

## Analisa Unjuk Kerja Mesin *Vacuum Press* dengan Sistem Elektro-Pneumatik terhadap Kapasitas Produksi pada Proses *Vacuum packaging*

Ragil Tri Indrawati<sup>1\*</sup>, Agus Pramono<sup>1</sup>, Padang Yanuar<sup>2</sup>, Eni Safriana<sup>1</sup>, Dewa Imron Fauzi<sup>1</sup>, Elroy Theody Hadiprasetya<sup>1</sup>, Hatta Maulana Isbar<sup>1</sup> dan Leonardo Dwiky Sadewa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang

<sup>2</sup>Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof. Soedarto, Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275

\*E-mail: ragil.tri@polines.ac.id

Diterima: 24-03-2023; Direvisi: 30-03-2023; Dipublikasi: 20-04-2023

### Abstrak

*Vacuum packaging* dilakukan guna memberikan kualitas, keamanan dan mengurangi ukuran suatu kemasan produk. Metode *vacuum packaging* dapat dilakukan secara manual maupun otomatis dengan menggunakan mesin *vacuum press*. Namun, proses *vacuum packaging* dengan cara manual menghasilkan kapasitas produksi yang rendah. Sehingga, banyak usaha yang bergerak pada industri *vacuum packaging* tidak mampu memenuhi permintaan konsumen. Pada penelitian ini dikembangkan sebuah mesin *vacuum press* dengan sistem elektro-pneumatik yang mudah dioperasikan dengan harga yang murah. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui unjuk kerja mesin *vacuum press* dengan sistem kontrol elektro-pneumatik terhadap kapasitas produksi pada proses *vacuum packaging*. Metode penelitian menggunakan riset *development* meliputi: (1) Analisa kebutuhan berkaitan dengan spesifikasi mesin yang akan dibuat, (2) Pembuatan desain mesin *vacuum press* dengan menggunakan *software Computer Aided Design (CAD)* dan simulasi kekuatan rangka mesin menggunakan *software Solidworks* serta pembuatan rangkaian elektro-pneumatik yang digunakan sebagai sistem kontrol langkah kerja mesin, (3) Proses pembuatan mesin *vacuum press*, (4) Pengujian mesin *vacuum press* dan (5) Evaluasi. Penelitian ini menggunakan variabel bebas dengan waktu vakum dan variabel terikat dengan tekanan kompresor minimal 4 bar dan waktu *sealer* selama 8 detik pada saat proses pengemasan. Hasil unjuk kerja menunjukkan bahwa penggunaan mesin *vacuum press* dengan sistem kontrol elektro-pneumatik bekerja secara efektif dan efisien dibandingkan dengan proses *vacuum* konvensional. Hasil menunjukkan efektifitas *cycle time* sebesar 100% dan peningkatan kapasitas produksi sebesar 98.9%.

**Kata kunci:** elektro-pneumatik; mesin *vacuum press*; *vacuum packaging*

### Abstract

*Vacuum packaging* is carried out to provide quality, safety and reduce the size of a product packaging. The *vacuum packaging* method can be done manually or automatically using a *vacuum press* machine. However, the manual *vacuum packaging* process results in low production capacity. Thus, many businesses engaged in the *vacuum packaging* industri are unable to meet consumer demand. This research developed a *vacuum press* machine with an electro-pneumatic sistem that is easy to operate at a low price. The purpose of this study was to determine the performance of a *vacuum press* machine with an electro-pneumatic kontrol sistem on production capacity in the *vacuum packaging* process. Research methods using *development* research include: (1) Needs analysis related to the specifications of the machine to be made, (2) Designing a *vacuum press* machine using *Computer Aided Design (CAD)* software and simulating the strength of the machine frame using *Solidwork* software and making electro-pneumatics used as a kontrol sistem for machine working steps, (3) The process of making a *vacuum press* machine, (4) Testing a *vacuum press* machine and (5) Evaluation. This study uses the independent variable with vacuum time and the dependent variable with a minimum compressor pressure of 4 bar and *sealer* time of 8 seconds during the packaging process. The performance results show that the use of a *vacuum press* machine with an electro-pneumatic kontrol sistem works effectively and efficiently compared to a conventional *vacuum* process. The results show an effective *cycle time* of 100% and an increase in production capacity of 98.9%.

