



STUDI EKSPERIMENTAL PENYESUAIAN PARAMETER MESIN *PACKING* BARU TIPE ZP-530S TERHADAP KUALITAS PRODUK SABUN DAN EFISIENSI PRODUKSI TANPA *MANUAL BOOK* PADA PT. X

Pedro Da Silva¹, Acim Maulana², Rahmat³

¹Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Budi Utomo, Jakarta

²Jurusan Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknik Karawang, Karawang

³Jurusan Teknik Mesin, Universitas Sains Indonesia, Bekasi

Email : rahmat.r@lecturer.sains.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan parameter operasi optimal mesin *packing* tipe Horizontal *Form-Fill-Seal* (HFFS) ZP-530S terhadap kualitas produk sabun dan efisiensi produksi pada PT X yang dioperasikan tanpa *manual book* resmi dari pabrikan. Ketidadaan panduan teknis menyebabkan pengaturan mesin dilakukan secara *trial and error*, sehingga berdampak pada tingginya tingkat *reject*, meningkatnya *downtime*, dan menurunnya efisiensi produksi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Design of Experiments* (DoE) *Full Factorial* 3×3×3 dengan tiga variabel bebas, yaitu suhu *sealing* (170 °C, 175 °C, dan 180 °C), *level tension spring* (level 1, 2, dan 3), serta kecepatan produksi (280, 290, dan 300 pcs/menit). Setiap kombinasi diuji menggunakan sampel 100 produk sehingga total pengujian mencapai 2.700 produk. Respon yang diamati meliputi persentase *reject* dan efisiensi produksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi parameter optimal diperoleh pada suhu *sealing* 175 °C, *level tension spring* 2, dan kecepatan produksi 280 pcs/menit dengan tingkat *reject* sebesar 1% dan efisiensi produksi mencapai 99%. Penerapan parameter optimal terbukti mampu menurunkan *reject* lebih dari 85% dibandingkan kondisi terburuk serta meningkatkan stabilitas proses produksi. Selain itu, penelitian ini menghasilkan dokumen *Centerline* sebagai standar parameter mesin dan panduan *Troubleshooting* sebagai acuan penanganan gangguan mesin. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi praktis bagi PT X dalam meningkatkan kualitas kemasan dan efisiensi produksi, sekaligus menjadi referensi ilmiah dalam pengendalian parameter mesin *packing* tanpa *manual book*.

Kata Kunci: Mesin *packing*; HFFS; Kualitas kemasan; Efisiensi produksi; DoE

Abstract

This study aims to determine the optimal operating parameters of the Horizontal Form-Fill-Seal (HFFS) ZP-530S packing machine on soap product quality and production efficiency at PT X, which operates without an official manual book from the manufacturer. The absence of technical guidance causes machine settings to rely on trial and error, resulting in high reject rates, increased downtime, and reduced production efficiency. This research applied a Full Factorial Design of Experiments (DoE) 3×3×3 with three independent variables: sealing temperature (170 °C, 175 °C, and 180 °C), spring tension level (level 1, 2, and 3), and product speed (280, 290, and 300 pcs/min). Each parameter combination was tested using 100 product samples, resulting in a total of 2,700 test units. The observed responses included reject percentage and production efficiency. The results showed that the optimal parameter combination was achieved at a sealing temperature of 175 °C, spring tension level 2, and product speed of 280 pcs/min, producing a reject rate of only 1% with a production efficiency of 99%. The application of these optimal parameters significantly reduced the reject rate by more than 85% compared to the worst condition and improved process stability. In addition, this study produced a Centerline document as a standard machine setting reference and a Troubleshooting guide as a practical solution for machine disturbances. The findings are expected

to provide practical benefits for PT X in improving packaging quality and production efficiency, as well as serving as a scientific reference for packing machine parameter control without a manual book.

