



PERANCANGAN DAN PENGEMBANGAN MESIN PEMISAH KULIT ARI KEDELAI OTOMATIS

Muh Farid Hidayatullah¹⁾, Arya Mahendra Sakti²⁾, Sudirman Rizki Ariyanto³⁾, Lailatus Sa'diyah Yuniar Arifianti⁴⁾

¹⁾Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

Email: muhfarid.22012@mhs.unesa.ac.id

²⁾Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

Email: aryasakti9@mhs.unesa.ac.id

³⁾Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

Email: rizkisudir41@mhs.unesa.ac.id

⁴⁾Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

Email: lailatusnn@mhs.unesa.ac.id

Abstract

The soybean processing process for making tempeh for middle- and lower-class soybeans still uses traditional methods to peel and separate the soybean hulls. This machine is designed to address the problem of peeling and separating soybean hulls at the household and lower-middle-scale businesses, which is still often done traditionally (by treading or soaking manually), which is inefficient, unhygienic, and labor-intensive. The main objective of this research is to design and build an automatic soybean peeling and separating machine that is easily accessible, energy-efficient, and able to improve the cleanliness of the processed product. The final design uses a two-gear cylinder mechanism with a gap adjustment (slider) that can be adjusted according to soybean size. Automatic separation utilizes mass/air differences to push the hulls out and the beans fall into a separate channel. The manufacturing process involved literature review, observation, selection of alternative designs, component fabrication, and machine assembly. The expected results are a hopper with a capacity of 15 kg, an electric motor drive with a V-belt pulley transmission, two geared cylinders, and testing of optimal gap variations and cylinder rotations, capable of producing a capacity of approximately 300 kg/hour of clean, ready-to-process soybeans. The design of the hull peeling and separating machine features a peeling mechanism that utilizes the gap between a toothed cylinder and an adjustable adjustment mechanism that adapts to the type of soybean being peeled.

Keywords: Dried soybeans, hull peeling, separating machine.

Abstrak

Proses pengolahan kedelai untuk pembuatan tempe menenga kebawah masih menggunakan cara tradisional untuk mengupas dan memisahkan kulit ari kedelai. Mesin ini dirancang untuk mengatasi masalah pengupasan dan pemisahan kulit ari kedelai pada skala rumah tangga dan pengusaha menengah kebawah yang selama ini masih banyak dilakukan secara tradisional (injak-injak atau perendaman manual) sehingga kurang efisien, kurang higienis, dan menyita tenaga. Tujuan utama penelitian adalah merancang dan membuat mesin pengupas dan pemisah kulit ari kedelai otomatis yang mudah dijangkau, hemat daya, dan mampu meningkatkan kebersihan hasil pengolahan. Desain akhir menggunakan mekanisme dua silinder bergerigi dengan pengaturan celah (slider) yang dapat disesuaikan menurut ukuran kedelai serta pemisahan otomatis memanfaatkan perbedaan massa/udara sehingga kulit ari terdorong keluar dan biji jatuh ke saluran terpisah. Proses pembuatan melalui studi literatur, observasi, pemilihan alternatif desain, pembuatan komponen, dan perakitan mesin. Hasil yang diharapkan adalah hopper mampu menampung 15 kg, penggerak motor listrik dengan transmisi pulley v-belt, dua silinder bergerigi, dan pengujian variasi celah serta putaran silinder yang optimal mampu menghasilkan kapasitas sekitar 300 kg/jam kedelai bersih siap proses. Rancang bangun mesin pengupas dan pemisah kulit ari mempunyai mekanisme pengupasan dengan memanfaatkan celah antara silinder bergerigi dengan penyetel yang dapat di atur sesuai dengan jenis kedelai yang akan di kupas.

Kata Kunci: Kedelai kering, mesin pengupas, pemisah.



PENDAHULUAN

Kedelai merupakan tanaman polong-polongan yang menjadi sumber protein penting dalam pemenuhan kebutuhan nutrisi masyarakat Asia Timur. Produksi kedelai nasional menunjukkan tren peningkatan dengan rata-rata pertumbuhan 2,34% per tahun dari 1980 hingga 2016, meskipun terjadi fluktuasi pada periode tertentu. Biji kedelai mengandung protein tinggi hingga 35-43% dan merupakan bahan baku utama produk makanan fermentasi seperti tempe dan tahu.

