



RANCANG BANGUN MESIN AUTO BAGGING BOTOL OLI UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PENGEMASAN DI PT. KPI

Listyantomo Budhi Prastiwi¹, Oktavianus Ardhian Nugroho², Rahmat³, Jefri Imron⁴, Rifo Nur Laksana Restu⁵, Dean Anggara Putra⁶

¹Jurusan Mesin Industri, Politeknik Industri ATMI, Cikarang, 17520, Indonesia
^{2,3,4,5,6}Jurusan Teknik Mesin, Universitas Sains Indonesia, Cibitung, 17530, Indonesia

Email : oktavianus.ardhian@lecturer.sains.ac.id

Abstrak

PT. KPI adalah sebuah perusahaan yang bergerak di bidang produksi plastik. Salah satu proses produksi yang ada di PT. KPI adalah proses pengemasan botol oli, akan tetapi proses ini di PT. KPI masih dilakukan secara manual. Hal ini mengakibatkan waktu proses yang relatif lama, sehingga menimbulkan ketidakkonsistenan hasil pengemasan, hal lain seperti tingginya ketergantungan kepada operator berpotensi menurunkan produktivitas dan efisiensi produksi saat terjadi peningkatan permintaan. Pada penelitian ini bertujuan untuk merancang mesin *auto bagging* botol oli guna mengotomatisasi proses pengemasan, sehingga dapat meningkatkan efisiensi kerja serta meminimalkan keterlibatan operator. Dalam penelitian ini telah dilakukan proses perancangan teknik yang mencakup identifikasi kebutuhan, pembuatan konsep, pembuatan desain 3D, pemilihan komponen, dan analisis perhitungan teknik (beban kerja, tekanan dan daya pneumatik, kekuatan rangka, perancangan poros, serta daya motor). Hasil dari penelitian ini adalah menghasilkan sebuah rancangan sistem pengemasan otomatis berbasis conveyor yang digunakan sebagai media pemindah botol, sistem ini dilengkapi oleh sensor sebagai pendeteksi jumlah botol, serta double air cylinder pneumatic yang berfungsi mengelompokkan dan mendorong botol ke dalam kantong plastik secara otomatis.

Kata Kunci: perancangan, auto, bagging, botol, otomatis, efisiensi.

Abstract

PT KPI is a company engaged in the manufacturing of plastic products. One of the production processes at PT KPI is the motor oil bottle packaging process; however, this process is still carried out manually. This results in relatively long processing times, causing inconsistencies in packaging outcomes. Additionally, high reliance on operators has the potential to decrease productivity and production efficiency during periods of increased demand. In this study aims to design an auto-bagging machine for motor oil bottles to automate the packaging process, thereby increasing work efficiency and minimizing operator involvement. The engineering design process conducted in this study includes needs identification, concept generation, 3D design creation, component selection, and engineering calculation analysis (workload, pneumatic pressure and power, frame strength, shaft design, and motor power). The result of this study is a conveyor-based automated packaging system design used to transfer bottles. The system is equipped with sensors to detect the number of bottles, as well as double pneumatic air cylinders that function to automatically group and push the bottles into plastic bags.

Keywords: Design, auto-bagging, oil bottles, automated packaging, production efficiency

1. PENDAHULUAN

PT. KPI merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur kemasan plastik,

khususnya produksi botol oli, dan merupakan anak perusahaan PT D.A. yang berlokasi di Kawasan Industri MM2100 Cikarang, Bekasi

(Doni, 2024). Salah satu produk andalan dari PT. KPI adalah pembuatan botol plastik untuk tempat oli mobil ataupun motor. Karena itu kecepatan dan keakuratan proses pengemasan botol oli sebelum dikirimkan ke pihak produsen oli menjadi hal yang utama di PT. KPI. Kondisi sekarang proses pengemasan botol oli masih banyak dilakukan secara manual. Gambar 1 menunjukkan bentuk pengemasan botol di PT. KPI



Gambar 1. Produk Botol yang sudah dikemas sebelum dikirim ke pemesan

Proses diawali dengan botol yang keluar dari mesin blow molding menuju area pengemasan melalui conveyor dan ditampung pada wadah sementara. Selanjutnya, operator mengambil botol secara manual (pick and place) sambil menghitung jumlah botol satu per satu hingga mencapai target 88 botol untuk setiap kantong plastik. Setelah jumlah botol sesuai, seluruh botol dimasukkan ke dalam kantong plastik, kemudian kantong ditutup menggunakan lakban secara manual. Tahap akhir, kantong plastik yang telah selesai dikemas dipindahkan ke atas palet dan disusun secara bertumpuk sebagai persiapan penyimpanan atau distribusi.

