

RANCANG BANGUN PENGUNCI *ROLL* SEBAGAI PENGANTI ALTERNATIF KOMPONEN RUSAK PADA MESIN *PACKING HORIZONTAL*

¹*Moch. Sugiri, ²Galang Astu Januar Pratama*

Jurusan Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
sugiri.moch@gmail.com

²*Jurusan Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,*
galang080101@gmail.com

Abstrak

Industri makanan dan minuman terus berkembang seiring meningkatnya permintaan terhadap produk praktis seperti minuman serbuk. Dalam proses produksinya, pengemasan menjadi tahap penting untuk menjaga mutu dan keamanan produk. PT XY menghadapi kendala pada komponen pengunci roll mesin horizontal packing yang sering rusak, menyebabkan posisi plastik kemasan tidak presisi, sehingga memicu cacat kemasan dan peningkatan limbah. Penelitian ini bertujuan merancang komponen pengunci roll alternatif yang dapat dibuat secara mandiri dan lebih ekonomis. Material yang digunakan adalah aluminium, dengan proses pembentukan dilakukan secara manual menggunakan metode hand bending. Proses ini melibatkan alat sederhana seperti palu karet, jangka sorong, dan gunting plat, tanpa bantuan mesin modern. Hasil uji fungsional menunjukkan bahwa komponen alternatif dapat terpasang dengan baik dan menjaga kestabilan gulungan plastik selama mesin beroperasi. Komponen berhasil menurunkan tingkat produk cacat, dengan penurunan rata-rata produk cacat dari 1,26% menjadi 0,68%. Hasil ini menunjukkan bahwa rancangan komponen pengganti berhasil meningkatkan efisiensi pengemasan dan layak diterapkan sebagai solusi pengganti sistem pengunci roll rusak.

Kata kunci : Mesin Pengemas, Mesin *Packing horizontal*, Pengunci Roll, Produk Cacat.

1. PENDAHULUAN

Industri makanan dan minuman merupakan sektor yang terus berkembang seiring meningkatnya kebutuhan konsumen terhadap produk yang praktis dan instan. Salah satu produk yang diminati adalah minuman serbuk karena kemudahan dalam penyajian dan daya tahan cukup lama. PT. XY menjadi salah satu perusahaan yang memproduksi minuman serbuk sejak lama. Dalam proses produksinya pengemasan menjadi tahap penting menjaga kualitas dan keamanan produk baik secara fisik, biologi maupun kimia[1].

Pada industri moderen proses pengemasan dilakukan menggunakan mesin *packing* yang memiliki keunggulan mengemas produk dengan cepat dan diisi secara otomatis sesuai yang sudah ditentukan. Mesin pengemas meningkatkan jumlah produksi dan ketelitian, sehingga kualitas tetap terjaga[2].

PT. XY tidak hanya menjaga kualitas produk, tetapi juga menentukan efisiensi produksi dan dampak lingkungan. Pengemasan dalam industri minuman serbuk sering kali menghasilkan limbah, baik berupa bahan kemas, produk cacat kemasan, maupun limbah operasional dari mesin produksi. Hal ini menyebabkan penurunan efisiensi dan efektifitas pada pemborosan dan peningkatan biaya produksi[3]. Pemborosan dapat diartikan sebagai aktivitas dalam proses produksi yang tidak memberikan nilai tambah terhadap transformasi input menjadi output dalam keseluruhan alur nilai yang mencakup pembuatan hingga distribusi produk[4].

Sebagian masalah bersumber saat proses pengemasan terjadi pada Mesin *Horizontal Packing* di PT. XY. Dan kerusakan komponen pengunci *roll* menjadi penyebab sumber masalah. Mesin *Horizontal Packing* bekerja dengan cara memasukan lembaran plastik yang

digulung sebagai bahan pengemas[5]. Produk dan plastik kemasan bertemu diatas *belt conveyor* dan telah diberi jarak antar produk, kemudian dilakukan pengepresan dan pemotongan. *Belt conveyor* juga memindahkan produk dari mesin *Horizontal Packing* ke Mesin Box Otomatis[6]. Pengunci *roll* berperan sebagai menjaga posisi gulungan plastik tetap stabil. Ketika pengunci *roll* mengalami kerusakan, posisi plastik menjadi tidak presisi, sehingga produk tidak tersegel dengan baik, menyebabkan kemasan robek dan menjadi limbah plastik.

