

BAB II

TINJUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian terdahulu

Mujahidin (2018) dengan judul “Perencanaan transmisi mesin roll plat” untuk memperbaiki kinerja *roll* plat yang sebelumnya menggunakan sistem manual, dimana cara pengoperasiannya masih mengandalkan sumber tenaga manusia dalam memutar batang *roll* dimodifikasi dan akan menggunakan sistem elektrik yang akan digerakkan oleh motor listrik.

Penelitian yang dilakukan oleh Ageng Aldrianto pada tahun 2015 dengan judul “Mesin pengupas dan pemotong kentang semi otomatis”. Objek penelitian ini adalah membuat mesin pengupas dan pemotong kentang semi otomatis.

Penelitian yang dilakukan Sobar Ihsan pada tahun 2016 dengan judul “Analisa gaya torsi dan hasil tumbukan pada rancang bangun mesin penumbuk cangkang kalambuai”. Objek penelitian ini adalah menganalisis karakteristik beban terhadap gaya torsi pada mesin.

Penelitian yang dilakukan Ma’arif Dedik Kurniawan pada tahun 2015 dengan judul “Analisa kebutuhan daya motor berdasarkan kapasitas mesin peniris dan pencampur bumbu makanan ringan”. Objek penelitian ini adalah merancang mesin peniris dan mesin pencampur bumbu yang telah dimodifikasi.

Krismono Jati (2019) dengan judul “Perencanaan transmisi pada mesin penggiling bumbu pecel” untuk mengelola bahan bumbu pecel. Objek penelitian ini adalah melakukan perhitungan untuk menentukan komponen agar sesuai dengan alat yang digunakan.

Tabel 2.1 Kajian pustaka

No	Peneliti/Tahun	Permasalahan	Kerangka Pemecah	Hasil
1	Mujahidin, (2018)	Penggerak pada <i>roll</i> plat masih menggunakan sistem manual, sehingga masih mengandalkan sumber tenaga dari manusia.	Telah memodifikasi sistem kerja manual alat ini menjadi sistem elektrik yang mana sumber tenaga penggerak <i>roll</i> penekan telah dapat digerakkan oleh motor listrik yang kemudian akan direduksi dan di transmisikan putarannya dengan menambah alat penunjang lainnya seperti <i>reducer</i> , bantalan, dan transmisi rantai sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mengerol plat sesuai bentuk yang diinginkan dan dipercepat empat atau tujuh kali dibandingkan dengan sebelumnya ada alat ini	Hasil penelitian ini menunjukkan perencanaan ini menentukan syarat-syarat (kecepatan linier sabuk <i>V-belt</i> 3,663 m/s).
2	Ageng Aldrianto, (2015)	Mesin untuk membuat kripik di pasaran hanya berupa mesin pengupas saja	Memperhitungkan perencanaan daya motor listrik dan merancang sistem transmisi	Mesin menggunakan motor listrik 1 pk dengan <i>brand</i> Pedrolo yang berecepatan putaran 2.900 rpm, dimana daya yang dihasilkan motor listrik sebesar 0,89 kW serta sistem transmisi yang memutar dengan

				kecepatan 302 rpm.
3	Sobar Ihsan, (2016)	Belum terdapat perhitungan torsi untuk mengetahui kapasitas penumbukan cangkang kalambuai dilakukan pengujian pada mesin tersebut.	Melakukan pengujian pada poros dan loyang penumbuk, kemudian menganalisis gaya berat dan hasil penumbukan ketika dioperasikan pada kondisi optimal.	Diketahui bahwa mesin penumbuk berfungsi dengan baik, serta hasil analisa torsi dengan kelambuai kering : 12,789, 12,920, 13, 207, 13,141, 13.403 sedangkan kelambuai basah 12,789, 13,115, 13,224, 13,278, 700 (chooper) yaitu 121,4 kg/jam
4	Ma'arif Dedik Kurniawan, (2015)	Mesin peniris dan pencampur bumbu yang ada dipasaran masih merupakan dua alat yang berbeda.	Menghitung daya motor yang dibutuhkan, menentukan komposisi transmisi dan komponen yang dibutuhkan.	Jenis motor yang dipilih adalah <i>Bologna Elektrik</i> Motor AC 3 fase tipe BLA-632-4, dengan daya yang dibutuhkan adalah 0,102 HP serta daya yang terpasang adalah 0,250 HP.
5	Krismono Jati, Mustiadi, (2019)	Banyaknya pengusahan nasi pecel dalam skala <i>home</i> industri menemui kendala karena sulitnya mengelola bahan	Penulis dalam hal tugas akhir ini, membuat mesin penggiling bumbu pecel dimana penulis berharap mesin ini dapat membantu mengatasi masalah dalam	Untuk menentukan komponen yang akan digunakan maka perlu menentukan perhitungan agar