Proses pengemasan dengan cara manual tersebut masih memiliki beberapa kekurangan (O. A. Nugroho, Apatya, Dwiyantoro, & Kurniawan, 2025), menurut DI Holik (Holik, Pertiwi, & Suseno, 2025) kekurangan menggunakan teknik pengemasan manual salah

satunya adalah porses yang memakan waktu lama. Penelitian lain oleh APP Purba (Purba, Ahmad, Yahya, Sitorus, & Sahaq, 2024) juga menunjukkan bahwa proses pengemasan secara manual para operator masih memegang produk secara manual sehingga meningkatkan kerusakan pada barang produksi. Hal lain yang menjadi fokus di PT. KSP adalah ketidakakuratan jumlah botol dalam setiap kemasan, kesalahan dalam penempatan botol ke dalam kantong plastik masih sering terjadi, hal ini menyebabkan waktu pengemasan yang relatif lama karena harus menggulang proses penghitungan sehingga seluruh proses utamanya bergantung pada ketelitian operator. Jika kondisi ini dibiarkan dapat menyebabkan penumpukan produk / *botholneck* pada area pengemasan, sehingga meningkatkan biaya operasional, serta menurunkan produktivitas proses produksi (Mayangsari, Chalim, & Putri, 2025).

Pada penelitian ini penerapan sistem otomatisasi pada proses produksi dan pengemasan pada PT. KSP menjadi salah satu solusi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas kerja. Bentuk teknologi yang dapat diterapkan adalah dengan merancang dan membuat sebuah mesin auto bagging, yaitu sebuah mesin yang dirancang untuk mengemas produk ke dalam kantong plastik secara otomatis sesuai jumlah yang telah ditentukan. Dengan penerapan mesin auto bagging, proses pengemasan diharapkan dapat berlangsung lebih cepat, akurat, dan konsisten sehingga mampu mengurangi kesalahan manusia (human error) serta meningkatkan efisiensi proses produksi. Mesin ini akan menggantikan proses manual dalam memasukkan botol oli ke dalam

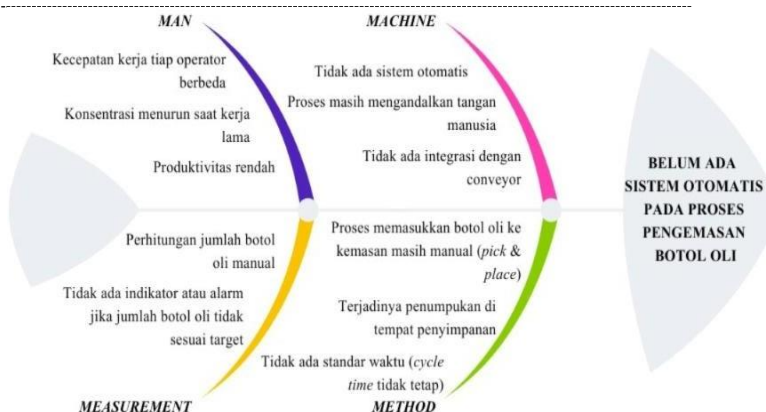
kantong plastik. Selanjutnya secara berkelanjutan dan terintegrasi dengan conveyor tanpa penumpukan. Hasil dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membuat sistem control yang dilengkapi sensor pada mesin. Yang akan meng-auto baggingkan botol plastik dan memastikan jumlah botol yang dikemas sesuai target tanpa terjadi kesalahan jumlah.

2. Metode

Pada penelitian ini digunakan metode Metode R&D (Research and Development) atau Penelitian dan Pengembangan (Haryati, 2012; Rahayu, 2025; Waruwu, 2024). Secara umum, metode R&D yang diterapkan di penelitian ini dilakukan dengan mengikuti 4 tahapan. Tahap awal diawali dengan proses Research untuk menganalisis inefisiensi proses manual di PT. KPI dan menentukan spesifikasi mesin yang dibutuhkan, dilanjutkan ke tahap membuat desain dengan merancang bentuk mekanis (CAD), proses pembuatan CAD ini mengikuti dan menggunakan tools matrix morfologi (Purnomo, Nugroho, & Septiawan, 2023) sebagai alat untuk mempermudah proses desain. Untuk selanjutnya jalur elektronik, serta logika algoritma pemrogramannya untuk menentukan sistem kontrol terbaik yang dapat dipasang di mesin auto bagging ini. Pada tahap development, rancangan tersebut diwujudkan secara fisik atau pembuatan purwarupanya melalui proses fabrikasi, perakitan komponen, hingga integrasi sistem kontrol, dan selanjutnya pada akhirnya masuk ke tahap ujicoba untuk memvalidasi fungsi sensor secara internal sekaligus menguji peningkatan efisiensi kinerja mesin secara langsung di lini produksi pabrik PT. KPI.