**Keywords:** elektro-pneumatik; *vacuum press* machine; *packaging*

## 1. Pendahuluan

Industri pengemasan merupakan industri yang bertumbuh sangat pesat saat ini. Upaya modernisasi pengemasan terus dilakukan oleh industri, baik industri yang bergerak dibidang makanan, kebutuhan rumah tangga maupun lainnya. *Vacuum packaging* merupakan salah satu metode pengemasan yang banyak dilakukan. Metode ini bekerja dengan cara menghilangkan udara dari kemasan sebelum di *sealing/press*. Prinsip pengemasan vakum yaitu memasukkan produk

kedalam kantong plastik, mengeluarkan udara dari dalam plastik dan melakukan penyegelan plastik. Metode pengemasan ini banyak digunakan karena memberikan banyak manfaat. Manfaat utama metode pengemasan ini yaitu untuk menghilangkan oksigen dari dalam kemasan plastik vacuum, dimana ketika oksigen sudah dikeluarkan diharapkan waktu kadaluarsa suatu produk akan lebih panjang lagi. *Vacuum packaging* dilakukan guna memberikan kualitas dan keamanan dari produk selama penyimpanan, pengangkutan dan penjualan memperpanjang waktu display produk, dengan bentuk yang fleksibel, serta untuk mengurangi ukuran suatu kemasan produk [1,2]. Selain itu, *Vacuum packaging* telah banyak digunakan untuk memberikan efek pengemasan yang modern dan lebih menarik konsumen [3].

Metode *vacuum packaging* dapat dilakukan secara manual maupun otomatis dengan menggunakan mesin *vacuum press*. Namun, proses *vacuum packaging* dengan cara manual memberikan tingkat produktivitas yang rendah. Sehingga, banyak usaha yang bergerak pada industri *vacuum packaging* tidak mampu memenuhi permintaan konsumen. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas pada industri, meliputi: (1) Pengurangan tenaga kerja, (2) Penghematan biaya utilitas, (3) Peningkatan kualitas manajemen kontrol yang baik, (4) Intensitas produksi yang tinggi dengan menggunakan mesin terbaru dan (5) Pencacatan data secara disiplin dengan sebuah sistem. keseluruhan metode tersebut akan dapat dijalankan jika sistem otomasi dilakukan [4]. Beberapa penelitian menunjukkan hasil bahwa implementasi sistem otomasi pada sebuah industri mampu meningkatkan produktivitas dan kualitas produk [4-8]. Selain itu, penggunaan sistem otomasi mampu melakukan proses pengemasan dalam waktu yang singkat dan efisien [9]. Tahun 2024, Zhaoqi et al melakukan penelitian terkait dengan pengemasan *vacuum* menggunakan mesin *packaging* dengan mekanisme sistem otomasi pada proses *sealing* pada arah melintang. Hasil menunjukkan bahwa proses ini memberikan hasil terbaik pada proses *vacuum* dan meningkatkan kapasitas produksi [10].



**Gambar 1.** Proses *vacuum packaging* yang masih manual oleh operator

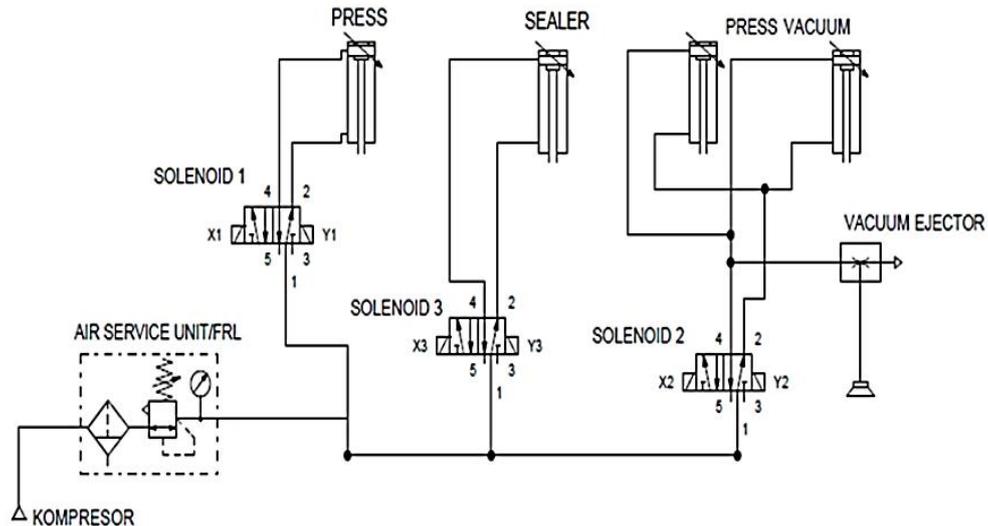
Sebuah industri kemasan *home product* dengan produk utamanya adalah bantal yang terletak di daerah Kabupaten Semarang memiliki bagian yang bertugas untuk mengemas bantal dengan cara *vacuum*. *Vacuum packaging* dilakukan secara manual/konvensional. Gambar 1 menunjukkan proses *vacuum packaging* secara manual di industri tersebut yaitu mulai dari *vacuum* hingga *sealing*. Berdasarkan data operator menunjukkan bahwa proses *vacuum packaging* membutuhkan total waktu 150 detik untuk satu buah bantal dan kapasitas saat ini adalah 192 buah/hari. Penelitian lain menunjukkan bahwa menerapkan sistem otomasi pada proses pengemasan melalui perancangan alat *press plastic* kedap udara berbasis mikrokontroler Arduino Uno. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan sistem tersebut menunjukkan efektifitas *cycle time* sebesar 80% [11]. Dengan penerapan mesin *vacuum press* dengan sistem kontrol elektro-pneumatik diharapkan mampu meningkatkan produktivitas yang ditunjukkan dengan meningkatnya efisiensi *cycle time* dan kapasitas produk, khususnya pada industri *vacuum packaging*. Hal ini sesuai dengan tujuan penelitian