		bumbu jika menggunakan sistem tradisional atau manual (menggunakan cobek atau ulekan) menyebabkan pembuatan sambel pecel ini membutuhkan waktu, tenaga, dan keahlian yang lebih	pembuatan bumbu pecel sehingga dapat mengurangi tenaga dan waktu yang terpakai dan dapat menghasilkan bumbu pecel dengan efisien.	sesuai dengan alat yang akan digunakan, mulai dari motor listrik, <i>van belt</i> , <i>gear box</i> , dan lainnya
--	--	---	---	---

2.2 Definisi transmisi

Transmisi adalah sistem mekanik yang menghubungkan mesin dengan roda penggerak kendaraan untuk mengatur kecepatan dan torsi pada setiap gigi sehingga dapat menyesuaikan dengan kondisi jalan yang berbeda. Transmisi biasanya terdiri dari beberapa gigi atau *rasio* transmisi, dimana setiap gigi memiliki rasio perbandingan yang berbeda antara putaran *input* (mesin) dan *output* (roda penggerak).

2.3 Motor listrik

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Alat yang berfungsi sebaliknya, mengubah energi mekanik menjadi energi listrik disebut *generator* atau *dinamo*. Motor ini juga sangat populer digunakan untuk peralatan industri untuk pemilihan motor ini karena memiliki kelebihan yaitu rancangan yang sederhana, harganya murah dan mudah didapat serta langsung dapat digunakan dengan sumber arus AC yang mana sumber arus ini langsung bisa digunakan.

Dua komponen utama motor listrik adalah *stator* dan *rotor*. *Stator* adalah bagian motor yang tetap dan memiliki kumparan kawat yang terhubung ke sumber daya listrik. *Rotor* adalah bagian yang berputar di sekitar poros motor dan memiliki kumparan kawat yang terhubung ke beban atau perangkat yang akan digerakkan. Prinsip dasar kerja motor listrik

didasarkan pada gaya *elektromagnetik*. Ketika arus listrik mengalir melalui kumparan kawat di *stator*, medan magnet dihasilkan di sekitar kumparan tersebut. Medan magnet ini kemudian berinteraksi dengan medan magnet di *rotor*, yang menghasilkan gaya yang menyebabkan rotor berputar. Arus listrik yang mengalir melalui kumparan rotor juga memberikan kontribusi pada gaya ini.



Gambar 2. 1 Motor listrik

(Sumber : Dokumentasi pribadi)

2.4 Poros

Poros (*shaft*) adalah salah satu dari elemen mesin yang digunakan pada mesin rotasi untuk menstranmisikan putaran dan torsi dari satu komponen ke komponen lainnya. Poros menstransmisikan putaran dari penggerak utama (*driver*) ke bagian yang akan digerakkan (*driven*). Biasanya poros berpenampang bulat dan dipergunakan dengan elemen mesin lainnya seperti *gear*, *pulley*, dan *sproket*. Poros dapat menerima beban puntir, beban lentur beban tarikan pada saat poros bekerja. Gambar poros dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. 2 Poros

Sumber : Urugal

Jenis klasifikasi poros dapat dimasukkan ke dalam kategori-kategori berikut ini:

1) Pembebanannya

a. Poros Transmisi

Poros jenis ini menerima beban puntir murni atau puntir dan lentur melalui kopling, roda gigi, *sproket*, *pully* sabuk, dan lainnya.

b. Gandar

Gandar adalah poros yang dipasang di antara roda kereta barang dan tidak menerima beban puntir, bahkan kadang-kadang tidak dapat berputar. Gandar ini hanya menerima beban lentur kecuali digerakkan oleh penggerak mula, yang juga menerima beban puntir.