2.1. Proses Identifikasi masalah

Proses identifikasi masalah dilakukan dengan membuat fishbone diagram (Saepullah & Febriani, 2025). Gambar 2 menunjukkan bentuk fishbone diagram yang sudah dilakukan.

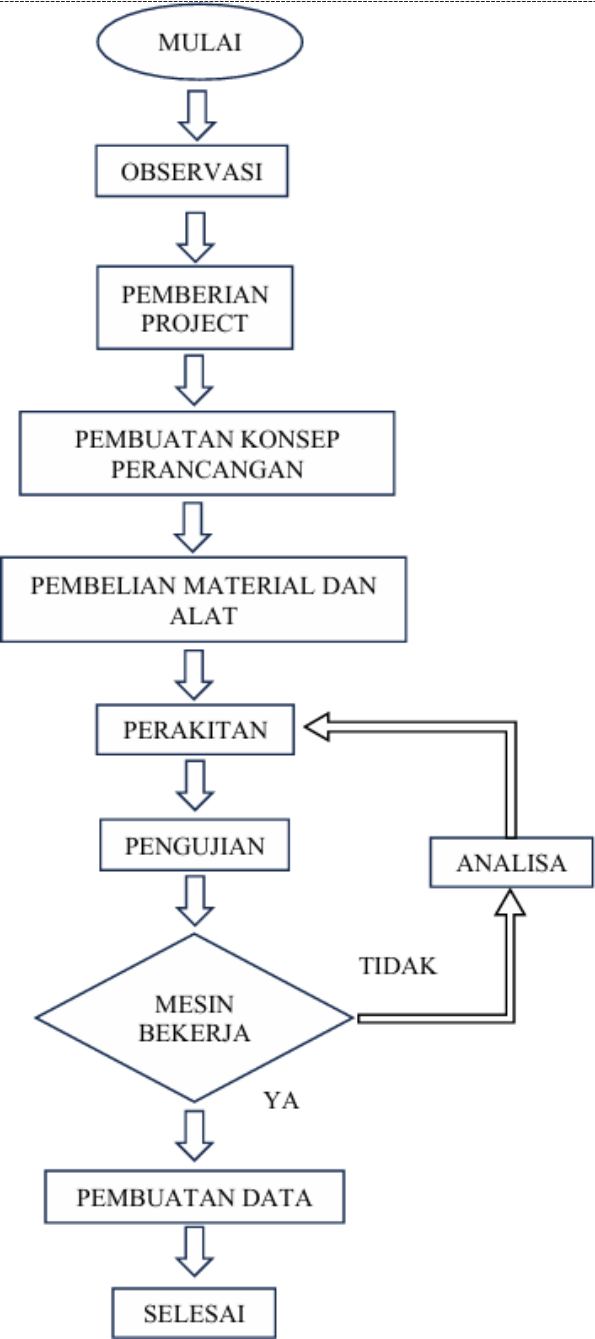


Gambar 2. Diagram Fishbone

Hasil awal analisa menggunakan diagram fishbone menunjukkan bahwa akar masalah belum efektifnya pengemasan botol oli berasal dari proses pengemasan yang masih manual akibat belum adanya sistem otomatis. Hal ini dipengaruhi oleh faktor manusia yang rentan human error dan lelah, faktor mesin yang belum dilengkapi sensor, aktuator pneumatik, serta sistem kontrol berbasis conveyor, faktor lain seperti metode kerja yang tidak terstandarisasi memicu inefisiensi gerakan, faktor operator yang dalam proses pengukuran yang dilakukan ternyata kurang akurat dalam menghitung jumlah produk. Oleh karena itu, perlu dilakukan perancangan mesin auto bagging otomatis yang dapat mengintegrasikan seluruh alur pengemasan, sehingga meminimalkan ketergantungan pada tenaga manual, serta meningkatkan efisiensi, akurasi, dan produktivitas kerja secara keseluruhan.

2.2. Proses Pembuatan Desain

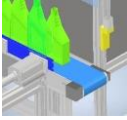
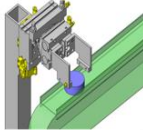
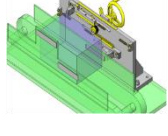
Langkah perancangan mesin auto bagging botol ini ditunjukkan pada gambar 3. Gambar 3 menunjukkan alur langkah (flowchart) (Ridlo, 2017) perancangan dari tahap observasi sampai dengan pengujian mesin. Tujuannya adalah menggambarkan suatu langkah perancangan pada saat pembuatan mesin autobagging.



