bertujuan untuk mengurangi gesekan antar-molekul plastik yang mengalir sehingga secara efektif dapat mengurangi viskositas lelehan.

d. *Antiblocking*

Bahan *antiblocking* adalah zat aditif yang menghambat kelengketan (*blocking*) permukaan plastik. *Block* atau lengket sering terjadi pada *film*, terutama *blown film*.

e. *Antioxidant*

Berfungsi sebagai penghambat oksidasi plastik yang dapat mengakibatkan degradasi molekuler. Rantai plastik dapat terpotong menjadi rantai yang lebih kecil akibat adanya oksigen (udara), terutama pada suhu tinggi saat ekstrusi.

f. *Antistatic*

Bahan antistatik (antistat) dirancang untuk meminimalkan penumpukan muatan statis pada permukaan polimer. Antistat membantu menghilangkan muatan statis dengan menyebabkan permukaan plastik menjadi lebih konduktif.

g. *Tackifier*

Digunakan untuk meningkatkan daya rekat pada permukaan film. *Tackifier* umumnya ditambahkan ke produk yang akan digunakan dalam aplikasi peregang (melekat, menempel).

h. *Pewarna*

Pewarna menjadi salah satu aditif yang paling sering digunakan dalam industri plastik. Terdapat berbagai macam pilihan warna yang dapat menaikkan daya tarik konsumen.

B. Plastik *High Density Polyethylene (HDPE)*

High-density polyethylene (HDPE) merupakan polimer termoplastik terbuat dari proses pemanasan minyak bumi, memiliki sifat yang keras, tahan terhadap suhu tinggi, dan dapat dibentuk menjadi beragam benda tanpa

kehilangan kekuatannya. Lapisan HDPE cenderung terlihat buram setelah diproses dan dapat didaur ulang (Rochmadi dan Ajar, 2015).



Gambar 3. Struktur rantai HDPE
(Sumber: Cantor, 2006)

High-density polyethylene (HDPE) disintesis dengan metode yang sangat berbeda dari yang digunakan untuk LDPE, sehingga menghasilkan rantai yang sangat linier. HDPE umumnya dipolimerisasi dengan sejumlah kecil *co-monomer* yang mengarah ke beberapa cabang rantai pendek yang ditempatkan di sepanjang rantai utama untuk membuat polimer lebih mudah diproses. Tingkat linieritas yang tinggi menghasilkan persentase kristalinitas yang tinggi pula (kepadatan tinggi). HDPE berada dalam kisaran kerapatan 0,93-0,96 g/cm³. Pada saat pemrosesan, tingkat kristalinitas yang tinggi dan struktur molekul yang lebih konsisten membuat HDPE meleleh pada suhu yang lebih tinggi (265-275°F atau 130-135°C) dan memiliki rentang pemrosesan yang lebih sempit. Selain itu juga membutuhkan tekanan screw yang lebih tinggi, sehingga dibutuhkan lebih banyak tenaga motor (Cantor, 2006).

Menurut Raharjo dkk (2015), kelebihan HDPE sebagai kantong plastik kemasan adalah ringan, kuat, harga relatif murah, tidak mudah sobek, fleksibilitas cukup tinggi, dapat digunakan terus-menerus serta relative mudah untuk didaur ulang. Plastik HDPE daur ulang biasa disebut dengan *Recycled*

High Density Polyethylene (rHDPE) memiliki karakteristik diantaranya titik leleh antara 108,5-139,5°C, tingkat pemanasan 10°C/m, dan densitas 1.014 kg/m³. Sehingga HDPE menjadi material plastik yang paling sering digunakan dalam produksi *Blow Film Extrusion*.

C. Kantong Plastik

Kantong plastik atau tas plastik adalah pembungkus yang secara umum terbuat dari berbagai polimer plastik jenis polietilen dan polipropilen. Fungsi utama dari kantong plastik adalah untuk memuat atau membawa barang baik barang konsumsi maupun yang bukan barang konsumsi. Bagian dasar dan sisi kiri/kanan kantong plastik umumnya direkatkan dengan mesin penyegel plastik, tetapi ada yang disatukan dengan perekat atau dijahit. Meskipun kantong plastik sangat tipis, namun memiliki karakteristik yang kuat, tahan air, dan tidak mudah berubah bentuk pada penggunaan normal (*Industrial Quick Search, 2022*).

D. Proses Pembuatan Kantong Plastik

Dalam pembuatan kantong plastik skala industri, terdapat beberapa tahapan proses yang harus dilewati hingga diperoleh produk jadi. Proses-proses tersebut terdiri dari *mixing*, ekstrusi *blow film*, *cutting-sealing* dan pembuatan *handle* atau pond.

1. Proses Pencampuran (*Mixing*)

Mixing merupakan proses pencampuran biji plastik dengan bahan aditif, pewarna (pigmen) atau bahan biji plastik berjenis lain yang dilakukan dengan *mixer* (Nadhil, 2015). Proses *mixing* bertujuan agar memperoleh distribusi komponen yang homogen (seragam) dan memperoleh komposisi bahan seperti yang dikehendaki.

2. *Blow Film Extrusion*

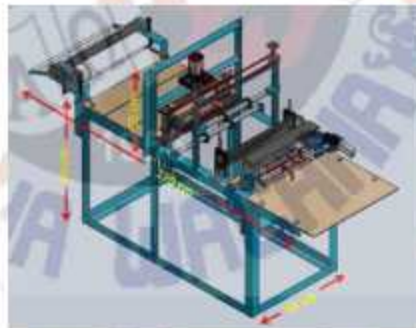
Blow Film Extrusion merupakan suatu proses pembuatan lembaran plastik dengan menggabungkan proses meniupan (*blowing*) dengan ekstrusi (*extrusion*). Pada proses *blowing film*, material polimer dilelehkan dan diekstrusi melalui cetakan annular lalu udara dikeluarkan dari dalam cetakan untuk meniup tabung seperti balon dan didinginkan oleh cincin udara pada jarak tertentu membentuk sebuah film. Hasil tiupan tersebut akan melewati proses roll sehingga plastik akan menjadi rata dan terkumpul dalam bentuk roll. Proses ini dilanjutkan dengan proses *cutting, sealing, handling, quality checking* dan *packing* (Karkhanis dkk, 2017).