yaitu untuk mengetahui unjuk kerja mesin *vacuum press* dengan sistem kontrol elektro-pneumatik terhadap kapasitas produksi pada proses *vacuum packaging*.

## 2. Material dan metodologi

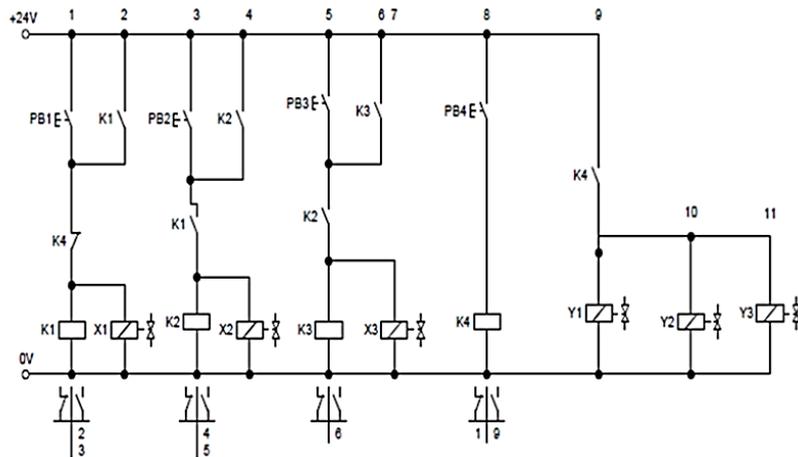
Metode penelitian menggunakan riset *development* meliputi: (1) Analisa kebutuhan berkaitan dengan spesifikasi mesin yang akan dibuat, (2) Pembuatan desain mesin *vacuum press* dengan menggunakan software *Computer Aided Design* (CAD) dan simulasi kekuatan rangka mesin menggunakan software *Solidworks* serta pembuatan rangkaian elektro-pneumatik yang digunakan sebagai sistem kontrol langkah kerja mesin, (3) Proses pembuatan mesin *vacuum press*, (4) Pengujian mesin *vacuum press* dan (5) Evaluasi. Penelitian ini menggunakan variabel bebas dengan waktu total vakum dan variabel terikat dengan tekanan kompresor minimal 4 bar dan waktu *sealer* selama 8 detik pada saat proses pengemasan. Mesin *press* berfungsi menghilangkan oksigen dari dalam kemasan plastik. Sistem penghilangan oksigen dalam *vacuum packaging* dapat meningkatkan kualitas produk, umur simpan dan mengurangi ukuran suatu kemasan produk [12]. Mesin *press* dalam penelitian ini menggunakan sistem elektro-pneumatik sebagai sistem kontrol langkah kerja mesin. Elektro-pneumatik merupakan pengembangan dari pneumatik, dimana prinsip kerjanya memilih energi pneumatik sebagai media kerja tenaga penggerak sedangkan media kontrolnya mempergunakan sinyal elektrik ataupun elektronik.

Gambar 2 merupakan rangkaian pneumatik yang digunakan dalam penelitian ini. Komponen sistem pneumatik meliputi: silinder pneumatik, *speed control*, *fitting push-in*, selang, rangkaian kontrol elektrik pneumatik, kompresor, *solenoid valve 4 station*, *filter*, *regulator*, *lubricator*, *relay* dan *vacuum ejector*.

