

Rancang Bangun Alat Sentrifugal Semi Otomatis Kapasitas 1 Kg

Mochamad Nur Rochman¹, Arya Mahendra Sakti², Diah Wulandari³, Dyah Riandadari⁴

^{1,2,3,4}Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia 60231

E-mail: mochamadnur.22014@mhs.unesa.ac.id

Abstrak: Perkembangan teknologi peralatan laboratorium menuntut ketersediaan alat yang memiliki kinerja baik, ekonomis, dan mudah dioperasikan, salah satunya adalah alat sentrifugal yang bekerja berdasarkan gaya sentrifugal untuk memisahkan campuran berdasarkan perbedaan massa jenis. Namun, alat sentrifugal komersial yang tersedia umumnya berharga relatif mahal dan memiliki kapasitas terbatas sehingga kurang sesuai untuk kebutuhan laboratorium pendidikan dan industri pangan skala kecil. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun alat sentrifugal semi otomatis berkapasitas 1 kg yang dapat digunakan sebagai media praktikum dan penelitian skala kecil. Metode penelitian menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) yang meliputi studi literatur, perancangan alat, pembuatan dan perakitan prototipe, serta uji fungsi. Alat dirancang menggunakan motor listrik AC 0,5 HP dengan sistem transmisi pulley dan V-belt serta dilengkapi dimmer AC sebagai pengatur kecepatan putar. Pengujian dilakukan menggunakan sampel susu kedelai pada variasi kecepatan hingga 1100 RPM dengan waktu operasi sampai 25 menit. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat dapat beroperasi secara stabil dan aman serta mampu memisahkan cairan dan partikel susu kedelai dengan baik. Kondisi operasi paling optimal diperoleh pada kecepatan 1100 RPM dengan waktu 20 menit, sehingga alat dinilai layak digunakan sebagai teknologi tepat guna untuk laboratorium pendidikan dan industri pangan skala kecil.

Kata kunci: alat sentrifugal, pemisahan cairan, rancang bangun, susu kedelai dan teknologi tepat guna.

Abstract: The development of laboratory equipment technology demands the availability of equipment that has good performance, is economical, and easy to operate, one of which is a centrifuge that works based on centrifugal force to separate mixtures based on differences in density. However, commercially available centrifuges are generally relatively expensive and have limited capacity, making them less suitable for the needs of educational laboratories and small-scale food industries. This study aims to design and build a semi-automatic centrifuge with a capacity of 1 kg that can be used as a medium for small-scale practicums and research. The research method uses a Research and Development (R&D) approach which includes literature studies, tool design, prototype creation and assembly, and function testing. The tool is designed using a 0.5 HPAC electric motor with a pulley and V-belt transmission system and is equipped with an AC dimmer as a rotational speed regulator. Tests were carried out using soy milk samples at various speeds up to 1100 RPM with an operating time of up to 25 minutes. The test results show that the tool can operate stably and safely and is able to separate liquids and soy milk particles well. The most optimal operating conditions were obtained at a speed of 1100 RPM with a time of 20 minutes, so that the tool is considered suitable for use as appropriate technology for educational laboratories and small-scale food industries.

Keywords: centrifuges, liquid separation, design, soy milk and appropriate technology.

© 2025, JRM (Jurnal Rekayasa Mesin) dipublikasikan oleh ejournal Teknik Mesin Fakultas Vokasi UNESA.

PENDAHULUAN

Sentrifugasi adalah teknik pemisahan yang menggunakan gaya sentrifugal untuk mempercepat pengendapan partikel berdasarkan perbedaan kepadatan. Teknologi ini sering diterapkan di bidang kesehatan, pangan, kimia, dan pendidikan karena dapat memberikan pemisahan yang lebih cepat dan efisien dibandingkan dengan sedimentasi alami. Akan tetapi, alat sentrifugal komersial yang ada biasanya mahal, kapasitasnya terbatas, serta fitur otomatisnya kurang cocok untuk pembelajaran mendasar di lab pendidikan atau industri kecil. Situasi ini menciptakan permintaan terhadap alat sentrifugal yang simpel, ekonomis, dan

