

Rancang Bangun Sistem Transmisi Turbin Uap dengan Mekanisme Pengayun Eksentrik untuk Proses Penyaringan Bubur Tahu

^{1*}**Bima Lukman Hasim, ²Fatkur Rhohman**

^{1,2}Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: *1bimalukhas@gmail.com, 2fatkurrohman@unpkediri.ac.id

Penulis Korespondens : Bima Lukman Hasim

Abstrak — Industri tahu skala kecil hingga menengah di Indonesia masih menghadapi tantangan dalam efisiensi energi dan biaya operasional, khususnya pada proses penyaringan bubur tahu yang umumnya menggunakan motor listrik. Penelitian ini merancang sistem transmisi berbasis turbin uap impuls satu tahap dengan mekanisme pengayun eksentrik sebagai alternatif penggerak mesin penyaring. Energi yang digunakan berasal dari uap sisa boiler yang sebelumnya tidak dimanfaatkan. Sistem terdiri dari turbin uap, pulley, sabuk-V, gearbox reducer, poros eksentrik, batang penghubung, dan U-joint. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu menurunkan kecepatan dari 1.000 rpm menjadi 25 rpm, serta menghasilkan stroke ayunan sebesar 40 cm. Uji kinerja membuktikan sistem bekerja stabil dan sesuai kebutuhan fungsional. Dengan demikian, pemanfaatan uap sisa sebagai energi alternatif terbukti meningkatkan efisiensi dan mengurangi ketergantungan pada listrik dalam proses produksi tahu.

Kata Kunci — turbin uap, transmisi, eksentrik, tahu, gearbox

Abstract — *Small- to medium-scale tofu industries in Indonesia continue to face challenges related to energy efficiency and operational costs, particularly in the filtering process, which commonly relies on electric motors. This study designs a transmission system based on a single-stage impulse steam turbine with an eccentric swing mechanism as an alternative drive for the tofu filtering machine. The energy used is sourced from residual steam generated by the boiler, which was previously left unutilized. The system consists of a steam turbine, pulley, V-belt, gearbox reducer, eccentric shaft, connecting rod, and U-joint. Test results show that the system successfully reduces rotational speed from 1,000 rpm to 25 rpm and produces an oscillation stroke of 40 cm. Performance testing confirms that the system operates stably and meets functional requirements. Thus, utilizing residual steam as an alternative energy source has proven to improve efficiency and reduce dependence on electricity in tofu production.*

Keywords — *Steam turbine, transmission, eccentric, tofu, gearbox*

This is an open access article under the CC BY-SA License.



I. PENDAHULUAN

Industri tahu merupakan salah satu sektor pangan rakyat yang sangat penting di Indonesia. Tahu dikonsumsi oleh berbagai lapisan masyarakat karena nilai gizinya tinggi serta harganya yang terjangkau. Dalam proses produksinya, terdapat beberapa tahapan penting, diantaranya adalah perebusan dan penyaringan bubur tahu. Mesin penyaring biasanya digerakkan oleh motor listrik yang memerlukan energi listrik cukup besar [1]. Di sisi lain, dalam proses perebusan,

industri ini menggunakan boiler untuk menghasilkan uap panas, namun sebagian besar uap sisa dari boiler hanya dibuang ke udara tanpa pemanfaatan lebih lanjut [2].

Padahal uap sisa tersebut memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif. Energi termal dari uap dapat dikonversi menjadi energi mekanik menggunakan turbin uap impuls single stage, yang cocok digunakan pada sistem berskala kecil hingga menengah karena bentuknya yang kompak dan efisien dalam mengubah energi kinetik uap menjadi energi rotasi. Energi rotasi dari turbin inilah yang dapat digunakan sebagai penggerak sistem penyaring melalui sistem transmisi mekanik.

Sistem transmisi berperan penting dalam menyalurkan energi dari sumber (turbin) ke beban (pengayun). Komponen transmisi seperti pulley, sabuk-V, poros, dan bearing banyak digunakan dalam aplikasi mesin sederhana karena kemampuannya dalam mentransfer torsi dan kecepatan secara efektif [3], [4]. Dalam perancangan sistem transmisi, rasio putaran, pemilihan bahan, efisiensi daya, serta kekuatan struktur menjadi perhatian utama agar gerak ayunan dapat tercapai secara stabil dan sesuai kebutuhan penyaringan [5].