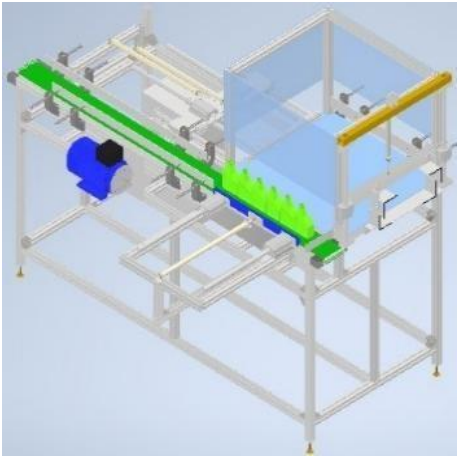
Gambar 3. Flowchart Langkah-Langkah Perancangan

Pada proses pembuatan desain digunakan tool matrix morfologi (O. Nugroho, Antonio, & Purwanto, 2024; O. A. J. J. I. Nugroho, 2024). Dengan tool ini perancang membuat beberapa opsi mekanisme yang bisa digunakan proses perancangan. Tabel 1 menunjukan bentuk tabel matrix morfologi yang digunakan dalam proses perancangan.

Tabel 1. Tabel *matrix morphology*

No	Sub Fungsi	Alternatif 1	Alternatif 2
1	Pendorong arah maju botol oli		
2	Penjepit kantong plastik		
3	Stopper pembuka plastik		
4	Penahan botol roboh		

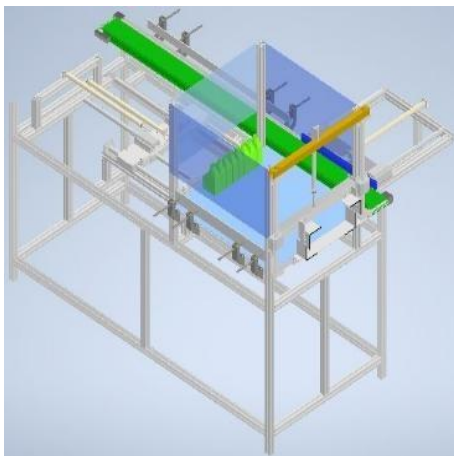
Setelah itu gambar 4, 5, dan 6 menunjukkan bentuk hasil rancangan berdasarkan variasi hasil matrik morfologi.



Gambar 4. Variasi 1



Gambar 5. Variasi 2



Gambar 6. Variasi 3

Selanjutnya porses evaluasi dilakukan terhadap seluruh variasi konsep menggunakan parameter Point of Function (Abran & Robillard, 1996) pada tabel 2 dan Point of Reliability pada tabel 3. Setiap alternatif diberikan nilai berdasarkan kriteria yang telah ditentukan, kemudian dilakukan perhitungan untuk memperoleh nilai total masing-masing alternatif.

Tabel 2. Point of Function

No	Function	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
1	Mechanism	4.18	3.75	3.55
2	Dimension	4.20	4.05	3.68
3	Assembly	4.25	3.88	3.88
4	Disassembly	4.15	3.93	3.60
5	Maintenance	4.15	4.00	3.68
6	Transportations	3.95	3.70	3.53

7	Labor	4.15	3.83	3.65
8	Safety	4.05	3.80	3.93
	Total	4.14	3.87	3.69

Tabel 3 Point of Reliability

No	Reliability	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
1	Capability	4.10	3.98	3.93
2	Maintainability	3.85	4.05	3.65
3	Environment	4.08	3.63	3.98
4	Work Pressure	4.00	4.13	4.03
5	Accuracy	4.68	4.55	4.15
6	Failure Rate	4.25	3.53	3.70
7	Productivity	4.23	3.90	3.55
8	Life Time	4.30	4.08	3.83
	Total	4.19	3.98	3.85

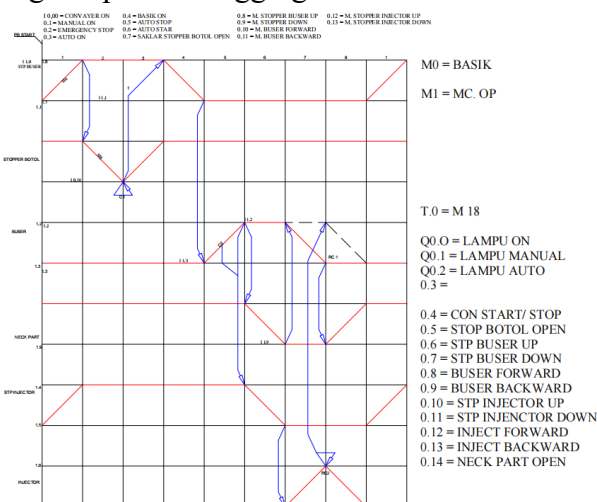
Berdasarkan hasil evaluasi Point of Function tabel 2 dan Point of Reliability tabel 3, Alternatif 1 memperoleh nilai rata-rata tertinggi sebesar 4,16, diikuti Alternatif 2 sebesar 3,92 dan Alternatif 3 sebesar 3,77. Penilaian dilakukan berdasarkan kriteria fungsi dan keandalan yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, Alternatif 1 dipilih sebagai konsep desain yang akan digunakan pada tahap perancangan detail. Hasil penelitian ini ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Nilai Akhir Matrix Morphology

