

PERANCANGAN POROS DAN BEARING PADA MESIN PERAJANG SINGKONG

Vina N. Van Harling¹, Herriyanto Apasi²

¹Politeknik Saint Paul Sorong
Jl. R. A. Kartini No 1.
Kampung Baru, Sorong,
Indonesia
Vina.nathalia@poltekstpaul.ac
.id

²Politeknik Saint Paul Sorong
Jl. R. A. Kartini No 1.
Kampung Baru, Sorong,
Indonesia

ABSTRACT

Cassava chopper machine is a machine that serves to help or lighten human work in the process of chopping cassava. The working process of this cassava chopper machine uses an electric motor as a drive to rotate the cassava cutter blade shaft which is connected using a pulley and belt. The shaft is a very important component in a cassava chopper machine because it functions as a successor to the power and rotation of an engine component to other machine elements. Considering that shaft functions are very important, these components must be designed and ensured to be able to work well when receiving loading and have a service life as expected. Based on the power plan data based on the calculation results obtained 0.55kW, the results of the calculation of the moment of the plan amounted to 1847 Kg.mm. Based on the calculation of the value of the shear stress obtained by 6.66 kg / mm² while the measurement of the shaft diameter is 14.7 mm. The results of measuring the diameter of the shaft are close to the size of the shaft diameter used when making cassava chopper machines that are equal to 15 mm. After the calculation results of the shaft have been determined then to determine the bearing that will be used on the cassava chopper machine is a rolling bearing with UPC 202 type with a diameter of 15mm.

Keywords : *Cassava Chopper, Pulley & Belt, Shaft*

1. PENDAHULUAN

Singkong merupakan salah satu jenis varietas umbi-umbian yang sudah tidak asing bagi penduduk Indonesia. Sebagai salah satu sumber karbohidrat, singkong masih memiliki segudang manfaat yang lain, diantaranya daun dapat digunakan untuk sayur, batang dapat dibuat kayu bakar, dan singkongnya bisa digunakan untuk makanan ringan keripik singkong.

Di kota sorong telah banyak industri rumah tangga yang mengelolah singkong menjadi kripik singkong. Namun berdasarkan survey yang dilakukan oleh peneliti di beberapa industri pembuatan proses kripik singkong proses pengerjaan yang dilakukan masih bersifat konvensional atau manual, sehingga hasil yang diperoleh relative masih dalam kapasitas kecil, dengan waktu pengerjaan lama, dan juga hasil irisan antara satu dengan lainnya sama, industri kripik singkong ini pada akhirnya membutuhkan mesin yang berkapasitas besar, memberikan hasil yang maksimal dan proses pengerjaan yang cepat sehingga dapat menunjang produksi mereka setiap hari.

Mengacu dari keadaan yang dialami diatas, maka dirancang suatu mesin berupa alat perajang singkong semi otomatis yang digerakkan oleh motor listrik. harapannya dibuatnya alat ini proses pengerjaan pembuatan kripik singkong dapat lebih cepat, mudah dan mengefisienkan waktu produksi. Selain itu pembuatan alat ini juga diharapkan dapat membantu industri-industri kecil rumah tangga untuk meningkatkan hasil produksinya baik secara kuantitas maupun kualitas.

Di dalam mesin perajang singkong terapat salah satu komponen penting yang dipasangkan, komponen ini adalah poros. Poros merupakan salah satu komponen yang lazim terpasang dalam suatu mekanisme mesin, seperti mesin perajang singkong, mesin giling, mesin perontok, mesin pengaduk, mesin *crusher*, dan jenis mesin-mesin yang lainnya.

Poros merupakan komponen mesin yang sangat penting karena berfungsi sebagai penerus daya dan putaran dari suatu komponen mesin ke elemen mesin lainnya. Dalam penggunaannya poros sering mengalami beban dinamik yang berfluktuasi dalam waktu yang lama dan berulang. Mengingat fungsi poros yang sangat penting maka

komponen ini harus dirancang dan dipastikan untuk mampu bekerja dengan baik saat menerima pembebanan, serta memiliki umur pakai sesuai dengan harapan dan rencana. Seorang perancang bertanggung jawab atas keamanan suatu elemen mesin yang dibuat. Tentunya banyak faktor yang mempengaruhi tingkat keamanan, salah satunya adalah nilai tegangan pada komponen mesin harus dijaga, sehingga mampu mengakomodir kondisi-kondisi operasi dengan wajar.