Menurut bentuknya, poros dapat dibagi menjadi poros lurus umum, poros engkol, yang digunakan sebagai poros utama dalam mesin totak, poros luwes, yang digunakan untuk transmisi daya yang lebih kecil sehingga memungkinkan perubahan arah, dan sebagainya.

c. Poros *spindel*

Poros transmisi yang lebih pendek daripada poros utama mesin perkakas, di mana beban utamanya berasal dari puntiran harus memenuhi syarat-syarat berikut : deformasi yang minimal dan bentuk dan ukuran yang akurat.

2) Bentuknya

a) Poros lurus

b) Poros engkol sebagai penggerak utama pada silinder mesin

Poros adalah komponen mesin yang baik untuk mentransmisikan daya dalam jumlah kecil, memungkinkan perubahan arah (arah momen putar).

2.5 Baja ST-41

Menurut mustofa (2018) baja ST-41 adalah baja yang memiliki kadar karbon 0,16%, karena kadar karbonnya kurang dari 0,03% maka baja ini termasuk golongan baja karbon rendah dan mempunyai tegangan geser sebesar 36-24%. Makna dari penamaan ST-41 sendiri adalah dari ST memiliki arti baja (*Stahl*), angka 41 dalam baja ini menunjukkan bahwa minimum ketangguhan putus-tarik adalah 41 kg/mm². Baja ST-41

termasuk baja karbon rendah. Baja ST-41 memiliki sifat *tensile streng* yang kadang kala butuh untuk dinaikkan kekuatannya, salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan pemanasan dan pendinginan dengan bertahap atau cepat sesuai dengan kebutuhan. Perubahan sifat fisik baja ST-41 akan tergantung dengan cara pendinginan dan pemanasan yang dilakukan termasuk jenis media pendingin yang dilakukan (Setyawan, 2018)

2.6 Faktor yang harus diperhatikan dalam perencanaan poros

Untuk merencanakan sebuah poros ada beberapa macam hal-hal yang harus di perhatikan sebagai berikut (Sularso dan Suga, 2002) :

a. Kekuatan poros

Poros penggerak akan dikenai beban puntir (momen puntir), beban tekuk (momen tekuk), atau kombinasi beban puntir dan tekuk. Dalam mendesain poros, ada beberapa faktor yang harus diperhatikan, yaitu: efek kelelahan, tumbukan, dan konsentrasi tegangan saat menggunakan poros berundak atau menggunakan alur pasak pada poros. Poros harus dirancang agar cukup kuat untuk menahan beban ini.

b. Kekakuan poros

Sekalipun poros cukup kuat untuk membawa beban dengan aman, tekukan dan *defleksi* yang terlalu banyak dapat menyebabkan ketidakakuratan (pada peralatan mesin), getaran mesin (*vibration*) dan kebisingan (*noise*). Oleh karena itu, selain memperhatikan kekuatan poros, penulis juga harus memperhatikan kekakuan poros dan menyesuaikannya dengan jenis yang meneruskan daya dengan poros tersebut.

c. Putaran kritis

Ketika putaran mesin bertambah, menyebabkan mesin bergetar (*vibrasi*). Kecepatan kritis adalah perbedaan antara putaran mesin dengan jumlah putaran normal dan putaran mesin yang menghasilkan getaran tinggi. Ini dapat terjadi pada turbin, mesin pembakaran *internal*, motor listrik, dan sebagainya. Getaran tinggi juga dapat menyebabkan kerusakan pada poros dan komponen lainnya. Oleh karena itu, kecepatan kerja poros harus dikurangi dari

kecepatan kritis saat mendesain poros.

d. Korosi

Korosi poros dapat terjadi jika poros bersentuhan langsung dengan cairan korosif, seperti poros baling-baling di pompa air. Oleh karena itu pemilihan material poros (plastik) perlu mengutamakan material yang tahan korosi.

e. Bahan poros

Bahan poros untuk pemesian biasanya terbuat dari baja batangan yang ditarik dingin dan baja karbon struktural mesin jadi (bahan ST37), yang terbuat dari baja teroksidasi ferrosilikon dan cor.

