

Analysis of the Effect of Hydraulic Pressure Settings on the Pan Handle Installation and Pounding Process on Product Defects

[Analisa Pengaruh Pengaturan Tekanan Hidrolik Pada Proses Tumbuk Pemasangan Pegangan Panci Terhadap Cacat Produk Yang Dihasilkan]

Edo Perdana Putra¹⁾, Rachmat Firdaus²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: firdausr@umsida.ac.id

Abstract. *This study aims to determine the effect of hydraulic pressure settings in the pan handle installation process on product defect rates. The handle installation process is a critical stage in cookware manufacturing because inappropriate pressure settings can result in various defects, such as loose handles, deformation of the kelling section, and damage to the pan body. The research employed an experimental approach by applying three different hydraulic pressure levels: 245 psi, 275 psi, and 300 psi. Each pressure level was tested using a number of samples, and observations were conducted to identify the types and frequency of defects that occurred. The collected data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) to evaluate the effect of hydraulic pressure on product quality. The results indicate that hydraulic pressure variation significantly affects product defect rates. Pressures of 245 psi and 300 psi produced relatively high defect rates of 30% and 48%, respectively, whereas the 275 psi setting resulted in the lowest defect rate of only 5%. Therefore, a hydraulic pressure of 275 psi can be considered the optimal condition for improving product quality and minimizing defects.*

Keywords - hydraulic pressure; Mashing Process; Product Defects; Quality

Abstrak. *Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pengaturan tekanan hidrolik pada proses tumbuk pemasangan pegangan panci terhadap tingkat cacat produk. Proses pemasangan pegangan merupakan tahap penting dalam produksi peralatan masak karena tekanan yang tidak sesuai dapat menyebabkan cacat, seperti pegangan longgar, perubahan bentuk kelling, dan kerusakan pada body panci. Penelitian dilakukan menggunakan metode eksperimen dengan variasi tekanan hidrolik sebesar 245 psi, 275 psi, dan 300 psi. Setiap variasi tekanan diuji pada sejumlah sampel, kemudian diamati jenis dan jumlah cacat yang muncul. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan metode statistik Analysis of Variance (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh tekanan terhadap kualitas produk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi tekanan hidrolik berpengaruh terhadap tingkat cacat. Tekanan 245 psi menghasilkan cacat sebesar 30%, tekanan 300 psi sebesar 48%, sedangkan tekanan 275 psi menghasilkan cacat terendah yaitu 5%. Dengan demikian, tekanan 275 psi merupakan kondisi optimal untuk meningkatkan kualitas produk dan meminimalkan cacat.*

Kata Kunci – Tekanan Hidrolik; Proses Tumbuk; Cacat Produk; Kualitas

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi industri saat ini mendorong kebutuhan akan alat-alat yang dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Dalam dunia industri, Khususnya dalam pembuatan peralatan rumah tangga seperti panci dan wajan[1][2]. Mesin industri, yang sering dikenal sebagai mesin manufaktur, adalah mesin yang menggunakan sistem otomasi untuk memproduksi barang lebih cepat, efisien, dan akurat daripada produksi secara manual[3].

Salah satu alat yang penting dalam proses akhir produksi pembuatan sebuah panci adalah mesin tumbuk pemasangan pegangan panci. Mesin tumbuk pemasangan pegangan panci merupakan alat yang dirancang menggunakan sistem hidrolik yang berfungsi untuk menekan paku keling supaya body panci dan pegangan bisa menyatu. Sistem hidrolik adalah jenis pengolahan air yang menggunakan fluida sebagai media pengangkut untuk mengekstrak air dari sumber yang lebih besar daripada sumber aslinya[4][5][6]. Tahap ini sangat penting karena menentukan kualitas produk akhir.

Namun alat ini membutuhkan perawatan yang terkondisikan karena alat ini harus dirawat secara berkala, seperti kebocoran disistem hidroliknya sehingga berkurangnya tekanan[7]. Untuk mengatasi masalah tersebut, perlu dilakukan perencanaan perawatan mesin terjadwal (*preventive maintenance*) guna mengurangi terjadinya kerusakan secara tiba-tiba[8]. *Preventive maintenance* bertujuan untuk menghindari kerusakan pada peralatan produksi dengan memperbaiki kerusakan kecil yang terdeteksi selama pengecekan[9].