Bantalan (*Bearing*) adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur pemakaiannya. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka presentasi seluruh sistem akan menurun atau tidak dapat bekerja semestinya. Jadi bantalan dalam permesinan dapat disamakan dengan pondasi pada gedung. Berdasarkan dari latar belakang tersebut maka dalam penelitian ini penulis akan menentukan diameter dan Panjang poros serta mencari dimensi bearing pada mesin perajang singkong.

2. KAJIAN LITERATUR / METODOLOGI /PERANCANGAN

2.1 Mesin Perajang Singkong

Mesin perajang singkong merupakan mesin yang berfungsi untuk membantu atau meringankan pekerjaan manusia dalam proses perajangan singkong. Proses kerja dari mesin perajang singkong ini menggunakan motor listrik sebagai penggerak untuk memutar poros pisau pemotong singkong yang dihubungkan menggunakan pulley dan belt.

2.2 Prinsip Kerja Mesin

Mesin perajang singkong yang dibuat dalam penelitian ini menggunakan motor listrik sebagai motor penggerak yang langsung terhubung dengan poros menggunakan pulley dan belt yang fungsinya untuk menggerakkan atau memutar poros pisau pemotong. Pada saat mesin dihidupkan motor akan menggerakkan poros pisau kemudian singkong yang dimasukkan masuk melalui corong samping mesin secara otomatis

akan dirajang oleh pisau yang berputar, dan hasil rajangan singkong akan keluar melalui corong pembuangan hasil rajangan di bagian bawah mesin.

2.3 Karakteristik Pemilihan Bahan

Setiap perencanaan pembuatan alat didahului dengan adanya pemilihan bahan dan komponen yang akan digunakan. Salah satu faktor utama yang harus diperhatikan dalam proses pemilihan bahan dan komponen adalah jenis dan sifat bahan yang akan di gunakan. Misalnya: tahan terhadap korosi, tahan terhadap keausan, tekanan dan lain sebagainya. Pemilihan bahan dilakukan untuk mengefisienkan penggunaan bahan dan selalu berdasarkan pada dasar kekuatan dan sumber pandangannya. Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam proses pemilihan bahan adalah sebagai berikut:

1) Efisiensi bahan

Dengan memegang prinsip ekonomi dan berlandaskan pada perhitungan-perhitungan yang memadai, maka di harapkan biaya produksi pada tiap-tiap unit sekecil mungkin. Hal ini di maksudkan agar hasil-hasil produksi dapat bersaing di pasaran terhadap produk-produk lain dengan spesifikasi yang sama.

2) Bahan mudah didapat

Dalam perencanaan suatu produk perlu di ketahui apakah bahan yang digunakan mudah didapat atau tidak. Walaupun bahan yang di rencanakan sudah cukup baik akan tetapi tidak di dukung oleh persediaan dipasaran, maka perencanaan akan megalami kesulitan atau masalah dikemudian hari karena hambatan bahan baku tersebut. Untuk itu harus terlebih dahulu apakah bahan yang digunakan itu mempunyai komponen penggantian dan tersedia di pasaran.

3) Spesifikasi bahan yang dipilih

Penempatan bahan yang akan dipakai harus sesuai dengan fungsi dan kegunaannya sehingga tidak terjadi beban yang berlebihan pada bahan yang tidak mampu menerima bahan tersebut. Sehingga dalam perencanaan bahan yang akan digunakan harus sesuai dengan fungsi dan kegunaan suatu perencanaan. Bahan penunjang dari alat yang akan di buat memiliki fungsi yang berbeda dengan bagian yang lainnya, dimana

fungsi dan bagian-bagian tersebut akan mempengaruhi antara bagian satu dengan bagian yang lain.

4) Pertimbangan Khusus

Dalam pemilihan bahan ini adalah yang tidak boleh diabaikan mengenai komponen – komponen yang menunjang atau mendukung pembuatan alat itu sendiri. Komponen – komponen penyusun alat tersebut terdiri dari dua jenis yaitu komponen yang dapat dibuat sendiri dan komponen yang sudah tersedia dipasaran dan telah di standarkan. Jika komponen tersebut lebih menguntungkan untuk di buat, maka lebih baik di buat sendiri. Apabila komponen tersebut sulit untuk di buat tetapi terdapat di pasaran sesuai dengan standar, lebih baik dibeli karena menghemat waktu pengerjaan.

