

TUGAS AKHIR
ANALISIS PENGGUNAAN MODIFIKASI MESIN *CONVEYOR*
CUTTING* PADA MESIN *INJECTION BLOW MOLDING
DENGAN METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS*
(OEE)



Disusun Oleh:

Wirandika

NIM. 2203037

KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R I
BADAN PENGEMBANGAN SUMBERDAYA MANUSIA
INDUSTRI
POLITEKNIK ATK YOGYAKARTA
2025

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PENGGUNAAN MODIFIKASI MESIN *CONVEYOR CUTTING* PADA MESIN *INJECTION BLOW MOLDING* DENGAN METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)*

Disusun Oleh :

WIRANDIKA

NIM. 2203037

Program Studi Teknologi Pengolahan Karet Dan Plastik
Pembimbing I



Mario Sariski Dwi Ellianto, M.T.

NIP. 198712062020121001

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 : 30 JULI 2025

TIM PENGUJI

Ketua



Latifah Listyalina, M.Eng.

NIP.199106022022022001

Anggota



Mario Sariski Dwi Ellianto, M.T.

NIP. 198712062020121001



Diana Ross Arief, M.A.

NIP.198612312014022001

Yogyakarta, 06 Agustus 2025
Direktur Politeknik ATK Yogyakarta



Dr. Sonny Taufan, S.H., M.H.

NIP. 198402262010121002

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan tepat waktu. Penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari berbagai tantangan dan hambatan, namun berkat bimbingan dan arahan dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Sonny Taufan, S.H., M.H. selaku Direktur Politeknik ATK Yogyakarta.
2. Bapak Yuli Suwarno, S.T., M.Sc. selaku Pembantu Direktur I Politeknik ATK Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Wisnu Pambudi, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik.
4. Bapak Mario Sariski Dwi Ellianto, M.T. selaku pembimbing tugas akhir.
5. Bapak Tri Yulianto selaku pembimbing magang di PT. Jayatama Selaras.

Akhir kata, penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan wawasan serta kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan industri, khususnya di bidang Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik.

Yogyakarta, 18 Juli 2025

Penulis

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis diberikan kesempatan untuk melaksanakan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan penuh rasa semangat. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat menjadi wujud dari segala usaha yang telah diberikan oleh orang-orang yang bermakna dalam perjalanan hidup akademik penulis. Oleh karena itu penulis ingin persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua, yaitu Muhendra dan Wardani Sormin yang selalu memberikan doa dan member semangat dalam meghadapi setiap tantangan selama menempuh pendidikan
2. Bapak Mario Sariski Dwi Ellianto, M.T. selaku pembimbing tugas akhir yang telah memberikan ilmu dan sarannya selama bimbingan, serta memberi semangat dan motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini
3. Seluruh dosen dan asisten dosen Politeknik ATK Yogyakarta khususnya dalam prodi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik yang telah memberikan ilmunya selama perkuliahan berlangsung.
4. Pihak PT Jayatama Selaras yang telah memberikan kesempatan untuk penulis dalam melaksanakan kegiatan Dual System dan Magang. Terima kasih teruntuk departemen produksi yang telah memberikan ilmunya serta membantu penulis dalam memperoleh data-data yang penulis butuh kan.
5. Serta kepada teman-teman Ikhsan, Akbar, Aufa, Fauzan yang telah membantu penulis secara langsung maupun secara tidak langsung

MOTTO

“Keberhasilan bukanlah milik orang yang pintar”
“Ketika muda kita habisi dengan bermalas-malasan, maka tua juga akan malas-malasan lalu tak terasa besok mati”

-Bacharuddin Jusuf Habibie-



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
INTISARI	x
ABSTRACT	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penulisan Tugas Akhir.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Plastik.....	5
1. (PP) <i>Polypropylene</i>	5
2. PET Atau PETE	6
3. HDPE (High Density Polyethylene)	7
4. PVC (Polivinil Klorida).....	7
5. LDPE (Low Density Polyethylene).....	8
6. Ps (Polistiren/Styrofoam).....	9
B. <i>Injection Blow Molding</i>	10
C. <i>Stretch Blow Molding</i>	11
D. <i>Preform</i>	14
F. <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	18
1. <i>Availability</i>	19
2. <i>Performance rate</i>	20
3. <i>Quality Rate</i>	20
G. Penelitian Terdahulu	21

BAB III MATERI DAN METODE	24
A. Materi Tugas Akhir	24
B. Metode Pengumpulan Data	24
1. Studi Lapangan	24
2. Studi Literatur	25
3. Prosedur kerja	26
C. Metode Analisis Data	28
1. <i>Availability Rate</i>	28
2. <i>Performance Rate</i>	28
3. <i>Quality Rate</i>	29
D. Modifikasi Mesin	29
1. Sistem <i>conveyor cutting</i>	31
2. Lengan <i>Robot Arm</i>	32
E. Diagram Alir Proses Produksi	33
BAB IV ASIL DAN PEMBAHASAN	36
A. Hasil	36
1. Modifikasi Mesin <i>Conveyor Cutting</i>	36
2. Waktu siklus dan Total actual output produk sebelum modifikasi <i>conveyor cutting</i>	37
B. Pembahasan	39
1. Pengaruh modifikasi mesin <i>conveyor cutting</i> pada mesin <i>injection blow molding</i> terhadap waktu siklus produksi	39
2. Efektivitas penggunaan mesin <i>conveyor cutting</i> berdasarkan hasil perhitungan <i>overall equipment effectiveness (OEE)</i>	44
BAB V KESIMPULAN	63
A. Kesimpulan	63
B. Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	68

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data <i>cycle time</i> sebelum penggunaan modifikasi <i>conveyor cutting</i>	38
Tabel 4.2 Data waktu siklus/ <i>cycle time</i> setelah menggunakan modifikasi mesin <i>conveyor cutting</i>	40
Tabel 4.3 <i>Availability</i> Mesin Sebelum Modifikasi <i>Conveyor Cutting</i>	45
Tabel 4.4 <i>Availability</i> Mesin Setelah Modifikasi <i>Conveyor Cutting</i>	47
Tabel 4.5 <i>Performance</i> Mesin IBM & SBM Sebelum Modifikasi <i>Conveyor cutting</i>	51
Tabel 4.6 <i>Performance</i> Mesin IBM & SBM Setelah Modifikasi <i>Conveyor Cutting</i> .	53
Tabel 4.7 hasil perhitungan <i>quality rate</i> sebelum menggunakan modifikasi mesin <i>conveyor cutting</i>	56
Tabel 4.8 hasil perhitungan <i>quality rate</i> sesudah menggunakan modifikasi mesin <i>conveyor cutting</i>	58
Tabel 4.9 hasil perhitungan total OEE sebelum menggunakan modifikasi mesin <i>conveyor cutting</i>	60
Tabel 4.10 hasil perhitungan total OEE setelah menggunakan modifikasi mesin <i>conveyor cutting</i>	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Material <i>polyethylene</i> (PE).....	6
Gambar 2. Mesin <i>injection blow molding</i>	11
Gambar 3. Mesin <i>stretch blow molding</i>	12
Gambar 4. Proses <i>mold blow molding</i>	13
Gambar 5. Produk <i>Preform</i>	15
Gambar 6. Bagian pada produk <i>preform</i>	15
Gambar 7. <i>inject point</i> yang sudah dipotong.....	18
Gambar 8. Diagram alir proses penyelesaian T.A.....	26
Gambar 9. Mesin <i>conveyor cutting</i>	32
Gambar 10. Lengan <i>Robot Arm</i>	33
Gambar 11. Diagram alir proses produksi.....	35
Gambar 12. Mesin setelah moifikasi.....	36
Gambar 13. Grafik Perbandingan waktu siklus/ <i>cycle time</i>	41
Gambar 14. Total actual <i>output</i> produk.....	43
Gambar 15. Grafik <i>availability</i> (%).....	49
Gambar 16. Grafik <i>Performance Rate</i> (%).....	55
Gambar 17. Grafik <i>qualiti rate</i> (%).....	59
Gambar 18. Grafik perbandingan total OEE.....	63

INTISARI

Tugas akhir bertujuan untuk mengevaluasi dampak modifikasi mesin conveyor cutting pada proses *Injection Blow Molding* (IBM) terhadap efisiensi produksi dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Analisis menunjukkan bahwa setelah dilakukan modifikasi, terjadi peningkatan signifikan pada ketiga komponen OEE. Nilai *availability* meningkat dari 90,47%–95,14% menjadi 95,13%–100%, menandakan mesin lebih siap beroperasi dan *downtime* tidak terencana berkurang. *Performance* juga naik dari 85,16%–89,28% menjadi 98,90%–101,64%, menunjukkan percepatan proses produksi dan kestabilan kinerja mesin. Sementara *quality rate* sedikit meningkat dari 96,77% menjadi 97,08%–97,29%, mencerminkan penurunan produk cacat. Secara keseluruhan, nilai OEE meningkat dari 65,60%–81,81% menjadi 91,30%–96,01%, menegaskan peningkatan efektivitas total mesin. Selain itu, waktu siklus produksi menjadi lebih efisien dan konsisten, berkisar 92–96 detik per *batch*. Dengan demikian, penerapan mesin *conveyor cutting* terbukti mampu mengotomatisasi pemotongan *inject point*, mempercepat produksi, meningkatkan efektivitas mesin, serta menjaga alur produksi yang lebih stabil dan kualitas produk yang lebih baik.