Dalam pembuatan sebuah panci terdapat kegagalan yang dapat menurunkan kualitas dari produk tersebut. Kegagalan produk yang dimaksud Adalah *defective product*[10]. *Defective product* adalah produk yang tidak memenuhi standar kualitas yang ditetapkan dan ditentukan oleh masing-masing perusahaan[11].



Gambar 1 Alat Tumbuk Pegangan

Mesin pemasangan pegangan panci Adalah alat yang berfungsi untuk menyatukan body panci dengan pegangannya menggunakan paku keling menggunakan tenaga hidrolik[12]. Alat ini dirancang menggunakan sistem hidrolik. Sistem hidrolik adalah sistem transmisi daya yang menggunakan energi tekanan fluida untuk menghasilkan energi mekanik dan memperoleh daya yang lebih besar dari daya awal[13][14].

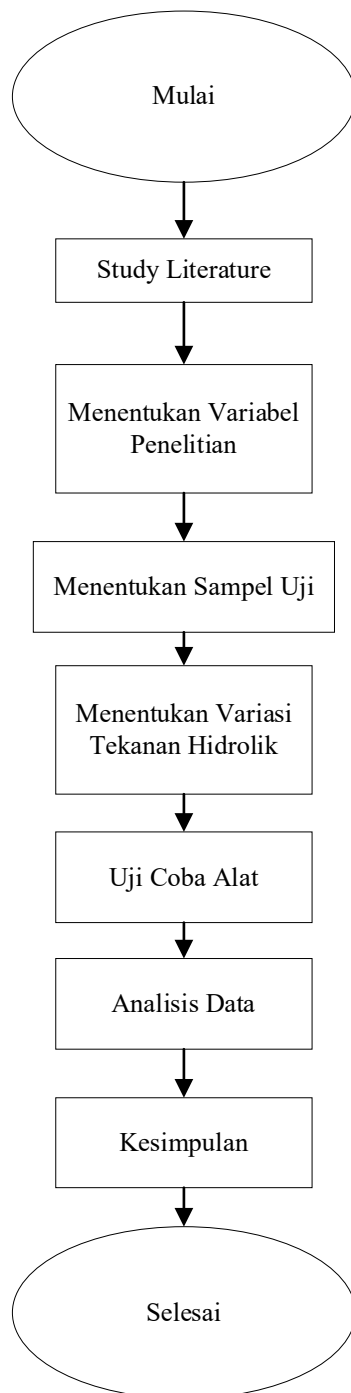
Dalam dunia industri, sistem hidrolik merupakan teknologi yang penting dan banyak digunakan karena kemampuannya mentransmisikan daya secara efisien dan mengelolah tekanan dengan presisi[15]. Sistem hidrolik adalah jenis pengolahan air yang menggunakan fluida sebagai media pengangkut untuk mengekstrak air dari sumber yang lebih besar daripada sumber aslinya[16][17].

Dengan memanfaatkan prinsip Hukum Pascal, tekanan yang diberikan pada fluida di dalam sistem hidrolik akan diteruskan secara merata ke seluruh arah[18][19], sehingga memungkinkan memberikan tekanan yang konsisten pada proses tumbuk pemasangan pegangan panci.

II. METODE

2.1. Diagram Alir Penelitian

Dalam penelitian ini, langkah-langkah proses penelitian akan dijelaskan dalam diagram alir (*flow chart*), Diagram alir (*flow chart*) dapat dilihat gambar tersebut.



Gambar 2 Diagram Alir Proses Penelitian

2.2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui metode eksperimen yang meliputi percobaan sebanyak 100 kali pada produk dengan melakukan 3 metode variasi tekanan hidrolik yang berbeda-beda. Dalam eksperimen alat tumbuk pemasang pegangan panci menggunakan metode “*setting pressure*” atau penyetelan tekanan

yang akan diterapkan untuk mendapatkan kualitas terbaik pada produk panci dan proses dalam waktu yang bersamaan. Untuk menentukan tekanan yang optimal penelitian ini menggunakan 3 tekanan dalam 100 kali percobaan yakni mulai dari tekanan tinggi 300 psi atau 20 bar, tekanan sedang 275 psi atau 18 bar dan tekanan rendah 245 psi atau 16 bar. Tujuan dari eksperimen ini adalah untuk mengetahui dan mencatat berapa tekanan yang pas sehingga proses pengepresan antara body panci dan pegangan tidak rusak dan menghasilkan produk yang baik.

