

ANALISIS KEKUATAN POROS PENGUPAS KULIT PINANG PADA MESIN PENGUPAS KULIT PINANG

Puspa NurJannah¹, Aditya Putra Marpaung², Supriyanto³

Teknik Konversi Energi^{1,2,3}, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan

puspanurjannah@students.polmed.ac.id¹, aditiaputramarpaung@students.polmed.ac.id²,

supriyanto@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan di Politeknik Negeri Medan dengan obyek poros rotor pengupas pada mesin pengupas kulit buah pinang yang menjadi proyek Tugas akhir pada semester VI tahun Ajaran 2022-2023. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai diameter poros yang aman digunakan pada mesin tersebut dan nilai kekuatan atau tegangan yang terjadi pada poros tersebut. Sebelum pada tahap pengumpulan data, dilakukan terlebih dahulu analisis tentang jenis beban yang terjadi pada poros, untuk memastikan bahwa beban yang terjadi pada poros beban tunggal murni atau beban kombinasi. Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah eksperimental dan komputasi. Hasil penelitian merupakan informasi valid yaitu diameter poros terkecil 19,29 mm, diameter poros terbesar 24,00 mm. Sedangkan tegangan terkecil pada poros 2,289 kg/mm² dan terbesar 4,406 kg/mm². Hasil ini diharapkan dapat memberi informasi diameter dan bahan poros yang aman digunakan pada mesin pengupas kulit buah pinang.

Kata Kunci : Mesin, Poros, Pengupas, Buah Pinang

PENDAHULUAN

Hampir semua mesin yang dirancang oleh ahli permesinan memiliki bagian (*element*) yang disebut poros (*shaft*), baik mesin yang digunakan di industri (mesin produksi) maupun mesin yang dipakai di lembaga pendidikan, semisal laboratorium dan bengkel sebagai sarana praktikum peserta didik. Tidak jarang poros mesin-mesin yang digunakan di industri dan bengkel mengalami kerusakan. Bengkok atau patah lazim terjadi pada poros yang rusak tersebut. Akibat dari kerusakan tersebut adalah kerugian bagi pengguna. Di lembaga pendidikan, kerusakan yang terjadi pada poros mesin mengakibatkan terganggunya proses belajar mengajar, bahkan proses belajar mengajar yang berkaitan dengan praktikum akan berhenti. Kejadian yang sama yaitu berhentinya proses kegiatan (produksi) di industri menyebabkan kerugian yang besar baik bagi produsen maupun konsumen yang menggunakan barang hasil produksinya. Industri akan kehilangan waktu yang digunakan untuk perbaikan (*repair*), biaya, dan keuntungan produksi. Kerusakan yang pada poros terjadi karena pertama: Kelalaian dalam perawatan. Setiap unit mesin baik di industri maupun di lembaga pendidikan memiliki jadwal perawatan yang harus ditaati. Tujuan adanya jadwal perawatan yaitu agar kondisi semua elemen penting yang terdapat pada unit mesin tersebut dapat diketahui lebih awal sebelum terjadi kerusakan. Kedua: Terjadi kesalahan dalam perancangan (*design error*). Kesalahan tersebut dikarenakan salah dalam asumsi (*assumption*) jenis beban yang diterima oleh poros. Ketidaksesuaian menentukan jenis poros dengan jenis beban akan menyebabkan terjadinya kesalahan menentukan ukuran poros dan bahan poros. Akibat salah ukuran dan salah bahan, akan menyebabkan terjadinya kerusakan sebagaimana tersebut di atas. Untuk menghindari kerusakan pada poros, operator atau teknisi mesin harus melakukan perawatan dan melakukan inspeksi mesin secara berkala sesuai jadwal. Khusus bagi kalangan akademisi permesinan yang berperan penting dalam merancang mesin, baik untuk industri maupun untuk lembaga pendidikan agar cermat dan tepat dalam menentukan kesesuaian jenis poros dan jenis bebannya. Berkaitan dengan konsep perancangan di atas, rancang bangun mesin yang akan dilaksanakan di Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan dalam rangka pengambilan mata kuliah wajib Tugas Akhir. Pada bagian ini, peneliti memfokuskan bahasan tentang poros yang merupakan elemen penting pada mesin pengupas kulit buah pinang. Dalam menentukan kekuatan poros, peneliti akan menentukan diameter poros sebagai *indikator* dari kekuatan poros. Konsep yang dipilih peneliti dalam menentukan

diameter poros adalah kehati-hatian, kecermatan dan ketepatan menentukan jenis poros dan jenis beban yang diterima poros.