Pengunci *roll* tergabung dalam sistem kontrol yang mengatur kecepatan *rolling* otomatis untuk penarikan dan pengepresan plastik kemasan[7]. Apabila gulungan plastik bergeser maka plastik dalam proses penarikan dan pengepresan akan bergeser juga dan mengakibatkan kemasan robek.

Secara konsep, sistem pengunci *roll* dirancang agar mampu menahan torsi gesekan dan tekanan radial yang muncul selama mesin berputar. Susunan radial memastikan distribusi gaya yang seragam selama rotasi, meningkatkan stabilitas sistem dan mengurangi keausan mekanis[8]. Namun dilapangan menunjukkan kerusakan biasanya diakibatkan oleh beban rotasi yang tinggi, dan keausan material. Kesalahan dalam parameter desain atau pemrosesan material juga dapat mengakibatkan kegagalan pengencangan yang sejenis[9].

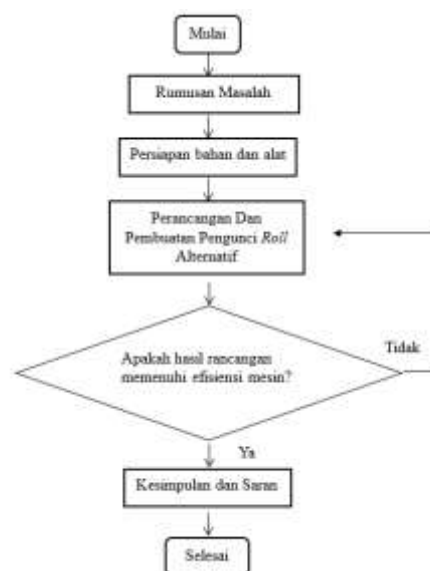
Perbaikan terhadap komponen yang mengalami kerusakan telah dilakukan, namun kerusakan yang sama terus berulang dalam waktu yang relative singkat. Pergantian komponen rusak memerlukan suku cadang dari produsen mesin, yang memerlukan waktu tunggu cukup lama serta biaya pembelian yang relative tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang komponen alternatif sebagai pengganti sistem pengunci *roll* yang dapat diproduksi secara mandiri. Komponen alternatif dirancang menggunakan bahan aluminium dan dibentuk melalui proses manual (*hand bending*). Proses manual (

hand bending) salah satu metode bending tanpa menggunakan mesin[10][11]. Dengan metode ini, biaya pembuatan komponen menjadi lebih ekonomis dibandingkan dengan pembelian suku cadang dari produsen asli.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Diagram Alir

Gambar 1 menunjukkan diagram alir penelitian yang menggambarkan metodologi penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

Sumber:Penelitian mandiri

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kualitatif dan kuantitatif, karena penelitian ini bersifat data dan eksperimen. Penggunaan penelitian jenis kuantitatif dan kualitatif bertujuan untuk menyajikan hasil yang bersifat rinci, prosedur yang spesifik dan hipotesis yang dirumuskan dengan jelas.

2.2. Komponen Pengunci Roll

Sistem pengunci *roll* dipasang pada poros *big roll* dan terdiri dari beberapa komponen utama yang berfungsi untuk menjaga kestabilan posisi *roll* kemas selama proses operasional. Adapun komponen-komponen pengunci *roll* tersebut dijelaskan sebagai berikut :

1. Poros Big Roll (Gambar 2) berfungsi sebagai penyangga utama bagi gulungan plastik film.



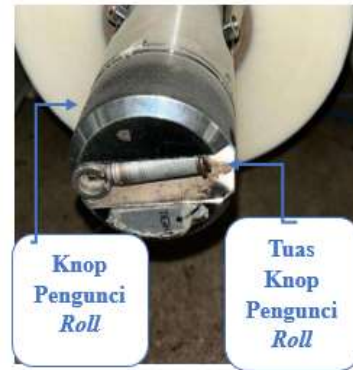
Gambar 2. Poros Big Roll
Sumber:Penelitian mandiri

2. Pin Pengunci Roll (Gambar 3) berperan untuk menahan dan mencengkram roll agar posisinya tetap stabil dan tidak mengalami pergeseran saat digunakan.