Tempe merupakan makanan tradisional yang kaya akan nutrisi dengan mutu protein nabati yang tinggi serta daya cerna yang optimal. Sebagian besar produsen tempe skala kecil hingga menengah, khususnya di daerah perkotaan dan pedesaan, masih mengandalkan metode pengupasan kulit ari kedelai secara manual melalui teknik injak-injak atau perendaman berkelanjutan. Metode tradisional ini menghasilkan beberapa permasalahan signifikan, antara lain:

1. proses pengupasan memerlukan waktu dan tenaga kerja yang berlebihan.
2. hasil pengupasan tidak sama banyak kulit ari yang masih menempel pada biji.
3. kondisi higienis tidak terjaga dengan baik.
4. kualitas produk akhir menjadi terganggu.

Analisis lapangan menunjukkan bahwa produsen tempe skala kecil-menengah membutuhkan kedelai sebanyak 100-300 kg per hari, sementara produsen menengah ke atas memerlukan 300-500 kg per hari. Mesin pengupas dan pemisah kulit ari kedelai yang tersedia di pasaran umumnya dirancang untuk kapasitas besar dan industri menengah ke atas, sehingga tidak dapat dijangkau secara ekonomis oleh produsen kecil-menengah. Selain itu, ukuran mesin komersial yang besar menyulitkan penempatan di ruang produksi yang terbatas.

Beberapa mekanisme pengupasan telah dikembangkan sebelumnya, termasuk sistem gerinda batu, roll karet, dan silinder bergerigi. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa mekanisme silinder bergerigi memiliki keunggulan dalam hal kebersihan, efisiensi, dan otomatisasi pemisahan memanfaatkan perbedaan massa jenis [7,8]. Penelitian ini dirancang untuk mengembangkan mesin yang dapat dijangkau produsen tempe skala kecil-menengah dengan biaya operasional minimal, daya listrik rendah, dan hasil pemrosesan yang optimal.

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan mengembangkan mesin pengupas dan pemisah kulit ari kedelai otomatis berbasis mekanisme silinder ganda bergerigi yang dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi tempe, serta mengurangi beban kerja manual pada pengusaha tempe skala kecil-menengah.

DASAR TEORI

Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penelitian eksperimen. Menurut (Payadnya dan Jayantika, 2018), penelitian eksperimen merupakan penelitian untuk mengetahui hubungan sebab akibat dengan cara menghasilkan produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada. Pada metode ini peneliti mengumpulkan

data, setelah itu menganalisis dan mencari hasil pada pengujian mesin dengan beberapa variasi parameter.

Pemrosesan sampel menggunakan mesin pengupas kulit ari kedelai. Kemudian memberikan variasi celah bergerigi sebesar 1 (mm), 2 (mm) dan 3 (mm), dengan memberikan kecepatan putaran sebesar 420 rpm. Selanjutnya, melakukan pengujian kapasitas mesin dengan tiga jenis massa yaitu massa 3000 (gram), 4000 (gram), dan 5000 (gram) Biji kedelai. Dengan masing-masing dilakukan tiga kali percobaan. Setelah itu dilakukan pengamatan untuk spesifikasi mesin. Tahapan penelitian meliputi: (1) analisis kebutuhan dan identifikasi masalah; (2) studi literatur mengenai mekanisme pengupasan dan komponen mesin; (3) perhitungan daya dan perancangan transmisi; (4) pemilihan dan pembelian komponen; (5) pembuatan komponen khusus; (6) perakitan mesin; dan (7) pengujian fungsional.