2.4 Bahan Poros

Bahan yang digunakan untuk pembuatan poros adalah baja tahan karat (Stainless steel) yang kandungan Chromium minimal 10,5% untuk mencegah terjadinya proses korosi (pengkaratan logam). Komposisi ini membentuk protective layer (lapisan pelindung anti korosi) yang merupakan aksi oksidasi oksigen terhadap krom yang terjadi secara spontan. Kemampuan tahan karat diperoleh dari terbentuknya lapisan film oksida kromium, dimana lapisan oksida ini menghalangi proses oksidasi besi (ferum). (Anonim5. 2018)

Poros-poros yang dipakai untuk meneruskan putaran tinggi dan beban berat umumnya dibuat dari baja paduan dengan penguatan yang sangat tahan terhadap keausan. Beberapa diantaranya adalah baja khrom nikel, baja khrom nikel molibden, baja khrom, baja khrom molibden, dll (G4102, G4103, G4104 dan G4105 dalam table 1.1). Sekalipun demikian pemakaian baja paduan khusus tidak selalu dianjurkan jika alasannya hanya karena putaran tinggi dan beban berat. Dalam hal demikian perlu dipertimbangkan penggunaan baja karbon yang diberi perlakuan panas secara tepat untuk memperoleh kekuatan yang diperlukan

2.5 Tegangan Pada Poros

Berikut ini adalah hal-hal yang perlu di perhatikan dalam tegangan poros antara lain:

- Tegangan gesek akibat pemindahan torsi (beban punter)
- Tegangan normal (tarik dan tekan) akibat berat dan gaya-gaya pada roda gigi
- Tegangan kombinasi akibat beban torsi dan momen bengkok/lentur

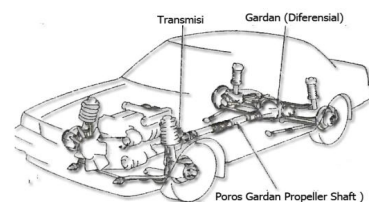
Untuk poros-poros yang dibeli dengan spesifikasi tertentu, tegangan tarik yang diijinkan dapat diambil 60% dari batas elastisnya, tetapi tidak lebih dari 36% tegangan maksimum. Sedangkan tegangan geser yang diijinkan dapat diambil 30% dari batas elastisnya tetapi tidak lebih dari 18% tegangan maksimumnya.

2.6 Jenis-jenis Poros

Poros untuk meneruskan daya diklasifikasi menurut perbedaannya sebagai berikut:

a. Poros Transmisi

Poros macam ini mendapat beban puntir murni atau puntir lentur. Daya di transmisikan kepada poros ini melalui kopling, roda gigi, puli, sabuk atau sprocket rantai, dll.



Gambar : 2.1 Poros Transmisi

b. Spindel

Poros transmisi yang relatif pendek, seperti poros utama mesin perkakas, dimana beban utamanya berupa puntiran, disebut spindel. Syarat yang harus di penuhi poros ini adalah deformasi harus kecil dan bentuk serta ukurannya harus teliti.



Gambar : 2.2 Poros Spindel

c. Gandar

Poros seperti yang dipasang diantara rod-roda kereta barang, dimana tidak mendapat beban puntir, bahkan kadang-kadang tidak boleh berputar, disebut gandar. Gandar ini hanya mendapat beban lentur, kecuali jika digerakan oleh penggerak mula dimana akan mengalami beban puntir juga.

2.7 Hal-hal Yang Penting Dalam Perencanaan Poros

a. Kekuatan Poros

Suatu poros transmisi dapat mengalami suatu beban puntir atau lentur, gabungan antara puntir dan lentur seperti telah diutarakan diatas, juga ada poros yang mendapat beban tarik dan tekan seperti poros baling-baling kapal atau turbin.

b. Kekakuan Poros

Meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup tetapi jika lenturan atau defleksi puntiran terlalu besar akan mengakibatkan ketidak telitian atau getaran dan suara. Disamping kekuatan poros, kekakuannya juga harus diperhatikan dan disesuaikan dengan macam mesin yang akan diterima tersebut.