Gambar 3. Pin Pengunci Roll
Sumber:Penelitian mandiri

3. Knop pengunci roll (Gambar 4) dioperasikan dengan memutarnya ke arah kanan maupun kiri. Untuk mempermudah proses pemutaran, tuas perlu ditarik ke arah luar. Fungsi utama dari knop ini adalah untuk menggerakkan pin pengunci agar dapat mencengkeram roll dengan kuat, sehingga posisinya tetap stabil.



Gambar 1. Knop Pengunci Roll

Sumber:Penelitian mandiri

Kerusakan pada sistem pengunci roll menyebabkan posisi bahan kemas menjadi tidak stabil selama proses produksi. Ketidakstabilan ini berpengaruh terhadap akurasi dalam penarikan dan pengepresan plastik kemas, yang menghasilkan kemasan cacat serta menurunkan tingkat efisiensi produksi. Perhatikan gambar berikut yang menunjukkan kondisi kerusakan pada sistem pengunci. Gambar 5 menunjukkan pin pengunci mengembang dan bergerak maju setelah knop diputar ke arah kiri. Sedangkan Gambar 6 pin pengunci tidak mengembang tetapi tetap bergerak maju.



Gambar 5. Sistem Pengunci Berfungsi
Sumber:Penelitian mandiri



Gambar 6. Sistem pengunci tidak berfungsi
Sumber:Penelitian mandiri

Pada kasus lainnya pin pengunci mengembang dan bergerak maju tetapi setelah proses produksi berlangsung, pin bergerak turun atau tidak mengembang secara otomatis tanpa mampu menjaga posisinya tetap stabil.

2.3. Proses Pengukuran Kebutuhan Pengunci Roll Alternatif

Pada tahap ini dilakukan proses pengukuran untuk menentukan dimensi yang diperlukan dalam pembuatan komponen pengunci roll alternatif, yang dirancang sebagai pengganti komponen yang mengalami kerusakan pada mesin horizontal packing. Tabel 1 menunjukkan diameter poros *big roll* dan *core*.

Tabel 1. Diameter poros *big roll* dan *core*

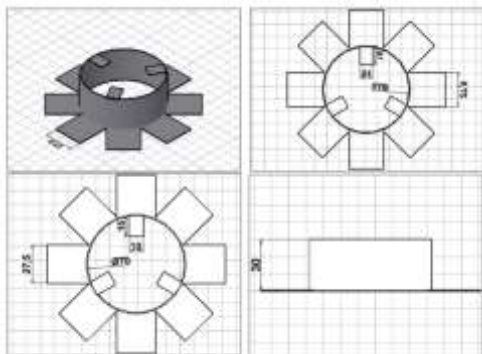
No	Uraian	Ukuran
1.	Diameter luar poros <i>big roll</i>	69,20 mm
2.	Diameter dalam <i>core</i>	76,45 mm

Sumber: Penelitian mandiri

Proses pengukuran pada poros dan *core roll*, dapat ditentukan batas toleransi maksimum dan minimum diameter sebagai dasar perancangan pengunci *roll* alternatif yaitu memiliki batas minimum diameter 69.2 mm dan batas maksimum diameter 76.45 mm.

2.4. Desain Komponen Pengunci Roll Alternatif

Gambar 7 menunjukkan desain komponen pengunci roll alternatif



Gambar 7. Desain Komponen Pengunci Roll Alternatif

Sumber: Penelitian mandiri

2.5. Alat dan Bahan yang dipergunakan dalam penelitian.

Pada tahap perancangan ini dilakukan persiapan alat dan pemilihan material yang sesuai berdasar prosedur dari metode perancangan yang digunakan adalah:

1. Jangka Sorong (Vernier Caliper)
2. Penggaris
3. Gunting plat
4. Palu karet
5. Cetakan/ Jig pengunci roll alternatif
6. Spidol
7. Kikir
8. Plat alumunium tebal 1 mm.

