

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Bambu

Bambu adalah tanaman jenis rumput-rumputan dengan rongga dan ruas di batangnya. Bambu memiliki banyak tipe. Nama lain dari bambu adalah buluh, aur, dan eru. Di dunia ini bambu merupakan salah satu tanaman dengan pertumbuhan paling cepat. Karena memiliki sistem rhizoma- dependen unik, dalam sehari bambu dapat tumbuh sepanjang 60 cm (24 Inchi) bahkan lebih, tergantung pada kondisi tanah dan klimatologi tempat ia ditanam.

Secara Genus dan Geografi, Bambu diklasifikasikan ke lebih dari 10 genus dan 1450 spesies. Spesies bambu ditemukan di berbagai lokasi iklim, dari iklim dingin pegunungan hingga daerah tropis panas. Mereka terdapat di sepanjang Asia Timur dari 50°Lintang Utara di Sakhalin sampai ke sebelah utara Australia, dan di bagian barat India hingga ke Himalaya. Mereka juga terdapat di sub-Sahara Afrika, dan di Amerika dari pertengahan Atlantik Amerika Utara hingga ke selatan ke Argentina dan Chili, mencapai titik paling selatan Bambu pada 47° Lintang Selatan. Benua Eropa tidak memiliki spesies bambu asli. Baru-baru ini telah diupayakan untuk membudidayakan bambu secara komersial di Danau Besar Afrika di Afrika Tengah bagian timur, terutama di Rwanda. Selain itu, berbagai perusahaan di Amerika Serikat juga menumbuhkan, memanen, dan mendistribusikan spesies bambu seperti *Phyllostachys edulis*. Terdapat dua bentuk bambu secara umum, yaitu bambu berkayu dari suku Arundinarieae dan Bambuseae, dan bambu

rerumputan dari suku Olyreae. Analisis molekuler dari pastida menunjukkan bahwa terdapat tiga sampai lima garis keturunan utama dari bambu.

Secara Ekologi, Bambu adalah tanaman dengan laju pertumbuhan tertinggi di dunia, dilaporkan dapat tumbuh 100 cm (39 in) dalam 24 jam. Namun laju pertumbuhan ini amat ditentukan dari kondisi tanah lokal, iklim, dan jenis spesies. Laju pertumbuhan yang paling umum adalah sekitar 3–10 cm (1,2–3,9 in) per hari. Bambu pernah tumbuh secara besar-besaran pada periode Cretaceous, di wilayah yang kini disebut dengan Asia. Beberapa dari spesies bambu terbesar dapat tumbuh hingga melebihi 30 m (98 ft) tingginya, dan bisa mencapai diameter batang 15–20 cm (5,9–7,9 in). Namun spesies tertentu hanya bias tumbuh hingga ketinggian beberapa inci saja. (Sumber: <https://id.wikipedia.org/wiki/Bambu>)



Gambar 2.1 : Bambu

(Sumber : <https://www.indotrading.com/product/bambu-petung-p157421.aspx>)