memiliki kapasitas lebih tinggi, sehingga bisa berfungsi sebagai alat praktikum sekaligus mendukung pemisahan bahan pangan seperti susu kedelai. Susu kedelai sendiri memerlukan pemisahan fase cair dan partikel padat yang efektif untuk meningkatkan kualitasnya, sehingga alat sentrifugal dengan kapasitas yang memadai sangat penting. Kebaruan penelitian ini terletak pada perancangan dan realisasi alat sentrifugal semi otomatis berkapasitas relatif besar (1 kg) yang ditujukan khusus untuk laboratorium pendidikan dan industri pangan skala kecil. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya berfokus pada alat berkapasitas kecil,

portabel, atau berbasis material sederhana, penelitian ini menekankan pada kestabilan mekanis, pemilihan komponen teknik berbasis perhitungan, serta pengujian kinerja aktual menggunakan bahan pangan (susu kedelai).

Dengan mempertimbangkan kebutuhan itu, penelitian ini mengembangkan prototipe alat sentrifugal semi-otomatis dengan kapasitas 1 kg. Penelitian ini menekankan pada desain struktur, pemilihan komponen mekanik dan elektrik, serta uji fungsional untuk memastikan alat dapat beroperasi stabil pada berbagai tingkat kecepatan rotasi. Batasan penelitian meliputi penggunaan sampel susu kedelai, kapasitas maksimal 1 kg, serta pengujian yang hanya menyoroti kemampuan alat dalam memisahkan cairan dan partikel tanpa mengevaluasi aspek kimia atau mikrobiologi produk. Variabel independen seperti kecepatan putar dan variabel dependen seperti waktu operasi juga dikontrol dalam rentang tertentu untuk mendapatkan data yang berkaitan dengan efektivitas pemisahan.

Penelitian ini dibatasi pada kapasitas beban maksimum 1 kg, penggunaan sampel susu kedelai, serta pengujian performa alat pada rentang kecepatan 0 - 1100 RPM. Analisis difokuskan pada kestabilan mekanis dan kualitas pemisahan secara visual, tanpa membahas karakteristik kimia atau mikrobiologi hasil pemisahan.

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang, merakit, dan mengevaluasi performa alat sentrifugal semi-otomatis berkapasitas 1 kg yang bisa digunakan untuk pemisahan cairan pada susu kedelai. Hasil penelitian diharapkan memberikan sumbangsih berupa peralatan lab yang lebih murah, mudah digunakan, dan cocok untuk mempelajari prinsip gaya sentrifugal. Selain itu, alat ini diharapkan menjadi pilihan teknologi yang tepat guna, yang bisa dimanfaatkan oleh lab pendidikan, industri pangan skala kecil, maupun penelitian dasar tentang pemisahan fase cair-padat.

DASAR TEORI

Sentrifugasi adalah teknik pemisahan yang menggunakan gaya sentrifugal untuk mempercepat pengendapan partikel berdasarkan perbedaan kepadatan. Saat sampel diputar dengan kecepatan tinggi, partikel yang memiliki massa jenis lebih besar akan bergerak menuju dinding rotor, sedangkan fase cair yang lebih ringan akan berkumpul di bagian dalam. Gaya sentrifugal yang bekerja pada partikel dapat dihitung dengan rumus (Scientific 2020):

$$F = m \cdot \omega^2 \cdot r \quad (1)$$

Di mana m adalah massa, ω kecepatan sudut, dan r jari-jari rotor. Besarnya percepatan sentrifugal sering dinyatakan dalam *Relative Centrifugal Force* (RCF) dengan persamaan (Scientific 2020):

$$RCF = 1.118 \times 10^{-5} \times r \times (RPM)^2 \quad (2)$$

Prinsip ini banyak diterapkan di industri pangan, biologi, dan laboratorium pendidikan karena dapat menghasilkan pemisahan fase cair dan padat dengan cepat serta efisien.