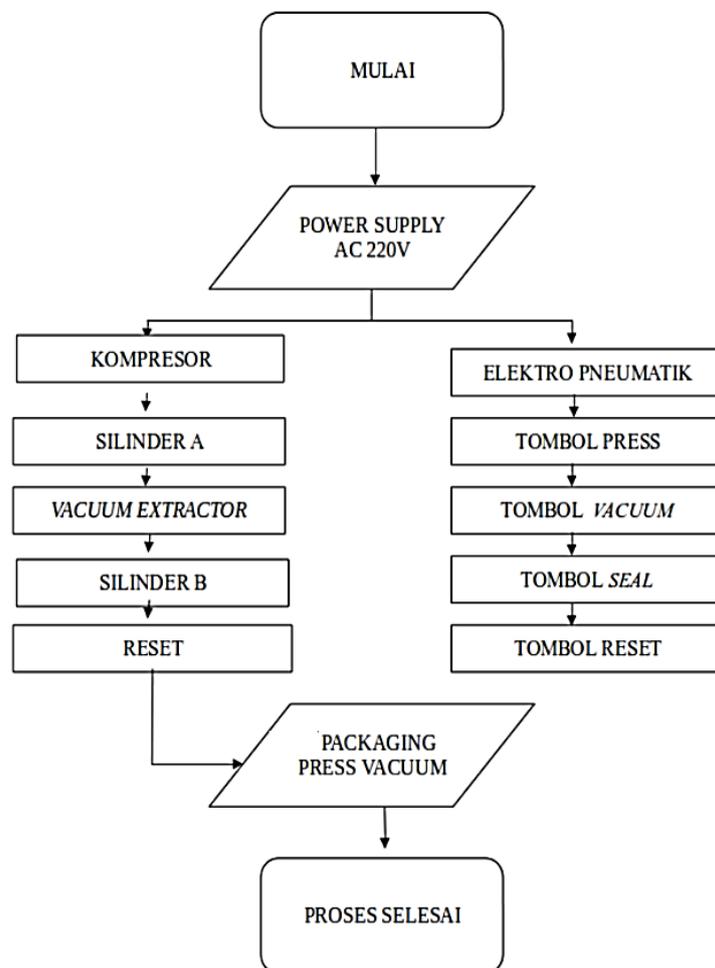


**Gambar 2.** Rangkaian Pneumatik

Gambar 3 merupakan rangkaian kelistrikan elektro-pneumatik. Rangkaian kelistrikan pada sistem elektro pneumatik ini terdiri dari *solenoid valve 4 station*, *push button*, kabel elektro-pneumatik, *relay* dan *power supply*. Sedangkan cara kerja dari mesin *press* dengan sistem kontrol elektro-pneumatik tersaji pada Gambar 4.



**Gambar 3.** Rangkaian Kelistrikan Elektro-pneumatik

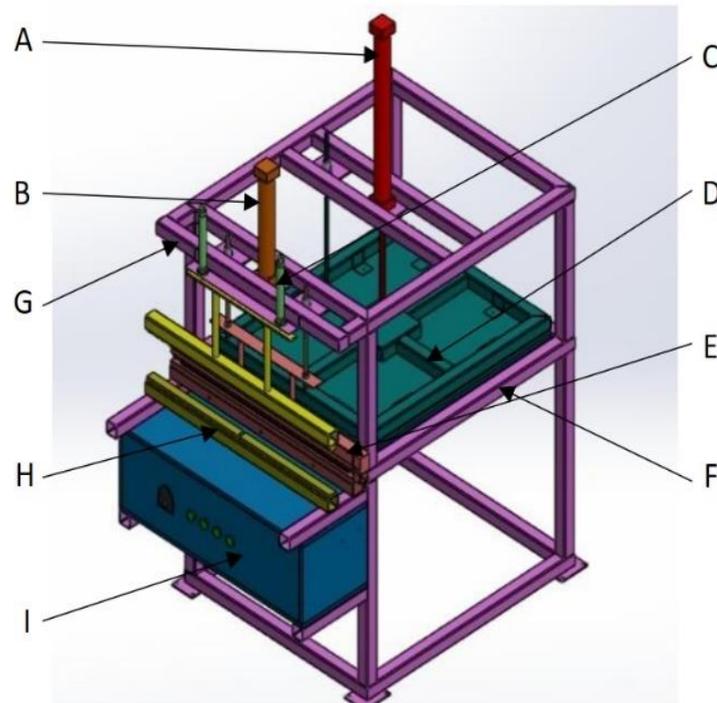


**Gambar 4.** Diagram Alir Cara Kerja Mesin Press

### 3. Hasil dan pembahasan

Pembuatan desain mesin *vacuum press* dengan menggunakan *software Computer Aided Design (CAD)*. Gambar 5 merupakan desain mesin *vacuum press*. Mesin tersebut terdiri dari beberapa komponen meliputi: (A) silinder A, (b) silinder B, (c) silinder C, (d) *top press*, (e) *sealer*, (f) *bed*, (g) *base*, (h) penahan plastik dan (i) *panel box*. Mesin ini