Dikutip dari *Industrial Quick Search* (2022), mesin *Blow Film Extrusion* terdiri dari beberapa bagian utama yaitu *hopper* sebagai tempat penampungan biji plastik, *extruder* yang terdiri dari *screw* dan *barrel* yang berfungsi untuk mengaduk dan melelehkan biji plastik kemudian diarahkan ke arah *die, die gap* sebagai tempat keluarnya lelehan plastik yang selanjutnya di tiup menuju *cooling tower* membentuk sebuah

tabung, *gusset* sebagai pembentuk lipatan, serta *nip roll* untuk memadatkan *film* plastik yang keluar dari *cooling tower*.

3. Proses Pengelasan dan Pemotongan (*Cutting-Sealing*)

Proses *sealing* pada produk plastik khususnya kantong plastik dilakukan dengan cara menggabungkan dua lembaran plastik terpisah kemudian direkatkan disepanjang tepinya (Findiani dkk, 2019). Adapun proses *cutting* yaitu pemotongan lembaran plastik yang sudah di *sealing*/las dengan ukuran dan panjang yang telah diseting sebelumnya.



Gambar 4. Mesin *Cutting-sealing*
(Sumber: Wicaksono, 2015)

Menurut Wicaksono (2015), mesin *cutting-sealing* terdiri dari bagian mekanik yang meliputi rol penggerak, pisau las (*sealer*), rol depan, dan pisau potong (*cutter*), serta bagian elektronik meliputi *thermocontrol* yang berfungsi untuk mengatur parameter proses seperti suhu, waktu, dan kecepatan *sealing*.

Menurut Khadliq dkk (2017), optimalisasi parameter proses merupakan salah satu cara untuk memperbaiki kualitas yang dilakukan dalam industri manufaktur plastik dengan melakukan variasi parameter proses produk yang tepat. Adapun parameter proses yang dapat mempengaruhi kegagalan proses/cacat produk pada mesin *cutting-sealing* menurut Findiani dkk (2019) yaitu:

a. Suhu Pengelasan (*Sealing Temperature*)

Suhu pengelasan terdiri dari suhu pisau *sealer* yang dapat bergerak naik turun dengan penggerak yang menggunakan *hydraulic system* dan suhu pada mesin. Suhu yang digunakan dalam proses *sealing* berkisar antara 180-200°C.

b. Waktu Pengelasan (*Sealing Time*)

Waktu pengelasan merupakan ketepatan antara waktu pisau las (*seal holder*) saat menyentuh lapisan kantong plastik dengan kisaran waktu *sealing* antara 0,5-2 detik dalam setiap proses pengelasan.

c. Kecepatan Pengelasan (*Sealing Speed*)

Kecepatan pengelasan mengacu pada frekuensi antara 45-50 Hz atau tergantung pada mesin *Cutting-sealing* yang digunakan.

4. Pembuatan Pegangan (Pond/Plong)



Gambar 5. Mesin Pond/plong
(Sumber: indonetwork.co.id)

Pond atau plong merupakan proses pembentukan pegangan (*handle*) pada kantong plastik. Menurut Rohmad (2014), hasil plastik yang telah dipotong akan membentuk persegi panjang. Agar plastik memiliki pegangan yang bisa dibawa, maka dibutuhkan proses pemotongan plastik menggunakan mesin plong. Yang mana bentuk dan ukuran plong bisa diatur sesuai ukuran plastik serta dapat ditambahkan variasi seperti lubang kecil untuk gantungan ditembok.

E. Cacat Produk Plastik

Cacat produk (*defect*) adalah kondisi dimana produk tidak memenuhi standar yang telah ditentukan, yang dapat memberikan pengaruh secara langsung terhadap suatu perusahaan. Produk cacat tidak akan diterima oleh konsumen dan akan menyebabkan kerugian bagi perusahaan (Mulyadi 2002).

Menurut Firmansyah (2013), produk cacat adalah produk yang dihasilkan dari satuan produksi baik penuh atau sebagian selesai yang tidak memenuhi standar dan spesifikasi yang dibutuhkan oleh pelanggan untuk unit yang baik dan yang dibuang atau dijual dengan harga berkurang.

Menurut Findiani dkk (2019), ada beberapa jenis cacat yang sering terjadi pada produk *Blow Film Extrusion* yaitu:

a. *Sealing*



Gambar 6. Cacat *sealing*
(Sumber: Findiani dkk, 2019)

Kantong plastik dibuat menggunakan lembaran plastik terpisah yang disatukan dan direkatkan di sepanjang tepinya. Gambar 6 adalah contoh cacat yang terjadi pada saat penyegelan/pengelasan. Umumnya cacat tersebut ditandai dengan kegagalan pengelasan yang mengakibatkan *sealing* tidak sempurna, seperti bolong atau jebol.

b. Mata Ikan



Gambar 7. Cacat mata ikan
(Sumber: Findiani dkk, 2019)

Gambar 7 adalah cacat mata ikan yang terjadi pada proses *blow film extrusion*, yaitu proses pelelehan pelet plastik hingga proses peniupan kantong plastik. Cacat mata ikan ditandai dengan adanya bagian-bagian plastik yang lebih tipis dibanding lainnya sehingga membentuk bintik-bintik kecil atau mata ikan. Cacat mata ikan dapat disebabkan oleh proses pencampuran (*mixing*) yang kurang tepat.