Beberapa studi telah berusaha menciptakan alat sentrifugal yang ekonomis untuk keperluan pendidikan dan diagnostik. Bhamla et al., (2017) mengembangkan *Paperfuge*, sebuah perangkat berbahan kertas yang mampu mencapai putaran lebih dari 10.000 RPM. Moreno et al., (2022) menggunakan teknologi cetak 3D untuk membuat *centrifuge* kecil yang digerakkan oleh motor, sedangkan Franco et al., (2023) memperkenalkan CentREUSE yang terbuat dari bahan daur ulang. Hendri et al., (2020) mengembangkan alat sentrifugasi pemisah santan. Walaupun inovatif, alat-alat tersebut umumnya memiliki kapasitas terbatas sehingga kurang cocok untuk mengolah sampel dalam jumlah besar seperti susu kedelai.

Dalam proses merancang alat sentrifugal dengan kapasitas 1 kg, aspek perhitungan mekanis serta pemilihan komponen memiliki peran krusial. Torsi pada poros dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Artha et al. 2024):

$$T = \frac{60 \times p}{2 \times \pi \times n} \quad (3)$$

Menghitung tegangan geser pada poros (Artha et al. 2024):

$$\tau = \frac{16 \cdot T}{\pi \cdot d^3} \quad (4)$$

Menghitung tegangan geser yang diizinkan pada poros (Artha et al. 2024):

$$\tau_a = \frac{\sigma \beta}{s_{f1} \cdot s_{f2}} \quad (5)$$

Menghitung diameter poros (Mesin n.d.):

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times T}{\pi \times \tau_{ijin}}} \quad (6)$$

Menentukan daya motor (Stephen J. Chapman 2012):

$$P = \frac{T \cdot n}{9550} \quad (7)$$

Menentukan torsi motor (Stephen J. Chapman 2012):

$$T = \frac{p}{n \times \frac{2 \times \pi}{60}} \quad (8)$$

Menentukan diameter pulley (Aqsal Sheva Putra 2022):

$$dp_B = \frac{n_1}{n_2} \cdot dp_A \quad (9)$$

Menentukan panjang V-Belt (Niagakita 2018):

$$L = 2 \cdot C + \frac{\pi}{2} (Dp_A + Dp_B) + \frac{(Dp_B - Dp_A)^2}{4 \cdot C} \quad (10)$$

Berbagai teori ini menjadi fondasi dalam perancangan dan pembuatan alat sentrifugal semi-otomatis

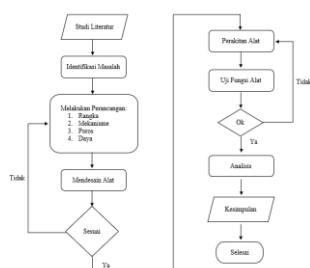
berkapasitas 1 kg yang diterapkan dalam penelitian ini. Penggabungan antara prinsip gaya sentrifugal dan perhitungan mekanis memastikan alat dapat beroperasi dengan stabil, aman, serta menghasilkan pemisahan susu kedelai yang efektif.

Dibandingkan dengan *Paperfuge* (Bhamla et al. 2017) dan sentrifugal berbasis cetak 3D (Moreno et al. 2022) yang memiliki kapasitas sangat terbatas dan difokuskan pada aplikasi medis mikro, alat yang dikembangkan dalam penelitian ini mampu memproses beban hingga 1 kg dengan konstruksi rangka baja dan sistem transmisi mekanis konvensional. Selain itu, penggunaan *dimmer AC* memberikan fleksibilitas pengaturan kecepatan yang sederhana namun efektif untuk keperluan praktikum.