c. Putaran Kritis

Putaran kritis adalah putaran yang berkaitan dengan adanya getaran dimana getaran adalah gerak bolak-balik secara priodik yang melalui satu titik keseimbangan. Getaran menghasilkan suatu amplitude atau simpangan maksimum dari suatu fungsi dari sistem mekanis. Bila putaran suatu mesin dinaikan maka suatu putaran tertentu dapat terjadi getaran yang luar biasa besarnya. Putaran kritis dapat terjadi pada turbin, motor torak, motor listrik dan lain-lain. Putaran kritis juga dapat mengakibatkan kerusakan pada poros dan bagian-bagian lainnya. Jika mungkin, poros harus direncanakan sedemikian rupa hingga putaran kerjanya lebih rendah dari putaran kritisnya.

d. Korosi

Bahan-bahan tahan korosi (termasuk plastik) harus dipilih untuk poros propeller dan pompa bila terjadi kontak dengan fluida yang korosif. Demikian juga yang terancam kavitasi, dan poros-poros mesin yang sering berhenti lama sampai dengan batas-batas tertentu dapat pula dilakukan perlindungan terhadap korosi.

2.8 Perhitungan Diameter dan Panjang Poros Dengan Momen Puntir

Dalam merancang dimensi poros, sebagai langka awal adalah menentukan panjang poros. Panjang poros ditentukan berdasarkan pada jumlah dan elemen-elemen apa saja yang duduk padanya serta jarak antara elemen-elemen tersebut. Berikut ini akan dibahas rencana sebuah poros yang mendapat pembebanan utama berupa torsi, seperti pada poros motor dengan sebuah kopling. Jika diketahui bahwa poros yang akan direncanakan tidak mendapat beban lain kecuali torsi, maka diameter poros tersebut dapat lebih kecil dari pada yang dibayangkan.

Meskipun demikian, jika diperkirakan akan terjadi pembebanan berupa lenturan terikan, atau tekanan, misalnya jika sebuah sabuk, rantai atau roda gigi dipasangkan pada poros motor, maka kemungkinan adanya pembebanan tambahan tersebut perlu diperhatikan dalam factor keamanan yang diambil. Tata cara perencanaan diberikan dalam sebuah diagram alir. Hal-hal yang perlu diperhatikan akan diuraikan seperti di bawa ini.

Pertama kali, ambilah sebuah kasus dimana P (kW) harus ditransmisikan dan putaran poros n1 (rpm) diberikan. Dalam hal ini perlu di lakukan pemeriksaan terhadap daya P tersebut. Jika P adalah daya rata-rata yang diperlukan maka harus dibagi dengan efisiensi mekanis η dari sistem transmisi untuk mendapatkan daya penggerak mula yang diperlukan. Daya yang besar mungkin diperlukan pada saat star, atau mungkin beban yang besar terus bekerja setelah star. Dengan demikian sering kali diperlukan koreksi pada daya rata-rata yang diperlukan dengan menggunakan factor koreksi pada perencanaan.

Jika P adalah daya nominal output dari motor penggerak, maka berbagai macam factor keamanan biasanya dapat diambil dalam perencanaan, sehingga koreksi pertama dapat diambil kecil. Jika faktor koreksi adalah f_c dapat dilihat pada (Tabel 2.1) maka daya P_d (kW) sebagai patokan adalah.

$$P_d = f_c P \text{ (kW) } \dots\dots\dots(1)$$

Tabel 2.1 Faktor-faktor koreksi daya yang akan ditransmisikan, f_c

Daya yang akan ditransmisikan	f_c
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2-2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8-1,2
Daya normal	1,0-1,5

(Sumber : Sularso 2006)

Jika daya yang diberikan dalam daya kuda (PS), maka harus dikalikan dengan 0,735 untuk mendapatkan daya dalam kW. Jika momen puntir (disebut juga sebagai momen rencana) adalah T (kg.mm) maka

$$T = 9,74 \times 10^5 P_d/n_1 \dots\dots\dots(2)$$

Tegangan geser yang diizinkan τ_a (kg/mm²) untuk pemakaian umum pada poros dapat diperoleh dengan berbagai cara. Didalam buku ini τ_a dihitung atas batas dasar kelelahan puntir yang besarnya diambil 40% dari batas kelelahan tarik yang besarnya kira-kira 45% dari kekuatan tarik σ_B sesuai dengan standar ASME. Untuk harga 18% ini factor keamanan diambil sebesar $1/0,18 = 5,6$ ini diambil untuk bahan SF dengan kekuatan yang dijamin, dan 6,0 untuk beban S-C dengan pengaruh masa, dan baja paduan. Faktor ini dinyatakan dengan sf_1 . Selanjutnya perlu ditinjau apakah poros tersebut akan diberi alir pasak atau dibuat bertanga, karena pengaruh kontruksi tegangan cukup besar. Pengaruh kekerasan permukaan juga harus diperhatikan untuk memasukan pengaruh-pengaruh ini dalam perhitungan perlu diambil factor yang dinyatakan sebagai sf_2 dengan harga sebesar 1,3 sampai 3,0. Dari hal-hal diatas maka besarnya τ_a dapat dihitung dengan