Setelah diuji coba untuk mengetahui data kerusakan pegangan panci kemudian dilanjutkan dengan menganalisis 3 variasi percobaan tekanan hidrolik tersebut dengan menganalisis kerusakan akibat tekanan dari alat. Analisa yang digunakan oleh peneliti adalah model analisa data anova (*Analysis of variance*)[20]. Analisis uji anova dapat dilakukan dengan uji persyaratan didapati data berdistribusi normal dan bersifat homogen. Uji anova dilakukan untuk melihat apakah terdapat pengaruh variasi tekanan hidrolik dengan tekanan 300 psi, 275 psi, dan 245 psi terhadap cacat produk yang dihasilkan[21]. Setelah itu data hasil percobaan tersebut dibandingkan untuk mengetahui berapa tekanan yang efisien agar panci tidak mengalami kecacatan material.

Selain menggunakan analisis persentase cacat, penelitian ini juga menggunakan sistem grade untuk mempermudah penilaian kualitas hasil produk pada setiap variasi tekanan hidrolik. Grade digunakan sebagai indikator tingkat kualitas produk berdasarkan jumlah cacat yang ditemukan selama proses pengujian. Semakin kecil persentase cacat yang dihasilkan, maka semakin baik grade yang diperoleh. Kriteria *grade* kualitas produk ditentukan berdasarkan persentase cacat sebagai berikut:

Tabel 1 *Grade* Kualitas Produk

Persentase Cacat	Grade	Keterangan
0% - 5%	A	Sangat Baik
6% - 10%	B	Baik
11% - 20%	C	Cukup
21% - 30%	D	Kurang Baik
>31%	E	Buruk

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Percobaan Pengujian

- Tekanan 245 psi (16 bar)

Pada tekanan rendah 245 psi (16 Bar) ini penulis melakukan percobaan produk sebanyak 100 kali dengan menggunakan beberapa panci. Alhasil pada tekanan ini, pemasangan pegangan cenderung lemah karena gaya hidrolik tidak mencukupi untuk deformasi material secara sempurna. Hasilnya, cacat produk tinggi, seperti pegangan longgar atau pegangan tidak terpasang dengan baik.



Gambar 3 Uji Coba Tekanan 245 psi

Pada pengujian tekanan 245 psi, ditemukan cacat produk berupa pegangan longgar dan keling mengalami kerusakan. Hal ini disebabkan oleh tekanan hidrolik yang tidak mencukupi, sehingga proses pembentukan dan penguncian keling tidak berlangsung secara sempurna.

- Tekanan 275 psi (18 bar)

Pada tekanan sedang 275 psi (18 Bar) ini penulis melakukan percobaan sebanyak 100 kali dengan menggunakan beberapa panci. Hasil percobaan menunjukkan bahwa pada tekanan ini pemasangan pegangan cenderung baik dan menghasilkan kualitas yang cukup bagus karena gaya hidrolik yang diberikan sudah tepat dan efisien untuk membantu deformasi material secara optimal. Namun, dari 100 kali percobaan masih ditemukan 5 kerusakan pada panci, seperti

pegangan kurang menyatu sempurna, pegangan sedikit goyang, dan hasil kelling yang kurang rapat pada beberapa produk. Meskipun demikian, sebagian besar hasil produksi tetap dalam kondisi baik dan layak digunakan.



Gambar 4 Uji Coba Tekanan 275 psi

Pada pengujian tekanan 275 psi, hanya ditemukan 5 kecacatan produk dari total 100 percobaan. Hal ini menunjukkan bahwa tekanan tersebut sudah cukup optimal untuk menghasilkan proses penumbukan pegangan panci yang baik dan presisi, sehingga pegangan dapat terpasang dengan kuat dan tingkat kerusakan dapat diminimalkan.

- Tekanan 300 psi (20 bar)

Pada tekanan tinggi 300 psi (20 Bar) ini penulis melakukan percobaan 100 kali dengan menggunakan beberapa panci. Alhasil pada tekanan ini, pemasangan pegangan cenderung tidak bagus karena gaya hidrolis yang berlebihan dan *Defect rate* meningkat, untuk deformasi material tidak menyatu secara sempurna. Hasilnya, cacat produk mengalami deformasi permanen, retak material, dan kerusakan pada kelling saat proses pemasangan pegangan seperti pegangan jadi pecah dan panci menjadi jelek dengan kualitas yang buruk.