No	Nama	Point of Function	Point of Reliability	Nilai Akhir
1	Alternatif 1	4.14	4.19	4.16 ★
2	Alternatif 2	3.87	3.98	3.92
3	Alternatif 3	3.69	3.85	3.77

2.3. Desain Elektrik

Sistem kontrol mesin auto baging menggunakan sistem control PLC. Gambar 7 menunjukkan diagram plc autobagging.



Gambar 7. Diagram plc autobagging

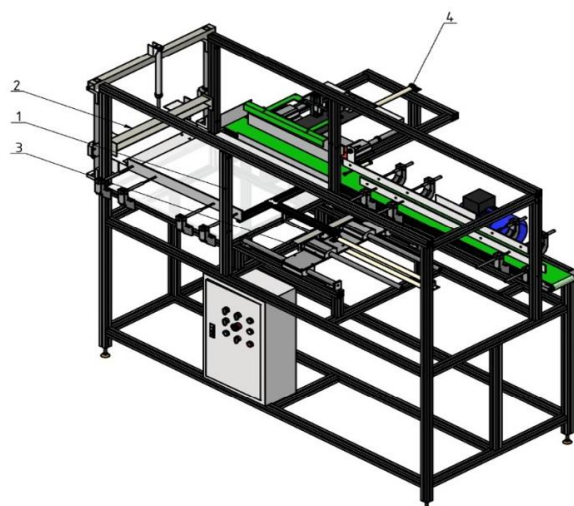
Gambar 7 menampilkan urutan kerja sistem auto-bagging menggunakan diagram sekuensial. Sumbu vertikal menunjukkan tahapan komponen (seperti Stp Buser, Stopper Botol, Buser, Neck Part, Stp Injector, dan Injector), sedangkan garis transisi biru/merah menunjukkan alur pergerakan antar-tahap. Pengalamatan PLC terbagi menjadi bit kontrol (M0, M1), status indikator (Q0.0–Q0.2), serta output aktuator (O.4 hingga O.14).

3. Hasil dan Pembahasan

Berikut adalah hasil dan pembahasan dari hasil desain sampai dengan hasil pengujian mesin auto bagging di PT. KSP

3.1. Hasil desain

Gambar 8 menunjukkan hasil final dari bentuk desain mesin auto bagging. Dimana dari hasil variasi dipilih variasi pertama sebagai desain utama.



Gambar 8. Desain akhir mesin autobagging

Keterangan pada gambar 8, nomer 1 menunjukkan rangka mesin menggunakan material alumunium profile, dengan maksimal material dipakai sebesar ukuran 2120 x 1750. Nomer 2 menunjukkan bagian pembuka plastik kemasan secara otomatis. Nomer 3 menunjukkan bagian piston inject. Dan nomer 4 menunjukkan bagian piston buser.

3.2. Bentuk Mesin auto bagging

Gambar 9 menunjukkan bentuk mesin yang sudah dibuat. Plastiblow 2 secara otomatis. Pengujian dilakukan secara inline pada jalur conveyor mesin Plastiblow 2 untuk mengetahui kemampuan mesin dalam melakukan proses pengemasan sesuai kapasitas yang telah dirancang. Kapasitas pengemasan yang ditentukan adalah sebanyak 88 botol dalam satu kantong plastik.



Gambar 9. Mesin autobagging

3.3. Hasil pengujian

Pengujian dilakukan dengan mengamati beberapa parameter, seperti cycle time (Gibran & Kristianta, 2017), jumlah botol yang berhasil dikemas, serta kestabilan proses selama mesin beroperasi. Data hasil pengujian digunakan sebagai acuan untuk mengevaluasi performa mesin auto bagging dalam meningkatkan efisiensi proses pengemasan dibandingkan metode manual. Metode pengujian dilakukan dengan cara mengoperasikan mesin auto bagging secara inline dengan mesin Plastiblow 2. Pengujian dilakukan pada jalur conveyor keluaran mesin PB2 untuk mengetahui kemampuan mesin auto bagging dalam mengemas botol oli hasil produksi secara otomatis. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali pengamatan untuk memperoleh data yang konsisten. Parameter yang diamati selama pengujian meliputi: 1. Waktu siklus produksi mesin PB2, 2. Jumlah output botol per shift, 3. Waktu produksi per botol, 4. Jumlah botol yang dikemas dalam satu plastik, 5. Waktu siklus pengemasan mesin auto bagging, 6. Kapasitas pengemasan per shift, 7. Kinerja sensor counter dalam menghitung jumlah botol, 8. Kinerja conveyor dalam mengalirkan botol menuju area pengemasan, 9. Kinerja air cylinder dalam mendorong botol ke dalam plastik. Data hasil pengujian kemudian digunakan untuk