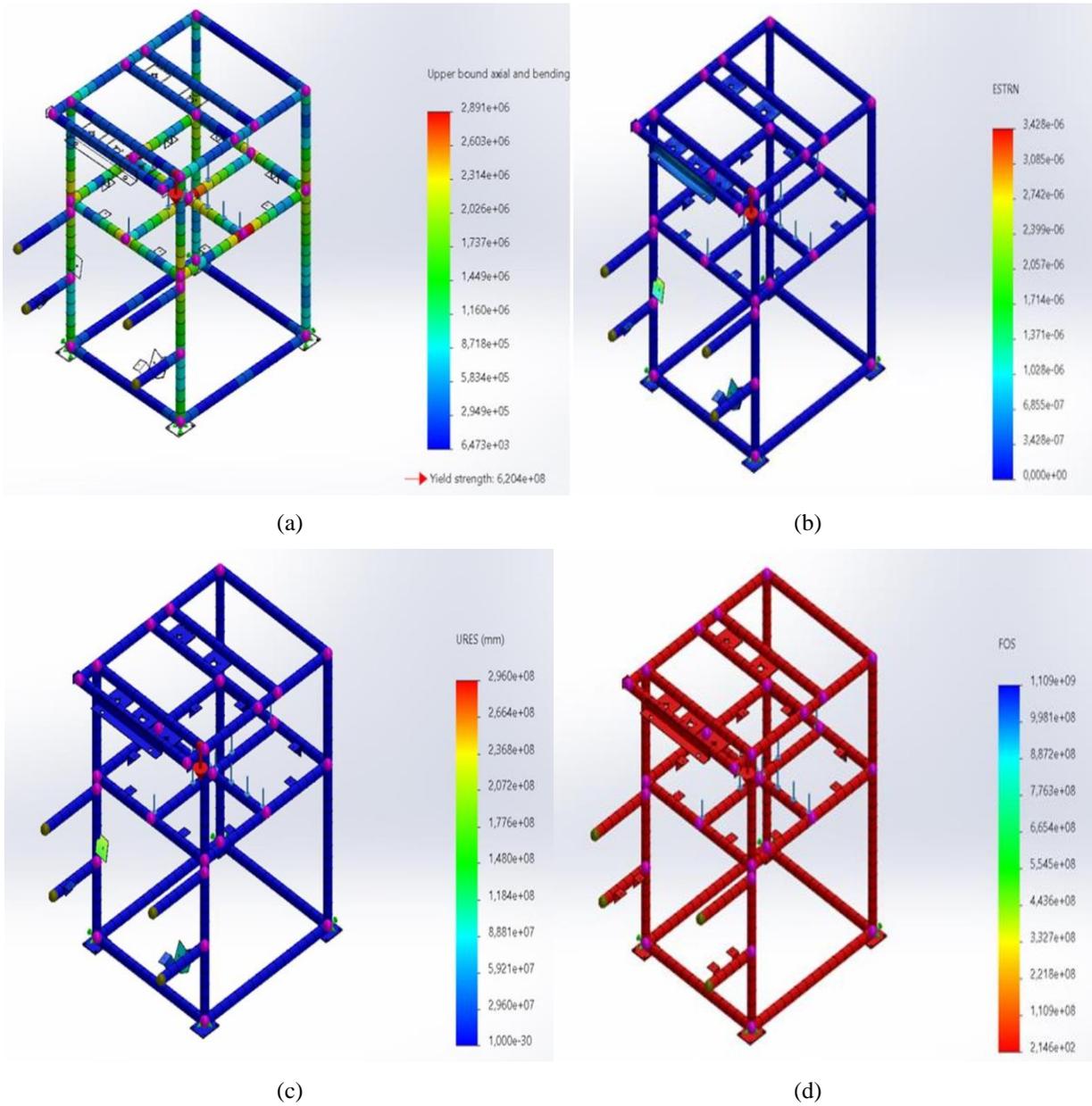
dilengkapi dengan sistem kontrol menggunakan sistem elektro pneumatik yang terdiri dari dua silinder, yaitu silinder A yang berfungsi sebagai silinder *press* dan silinder B yang berfungsi sebagai silinder sealer dan 2 silinder kecil C sebagai penahan plastik saat proses vakum. Sistem kontrol ini dapat membantu industri dalam hal kemudahan pengerjaan serta akan meningkatkan produktivitas melalui pengerjaan yang lebih efektif dan efisien. Mesin *vacuum press* dirancang dengan proses kerjanya adalah ketika silinder A turun akan melakukan proses pengepresan material, kemudian setelah volume material mengecil, maka silinder penahan vakum akan diturunkan dan dilakukan proses pemvakuman. Setelah udara dalam plastik mengecil selanjutnya dilakukan proses *sealing* dengan menurunkan silinder B. Setelah semua proses selesai, set ulang kembali posisi silinder ke posisi awal dengan menekan tombol reset.