Gambar 5 Uji Coba Tekanan 300 psi

Pada pengujian dengan tekanan 300 psi, teridentifikasi cacat berupa deformasi pada pegangan. Kondisi ini menunjukkan bahwa tekanan yang diberikan melebihi batas optimal, sehingga menyebabkan material pegangan tidak mampu mempertahankan bentuk awalnya akibat beban tekan yang berlebihan.

3.2. Hasil Analisis Pengujian

Setelah dilakukan pengujian pada masing-masing variasi percobaan tekanan, diperoleh data hasil pengujian yang menunjukkan hasil kecacatan dari produk panci. Pada proses analisis pengujian yang dilakukan penulis, menggunakan 3 metode tekanan yang berbeda beda yakni dimulai dari tekanan rendah 245 psi (16 bar), tekanan sedang yakni 275 psi (18 bar) kemudian tekanan tinggi yakni 300 psi (20 bar). Data tersebut selanjutnya disusun dan disajikan secara sistematis untuk memudahkan analisis, sebagaimana ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 2 Hasil Data Analisis

Variabel Pengaturan	Cacat produk yang dihasilkan			
	Pegangan Rusak	Kelling Rusak	Pegangan Longgar	Body Penyok
245 psi	✘	✔	✔	✘
275 psi	✘	✘	✔	✘
300 psi	✔	✔	✘	✔

Data ini diperoleh dari hasil percobaan dengan variasi tekanan yang berbeda. Pada tanda centang pada tabel menunjukkan kerusakan pada panci sedangkan pada tanda silang menunjukkan bahwa tidak ada kerusakan pada tekanan tersebut. Untuk mengetahui berapa hasil kecacatan dari sebuah produk, yakni menggunakan rumus persentase cacat. Persentase cacat Adalah Rumus yang digunakan untuk menghitung perbandingan antara jumlah produk cacat dengan total produk yang dihasilkan dalam bentuk persentase[22]. Persentase cacat digunakan untuk mengetahui seberapa besar jumlah produk yang mengalami cacat dibandingkan dengan total produk yang dihasilkan dalam suatu proses produksi[23][24]. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Persentase Cacat} = \frac{\text{Jumlah Cacat}}{\text{Jumlah Produksi}} \times 100 \% \dots (1)$$

Dimana :

Jumlah Cacat = banyaknya produk yang rusak atau tidak sesuai standar

Jumlah Produksi = total seluruh produk yang dihasilkan

Dikalikan 100% untuk mengubah menjadi bentuk persentase

- Tekanan 245 psi (16 bar)

Diketahui :

- Jumlah cacat = 30
- Jumlah Produksi = 100

Rumus Persentase cacat.

$$\begin{aligned} \text{Persentase Cacat} &= \frac{\text{Jumlah Cacat}}{\text{Jumlah Produksi}} \times 100 \% \\ &= \frac{30}{100} \times 100 \% \\ &= 30 \% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh persentase cacat sebesar 30% pada tekanan 245 psi (16 bar). Nilai tersebut menunjukkan bahwa dari 100 produk yang dihasilkan terdapat 30 panci mengalami kerusakan atau cacat pada bagian pemasangan pegangan. Tingginya jumlah cacat ini disebabkan tekanan hidrolik yang diberikan masih kurang optimal sehingga proses penumbukan atau penyatuan pegangan dengan badan panci belum sempurna. Akibatnya, beberapa produk mengalami masalah seperti pegangan goyang, pegangan kurang rapat, dan hasil kelling tidak menyatu dengan baik.

Dengan persentase cacat mencapai 30%, kualitas produksi pada tekanan 245 psi dapat dikategorikan kurang baik dan mendapat grade D karena tingkat kerusakan masih cukup tinggi. Oleh sebab itu, tekanan ini dinilai belum efektif untuk menghasilkan pemasangan pegangan panci yang kuat dan presisi dibandingkan tekanan yang lebih tinggi.

- Tekanan 275 psi (18 bar)

Diketahui :

- Jumlah cacat = 5
- Jumlah Produksi = 100

Rumus Persentase cacat.

$$\begin{aligned} \text{Persentase Cacat} &= \frac{\text{Jumlah Cacat}}{\text{Jumlah Produksi}} \times 100 \% \\ &= \frac{5}{100} \times 100 \% \\ &= 5 \% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh persentase cacat sebesar 5% pada tekanan 275 psi (18 bar). Nilai tersebut menunjukkan bahwa dari 100 produk yang dihasilkan terdapat 5 panci mengalami kerusakan atau cacat pada bagian pemasangan pegangan. Rendahnya jumlah cacat ini disebabkan tekanan hidrolik yang diberikan sudah cukup optimal sehingga proses penumbukan atau penyatuan pegangan dengan badan panci berlangsung hampir sempurna. Meskipun demikian, masih terdapat beberapa produk yang mengalami masalah seperti pegangan goyang dan pegangan kurang rapat.