2.6. Rumus Perhitungan Waste

Perhitungan *waste* dalam penelitian ini didasarkan pada selisih antara jumlah total produk yang diproses dengan jumlah produk yang dinyatakan layak (produk OK). Selisih tersebut dikategorikan sebagai produk cacat (*waste*) dalam satu batch. Nilai *waste* dinyatakan dalam dua bentuk, yaitu dalam satuan unit dan dalam bentuk persentase terhadap jumlah keseluruhan produk yang diproses. Yaitu menggunakan Persamaan 1:

$$Waste (unit) = Jumlah Produk Diproses$$

$$- Jumlah produk \quad (1)$$

Persamaan 2:

$$Waste (\%) = \left(\frac{Waste Unit}{Jumlah Produk Diproses} \right) \times 100 \quad (2)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Gambaran umum proses rancang bangun

Salah satu komponen penting dalam sistem kerja mesin packing horizontal adalah pengunci roll, yang berfungsi menjaga posisi gulungan bahan kemas agar tetap stabil selama proses produksi berlangsung. Namun dalam kondisi tertentu, komponen ini dapat mengalami kerusakan akibat keausan, deformasi, atau kegagalan mekanis lainnya. Kerusakan pada sistem pengunci roll berdampak langsung terhadap kestabilan penarikan plastik kemas, sehingga menurunkan akurasi hasil pengepresan dan meningkatkan potensi cacat produk. Berdasarkan permasalahan

tersebut, dilakukan perancangan dan pembuatan komponen pengganti sebagai solusi alternatif untuk menggantikan sistem pengunci *roll* yang sudah tidak berfungsi optimal. Rancangan bangun ini bertujuan menghasilkan komponen baru yang mampu menjalankan fungsi pengunci secara efektif, dengan mempertimbangkan kesesuaian dimensi poros, karakteristik bahan, dan kemudahan dalam proses pembentukan dan pemasangan. Proses rancang bangun dilakukan secara bertahap, dimulai dari pengukuran kebutuhan dimensi, pemilihan material, hingga pembentukan komponen menggunakan metode manual berbasis alat bantu sederhana. Seluruh tahapan disusun dengan pengamatan langsung terhadap performa komponen dalam kondisi operasional mesin. Hasil dari proyek ini dapat menjadi solusi praktis bagi permasalahan teknis yang terjadi pada mesin *packing horizontal*.

3.2. Hasil Perhitungan Kebutuhan Panjang Plat Aluminium

Dalam tahap perancangan komponen pengunci alternatif, perlu ditentukan panjang plat yang akan digunakan sebagai bahan pembentukan. Untuk menghitung kebutuhan plat, digunakan Persamaan 2.3 dengan acuan diameter rencana sebesar 70 mm.

$$K = \pi \times d$$

Dimana:

K : Keliling lingkaran

d : diameter lingkaran

π : perbandingan antara keliling dengan diameter lingkaran yang besarnya mendekati bilangan 3,14

$$\begin{aligned} K &= \pi \times d \\ &= 3.14 \times 70 \text{ mm} \\ &= 219.8 \text{ mm} = 21.98 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dengan demikian, panjang plat yang diperlukan untuk proses pembuatan pengunci *roll* alternatif adalah sebesar 21.98 cm.

3.3. Hasil Perancangan Dan Pembuatan Komponen

Tahap perancangan dan pembuatan komponen pengunci *roll* alternatif dilakukan secara manual melalui beberapa proses pembentukan secara bertahap, dimulai dari pembentukan sudut siku-siku, pembentukan melingkar, hingga pembuatan bagian penahan untuk mencengkram posisi *roll* dengan kuat. Setiap proses difokuskan untuk menghasilkan komponen yang sesuai dengan spesifikasi dimensi poros big *roll*, serta memastikan kestabilan dan presisi fungsi dalam sistem mesin *packing horizontal*. Proses pembentukan dilakukan dengan memanfaatkan alat bantu sederhana, namun tetap mempertimbangkan akurasi dimensi serta kesesuaian bentuk akhir terhadap kebutuhan mesin.

3.4. Hasil Pembentukan Sudut Siku-Siku Plat Aluminium

Gambar 8 menunjukkan bahwa sudut tekukan mendekati bentuk siku-siku secara visual, dengan tingkat kelurusan yang cukup baik dan sudut presisi yang mendekati 90°. Selain itu, hasil pengukuran ulang menunjukkan bahwa tidak terdapat deformasi yang signifikan pada area tekukan, sehingga plat masih mempertahankan kekakuannya secara struktural.