Baja umumnya diklasifikasikan sebagai baja ringan, baja liat, baja ringan, dan baja keras. Diantaranya, baja liat dan baja keras terutama dipilih untuk porosnya. Kandungan karbon ditunjukkan pada tabel 2.2 dibawah ini

Tabel 2.2 Penggolongan Bahan Poros

Golongan	Kadar C (%)
Baja lunak	-0.15
Baja liat	0.2-0.3
Baja agak keras	0.3-0.5
Baja keras	0.5-0.8
Baja sangat keras	0.8-1.2

(Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2013)

Jika P adalah daya nominal *output* dari motor penggerak, maka berbagai macam faktor keamanan biasanya dapat diambil dalam perencanaan, sehingga koreksi pertama dapat diambil kecil. Jika factor koreksi adalah f_c maka dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Faktor-faktor koreksi daya yang akan ditransmisikan

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

(Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2013)

2.7 Sistem transmisi

Dalam perhitungan sistem transmisi terdapat beberapa perencanaan perhitungan sebagai berikut :

a. Perbandingan reduksi i ($i > 1$)

$$\frac{n_1}{n_2} = i = \frac{D_2}{d_2} = \frac{1}{u} ; u = \frac{1}{i} \quad (1.1)$$

(Sularso dan Kiyokatsu Suga, 166 : 2013)

b. Kecepatan linier amplas sabuk

$$V = \frac{\pi d_2 n_1}{60 \cdot 1000} \quad (1.2)$$

(Sularso dan Kiyokatsu Suga, 166 : 2013)

c. Perhitungan panjang sabuk amplas

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(dp + Dp) + \frac{1}{4 \cdot c}(Dp - dp)^2 \quad (1.3)$$

(Sularso dan Kiyokatsu Suga, 170 : 2013)

Dimana :

L = panjang sabuk amplas (mm)

C = jarak sumbu poros (mm)

Dp = diameter *roller* penggerak

dp = diameter *roller* digerakkan

d. Momen puntir motor

$$M_p = \frac{60 \cdot P}{Sf \cdot \pi \cdot n} \text{ (N.m)} \quad (1.4)$$

(Sularso dan Kiyokatsu Suga, 8:2013)

Dimana :

T = momen poros (kg.mm)

Pd = daya rencana (kW)

n₂ = putaran poros (rpm)

e. Daya rencana

$$P_d = f_c \cdot p \quad (1.5)$$

(Sularso dan Kiyokatsu Suga, 7 : 2013)

Dimana :

P_d = daya rencana (kW)

f_c = faktor koreksi

p = daya motor listrik (kW)

f. Momen rencana

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1} \text{ (kg.mm)} \quad (1.6)$$

(Sularso dan Kiyokatsu Suga, 7 : 2013)

Dimana :

T = momen rencana

P_d = daya rencana

n₁ = putaran motor

g. Tegangan geser yang diizinkan

$$\tau_a = \frac{\sigma_\beta}{sf_1 \times sf_2} \text{ (kg/mm}^2\text{)} \quad (1.7)$$

(Sularso dan Kiyokatsu Suga, 7 : 2013)

Dimana :

σ_β = kekuatan tarik bahan

Sf_1 = *safety faktor*

Sf_2 = *safety faktor*

h. Diameter poros

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} \times K_t \times C_b \times T \right]^{1/3} \quad (1.8)$$

(Sularso dan Kiyokatsu Suga, 8 : 2013)

Dimana :

d_s = diameter poros (mm)

τ_a = tegangan geser izin (kg/mm²)