Keywords: *packing machine; HFFS; packaging quality, production efficiency; DoE*

1. PENDAHULUAN

Industri manufaktur merupakan salah satu sektor yang memiliki peran penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi, khususnya pada produk kebutuhan sehari-hari seperti sabun batang (Ilhan and Gibson 2023),(ROSSEN 1992). Dalam proses produksinya, mesin *packing* memegang peranan yang sangat vital untuk memastikan produk sampai ke konsumen dengan kualitas kemasan yang baik, rapi, serta terjaga higienitasnya (Nilmanee et al. 2018),(Ilhan et al. 2021). Keandalan mesin *packing* tidak hanya berpengaruh pada kualitas produk akhir, tetapi juga pada kelancaran proses produksi secara keseluruhan (Hashimoto 2006). Oleh karena itu, pemahaman mendalam mengenai performa mesin dan penyesuaian parameter kerjanya menjadi hal yang sangat krusial.



Gambar 1. Mesin HFFS ZP-530S

Dalam konteks operasional di PT X, perusahaan menghadapi tantangan ketika menggunakan mesin *packing* baru tipe ZP-530S

yang tidak dilengkapi *manual book* resmi dari pabrikan. Ketiadaan panduan teknis ini menimbulkan kendala signifikan, khususnya dalam menentukan *setting* parameter yang tepat agar produk sabun dapat dikemas dengan kualitas optimal (Rahmat, Putra, and Hermawan 2025). Akibatnya, operator sering melakukan *trial and error* yang berdampak pada peningkatan *downtime*, cacat produk, serta penurunan efisiensi produksi (Muhammad Ikhsan Lubis et al. 2025),(Flandin 2011). Masalah ini menjadi penting dan menarik untuk diteliti karena sejalan dengan isu aktual di dunia industri, di mana perusahaan dituntut untuk mengoptimalkan kinerja mesin dengan keterbatasan informasi teknis, namun tetap menjaga kualitas produk dan produktivitas (SEIFI et al. 2023).

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini diarahkan untuk melakukan studi eksperimental dalam menyesuaikan parameter mesin *packing* ZP-530S sehingga diperoleh rekomendasi *setting* optimal. Hasil penelitian akan dituangkan dalam bentuk dokumen *Centerline* sebagai standar pengaturan mesin serta panduan *Troubleshooting* untuk mengatasi permasalahan umum yang terjadi di lapangan (Adam et al. 2025). Dengan demikian, penelitian berjudul “Studi Eksperimental Penyesuaian Parameter Mesin *Packing* Baru Tipe ZP-530S terhadap Kualitas Produk Sabun dan Efisiensi Produksi Tanpa Manual Book pada PT X” diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam mendukung operasional perusahaan sekaligus menambah referensi ilmiah dalam bidang manufaktur dan teknik industry (Bamps and Peeters 2023).

2. Metode

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan *Design of Experiments (DoE) Full Factorial 3×3×3*.

Variabel penelitian meliputi:

1. *Suhu sealing*: 170°C, 175°C, 180°C
2. *Level tension spring*: 1, 2, 3
3. Kecepatan produksi: 280, 290, 300 pcs/menit

Setiap kombinasi diuji menggunakan 100 sampel produk sehingga total pengujian sebanyak 2.700 produk.

Parameter yang diamati:

1. Persentase reject
2. Efisiensi produksi

Analisis dilakukan untuk menentukan pengaruh masing-masing variabel serta interaksi antar variabel terhadap kualitas produk.

2.2 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer yang diperoleh langsung dari hasil pengujian mesin packing tipe Horizontal Form-Fill-Seal (HFFS) ZP-530S di PT X. Pengambilan data dilakukan melalui percobaan produksi dengan variasi parameter mesin yang telah ditentukan.