Gambar 8. Hasil Pembentukan Sudut Siku-Siku

Sumber: Penelitian mandiri

3.5. Hasil Pembentukan Melingkar pada Plat Aluminium

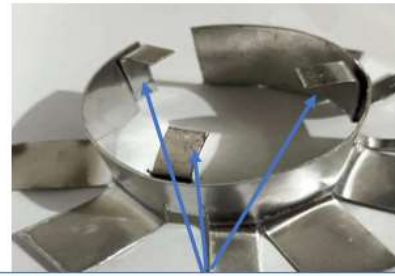
Setelah pembentukan sudut selesai, proses dilanjutkan dengan pembentukan melingkar pada salah satu sisi plat aluminium yang telah ditebuk. Pembentukan ini dilakukan dengan membuat potongan kecil sepanjang sisi plat secara berkala, lalu membentuknya melingkar mengikuti pola jig sebagai acuan. Tujuan proses ini adalah menghasilkan lengkungan dengan diameter yang sesuai dengan ketentuan batas minimum diameter 69.2 mm dan batas maksimum diameter 76.45 mm. Ukuran diameter jig yang dipakai 70 mm (Gambar 9).



Gambar 9. Hasil Pembentukan Melingkar pada Plat Aluminium
Sumber:Penelitian mandiri

3.6. Hasil Pembuatan Penahan Pengunci Roll Alternatif

Proses terakhir dalam perakitan komponen pengunci adalah pembentukan bagain penahan yang berfungsi sebagai pengunci *roll* secara langsung. Bagian ini dibentuk dengan menandai area yang sejajar dengan posisi pin pada sistem pengunci mesin, kemudian dilakukan pemotongan kecil dan tekukan ke arah dalam agar dapat menjepit *roll* secara stabil. Gambar 10 menunjukkan penahan pengunci roll alternatif.



Penahan Pengunci Roll Alternatif

Gambar 10. Penahan Pengunci Roll Alternatif
Sumber:Penelitian mandiri

Gambar 11 menunjukkan penahan sesuai jalur pin sistem penguncian. Bentuk akhir dalam perakitan komponen menunjukkan bahwa penahan mampu menyesuaikan dengan tiga titik penyangga/pin dari sistem pengunci *roll* mesin.

Penahan Pengunci Roll Alternatif



Pin Sistem Pengunci Roll

Gambar 11. Penahan Sesuai Jalur Pin Sistem Penguncian
Sumber:Penelitian mandiri

3.7. Analisis Fungsional Komponen

Setelah melalui proses perancangan dan pembuatan, komponen pengunci *roll* alternatif yang telah dibuat perlu diuji untuk mengetahui apakah fungsi utamanya sebagai pengunci gulungan pada mesin *packing horizontal* dapat berjalan sesuai dengan tujuan awal perancangan. Analisis fungsional ini mencakup dua aspek utama, yaitu pemasangan terhadap poros big *roll*, serta penilaian stabilitas dan keamanan komponen dalam kondisi aktual.

Penilaian dilakukan secara langsung melalui proses uji coba fisik pada mesin, serta observasi visual terhadap reaksi komponen ketika terpasang dan digunakan. Gambar 12 menunjukkan pengunci roll alternatif.



Gambar 12. Pengunci *Roll* Alternatif
Sumber: Penelitian mandiri

3.8. Uji Pasang Pengunci *Roll* Alternatif

Langkah awal yang dilakukan untuk menguji fungsional komponen adalah melakukan pemasangan langsung terhadap poros *big roll*. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa dimensi hasil pembuatan telah sesuai dengan toleransi ukuran yang sebelumnya ditetapkan, yaitu kurang lebih berdiameter 70 mm. Gambar 13 diperlihatkan kondisi di mana pin pengunci *roll* mesin yang mengalami kerusakan, tidak mengalami pengembangan sesuai dengan fungsi utamanya, serta terlihat bahwa pin pengunci tersebut bergerak masuk ke arah dalam *core roll*.



Gambar 13. Sebelum Pemasangan Pengunci *Roll* Alternatif
Sumber: Penelitian mandiri

Setelah dilakukan pemasangan pengunci *roll* alternatif, pin pengunci mesin tidak lagi masuk ke dalam *core roll*. Hal ini disebabkan oleh adanya penahan pada pengunci *roll* alternatif yang berfungsi menahan pergerakan pin. Kondisi tersebut dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Sesudah Pemasangan Pengunci *Roll* Alternatif
Sumber: Penelitian mandiri

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pengunci alternatif dapat dipasang dengan baik pada poros *big roll*. Komponen mengikuti kontur poros secara menyeluruh dan tidak terdapat celah besar yang dapat mengganggu posisi *roll* selama proses produksi. Selain itu, bentuk melingkar yang diperoleh melalui proses penekukan manual terbukti menyesuaikan dengan poros. Dari sisi pengoperasian, proses pemasangan juga dapat dilakukan dengan cukup mudah tanpa memerlukan

alat bantu tambahan. Tidak ditemukan adanya pergeseran *roll* yang berarti saat mesin mulai dijalankan, yang menandakan bahwa fungsi dasar sebagai pengunci telah dapat dijalankan dengan baik.