Rumusan Masalah

Untuk memperoleh informasi hasil pembahasan yang benar dan dapat dipercaya, peneliti menyusun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa nilai diameter poros untuk kecepatan putar rotor pengupas bervariasi dari 120(rpm), 150 (rpm), dan 180 (rpm).
2. Berapa tegangan maksimum yang terjadi pada poros untuk kecepatan putar 120 (rpm), 150 (rpm), dan 180 (rpm).

Batasan Penelitian

Pada mata kuliah Tugas Akhir, peneliti bersama-sama secara berkelompok me- *Rancang Bangun Mesin Pengupas Kulit Buah Pinang Kering Kapasitas 65 (kg/jam)*, untuk itu dalam penelitian ini pengusul memfokuskan bahasan hanya tentang:

1. Poros pada mesin pengupas buah pinang kering kapasitas 65 (kg/jam)
2. Asumsi bahwa poros mengalami beban dinamis

Telaah Pustaka

Poros merupakan salah satu bagian mesin yang berfungsi untuk mendukung beban dan untuk memindahkan daya dan putaran yang bekerja berputar atau diam (statis). Poros memiliki kegunaan yang berbeda-beda. Terdapat tiga jenis beban yang dapat ditahan oleh masing-masing poros sesuai dengan kegunaannya. Ketiga beban tersebut adalah 1). Beban lentur yang menyebabkan poros menjadi bengkok. 2). Beban puntir yang menyebabkan poros patah dan 3). Beban kombinasi antara beban lentur dan beban puntir yang juga menyebabkan poros patah. Poros adalah bagian mesin yang digunakan untuk mentransmisikan daya, sebagai bagian stasioner yang berputar, poros terbagi menjadi beberapa jenis yaitu poros transmisi, poros spindle, poros gandar (Ibriza dan Wiseno, 2022). Dinyatakan juga bahwa Poros transmisi lebih dikenal dengan sebutan *shaft*. *Shaft* akan menerima beban puntir berulang, beban lentur bergantian ataupun kedua – duanya. Pada *shaft*, daya dapat ditransmisikan melalui *gear*, *belt -pulley*, rantai – *sprocket*, dll. Terdapat beberapa hal penting yang harus diketahui dalam perancangan suatu poros seperti ukuran diameter yang aman digunakan serta tegangan yang terjadi pada poros tersebut. Poros bisa menerima beban lentur, beban tarikan, beban tekan dan beban puntiran yang bekerja sendiri-sendiri atau gabungan (Shigley, J, E., 1983). Pada prinsipnya, pembebanan pada poros ada 2 macam, yaitu puntiran karena beban torsi dan bending karena beban radial pada roda gigi, puli atau sproket. Beban yang terjadi juga bisa merupakan kombinasi dari keduanya. Karakter pembebanan yang terjadi bisa konstan, bervariasi terhadap waktu, maupun kombinasi dari keduanya (Mananoma dkk, 2020). Poros - poros yang dipakai untuk meneruskan putaran tinggi dan beban berat umumnya dibuat dari baja paduan dengan pengerasan kulit yang sangat tahan terhadap keausan. Poros harus memiliki sifat: 1). Berkekuatan tinggi 2). Mampu dibentuk pada proses permesinan 3) bisa diperlakukan panas dengan baik 4). tahan aus (Caesar Wiratama 2021).