Data yang dikumpulkan meliputi:

1. Persentase produk reject pada setiap kombinasi parameter
2. Nilai efisiensi produksi berdasarkan output aktual terhadap kapasitas mesin
3. Observasi jenis cacat kemasan seperti leakers, burn mark, dan sobek

Selain data primer, penelitian ini juga menggunakan data sekunder berupa referensi literatur terkait proses sealing, mesin HFFS, serta metode Design of Experiments (DoE) sebagai dasar analisis.

2.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui metode eksperimen langsung pada mesin packing tipe Horizontal Form-Fill-Seal (HFFS) ZP-530S di PT X. Proses pengambilan data dilakukan secara sistematis dengan mengatur kombinasi parameter mesin sesuai dengan rancangan Design of Experiments (DoE).

Tahapan pengumpulan data meliputi:

1. Menentukan kombinasi parameter berdasarkan metode Full Factorial 3×3×3.
2. Melakukan pengaturan parameter mesin sesuai kombinasi yang telah ditentukan.
3. Menjalankan proses produksi dengan jumlah sampel sebanyak 100 produk untuk setiap kombinasi parameter.
4. Mengidentifikasi dan mencatat jumlah produk reject pada setiap percobaan.
5. Menghitung efisiensi produksi berdasarkan output aktual yang dihasilkan.
6. Mendokumentasikan jenis cacat produk yang terjadi selama proses produksi.

Total jumlah pengujian yang dilakukan adalah sebanyak 27 kombinasi percobaan dengan total sampel mencapai 2.700 produk.

2.4 Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan melalui langkah-langkah berikut:

1. Perhitungan Persentase Reject
Persentase reject dihitung berdasarkan jumlah produk cacat dibandingkan dengan total sampel pada setiap percobaan. Melakukan perhitungan ulang terhadap efisiensi waktu *setup* menggunakan persamaan:

$$\%Reject = \frac{Jumlah\ Reject}{Total\ Produksi} \times 100\%.. \text{ Pers 1}$$

2. Perhitungan Efisiensi Produksi
Efisiensi produksi dihitung dengan membandingkan output aktual terhadap kapasitas produksi mesin dalam kondisi ideal.

$$Efisiensi = \left(\frac{Jumlah\ Sampel - Total\ Reject}{Jumlah\ Sampel} \right) \times 100\%.. \text{ Pers. 2}$$

3. Analisis Pengaruh Parameter
Data hasil eksperimen dianalisis untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel (suhu, tension spring, dan

kecepatan produksi) terhadap kualitas produk.

4. Analisis Interaksi Antar Variabel Dilakukan analisis interaksi antar parameter untuk melihat hubungan kombinasi variabel terhadap respon yang dihasilkan.
5. Penentuan Parameter Optimal Parameter optimal ditentukan berdasarkan kombinasi dengan nilai reject terendah dan efisiensi produksi tertinggi.

2.5 Batasan Penelitian

Penelitian difokuskan pada mesin packing tipe Horizontal Form-Fill-Seal (HFFS) ZP-530S yang digunakan di PT X tanpa membandingkan dengan tipe mesin lainnya. Parameter yang dianalisis dibatasi pada suhu sealing, level tension spring, dan kecepatan produksi (Rahmat, Putra, and Sutomo 2025), karena ketiga variabel tersebut merupakan faktor utama yang memengaruhi kualitas kemasan dan efisiensi produksi. Objek penelitian dibatasi pada produk sabun batang dengan spesifikasi tertentu yang umum diproduksi di perusahaan. Analisis kualitas produk dilakukan berdasarkan persentase reject serta jenis cacat kemasan yang terjadi, seperti leakers, burn mark, dan sobek (Rahmadi and Fattahillah 2026). Selain itu, analisis efisiensi produksi hanya didasarkan pada perbandingan antara output aktual dengan kapasitas mesin tanpa mempertimbangkan aspek biaya produksi secara rinci (Verros, Mantzou, and Despoudi 2026). Dalam penelitian ini, faktor eksternal seperti kondisi lingkungan kerja, variasi material kemasan, serta kualitas bahan baku dianggap konstan selama proses pengujian berlangsung sehingga tidak dianalisis secara mendalam (Zhang et al. 2025).