Kata kunci: *Conveyor cutting, Injection Blow Molding overall equipment effectiveness (OEE)*

ABSTRACT

This final project aims to evaluate the impact of conveyor cutting machine modification on the Injection Blow Molding (IBM) process in relation to production efficiency using the Overall Equipment Effectiveness (OEE) method. The analysis shows that after the modification, there was a significant improvement across all three OEE components. The availability value increased from 90.47%–95.14% to 95.13%–100%, indicating that the machine was more operationally ready and unplanned downtime was reduced. Performance also rose from 85.16%–89.28% to 98.90%–101.64%, reflecting faster production cycles and more stable machine performance. Meanwhile, the quality rate slightly improved from 96.77% to 97.08%–97.29%, signifying a reduction in defective products. Overall, the OEE value increased from 65.60%–81.81% to 91.30%–96.01%, confirming a substantial enhancement in total machine effectiveness. In addition, production cycle time became more efficient and consistent, ranging from 92–96 seconds per batch. Thus, the implementation of the conveyor cutting machine proved effective in automating the inject point cutting process, accelerating production, improving machine effectiveness, and maintaining a more stable production flow with better product quality.

Keywords: *Conveyor Cutting, Injection Blow Molding, Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Industri manufaktur di Indonesia terus mengalami perkembangan signifikan, terutama pada sektor industri plastik, yang menjadi tulang punggung dalam penyediaan berbagai kebutuhan produk kemasan, rumah tangga, dan kesehatan. Menurut Kementerian Perindustrian (Kemenperin 2018) tambahan industri plastik menunjukkan hasil kerja yang positif secara konsisten. Pada tahun 2018, industri plastik meningkat sebesar 6,92%, lebih besar dibandingkan pada tahun 2017 yang mencapai 2,47%. Kondisi tersebut terus meningkat selama beberapa tahun terakhir. Hal ini membuktikan bahwa industri plastik berperan cukup besar dalam pembangunan ekonomi sektor industri. Peran tersebut semakin kuat karena industri plastik didukung dan didorong oleh berbagai sektor besar, seperti industri otomotif, industri kemasan, industri farmasi, industri pertanian, industri konstruksi, industri elektronik, dan industri kosmetik (Tunjungsari & Jumaeri, 2019).

Efisiensi penggunaan mesin secara umum *injection blow molding* dapat ditingkatkan melalui modifikasi penambahan mesin *conveyor cutting*, khususnya pada bagian pemotongan *inject point* pada produk *preform*. Modifikasi ini bertujuan untuk mempercepat alur proses produksi dan mengurangi waktu atau hambatan yang tidak perlu. Perbaikan desain alur material dan penyesuaian sistem penanganan hasil cetak mampu meningkatkan

kelancaran proses dan menurunkan tingkat waktu henti produksi (Ikhbar et al., 2025). Seiring dengan perkembangan industri plastik, memungkinkan banyak produsen baru yang bermunculan dan menimbulkan persaingan bisnis yang semakin ketat. Guna memenangkan persaingan bisnis, suatu perusahaan dituntut untuk berinovasi dalam menghasilkan produk dan meningkatkan kualitas produk agar kepuasan pelanggan dapat terpenuhi, mempertahankan eksistensi produk, dan meningkatkan daya jual produk di pasaran.

Pada saat melaksanakan magang di PT Jayatama Selaras, ditemukan permasalahan pada lini produksi, khususnya pada tahap pemotongan *inject point*. Proses pemotongan tersebut tidak berjalan secara otomatis ketika produk dilepaskan dari mold, sehingga masih memerlukan penanganan manual. Kondisi ini berdampak pada meningkatnya waktu siklus produksi, menurunnya tingkat ketersediaan mesin, serta berpotensi menurunkan efisiensi produksi secara keseluruhan.

Permasalahan yang dihadapi dalam proses produksi menggunakan IBM adalah pada tahap pemotongan *inject point* pada *preform*, dimana *inject point* tidak terpotong pada saat pelepasan dari mold. Proses pemotongan yang masih bersifat manual menyebabkan proses produksi yang lama. Hal ini berdampak pada meningkatnya waktu siklus produksi. Sistem produksi yang belum sepenuhnya terotomasi berpotensi menurunkan efisiensi mesin secara keseluruhan. Efisiensi operasional suatu mesin manufaktur dapat diukur melalui pendekatan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*, yang mencakup

aspek ketersediaan mesin, performa, dan kualitas *output* (Azhara et al., 2024). Pengaruh penggunaan modifikasi mesin dapat dikaji dengan mengukur tingkat efektifitas produksi. Pengukuran tingkat efektivitas produksi dilakukan dengan menggunakan OEE.

Sebagai respon terhadap permasalahan tersebut, salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah memodifikasi sistem *conveyor* dengan menambahkan mesin pemotong otomatis pada lini produksi mesin IBM, sehingga proses pemotongan *inject point* dapat dilakukan secara otomatis. Oleh karena itu, tujuan dari tugas akhir ini adalah menganalisis pengaruh penambahan mesin *conveyor cutting* terhadap efektivitas produksi serta kemampuan sistem dalam menurunkan waktu siklus produksi

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh modifikasi mesin *conveyor cutting* pada mesin *injection blow molding* terhadap waktu siklus produksi?
2. Bagaimana efektivitas dari penggunaan modifikasi mesin *conveyor cutting* pada mesin *injection blow molding* berdasarkan hasil perhitungan nilai *overall equipment effectiveness* (OEE)

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh modifikasi mesin *conveyor cutting* pada mesin *injection blow molding* terhadap siklus waktu produksi
2. Mengetahui efektivitas dari penggunaan modifikasi mesin *conveyor* pada mesin

injection blow molding berdasarkan hasil perhitungan nilai *overall equipment effectiveness* (OEE)

D. Manfaat Penulisan Tugas Akhir

1. Bagi Perusahaan Penelitian ini memberikan data dan analisis yang dapat dijadikan dasar pertimbangan dalam pengambilan keputusan terkait optimalisasi proses produksi, khususnya dalam penggunaan mesin *conveyor cutting inject point*, sekaligus membantu meningkatkan efisiensi waktu dan biaya produksi dengan mengidentifikasi perbedaan performa antara proses sebelum dan sesudah penggunaan mesin tambahan. Hasil penelitian ini juga dapat menjadi bahan evaluasi untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi *preform PP* secara lebih efektif.
2. Bagi Penulis Penelitian ini meningkatkan pemahaman mengenai proses kerja mesin *Injection Blow Molding* dan peran mesin pendukung dalam sistem produksi manufaktur, sekaligus mengasah kemampuan analisis dalam membandingkan data operasional dan menginterpretasikan hasilnya secara sistematis dan ilmiah, serta memberikan pengalaman langsung dalam penelitian terapan di bidang teknik manufaktur.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Plastik

Material plastik adalah bahan utama dalam pembuatan berbagai produk dalam bidang kemasan, kosmetik, farmasi, dan lainnya (Sulistiyono, S., 2023). Bahan plastik mempunyai beberapa keunggulan, yaitu ringan, kuat, mudah dibentuk, anti karat, tahan terhadap bahan kimia dan korosi, mempunyai sifat isolasi listrik yang tinggi, dapat dibuat bermacam warna maupun transparan dan biaya proses yang lebih murah. Namun begitu, daya guna plastik juga terbatas karena kekuatannya yang rendah dan tidak tahan panas. Keanekaragaman jenis plastik memberikan banyak pilihan dalam penggunaan dan pembuatannya. (Taqwa, M. Z., 2017). Berikut adalah jenis-jenis plastik:

1. (PP) *Polypropylene*

(PP) *Polypropylene* adalah bahan yang digunakan untuk pembuatan *preform* botol dot. Memiliki berat jenis spesifik 0,9, titik leleh 167-168°C. *Polypropylene* banyak digunakan di berbagai industri seperti peralatan mobil, barang plastik rumah tangga, film, pembungkus kabel, pipa, coating, 7 fiber dan filamen, kontainer, dan beberapa item lainnya, seperti mainan anak-anak dan peralatan medis (Mawardi, I., 2019). *Polypropylene* memiliki sifat yang mirip seperti *polyethylene* (PE), namun PP lebih kuat dan ringan dengan daya tembus uap rendah, ketahanan lemak yang baik, stabil pada suhu tinggi, cukup mengkilap, tahan panas, daya regang tinggi, tidak beracun, dan tahan

terhadap bahan kimia. Karena sifatnya ini, manusia lebih suka polimer, khususnya plastik, daripada bahan lain seperti besi, aluminium, kayu, kaca, dan bahan lainnya untuk keperluan yang sama (Mawardi, I., 2019). Berikut gambar material plastic pp yang tertera pada gambar 1.



Gambar 1. Material plastik *polyethylene* (PE)

2. PET Atau PETE

PE (*Polyethylene*) atau PETE (*Polyethylene Terephthalate*) adalah jenis serat bebas kerut. Jenis PET atau PETE tidak sama dengan jenis kantong plastik. Jenis plastik ini umum digunakan untuk kemasan makanan & minuman, karena sifatnya yang mampu meredam oksigen yang dapat merusak produk dan sifatnya mencegah CO₂ berkarbonasi keluar sehingga minuman tahan lama. Jika suatu cairan tersimpan lama dalam wadah PET, maka semakin besar antimon akan mengalami pelepasan. Faktor suhu dapat mempercepat pelepasan unsur berbahaya. Oleh karena itu penyimpanan wadah jenis ini terlindung dari sinar matahari dan suhu panas.

3. HDPE (High Density Polyethylene)

Plastik jenis HDPE (*High Density Polyethylene*) memiliki sifat fisik yang padat, lebih kuat, tahan & lebih tebal. Hal ini disebabkan HDPE memiliki rantai polimer panjang dan tak bercabang. HDPE relatif lebih stabil dibandingkan PET. HDPE dapat di daur ulang sehingga dapat dijadikan pilihan yang aman untuk kemasan makanan dan minuman. HDPE digunakan sebagai kantong belanja, kemasan susu buram, wadah jus, botol dan sebagainya. Beberapa peneliti menemukan bahwa HDPE juga dapat melepas unsur kimia aditif ketika terkena sinar ultraviolet sehingga dapat mengganggu kesehatan manusia.

4. PVC (Polivinil Klorida)

Polivinil Klorida (PVC) pertama kali ditemukan oleh Henri Victor Regnault pada tahun 1835, kemudian dikembangkan oleh Eugen Baumann pada tahun 1872, dan diteliti lebih lanjut oleh Ivan Ostromislensky di awal abad ke-20. Perkembangan signifikan terjadi pada tahun 1926 ketika perusahaan B. F. Goodrich menambahkan bahan aditif sehingga PVC menjadi lebih fleksibel, mudah diproses, dan memiliki cakupan penggunaan yang lebih luas. Sebagai plastik termoplastik, PVC dikenal ringan, kuat, mudah dibentuk, tahan terhadap bahan kimia dan minyak, serta memiliki titik leleh antara 70–140°C.

Berkat sifat tersebut, PVC kini menempati posisi kedua sebagai resin plastik yang paling banyak digunakan di dunia setelah polietilena, dengan

pemanfaatan meliputi mainan, kemasan blister, plastik pembungkus, botol deterjen, pengikat dokumen, kantong darah, hingga tabung medis. Di sisi lain, PVC memiliki potensi bahaya bagi kesehatan karena dapat melepaskan senyawa beracun seperti *bisfenol* (BPA), ftalat, timbal, dioksin, merkuri, dan kadmium yang dapat menyebabkan alergi, gangguan hormon, hingga kanker. Walau demikian, perkembangan teknologi telah memungkinkan hadirnya jenis PVC yang lebih aman dan ramah digunakan, sehingga material ini tetap menjadi salah satu plastik penting dalam industri maupun kehidupan sehari-hari.

5. LDPE (Low Density Polyethylene)

Plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) adalah jenis plastik dimana proses produksi yang berbahan dasar minyak bumi melalui pemanasan dan pendinginan. LDPE yang telah diproduksi sejak tahun 1933. Sifat fisik tipis, lentur, tembus pandang dan ringan.

LDPE tahan lama sehingga dapat digunakan berulang kali, tetapi sebaiknya hanya sekali saja. *Polyethylene* adalah jenis plastik yang banyak digunakan di dunia, senyawa polimer plastik yang paling sederhana, sehingga proses produksi mudah dan murah. Beberapa material yang berbahan LDPE antara lain untuk kemasan makanan, *dry cleaning*, pelapis karton kertas susu dan peralatan makanan, isolasi kawat dan kabel. Efek dari penggunaan LDPE jangka panjang antara lain efek pada hormonal pada manusia. LDPE adalah pilihan plastik yang aman sebagai kemasan makanan dan minuman.

Kekurangan plastic LDPE adalah cukup sulit didaur ulang.

6. Ps (Polistiren/Styrofoam)

Ps (*Polistiren/Styrofoam*) merupakan plastik jenis *termoplastik* Polistiren berbentuk padat pada suhu kamar, meleleh jika dipanaskan, padat saat suhu dingin. Berdasarkan hal tersebut, maka diekstrusi menjadi styrofoam dan juga dicetak sebagai pelindung. *Polystyrene* berbentuk padat atau berbusa, berwarna bening, keras, dan rapuh. Karena harga *Polystyrene* sangat murah per satuan berat sehingga menjadi plastik yang paling banyak diproduksi.

Polystyrene merupakan bahan yang kedap suara, dapat menyimpan suhu dingin dalam jangka waktu lama namun dapat jadi penghalang sirkulasi oksigen dan uap air, titik leleh yang relatif rendah. Jika terkena makanan panas dan berminyak, PS dapat melepaskan stirena yang dianggap sebagai racun bagi otak dan sistem saraf. Hal ini juga dapat mempengaruhi gen, paru-paru, hati, dan sistem kekebalan tubuh. Selain semua risiko tersebut, PS memiliki tingkat daur ulang yang rendah. *Polystyrene* (PS) adalah *styrofoam* yang biasa kita gunakan untuk wadah makanan, karton telur, gelas dan mangkuk sekali pakai, kemasan, dan pelindung helm, pelindung (kemasan barang elektronik), botol, nampan, gelas dan dapat dijadikan sebagai bahan alternatif pembuatan piringan hitam.

B. *Injection Blow Molding*

Menurut (Siagian et al., 2023), Mesin *Injection Blow molding* merupakan proses yang paling banyak digunakan dalam proses pembuatan produk plastik. Dalam prosesnya, produk yang identik sama akan dibuat dalam satu siklus diawali dengan pemasukan material plastik ke dalam *hopper* menggunakan *vacum*, kemudian biji plastik diumpankan ke dalam *barrel*, suhu yang digunakan pada *barrel* sekitar 200-230°C, kemudian disuntikkan ke arah *nozzle* oleh *screw* menuju *sprue bushing* yang akan masuk ke dalam cetakan menggunakan tekanan tinggi.

Kemudian lelehan plastik akan ditahan dalam cetakan dan berlangsungnya proses pendinginan produk dalam cetakan. Setelah melewati tahap pendinginan, produk dapat dikeluarkan dengan bantuan sistem ejector. Biasanya tahap ini bersamaan dengan tahap pengisian ulang material yang dikontrol oleh parameter proses *back pressure* untuk siklus *injeksi* selanjutnya.