c. *Handle Misalignment*



Gambar 8. Cacat *hand misalignment*
(Sumber: Findiani dkk, 2019)

Gambar 8 adalah cacat *handle misalignment* yang sering terjadi pada saat proses pembentukan *handle* di mesin pond/plong. Penyebab

cacat ini didominasi oleh kesalahan *human error*, dimana penempatan *cutting board* atau pisau plong tidak sesuai.

d. *Shrinkage*



Gambar 9. Cacat *shrinkage*
(Sumber : Findiani dkk, 2019)

Gambar 9 adalah contoh cacat *Shrinkage* yang mengakibatkan kantong plastik mengkerut. Cacat ini juga sering ditemui pada proses ekstrusi *blow film*, yaitu pada proses meniupan kantong plastik.

Selain macam-macam cacat diatas, menurut Arief (2015) terdapat pula jenis cacat produk yang disebabkan oleh kurang tepatnya parameter proses pada mesin Ekstrusi *Blow Film*, yaitu sebagai berikut.

1. *Melt Fracture*

Melt Fracture merupakan kecacatan kantong plastik yang terdapat bulatan-bulatan besar dan memiliki tebal yang tidak rata yang disebabkan karena setelan panas belum sesuai dan titik lebur pelet yang berbeda.

2. *Weld Line*

Weld Line merupakan kecacatan kantong plastik yang terdapat garis-garis yang terjadi pada kantong plastik yang disebabkan karena die kotor, cairan plastik mengering (menempel di dinding *dies*), dan mesin blower berhenti secara tiba-tiba.

3. *Black Spot*

Black spot adalah keadaan dimana keadaan cacat ditemukan seperti bintang hitam pada produk disebabkan karena suhu yang terlalu tinggi dan terlalu rendah, Kurang bersih saat penggantian material, Material mengalami pemanasan/pengeringan yang berlebihan, proses pewarnaan yang tidak stabil.

F. Pengendalian Kualitas Produk

Definisi pengendalian kualitas adalah suatu aktivitas (manajemen perusahaan) untuk menjaga dan mengarahkan agar kualitas produk dan jasa perusahaan dapat dipertahankan sebagaimana yang telah direncanakan (Ahyari, 1992).

Menurut Assauri (1998), pengendalian kualitas adalah kegiatan yang dilakukan untuk menjamin agar kegiatan produksi dan operasi yang dilaksanakan sesuai dengan apa yang direncanakan dan apabila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut dapat dikoreksi sehingga apa yang diharapkan dapat tercapai.

Menurut Sunyoto (2012), kualitas merupakan suatu ukuran untuk menilai bahwa suatu barang atau jasa telah mempunyai nilai guna seperti yang diinginkan. Suatu produk akan memiliki kualitas jika sesuai dengan dengan standar yang telah ditentukan. Dimana aspek yang termasuk dalam standar kualitas yaitu bahan baku, proses produksi dan produk jadi.

Sehingga kualitas dapat didefinisikan sebagai gambaran dari bentuk karakteristik sebuah produk yang atributnya mampu menunjukkan kemampuan untuk memenuhi kebutuhan. Oleh karena itu, perlu adanya kesesuaian diantara perusahaan dengan keinginan konsumen didalam menciptakan sebuah produk agar dapat memberikan kesan tersendiri bagi konsumen (Suhaeri, 2017).

G. Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

1. Pengertian FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

FMEA merupakan suatu teknik yang digunakan untuk mencari, mengidentifikasi, dan mengurangi bahkan menghilangkan kegagalan potensial, *error*, dan masalah yang diketahui dari proses produksi sebelum sampai ke customer (Diana dan Tjiptono, 2011).

Menurut Suhaeri (2017), FMEA adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas. Suatu mode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam

kecacatan atau kegagalan dalam desain, kondisi diluar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk tersebut. FMEA merupakan *living document* sehingga dokumen perlu diperbarui secara teratur agar dapat digunakan untuk mencegah dan mengantisipasi terjadinya kegagalan dalam proses produksi.

2. Jenis FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Menurut Rachman dkk (2016), FMEA digolongkan menjadi dua tipe, yaitu:

a. *Design FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)*

Design FMEA digunakan untuk menganalisis produk sebelum dilakukan produksi. Fokus dari *Design FMEA* yaitu pada jenis-jenis kegagalan pada suatu produk yang diakibatkan oleh defisiensi *design*.

b. *Process FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)*

Process FMEA digunakan untuk menganalisis proses manufaktur dan perakitan. Fokus dari *Process FMEA* yaitu pada jenis-jenis kegagalan potensial yang diakibatkan oleh defisiensi desain proses manufaktur atau perakitan. Manfaat khusus dari *Process FMEA* bagi perusahaan adalah membantu menganalisis proses manufaktur baru, meningkatkan pemahaman bahwa kegagalan potensial pada proses manufaktur harus dipertimbangkan, mengidentifikasi defisiensi proses sehingga para *engineer* dapat

berfokus pada pengendalian untuk mengurangi munculnya produksi yang menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan yang diinginkan atau untuk meningkatkan deteksi pada produk yang tidak sesuai tersebut, dan menetapkan prioritas untuk tindakan perbaikan pada proses.

3. Tujuan dan Manfaat Penerapan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Menurut Syukron dan Kholil (2013), tujuan dan manfaat yang dapat dicapai oleh suatu perusahaan dengan menerapkan FMEA yaitu sebagai berikut:

- a. Untuk mengidentifikasi mode kegagalan dan tingkat keparahan efeknya
- b. Untuk mengidentifikasi karakteristik kritis dan karakteristik signifikan
- c. Untuk mengurutkan peranan desain potensial dan defisiensi proses.
- d. Untuk membantu fokus engineer dalam mengurangi perhatian terhadap produk dan proses, dan membantu mencegah timbulnya permasalahan.