2.1 Komponen Utama Mesin

Mesin pengupas dan pemisah kulit ari kedelai otomatis terdiri dari beberapa komponen utama yang terintegrasi dalam sistem mekanis:

- a. Motor listrik: motor listrik dengan spesifikasi 0,5 HP dan putaran nominal 1400 rpm digunakan sebagai penggerak utama. Pemilihan motor listrik didasarkan pada pertimbangan meminimalisasi konsumsi daya, pengurangan kebisingan, dan kemudahan penempatan di lingkungan industri rumahan.
- b. transmisi daya: listem transmisi menggunakan sabuk-V (V-belt) tipe A untuk memindahkan daya dari motor ke poros silinder bergerigi. Sabuk-V dipilih karena karakteristiknya yang halus, tidak berisik, dan sesuai untuk transmisi dengan jarak pendek. Sudut kontak sabuk adalah 30-40° dengan aksi desak (wedging) yang optimal. Perhitungan pulley dilakukan untuk menentukan diameter pulley penggerak (D_1) dan pulley pada motor (D_2) sesuai kecepatan putaran yang dibutuhkan.
- c. Poros transmisi: poros menggunakan baja karbon tipe S45C sesuai standar yang tersedia di pasaran. Baja S45C dipilih karena memiliki kekuatan tarik dan kekerasan yang sesuai untuk transmisi torsi yang dihasilkan motor listrik.
- d. Silinder bergerigi: mesin dilengkapi dengan dua silinder bergerigi yang berputar berlawanan arah. Permukaan gerigi silinder dibuat melalui proses pengelasan titik pada seluruh permukaan silinder pipa. Celah antara kedua silinder dapat disesuaikan melalui mekanisme slider yang dapat diatur sesuai ukuran dan jenis kedelai yang diproses.
- e. Hopper: hopper berbentuk trapesium terbalik dengan kapasitas menampung 15 kg kedelai basa. Desain ini memfasilitasi aliran gravitasi optimal kedelai menuju silinder pengupas.
- f. Saluran pemisahan dan keluar: sistem pemisahan memanfaatkan perbedaan berat jenis antara kulit ari ($\pm 1,15 \text{ g/cm}^3$) dan biji kedelai ($\pm 1,25 \text{ g/cm}^3$). Dengan bantuan aliran udara yang dihasilkan putaran silinder, kulit ari terdorong melalui saluran pembuangan bawah, sementara kedelai bersih



jatuh melalui saluran keluaran depan menuju wadah penampung.

2.2 Perhitungan Desain Mesin

Perhitungan daya total mesin mempertimbangkan momen inersia dan komponen berputar:

$$I = \frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2 \quad (1)$$

Kecepatan sudut silinder bergerigi ditentukan dengan:

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \quad (2)$$

Dimana n Adalah jumlah putaran dalam rpm.
Torsi silinder dihitung dari percepatan sudut:

$$T = I \cdot \alpha \quad (3)$$

Daya total system;

$$P = T \cdot \omega \quad (4)$$

Perhitungan transmisi sabuk-V mengikuti standar SNI dan referensi engineering. Diameter pulley ditentukan berdasarkan rasio kecepatan yang diinginkan antara motor dan silinder.

METODE PENELITIAN

Pengujian mesin dilakukan dengan variasi parameter berikut:

Tabel 1. Parameter Pengujian Mesin

Parameter	Nilai	Satuan	Keterangan
Celah silinder	1; 2; 3	mm	Tiga variasi jarak
Kecepatan putaran	420	Rpm	Putaran optimal silinder
Massa input per percobaan	3000; 4000; 5000	Gram	Tiga variasi beban
Jumlah pengujian per variasi	2	kali	Replikasi untuk validasi

Kedelai yang digunakan tela melalui proses perebusan selama 2-3 jam untuk memudahkan pengupasan, sesuai dengan standar persiapan bahan baku industri tempe.

Data dari hasil pengujian dikumpulkan melalui pengamatan secara langsung dan Percobaan untuk tiga jenis massa yaitu massa 3000 (gram), 4000 (gram), dan 5000 (gram). Biji kedelai yang akan digiling ditimbang sebanyak 3000 (gram), 4000 (gram), 5000 (gram). Dengan masing-masing dilakukan tiga kali percobaan.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Kualitas Pengupasan

Celah Silinder (mm)	Terkupas Baik (%)	Hasil Pengupasa	Utuh (%)
---------------------	-------------------	-----------------	----------

n Hancur (%)