K_t = faktor koreksi puntir

C_b = faktor koreksi lentur

T = momen poros (kg.mm)

i. Tegangan geser

$$\tau = \frac{5,1 T}{d^3} \quad (1.9)$$

(Sularso dan Kiyokatsu Suga, 8 : 2013)

Dimana :

T = momen puntir rencana

d_s = diameter poros

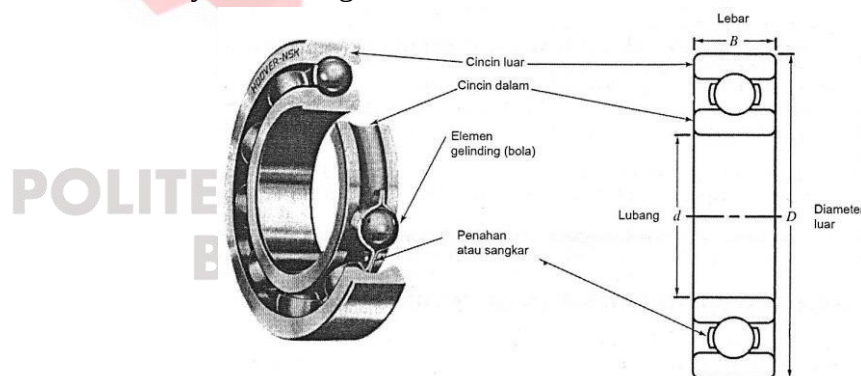
2.8 Definisi Bantalan (*Bearing*)

Bantalan adalah suatu komponen atau alat yang digunakan untuk mengurangi gesekan antara dua permukaan yang bergerak satu sama lain. Fungsinya adalah untuk mendukung beban dan memungkinkan gerakan relatif antara dua bagian atau komponen dalam suatu mesin atau struktur. Bantalan umumnya terdiri dari dua permukaan yang saling bersentuhan, satu permukaan tetap (biasanya bagian dari mesin atau struktur) dan satu permukaan bergerak (misalnya poros, roda, atau elemen berputar lainnya). Bantalan dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk mesin industri, kendaraan, peralatan rumah tangga, peralatan elektronik, dan banyak lagi.

2.9 Jenis-jenis bantalan (*Bearing*)

2.9.1 Bantalan bola alur dalam – baris tunggal

Bantalan bola alur dalam baris tunggal, juga dikenal sebagai bantalan cincin bagian dalam atau bantalan *concade*, biasanya terpasang erat. Bagian dari poros berada di dalam rumah, sedikit dilonggarkan untuk memungkinkannya berputar dengan poros. Elemen bola bergulir atau bola menggelinding dalam alur yang dalam di sekitar bagian dalam dan luar cincin. Pembatasan atau sangkar menjaga jarak antara bola. Alur yang dalam ini dapat menahan beban aksial sedang, meskipun pada dasarnya dirancang untuk menahan beban radial.



Gambar 2. 3 Bantalan bola alur dalam - baris tunggal

(Sumber : Nur, Rusdi)

2.9.2 Bantalan bola alur dalam – baris ganda

Dibandingkan dengan bantalan jenis baris tunggal, menambah satu baris bola dapat meningkatkan kapasitas bantalan untuk memikul beban radial. Ini karena ada lebih banyak bola untuk berbagi beban, sehingga beban yang lebih besar dapat dipikul dalam jarak yang sama atau lebih kecil. Kemampuan

ketidaklurusan sering dipengaruhi oleh lebar bantalan bola alur baris ganda.

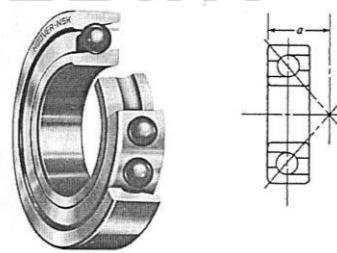


Gambar 2. 4 Bantalan bola alur dalam - baris ganda

(Sumber : Nur, Rusdi)

2.9.3 Bantalan bola kontak sudut

Bantalan kontak sudut memiliki cincin yang dibuat lebih tinggi daripada bantalan alur baris tunggal biasa untuk menahan beban aksial yang lebih besar. Sudut gaya yang dipilih, yang menggabungkan beban radial dan aksial, digambarkan dalam gambar dibawah ini. Sudut gaya ini ditunjukkan dengan bantalan yang tersedia secara komersial dengan sudut 15° dan 40° .