Dengan persentase cacat yang hanya mencapai 5%, kualitas produksi pada tekanan 275 psi dapat dikategorikan sangat baik dan memperoleh grade A karena tingkat kerusakan relatif rendah. Oleh sebab itu, tekanan ini dinilai efektif untuk menghasilkan pemasangan pegangan panci yang kuat, rapat, dan presisi.

- Tekanan 300 psi (20 bar)

Diketahui :

- Jumlah cacat = 48
- Jumlah Produksi = 100

Rumus Persentase cacat.

$$\begin{aligned} \text{Persentase Cacat} &= \frac{\text{Jumlah Cacat}}{\text{Jumlah Produksi}} \times 100 \% \\ &= \frac{48}{100} \times 100 \% \\ &= 48 \% \end{aligned}$$

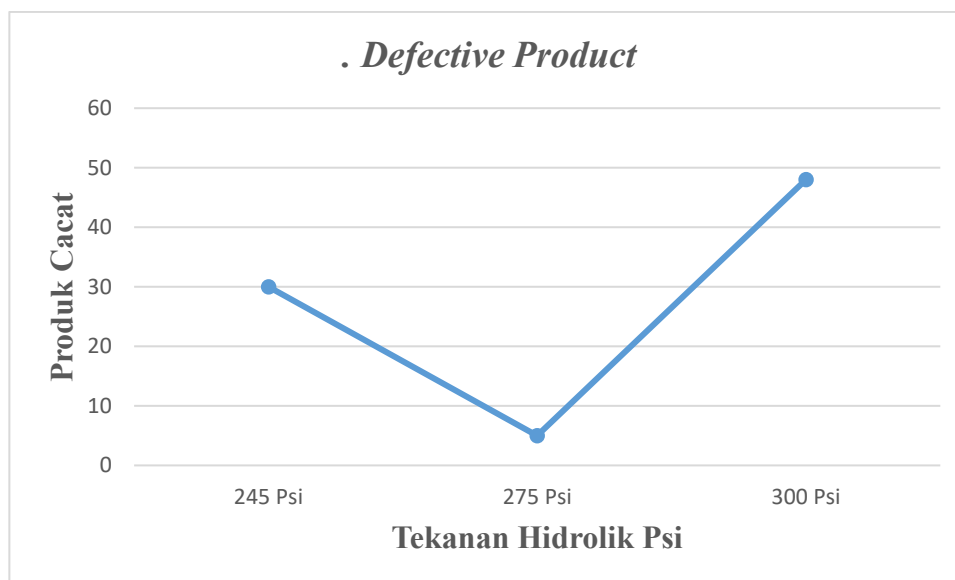
Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh persentase cacat sebesar 48% pada tekanan 300 psi (20 bar). Nilai tersebut menunjukkan bahwa dari 100 produk yang dihasilkan terdapat 48 panci mengalami kerusakan atau cacat pada bagian pemasangan pegangan. Tingginya jumlah cacat ini disebabkan tekanan hidrolik yang diberikan terlalu tinggi sehingga proses penumbukan atau penyatuan pegangan terjadi deformasi. Akibatnya, beberapa produk mengalami masalah seperti deformasi dari panci dan pegangan mengalami keretakan.

Dengan persentase cacat mencapai 48%, kualitas produksi pada tekanan 300 psi dapat dikategorikan buruk dan mendapat grade E karena tingkat kerusakan masih sangat tinggi. Oleh sebab itu, tekanan ini dinilai belum efektif untuk menghasilkan pemasangan pegangan panci yang kuat dan presisi.