**Gambar 5.** Desain Mesin *Vacuum press*

Setelah proses desain dilalui kemudian dilanjutkan dengan melakukan simulasi gaya tekan silinder pneumatik terhadap rangka mesin *vacuum press* dengan menggunakan bantuan software *Solidworks*. Simulasi dilakukan dengan memberikan beban statis sebesar 80 N. Gambar 6 merupakan hasil simulasi terkait tegangan, regangan, perpindahan dan faktor keamanan dari akibat gaya tekan silinder pneumatik terhadap rangka mesin *vacuum press*. Pada gambar tersebut warna merah, hijau dan biru masing – masing menunjukkan kecerahan tertinggi, sedang dan terendah. Untuk masing-masing rangka, dapat dilihat bahwa bahan di bagian merah dalam pembuatan rangka tidak boleh lebih tipis atau lebih ringan. Nilai faktor keamanan yang diterapkan adalah 2,14. Hasil menunjukkan bahwa struktur rangka aman pada titik ini dan material akan luluh apabila dikenai gaya berlipat ganda.

Gambar 7 merupakan mesin *vacuum press* yang telah berhasil dibuat dengan spesifikasi mesin tersaji pada Tabel 1. Sedangkan Gambar 8 merupakan pengujian mesin guna mengetahui kinerja dari mesin. Pengujian mesin dilakukan melalui 2 tahap yang terdiri dari: (1) Pengujian elektrik berfungsi untuk mengetahui kontrol elektro-pneumatik dan semua komponen lainnya bekerja dengan baik dan benar sesuai dengan yang diinginkan, pengujian ini dilakukan tanpa input material dan (2) Pengujian mekanik yang dilakukan dengan menggunakan input material untuk dilakukan *vacuum press* dengan variasi waktu vakum [13-15].



**Gambar 6.** Hasil simulasi gaya tekan silinder pneumatik terhadap rangka mesin *vacuum press* (a) *stress* dengan gaya 80 N; (b) *strain* dengan gaya 80 N (c) defleksi dengan gaya 80 N dan (d) *safety factor* dengan gaya 80 N



**Gambar 7.** Mesin *Vacuum Press*

**Tabel 1.** Spesifikasi Mesin *Vacuum press*

Dimensi rangka mesin	: (700 x 800 x 1000) mm
Dimensi silinder pneumatik	: (40 x 400, 40 x 200, 16 x 100) mm
Tekanan kompresor	: 4 psi
Ukuran <i>specimen press</i>	: (45 cm x 60 cm) dengan berat 700 gram



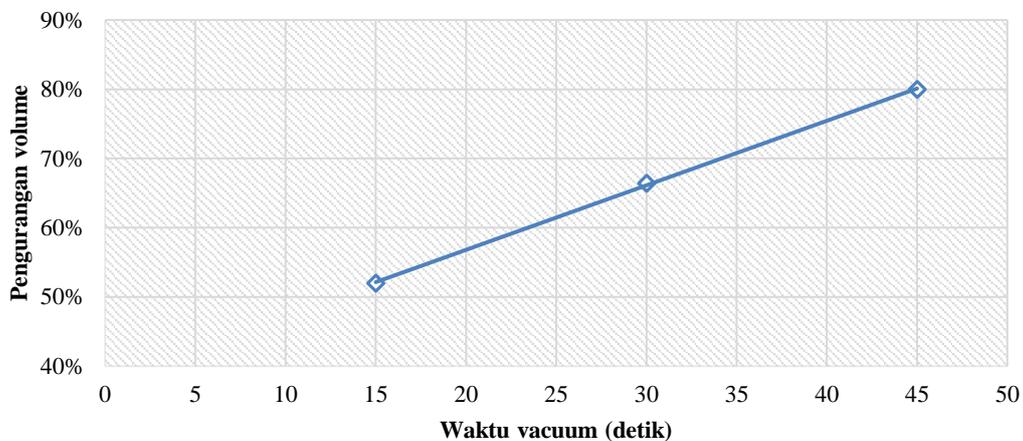
**Gambar 8.** Pengujian Mesin *Vacuum Press*

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Mesin *Vacuum Press*

No.	Waktu <i>Vacuum</i> (detik)	Waktu <i>Sealer</i> (detik)	Hasil	Volume (cm <sup>3</sup> )		Pengurangan volume
				Sebelum <i>Vacuum</i>	Setelah <i>Vacuum</i>	
1	15	8		34967,9	16479	52% Banyak udara tersisa saat digulung
2	30	8		34967,9	11739	66,4% Sedikit udara tersisa saat digulung