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas berbagai penerapan sistem transmisi mekanik. Hasman et al. [1] mengembangkan mesin penyaring bubur tahu dengan penggerak motor listrik. Wicaksana dan Istiqlaliyah [3] merancang sistem transmisi pada mesin perajang kerupuk menggunakan sabuk-V dan pulley. Prasetya dan Rhohman [4] merancang mesin pencampur berbasis transmisi sabuk dengan model pisau jari-jari, sedangkan Koencoro dan Istiqlaliyah [5] mengembangkan transmisi mesin pengolah gabah dengan efisiensi perbandingan kecepatan. Selain itu, studi Nuhgraha dan Jordi [6] menunjukkan pentingnya perancangan rasio dan kekuatan transmisi dalam sistem pengayak pasir otomatis. Mahmudi [7] secara spesifik menganalisis pemilihan ukuran pulley dan sabuk-V berdasarkan kebutuhan daya dan torsi mesin.

Penelitian lain oleh Simanjuntak et al. [8] menyoroti pentingnya efisiensi pemanfaatan uap dalam sistem boiler di sektor industri. Sementara itu, Kasnawati et al. [9] menekankan pentingnya penerapan teknologi mesin otomatis untuk meningkatkan produktivitas pada industri manufaktur berskala kecil, termasuk dalam hal perancangan sistem transmisi. Selain itu, Handayani et al. [10] menunjukkan bahwa penerapan alat penyaring otomatis dapat meningkatkan efisiensi produksi tahu di skala UMKM.

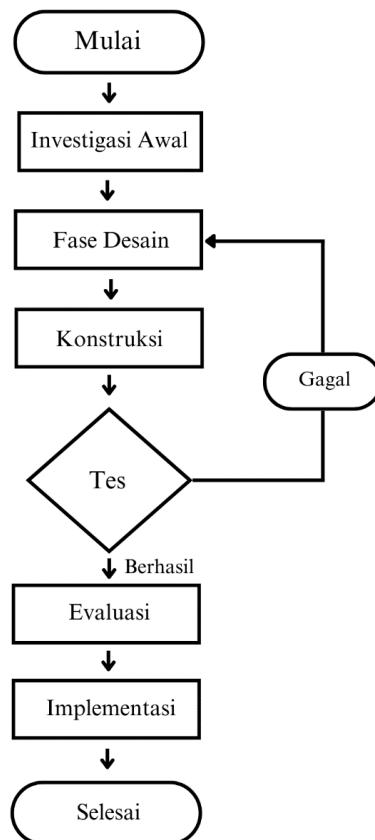
Namun, belum banyak ditemukan penelitian yang secara langsung memanfaatkan energi uap sisa sebagai sumber daya penggerak mesin penyaring tahu. Hal inilah yang menjadi latar belakang dan kebaruan dari penelitian ini, yaitu merancang sistem transmisi berbasis turbin uap impuls dengan mekanisme pengayun eksentrik untuk menggerakkan penyaring bubur tahu, dengan harapan dapat meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi ketergantungan terhadap energi listrik konvensional.

II. METODE

A. Pendekatan Perancangan

Pendekatan yang digunakan dalam perancangan ini adalah penyesuaian desain, yang mana sistem transmisi dirancang agar sesuai untuk memenuhi kebutuhan mekanisme pengayun eksentrik dalam proses penyaringan bubur tahu. Desain ini berdasarkan pada prinsip kerja turbin uap yang dikombinasikan dengan mekanisme pengayun untuk meningkatkan efisiensi penyaringan.

B. Prosedur Perancangan



Gambar 1 Flow Chart

Keterangan:

1. Investigasi Awal

Tahap pertama yang dilakukan dalam perancangan ini adalah survei serta wawancara langsung di mitra industri tahu untuk mengetahui permasalahan dan kebutuhan mitra. Selain itu juga dilakukan studi literatur mengenai turbin uap, mekanisme pengayun eksentrik, transmisi, serta hal-hal yang berkaitan dengan proses penyaringan bubur tahu.