mengevaluasi kemampuan mesin auto bagging dalam mengimbangi laju produksi mesin Plastiblow 2 (PB2).

3.4. Cycle Time Mesin Plastiblow 2

Mesin Plastiblow 2 merupakan mesin blow molding yang digunakan untuk memproduksi botol oli. Data produksi mesin ini digunakan sebagai acuan dalam menentukan kapasitas kerja mesin auto bagging sehingga mampu mengemas botol oli yang dihasilkan tanpa menyebabkan penumpukan produk pada area keluaran mesin. Tabel 5 menunjukkan cycle time PB2.

Tabel 4. Cycle Time Mesin Plastiblow 2

NO	Shift	Cycle Time (detik)
1	Shift 1	18.45
2	Shift 2	19.00
3	Shift 3	18.60
4	Shift 1	18.80
5	Shift 2	18.775
Rata-rata		18.725

Maka, jumlah counter yang dapat dicapai dalam satu shift :

$$\text{jumlah counter} = \frac{1 \text{ shift}}{CT \text{ mesin}}$$

$$\text{jumlah counter} = \frac{8 \text{ jam (28.800 detik)}}{18.725}$$

$$\text{Jumlah Counter} = 1.539 \text{ siklus/shift}$$

Mesin Plastiblow 2 memiliki 8 cavity sehingga output yang dihasilkan dapat dicapai dalam satu shift :

$$\begin{aligned} \text{jumlah botol} &= \text{counter} \times \text{cavity} \\ \text{jumlah botol} &= 1.539 \times 8 \end{aligned}$$

$$\text{jumlah botol} = 12.312 \text{ botol/shift}$$

Maka, waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu botol dalam satu shift :

$$\text{Waktu per Botol} = \frac{1 \text{ shift}}{\text{jumlah botol per shift}}$$

$$\text{Waktu per Botol} = \frac{8 \text{ jam (28.800 detik)}}{12.312}$$

$$\text{Waktu per Botol} = 2.34 \text{ detik/botol}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, mesin PB2 mampu menghasilkan sebanyak 12.312 botol oli per shift dengan waktu produksi rata-rata sebesar 2,34 detik untuk setiap botol

3.5. Cycle Time Mesin Plastiblow 2

Plastiblow 2 secara otomatis. Pengujian dilakukan secara inline pada jalur conveyor mesin Plastiblow 2 untuk mengetahui kemampuan mesin dalam melakukan proses pengemasan sesuai kapasitas yang telah dirancang. Kapasitas pengemasan yang ditentukan adalah sebanyak 88 botol dalam satu kantong plastik.

Pengujian dilakukan dengan mengamati beberapa parameter, seperti cycle time, jumlah botol yang berhasil dikemas, serta kestabilan proses selama mesin beroperasi. Data hasil pengujian digunakan sebagai acuan untuk mengevaluasi performa mesin auto bagging dalam meningkatkan efisiensi proses pengemasan dibandingkan metode manual. Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian mesin auto bagging.

Tabel 5. Hasil Pengujian Mesin Auto Bagging

NO	Jumlah Botol (1 plastic)	Cycle Time (detik)	Tekanan Udara (bar)	Hasil Pengemasan
1	88	174,5		Berhasil
2	88	174,5		Berhasil
3	88	174,6	6	Berhasil
4	88	174,4		Berhasil
5	88	174,4		Berhasil