Tabel 3 Hasil Analisis Percobaan

Tekanan Hidrolik (Psi)	Jumlah Produk	Produk Cacat	Persentase Cacat (%)
245 Psi	100	30	30%
275 Psi	100	5	5%
300 Psi	100	48	48%

Data ini diperoleh dari hasil percobaan dengan variasi tekanan yang berbeda. Pada tekanan 300 psi (20 bar) menunjukkan data kerusakan kecacatan produk yang paling besar yakni 48% dan percobaan 245 psi (16 bar) menunjukkan angka yang relative tinggi juga yakni 30%, sedangkan percobaan 275 psi (18 bar) menunjukkan data kerusakan yang relative bagus yakni dengan angka 5%. Dengan angka 15% menunjukkan data yang paling rendah daripada data yang ada di percobaan 300 psi (20 bar) dan percobaan 245 psi (16 bar).



Gambar 6 Grafik Hubungan Tekanan Hidrolik dengan Cacat Produk

Dengan demikian, variasi tekanan di 275 psi (18 bar) berpengaruh terhadap cacat produk dengan nilai persentase kecacatan yang relative rendah yakni di kerusakan 5 pcs saja. Oleh karena itu tekanan yang bagus untuk proses tumbuk pemasangan pegangan panci ada di tekanan 275 psi (18 bar).

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian diatas, tekanan 245 psi (16 bar) menghasilkan jumlah cacat yang relative tinggi yaitu berada di persentase 30% dengan kerusakan berjumlah 30 pcs panci. Kerusakannya berada dikeling rusak dan pegangan longgar. Pada tekanan 300 psi (20 bar) menghasilkan jumlah cacat yang paling tinggi yaitu berada di persentase 48% dengan kerusakan berjumlah 48 pcs panci. Kerusakannya berada dipegangan rusak, keling rusak dan body panci mengalami deformasi dengan kecacatan permanen (penyok). Kemudian pada tekanan 275 psi (18 bar) menghasilkan produk yang bagus dan berkualitas bagus yaitu berada di persentase 5% dengan kerusakan berjumlah 5 pcs panci. Untuk kerusakannya hampir sedikit dan menjadikan tekanan yang direkomendasi karena pegangan dan body panci menyatu dengan sempurna.

Dari analisa percobaan menggunakan 3 metode perbandingan tekanan yang berbeda beda disimpulkan bahwa tekanan di 275 psi (18 bar) merupakan tekanan yang baik dan bagus. Hal ini menunjukkan bahwa tekanan 275 psi (18 bar) merupakan tekanan yang paling optimal dalam proses pemasangan pegangan dibandingkan tekanan lainnya. Dengan hasil kerusakan paling sedikit yakni 5 pcs produk panci daripada 2 tekanan lainnya dengan hasil tekanan 245 psi (16 Bar).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya sampaikan kepada kedua orang tua saya atas segala doa, dukungan, dan motivasi yang diberikan selama proses penelitian ini. Dan juga Bapak/Ibu dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing saya. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada teman-teman seangkatan Teknik Mesin atas kebersamaan, diskusi, serta dukungan yang telah diberikan selama masa perkuliahan.