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan metode Design of Experiments

(DoE) Full Factorial $3 \times 3 \times 3$, diperoleh data variasi nilai persentase reject dan efisiensi produksi untuk setiap kombinasi parameter. Total pengujian dilakukan sebanyak 27 kombinasi dengan jumlah sampel 2.700 produk.

Hasil menunjukkan bahwa perubahan parameter suhu sealing, level tension spring, dan kecepatan produksi memberikan pengaruh signifikan terhadap kualitas hasil kemasan.

Tabel 1. Ringkasan Hasil Eksperimen.

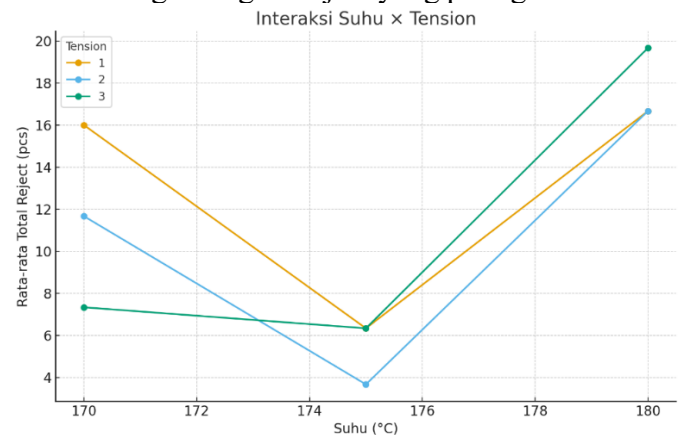
No	Suhu (°C)	Tension	Kecepatan (pcs/min)	Reject (%)	Efisiensi (%)
1	170	1	280	11	89
2	170	2	290	2	88
3	175	2	280	1	99
4	180	3	300	18	82

3.1 Analisis Pengaruh Parameter

a. Pengaruh Suhu Sealing

Pada suhu rendah (170°C), sering terjadi cacat berupa leakers akibat kurangnya ikatan antar lapisan kemasan. Sebaliknya, pada suhu tinggi (180°C), ditemukan cacat burn mark akibat panas berlebih.

Suhu optimal diperoleh pada 175°C, di mana kualitas sealing berada dalam kondisi terbaik dengan tingkat reject yang paling rendah.

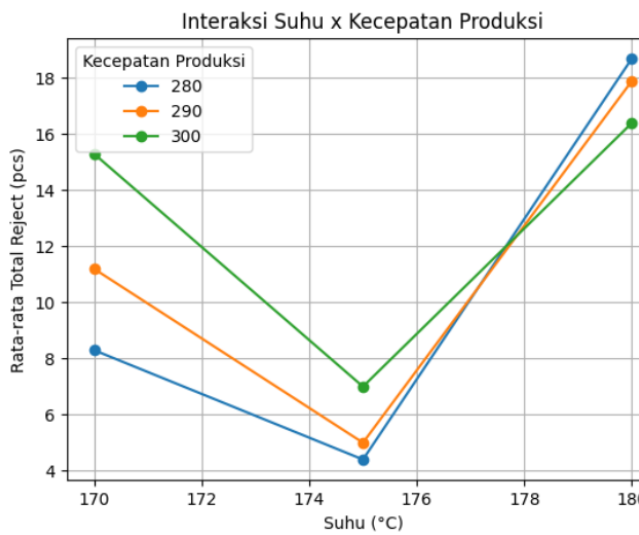


Gambar 2. Grafik pengaruh suhu dan level tension terhadap reject sabun.

b. Pengaruh Level Tension Spring

Level tension spring memengaruhi tekanan pada proses sealing. Tension yang terlalu rendah menyebabkan sealing tidak rapat, sedangkan tension terlalu tinggi dapat menyebabkan sobek pada kemasan.