Rata-rata 174,5

Maka, waktu yang dibutuhkan untuk mengemas satu botol dihitung untuk mengetahui durasi proses pengemasan setiap botol pada mesin auto bagging.:

$$\text{Waktu per Botol} = \frac{174.5}{88}$$

$$\text{Waktu per Botol} = 1.9 \text{ detik/botol}$$

Maka, dengan kapasitas 88 pcs botol oli per plastik jumlah botol yang dapat dikemas adalah:

$$\text{jumlah packing} = \frac{1 \text{ shift}}{8 \text{ waktu per botol}}$$

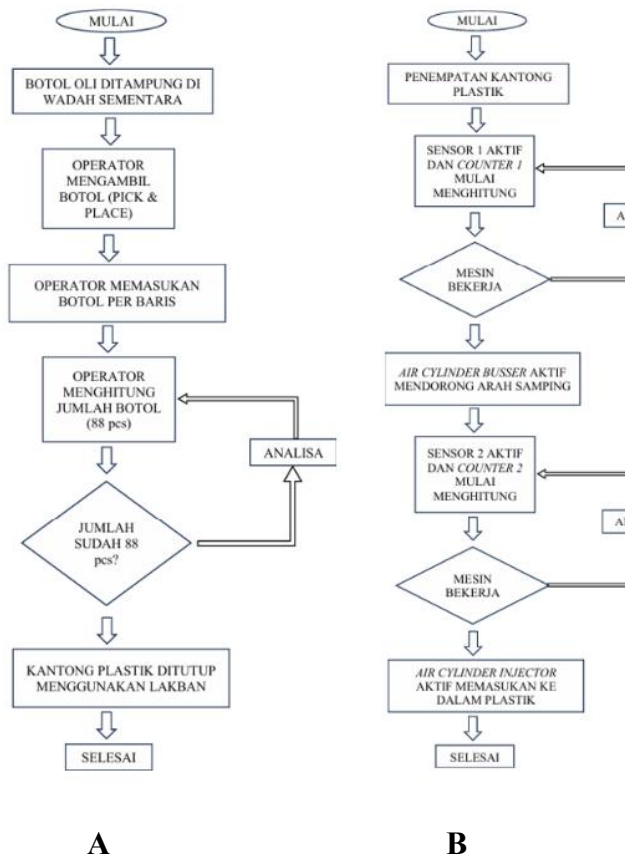
$$\text{jumlah packing} = \frac{8 \text{ jam}}{1,9}$$

$$\text{jumlah packing} = 14.545,45 \text{ botol/shift}$$

Jadi, mesin auto bagging mampu mengemas sekitar 14.454 botol per shift.

3.6. Perbandingan Manual dan Auto Bagging

Sebelum diterapkannya mesin auto bagging, proses pengemasan botol oli dilakukan secara manual oleh operator. Pada metode ini operator harus menghitung jumlah botol, memasukkan botol ke dalam plastik, serta melakukan penataan produk secara manual. Proses tersebut membutuhkan ketelitian yang tinggi, waktu yang relatif lebih lama, dan berpotensi menimbulkan kesalahan penghitungan jumlah botol dalam setiap kemasan. Gambar 10 menunjukkan flowchart perbandingan cara manual dan mesin auto bagging.



Gambar 10. Perbandingan Flowchart Manual (A) dan Auto Bagging (B)

Setelah dilakukan pengujian, mesin auto bagging mampu melakukan proses pengemasan secara otomatis dengan bantuan conveyor, sensor, counter, dan sistem pneumatic sehingga proses pengemasan menjadi lebih konsisten, efisien, dan mengurangi ketergantungan terhadap operator. Tabel 6 menunjukkan perbandingan akhir antara proses manual dan proses autobagging dimana dilihat dari parameter parameter pembandingan.

Tabel 6. Perbandingan Pengemasan Manual dan Auto Bagging

Parameter	Manual	Auto Bagging
Waktu pengemasan per plastik (88 botol)	3 menit 25 detik	2 menit 54 detik

Penghitungan botol	Manual oleh operator	Otomatis menggunakan sensor counter
Konsistensi jumlah botol	Bergantung operator	Konsisten 88 botol/plastik
Risiko kesalahan hitung	Tinggi	Sangat rendah
Kebutuhan operator	2 operator	1 operator pengawas
Proses pengemasan	Manual	Otomatis
Potensi human error	Tinggi	Rendah

3.7. Menghitung Efisiensi

Efisiensi waktu proses pengemasan menggunakan mesin auto bagging dihitung dengan membandingkan waktu pengemasan manual terhadap waktu pengemasan menggunakan mesin.

$$Efisiensi = 100\% \times \frac{Waktu manual - Waktu auto bagging}{Waktu manual}$$

$$Efisiensi = 100\% \times \frac{205 - 174}{205}$$

$$Efisiensi = 100\% \times \frac{31}{205}$$

$$Efisiensi = 15.12\%$$

Jadi, mesin auto bagging mampu meningkatkan efisiensi waktu proses pengemasan sebesar 15.12 % dibandingkan dengan metode manual. Efisiensi tersebut diperoleh dari pengurangan waktu pengemasan sebesar 31 detik pada setiap proses pengemasan 88 botol dalam satu plastik