Mesin *injection Blow molding* dapat diklasifikasikan menjadi dua macam berdasarkan mekanisme pergerakannya, yaitu *hidrolik* dan *elektrik*. Perbedaan diantara keduanya yaitu, mekanisme pergerakan hidrolik menggunakan pompa oli. Sedangkan mekanisme pergerakan elektrik menggunakan *servo motor*. Hal ini menyebabkan mekanisme *elektrik* lebih bersih, lebih cepat, dan lebih akurat (Siagian et al., 2023). Berikut gambar bentuk mesin IBM ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Mesin *injection blow molding*

Secara umum, kelebihan dari proses *injection blow molding* dibanding dengan proses lain yaitu, tidak ada batasan kerumitan desain produk, sehingga dapat menghasilkan berbagai macam produk, ukuran produk yang dapat dicetak mulai dari produk yang kecil hingga mencetak produk yang besar, dan proses ini dapat menghasilkan produk dengan toleransi kepresisian yang baik. Sebagian besar material polimer dapat diaplikasikan menggunakan proses ini, termasuk *polimer termoplastik*, *termoplastik yang diperkuat serat*, *termoset*, dan *elastomer*. Proses ini juga tidak terbatas oleh sifat viskositas, hampir semua segala *viskositas* dapat diproses dengan metode ini (Siagian et al., 2023)

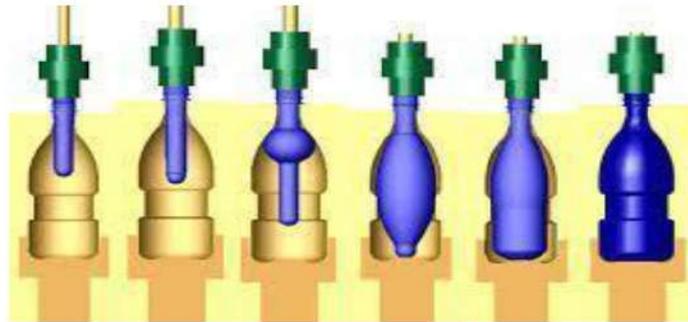
C. *Stretch Blow Molding*

Stretch blow molding adalah mesin utama dalam proses peniupan *preform* untuk menjadi produk akhir yang sesuai dengan cetakan. Metode *stretch blow molding* melibatkan proses peregangan (*stretching*) dan peniupan (*blowing*) *preform*.

Bagian penting dari mesin *stretch blow molding* yaitu sistem pemanas untuk *preform* mencapai suhu yang tepat agar dapat ditiup sesuai cetakan. *Clamping unit* untuk memegang *preform* dalam posisi yang tepat selama proses pemanasan dan peregangan, *stretching unit*, untuk memperpanjang *preform* yang telah dipanaskan menuju bagian dasar cetakan, *blowing unit*, tahap dimana *preform* mengembang mengikuti cetakan dan *cooling unit*, untuk mendinginkan produk yang telah membentuk cetakan, *Stretch Blow Molding* mengaplikasikan pembuatan kemasan plastik dari sebuah *preform* dengan cara direntangkan dan ditiup sehingga membentuk produk yang sesuai dengan cetakannya (NurSalam et al., 2023). *Mesin stretch blow molding* ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. *Mesin stretch blow molding*



Gambar 4. Proses *mold blow molding*

Gambar 4 menunjukkan *preform* yang telah dipindahkan ke *blow mold* berada dalam kondisi masih panas dan plastis, sehingga siap untuk dibentuk. Proses dimulai dengan turunnya *stretch rod* atau batang peregang dari bagian atas cetakan. Batang ini bergerak secara terukur dan presisi untuk menarik *preform* ke arah *vertikal*. Tujuan peregangan ini adalah untuk mengatur orientasi molekul plastik serta memaksimalkan kekuatan mekanis pada dinding produk akhir.

Setelah *preform* mencapai panjang yang diinginkan, udara bertekanan tinggi disalurkan ke bagian dalam *preform* melalui ujung *stretch rod* atau saluran udara terpisah. Tekanan ini memaksa plastik yang masih lunak untuk mengembang dan menempel pada permukaan dalam *blow mold*, mengikuti secara sempurna setiap lekukan, sudut, dan detail desain cetakan. Dengan demikian, bentuk produk dapat terbentuk secara presisi sesuai rancangan, baik dari segi dimensi maupun kontur permukaan.

Selain membentuk, tekanan udara juga berperan penting untuk

mengontrol ketebalan dinding produk. Distribusi tekanan yang merata di seluruh permukaan dalam *preform* memastikan bahwa dinding produk memiliki ketebalan seragam, sehingga tidak ada bagian yang terlalu tipis atau terlalu tebal. Ketebalan yang konsisten ini sangat penting untuk menjaga kekuatan struktural, estetika, dan kualitas produk, sekaligus meminimalkan risiko cacat seperti deformasi atau kebocoran pada saat digunakan.

D. *Preform*

Preform merupakan bahan setengah jadi produk botol yang dibuat oleh mesin *injection blow molding* (Budiyantoro, 2017). *Preform* banyak digunakan untuk menekan biaya ekspedisi karena bentuknya yang kecil, efisiensi waktu produksi pembuatan botol, dan menghemat *cost* dalam pembuatan *mold* dikarenakan tidak perlu membuat dua *mold* sekaligus, hanya membuat *mold blow*-nya saja.

Sedangkan kekurangan penggunaan *preform* yaitu posisi pada ulir botol kemungkinan besar tidak sesuai dengan desain yang telah dibuat, area *neck preform* pada saat proses *blowing* seringkali *overblow* sehingga dimensi pada area *neck* tidak sesuai spesifikasi yang dibuat, dan adanya proses pemanasan ulang *preform* pada proses *stretch blow molding*.

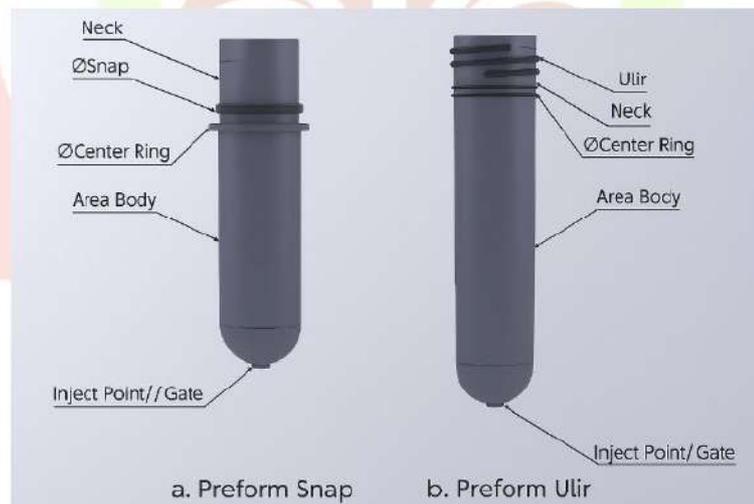
Umumnya *preform* di produksi dengan bentuk, berat, dan warna yang sama dalam satu produksi. Tetapi tidak menutup kemungkinan dalam satu produksi tersebut terdapat beberapa *preform* yang memiliki warna dan berat berbeda dengan *preform* lainnya. Berikut Bentuk *preform* yang digunakan

tertera pada gambar 5.



Gambar 5. Produk *Preform*

Hal ini dikarenakan beberapa faktor diantaranya saat proses produksi terjadi turun tegangan ataupun gangguan pada mesin pencetak *preform* sehingga mengganggu proses produksi (Berihun & Bogale, 2022).



Gambar 6. Bagian pada produk *preform*

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa *preform* dapat dibagi menjadi

dua jenis, yaitu (a) preform *snap* dan (b) preform ulir:

1. *Preform snap*

Preform snap adalah *preform* dengan bentuk *neck* (leher) produk yang tidak memiliki ulir, sehingga untuk memasang cap atau tutup botol tidak perlu diputar, cukup ditekan.dengan bagian bagian berikut:

- a. *Neck* Bagian atas *preform* yang menjadi mulut botol dan tempat penutup (cap) dipasang.
- b. *Snap (Preform Snap)* Mekanisme penguncian *snap-fit* untuk tutup tekan (*snap-on cap*), umum pada minuman sekali pakai, kosmetik, atau farmasi.
- c. \emptyset *Center Ring* Cincin di bawah neck sebagai penanda ukuran dan posisi neck, digunakan untuk *alignment* mesin dan kontrol kualitas.
- d. Area *Body* Bagian utama *preform* yang akan dibentuk menjadi dinding botol saat *stretch blow molding*.
- e. *Inject Point / Gate* Titik masuk plastik cair saat *injection molding*. Setelah dingin menjadi *runner* yang dipotong.