Gambar 2. 5 Bantalan bola kotak sudut

(Sumber : Nur, Rusdi)

2.9.4 Bantalan rol silindris

Seperti yang ditunjukkan dalam gambar dibawah ini bola-bola bundar digantikan oleh rol-rol silindris, dan perubahan yang dilakukan pada rancangan cincin akan menghasilkan kapasitas beban radial yang lebih besar. Ketika rol terdeformasi karena beban, pola antara rol dan cincinya berubah menjadi empat persegi panjang. Bantalan bola dengan ukuran yang sama memiliki tingkat tegangan kontak yang lebih rendah.

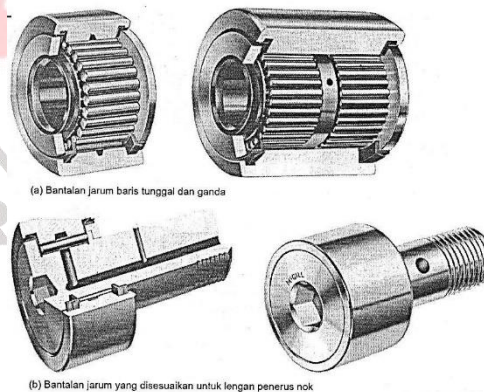


Gambar 2. 6 Bantalan rol silindris

(Sumber : Nur, Rusdi)

2.9.5 Bantalan jarum

Sebenarnya, bantalan jarum adalah bantalan rol, seperti yang ditunjukkan dalam gambar dibawah ini, tetapi diameter rolnya lebih kecil. Untuk meningkatkan kapasitas mereka untuk menahan beban tertentu, bantalan jarum biasanya memiliki jarak radial yang lebih kecil. Hal ini membuatnya lebih mudah untuk merancang berbagai jenis komponen dan peralatan seperti pompa, sambungan universal, instrumen presisi, dan peralatan rumah tangga. Gambar dibawah ini menunjukkan lengan penerus nok, juga dikenal sebagai *cam follower*. Ini adalah contoh tambahan bagaimana operasi antigesek bantalan jarum dapat ditempatkan dengan sedikit memerlukan jarak radial. Bantalan jarum dinilai buruk karena ketidaklurusan dan beban aksial.



Gambar 2. 7 Bantalan jarum

(Sumber : Nur, Rusdi)

2.10 Perhitungan umur bantalan

Hubungan beban – umur bantalan

Hubungan antara beban dan umur bantalan dimanfaatkan untuk menghitung besarnya parameter *basic dynamic load rating* (C). Parameter ini di definisikan sebagai beban yang diterima oleh

bantalan ketika mencapai umur $L_{10} = 1.000.000$ putaran.

Bantalan memiliki umur terbatas walaupun terbuat dari baja berkekuatan tinggi dan akan mengalami kegagalan fatik akibat tegangan kontak yang besar. Beban yang semakin rendah akan menghasilkan umur semakin panjang. Hubungan antara beban (P) dan umur (L) untuk *rolling contact bearing* dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{L_2}{L_1} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^k \quad (1.10)$$

(Hery Sonawan, 95:2009)

Dimana :

$P_1 = C = \text{basic dynamic load rating}$

$P_2 = P_d = \text{beban yang bekerja pada bantalan (beban desain)}$

$L_1 = \text{umur } L_{10} \text{ pada beban } C = 1.000.000 \text{ putaran}$

$L_2 = \text{umur desain}$

$k = 3,00 \text{ untuk } \textit{ball bearing}, \quad k = 3,33 \text{ untuk } \textit{roller bearing}$

POLITEKNIK SINAR MAS
BERAU COAL