METODE

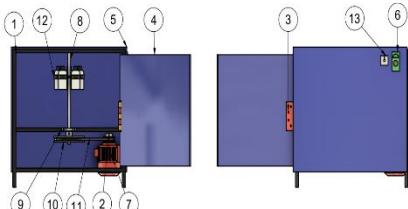
Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan *metode Research and Development* (R&D) yang terdiri dari empat tahapan utama, yaitu perancangan alat, pembuatan dan perakitan, pengujian kinerja, serta evaluasi hasil.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Desain Alat Sentrifugal



Gambar 3.2 Desain Alat Sentrifugal

Spesifikasi Alat:

1. Rangka
2. Pulley 2,5 inch
3. Engsel Pintu
4. Pintu
5. Cover
6. Dimmer AC
7. Motor Penggerak
8. Poros (As)
9. Bearing Housing
10. Pulley 2,5 inch
11. V-Belt
12. Roda Penjepit
13. Saklar

Alat dan Bahan

Pada Perancangan alat membutuhkan beberapa alat dan bahan untuk merakit alat sentrifugal ini.

Tabel 3.1 Alat

No.	Alat	Gambar
1.	Mesin las lakoni falcon 120E mesin trafo las mma	
2.	Mesin bor cordless/bor baterai	
3.	Gerinda baterai cordless brushless mesin gerinda tangan	
4.	Kunci pas dan ring	
5.	Obeng dan tang	
6.	Jangka sorong, meteran dan mistar baja	

Tabel 3.2 Bahan

No.	Bahan	Gambar
1.	Rangka	
2.	Poros (As)	
3.	Bearing	
4.	Bearing Housing	
5.	Motor Listrik / Motor Penggerak	
6.	Dimmer	
7.	Pulley	
8.	V-Belt	
9.	Cover	
10.	Pintu	
11.	Roda Penjepit	
12.	Wadah Sampel	
13.	Saklar	

Proses Perakitan Alat Sentrifugal

Pembuatan alat sentrifugal semi-otomatis dengan kapasitas 1 kg dilakukan setelah semua komponen telah disiapkan dan dinyatakan siap pakai. Proses ini menggabungkan elemen mekanis dan elektrik menjadi satu unit yang beroperasi dengan stabil. Langkah-langkah perakitan mencakup:

1. Pembuatan rangka: Rangka terbuat dari besi siku berukuran 3×3 cm dengan ketebalan 3 mm, dengan dimensi akhir $70 \times 70 \times 70$ cm. Penyambungan menggunakan las elektrik, kemudian diperhalus dengan gerinda untuk menghilangkan bagian yang tajam.
2. Pemasangan motor penggerak: Motor AC berkekuatan 0,5 HP ditempatkan pada dudukan bawah rangka dan dihubungkan ke poros utama melalui *pulley* dan sabuk V. Penyelarasan motor dipertahankan agar transfer energi efisien dan sabuk tidak tergelincir.
3. Pemasangan poros dan *bearing*: Poros baja dengan diameter 19 mm dipasang pada *housing bearing* yang berisi *deep groove ball bearing*. *Housing* dikencangkan ke rangka menggunakan baut M12 agar poros dapat berputar dengan stabil.
4. Pemasangan roda penjepit: Roda penjepit ditempatkan di tengah poros sebagai tempat lima wadah sampel. Setiap wadah dikunci untuk keamanan selama rotasi.
5. Pemasangan sistem transmisi: *pulley* berukuran 2,5 inci pada motor dan poros dihubungkan dengan sabuk V sepanjang 450 mm. Tegangan sabuk disesuaikan agar tidak kendur maupun terlalu kencang.
6. Instalasi sistem listrik dan *dimmer*: Sistem listrik terdiri dari saklar utama, *dimmer* AC, dan motor yang dihubungkan dengan kabel tembaga berisolasi. *Dimmer* dipasang di panel depan sebagai pengontrol kecepatan rotasi.
7. Pemasangan *cover* dan pintu pengaman: Bagian atas dan samping alat dilapisi dengan ACP setebal 0,8 cm, dilengkapi pintu berengsel untuk akses sampel. Penutup berfungsi melindungi operator selama operasi alat.
8. *Finishing* dan Uji Awal
Setelah perakitan, dilakukan inspeksi ulang terhadap kekencangan baut, tegangan sabuk, dan fungsi *dimmer* Uji awal tanpa beban memastikan alat berputar stabil sebelum digunakan untuk pengujian sampel.

Perakitan memerlukan kehati-hatian, terutama pada penyelarasan poros dan rotor untuk menghindari getaran dan memastikan efisiensi kerja alat.