REFERENSI

- [1] N. N. Muryatini *et al.*, “Pengembangan Industri Rumah Tangga Teri Krispi Kusuma,” vol. 7, no. 3, pp. 184–193, 2025.
- [2] R. Seri, D. A. N. Paralel, and E. Widodo, “Analisis head pompa sentrifugal pada rangkaian seri dan paralel,” pp. 46–56.
- [3] A. Andry, M. Ivanto, and G. S. Lubis, “Rancang Bangun Mesin Press Hidrolik Berkapasitas 5 Ton,” vol. 5, no. 1, pp. 1–6, 2024.
- [4] A. Jl, C. Raya, K. Serang, and K. Serang, “Implementasi Sistem Hidrolik Pada Mesin Spandek Produksi di PT Primaland Juniwan,” vol. 2, no. 3, 2024.
- [5] D. Uji and T. Kerja, “Pada silinder hidrolik,” vol. 10, pp. 59–66, 2024.
- [6] R. D. Jayanto, E. Widodo, R. Firdaus, and A. Akbar, “The Manufacturing Planning of Installation Series-Parallel Combination Centrifugal Pump Testing Equipment Perencanaan Manufaktur Instalasi Pompa Sentrifugal Laboratorium Teknik Mesin Dengan Kombinasi Rangkaian Seri dan Paralel,” vol. 6, no. 1, 2021.
- [7] J. T. Mesin, F. Teknik, and U. M. Buana, “Analisis Kebocoran Sistem Hidrolik Pada Landing Gear,” vol. 1, no. 2, pp. 65–74, 2021.
- [8] M. I. Pasaribu *et al.*, “ANALISIS PERAWATAN (MAINTENANCE) MESIN SCREW PRESS DI PABRIK KELAPA SAWIT DENGAN METODE FAILURE MODE AND,” vol. 9, no. 2, pp. 104–110, 2021.
- [9] A. Perawatan *et al.*, “Jurnal SENOPATI,” pp. 32–45, 2022.
- [10] M. S. Ishlah, P. Vitasari, and E. Adriantantri, “ANALISIS PENYEBAB TERJADINYA CACAT PRODUK MENGGUNAKAN STATISTICAL PROCESS CONTROL PADA PROSES PRODUKSI PLYWOOD,” vol. 8, no. 2, pp. 146–151, 2025.
- [11] A. P. T. Abc, “SIGMA DAN FMEA UNTUK MENGURANGI PRODUK CACAT PANCI,” pp. 294–304.
- [12] A. Prasetyo, S. Mulyono, A. Milah Muhammad, and M. Muslimin, “Modifikasi Sistem Clamping dan Injection pada Prototipe Injection molding Double Barrel dengan Sistem Hidrolik,” *J. Mek. Terap.*, vol. 5, no. 3, pp. 133–142, 2025, doi: 10.32722/jmt.v5i3.7079.
- [13] T. S. Gumilang, R. Krisnaputra, S. Sugiyanto, I. A. Hendaryanto, I. S. Irawati, and G. Bahari, “Perancangan Sistem Hidrolik Pada Mesin Press Bambu Laminasi,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 14, no. 3, pp. 963–978, 2023, doi: 10.21776/jrm.v14i3.1484.
- [14] T. Pratomo, R. D. Yani, M. Effendi, and D. Iswanda, “Prototipe double acting cylinder transparan sebagai media pembelajaran sistem hidrolik,” vol. 10, no. 1, pp. 84–92, 2021.

- [15] J. Multidisiplin and S. Volume, "No Title," vol. 2, no. 12, pp. 86–96, 2024.
- [16] S. Hidrolik, R. Marking, and E. Machine, "MESIN PENGHAPUS MARKA JALAN," vol. 5, no. 2, pp. 122–131, 2020.
- [17] M. Naufal, H. Musyaffa, N. Sinaga, and B. Yunianto, "NUMERIK," vol. 11, no. 3, pp. 338–343, 2023.
- [18] J. Ferdani, I. M. Sunada, and M. Ali, "ANALISA PERFORMA HIDROLIK MEJA MAINTENANCE LARAS MERIAM 57mm S-60 ANTI AIRCRAFT," *Transmisi*, vol. 16, no. 1, 2020, doi: 10.26905/jtmt.v16i1.4495.
- [19] Komarudin, Y. I. Pratama, and I. Soleh, "Perancangan Power Unit Sistem Hidrolik untuk Payung Hidrolik di Masjid Raya Aceh," *J. Tera*, vol. 2, no. 1, pp. 34–47, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.undira.ac.id/jurnaltera/article/view/159>
- [20] A. W. Lestari, Z. Marlita, V. Sefiya, I. A. Prasetyo, and U. N. Semarang, "Analisis Varian (Anova) : Konsep , Langkah-Langkah Dan Penerapannya Dalam Analisis Data Analysis of Variance (ANOVA) : Concept , Steps , and Its Application in Data," vol. 6, no. 1, pp. 178–182, 2025.
- [21] M. `Choirul U. Nuha and Samsudi, "Pengaruh variasi kuat arus dan tekanan gas pelindung terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan MIG (metal inert gas) pembuatan front chasis mobil listrik dengan bahan ST 60," *J. Mech. Eng. Learn.*, vol. 11, no. 2, pp. 1–11, 2022.
- [22] G. Agustiono, T. Industri, F. Teknik, U. Maarif, and H. Latif, "Prosiding SemNas Teknik UMAHA Fakultas Teknik UMAHA ISSN 2721-2662 (online)," vol. 2662, pp. 98–106.
- [23] C. Meisita and C. Sheets, "ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS UNTUK MEMINIMUMKAN," vol. 13, no. 5, pp. 709–718, 2024.
- [24] D. A. N. Fmea, U. Menurunkan, D. Pada, and P. Assembly, "Analisa penyebab cacat produk menggunakan metode rca dan fmea untuk menurunkan defect pada proses assembly," vol. 4, no. 2, pp. 67–74, 2026.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.