Level tension optimal berada pada level 2, yang menghasilkan keseimbangan antara tekanan dan kualitas sealing.

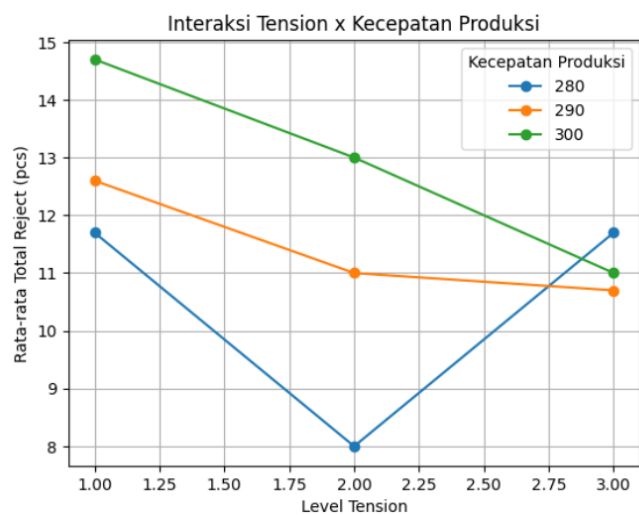


Gambar 3. Grafik pengaruh suhu dan kecepatan produksi terhadap reject sabun

c. Pengaruh Kecepatan Produksi

Kecepatan produksi juga berpengaruh terhadap kualitas kemasan. Kecepatan tinggi cenderung mengurangi waktu kontak sealing sehingga meningkatkan risiko cacat. Sedangkan kecepatan terlalu rendah dapat menurunkan efisiensi produksi.

Kecepatan optimal diperoleh pada 280 pcs/menit yang memberikan keseimbangan antara kualitas dan efisiensi.



Gambar 4. Grafik pengaruh Level Tension dan kecepatan produksi terhadap reject sabun

4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa parameter mesin packing tipe HFFS ZP-530S memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kualitas produk dan efisiensi produksi. Penggunaan metode Design of Experiments (DoE) terbukti efektif dalam menentukan kombinasi parameter optimal secara sistematis tanpa bergantung pada manual book.

Kombinasi parameter optimal diperoleh pada suhu sealing 175°C, level tension spring 2, dan kecepatan produksi 280 pcs/menit, yang menghasilkan tingkat reject sebesar 1% dan efisiensi produksi sebesar 99%. Penerapan parameter tersebut mampu meningkatkan kualitas kemasan serta menurunkan tingkat cacat produk secara signifikan dibandingkan kondisi sebelumnya.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk menyusun standar parameter mesin (*centerline*) dan panduan troubleshooting guna mendukung kestabilan proses produksi serta meningkatkan efisiensi operasional di PT X.

Daftar Pustaka

- Adam, Firman Davidsyah, Yunastya Didi Pratama, Arzaq Mustaghits, and Padli Azkia. 2025. "PENANGANAN ALARM DTER PADA ROBOT FANUC M-900IA SPOT WELDING MULTI - GUN." *Jurnal Ekselenta-Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik* 2(2): 10.
- Bamps, Bram, and Roos Peeters. 2023. "Seal Materials in Flexible Plastic Food Packaging: A Review." *Packaging Technology & Sciences* 36(February): 507–32. doi:10.1002/pts.2732.
- Flandin, E Planes S Marouani L. 2011. "Optimizing the Heat Sealing Parameters of Multilayers Polymeric Films." *Journal Mater Sciences* 46: 5948–58. doi:10.1007/s10853-011-5550-4.