Adapun manfaat dari penerapan FMEA adalah:

- a. Meningkatkan kualitas, keandalan, dan keamanan produk
- b. Membantu meningkatkan kepuasan pelanggan
- c. Meningkatkan citra baik dan daya saing perusahaan
- d. Mengurangi waktu dan biaya pengembangan produk

- e. Memperkirakan tindakan dan dokumen yang dapat mengurangi resiko.

4. Langkah-langkah Penerapan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Menurut Suhaeri (2017), langkah-langkah dasar yang harus dilakukan dalam penerapan FMEA yaitu:

- a. Mengidentifikasi fungsi pada proses produksi
- b. Mengidentifikasi potensial failure mode pada proses produksi
- c. Mengidentifikasi potensi efek kegagalan produksi
- d. Mengidentifikasi penyebab kegagalan proses produksi
- e. Mengidentifikasi mode deteksi proses produksi
- f. Menentukan rating terhadap *Severity*, *Occurrence*, *Detection* dan RPN (*Risk Priority Number*) pada proses produksi
- g. Memberikan usulan perbaikan.

5. Variabel FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Menurut Gasperz (2022), terdapat tiga variable proses dalam FMEA yang berfungsi untuk menentukan nilai rating keseriusan pada *Potential Failure Mode*, yakni:

- a. *Severity* (Fatal)

Mengidentifikasi potensi kegagalan (keseriusan problem yang mungkin terjadi dari proses *cutting-sealing*). Tingkat pengaruh kegagalan (*severity*) memiliki ranking 1 sampai dengan 10. Untuk ranking 1 adalah tingkat keseriusan terendah (resiko kecil) dan

ranking 10 adalah tingkat keseriusan tertinggi (resiko besar).Tabel perankingan *severity* dapat dilihat pada tabel I di bawah ini.

Tabel I. *Severity*

Rating	Kriteria
1	<i>Negligible Severity</i> (Pengaruh buruk yang dapat diabaikan). Kita tidak perlu memikirkan bahwa akibat ini akan berdampak pada kualitas produk. Konsumen mungkin tidak akan memperhatikan kecacatan ini.
2 3	<i>Mild Severity</i> (Pengaruh buruk yang ringan). Akibat yang ditimbulkan akan bersifat ringan, konsumen tidak akan merasakan penurunan kualitas.
4 5 6	<i>Moderate Severity</i> (Pengaruh buruk yang moderate). Konsumen akan merasakan penurunan kualitas, namun masih dalam batas toleransi.
7 8	<i>High Severity</i> (Pengaruh buruk yang tinggi). Konsumen akan merasakan penurunan kualitas yang berada diluar batas toleransi.
9 10	<i>Potential Severity</i> (Pengaruh buruk yang sangat tinggi). Akibat yang ditimbulkan sangat berpengaruh terhadap kualitas lain, konsumen tidak akan menerimanya.

(Sumber: Gasperz, 2002)

b. *Occurrence* (Kejadian)

Mengidentifikasi seberapa sering problem tersebut terjadi. Penentuan ranking *occurrence* terdapat ranking 1 sampai dengan 10. Untuk ranking 1 adalah tingkat kejadian rendah (tidak sering) dan ranking 10 adalah tingkat kejadian tinggi (sering). Tabel perankingan *occurrence* dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. *Occurrence*

<i>Degree</i>	Berdasarkan Frekuensi Kejadian
<i>Remote</i>	0,001 per 1000 item
<i>Low</i>	0,1 per 1000 item
	0,5 per 1000 item
<i>Moderate</i>	1 per 1000 item
	2 per 1000 item
	5 per 1000 item
<i>High</i>	10 per 1000 item
	20 per 1000 item
<i>Very High</i>	50 per 1000 item
	100 per 1000 item

(Sumber: Gasperz, 2002)

c. *Detection* (Temuan)

Merupakan sebuah cara (prosedur), tes, atau analisis untuk mencegah kegagalan pada servis, proses, atau pelanggan. Dalam menentukan ranking *detection* terdiri dari ranking 1 sampai dengan 10. Untuk ranking 1 adalah tingkat pengontrolan yang dapat mendeteksi kegagalan (selalu dapat) dan ranking 10 adalah tingkat

pengontrolan yang tidak dapat mendeteksi kegagalan yang disajikan pada tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. *Detection*

Rating	Kriteria	Frekuensi Kejadian
1	Metode pencegahan sangat efektif. Tidak ada kesempatan penyebab mungkin muncul.	0,001 per 1000 item
2	Kemungkinan penyebab terjadi sangat rendah.	0,1 per 1000 item
3	Kemungkinan penyebab terjadinya bersifat moderat.	0,5 per 1000 item
4	Metode pencegahan kadang mungkin penyebab itu terjadi	1 per 1000 item
5		2 per 1000 item
6		5 per 1000 item
7	Kemungkinan penyebab terjadi masih tinggi. Metode pencegahan kurang efektif. Penyebab masih berulang kembali.	10 per 1000 item
8		20 per 1000 item
9	Kemungkinan penyebab terjadi masih sangat tinggi. Metode pencegahan tidak efektif.	50 per 1000 item
10		100 per 1000 item

(Sumber: Gasperz, 2002)

6. Risk Priority Number (RPN)

Risk Priority Number (RPN) atau angka prioritas resiko merupakan produk matematis dari keseriusan efek (*severity*), kemungkinan terjadinya penyebab akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan efek (*occurance*), dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi pada pelanggan (*detection*) (Ghivaris dkk, 2015).