1. *Preform ulir*

Preform ulir adalah *preform* dengan bentuk *neck* (leher) produk yang memiliki ulir, sehingga untuk memasang cap atau tutup botol harus diputar terlebih dahulu.dengan bagian-bagian berikut:

- a. *Ulir (Preform Ulir)* Uliran pada *neck* untuk tutup putar, cocok bagi kemasan yang dibuka-tutup berulang seperti botol isi ulang.

- b. *Neck* Bagian atas *preform* yang menjadi mulut botol dan tempat penutup (*cap*) dipasang.
- c. \emptyset *Center Ring* Cincin di bawah neck sebagai penanda ukuran dan posisi neck, digunakan untuk *alignment* mesin dan kontrol kualitas.
- d. Area *Body* Bagian utama *preform* yang akan dibentuk menjadi dinding botol saat *stretch blow molding*.
- e. *Inject Point* / *Gate* Titik masuk plastik cair saat *injection molding*. Setelah dingin menjadi *runner* yang dipotong.

E. *Inject point*

Inject point merupakan bagian awal pada proses *injection molding*, yaitu titik atau jalur masuk tempat material plastik cair disuntikkan ke dalam cetakan (*mold*). Bagian ini sangat penting karena menentukan arah serta distribusi aliran material saat mengisi rongga cetakan. Umumnya, *inject point* berukuran kecil dan terhubung langsung dengan saluran utama (*runner*) yang mengalirkan material dari *nozzle* mesin menuju bagian dalam cetakan produk, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. *inject point* yang sudah dipotong

Setelah produk selesai dicetak dan didinginkan, bagian *inject point* bersama dengan runner akan terbentuk sebagai sisa material. Sisa ini tidak menjadi bagian dari produk utama dan harus dipisahkan. Oleh karena itu, *inject point* juga dikenal sebagai bagian limbah cetakan (*inject waste*). Umumnya, bagian ini perlu dipotong secara manual atau dengan alat bantu agar tidak menempel pada produk akhir.

Dalam beberapa kasus, posisi atau bentuk *inject point* yang kurang tepat juga bisa mempengaruhi tampilan maupun kekuatan produk yang dihasilkan. Pada dasarnya, *inject point* terbentuk saat mesin menyuntikkan plastik cair ke dalam mold, dan proses ini terjadi setiap kali siklus.

F. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

OEE menurut (Wijaya & Widyadana, 2015) merupakan metode pengukuran produktivitas peralatan dan mesin pada suatu perusahaan untuk mengidentifikasi dan mengukur faktor kerugian dari manufaktur yaitu ketersediaan, kinerja dan tingkat kualitas. OEE dapat dinyatakan sebagai

perbandingan dari *output* aktual dari mesin dibagi dengan *output* maksimal mesin saat berada dalam kondisi terbaik. Perhitungan OEE didasarkan pada tiga faktor utama yaitu ketersediaan (*availability*), kinerja (*performance rate*), dan kualitas (*quality rate*). Menurut (Alamsyah, 2015), hasil perhitungan nilai OEE dapat memberikan pandangan secara umum mengenai performa kinerja aktual dan membantu memfokuskan perbaikan pada kerugian yang lebih besar. Rumus perhitungan dari *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah sebagai berikut:

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality$$

1. *Availability*

Availability merupakan ketersediaan waktu mesin secara aktual untuk beroperasi. Nilai persentase *availability* merupakan perbandingan antara *actual operating time* dan *planned working time*. Perhitungan dari persentase *availability* membutuhkan nilai dari *working time*, *planned downtime*, dan *downtime*.

Planned working time = *Working time* – *Planned downtime*

Actual operating time = *Planned working time* – *Downtime*

$$Availability = \frac{Actual\ Operating\ Time}{Planned\ Working\ Time} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

- a. *Working time* adalah total waktu yang digunakan mesin untuk menjalankan proses produksi.
- b. *Planned downtime* adalah waktu henti mesin yang sudah dijadwalkan, misalnya untuk perawatan rutin atau penggantian komponen.
- c. *Actual operating time* adalah waktu ketika mesin benar-benar beroperasi

menghasilkan produk.

- d. *Planned working time* adalah waktu kerja produksi yang telah direncanakan sebelumnya.
- e. *Downtime* adalah waktu henti mesin, baik yang direncanakan maupun yang tidak direncanakan.

2. *Performance rate*

Nilai *performance rate* dapat didefinisikan sebagai waktu standar operasional mesin (*standard operating time*) untuk menghasilkan sejumlah produk jadi dibagi dengan waktu aktual operasional mesin (*actual operating time*) tersebut. Perhitungan dari *performance rate* membutuhkan nilai dari *cycle time*, *actual output*, *actual operating time*.

$$\text{Standard operating time} = \text{actual output} \times \text{cycle time}$$

$$\text{Performance Rate} = \frac{\text{StandatOperating}}{\text{ActualOperating}} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

- a. *Standard operating time* → waktu total yang seharusnya dibutuhkan untuk menghasilkan sejumlah produk berdasarkan standar kerja.
- b. *Actual output* → jumlah produk yang benar-benar dihasilkan dalam periode tertentu.
- c. *Cycle time* → waktu yang dibutuhkan untuk membuat satu produk dari awal sampai selesai.
- d. *Actual operating time* → waktu mesin benar-benar beroperasi memproduksi barang, tidak termasuk waktu henti (*downtime*).

3. *Quality Rate*

Quality rate adalah nilai yang menunjukkan tingkat kualitas hasil produksi dengan membandingkan jumlah *finished goods* (produk jadi yang memenuhi standar) terhadap jumlah total *output* yang dihasilkan mesin selama periode tertentu. Nilai ini digunakan untuk mengukur seberapa besar

persentase produk yang berhasil diproduksi tanpa cacat atau kerusakan.

Jumlah total *output* mesin sendiri merupakan akumulasi dari dua komponen utama, yaitu *finished goods* dan *reject product*. *Finished goods* adalah produk yang lolos pemeriksaan kualitas (*quality control*) dan siap dipasarkan atau digunakan, sedangkan *reject product* adalah produk yang tidak memenuhi spesifikasi atau standar yang telah ditetapkan sehingga harus diperbaiki (*rework*) atau dibuang.

$$quality\ rate = \frac{GoodsUnit}{TotalUnitProduksi} \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

G. Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai efektivitas mesin dengan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) telah banyak dilakukan pada berbagai sektor industri, khususnya yang menggunakan mesin produksi berbasis *blow molding* maupun *injection molding*. Beberapa studi terdahulu menjadi rujukan penting untuk mendukung penelitian ini.

Salah satu penelitian berfokus pada peningkatan nilai OEE mesin *blow molding* pada industri kemasan plastik dengan mengidentifikasi *six big losses* menggunakan diagram tulang ikan dan analisis *why-why*. Selanjutnya, diterapkan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk merumuskan strategi perbaikan, seperti pemeliharaan mandiri dan penjadwalan penggantian suku cadang. Hasil penelitian menunjukkan adanya