Simpulan

Pengujian mesin auto bagging secara inline dengan mesin Plastiblow 2 terbukti berhasil menjalankan pengemasan otomatis 88 botol oli per kantong dalam rata-rata cycle time 174 detik pada tekanan 6 bar secara konsisten tanpa gangguan. Dengan kapasitas mencapai 14.545 botol per shift, mesin ini melampaui output Plastiblow 2 yang sebesar 12.312 botol per shift, sehingga efektif mencegah penumpukan produk di jalur produksi. Selain meningkatkan efisiensi waktu sebesar 15,12% (memangkas waktu dari 205 detik pada metode manual menjadi 174 detik), sistem otomatis ini juga mengurangi ketergantungan pada operator, meminimalkan risiko kesalahan hitung, serta menjaga konsistensi jumlah produk, sehingga sangat layak diterapkan di PT.KPI.

Saran

Selanjutnya untuk pengembangan mesin auto bagging meliputi penambahan antarmuka HMI dan sistem IoT untuk pemantauan operasional serta kendali jarak jauh, peningkatan fleksibilitas mesin agar dapat mengemas berbagai ukuran botol dan jenis kemasan, serta penerapan sistem sealing otomatis guna mewujudkan otomatisasi penuh tanpa intervensi manual. Selain itu, jadwal pemeliharaan berkala (*preventive maintenance*) pada komponen mekanik, kelistrikan, pneumatik, sensor, dan conveyor sangat diperlukan untuk menjaga keandalan kinerja serta memperpanjang umur pakai alat secara keseluruhan.

Daftar Pustaka

- Doni, A. K. (2024). Pengaruh organizational citizenship behavior terhadap adaptive performance karyawan di PT KING PLASTIC. Universitas ATMA JAYA YOGYAKARTA,
- Gibran, M. K., & Kristianta, F. J. R. (2017). Optimasi Waktu Siklus Produksi Kemasan Produk 50 ml pada Proses Blow Moulding Dengan Metode Respon Permukaan. 9(1), 35-39.
- Haryati, S. J. M. I. D. (2012). Research and Development (R&D) sebagai salah satu model penelitian dalam bidang pendidikan. 37(1), 15.
- Holik, D. I., Pertiwi, W., & Suseno, R. (2025). Filling Otomatis Solusi Pengemasan Kecap Umkm Masa Kini. 4(2), 14-23.
- Mayangsari, S. D., Chalim, A., & Putri, H. (2025). Analisis Reject Pada Proses Produksi Kemasan Plastik Minyak Pelumas Pada Industri Kemasan Pt King Plastic. 11(1), 21-29.
- Nugroho, O., Antonio, K., & Purwanto, G. J. v. (2024). Perancangan dan Pembuatan Mesin Grinda Mantis Chip (GMC) Untuk Mengoptimalkan Proses Penggrindaan Chip Di PT. Promanufacture Indonesia. 16, 154-162.
- Nugroho, O. A., Apatya, Y. A., Dwiyanoro, D. B., & Kurniawan, P. D. J. M. J. T. M. (2025). Perancangan dan Pembuatan Troli Kapasitas 240 kg Guna Mempersingkat Waktu Pencucian, Pelapisan, dan Distribusi Part Wedges Type D6 Pada PT. UMA. 11(2), 152-161.
- Nugroho, O. A. (2024). Rancang Bangun Alat Bantu Cek Spool Valve di PT. Mulia Indo Consolidated Menggunakan Sistem Offliner. 16(1), 68-74.
- Purba, A. Ahmad, N. H., Yahya, A. K., Sitorus, T. M., & Sahaq,. (2024). The Packaging Process Improvement in MSME's by Utilizing Packaging Machine Technology and Product Packaging Redesign: Perbaikan Proses Pengemasan di UMKM dengan Pemanfaatan Teknologi Mesin Pengemasan dan Desain Ulang Kemasan Produk. 8(4), 131-136.
- Purnomo, A., Nugroho, O., & Septiawan, E. J. v. (2023). Metode matrix morfology untuk perancangan bangun alat perakitan knob switch assy electric park brake module. 15, 64-73.
- Rahayu, A. J. D. J. P. D. P. (2025). Metode penelitian dan pengembangan (R&D):



-
- Pengertian, jenis dan tahapan. 4(3), 459-470.
- Ridlo, I. A. J. F. K. M. (2017). Panduan pembuatan flowchart. *11*(1), 1-27.
- Saepullah, A., & Febriani, S. (2025). Analisis Risiko Rantai Pasok Pada Industri Furniture Menggunakan Metode House Of Risk: Studi Kasus Pt XyZ.
- Waruwu, M. J. J. I. P. P. (2024). Metode penelitian dan pengembangan (R&D): konsep, jenis, tahapan dan kelebihan. *9*(2), 1220-1230.