Nilai RPN dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$\mathbf{RPN = Severity \times Occurence \times Detection}$$

Keterangan:

Severity (S) : tingkat keseriusan dari efek

Occurence (O) : seberapa sering penyebab muncul

Detection (D) : cara mendeteksi penyebab kegagalan

Menurut Suhaeri (2017), nilai RPN dari setiap masalah yang potensial kemudian digunakan untuk membandingkan penyebab-penyebab yang teridentifikasi selama dilakukan analisis. Secara umum RPN jatuh diantara batas yang ditentukan, tindakan perbaikan dapat diusulkan atau dilakukan untuk mengurangi resiko.

H. Studi Terdahulu

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Yusuf (2015), upaya dalam mengurangi cacat *broken seal* pada produk kantong plastik dapat dilakukan dengan mengatur dan menentukan ketebalan roll plastik pada mesin *Blow Film Extrusion* sehingga memiliki ketebalan yang seragam.

Penurunan kegagalan proses yang dapat menyebabkan cacat produk pada kantong plastik HDPE dapat dilakukan dengan meninjau proses produksi, mempertimbangkan kemungkinan kegagalan dan menganalisis efek dari sistem kegagalan. Menurut Findiani dkk (2019), salah satu upaya dalam mengurangi cacat *sealing* pada mesin *cutting-sealing* yaitu dengan menentukan suhu optimum pisau *sealer* dan pisau *cutter* yang berkisar antara 180-200°C serta penentuan standar *sealing time*. Dimana pada cacat lubang/leleh dapat diatasi dengan menurunkan *setting* suhu, sedangkan pada cacat jebol dapat diatasi dengan menaikkan suhu pisau.

Menurut Saputra dan Santoso (2021), penurunan kegagalan proses pada mesin *cutting-sealing* dapat dilakukan dengan mengidentifikasi faktor-faktor penyebabnya. Faktor penyebab kegagalan/cacat produk pada mesin *cutting-sealing* dan pond adalah faktor manusia (*human error*) dan mesin. Solusi untuk mengurangi resiko kegagalan proses pada mesin *cutting-sealing* dan pond yaitu dengan melakukan seting parameter mesin sebelum mesin digunakan serta melakukan pelatihan kepada setiap operator mesin agar memiliki pengetahuan yang lebih mumpuni dalam pengoperasian mesin.

Sehingga dapat meminimalisir terbuangnya plastik yang mengalami kegagalan/cacat dalam produksi.



BAB III MATERI DAN METODE

A. Lokasi Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan disalah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi kantong plastik berbahan dasar HDPE (*High Density Polyethylene*) yaitu PT Pangestu Jaya Makmur yang berlokasi di Jalan Siwalan No. 30, Kelurahan Kerten, Kecamatan Laweyan, Kota Surakarta, Jawa Tengah (57143). Proses pengambilan data ini dilakukan selama kegiatan magang yaitu pada tanggal 7 Februari - 1 April 2022 di bagian produksi.

B. Materi Tugas Akhir

Materi yang dikaji dalam Tugas Akhir ini berkaitan dengan kegagalan proses produksi kantong plastik HDPE yang terjadi di mesin *cutting-sealing* dan pond meliputi komponen mesin, seting parameter proses (suhu, waktu, dan kecepatan), jenis-jenis cacat yang dihasilkan, dan faktor penyebabnya. Upaya perbaikan dilakukan berdasarkan masing-masing moda kegagalan hasil analisa FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) sehingga diharapkan mampu menurunkan tingginya persentase cacat produk yang terjadi.

C. Metode Penyelesaian Masalah

Tugas Akhir yang disusun merupakan penyelesaian dari suatu masalah (*problem solving*) berdasarkan data-data yang diperoleh selama pelaksanaan magang dengan mengamati secara langsung proses pembuatan kantong plastik HDPE mulai dari pencampuran bahan hingga terbentuknya produk kantong plastik. Adapun permasalahan yang ditemukan selama observasi yaitu tingginya produk cacat akibat kegagalan proses yang terjadi di mesin *Cutting-sealing* dan Pond.