Dalam perancangan poros perlu memperhatikan beberapa faktor, misalnya: kelelahan, tumbukan dan pengaruh konsentrasi tegangan bila menggunakan poros bertangga ataupun penggunaan alur pasak pada poros tersebut. Poros yang dirancang tersebut harus cukup aman untuk menahan beban-beban tersebut.

Untuk menentukan diameter poros yang aman digunakan pada mesin pengpas kulit pinang ini, harus diketahui jenis tegangan yang terjadi pada poros. Beberapa tegangan yang akan dialami poros adalah:

Pengertian Tegangan

Menurut Junaidi (2019) dalam Hendri Chandra (2020): setiap bahan atau material memiliki sifat elastisitas pada keadaan alaminya. Oleh karena itu jika ada gaya luar yang bekerja pada benda, maka benda tersebut akan mengalami perubahan bentuk atau ukuran. Ketika benda tersebut mengalami perubahan bentuk, elemen pada bahan akan membentuk tahanan terhadap perubahan bentuk atau deformasi. Per satuan luas, tahanan ini dikenal dengan istilah tegangan. Secara matematis tegangan dinyatakan sebagai gaya per satuan luas yang dapat ditulis dalam persamaan berikut :

$\sigma = P/A$ (1)

Tegangan Geser

Tegangan yang terjadi pada poros salah satunya adalah tegangan geser puntir yang nilainya bervariasi tergantung dari beban yang diaplikasikan pada poros. Apabila suatu benda tegak lurus dengan arah sumbu batang, bekerja dengan dua gaya yang berlawanan arah, tidak simetris dengan gaya namun pada penampangnya tidak terjadi momen maka saat itulah tegangan geser terjadi (Jatmoko Awali dan Asroni, 2013).

Tegangan Puntir

Poros mendapat tegangan puntir yang berupa momen puntir, contohnya pada kopling dan poros motor. Perhitungan dari tegangan puntir dengan perubahan momen torsi pada diameter poros dapat dituliskan dalam persamaan seperti berikut :

$T_p = T/w_p$ (2)

Tegangan Kombinasi

Jika dua beban yang sifatnya berbeda bekerja bersama-sama pada satu poros, maka tegangan yang terjadi pada poros adalah tegangan kombinasi yang besarnya dapat dihitung dengan persamaan:

$T_{pmak} = \sqrt{(\sigma/2)^2 + \tau^2}$ (3)

Kriteria Luluh

Pada saat kondisi suatu bahan atau material mengalami perubahan bentuk atau deformasi elastis, maka bahan atau material kembali ke dimensi awal sesuai dengan Hukum Elastisitas (*Hukum Hooke*) yaitu, $E = \sigma/e$ (4)

Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan poros ditampilkan pada tabel berikut ini:

Tabel 1. Penelitian Sebelumnya

NO.	NAMA PENELITI	DESKRIPSI HASIL PENELITIAN
1.	Falikhul Ibriza dan Elbi Wiseno, 2022.	Hasil penelitian: motor yang digunakan berdaya 4,847 kW dan kecepatan putaran pisau 3600 rpm serta menggunakan material AISI1045 didapat nilai diameter yang aman digunakan sebesar 18 mm dan tegangan geser sebesar 2,06 Kg/mm ² .
2.	Mananoma, dkk, 2020	Hasil penelitian: ditetapkan bahan poros AISI 1040 OQT 400, daya penggerak gear 100 hp pada putaran poros 600 rpm
3.	Hendri Chandra, dkk 2021	Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan bahwa penambahan bahan radius akan mengurangi tegangan pada poros, hal ini tidak berlaku terhadap perubahan bentuk yang terjadi pada poros saat gaya atau beban itu bekerja
4.	Jatmoko Awali dan Asroni, 2013	<p>1. Didapatkan beberapa nilai diantaranya ialah, <i>safety factor</i>, tegangan geser maksimum, dan <i>von mises</i> sebelum terjadi kegagalan pada momen torsi sebesar 1600 Nm.</p> <p>2. Semakin tinggi momen torsi yang diberikan maka nilai <i>safety factor</i> yang dihasilkan semakin rendah yaitu sebesar 0.74 dimana nilai awal sebesar 1,49, hal ini menjelaskan bahwa beban torsi yang diterima akan mempengaruhi kegagalan poros itu tersebut.</p>