2. Fase Desain

Mendesain ulang sistem transmisi agar sesuai dengan kebutuhan pada penyaringan bubur tahu

3. Konstruksi

Membuat dan merakit keseluruhan sistem transmisi pada alat penyaring

4. Tes

Melakukan uji coba kinerja pada sistem transmisi yang telah dibuat.

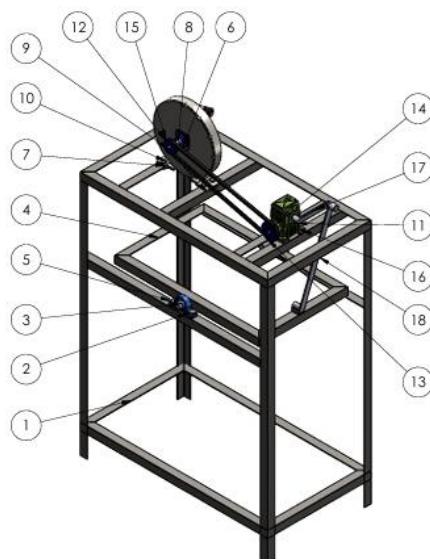
5. Evaluasi

Mengevaluasi hasil uji coba sistem transmisi serta melakukan revisi jika diperlukan

6. Implementasi

Menerapkan alat pada kegiatan penyaringan bubur tahu di industri mitra

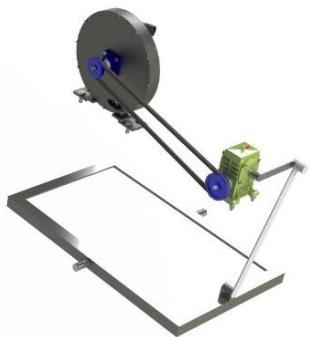
C. Desain Perancangan



Gambar 2 Desain Mesin Penyaring Bubur Tahu

Keterangan :

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| 1. Rangka | 10. Baut |
| 2. Baut | 11. Gearbox |
| 3. Poros Saringan | 12. Pulley Turbin |
| 4. Rangka Saringan | 13. Pulley Gearbox |
| 5. Pillow Blok UCP 205 | 14. Poros Gearbox |
| 6. Baut | 15. Sabuk-V |
| 7. Kaki Turbin | 16. Baut |
| 8. Pillow Blok UCF 204 | 17. Eksentrik |
| 9. Poros Turbin | 18. Batang Penghubung |



Gambar 3 Desain Transmisi

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan

Tabel 1 Spesifikasi Sistem Transmisi

No	Komponen	Keterangan
1	Turbin Uap	1.000 RPM
2	Pulley Penggerak	\varnothing 50 mm
3	Pulley yang digerakkan	\varnothing 200 mm
4	Sabuk-V	Tipe A-59
5	Gearbox	WPA 1:10
6	Poros Eksentrik	R 20 cm, menghasilkan stroke 40 cm
7	Batang Penghubung	\varnothing 20mm
8	U-Joint	Penghubung Fleksibel antara batang dan rangka
9	Poros Ayunan	Besi pejal \varnothing 1 inch / 25 mm
10	Bearing Rangka Ayunan	UCP 205, 2 buah
11	Bearing Eksentrik	UCP 203, 1 buah

B. Perhitungan Rasio Transmisi

Perhitungan ini mencakup kecepatan putaran, panjang sabuk transmisi, rancangan mekanisme gerak eksentrik, serta komponen pendukung sistem lainnya.

1. Penentuan Target Kecepatan Akhir

Sesuai dengan alat pada mitra industri yang beroperasi pada kecepatan antara 20 hingga 25 rpm, maka penulis menetapkan target kecepatan akhir sebesar 25 rpm pada

poros eksentrik. Untuk mencapai kecepatan tersebut, digunakan kombinasi sistem transmisi berupa reduksi pulley dan gearbox.