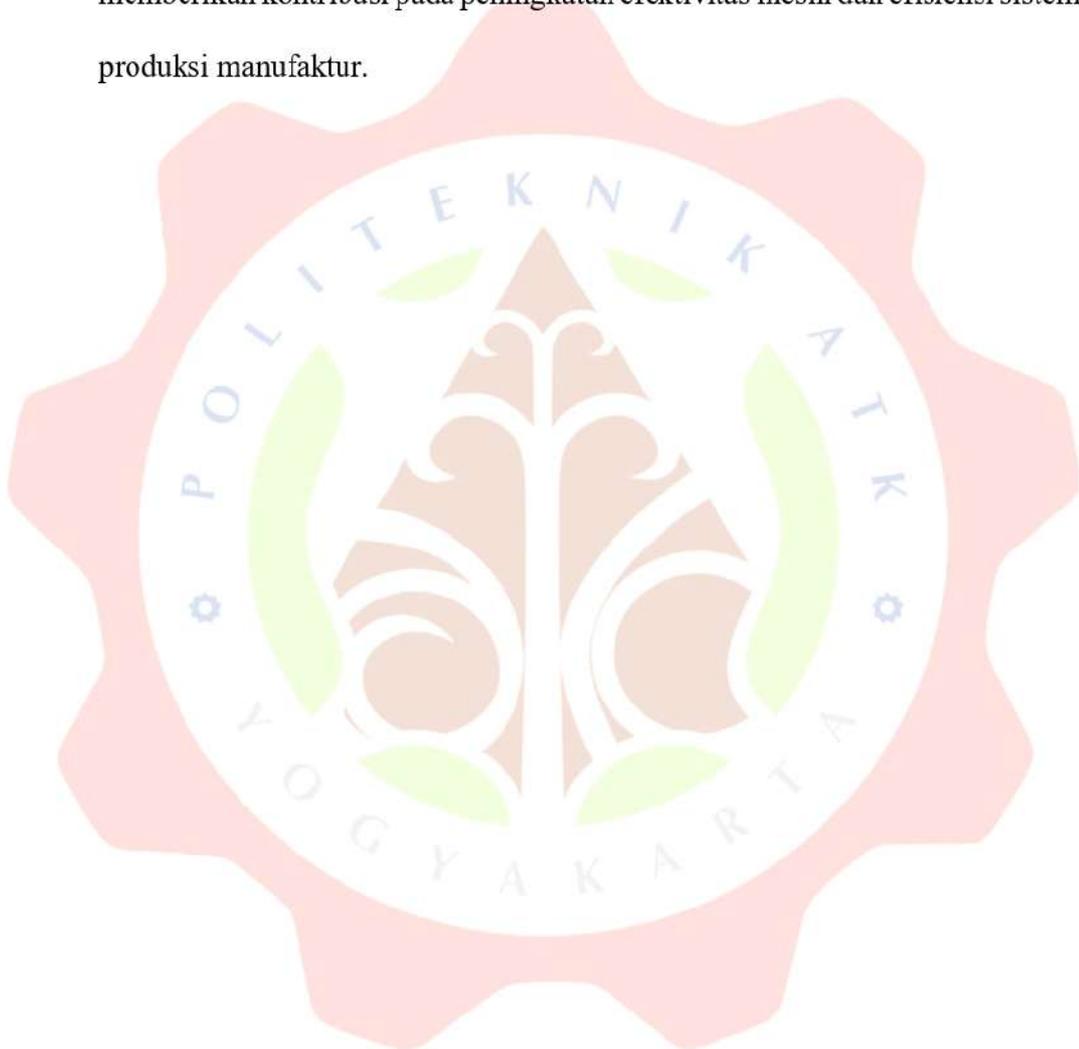
peningkatan OEE sebesar 10,6% setelah dilakukan perbaikan. Studi ini dilakukan oleh Hadisaputra dan Hasibuan (2022).

Penelitian lain menganalisis OEE pada *cutting jig* di departemen *blow molding* di salah satu perusahaan manufaktur. Nilai OEE yang diperoleh berkisar antara 81,48% hingga 86,05%, dengan komponen *availability* sebesar 92,9%–95,82%, *performance* sebesar 93,83%–93,88%, dan *quality rate* sebesar 95,76%–96,11%. Penelitian tersebut menekankan pentingnya penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) sebagai strategi peningkatan efektivitas mesin melalui pengurangan kerugian produksi. Penelitian ini dilakukan oleh Purba, Yuniati, dan Aji (2018).

Selain itu, terdapat beberapa penelitian lain yang membahas penerapan metode OEE di berbagai industri manufaktur, mulai dari industri otomotif, industri gula, hingga implementasi sistem pemantauan berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC) dan aplikasi web. Studi-studi tersebut menunjukkan bahwa OEE dapat menjadi alat yang efektif dalam mengidentifikasi kerugian produksi, meningkatkan efektivitas mesin, serta mendukung proses pengambilan keputusan berbasis data. Salah satu penelitian yang relevan dilakukan oleh Suryanto, Setiawan, dan Hidayat (2020).

Berdasarkan hasil penelitian-penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa metode OEE merupakan pendekatan yang efektif untuk menilai kinerja mesin, mengidentifikasi faktor penyebab kerugian produksi, serta merancang strategi perbaikan. Penelitian ini memiliki kesamaan dengan studi-studi

sebelumnya dalam penggunaan OEE sebagai alat analisis, namun perbedaannya terletak pada objek penelitian, yaitu analisis modifikasi *conveyor cutting* pada mesin *Injection Blow Molding*, yang diharapkan mampu memberikan kontribusi pada peningkatan efektivitas mesin dan efisiensi sistem produksi manufaktur.



BAB III

MATERI DAN METODE

A. Materi Tugas Akhir

Tugas Akhir ini mengkaji pengaruh penggunaan mesin *conveyor cutting inject point* terhadap peningkatan efisiensi waktu siklus produksi. Analisis dilakukan dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah penerapan mesin tersebut. Pengambilan data dilakukan di PT Jayatama Selaras yang berlokasi di Jl. Raya Narogong KM 26,5, Kembang Kuning, Kecamatan Klapanunggal, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Kegiatan magang dan pengumpulan data berlangsung sejak 4 November 2024 hingga 4 Mei 2025.

B. Metode Pengumpulan Data

1. Studi Lapangan

Studi lapangan merupakan salah satu metode yang digunakan dalam tugas akhir untuk memperoleh data secara langsung dari objek yang diteliti. Kegiatan ini dilakukan dengan tujuan agar penulis dapat memahami kondisi nyata di lapangan serta mendapatkan informasi yang lebih akurat dan relevan sesuai dengan kebutuhan tugas akhir.

Dalam pelaksanaan studi lapangan, dilakukan beberapa tahapan kegiatan, antara lain observasi, wawancara, serta dokumentasi.

a. Observasi

Observasi ini dilakukan untuk mengamati secara langsung terhadap proses produksi *preform* hingga menjadi produk akhir dan pembuatan mesin dari penggambaran, perakitan dan assembling agar mendapatkan data yang objektif dan sistematis.

b. Wawancara

Metode wawancara dan diskusi dilakukan dengan pihak produksi seperti operator mesin *injection blow molding*, operator mesin *stretch blow molding* dan pihak *engineering* perihal efisiensi produksi, waktu siklus dan pembuatan mesin *conveyor cutting inject point*.

c. Dokumentasi

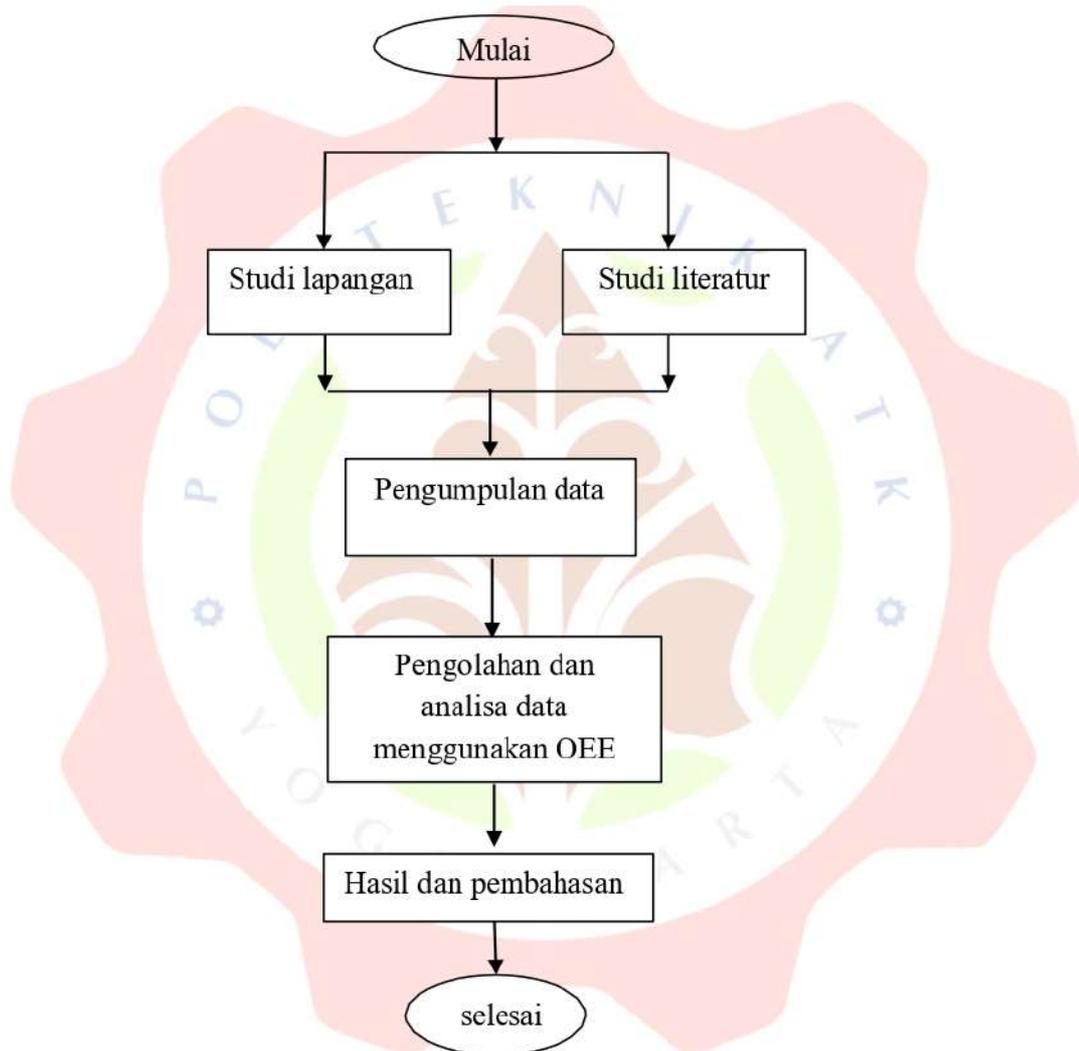
Dokumentasi dilakukan untuk memperoleh bahan pendukung selama proses pelaksanaan magang. Data yang dikumpulkan berupa gambar, data lembaran terkait proses produksi, dan lain sebagainya.