3.9. Stabilitas dan Keamanan Komponen

Setelah proses pemasangan berhasil dilakukan, pengujian dilanjutkan untuk menilai kestabilan komponen selama mesin bekerja, serta aspek keamanannya, terutama pada sisi hasil potongan dan tekukan. Stabilitas diuji dengan cara mengamati apakah pengunci tetap mempertahankan bentuk dan posisinya ketika mesin mengalami getaran atau tekanan berulang saat proses kerja berlangsung. Berdasarkan hasil observasi, hasil tekukan memiliki kekakuan yang cukup untuk menahan beban dari gulungan plastik film. Komponen tetap berada pada posisi semula tanpa menunjukkan tanda-tanda pergeseran. Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan struktural hasil pembuatan manual memenuhi kebutuhan dasar penguncian. Dari sisi keamanan, proses pengikisan dilakukan pada bagian tepi plat untuk menghilangkan sisi tajam yang berpotensi menyebabkan cedera saat pemasangan. Hal ini penting karena pengoperasian alat dilakukan secara manual dan langsung oleh tangan operator. Oleh karena itu, selain fungsional secara mekanis, komponen juga telah memenuhi aspek keamanan kerja. Gambar 15 terlihat bahwa proses pengikisan belum dilakukan, sehingga bagian sisi pada pengunci *roll* alternatif masih tampak tajam. Sementara itu, gambar 16, proses pengikisan telah dilakukan, sisi pengunci *roll* sudah tampak lebih halus.



Gambar 15. Sebelum Proses Pengikisan
Sumber: Penelitian mandiri



Gambar 16. Sesudah Proses Pengikisan
Sumber: Penelitian mandiri

3.10. Perbandingan *Waste* Sebelum dan Sesudah Pemasangan Alat Pengunci *Roll*

Perbandingan *waste* dilakukan sebagai alat ukur keberhasilan penelitian ini dalam menilai efektivitas pemasangan alat pengunci *roll* alternatif. Data sebelum pemasangan alat diperoleh melalui pengamatan langsung terhadap proses produksi yang dilakukan pada tanggal 5 hingga 7 Mei 2025 untuk sepuluh batch produksi. Sementara itu, data setelah pemasangan alat dikumpulkan selama periode 20 hingga 22 Mei 2025 pada jumlah batch yang sama. Fokus utama pengamatan adalah selisih antara jumlah produk yang diproses oleh mesin dengan jumlah produk yang lolos inspeksi akhir (produk OK), yang kemudian dihitung sebagai *waste* dalam satuan unit dan persentase. Sebelum alat dipasang rata-rata persentase *waste* cenderung lebih tinggi dengan nilai rata-rata 1,26% (Gambar 16). Setelah alat pengunci

roll alternatif diterapkan, waste menunjukkan penurunan secara umum dengan rata-rata 0.68% (Gambar 17).



Gambar 16. Persentasi Produk Cacat Sebelum Pemasangan Pengunci Roll Alternatif

Sumber: Penelitian mandiri



Gambar 17. Persentasi Produk Cacat Setelah Pemasangan Pengunci Roll Alternatif

Sumber: Penelitian mandiri

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, perancangan, proses pembuatan, serta uji fungsional terhadap komponen pengunci roll alternatif pada mesin packing horizontal, maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut :

1. Perancangan sistem pengunci roll alternatif sebagai pengganti komponen yang rusak telah dilakukan dengan mengacu pada dimensi aktual poros big roll dan core roll. Desain difokuskan agar mampu menyesuaikan dengan diameter yang ada serta memberikan daya jepit yang memadai. Penggunaan pendekatan manual dan sederhana tetap memungkinkan tercapainya bentuk

komponen yang presisi dan fungsional.