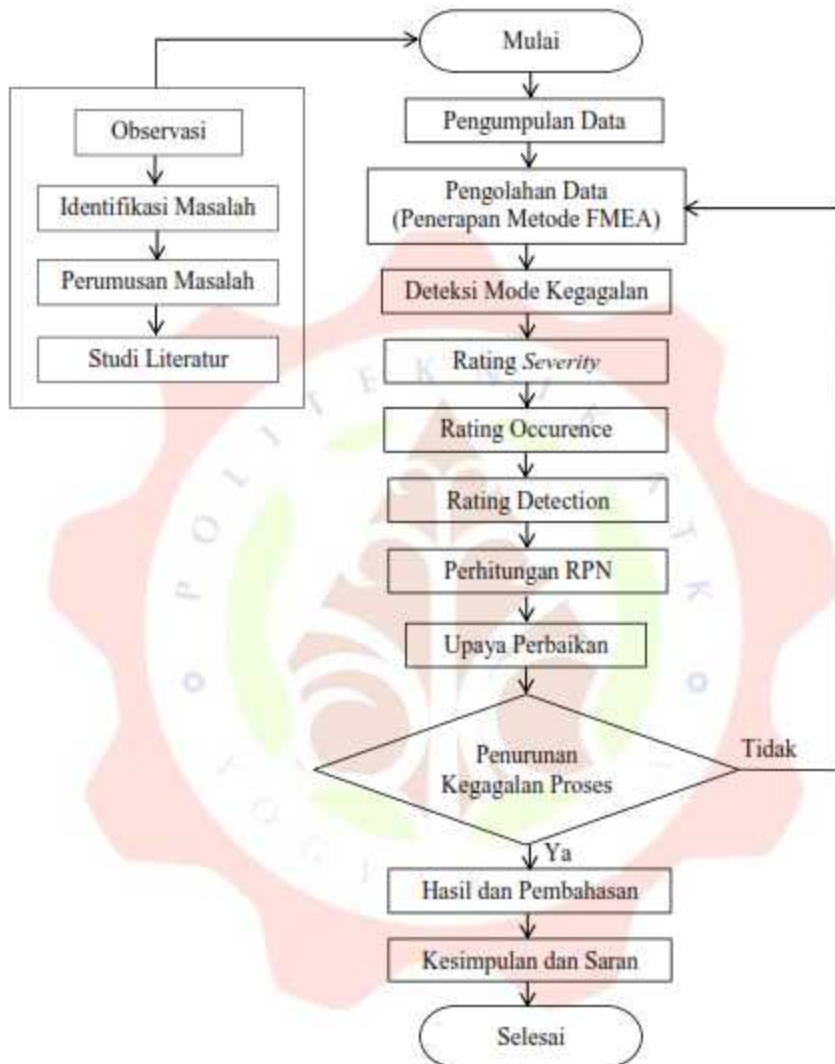
Setelah ditemukan permasalahan, kemudian dilakukan perumusan masalah yang mengacu pada kegagalan yang sering terjadi. Setelah proses pembentukan roll plastik di mesin *blow film*, terdapat tahap lanjutan dalam pembentukan kantong plastik yakni proses pengelasan dan pemotongan (*cutting-sealing*) dan pembentukan pegangan kantong plastik (pond). Penulis juga melakukan studi literatur untuk menyelesaikan rumusan masalah yang ada dengan mempelajari parameter proses pada mesin *cutting-sealing* dan pond seperti suhu, waktu, kecepatan, tekanan, maupun bagian-bagian mesin yang bersumber dari buku, jurnal penelitian, tugas akhir, skripsi, artikel di internet, dan lain-lain.

Berdasarkan hasil studi literatur, penulis melakukan pengumpulan dan pengolahan data dengan metode FMEA. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan prosedur yang paling terstruktur dalam mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari kegagalan proses yang belum diketahui secara detail. Dengan penggunaan FMEA, komponen

mesin yang bermasalah, faktor-faktor penyebab, serta dampaknya (cacat produk) dapat diketahui. Sehingga mode kegagalan yang memiliki nilai resiko tinggi bisa diminimalisir atau bahkan dihilangkan. Adapun langkah FMEA diawali dengan mendeteksi mode kegagalan, menentukan rating tingkat keseriusan dari efek (*Severity*), seberapa sering penyebab muncul (*Occurrence*), dan kemampuan mendeteksi penyebab kegagalan sebelum terjadi pada pelanggan (*Detection*). Kemudian menentukan RPN (*Risk Priority Number*) yang merupakan perkalian dari nilai *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*. Dari hasil urutan ranking RPN, dapat ditentukan tingkat resiko kegagalan tertinggi yang harus segera dilakukan upaya perbaikan.

Dari hasil analisa FMEA, dituliskan pembahasan secara rinci mengenai upaya perbaikan berdasarkan masing-masing akar penyebab kegagalan. Upaya perbaikan yang dilakukan diharapkan mampu menurunkan cacat produk dan kegagalan proses yang terjadi pada mesin *cutting-sealing* dan pond. Dari hasil analisis dan upaya perbaikan yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan serta saran yang dapat diterapkan oleh perusahaan.

Berikut merupakan langkah-langkah penyelesaian masalah menggunakan metode FMEA yang disajikan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 10, terdiri dari deteksi mode kegagalan, penentuan rating *severity*, rating *occurrence*, rating *detection*, perhitungan RPN, dan upaya perbaikan.