Mekanisme Alat Sentrifugal

Alat ini beroperasi berdasarkan gaya sentrifugal, yaitu kekuatan yang muncul saat benda berputar, sehingga partikel dengan kepadatan berbeda terpisah karena perbedaan gaya yang diterima.

1. Siapkan Sampel
Sampel susu kedelai dimasukkan ke dalam lima wadah plastik (merk Shinpo) berukuran 9×12 cm dengan kapasitas 200 ml masing-masing. Wadah ditempatkan secara simetris pada rotor untuk menjaga keseimbangan saat putaran.
2. Pengaturan dan Operasi
Pintu alat ditutup untuk keselamatan, lalu operator menghidupkan alat via saklar utama (Cam Starter TOFUDA) dan menyesuaikan laju motor AC dengan *dimmer*. *Dimmer* mengontrol tegangan ke motor, memungkinkan variasi putaran antara 700, 800, hingga 900 rpm.
3. Transmisi Daya dan Putaran Rotor
Daya dari motor ditransfer ke poros utama melalui *pulley* dan sabuk V-belt, mengubah energi listrik menjadi mekanik untuk memutar rotor. *Bearing* menopang poros agar putaran lancar dan stabil tanpa gesekan berlebih.
4. Proses Pemisahan
Saat rotor berputar, partikel berat (fase padat dan lemak) terdorong ke luar wadah, sedangkan fase cair tertarik ke pusat. Laju putar dan durasi yang lebih tinggi mempercepat pemisahan karena gaya sentrifugal yang lebih besar.
5. Penghentian dan Pengamatan Hasil
Alat dimatikan setelah waktu tertentu, dengan putaran berhenti perlahan untuk mencegah tumpahan. Hasil dievaluasi berdasarkan ketebalan dan viskositas lapisan krim susu kedelai di bagian atas wadah.

Penutup dari *Aluminium Composite Panel* (ACP) melindungi pengguna dari risiko serpihan atau cairan akibat putaran. Sistem semi otomatis ini menawarkan kontrol laju yang fleksibel namun mudah digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 4.1 Alat Sentrifugal

Perancangan alat sentrifugal semi otomatis dengan kapasitas 1 kg didasarkan pada kajian literatur dan persyaratan fungsional alat. Tahapan perancangan mencakup pembuatan konsep desain, seleksi komponen pokok, serta kalkulasi teknis untuk memastikan alat beroperasi dengan efisien dan aman.

Desain alat dikembangkan dengan pendekatan ergonomis dan optimalisasi ruang, dengan mempertimbangkan keseimbangan rotor serta kekokohan rangka saat berjalan pada laju tinggi. Komponen seperti motor AC, poros, pulley, dan bearing dipilih berdasarkan kapasitas beban maksimal 1 kg agar dapat menahan gaya sentrifugal tanpa menghasilkan getaran berlebihan. Selain itu, sistem transmisi menggunakan pulley dan V-Belt karena mudah dipasang, efektif dalam mentransfer tenaga, dan memungkinkan penyesuaian laju yang fleksibel melalui dimmer AC. Untuk keselamatan, alat dilengkapi dengan penutup pelindung dan pintu pengaman terbuat dari *Aluminium Composite Panel* (ACP) yang ringan tetapi tahan lama.

1. Perhitungan Rangka

Untuk mengetahui ukuran rangka alat sentrifugal maka kita harus menghitung volume alat sentrifugal:

Asumsi:

$$P = 70 \text{ cm}$$

$$L = 70 \text{ cm}$$

$$T = 70 \text{ cm}$$

Maka volume alat sentrifugal yaitu:

$$V = P \times L \times T$$

$$V = 70 \text{ cm} \times 70 \text{ cm} \times 70 \text{ cm}$$

$$V = 343000 \text{ cm}^3$$

$$V = 0,343 \text{ m}^3$$

Hasil perhitungan volume ini menunjukkan bahwa dimensi rangka telah mencukupi untuk menampung seluruh komponen utama alat tanpa mengganggu ketabilan dan tata letak sistem.

Menghitung gaya sentrifugal yang diperlukan berdasarkan rumus (1):

Diketahui:

$$m = 1 \text{ kg}$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \frac{1100}{60} = 115,13 \text{ rad/s}$$

$$r = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$$

Maka, gaya sentrifugal yang dihasilkan yaitu:

$$F = m \cdot \omega^2 \cdot r$$

$$F = 1 \times 115,13^2 \times 0,15$$

$$F = 1988,237 \text{ N}$$

$$F = 1988,24 \text{ N}$$

Nilai gaya sentrifugal yang dihasilkan menunjukkan bahwa rangka dan komponen mekanis harus dirancang cukup kokoh untuk menahan beban dinamis selama alat beroperasi pada kecepatan tinggi.

2. Perhitungan Poros

Untuk menentukan poros pertama kita harus menghitung torsi yang dibutuhkan berdasarkan rumus (3):

Diketahui:

$$p = 0,372 \text{ kW}$$

$$n_1 = 1100 \text{ RPM}$$

Maka momen puntirnya yaitu:

$$T = \frac{60 \times p}{2 \times \pi \times n}$$

$$T = \frac{60 \times 0,372}{2 \times 3,14 \times 1100}$$

$$T = 0.003 \text{ N.m}$$

Torsi yang relatif kecil ini mengindikasikan bahwa beban puntir pada poros tidak besar sehingga poros dapat bekerja dengan aman pada putaran tinggi.

Menghitung tegangan geser berdasarkan rumus (4):

Diketahui:

$$d = 19 \text{ mm}$$

$$T = 0.003 \text{ N.m} = 3 \text{ N.mm}$$

Maka, tegangan geser yaitu:

$$\tau = \frac{16 \cdot T}{\pi \cdot d^3}$$

$$\tau = \frac{16 \times 3}{3,14 \times 19^3}$$

$$\tau = 0.002 \text{ N.mm}^2$$

Tegangan geser yang terjadi jauh lebih kecil dibandingkan tegangan izin material, sehingga poros dinyatakan aman terhadap kegagalan geser.

Menghitung tegangan geser yang diizinkan berdasarkan rumus (5):

Diketahui:

$$\sigma_\beta = 1 \text{ kg/mm}^2 = 9.806 \text{ N/mm}^2$$

Maka, tegangan yang diizinkan yaitu:

$$\tau_\alpha = \frac{\sigma_\beta}{Sf1 \times sf2}$$

$$\tau_\alpha = \frac{9.806}{2 \times 2}$$

$$\tau_\alpha = 2.45 \text{ N/mm}^2$$

Nilai tegangan geser izin ini memberikan faktor keselamatan yang cukup besar terhadap beban kerja aktual poros.

Menghitung diameter poros berdasarkan rumus (6):

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times T}{\pi \times \tau_{ijin}}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times 3}{3,14 \times 2,45}}$$

$$d = 1840$$

Kita bulatkan jadi 19 mm, dengan diameter poros 19 mm, desain poros memenuhi kriteria kekuatan dan ketabilan untuk menopang rotor dan beban selama proses sentrifugasi.

3. Perancangan motor listrik

Menentukan torsi berdasarkan rumus (7):

Asumsi:

$$P = 372 \text{ Watt}$$

$$n = 1100 \text{ RPM}$$

Maka, torsi motor yaitu:

$$T = \frac{P}{n \times \frac{2 \times \pi}{60}}$$

$$T = \frac{372}{1100 \times \frac{2 \times 3,14}{60}}$$

$$T = 3,231 \text{ N.m}$$

Torsi motor yang dihasilkan dinilai mencukupi untuk menggerakkan sistem rotor dengan beban maksimal 1 kg tanpa mengalami penurunan kinerja.

Menentukan daya motor berdasarkan rumus (8):

Diketahui:

$$n = 1100 \text{ RPM}$$

$$P = \frac{T \cdot n}{9550}$$

$$P = \frac{3,231 \times 1100}{9550}$$

$$P = 0,372 \text{ kW} = 372 \text{ Watt}$$

Hasil ini menunjukkan bahwa daya motor yang digunakan telah sesuai dengan kebutuhan sistem dan masih berada dalam batas aman operasi.

4. Perancangan pulley

Menentukan diameter pulley berdasarkan rumus (9):

Diketahui:

$$dp_A = 2,5 \text{ inci} = 63,5 \text{ mm}$$

$$n_1 = 1400$$

$$n_2 = 1400$$

Maka, diameter pulley yang dibutuhkan yaitu:

$$dp_B = \frac{n_1}{n_2} \cdot dp_A$$

$$dp_B = \frac{1400}{1400} \cdot 63,5$$

$$dp_B = 63,5 \text{ mm}$$

Pemilihan diameter pulley yang sama menghasilkan rasio transmisi 1:1 sehingga putaran motor dapat diteruskan secara langsung ke poros utama.

5. Perancangan V-Belt

Menentukan panjang V-Belt berdasarkan rumus (10):

Diketahui:

$$dp_A = 63,5 \text{ mm}$$

$$dp_B = 63,5 \text{ mm}$$

$$C = 340 \text{ mm}$$

Maka, panjang V-Belt yaitu:

$$L = 2 \cdot C + \frac{\pi}{2} (Dp_A + Dp_B) + \frac{(Dp_B - Dp_A)^2}{4 \cdot C}$$

$$L = 2 \times 350 + \frac{3,14}{2} (63,5 + 63,5) + \frac{(63,5 - 63,5)^2}{4 \times 350}$$

$$L = 899,39 \text{ mm}$$

$$L = \frac{899,39}{2}$$

$$L = 449,695 \text{ mm dibulatkan jadi } 450 \text{ mm}$$

Panjang V-belt yang diperoleh sesuai dengan ukuran standar pasaran sehingga memudahkan pengadaan dan pemasangan komponen.

Hasil Uji Fungsi Alat Sentrifugal

Tabel 4.1 Uji Alat Kecepatan 700 RPM

Kecepatan (RPM)	Waktu (Menit)	Hasil Gambar	
		Before	After
700	15		
	20		
	25		

Berdasarkan hasil pengujian pada putaran 700 RPM, proses pemisahan mulai muncul tetapi belum optimal. Setelah 15 menit, lapisan cairan dan endapan masih sangat tipis. Pada menit ke-20, lapisan cairan terbentuk lebih nyata, meskipun krim belum terpisah sepenuhnya. Di menit ke-25, pemisahan mencapai hasil terbaik pada kecepatan ini, walaupun masih ada sedikit partikel halus yang tercampur akibat gaya sentrifugal yang relatif lemah.

Hasil ini menunjukkan bahwa pada kecepatan rendah gaya sentrifugal belum cukup besar untuk menghasilkan pemisahan yang optimal.

Tabel 1.2 Uji Alat Kecepatan 900 RPM

Kecepatan (RPM)	Waktu (Menit)	Hasil Gambar	
		Before	After
900	15		
	20		

	25		
--	-----------	---	---

Berdasarkan hasil pengujian pada putaran 900 RPM, pemisahan berjalan lebih baik daripada pada 700 RPM. Setelah 15 menit, lapisan cairan sudah terlihat lebih bening. Pada menit ke-20, pemisahan lebih stabil dengan endapan yang halus dan sangat memuaskan. Di menit ke-25, hasil pemisahan terlihat jelas namun pecah dan memakan waktu terlalu lama.

Peningkatan kecepatan putar menyebabkan gaya sentrifugal meningkat sehingga proses pemisahan berlangsung lebih efektif dan stabil.

Tabel 4.3 Uji Alat Kecepatan 1100 RPM

Kecepatan (RPM)	Waktu (Menit)	Hasil Gambar	
		Before	After
1100	15		
	20		
	25		

Berdasarkan hasil pengujian pada putaran 1100 RPM, gaya sentrifugal yang paling kuat membuat pemisahan berlangsung lebih cepat dan lebih lengkap. Setelah 15 menit, pemisahan sudah terlihat jelas. Pada menit ke-20, cairan menunjukkan pemisahan yang bagus dengan endapan yang lebih padat. Di menit ke-25, pemisahan mencapai kualitas tertinggi dalam seluruh uji coba, namun rotor mulai mengalami sedikit getaran, sehingga penggunaan waktu yang terlalu panjang pada kecepatan maksimal perlu diwaspadai untuk mencegah kerusakan komponen.