2. Metode pembuatan komponen pengunci dilakukan dengan teknik pembentukan manual, meliputi proses penekukan siku, pembentukan melingkar, dan pembuatan penahan roll. Seluruh proses dilakukan menggunakan alat bantu sederhana seperti palu karet, jig, kikir, gunting plat, dan jangka sorong. Proses ini terbukti dapat menghasilkan bentuk dan dimensi yang sesuai meskipun tanpa bantuan mesin modern.

3. Berdasarkan hasil analisis fungsional, komponen pengunci roll alternatif dapat dipasang dan berfungsi dengan baik. Komponen mampu menjaga kestabilan gulungan plastik selama mesin beroperasi, tidak mengalami pergeseran, dan aman digunakan. Data perbandingan sebelum dan sesudah pemasangan menunjukkan penurunan rata-rata persentase waste, dari sebelumnya 1,26% menjadi 0.68%. Ini membuktikan bahwa pengunci roll alternatif berhasil meningkatkan kestabilan proses dan menurunkan jumlah produk cacat. Oleh karena itu, komponen hasil rancangan ini dinilai layak digunakan sebagai solusi pengganti sistem pengunci rol yang rusak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. R. P. Lestari, "Keamanan Pangan Sebagai Salah Satu Upaya Perlindungan Hak Masyarakat Sebagai Konsumen," *Aspir. J. Masal. Sos.*, vol. 11, no. 1, pp. 57–72, 2020, doi: 10.46807/aspirasi.v11i1.1523.
- [2] J. R. Material, M. Energi, I. Nugraha, J. Sumarjo, and M. T. Maulana, "8075-18362-2-Pb," *J.*

- Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 4, no. 2, pp. 139–149, 2021.
- [3] A. Khunaifi, Ranga Primadasa, and Sugoro Bhakti Sutono, “Implementasi Lean Manufacturing untuk Meminimasi Pemborosan (Waste) Menggunakan Metode Value Stream Mapping di PT. Pura Barutama,” *J. Rekayasa Ind.*, vol. 4, no. 2, pp. 87–93, 2022, doi: 10.37631/jri.v4i2.560.
- [4] R. Fitriyani, S. Saifudin, and K. Margareta, “Usulan Perbaikan untuk Pengurangan Waste Pada Proses Produksi dengan Metoda Lean Manufacturing,” *J. PASTI*, vol. 13, no. 2, p. 187, 2019, doi: 10.22441/pasti.2019.v13i2.008.
- [5] B. Ibrahim and M. E. Oktavian, “Perancangan konstruksi dan biaya mesin pengemas roti untuk industri kecil,” *Tek. Peranc. Manufaktur, Politek. Manufaktur Negeri Bandung*, vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2016.
- [6] K. A. Prayitno and S. T. Umar, “Rancangan Mesin Pengemas Padi Kering Menggunakan Motor DC,” Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2019. [Online]. Available: [http://eprints.ums.ac.id/id/eprint/81532/1/naskah publikasi.pdf](http://eprints.ums.ac.id/id/eprint/81532%0Ahttp://eprints.ums.ac.id/81532/1/naskah publikasi.pdf)
- [7] P. Kushartanto, M. Kabib, and R. Winarso, “Sistem Kontrol Gerak dan Perhitungan Produk pada Mesin Press dan Pemotong Kantong Plastik,” *J. Crankshaft*, vol. 2, no. 1, pp. 57–66, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.umk.ac.id/index.php/cra/article/view/3086>
- [8] C. Delisle and A. Science, “Design and Research of a Rotating Packing Device with AI Integration Miles Whitaker,” *J. Comput. Sci. Softw. Appl.*, vol. 5, no. 4, 2025.
- [9] D. Croccolo *et al.*, “Failure of Threaded Connections: A Literature Review,” *Machines*, vol. 11, no. 2, 2023, doi: 10.3390/machines11020212.
- [10] Y. Umardani and S. Darmanto, “Aplikasi peralatan tekuk plat untuk industri berbasis logam,” *J. Pengabd. Vokasi*, vol. 3, no. 2, 2023.
- [11] Moch. Sugiri, Anggit Haryanto, Rancang Bangun Alat Press Briket Arang menggunakan Dongkrak Manual Hidrolik Kapasitas 2 Ton, Vol 16 No 2 (2023): Vol 16 No 2 (2023): Jurnal ISMETEK Vol.16 No.2 Desember 2023