Gambar 10. Diagram Alir Penyelesaian Masalah

D. Alur Proses Pembuatan Produk

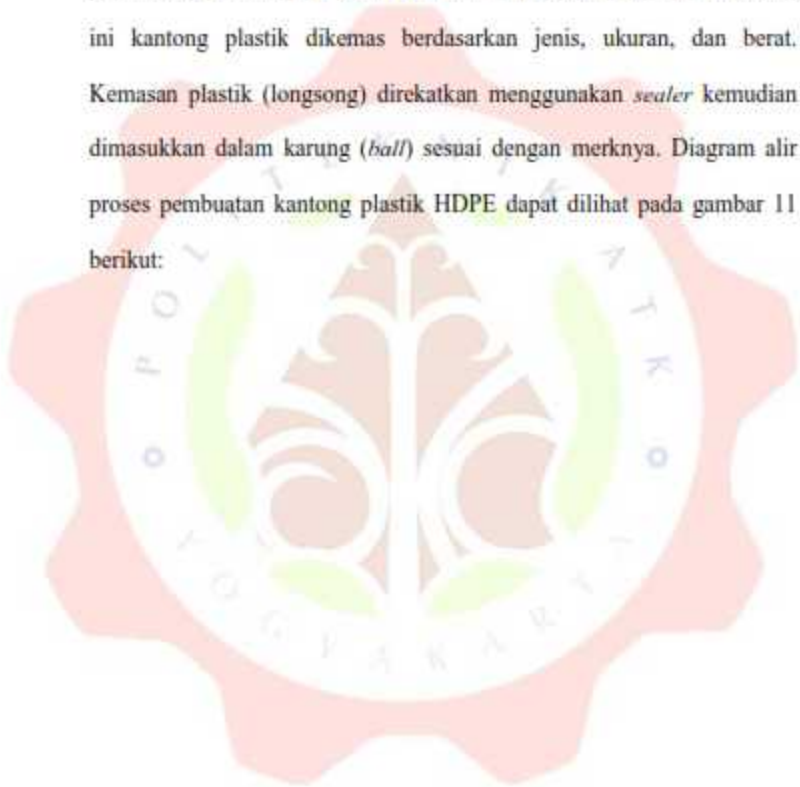
1. Diagram Alir Produksi

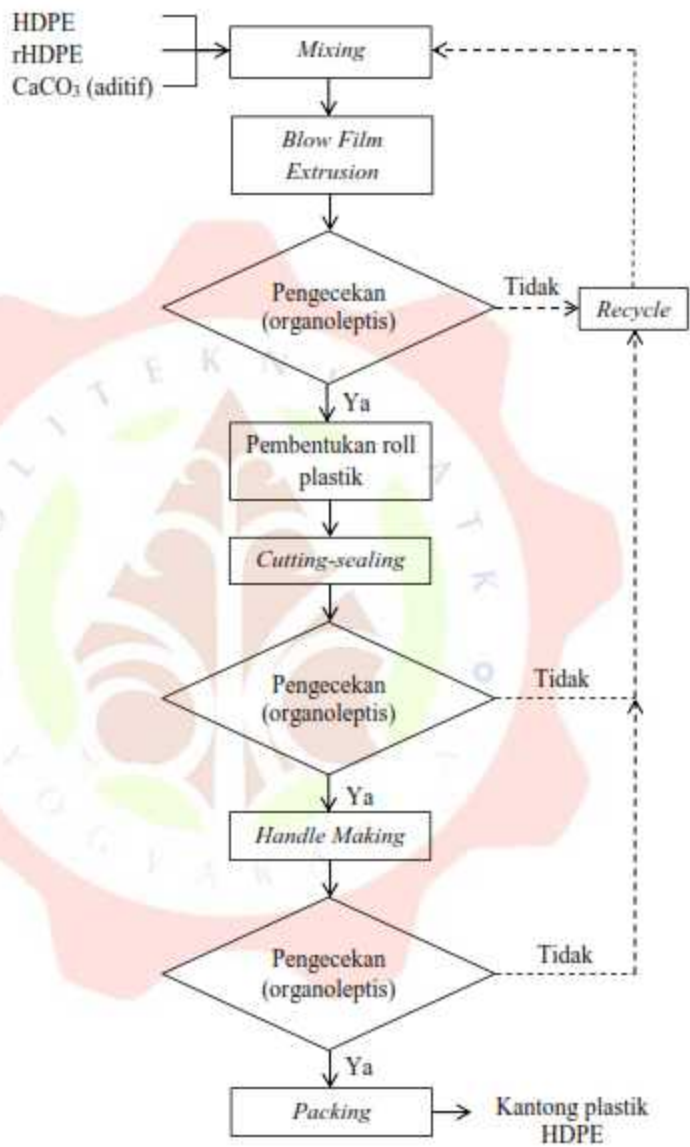
Proses produksi kantong plastik HDPE di PT Pangestu Jaya Makmur diawali dengan *mixing*, yaitu proses pencampuran material berupa biji plastik HDPE murni, rHDPE, dan CaCO_3 (aditif) yang komposisinya sudah disesuaikan dengan formulasi. Material yang telah tercampur (homogen) kemudian dimasukkan ke dalam karung dengan berat 25kg/karung dan di distribusikan ke proses *blow film*. Pada proses *blow film*, material akan meleleh dan melewati proses peniupan yang hasilnya disebut sebagai balon. Balon tersebut selanjutnya diratakan oleh roll dan dibentuk lipatan disisi kanan-kiri sehingga membentuk lembaran plastik. Dari proses *blow film* diperoleh hasil akhir berupa roll plastik.

Selama proses *blown film* berlangsung, lembaran plastik diambil untuk sampel uji organoleptis seperti pengecekan kebenaran plastik, tebal tipis, kesesuaian lipatan, dan berat plastik per meter yang harus sesuai dengan standar perusahaan. Tahap berikutnya yakni proses *cutting-sealing* atau pengelasan dan pemotongan. Pada proses ini, roll plastik akan direkatkan bagian ujungnya (*sealing*) agar menyatu dan tidak mengalami kebocoran dalam penggunaannya. Setelah itu dilanjutkan dengan pemotongan lembaran plastik sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan. Pada proses *cutting-sealing* dilakukan pengujian organoleptis yang ke dua, dimana bagian *seal* plastik diperiksa

kematangan dan kekuatannya sehingga tidak terjadi cacat lubang maupun jebol.

Proses selanjutnya yaitu pembentukan *handle* atau pegangan sehingga membentuk kantong plastik (*t-shirt*) yang dilakukan pada mesin pond/plong manual. Tahap terakhir adalah proses *packing*. Pada proses ini kantong plastik dikemas berdasarkan jenis, ukuran, dan berat. Kemasan plastik (longsong) direkatkan menggunakan *sealer* kemudian dimasukkan dalam karung (*ball*) sesuai dengan merknya. Diagram alir proses pembuatan kantong plastik HDPE dapat dilihat pada gambar 11 berikut:





Gambar 11. Diagram Alir Proses Pembuatan Kantong plastik HDPE

2. Alat dan Bahan

Berikut merupakan alat dan bahan yang digunakan dalam proses produksi kantong plastik HDPE.

a. Alat

Mesin yang digunakan dalam proses produksi kantong plastik HDPE terdiri dari *mixer*, mesin Ekstrusi *Blow Film*, mesin *Cutting-Sealing*, mesin *Pond*, dan *Sealer* untuk pegemasan.

1. *Mixer*

Mixer digunakan sebagai alat pencampur biji plastik dengan bahan aditif agar menjadi homogen. Adapun perbandingan berat masing-masing bahan disesuaikan dengan formulasi yang telah ditetapkan perusahaan. *Mixer* yang digunakan di PT Pangestu Jaya Makmur berjumlah 1 unit dengan kapasitas maksimum 1 ton. Berikut adalah gambar dari *Mixer*.