Kecepatan putar yang lebih tinggi menghasilkan gaya sentrifugal maksimum sesuai teori sentrifugasi, namun berpotensi meningkatkan getaran jika dioperasikan terlalu lama.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan merealisasikan alat sentrifugal semi otomatis berkapasitas 1 kg yang mampu beroperasi stabil pada kecepatan hingga 1100 RPM. Pengujian menunjukkan bahwa kecepatan dan waktu operasi sangat memengaruhi kualitas pemisahan, dengan kondisi optimal pada 1100 RPM selama 20 menit. Keunggulan alat terletak pada kapasitas yang lebih besar, konstruksi mekanis yang kokoh, serta sistem pengaturan kecepatan yang sederhana dan ekonomis.

Namun, keterbatasan penelitian ini adalah belum adanya sistem kontrol otomatis dan analisis getaran secara kuantitatif.

Saran

Untuk kemajuan selanjutnya, direkomendasikan agar alat dilengkapi dengan sistem kontrol otomatis menggunakan mikrokontroler untuk mengatur kecepatan dan waktu secara digital, guna meningkatkan presisi dan keselamatan penggunaan. Di samping itu, diperlukan uji tambahan pada berbagai jenis sampel serta evaluasi mendalam terkait ketahanan rotor pada putaran tinggi untuk mengurangi getaran dan memperpanjang masa pakai komponen mekanis.

REFERENSI

- Aqsal Sheva Putra, Kardiman Kardiman. 2022. “2017-7432-1-Pb.” *Journal of Infrastructur & Science Engineering* 5(1): 14–20.
- Artha, I Komang, Kusuma Ardana, Jurusan Teknik Mesin, and Politeknik Negeri Bali. 2024. “Perhitungan Poros Pada Mesin Pemeras Santan Kelapa.”
- Bhamla, M. Saad, Brandon Benson, Chew Chai, Georgios Katsikis, Aanchal Johri, and Manu Prakash. 2017. “Hand-Powered Ultralow-Cost Paper Centrifuge.” *Nature Biomedical Engineering* 1(1): 1–7. doi:10.1038/s41551-016-0009.
- Franco, Jovany J., Tatsuo Nagata, Takayuki Okamoto, and Shizuo Mukai. 2023. “An Ultralow-Cost Portable Centrifuge from Discarded Materials for Medical Applications.” *Scientific Reports* 13(1): 1–7. doi:10.1038/s41598-023-30327-2.
- Hendri, Darwin, Herdi Susanto, and Al Munawir. 2020. “Desain Mesin Produksi Santan Sistem Sentrifugal Kapasitas 10 Liter/ Jam.” *Jurnal Mekanova* 6(1): 85–94.
- Mesin, Elemen. “Elemen Mesin.” : 45–55.
- Moreno, Luis F. Aiquipa, Alexander G. Guillén Vasquez, Elizabeth C. Pastrana, and Roxana Y. Pastrana. 2022. “Design, Development, and Implementation of 3D-Printed Polylactic Acid Centrifuge Rotors for Laboratory-Scale Applications.” *Química Nova* 45(10): 1284–88. doi:10.21577/0100-4042.20170936.
- Niagakita. 2018. “Pengertian V-Belt & Cara Mengukurnya.” Niagakita. <https://niagakita.id/2018/10/28/pengertian-v-belt-cara-ukur/>.
- Scientific, Fisher. 2020. “Centrifugation Theory.” Fisher Scientific. <https://www.fishersci.fi/en/scientific-products/centrifuge-guide/centrifugation-theory.html>.
- Stephen J. Chapman. 2012. Book *Electric Machinery Fundamentals*.