2. Studi Literatur

Metode ini dilakukan menggunakan kajian literatur atau referensi yang relevan untuk mendapatkan teori-teori atau penelitian terdahulu tentang efektivitas produksi dengan penambahan mesin *conveyor cutting* dengan metode analisis OEE. Metode ini dapat dilakukan dengan cara membaca buku, makalah, jurnal penelitian, skripsi, tesis, tugas akhir, dan literatur lainnya seperti situs web yang diakses melalui internet. Hal ini berguna sebagai bekal untuk pengambilan dan analisis data di lapangan.

3. Prosedur kerja

Proses penyelesaian masalah dilaksanakan dengan mengikuti prosedur kerja tertentu. Secara garis besar, tahapan-tahapan tersebut disajikan dalam diagram alir prosedur kerja yang ditampilkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram alir proses penyelsaian T.A

Berdasarkan diagram alir prosedur kerja pada Gambar 8, tahapan-tahapan yang dilaksanakan dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Identifikasi Permasalahan

a) Survei Lapangan

Dilakukan saat magang di PT Jayatama Selaras pada departemen produksi dan engineering untuk mengamati proses pembuatan mesin *conveyor cutting* serta alur produksi *preform* (injeksi hingga *blowing*). Tujuannya adalah menemukan permasalahan produksi dan faktor-faktor yang memengaruhinya.

b) Studi Literatur

Mengumpulkan referensi dari buku, jurnal, dan penelitian terdahulu yang relevan dengan permasalahan penelitian.

c) Pengolahan Data dengan OEE

Data dianalisis menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), yang mengukur kinerja mesin berdasarkan tiga aspek utama: *Availability*, *Performance*, dan *Quality Rate*. Nilai ketiganya digunakan untuk menilai efektivitas mesin sebelum dan sesudah penambahan *conveyor cutting*.

b. Pengambilan Data dan Kesimpulan

a) Pelaksanaan Percobaan

Proses produksi dilakukan mulai dari *injection*, pemotongan otomatis dengan *conveyor cutting*, hingga *blowing*. Analisis difokuskan pada efisiensi produksi dan pengurangan *defect*, dengan parameter sesuai standar perusahaan.

b) Pengambilan Data

Data diperoleh dari hasil percobaan terkait faktor dan variabel yang memengaruhi objek penelitian.

c) Penarikan Kesimpulan

Dilakukan setelah analisis hasil percobaan, untuk menjawab permasalahan yang telah dirumuskan.

C. Metode Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk menilai sejauh mana efektivitas peralatan produksi dalam mencapai target yang telah ditetapkan. OEE dipilih karena mampu memberikan gambaran menyeluruh mengenai kinerja mesin dengan mempertimbangkan faktor ketersediaan, kinerja, dan kualitas. Perhitungan OEE mencakup tiga komponen utama, yaitu:

1. *Availability Rate*

Availability Rate mengukur persentase waktu mesin beroperasi dibandingkan dengan waktu produksi yang telah direncanakan (*planned production time*). Perhitungan ini mempertimbangkan adanya waktu henti mesin (*downtime*) baik yang terencana maupun yang tidak terencana. Semakin tinggi nilai *Availability Rate*, semakin baik tingkat ketersediaan mesin untuk beroperasi tanpa gangguan yang berarti.

2. *Performance Rate*

Performance Rate mengukur seberapa cepat mesin memproduksi dibandingkan dengan kecepatan standar yang telah ditentukan. Faktor ini memperhitungkan adanya penurunan kecepatan mesin, perlambatan proses,

atau hambatan lainnya yang membuat produksi berjalan lebih lambat dari kapasitas optimalnya. Nilai *Performance Rate* yang tinggi menunjukkan bahwa mesin mampu beroperasi mendekati atau sesuai dengan standar waktu siklus produksi.

3. *Quality Rate*

Quality Rate mengukur persentase produk yang memenuhi standar kualitas dibandingkan dengan total output yang dihasilkan. Dalam perhitungan ini, total output mencakup produk jadi (*finished goods*) dan produk cacat (*reject product*). Nilai *quality rate* yang tinggi menunjukkan bahwa proporsi produk cacat rendah, sehingga proses produksi berjalan dengan kualitas yang baik dan minim pemborosan.

Hasil perhitungan ketiga komponen tersebut kemudian dikalikan untuk mendapatkan nilai OEE secara keseluruhan. Selanjutnya, nilai OEE sebelum dan sesudah penggunaan mesin *conveyor cutting inject point* dibandingkan untuk menilai peningkatan efisiensi produksi yang diperoleh dari modifikasi mesin tersebut.

D. Modifikasi Mesin

Modifikasi mesin dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan efektivitas proses produksi dan mengurangi hambatan yang sering terjadi selama proses operasional. Dalam penelitian ini, modifikasi yang dilakukan adalah dengan menambahkan mesin *conveyor cutting* pada mesin *Injection Blow Molding* (IBM) dan *Stretch Blow Molding* (SBM). Mesin ini berfungsi

untuk memisahkan *inject point* (runner) dari produk secara otomatis setelah proses injeksi selesai. Sebelum dilakukan modifikasi, proses pemotongan runner masih dilakukan secara manual oleh operator, yang menyebabkan waktu siklus lebih lama, *downtime* meningkat, serta kualitas produk menjadi tidak konsisten. Hal ini berpengaruh langsung terhadap nilai OEE, khususnya pada aspek *availability*, *performance*, dan *quality*.

Penerapan sistem otomasi pada tahap pasca-produksi, seperti penggunaan *conveyor cutting* atau mekanisme pemisahan otomatis, mampu mengurangi waktu siklus hingga 15–30% serta menurunkan tingkat cacat produk akibat ketidakkonsistenan proses manual (Sutanto, 2019; Rahman & Nugraha, 2021). Pada industri plastik kemasan juga membuktikan bahwa integrasi sistem pemotong otomatis dapat meningkatkan nilai OEE dari 68% menjadi lebih dari 80% dengan penurunan *downtime* yang signifikan (Andrianto et al. (2020).

Setelah dilakukan modifikasi, yaitu penambahan sistem *conveyor cutting* otomatis, terjadi peningkatan efisiensi pada proses pemisahan runner. Produk yang keluar dari mesin langsung dialirkan menuju *conveyor* dan dipisahkan dengan potongan yang presisi dan cepat. Modifikasi ini memberikan beberapa keuntungan, antara lain: Mengurangi waktu handling manual, meningkatkan kecepatan produksi dan menstabilkan alur produksi.

Secara keseluruhan, modifikasi mesin ini terbukti efektif dalam mendukung peningkatan nilai OEE dengan menekan waktu henti dan

mempercepat output produk.

1. Sistem *conveyor cutting*

Sistem *conveyor cutting inject point* merupakan mekanisme otomatis yang menjadi bagian dari lini produksi botol berbahan *polypropylene* (PP). Sistem ini dirancang khusus untuk memisahkan *inject point (runner)* dari produk secara presisi. Alur proses dimulai saat produk *preform* yang telah terbentuk keluar dari mesin *Injection Blow Molding* (IBM), kemudian dialirkan menuju sistem *conveyor*.