$$\tau_a = \sigma_B / ([Sf]_{(1)} \times [Sf]_{(2)}) \dots\dots\dots(3)$$

Kemudian, keadaan momen puntir itu sendiri juga harus ditinjau. Faktor koreksi yang dianjurkan oleh ASME juga dipakai di sini. Faktor ini dinyatakan dengan Kt, dipilih sebesar 1,0 jika beban dikenakan secara halus, 1,0-1,5 jika terjadi sedikit kejutan atau tumbukan, dan 1,5-3,0 jika beban dikenakan dengan kejutan atau tumbukan besar. Meskipun dalam perkiraan sementara

ditetapkan bahwa beban hanya terdiri atas momen puntir saja, perlu ditinjau pula apakah ada kemungkinan pemakaian dengan beban lentur dimasa mendatang. Jika memang diperkirakan akan terjadi pemakaian dengan beban lentur maka dapat dipertimbangkan pemakaian factor Cb yang harganya antar 1,2 sampai 2,3. (Jika diperkirakan tidak akan terjadi pembebanan lentur maka Cb diambil = 1,0)

$$d_s = [5,1/\tau_a K_t C_b T]^{1/3} \dots\dots (4)$$

Keterangan :

d_s = Menghitung diameter poros

τ_a = Tegangan geser

Kt = Faktor koreksi tumbukan

Cb = Faktor lenturan

T = Momen rencana (kg/mm²)

2.9 Pengertian Bantalan (Bearing)

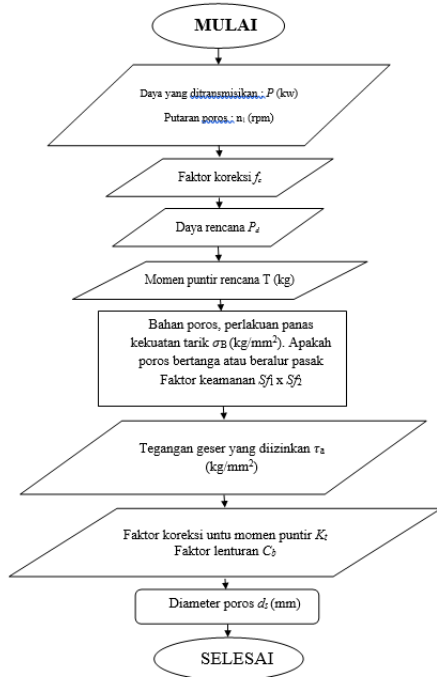
Bantalan (Bearing) adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur pemakaiannya. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka presentasi seluruh sistem akan menurun atau tidak dapat bekerja semestinya. Jadi bantalan dalam permesinan dapat disamakan dengan pondasi pada gedung.

2.10 Fungsi Bantalan/Bearing

Bearing atau juga dikenal dengan istilah bantalan atau laher merupakan bagian atau komponen yang memiliki fungsi untuk menahan atau mendukung suatu poros untuk tetap padaudukannya. Selain itu, bearing juga berfungsi untuk mengurangi gesekan yang terjadi antara poros yang berputar dengan tumpuannya (bagian komponen yang diam yang menopang poros).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Desain Perhitungan Poros



3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam melakukan penelitian adalah :

- a. Alat
 - a) Mistar besi
 - b) Jangka Sorong
- b. Bahan
 - ✓ 1 buah poros
 - ✓ 1 buah bantalan/bearing

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Spesifikasi Poros dan Bantalan pada Mesin Perajang Singkong

Spesifikasi Poros

Poros adalah suatu bagian material yang mentransmisikan gerak berputar dan daya

Tabel 4.1 Spesifikasi Poros

STAINLESS STEEL		
UNIT	DIMENSI	SATUAN
Diameter Poros	15	mm
Panjang Poros	54	Cm

Diameter Poros Pada Puli	20	Mm
--------------------------	----	----

Spesifikasi Bantalan

Bantalan berfungsi sebagai menumpu sebuah poros agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. Berikut ini adalah spesifikasi pada bantalan :