Gambar 12. *Mixer*
(Sumber: Dokumentasi)

2. Mesin Ekstrusi *Blow Film*

Mesin Ekstrusi *Blow Film* digunakan untuk membentuk lembaran film plastik dengan cara pelelehan biji plastik pada sistem *screw* dan *barrel*, kemudian dikeluarkan melalui *die* membentuk sebuah pipa. Pipa tersebut ditiup sehingga seperti tabung/balon, lalu didinginkan dan diratakan oleh *roll* membentuk gulungan film plastik. Mesin *Blow Film* yang ada di PT Pangestu Jaya Makmur terdiri dari dua jenis mesin, yaitu *single extruder* sebanyak 3 unit dan *double extruder* sebanyak 9 unit dengan kapasitas *hopper* sebesar 50 kg. Gambar mesin *Blow Film* dapat dilihat pada gambar 13 di bawah ini.



Gambar 13. Mesin Ekstrusi *Blow Film*
(Sumber: Dokumentasi)

3. Mesin *Cutting-Sealing*

Mesin *Cutting-sealing* digunakan untuk menggabungkan lembaran plastik membentuk kantong dengan cara direkatkan ujungnya menggunakan panas, kemudian dipotong sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan. Mesin *cutting-sealing* terdiri dari rol penggerak (*servo*), unit pengelasan (*sealer*), rol depan, dan unit pemotongan. Di PT Pangestu Jaya Makmur terdapat 2 jenis mesin yaitu mesin manual sebanyak 9 unit dan otomatis (*hot seal*) sebanyak 1 unit yang berkapasitas 4-6 roll plastik dalam sekali operasi. Berikut adalah gambar dari mesin *cutting-sealing*.



Gambar 14. Mesin *Cutting-sealing*
(Sumber: Dokumentasi)

4. Mesin Pond

Mesin Pond digunakan sebagai pembentuk *handle* atau pegangan pada kantong plastik. Plastik yang sudah diproses di mesin *cutting-sealing* akan ditumpuk dan diletakkan di papan/ alas pemotong kemudian akan di pond secara manual oleh operator mesin. Mesin pond terdiri dari pisau pemotong dan sistem penggerak yang menggunakan tekanan hidrolik. Terdapat 5 mesin pond yang digunakan di PT Pangestu Jaya Makmur yang dapat dilihat pada gambar 15 berikut ini.



Gambar 15. Mesin Pond
(Sumber: Dokumentasi)

5. *Sealer*

Sealer digunakan untuk merekatkan kemasan kantong plastik pada proses *packing*. Di PT Pangestu Jaya Makmur terdapat 5 *sealer* manual dengan suhu pengelasan kisaran 180-200°C. Berikut merupakan gambar dari *sealer*.



Gambar 16. *Sealer*
(Sumber: Dokumentasi)

6. Neraca analitik dan Timbangan

Neraca analitik digunakan untuk menimbang berat plastik sebelum dilakukan pengemasan (*packing*) sehingga sesuai dengan pesanan pelanggan. Neraca analitik yang digunakan memiliki ketelitian 0,5 gram dengan kapasitas maksimum 2,5 kg. Timbangan berdiri digunakan untuk menimbang produk kantong plastik yang sudah di *pack* dalam satu karung (*ball*). Gambar neraca analitik dapat dilihat pada gambar 17 dibawah ini.



Gambar 17. Neraca analitik
(Sumber: Dokumentasi)

7. *Thickness Gauge*

Thickness Gauge digunakan untuk mengukur ketebalan film plastik dengan ketelitian 0,001 mm.

b. Bahan

1. Biji Plastik HDPE

Material HDPE (*High Density Polyethylene*) merupakan bahan utama dalam pembuatan kantong plastik dimana diperoleh dari pemasok lokal maupun impor. HDPE yang digunakan berbentuk peled atau biji yang memiliki karakteristik berwarna putih, padat, keras, tidak berbau dengan titik leleh 130-135°C, massa jenis 0,95-0,97 g/mL, kerapatan 0,93-0,96 g/cm³, tahan terhadap suhu tinggi dan bahan kimia, serta dapat didaur ulang. Gambar biji plastik HDPE dapat dilihat pada gambar 18 di bawah ini.



Gambar 18. Biji plastik HDPE
(Sumber: Dokumentasi)

2. Kalsium Karbonat (CaCO_3)

Kalsium karbonat (CaCO_3) berfungsi sebagai *filler* atau bahan pengisi yang berfungsi untuk meningkatkan sifat mekanik plastik, menambah volume dan berat produk, serta untuk menekan biaya produksi. CaCO_3 memiliki karakteristik berwarna putih sedikit buram, tidak berbau, akan melebur pada suhu 825-1339°C, massa jenis sebesar 2,711-2,83 g/cm³ dan kelarutan dalam air sebesar 0,0013 g/100 mL pada suhu 25°C. Gambar filler CaCO_3 dapat dilihat pada gambar 19 di bawah ini.



Gambar 19. *Filler* CaCO_3
(Sumber: Dokumentasi)

3. Biji Plastik rHDPE

Plastik HDPE daur ulang biasa disebut dengan *Recycled High Density Polyethylene* (rHDPE) yang memiliki penampilan tidak jauh berbeda dengan HDPE murni namun lebih buram. rHDPE digunakan sebagai campuran atau sebagai bahan baku

produksi kantong plastik KW, rHDPE memiliki titik leleh antara 108,5-139,5°C, dengan tingkat pemanasan 10°C/m, dan densitas 1.014 kg/m³. Gambar biji plastik rHDPE dapat dilihat pada gambar 20 di bawah ini.



Gambar 20. Biji plastik rHDPE
(Sumber: Dokumentasi)