1	80	30	10
2	90	10	10
3	70	10	40

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Kapasitas Mesin

Pengujian	Input (gram)	Output (gram)	Waktu (detik)
1	3000	2500	28
	3000	2550	28
2	4000	3300	36
	4000	3400	38
2	5000	4300	47
	5000	4350	47

Kapasitas mesin dihitung dengan rumus:

$$\text{Kapasitas} = \frac{\text{Output bersih (kg)}}{\text{Waktu Proses (jam)}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan Mesin



Gambar 1. Mesin Pengupas dan Pemisah Kulit Ari Kedelai

Tabel 4. Spesifikasi Mesin Pengupas dan Pemisah Kulit Ari Kedelai

No.	Spesifikasi	Hasil
1	Motor listrik	0,5 HP 1400 rpm monofase
2	Kapasitas produksi	300 kg/jam kedelai bersih
3	Celah silinder optimal	2 mm
4	Kecepatan putaran silinder	420 rpm
5	Kapasitas hopper	15 kg
6	Material poros	Baja S45C Ø 20 mm
7	Material silinder	Baja pipa dengan permukaan gerigi
8	Sistem transmisi	V-belt tipe A
9	Dimensi mesin (L × W × H)	1200 × 800 × 1500 mm
10	Berat mesin	120 kg

4.2 Analisis Data Hasil Pengujian



- a. Pengujian 3000 gram kedelai dengan putaran 420 rpm
- Pengujian 1
 $m = 2,5 \text{ [kg]}$
 $s = 27 \text{ [detik]} = 0,0077 \text{ [jam]}$
 Kapasitas mesin : $K = \frac{m}{s} = \frac{2,5}{0,0077} = 325 \text{ [kg/jam]}$
 - Pengujian 2
 $m = 2,55 \text{ [kg]}$
 $s = 28 \text{ [detik]} = 0,0077 \text{ [jam]}$
 Kapasitas Mesin : $K = \frac{m}{s} = \frac{2,55}{0,0077} = 327 \text{ [kg/jam]}$
- b. Pengujian 4000 gram kedelai dengan putaran 420 rpm
- Pengujian 1
 $m = 3,3 \text{ [kg]}$
 $s = 36 \text{ [detik]} = 0,01 \text{ [jam]}$
 Kapasitas Mesin : $K = \frac{m}{s} = \frac{3,3}{0,01} = 330 \text{ [kg/jam]}$
 - Pengujian 2
 $m = 3,4 \text{ [kg]}$
 $s = 37 \text{ [detik]} = 0,0102 \text{ [jam]}$
 Kapasitas Mesin : $K = \frac{m}{s} = \frac{3,4}{0,0102} = 333 \text{ [kg/jam]}$
- c. Pengujian 5000 gram kedelai dengan putaran 420 rpm
- Pengujian 1
 $m = 4,3 \text{ [kg]}$
 $s = 48 \text{ [detik]} = 0,0133 \text{ [jam]}$
 Kapasitas Mesin : $K = \frac{m}{s} = \frac{4,3}{0,013} = 331 \text{ [kg/jam]}$
 - Pengujian 2
 $m = 4,35 \text{ [kg]}$
 $s = 47 \text{ [detik]} = 0,013 \text{ [jam]}$
 Kapasitas Mesin : $K = \frac{m}{s} = \frac{4,55}{0,013} = 334 \text{ [kg/jam]}$

5000 gram	331	332,5
	334	
Total	990	

$$\text{Kapasitas Mesin Rata - rata} = \frac{990}{3} = 330 \text{ [kg/jam]}$$

Pengujian mesin menunjukkan bahwa perubahan celah silinder dan beban masukan mempengaruhi kualitas dan kapasitas pengupasan secara signifikan. Berdasarkan hasil pengujian pemisah kulit ari kedelai, proses pemisahan ini dapat berjalan dengan baik, tetapi jika dilihat secara keseluruhan ada sebagian kulit ari kedelai yang keluar bersama kedelai melalui hopper bawah sehingga kulit ari yang terpisah tidak sepenuhnya jatuh melalui hopper bawah. Hal ini terjadi karena ada beberapa kulit ari kedelai yang terhimpit pada antar kedelai. Untuk mengurangi kesalahan ini, yaitu jarak antara penyetel dan silinder bergerigi harus benar-benar tepat dan sejajar.

4.3 Pengaruh Celah Silinder Pengupasan



Gambar 2. Hasil Pengujian Celah 1 mm

Celah 1 mm kedelai dapat terkelupas tetapi tingkat kerusakan biji yang tinggi karena tekanan gesekan berlebihan.



Gambar 3. Hasil Pengujian Celah 2 mm

Celah 2 mm menunjukkan keseimbangan optimal antara pengupasan efektif dan minimisasi kerusakan biji dibandingkan pada pengupasan celah 1 mm.



Gambar 4. Hasil Pengujian Celah 3 mm

Celah 3 mm kedelai dapat terkelupas namun kulit ari yang ikut terbawa dalam saluran hasil lebih banyak dan

Tabel 5. Data Hasil Pengujian Mesin

Pengujian	Input (gram)	Output (gram)
3000 gram	325	326
	327	
4000 gram	330	331,5
	333	



menghasilkan banyak kulit ari yang tidak terkelupas sempurna. Data pengujian menunjukkan celah 2 mm menghasilkan persentase terkupas baik tertinggi. Hal ini dikarenakan celah terlalu lebar sehingga pemecah dan pemisah kulit ari kedelai tidak dapat bekerja dengan maksimal.

4.4 Pengaruh Variasi Beban Terhadap Kapasitas

Pengujian dengan beban 3000 gram, 4000 gram, dan 5000 gram menunjukkan peningkatan kapasitas volumetrik seiring penambahan beban input. Namun, peningkatan beban juga menyebabkan peningkatan waktu pemrosesan. Analisis menunjukkan bahwa beban optimal sekitar 4000 gram per siklus menghasilkan keseimbangan antara kapasitas dan kualitas hasil.

4.5 Performa Transmisi dan Motor

Sistem transmisi V-belt menunjukkan performa stabil tanpa slip signifikan. Motor 0,5 HP mampu mengatasi beban torsi maksimal dengan konsumsi daya yang efisien. Tidak ada indikasi overheating pada operasi 2-3 jam kontinyu.

4.6 Diskusi

Hasil penelitian ini sejalan dengan studi sebelumnya yang menekankan keunggulan mekanisme silinder bergerigi dibandingkan metode tradisional dan alternatif lain.

Mesin yang dikembangkan berhasil mengatasi permasalahan utama pengupasan manual:

- Motor listrik: motor listrik dengan spesifikasi 0,5 HP dan putaran nominal 1400 rpm digunakan sebagai penggerak utama. Pemilihan motor listrik didasarkan pada pertimbangan meminimalisasi konsumsi daya, pengurangan kebisingan, dan kemudahan penempatan di lingkungan industri rumah.
- Kualitas Hasil Dengan celah optimal 2 mm, tingkat pengupasan bersih mencapai level tinggi dengan persentase kerusakan biji minimal, melampaui standar industri tempe.
- Kebersihan Operasional Sistem mekanis menghilangkan kontak langsung manusia dengan kedelai rebus, meningkatkan standar kebersihan produk akhir sesuai regulasi HACCP.
- Kemampuan Finansial Desain kompak dengan motor 0,5 HP dan dimensi 1200 × 800 × 1500 mm memungkinkan penempatan di ruang produksi terbatas produsen kecil-menengah dengan harga jauh lebih terjangkau dibanding mesin komersial.

KESIMPULAN DAN SARAN

Desain dan pengembangan mesin pengupas dan pemisah kulit ari kedelai otomatis dengan mekanisme silikon ganda bergerigi berhasil direalisasikan dengan performa memuaskan. Mesin mencapai kapasitas produksi 300 kg/jam dengan kualitas pengupasan optimal pada celah 2 mm dan kecepatan putaran 420 rpm. Motor listrik 0,5 HP yang digunakan mampu mengoperasikan sistem transmisi V-belt secara stabil dan efisien.

Desain dan biaya operasional rendah membuat mesin ini sesuai untuk produsen tempe skala kecil-menengah. Penggunaan mesin ini dapat meningkatkan produktivitas, kebersihan, dan kualitas produk tempe secara signifikan dibandingkan metode tradisional manual. Penelitian ini memberikan kontribusi nyata dalam modernisasi industri pengolahan kedelai tradisional di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Wisnujati, "Rancang ulang mesin pengupas kulit ari kacang kedelai dengan mekanisme gerinda batu dan silinder bergerigi," M.S. thesis, Dept. Mech. Eng., Brawijaya University, Malang, Indonesia, <https://journal.uui.ac.id/jurnal-teknoin/article/download/4649/4096>, 2016.
- Wisnujati, "Rancang ulang mesin pengupas kulit ari kacang kedelai dengan mekanisme gerinda batu dan silinder bergerigi," M.S. thesis, Dept. Mech. Eng., Brawijaya University, Malang, Indonesia, 2016.
- Bagia and A. Parsa, "Analisis performa motor listrik tiga fase pada sistem transmisi mekanis industri kecil," *J. Mesin Rotasi*, vol. 7, no. 2, pp. 89–98, <https://jurnal.borneo.ac.id/index.php/bearings/article/view/6468>, 2018.
- Gultom and N. Tamara, "Analisis efisiensi proses pengupasan kulit ari kedelai secara manual dan mekanis di industri tempe skala kecil," *J. Teknol. Pangan*, vol. 12, no. 3, pp. 178–186, 2021.
- Dinas Pertanian dan Pangan Kabupaten Demak, "Analisis produktivitas dan kebutuhan mesin pengolahan kedelai di industri tempe dan tahu," Demak Reg. Gov., Indonesia, 2021.
- A. Rohmah and T. B. Saputro, "Analisis pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max L.*) varietas grobogan pada kondisi cekaman genangan," *J. Sains. Seni ITS*, vol. 5, no. 2, pp. 234–240, <http://journals1.sipil.sipil.its.ac.id/index.php/jssi/article/view/347>, 2016.
- Komunitas Tempe Indonesia (KTI), "Panduan standar proses produksi tempe higienis," KTIPubl., Bogor, Indonesia, <https://rumahtempeindonesia.com/2021/06/20/wajah-baru-industri-tempe-indonesia/>, 2020.
- Widalnigrum, "Studi nilai gizi dan penerimaan tempe dari berbagai sumber bijikedelai," *J. Agron. Indonesia*, vol. 43, no. 1, pp. 455–2, <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnalagronomi/issue/view/1441>, 2015..
- Pusat Data Sistem Informasi Kementerian Pertanian, "Produksi dan konsumsi kedelai nasional 1980–2016," Ministry Agric. Publ., Jakarta, Indonesia, <https://satudata.pertanian.go.id/asse>



- [ts/docs/publikasi/OUTLOOK_KEDELAI_2020.pdf](https://docs/publikasi/OUTLOOK_KEDELAI_2020.pdf),
2016.
- R. Saputra, "Pengembangan mesin pemisah kulit ari kedelai dengan mekanisme roll karet," Ph.D. dissertation, Dept. Agric. Eng., Bogor Agricultural University, Bogor, Indonesia, 2021.
- Rancang Bangun Alat Roll Press untuk Mengolah Batang Tanaman Rumput Payung (*Cyperus Alternifolius*) menjadi Serat Bahan Baku Komposit.(2015).*JurnalRekayasaMesin*,6(2),pp.137-146. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2015.006.02.7>
- Rancang Bangun Mesin Pengiris Talas Semir. (2017). *Jurnal Rekayasa Mesin*, 8(2), pp. 67-74. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2017.008.02.3>
- Rohmah E. A. dan Saputro T. B. . (2016). Analisis Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max L.*) Varietas Grobogan Pada Kondisi Cekaman Genangan. *JURNAL SAINS DAN SENI ITS* Vol. 5, No.2, E-29.
- Sularso and K. Suga, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, 2nd ed. Jakarta, Indonesia: Pradnya Paramita, 2021.
- Z. Zainuri, "Perhitungan dan seleksi sabuk transmisi pada sistem mekanis industri," *Jurnal Teknik Universitas Negeri Surabaya*, vol. 28, no.1,pp.12–24, <https://id.scribd.com/document/217641125/Perhitungan-transmisi-sabuk>, 2022.