- Hashimoto, Yasuo. 2006. "Effect of Heat-Sealing Temperature on the Failure Criteria of Oriented Polypropylene / Cast Polypropylene Heat Seal." *POLYMER ENGINEERING AND SCIENCE*. doi:10.1002/pen.
- Ilhan, Ilknur, and Ian Gibson. 2023. "Observing the Effect of Pressure and Temperature on the Seal Integrity of Critical Seal Regions of Various Flexible Bag Designs." *Food Packaging and Shelf Life* 37(May): 101088. doi:10.1016/j.fpsl.2023.101088.
- Ilhan, Ilknur, Deniz Turan, Ian Gibson, and Roland Klooster. 2021. "Understanding the Factors Affecting the Seal Integrity in Heat Sealed Flexible Food Packages: A Review." *Packaging Technology & Sciences* 34(February): 321–37. doi:10.1002/pts.2564.
- Muhammad Ikhsan Lubis, M.H., M.T. Lenny Herawati, S.T., Ak. Nelly Suryani, S.E., M.A.B., CSCMP. Yudha Witanto, S.T., M.T., MBB., M.Si. Noviana, S.T., and M.T. Rahmat, S.T. 2025. *OTOMASI INDUSTRI Teknologi Dan Implementasi*. 1st ed. ed. M.Sc. Ir. Setiyono, S.T., M.M., M.T. Malang: Duta Technology. <https://penerbitdutatechnology.com/book/56>.
- Nilmanee, Somporn, Tunyarut Jinkarn, Lerpong Jarupan, Supachai Pisuchpen, and Alaster Yoxall. 2018. "Seal Strength Evaluation of Flexible Plastic Films by Machine Testing and Human Peeling." *Journal of Testing and Evaluation* doi:10.1520/JTE20160541 46: 1508–17. doi:10.1520/JTE20160541.
- Rahmadi, Septian, and Rangga Wahyu Fattahillah. 2026. "JUTIN: Jurnal Teknik Industri Terintegrasi Optimasi Parameter Proses Sealing Pada Kemasan Fleksibel Laminasi PET / ALU / PE / LLDPE Menggunakan Metode Design Of Experiments (DOE)." *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi* 9(1): 689–99. doi:10.31004/jutin.v9i1.54180.
- Rahmat, Dean Anggara Putra, and Ade Hermawan. 2025. "Sustainable Urban Farming Rack Design Using Eco Friendly Materials with Variety Load." *JTEP Jurnal Keteknikan Pertanian* 13(4): 576–94. doi:10.19028/jtep.013.4.576-594.
- Rahmat, R, Dean Anggara Putra, and Wahyu Sutomo. 2025. "SINTEK JURNAL : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Utilizing Environmentally Friendly Materials as Sustainable Urban Vertical Farming Racks with Maximum Load." *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 19(1): 1–10.
- ROSSEN, JACK L. 1992. "Design and Development of a Horizontal Form/Fill/Seal Machine for an Automated Combat Ration Manufacturing Facility." *Rutgers, The State University of New Jersey THE CENTER FOR ADVANCED FOOD TECHNOLOGY*.
- SEIFI, Mohammad Reza, Reza ALIMARDANI, Seyed Saeid MOHTASEBI, Hossein MOBLI, and Maumoud Soltani FIROUZ. 2023. "A SUPERVISORY CONTROL SYSTEM FOR AUTOMATION OF HORIZONTAL FORM-FILL-SEAL PACKAGING PLANT." *Acta mechanica et automatica* 17(3): 423–34. doi:10.2478/ama-2023-0049.
- Verros, Kostantinos, Thomas Mantzou, and Stella Despoudi. 2026. "A Sustainable Packaging Logistics Framework for Reducing Greenhouse Gas Emissions in Food Supply Chains." *Applied Sciences (Switzerland)* 16(1274): 1–18. doi:https://doi.org/10.3390/app16031274.
- Zhang, Hongbing, Dongsheng Hu, Yuanbin He, Langbin Jin, Ying Zhang, and Jiajia Tu. 2025. "Optimization Method of Heat-Sealing Process for Pillow Packaging Machine." *Processes* 13(3602): 1–17. doi:https://doi.org/10.3390/pr13113602
- Copyright: