

**Rancang Bangun Mesin Pemeras Bubuk Teh Dengan Sistem *Hybrid* :
Manual dan Semi Otomatis Untuk Optimalisasi Proses Produksi
Selamat Firdaus Santana¹⁾, Aris Sandi^{1,*}, Akhmad Tito Fismatika¹⁾, Farhan As'ari¹⁾
dan Wahyu Kurniawan¹⁾**

¹⁾ Politeknik LPP Yogyakarta

*) Corresponding author: aris@politeklpp.ac.id

Abstrak

Penelitian ini membahas perancangan dan pembuatan mesin pemeras bubuk teh dengan sistem *hybrid*, yaitu manual dan semi otomatis, untuk meningkatkan efisiensi proses produksi. Mesin dirancang menggunakan sistem ulir tekan dengan dua mode operasi: *handle* manual dan motor listrik 0,5 HP (373 W) dengan putaran 1360 rpm yang ditransmisikan melalui *pulley* dan *V-belt* tipe A. Hasil perhitungan menunjukkan kapasitas mesin mencapai 60 kg/jam dengan volume tabung efektif $\pm 13,5$ liter. Gaya tekan yang dihasilkan sebesar ± 180.864 N, sedangkan torsi pada poros ulir mencapai ± 22 Nm, masih jauh di bawah torsi maksimum (288 Nm) sehingga dikategorikan aman. Simulasi menggunakan *SolidWorks* menunjukkan rangka dari besi UNP $50 \times 50 \times 5$ mm dan poros baja ST 42 mampu menahan tegangan maksimum yang masih di bawah batas luluh material, sehingga struktur aman. Sistem kelistrikan dilengkapi proteksi MCB 6 A, kontaktor 25 A, dan TOR 4 A untuk mencegah kerusakan motor akibat arus lebih. Dari hasil pengujian, mesin mampu mempercepat waktu produksi, menghasilkan perasan lebih merata, serta tetap dapat beroperasi saat listrik padam melalui mode manual. Dengan demikian, mesin pemeras bubuk teh *hybrid* ini dinilai efektif, efisien, aman digunakan, serta sesuai untuk mendukung industri kecil dan menengah dalam meningkatkan kapasitas dan kualitas produksi.

Kata kunci: Mesin pemeras teh; sistem *hybrid*; ulir tekan; motor listrik; efisiensi

Abstract

This research discusses the design and manufacture of a tea powder squeezing machine with a system hybrid, namely manual and semi-automatic, to increase production process efficiency. The machine is designed using a screw press system with two operating modes: handle manual and 0.5 HP (373 W) electric motor with 1360 rpm rotation transmitted through pulley And V-belt Type A. The calculation results show that the machine capacity reaches 60 kg/hour with an effective cylinder volume of ± 13.5 liters. The resulting pressure force is $\pm 180,864$ N, while the torque on the threaded shaft reaches ± 22 Nm, still far below the maximum torque (288 Nm) so it is categorized as safe. The simulation uses SolidWorks shows that the frame made of $50 \times 50 \times 5$ mm UNP iron and ST 42 steel axle is able to withstand maximum stress that is still below the material yield limit, so that the structure is safe. The electrical system is equipped with 6 A MCB protection, 25 A contactor, and 4 A TOR to prevent motor damage due to overcurrent. From the test results, the machine is able to speed up production time, produce more even squeezing, and can still operate during a power outage via manual mode. Thus, the tea powder squeezing machine hybrid This is considered effective, efficient, safe to use, and suitable for supporting small and medium industries in increasing production capacity and quality.

Keywords: Tea squeezing machine; hybrid system; screw press; electromotor; efficiency

PENDAHULUAN

Industri pengolahan teh merupakan salah satu subsektor agroindustri yang memiliki peranan strategis dalam mendukung perekonomian Indonesia melalui penciptaan lapangan kerja, peningkatan nilai tambah komoditas perkebunan, serta kontribusi terhadap ekspor produk pertanian. Sebagai salah satu negara penghasil teh terbesar di dunia,

Indonesia memiliki potensi besar untuk meningkatkan daya saing industri teh melalui penerapan teknologi pengolahan yang lebih efisien. Namun demikian, berbagai tantangan masih dihadapi industri teh nasional, di antaranya penurunan produktivitas, tingginya biaya produksi, rendahnya efisiensi proses pengolahan, serta keterbatasan penerapan teknologi pada industri kecil dan menengah (IKM). Kondisi tersebut menuntut adanya inovasi teknologi yang mampu meningkatkan efisiensi proses produksi tanpa meningkatkan biaya investasi secara signifikan.

Salah satu tahapan penting dalam proses pengolahan teh adalah pemerasan bubuk teh yang bertujuan mengurangi kadar air sebelum memasuki proses pengeringan. Tahap ini sangat menentukan mutu produk akhir karena berpengaruh terhadap keseragaman kadar air, kualitas teh, waktu proses, dan konsumsi energi selama pengolahan. Pada sebagian besar industri kecil, proses pemerasan masih dilakukan secara manual sehingga menghasilkan tekanan yang tidak seragam, membutuhkan tenaga kerja yang besar, serta memiliki kapasitas produksi yang relatif rendah. Kondisi tersebut menyebabkan proses produksi menjadi kurang efisien dan kualitas produk sulit dipertahankan secara konsisten. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan mesin pemeras yang mampu menghasilkan tekanan lebih stabil, meningkatkan kapasitas produksi, serta mudah dioperasikan sesuai kebutuhan industri kecil dan menengah.

Peningkatan efisiensi proses produksi telah menjadi fokus berbagai penelitian pada industri teh. Penelitian oleh Purnomo et al. (2024) menunjukkan bahwa penerapan pendekatan *lean manufacturing* menggunakan *Value Stream Mapping* mampu mengurangi aktivitas yang tidak bernilai tambah sehingga meningkatkan efisiensi waktu produksi teh hijau. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa optimalisasi proses produksi melalui perbaikan sistem kerja dan teknologi menjadi salah satu strategi penting dalam meningkatkan daya saing industri pengolahan teh.

Selain peningkatan efisiensi proses produksi, pengembangan teknologi mesin berbasis mekanisasi juga telah banyak dilakukan pada berbagai komoditas pertanian. Analisis kinerja mesin *screw press* yang dilakukan Alfiansyah dan Nurrohkayati (2024) menunjukkan bahwa performa mesin sangat dipengaruhi oleh desain konstruksi, sistem transmisi, serta keandalan komponen mekanik sehingga diperlukan rancangan mesin yang memiliki efisiensi tinggi dan kemudahan perawatan. Penelitian tersebut menegaskan bahwa optimasi sistem *screw press* berkontribusi terhadap peningkatan produktivitas dan efektivitas proses produksi.

Penelitian lain mengenai penerapan sistem *screw press* pada mesin pamarut dan pemeras singkong menunjukkan bahwa penggunaan mekanisme ulir mampu meningkatkan kapasitas produksi UMKM dibandingkan proses manual. Penggunaan sistem penekanan mekanis tidak hanya meningkatkan produktivitas tetapi juga mengurangi kebutuhan tenaga kerja serta menghasilkan produk dengan kualitas yang lebih seragam. Hasil tersebut menunjukkan bahwa mekanisme *screw press* memiliki potensi besar untuk diadaptasi pada proses pemerasan bubuk teh karena memiliki prinsip kerja yang serupa dalam menghasilkan gaya tekan yang stabil.

Di sisi lain, efisiensi energi juga menjadi aspek penting dalam industri pengolahan teh. Suprianti (2020) melaporkan bahwa proses pengeringan merupakan tahapan dengan konsumsi energi terbesar pada industri teh sehingga pengurangan kadar air secara optimal sebelum pengeringan dapat membantu menekan penggunaan energi secara keseluruhan. Dengan demikian, peningkatan kinerja mesin pemeras tidak hanya berdampak terhadap kapasitas produksi tetapi juga berpotensi meningkatkan efisiensi energi pada proses pengolahan teh.

Berdasarkan hasil kajian penelitian terdahulu dapat diketahui bahwa sebagian besar penelitian berfokus pada peningkatan efisiensi proses produksi, pengembangan mesin *screw press* untuk komoditas selain teh, maupun evaluasi performa mesin produksi. Namun demikian, penelitian yang secara khusus mengembangkan mesin pemeras bubuk teh dengan sistem hybrid, yaitu menggabungkan mekanisme manual dan semi otomatis dalam satu unit mesin, masih sangat terbatas. Selain itu, integrasi antara perancangan mekanik, analisis kekuatan struktur menggunakan perangkat lunak CAD/CAE, serta sistem proteksi kelistrikan dalam satu desain mesin belum banyak dilaporkan pada penelitian sebelumnya.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menawarkan kebaruan (*novelty*) berupa perancangan mesin pemeras bubuk teh menggunakan sistem hybrid yang dapat dioperasikan secara manual maupun semi otomatis dengan mekanisme ulir tekan (*power screw*). Mesin dirancang menggunakan sistem transmisi pulley dan *V-belt*, dilengkapi sistem proteksi kelistrikan berupa *Miniature Circuit Breaker* (MCB), kontaktor, *Thermal Overload Relay* (TOR), serta tombol *emergency stop*. Selain itu, desain konstruksi divalidasi melalui simulasi statik menggunakan perangkat lunak SolidWorks untuk memastikan keamanan struktur sebelum proses fabrikasi dilakukan. Pendekatan ini diharapkan mampu menghasilkan mesin yang lebih fleksibel, efisien, aman, dan ekonomis bagi industri teh skala kecil maupun menengah.

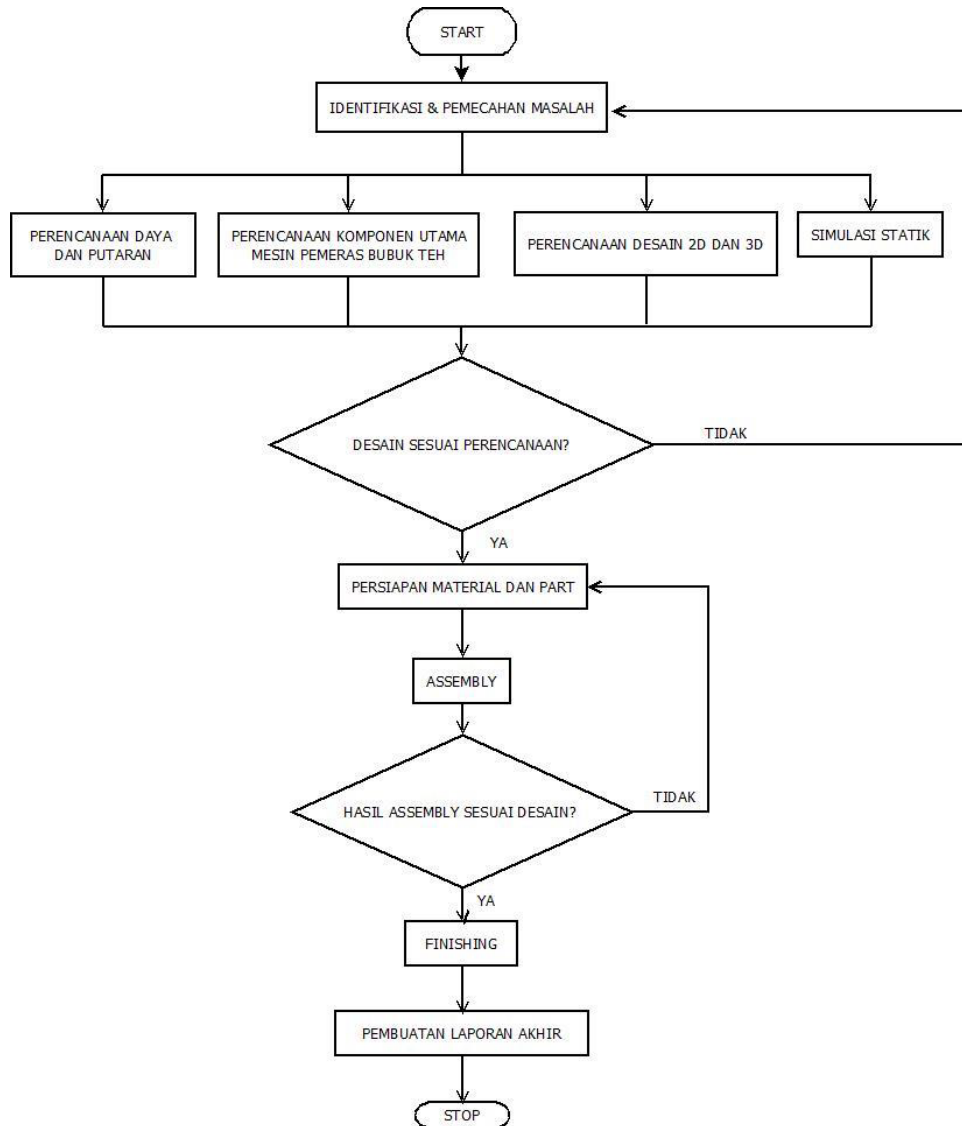
Berdasarkan uraian tersebut, tujuan penelitian ini adalah merancang dan membangun mesin pemeras bubuk teh dengan sistem hybrid manual dan semi otomatis yang mampu meningkatkan efisiensi proses produksi, meningkatkan kapasitas pemerasan, mempercepat waktu proses, menghasilkan tekanan yang lebih seragam, serta menghasilkan konstruksi mesin yang aman berdasarkan hasil analisis perancangan dan simulasi struktur.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian Research and Development (R&D) yang berfokus pada perancangan, pembuatan, dan pengujian mesin pemeras bubuk teh dengan sistem *hybrid*, yaitu kombinasi pengoperasian secara manual dan semi otomatis. Pendekatan penelitian dilakukan secara eksperimental melalui proses perancangan teknik (*engineering design*) yang meliputi analisis kebutuhan, perancangan komponen, fabrikasi, perakitan, hingga pengujian kinerja mesin. Seluruh tahapan penelitian disusun secara sistematis untuk menghasilkan mesin yang memiliki performa optimal, aman dioperasikan, dan sesuai dengan kebutuhan industri pengolahan teh skala kecil dan menengah.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Rekayasa Mesin Industri Perkebunan dan Bengkel Politeknik LPP Yogyakarta selama periode September 2024 hingga Agustus 2025. Kegiatan penelitian meliputi studi literatur, perancangan mesin menggunakan perangkat lunak SolidWorks, proses manufaktur, perakitan komponen, pengujian kinerja mesin, evaluasi hasil, dan penyusunan laporan penelitian.

Objek penelitian adalah mesin pemeras bubuk teh dengan sistem hybrid yang dirancang menggunakan mekanisme ulir tekan (*power screw*) sebagai sistem utama pengepresan. Mesin dilengkapi dengan dua mode pengoperasian, yaitu mode manual menggunakan handle dan mode semi otomatis menggunakan motor listrik satu fasa berdaya 0,5 HP. Sistem transmisi menggunakan kombinasi pulley dan *V-belt*, sedangkan sistem kelistrikan dilengkapi *Miniature Circuit Breaker* (MCB), kontaktor, *Thermal Overload Relay* (TOR), push button, indikator, dan tombol *emergency stop* untuk meningkatkan keselamatan pengoperasian.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi laptop, mesin las SMAW, mesin bor, gerinda tangan, mistar baja, jangka sorong, rol meter, waterpass, palu terak, tang, kunci ring, dan peralatan pendukung fabrikasi lainnya. Adapun bahan utama yang digunakan meliputi besi UNP $50 \times 50 \times 5$ mm sebagai rangka, plat stainless steel 304, poros baja, ulir tekan, bearing, pulley, *V-belt*, motor listrik 0,5 HP, gear, kabel listrik, push button, indikator lampu, kontaktor, MCB, TOR, *emergency stop*, serta material pendukung lainnya.

Prosedur Penelitian

Tahapan penelitian diawali dengan studi literatur untuk memperoleh informasi mengenai karakteristik proses pemerasan bubuk teh, prinsip kerja mesin pengepres, serta penelitian terdahulu yang relevan. Selanjutnya dilakukan identifikasi kebutuhan pengguna dan analisis permasalahan sebagai dasar penyusunan spesifikasi desain mesin.

Tahap berikutnya adalah perancangan teknik yang meliputi perhitungan kebutuhan daya motor, kapasitas mesin, gaya tekan, torsi poros, sistem transmisi pulley dan *V-belt*, dimensi poros, serta pemilihan komponen mekanik dan kelistrikan. Desain dua dimensi (2D) dan tiga dimensi (3D) dibuat menggunakan perangkat lunak SolidWorks. Model yang dihasilkan kemudian dianalisis menggunakan simulasi statik untuk mengevaluasi distribusi tegangan (*stress*), deformasi (*displacement*), dan faktor keamanan (*factor of safety*) sebelum proses fabrikasi dilakukan.

Setelah desain dinyatakan memenuhi persyaratan teknis, dilakukan proses fabrikasi yang meliputi pemotongan material, pembubutan poros, pengeboran, pengelasan rangka, pembuatan komponen, serta proses perakitan (*assembly*) seluruh sistem mekanik dan kelistrikan. Mesin yang telah selesai dirakit selanjutnya menjalani pengujian operasional untuk mengevaluasi fungsi setiap komponen, kestabilan sistem transmisi, performa pemerasan, serta keamanan pengoperasian. Hasil pengujian digunakan sebagai dasar evaluasi terhadap desain yang telah dibuat.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung selama proses perancangan, fabrikasi, dan pengujian mesin. Data yang dikumpulkan meliputi dimensi komponen, spesifikasi material, putaran motor, kapasitas pemerasan, waktu proses, gaya tekan, torsi poros, konsumsi daya listrik, serta hasil simulasi struktur menggunakan SolidWorks. Selain itu, dilakukan dokumentasi terhadap setiap tahapan penelitian sebagai data pendukung analisis.

Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini meliputi sistem penggerak mesin (manual dan semi otomatis), daya motor listrik, rasio transmisi pulley, dan mekanisme ulir tekan. Variabel terikat meliputi kapasitas pemerasan, waktu proses, gaya tekan, torsi poros, serta tingkat keamanan struktur mesin berdasarkan hasil simulasi statik. Variabel kontrol meliputi dimensi mesin, jenis material konstruksi, diameter ulir, spesifikasi motor listrik, dan jenis bahan baku bubuk teh yang digunakan selama pengujian.

Tabel 1. Variabel Penelitian

Jenis Variabel	Parameter	Satuan	Metode Pengukuran
Variabel Bebas	Sistem penggerak (Manual/Semi Otomatis)	-	Pengoperasian mesin
	Putaran motor	rpm	Tachometer
	Daya motor	HP	Spesifikasi motor
	Diameter pulley	mm	Jangka sorong
	Rasio transmisi	-	Perhitungan
Variabel Terikat	Pitch ulir tekan	mm	Pengukuran
	Kapasitas pemerasan	kg/jam	Pengujian
	Waktu pemerasan	detik	Stopwatch
	Gaya tekan	N	Perhitungan
	Torsi poros	N·m	Perhitungan
	Kecepatan putar poros	rpm	Tachometer
	Konsumsi daya listrik	Watt	Clamp meter
	Faktor keamanan struktur	-	Simulasi SolidWorks
	Tegangan maksimum (Von Mises Stress)	MPa	Simulasi SolidWorks
	Displacement maksimum	mm	Simulasi SolidWorks
Variabel Kontrol	Jenis bubuk teh	-	Sama untuk seluruh pengujian
	Berat bahan setiap pengujian	kg	Ditetapkan tetap
	Material rangka	ASTM A36	Tetap
	Material tabung	Stainless Steel 304	Tetap
	Diameter ulir	mm	Tetap
	Temperatur lingkungan	°C	Kondisi laboratorium

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian terdiri atas perangkat lunak SolidWorks untuk proses desain dan simulasi struktur, jangka sorong untuk pengukuran dimensi komponen, mistar baja, rol meter, tachometer untuk pengukuran putaran poros, stopwatch untuk pengukuran waktu proses, clamp meter untuk pengukuran arus listrik motor, serta lembar observasi untuk pencatatan hasil pengujian.

Tabel 2. Instrumen Penelitian

Instrumen	Fungsi
Laptop + SolidWorks	Mendesain dan melakukan simulasi struktur mesin
Tachometer Digital	Mengukur putaran poros
Stopwatch	Mengukur waktu pemerasan
Clamp Meter	Mengukur arus listrik
Multimeter	Mengukur tegangan listrik
Jangka Sorong	Mengukur dimensi komponen
Rol Meter	Mengukur dimensi rangka
Timbangan Digital	Mengukur massa bahan dan hasil pemerasan

Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif berdasarkan hasil perhitungan teknik mesin dan pengujian eksperimental. Analisis dilakukan terhadap kapasitas produksi, gaya tekan, kebutuhan daya motor, torsi poros, umur bantalan (*bearing life*), serta hasil simulasi tegangan dan deformasi struktur. Perhitungan mekanika mesin dilakukan menggunakan persamaan teknik yang mengacu pada teori elemen mesin, sedangkan hasil simulasi dibandingkan dengan sifat mekanik material untuk menentukan tingkat keamanan konstruksi mesin.

Sebagai contoh, kebutuhan daya motor dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$HP = \frac{n \times T}{5250} \dots\dots\dots(1)$$

dengan:

HP = daya motor (*Horse Power*),

n = putaran poros (rpm),

T = torsi poros (N·m).

Selain itu, kecepatan linier *V-belt*, panjang sabuk, diameter poros, gaya tekan, dan umur bantalan dihitung menggunakan persamaan elemen mesin yang sesuai. Hasil perhitungan tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan spesifikasi komponen dan mengevaluasi kinerja mesin yang dirancang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan Mesin Pemeras Bubuk Teh Hybrid

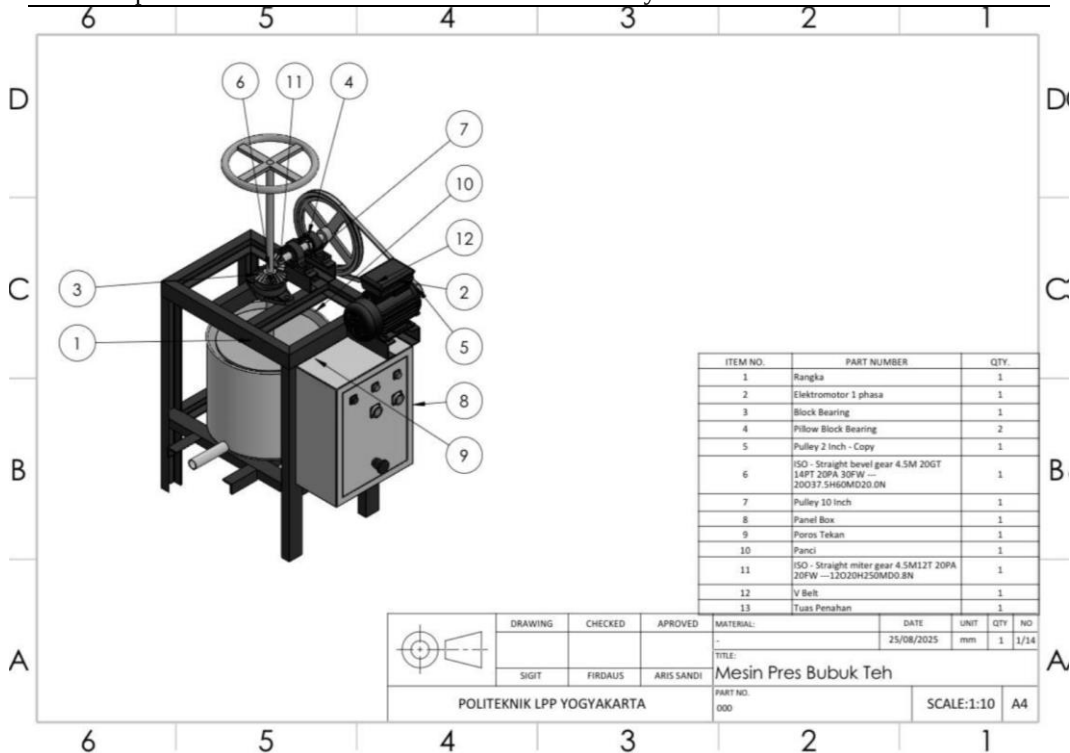
Perancangan mesin pemeras bubuk teh menghasilkan suatu prototipe yang mengintegrasikan dua mode pengoperasian, yaitu manual dan semi otomatis, dalam satu sistem kerja. Konsep hybrid diterapkan untuk meningkatkan fleksibilitas operasional sehingga proses produksi tetap dapat berlangsung meskipun terjadi gangguan pada sumber energi listrik. Sistem semi otomatis menggunakan motor listrik berdaya 0,5 HP sebagai penggerak utama, sedangkan mode manual memanfaatkan mekanisme ulir yang dioperasikan menggunakan handle. Kombinasi kedua sistem tersebut mampu meningkatkan kontinuitas proses produksi dibandingkan mesin konvensional yang hanya mengandalkan satu sumber penggerak.

Berdasarkan hasil perancangan, mesin memiliki kapasitas produksi sebesar 60 kg/jam dengan volume efektif tabung sekitar 13,5 L. Kapasitas tersebut menunjukkan

bahwa dimensi ruang pengepresan dan mekanisme transmisi yang digunakan telah memenuhi target perancangan. Besarnya kapasitas produksi tidak hanya dipengaruhi oleh volume tabung, tetapi juga oleh kemampuan sistem ulir dalam menghasilkan tekanan yang konstan selama proses pemerasan berlangsung. Oleh karena itu, rancangan ini berpotensi meningkatkan produktivitas pada industri pengolahan teh skala kecil dan menengah yang selama ini masih menggunakan metode pengepresan manual. Adapun spesifikasi teknis mesin dirangkum dalam tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Perancangan Mesin Pemeras Bubuk Teh *Hybrid*

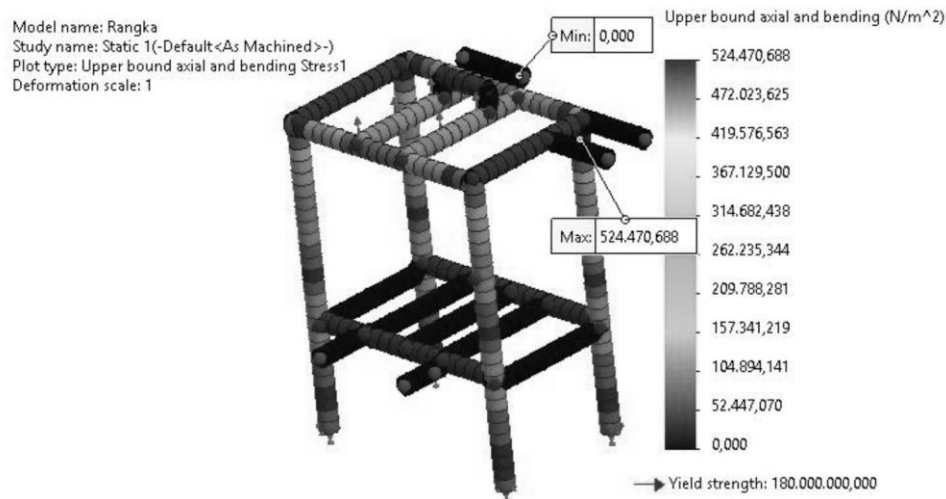
Parameter	Hasil Perancangan	Keterangan
Kapasitas produksi	60 kg/jam	Sesuai target perancangan
Volume efektif tabung	$\pm 13,5$ L	Menentukan kapasitas pemerasan
Motor listrik	0,5 HP (373 W)	Penggerak semi otomatis
Putaran motor	1360 rpm	Sebelum reduksi pulley
Sistem transmisi	Pulley dan V-belt tipe A	Reduksi putaran dan peningkatan torsi
Gaya tekan ulir	± 180.864 N	Tekanan pemerasan
Torsi poros	± 22 Nm	Masih dalam batas aman
Material rangka	UNP 50 $\times$ 50 $\times$ 5 mm	Berdasarkan hasil simulasi
Material poros	Baja ST42	Aman terhadap beban puntir
Sistem operasi	Manual dan semi otomatis	Hybrid



Gambar 2. Prototipe mesin pemeras bubuk teh sistem hybrid hasil fabrikasi

Gambar 2 menunjukkan prototipe mesin pemeras bubuk teh yang telah berhasil difabrikasi berdasarkan hasil perancangan. Mesin mengintegrasikan sistem penggerak manual dan semi otomatis dalam satu konstruksi sehingga memberikan fleksibilitas

operasional. Seluruh komponen utama, meliputi rangka, sistem transmisi, poros ulir, tabung pemeran, dan panel kontrol, telah dirakit sesuai spesifikasi desain. Hasil fabrikasi menunjukkan bahwa rancangan dapat direalisasikan dengan baik dan siap untuk dilakukan pengujian kinerja.



Gambar 3. Distribusi tegangan von Mises pada rangka hasil simulasi SolidWorks

Berdasarkan hasil simulasi pada Gambar 3, distribusi tegangan terbesar terjadi pada daerah sambungan antara kedudukan mekanisme penekan dan rangka utama. Nilai tegangan maksimum masih berada di bawah batas luluh material UNP 50 × 50 × 5 mm sehingga struktur dinyatakan aman terhadap beban operasional. Distribusi tegangan yang relatif merata menunjukkan bahwa desain rangka memiliki kekakuan yang memadai untuk menopang beban selama proses pemerasan.



Gambar 4. Distribusi tegangan von Mises pada poros ulir hasil simulasi SolidWorks

Hasil simulasi menunjukkan bahwa konsentrasi tegangan terbesar terjadi pada bagian poros yang berhubungan dengan transmisi daya. Nilai tegangan maksimum masih berada di bawah tegangan izin material ST42 sehingga poros memiliki faktor keamanan yang memadai. Hal ini mengindikasikan bahwa dimensi poros yang digunakan telah sesuai dengan beban puntir yang diterima selama proses operasi.

Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Untuk mengetahui posisi hasil penelitian terhadap penelitian sebelumnya, dilakukan perbandingan terhadap beberapa parameter utama sebagaimana disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Terdahulu

Penelitian	Sistem Penggerak	Kapasitas	Karakteristik Utama
Bunganaen et al. (2024)	Manual + motor listrik	5–6 L/proses	Sistem hybrid
Taufiq et al. (2022)	Motor listrik 0,5 HP	5 kg/menit	Ulir tekan
Lestari & Yulianingsih (2014)	Motor listrik 1 HP	10–15 kg/jam	Ulir kontinu
Sinon Hermon et al. (2023)	Motor DC + ESP32	20–25 L/jam	IoT
Penelitian ini	Manual + motor listrik 0,5 HP	60 kg/jam	Hybrid, ulir tekan, simulasi struktur

Pembahasan

Berdasarkan Tabel 3, mesin yang dirancang memiliki kapasitas produksi sebesar 60 kg/jam dengan volume efektif tabung sekitar 13,5 liter. Kapasitas tersebut menunjukkan bahwa dimensi ruang pemerasan dan mekanisme ulir yang digunakan telah mampu memenuhi target produksi yang direncanakan. Penggunaan motor listrik berdaya 0,5 HP juga menunjukkan bahwa kebutuhan energi relatif rendah namun masih mampu menghasilkan performa pemerasan yang optimal. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa rancangan mesin telah memenuhi aspek efisiensi energi dan produktivitas secara bersamaan.

Nilai gaya tekan sebesar 180.864 N menunjukkan bahwa mekanisme ulir mampu menghasilkan tekanan yang tinggi selama proses pemerasan. Tekanan tersebut berperan penting dalam mengurangi kadar air bubuk teh sehingga proses ekstraksi berlangsung lebih efektif. Sementara itu, torsi kerja poros sebesar 22 Nm masih berada jauh di bawah kemampuan maksimum material poros, sehingga sistem transmisi bekerja dalam kondisi aman dan memiliki faktor keamanan yang memadai. Hasil ini menunjukkan bahwa dimensi poros yang dipilih telah sesuai dengan beban kerja yang diterima selama proses operasi.

Penggunaan sistem transmisi berupa kombinasi pulley dan V-belt tipe A memberikan keuntungan berupa penurunan putaran motor sekaligus peningkatan torsi pada poros ulir. Dengan meningkatnya torsi, tekanan yang dihasilkan ulir menjadi lebih besar sehingga proses pemerasan berlangsung lebih stabil. Selain memiliki efisiensi transmisi yang baik, sistem ini juga lebih sederhana dalam proses perawatan dibandingkan sistem transmisi yang lebih kompleks.

Hasil simulasi struktur menunjukkan bahwa rangka berbahan UNP $50 \times 50 \times 5$ mm serta poros berbahan baja ST42 masih bekerja pada daerah aman karena tegangan maksimum yang terjadi masih berada di bawah batas luluh material. Dengan demikian, struktur mesin diperkirakan mampu menahan beban kerja selama proses produksi tanpa mengalami deformasi permanen. Selain itu, penerapan sistem hybrid memungkinkan mesin tetap dapat dioperasikan secara manual apabila pasokan listrik terputus, sehingga kontinuitas proses produksi tetap terjaga.

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang mesin pemeras bubuk teh dengan sistem hybrid yang mengintegrasikan dua mode pengoperasian, yaitu manual dan semi otomatis, dalam satu kesatuan sistem. Konsep hybrid yang diterapkan memberikan fleksibilitas operasional karena mesin tetap dapat digunakan ketika pasokan energi listrik tidak tersedia, sehingga kontinuitas proses produksi dapat dipertahankan.

Hasil perancangan menunjukkan bahwa mesin memiliki kapasitas produksi sebesar 60 kg/jam dengan dukungan motor listrik berdaya 0,5 HP, sistem transmisi pulley–V-belt, serta mekanisme ulir yang mampu menghasilkan gaya tekan sebesar 180.864 N. Kombinasi spesifikasi tersebut menunjukkan bahwa rancangan telah memenuhi kebutuhan proses pemerasan bubuk teh dengan produktivitas yang memadai serta penggunaan daya yang relatif efisien.

Analisis mekanis dan simulasi struktur menunjukkan bahwa rangka berbahan UNP $50 \times 50 \times 5$ mm dan poros berbahan baja ST42 masih bekerja pada batas aman terhadap beban operasional. Distribusi tegangan hasil simulasi berada di bawah batas luluh material, sehingga desain memiliki faktor keamanan yang memadai untuk mendukung operasi mesin secara berkelanjutan. Selain itu, sistem kelistrikan yang dilengkapi dengan perangkat

proteksi berupa Miniature Circuit Breaker (MCB), kontaktor, dan Thermal Overload Relay (TOR) meningkatkan keandalan dan keselamatan pengoperasian mesin.

Berdasarkan hasil tersebut, mesin pemeras bubuk teh yang dikembangkan berpotensi menjadi alternatif teknologi tepat guna bagi industri pengolahan teh skala kecil dan menengah. Integrasi sistem hybrid, performa mekanis yang memadai, serta konstruksi yang sederhana memberikan nilai tambah dalam meningkatkan efisiensi proses produksi sekaligus mendukung keberlanjutan operasional pada kondisi ketersediaan energi yang terbatas.

SARAN

Pengembangan penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengujian eksperimental terhadap prototipe mesin secara menyeluruh guna memvalidasi hasil perancangan dan simulasi yang telah dilakukan. Pengujian tersebut dapat meliputi evaluasi kapasitas produksi aktual, efisiensi pemerasan, konsumsi energi listrik, kualitas hasil pemerasan, serta keandalan mesin selama pengoperasian secara kontinu.

Selain itu, penelitian berikutnya dapat mengembangkan sistem kendali yang lebih adaptif melalui penerapan sensor tekanan, sensor kelembapan, atau teknologi Internet of Things (IoT) untuk mendukung proses pemantauan kinerja mesin secara real-time. Integrasi sistem monitoring tersebut diharapkan mampu meningkatkan efisiensi operasional sekaligus mempermudah proses pemeliharaan prediktif.

Dari aspek desain mekanis, optimalisasi dimensi ulir, geometri ruang pemerasan, rasio transmisi, serta pemilihan material komponen utama masih perlu dilakukan untuk memperoleh performa pemerasan yang lebih optimal dengan konsumsi energi yang lebih rendah. Selain itu, diperlukan kajian mengenai aspek ergonomi, kemudahan perawatan, dan analisis ekonomi yang mencakup biaya manufaktur, biaya operasional, serta periode pengembalian investasi (*payback period*) agar teknologi yang dikembangkan memiliki tingkat kesiapan implementasi yang lebih tinggi pada industri pengolahan teh skala kecil dan menengah.

DAFTAR PUSTAKA

Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (2020). *Shigley's Mechanical Engineering Design* (11th ed.). McGraw-Hill Education.

- Bunganaen, Y., Sutrisno, A., & Rahman, D. (2024). Rancang bangun mesin pemeras madu dengan sistem hybrid untuk meningkatkan efisiensi produksi peternak lebah. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 15(1), 45–55.
- Çengel, Y. A., & Cimbala, J. M. (2018). *Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications* (4th ed.). McGraw-Hill Education.
- Hamrock, B. J., Schmid, S. R., & Jacobson, B. O. (2020). *Fundamentals of Machine Elements* (4th ed.). CRC Press.
- Khurmi, R. S., & Gupta, J. K. (2019). *A Textbook of Machine Design* (25th ed.). S. Chand Publishing.
- Lestari, S., & Yulianingsih, R. (2014). Rancang bangun mesin pemeras santan sistem kontinu sebagai upaya peningkatan produktivitas industri rumah tangga. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 2(3), 157–164.
- Mott, R. L. (2018). *Machine Elements in Mechanical Design* (6th ed.). Pearson Education.
- Norton, R. L. (2020). *Machine Design: An Integrated Approach* (6th ed.). Pearson.
- Sinon Hermon, A., Prasetyo, H., & Kurniawan, D. (2023). Pengembangan mesin pemeras sagu berbasis Internet of Things (IoT) untuk meningkatkan efisiensi produksi UMKM. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 24(2), 115–124.
- Taufiq, M., Hidayat, A., & Pramono, B. (2022). Rancang bangun mesin pemeras jahe menggunakan sistem screw press untuk meningkatkan kapasitas produksi. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 17(2), 91–100.
- Ugural, A. C. (2015). *Mechanical Design of Machine Components* (2nd ed.). CRC Press.