Tujuan Penelitian

Tujuan diadakan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui nilai diameter poros yang aman digunakan pada mesin pengupas kulit buah pinang.
2. Untuk mengetahui kekuatan/besarnya tegangan yang terjadi pada poros

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bermanfaat:

1. Bagi produsen mesin-mesin pemroses pertanian dan perkebunan
2. Bagi mahasiswa Teknik Mesin secara umum dalam merancang mesin pemroses hasil pertanian dan perkebunan

METODE

Model Penelitian

Model penelitiannya adalah model eksperimental, yaitu mengubah kecepatan rotor sebanyak 3 kali, kemudian menentukan dengan cara menghitung torsi dan momen bengkok. Selanjutnya menghitung besarnya diameter poros.

Subjek Penelitian

Subjek penelitian yang digunakan adalah puli penggerak (*driver pulley*) yang dipasang pada poros motor dan puli pengikut (*driven pulley*) yang dipasang pada poros mesin (*rotor*). Puli penggerak sebagai variabel tetap yang dipasang pada poros motor ditentukan berdiameter 1” (*inchi*), sedangkan puli pengikut sebagai variabel bebas yang dipasang pada poros mesin berturut-turut berdiameter 11,5 inchi, 9 inchi dan 7,5 inchi. Secara keseluruhan puli sebagai variabel tetap maupun variabel bebas terpasang pada mesin pengupas kulit pinang yang dirancang dan dibangun oleh peneliti.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan setelah mesin pengupas buah pinang selesai dibuat. Mesin dibuat oleh tim peneliti yang terdiri dari 2 orang mahasiswa dan seorang dosen pendamping. Poros yang menjadi objek penelitian ini adalah poros yang merupakan salah satu bagian dari mesin tersebut. Mesin

dibangun berdasarkan rancangan yang telah dibuat sebelumnya. Data penelitian diperoleh dengan cara merubah kecepatan putar rotor pengupas hingga 3 kali perubahan. Kecepatan putar poros ditentukan berturut-turut sebesar: 120 rpm, 150 rpm, dan 180 rpm. Perubahan kecepatan tersebut diperoleh dengan cara mengganti *pulley* mesin sebanyak 3 kali. Besarnya diameter *pulley* mesin sangat bergantung pada diameter *pulley* motor penggerak. Selanjutnya kecepatan putar rotor pengupas yang berbeda-beda tersebut akan menghasilkan nilai torsi yang berbeda-beda pula. Selain terjadi torsi, pada poros juga terjadi momen bengkok yang disebabkan oleh beban radial dari bobot pinang yang dikupas. Karena terjadi dua momen sifatnya berbeda yaitu momen puntir (torsi) dan momen bengkok, maka poros mengalami momen maksimum yaitu momen bengkok ekivalen dan torsi ekivalen. Data besarnya torsi ekivalen tersebut digunakan untuk menghitung nilai diameter poros dengan persamaan (3).

Bagan Alur Penelitian

Untuk memahami rangkaian kegiatan penelitian, urutan pelaksanaan penelitian ini disampaikan dalam diagram alir kegiatan sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Medan, tepatnya di dua tempat yaitu:

1. Bengkel Mesin, Bengkel ini digunakan untuk membangun mesin, dipilih karena memiliki fasilitas produksi lengkap dan baik.
2. Ruang kuliah, Ruang kuliah digunakan untuk merancang (menggambar) mesin, menghitung kekuatan poros (diameter) dan menganalisis data yang diperoleh.