Conveyor digerakkan oleh *motor AC* bertegangan *220 Volt* yang mengatur pergerakan *belt* secara stabil dan terkontrol. Pergerakan *belt* ini membawa produk menuju titik pemotongan. Ketika produk mencapai titik tersebut, sensor atau sistem pengatur waktu (*timer control*) akan mengaktifkan pisau pemotong otomatis. Pisau ini digerakkan oleh motor listrik berukuran kecil atau *servo motor*, tergantung pada kebutuhan kecepatan dan presisi pemotongan.

Material pisau dirancang dari bahan tahan panas dan aus, sehingga mampu memotong *inject point* dengan akurasi tinggi tanpa merusak bentuk utama produk. Desain ini memastikan hasil pemotongan seragam, mengurangi cacat produksi, serta mempertahankan kualitas visual dan fungsional produk akhir. penggunaan sensor otomatis dalam proses pemotongan *runner* mengurangi potensi kesalahan operator hingga 90% dan meningkatkan output harian produksi. Rahman & Nugraha (2021)

Studi oleh Sutanto (2019) menunjukkan bahwa penerapan *automatic cutting conveyor* pada industri kemasan plastik mampu mengurangi waktu siklus produksi hingga 25% dan meningkatkan konsistensi kualitas produk. Andrianto et al. (2020) juga melaporkan bahwa integrasi sistem pemotongan otomatis pada lini *blow molding* meningkatkan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dari 70% menjadi 83% dengan penurunan *downtime* signifikan. Berikut gambar mesin *conveyor* yang terintegrasi dengan alat pemotong yang terdapat pada gambar 9.



Gambar 9. Mesin *conveyor cutting*

2. Lengan *Robot Arm*

Dalam proses produksi dengan mesin *Injection Blow Molding* (IBM), pengambilan *preform* secara manual sering menimbulkan masalah seperti risiko kecelakaan kerja, ketidakseragaman waktu, serta cacat produk akibat kesalahan penanganan. Penelitian Putra et al. (2020) juga menunjukkan bahwa metode manual dapat memperpanjang waktu siklus hingga 35% dan

meningkatkan jumlah *reject*. Untuk mengatasi hal ini, diterapkan *hand inject robot* berbasis *pneumatik* atau *servo motor* yang mampu mengambil *preform* secara presisi segera setelah pembentukan. Menurut Wijaya & Kurniawan (2019), penggunaan robot pneumatik meningkatkan konsistensi kualitas, mempercepat pengambilan, dan mengurangi *downtime* hingga 40%. *Integrasi* lengan robot membuat proses lebih otomatis, stabil, dan aman, sekaligus menekan ketergantungan pada operator dalam pekerjaan berulang yang berisiko. Budiyanoro (2017) bahkan mencatat bahwa penggunaan *robot arm* dapat meningkatkan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) secara signifikan serta mendukung pencapaian target produksi. Penerapan teknologi ini tidak hanya menambah efisiensi, tetapi juga sejalan dengan prinsip *leanmanufacturing* dan arah otomasi Industri 4.0. Gambar lengan *robot arm* yang tertera pada gambar 10.



Gambar 10. Lengan *Robot Arm*

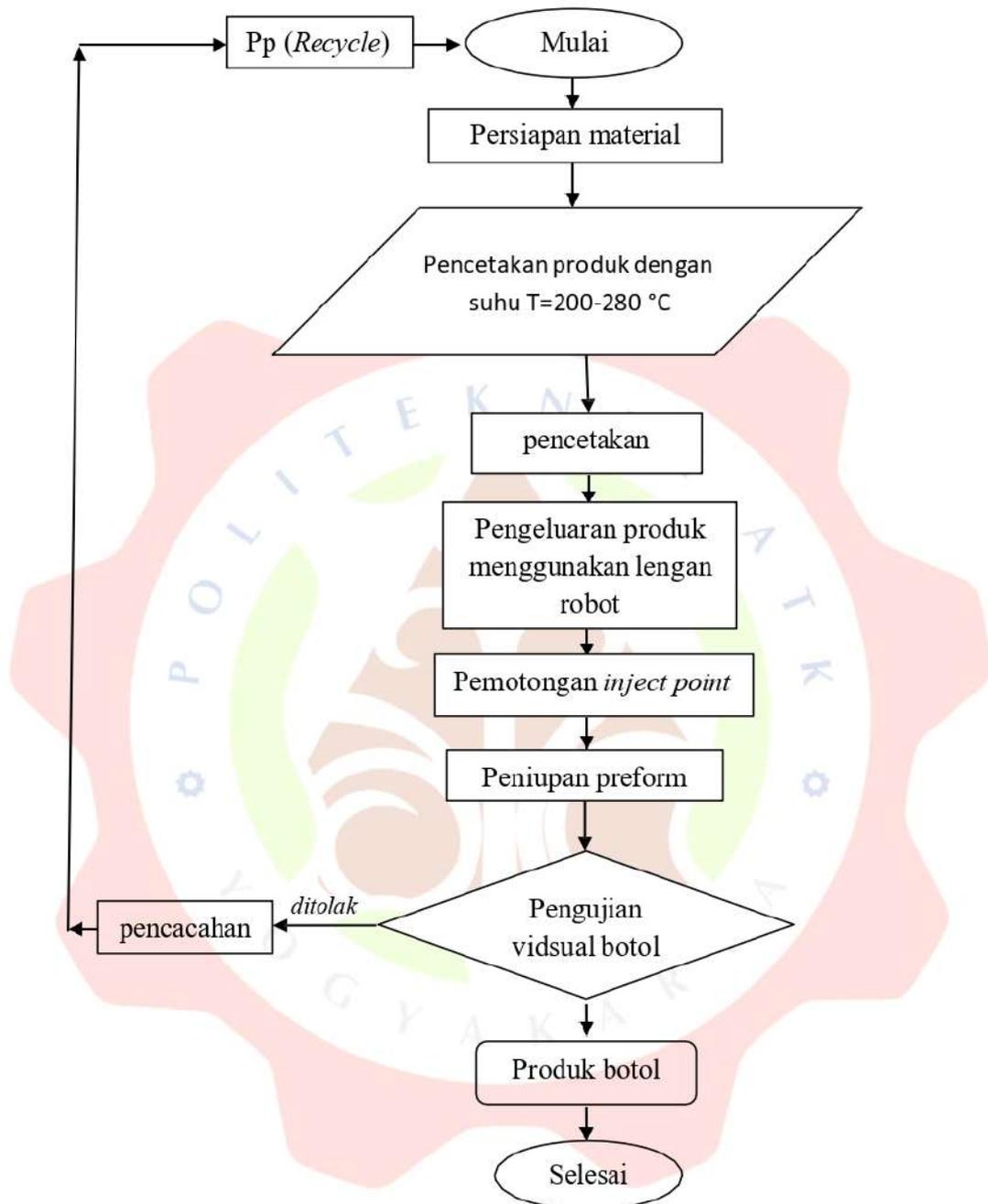
E. Diagram Alir Proses Produksi

Proses produksi diawali dengan menyiapkan bahan baku berupa

plastik *polypropylene* (PP). Material kemudian dimasukkan ke dalam hopper dengan bantuan sistem vakum, tanpa melalui proses pengeringan karena PP tidak membutuhkan pengeringan. Selanjutnya, material dari *hopper* dialirkan ke barel mesin *injection blow molding*, di mana dilakukan proses pemanasan dan pencairan pada suhu sekitar 200–280 °C.

Material yang telah mencair kemudian diinjeksikan ke dalam cetakan awal untuk membentuk *preform*. Setelah terbentuk, *preform* dipotong pada *inject point* menggunakan mesin *conveyor cutting*, kemudian dipindahkan ke cetakan tiup (*blow molding*) dan dibentuk menjadi produk akhir melalui proses tiupan dengan udara bertekanan. Setelah pembentukan selesai, produk didinginkan di dalam cetakan dan kemudian dikeluarkan.

Setelah proses pembuatan *preform* selesai, dilakukan proses peniupan *preform* menggunakan mesin *stretch blow molding*. Proses ini dimulai dengan mempersiapkan *preform*, memasukkannya ke dalam *holder*, dilanjutkan dengan pemanasan, proses peniupan, dan diakhiri dengan pemeriksaan produk akhir. Diagram alir proses produksi ditunjukkan pada gambar 11.



Gambar 11. Diagram alir proses produksi