2. Perhitungan Rasio Transmisi

a. Kecepatan Awal Turbin Uap

$$n_1 = 1.000 \text{ rpm}$$

b. Tahap 1 Reduksi Pulley :

- Pulley Penggerak : 50 mm
- Pulley digerakkan : 200 mm
- Kecepatan setelah Pulley :

$$n_2 = n_1 \times \frac{d_1}{d_2} \quad (1)$$

$$n_2 = 1.000 \times \frac{50}{200}$$

$$n_2 = 250 \text{ rpm}$$

c. Tahap 2 reduksi gearbox :

- Rasio gearbox 1:10
- Kecepatan setelah gearbox :

$$n_3 = \frac{n_2}{10} = \frac{250}{10} = 25 \text{ rpm}$$

Dengan demikian, sistem transmisi berhasil menurunkan kecepatan dari 1.000 rpm menjadi 25 rpm secara bertahap..

3. Perhitungan Panjang Sabuk-V

Panjang sabuk ditentukan berdasarkan jarak antar poros dan ukuran diameter pulley menggunakan rumus:

$$L = 2c + \frac{\pi}{2} \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4c} \quad (2)$$

Dengan : C = 550 mm

$$d_1 = 50 \text{ mm}$$

$$d_2 = 200 \text{ mm}$$

$$\text{Substitusi nilai : } L = 2(550) + \frac{3,14}{2} \cdot (50 + 200) + \frac{(200 - 50)^2}{4 \times 550}$$

$$L = 1.100 + \frac{3,14}{2} (250) + \frac{150^2}{2.200}$$

$$L = 1.100 + 392,5 + 10,23 = 1.502,73 \text{ mm}$$

$$\text{Konversi ke inci : } L = \frac{1.502,73}{25,4} = 59,15 \text{ inci}$$

Panjang sabuk ini paling mendekati dengan sabuk tipe A-59, dan umum tersedia di pasaran.

4. Perancangan Eksentrik

Eksentrisitas pada poros dirancang sebesar 20 cm, sehingga menghasilkan lintasan gerak maksimum (stroke) sebagai berikut:

$$L = 2 \cdot R \quad (3)$$

$$L = 2 \cdot 20$$

$$L = 40 \text{ cm}$$

Gerakan ini ditransmisikan ke rangka saringan melalui batang penghubung dan sistem U-Joint.

5. Perencanaan Komponen Pendukung

- Poros Ayunan : menggunakan poros besi pejal berdiameter 1 inch, cukup untuk menahan beban dinamis selama proses berayun.
- Bearing/bantalan
Bering UCP 205 sebanyak 2 buah digunakan untuk menopang poros rangka ayunan. Serta bearing UCP 203 dingunakan sebagai Eksentrik dari gearbox ke rangka ayunan.
- U-joint : dipilih sebagai sambungan fleksibel yang mampu menyesuaikan perubahan sudut akibat gerakan eksentrik dan ayunan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan analisis terhadap sistem transmisi turbin uap dengan mekanisme pengayun eksentrik untuk proses penyaringan bubur tahu, dapat disimpulkan bahwa sistem berhasil mengonversi energi uap sisa dari boiler menjadi energi mekanik yang efektif untuk menggerakkan proses penyaringan. Mekanisme transmisi yang dirancang mampu menurunkan putaran turbin sebesar 1.000 rpm menjadi 25 rpm melalui penggunaan kombinasi pulley serta gearbox tipe WPA dengan rasio 1:10, yang dikombinasikan dengan komponen pendukung lainnya.