					
3	45	8	34967,9	6999	79,97%
					Lebih sedikit udara tersisa saat digulung
					

Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin *vacuum press* memiliki kinerja yang baik yaitu dapat melakukan pengepresan dan pemvakuman material dengan material uji berupa bantal. Tabel 2 merupakan data hasil pengujian. Pengujian dilakukan dengan variasi waktu proses *vacuum* yaitu 15 s, 30 s dan 45 s serta menggunakan tekanan kompresor sebesar 4 bar dan waktu *sealer* selama 8 detik. Pemilihan waktu *sealer* selama 8 detik didasarkan pada waktu *sealer* yang digunakan pada proses *vacuum* secara konvensional, sehingga hasilnya dapat dibandingkan antara proses *vacuum* konvensional dan proses *vacuum* dengan menggunakan mesin. Material uji yang digunakan ialah bantal dengan dimensi (45 cm x 60 cm) dan berat 700 gram serta plastik kemasan menggunakan jenis PE tebal 80 micron.



**Gambar 9.** Persentase Pengurangan Volume Material Hasil Pengujian pada Mesin *Vacuum Press*

Gambar 9 merupakan persentase pengurangan volume material hasil pengujian pada mesin *vacuum press*. Terlihat bahwa lama waktu proses *vacuum* berbanding lurus terhadap persentase pengurangan volume material. Semakin lama waktu *vacuum* menghasilkan pengurangan volume yang lebih besar. Waktu *vacuum* menjadi faktor penentu dari hasil akhir kevakuman produk, semakin lama waktu vakum semakin sedikit udara yang tersisa di dalam kemasan. Gambar 8 merupakan perbandingan hasil akhir proses *vacuum packaging* dengan menggunakan waktu *vacuum* yang sama yaitu 45 detik. Gambar 10 (a) hasil akhir proses *vacuum packaging* menggunakan mesin *vacuum press*, (b) hasil akhir proses *vacuum packaging* menggunakan *vacuum* konvensional.



**Gambar 10.** Perbandingan Hasil Akhir Proses *Vacuum packaging* (a) Menggunakan Mesin *Vacuum Press* dan (b) Menggunakan *Vacuum* Konvensional

Berdasarkan hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa waktu *vacuum* 45 detik dan waktu *sealing* 8 detik serta waktu *setup* mesin sebesar 22 detik merupakan waktu *vaccum* optimal untuk menghasilkan *vacuum packaging* dengan sedikit udara yang tersisa di dalam kemasan. Hal ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan mesin *vacuum press* membutuhkan total waktu 75 detik untuk satu kali proses *vacuum packaging*. Sedangkan jika menggunakan alat *vacuum* konvensional memerlukan waktu 150 detik untuk setiap satu kali proses *vacuum packaging*. Pada proses *vacuum packaging* menggunakan mesin *vacuum press* mampu menghasilkan 382 bantal dengan asumsi waktu kerja 8jam/hari. Sedangkan proses *vacuum packaging* menggunakan *vacuum* konvensional mampu menghasilkan 192 bantal dengan asumsi waktu kerja 8jam/hari.

Tabel 3 merupakan hasil kenaikan pada beberapa variable dengan adanya mesin *vacuum press*. Maka dapat dikatakan bahwa mesin *vacuum press* ini mampu bekerja secara efisien dan efektif dalam proses *vacuum packaging* yaitu mampu meningkatkan *cycle time*, kapasitas produksi dan factor keamanan operator [16]. Dengan penggunaan mesin *vacuum press* mampu mengurangi waktu kerja dan menghasilkan ukuran produk yang seragam. Berbeda dengan alat *vacuum* konvensional yang menghasilkan ukuran produk yang berbeda antara satu dengan yang lain. Hal ini tentunya menjadikan mesin *vacuum press* menjadi lebih unggul dibanding alat *vacuum* konvensional.

**Tabel 3.** Potensi Keuntungan dari penggunaan mesin *vacuum press* dengan sistem kontrol elektro-pneumatic

No.	Variabel	Sebelum	Setelah	Selisih	Efisiensi
1	<i>Cycle time</i>	150 detik/proses	75 detik/proses	75 detik/proses	100%
2	Kapasitas produksi	192 buah/hari	382 buah/hari	190 buah/hari	98.9%
3	<i>Safety</i>	Kurang <i>safety</i> , operator mengoperasikan alat <i>vacuum</i> dan <i>sealer</i> dengan tangan secara langsung	Lebih <i>safety</i> , proses <i>vacuum</i> dan <i>sealer</i> dilakukan secara otomatis oleh mesin	<i>Safety</i> meningkat	

#### 4. Kesimpulan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan mesin *vacuum press* dengan sistem kontrol elektro-pneumatik bekerja secara efektif dan efisien dalam proses *vacuum packaging* dibandingkan dengan *vacuum* konvensional. Dalam satu kali proses *vacuum packaging* membutuhkan total waktu 75 detik, sedangkan jika menggunakan alat *vacuum*

konvensional memerlukan waktu 150 detik untuk setiap satu kali proses *vacuum packaging*. Maka dapat dikatakan bahwa mesin *vacuum press* ini mampu bekerja secara efisien dan efektif dalam proses *vacuum packaging* yaitu mampu meningkatkan kapasitas produksi sebesar 98.9%. Hal ini menunjukkan bahwa usaha penggantian proses dari konvensional kearah modern akan sangat memberikan keuntungan pada sebuah industri yang ditunjukkan dengan makin meningkatnya kapasitas produksi.