Tabel 4.2 Spesifikasi Bantalan

SPESIFIKASI BANTALAN UPC 202	
Panjang (mm)	127
Lebar (mm)	38
Ketebalan (mm)	60,7
Berat (kg)	0,76

Hasil Perhitungan Poros

Perhitungan	Persamaan	Hasil Perhitungan
Daya Rencana	$P_d = f_c \times p$	0,55 (kW)
Momen Rencana	$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1}$	1847 (kg.mm)
Tegangan Geser	$\tau_a = \sigma_B / (Sf_1 \times Sf_2)$	6,66 (kg/mm ²)
Diameter Poros	$d_s = [\frac{5,1}{\tau_a} K_t C_b T]^{1/3}$	14,7 mm

Dimensi Bantalan Bola

Berikut ini adalah untuk menentukan dimensi pada bantalan gelinding :

Table 4.3 Dimensi Bantalan UPC 202

Diameter dalam bantalan	15 mm
Diameter luar bantalan	28,90 mm
Diameter cincin dalam bantalan	40,80 mm
Diameter cincin luar bantalan	47,00
Ketebalan bushing bantalan	6,60 mm
Ketebalan cincin pada diameter keseluruhan	1,50

4.2 Pembahasan

Berdasarkan data hasil perhitungan poros di atas maka dapat dilihat bahwa daya rencana yang berdasarkan hasil perhitungan

diperoleh 0,55kW, Sementara hasil perhitungan momen rencana adalah 1847 Kg.mm. Sebelum menentukan diameter poros terlebih dahulu dihitung besarnya tegangan geser pada poros yang digunakan. Berdasarkan hasil perhitungan nilai tegangan geser yang diperoleh sebesar 6,66 kg/mm² sementara hasil pengukuran diameter poros adalah 14,7 mm. Hasil pengukuran diameter poros ini mendekati besarnya diameter poros yang digunakan pada saat pembuatan mesin perajang singkong yaitu sebesar 15 mm.

Hal ini berarti bahwa penggunaan poros saat ini pada mesin perajang singkong dapat dikaitkan sesuai dengan hasil perhitungan. Setelah hasil perhitungan poros telah ditentukan maka untuk menentukan bering yang akan dipakai pada mesin perajang singkong adalah bering gelinding dengan tipe UPC 202 yang berdiameter 15mm

5. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Untuk daya yang diambil dari perhitungan adalah 0,55 kW dan momen rencananya adalah 1847 kg.mm
2. Sedangkan tegangan geser yang dialami poros adalah sebesar 6,66 kg/mm²
3. Dari hasil perhitungan daya, momen rencana dan tegangan geser maka dapat untuk menentukan diameter yg dipakai pada poros yang sebesar 14,7 mm.

4. Bering yang dapat digunakan adalah bering gelinding dengan tipe UPC 202 yang berdiameter 15mm

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anggono, W., & Siahaan, I. H. (2007) Peningkatan umur Bearing Pada Pompa Centrifugal Dengan Optimasi Penggunaan Angular Contact Ball Bearing.
- [2] Mott, Robert L. Elemen-elemen Mesin dalam Perencanaan mekanis (Perancangan Elemen Mesin Terpadu). Yogyakarta : Penerbit Andi
- [3] Novyanto, Okasatria, 2007. Elemen Mesin Poros.
- [4] Sajuli.M. 2007. "Rencana Bangunan Mesin Pengiris Ubi Dengan Kapasitas 30 kg/jam" Jurnal Invotek Polbeng Volume 07. Riau
- [5] Sularso, Suga, Kiyokatsu 2002, Dasar Perancangan dan Pemilihan Elemen mesin Pradnya Paramita : Jakarta
- [6] Perancangan dan Pemilihan Elemen Mesin Pradnya Paramita : Jakarta
- [7] VAN HARLING, VINA. 2018. "ANALISIS PERBANDINGAN PRODUKSI SAGU SECARA TRADISIONAL DAN MODERN PADA ALAT PARUT SAGU DENGAN MENGGUNAKAN MOTOR PENGGERAK LISTRIK". *SOSCIED* 1 (1), 57-64. <https://doi.org/10.32531/jsocied.v1i1.133>.