Hasil Penelitian

Hasil penelitian untuk 2 besaran yaitu diameter poros pengupas dan tegangan pada poros mengacu pada data sebagai berikut:

1. Bahan poros dipilih St 37, memiliki pengertian bahwa tegangan tarik bahan poros maksimum 37 (kg/mm^2).
 2. Faktor keamanan yang digunakan untuk menentukan besarnya diameter poros sebesar 8, mengingat beban yang diterima oleh poros adalah beban dinamis (Khurmi, 1980 hal.88).
 3. Daya yang digunakan untuk menggerakkan poros sebesar 1 (h.p).
- A. Setelah dilakukan perhitungan untuk mendapatkan diameter poros dengan kecepatan putar berturut-turut 120 rpm, 150 rpm, 180 rpm, beserta data tambahan 200 rpm dan 220 rpm diperoleh hasil yang ditunjukkan pada tabel di bawah.

Tabel 2. Hasil komputasi Diameter Poros

No	Bahan Poros (rpm)	Putaran Poros N (rpm)	Daya (h.p)	Torsi (kgm)	Diameter Poros (mm)
1	St.37	120	1	5,97	24,00
2	St.37	150	1	4,78	22,00
3	St.37	180	1	3,98	20,60
4	St.37	200	1	3,58	19,91
5	St.37	220	1	3,26	19,29

B. Hasil Komputasi selanjutnya yaitu tegangan maksimum yang terjadi pada bahan poros berdasarkan data putaran poros 120 rpm, 150 rpm, 180 rpm, 200 rpm, 220 rpm serta daya 1 h.p. Panjang poros 900 mm dan beban radial berada di tengah poros. yang dihitung dengan menggunakan persamaan tegangan ekuivalen ditunjukkan pada tabel di bawah.

Tabel 3. Hasil Komputasi Tegangan Maksimum Poros

No	Daya (h.p)	Putaran Poros (rpm)	Bending Momen (kgm)	Torsi (kgm)	Diameter Poros (mm)	Tegangan Maks. (kg/mm^2)
1	1	120	0,225	5,97	24,00	2,289
2	1	150	0,225	4,78	22,00	2,856
3	1	180	0,225	3,98	20,60	2,966
4	1	200	0,225	3,58	19,91	3,631
5	1	220	0,225	3,26	19,29	4,406

Pembahasan

Diskripsi Pembahasan Hasil Komputasi Diameter Poros

Data yang tertera pada tabel 2. Merupakan data yang diperoleh dari komputasi menggunakan persamaan a). $P = T \cdot 2 \cdot \pi \cdot n$ dan b). $T_p = T \cdot 16 / 3,14 \cdot D^3$. Tampak jelas bahwa kecepatan putaran poros

mempengaruhi nilai torsi atau momen puntir yang terjadi pada poros. Untuk daya yang sama, semakin tinggi putaran poros sebaliknya nilai torsi menjadi semakin rendah. Demikian juga yang terjadi pada diameter poros, semakin tinggi putaran

poros diameternya juga semakin kecil. Oleh karena itu putaran medium yaitu 180 (rpm) dapat dipertimbangkan untuk digunakan sehingga mendapatkan diameter poros yang cukup logis menjamin keamanan poros dan mudah difabrikasi.

Diskripsi Pembahasan Hasil Komputasi Tegangan Maksimum

Tabel 3. Merupakan tabel yang berisi data lanjutan yang perhitungannya mengacu pada data tabel 2. Terutama nilai diameter poros dan torsi. Untuk mendapatkan tegangan maksimum, peneliti menggunakan 2 persamaan momen ekuivalen dan 2 persamaan tegangan ekuivalen yaitu:

$$1. T_e^2 = T^2 + M_b^2$$

$$2. M_e = \frac{1}{2} (M_b + T_e)$$

$$3. \tau_{pe} = 16. T_e / \pi. D^3$$

$$4. \Sigma_{be} = 32. M_b / \pi. D^3$$

Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan yang tertera di atas didapatkan nilai besaran tegangan maksimum seperti pada tabel 3. Dimana momen ekuivalen sangat berpengaruh terhadap besarnya tegangan maksimum. Terlihat bahwa semakin besar diameter maka akan semakin kecil tegangan. Demikian juga semakin besar diameter poros dan torsi maka tegangan maksimum yang terjadi pada poros menjadi semakin kecil. Terlihat bahwa tegangan maksimum yang paling besar nilainya adalah 4,406 (kg/mm²) pada besaran torsi 3,26 (kgm) dan diameter poros 19, 28 (mm). Tegangan maksimum 4,406 (kg/mm²) nilainya masih jauh di bawah tegangan maksimum bahan poros. Selanjutnya dapat dipastikan bahwa penggunaan bahan poros St 37 sangat kuat dalam melayani proses pengupasan kulit kulit pinang.

Luaran Yang Dicapai

Luaran yang dicapai dari kegiatan penelitian adalah:

- a). Prototipe mesin pengupas kulit pinang sebagai objek penelitian yang dibangun oleh kelompok pelaksana Tugas Akhir dapat berfungsi dengan baik
- b). Informasi valid diameter poros pengupas mesin pengupaskulit pinang, dengan demikian para perancang mesin bisa menggunakan informasi ini sebagai referensi untuk membangun mesin sejenis.
- c). Informasi valid tentang tegangan maksimum yang terjadi pada poros, sehingga dapat digunakan sebagai referensi untuk menentukan jenis bahan poros mesin sejenis.
- d). Artikel Ilmiah yang akan diterbitkan pada Jurnal Ilmiah KONSEP.

SIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

1. Besarnya diameter poros pengupas kulit pinang sangat dipengaruhi oleh tingginya putaran poros. Semakin tinggi putaran poros menyebabkan diameter semakin kecil.
2. Nilai Tegangan maksimum yang terjadi pada poros sangat dipengaruhi oleh besarnya diameter poros dan torsi yang terjadi pada poros. Semakin besar diameter dan torsi pada poros menghasilkan tegangan maksimum pada poros semakin kecil.
3. Mesin pengupas kulit pinang sebagai objek penelitian berhasil mengupas pinang dengan baik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada berbagai pihak yang telah banyak membantu penyelesaian penelitian ini baik secara langsung maupun tidak langsung yaitu:

1. Abdul Rahman, S.E., Ak., M.Si., sebagai Direktur Politeknik Negeri Medan
2. Syiril Erwin, S.T., M.T., Ph.D., sebagai Ketua P3M Politeknik Negeri Medan
3. Dr. Roslina, M.I.T., selaku Wakil Direktur I Politeknik Negeri Medan
4. M.Rikwan E.S. Manik, S.E., M.E., selaku Wadir II Politeknik Negeri Medan
5. Dr. Abdi Hanra Sebayang, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Medan
6. Drs. Supriyanto, M.P., selaku dosen pembimbing
7. Serta teman teman yang telah membantu penulis menyelesaikan laporan ini

DAFTAR PUSTAKA

- Falikhul Ibriza dan Elbi Wiseno. 2022. *Perancangan Poros Pada Mesin Pengurai Limbah Kelapa Muda*. Jurnal Inovasi penelitian Vol 2 No 12: Mei 2022.
- Hendri Chandra¹, Dicky Pratama Putra¹, Romli. (2021). *investigasi tegangan pada poros bertingkat menggunakan metode elemen hingga berbasis computer aided engineering*. Jurnal Austenit vol 13.No 1. April 2021. ISSN: 2085-1286. E-ISSN: 2622-7649. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Jatmoko Awali dan Asroni, (2013). *Analisa Kegagalan Poros Dengan Pendekatan Metode Elemen Hingga*. TURBO. Vol. 2 No. 2, ISSN 2301-6663.
- Mananoma, F., Sutrisno, A., Tangkuman, S. (2020). *Perancangan Poros Transmisi Dengan Daya 100 hp*. Jurnal Online Poros Teknik Mesin Volume 6 Nomor 1. Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- <https://www.aeroengineering.co.id/2021/11/material-shaft-poros-pada-elemen-mesin> (Diakses pada tanggal 26 Maret 2023).