#### Daftar Pustaka

- [1] Rodionova, K. O., Paliy, A. P. The effectiveness of application ultraviolet radiation for the sanitation of production premises of meat processing enterprises. *Journal for Veterinary Medicine, Biotechnology and Biosafety*. 2016; 2(4): pp. 20–24.
- [2] Paliy, A. P., Rodionova, Ye. A. Preventive disinfection of technological equipment and production premises of meat processing enterprises. *Scientific Notes of the Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine*. 2017; 53(1), pp. 119–122.
- [3] Kainash, A. P., Ofilenko, N. O., Burbak A. M. Modern types of poultry meat and meat products packaging. *Scientific Herald of Poltava University of Economics and Trade. Series: Technical Sciences*. 2014; 1: pp. 73–79.
- [4] Nimawat, Dheeraj dan Shrivastava, A. Increasing productivity through automation. *European Journal of Advances in Engineering and Technology*. 2016: 3(2). pp. 45-47.
- [5] Chaudari, Niraj C., Patii, Pavitra D., Chaudari, Mayur R., Lanje, Pankaj K., dan More, Mayur S. Increasing productivity and quality of products by implementations of automation in manufacturing sectors. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*. 2017: 3(2). pp. 9-12.
- [6] Sima, V., Gheorge, I.G., Subic, J. dan Nancu, D. Influences of the industri 4.0 revolution on the human capital development and consumer behavior: A sistematic review. *Sustainability MDPI*. 2020: 12(4035). pp. 1-28.
- [7] Vermeulen, B., Kesselhut, J., Pyka, A. dan Saviotti, P.P. The impact of automation on employment: Just the usual structural change. *Sustainability MDPI*. 2018: 10(1661). pp. 1-27.
- [8] Kokkonen, T. The impact of automation and robotization on income distribution in post industrial countries: Who are the winners and what steps should society take?. *Finlandia: Aalto University School of Business*; 2016. pp. 38-40.
- [9] Anderson, S., Harfardi, Feidihal, Rahmi, F. erancangan Mesin Vakum Untuk Produk Olahan Jamur Tiram Dalam Rangka Meningkatkan Nilai Jual Dan Masa Pakai. *Jurnal Teknik Mesin*. 2021; 14 (2): pp. 86-93.
- [10] Zhaoqi Zheng, Bingjian Shi, Wenjuan Mei, Chaoran Liu, Zimin An, Pu Shi, Ruifang Wang. Design and simulation of key mechanism for transverse sealing of fresh food packaging machine. *Journal of Physics: Conference Series*. 2024: pp .1-6. doi:10.1088/1742-6596/1965/1/012024.
- [11] Ma'ruf, A., Widiatoro, H. Perancangan Alat Pres Plastik Kedap Udara pada Pengemasan Cireng Mentah Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO. *Prosiding The 11th Industrial Research Workshop and National Seminar*. 2020; pp. 165-171.
- [12] Kerry, J.P., O'Grady, M.N., Hogan, S.A. Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: A review. *Meat Science*. 2006; 74: pp. 113-130.
- [13] Indrawati, RT., Mahmudati, R. Performansi Alat BackwashWater Terhadap Kualitas Air di Pondok Pesantren Tradisional Kabupaten Wonosobo. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 2020; 15 (1): p. 26-32.
- [14] Indrawati, RT., Putri, F., T., Rochmatika, R., A., dan Prawibowo H. Peningkatan Kapasitas Produksi melalui Rancang Bangun Mesin Semi Otomatis Pemotong Adonan Kerupuk. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 2021; 16 (3): pp. 437-446.
- [15] Indrawati, RT., Carli, Setiyawan, T., Safriana, E., Putri, F., T., Sai'in, A. Efektifitas Abrasive Water Jet Machine pada Proses Restorasi Komponen Otomotif. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 2022; 17 (2): pp. 315-324.
- [16] Putri, F., T., Luthfiansyah, G., Indrawati, RT., Prasetyo, B., Priyoatmojo, S. Analisa Efek Otomatisasi Proses terhadap Kapasitas Produksi dengan Studi Kasus Mesin Selotip Semi Otomatis di Industri Pengemasan. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 2021; 16 (2): pp. 286-297.