Selain itu, sistem pengayun eksentrik mampu menghasilkan gerakan bolak-balik dengan stroke sebesar 40 cm, yang sesuai dengan kebutuhan ayunan rangka penyaring. Hasil uji coba menunjukkan bahwa sistem bekerja secara stabil, efisien, dan tidak menimbulkan getaran maupun suara abnormal yang dapat mengganggu proses produksi. Pemanfaatan uap sisa ini juga menunjukkan potensi dalam menurunkan biaya operasional serta menawarkan solusi energi alternatif yang lebih ramah lingkungan bagi industri tahu skala kecil hingga menengah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Hasman *et al.*, “RANCANG BANGUN MESIN PENYARING BUBUR TAHU,” *Atech-i*, vol. 1, no. 2, pp. 43–53, 2024, doi: <https://doi.org/10.55043/atech-i.v1i2.23>.
- [2] P. H. Waskitho, “PERANCANGAN DAN VALIDASI VERTICAL FIRE TUBE BOILER UNTUK INDUSTRI TAHU MENGGUNAKAN SOFTWARE SOLIDWORKS,” UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG, 2019. Accessed: Dec. 15, 2024. [Online]. Available: <https://lib.unnes.ac.id/35522/>
- [3] E. A. G. P. Wicaksana and H. Istiqlaliyah, “Perancangan Sistem Transmisi Pada Mesin Perajang Lontongan Kerupuk Kapasitas 50kg/Jam,” in *SEMNAS INOTEK*, 2023, pp. 841–847. doi: <https://doi.org/10.29407/inotek.v7i2.3507>.

- [4] I. Y. Prasetya and F. Rhohman, "Rancang Bangun Mesin Pencampur Ragi Dan Ampas Tahu Dengan Model Pisau Jari-Jari Kapasitas 25 Kg," in *SEMNAS INOTEK*, Jul. 2021, pp. 307–312. doi: <https://doi.org/10.29407/inotek.v5i3.1125>.
- [5] A. D. Koencoro and H. Istiqlaliyah, "Rancang Bangun Mesin Pengolah Gabah Sistem Transmisi Kapasitas 5 Kg," in *Procedia of Engineering and Life Science*, Universitas Muhamadiyah Sidoarjo, Mar. 2021. doi: <https://doi.org/10.21070/pels.v1i1.849>.
- [6] Y. A. Nuhgraha and G. S. Jordi, "RANCANG BANGUN TRANSMISI PADA MESIN PENGAYAK PASIR OTOMATIS," *JURNAL TEDC*, vol. 15, no. 1, pp. 64–68, 2021, doi: <https://doi.org/10.29407/tedc.v15i1.455>.
- [7] H. Mahmudi, "Analisa Perhitungan Pulley dan V-Belt Pada Sistem Transmisi Mesin Pencacahan," *Jurnal Mesin Nusantara*, vol. 4, no. 1, pp. 40–46, Jun. 2021, doi: <https://doi.org/10.29407/jmn.v4i1.16201>.
- [8] E. Simanjuntak, M. Idris, and J. Jufrizal, "Analisis Performa Boiler Berbahan Bakar Kombinasi Fiber Dan Cangkang Pada Boiler Takuma N-600 SA," *IRA Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, vol. 2, no. 1, pp. 34–42, May 2023, doi: 10.56862/irajtma.v2i1.41.
- [9] Kasnawati, R. Sampe, Y. Kusdiah, and M. Sriwati, "PENGEMBANGAN TEKNOLOGI MESIN OTOMATIS UNTUK PENINGKATAN PRODUKTIVITAS DALAM INDUSTRI MANUFAKTUR," *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran*, vol. 7, no. 4, pp. 15300–15306, Oct. 2024, doi: <https://doi.org/10.31004/jrpp.v7i4.36459>.
- [10] N. Handayani, Z. Arif, and Y. Nadya, "Teknologi Alat Penyaring Tahu Sebagai Upaya Peningkatan Pada Usaha Tahu di Desa Sidodadi Kota Langsa," *Abdi: Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*, vol. 5, no. 3, pp. 320–326, Aug. 2023, doi: 10.24036/abdi.v5i3.376.
- [11] F. Rosa and Saparin, "ANALISA KECEPATAN DAN PERCEPATAN POROS EKSENTRIK MESIN PENUMBUK BERAS ARUK," in *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian pada Masyarakat*, 2018, pp. 97–101. doi: <https://doi.org/10.33019/snppm.v2i0.600>.
- [12] F. Fattah, "RANCANG BANGUN ALAT PENGAYAK PASIR OTOMATIS," *Motor Bakar: Jurnal Teknik Mesin*, vol. 1, no. 1, 2017, doi: <http://dx.doi.org/10.31000/mbjtm.v1i1.186.g129>.