2.2 Poros

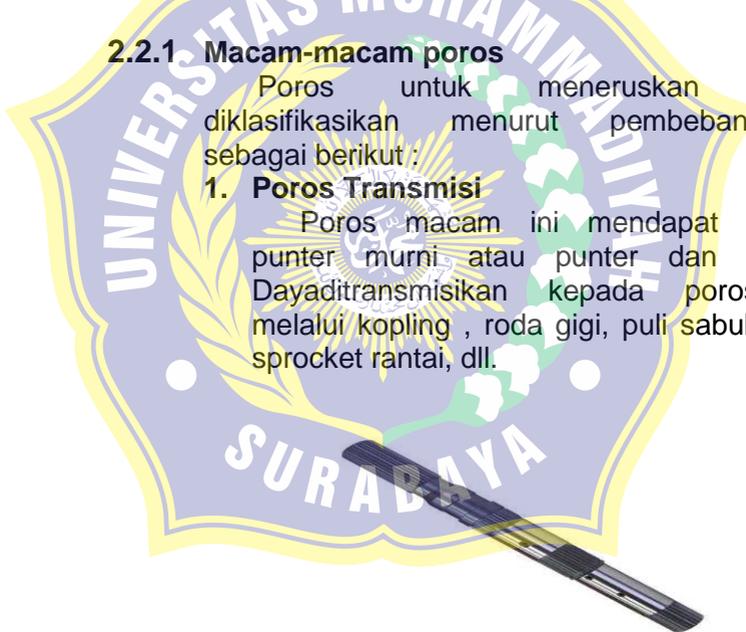
Poros adalah komponen alat mekanis yang mentransmisikan gerak putar dan daya. Poros ini merupakan satu kesatuan dari sebarang sistem mekanis dimana daya ditransmisikan dari penggerak utama, misalnya motor listrik atau motor bakar, kebagian lain yang berputar dari sistem. Poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Peranan utama dalam transmisi seperti itu dipegang oleh poros. (Sumber: *Sularso, Kiyokatsu Suga 1994*)

2.2.1 Macam-macam poros

Poros untuk meneruskan daya diklasifikasikan menurut pembebanannya sebagai berikut :

1. Poros Transmisi

Poros macam ini mendapat beban punter murni atau punter dan lentur. Daya ditransmisikan kepada poros ini melalui kopling, roda gigi, puli sabuk atau sprocket rantai, dll.



Gambar 2.2 : Poros Transmisi

(Sumber : <http://teknik-mesin1.blogspot.com/2011/05/poros.html>)

2. Spindel

Poros transmisi yang relative pendek, seperti poros utama mesin perkakas, dimana beban utamanyaberupa puntiran, disebut spindle. Syarat yang harus dipenuhi poros ini adalah deformasinya harus kecil dan bentuk serta ukurannya harus teliti.



Gambar 2.3 : Poros Spindel

(Sumber : <https://www.indotrading.com/product/bambu-petung-p157421.aspx>)

3. Gandar

Poros seperti seperti yang dipasang diantara roda-roda kereta barang, dimana tidak mendapat beban punter, bahkankadang-kadang tidak boleh berputar, disebut gandar.

Menurut bentuknya, poros dapat digolongkan atas poros lurus umum, poros engkol sebagai poros utama dari mesin totak, dll., poros luwes atau transmisi daya kecil agar terdapatkebebasan bagi perubahan arah, dan lain-lain.



Gambar 2.4 : Poros Gandar

(Sumber : <http://indonesian.autoengine-parts.com/sale-10248324-774-mm-length-rear-axle-shaft-for-toyota-hilux-vigo-fortuner-oem-number-42311-0k090.html>)

2.2.2 Perhitungan Percencanaan Poros

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

$$P_d = f_c P \quad (2.1)$$

dimana : P_d = Daya rencana (kW)

f_c = Faktor koreksi

P = Daya yang ditransmisikan (kW)

Faktor-faktor koreksi daya yang ditransmisikan, f_c untuk daya rata-rata yang diperlukan 1,2-2,0, untuk daya maksimum yang diperlukan 0,8-1,2, untuk daya normal diperlukan 1,0-1,5,

Hubungan antara daya rencana dan poros punter yang terjadi T (kg.mm) dan putaran pada poros dinyatakan dalam persamaan :

$$P_d = \frac{\left(\frac{T}{1000}\right)\left(\frac{2\pi n_1}{60}\right)}{102} \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana : P_d = Daya rencana (kW)
 n_1 = Putaran poros (rpm)

Sehingga,

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1} \dots\dots\dots(2.3)$$

dimana : P_d = Daya rencana (kW)

T = Momen punter rencana (kg/mm)
 n_1 = Putaran poros (rpm)

Bila momen rencana T (kg.mm) dibenbankan pada suatu diameter poros d_s (mm), maka tegangan geser τ (kg.mm²) yang terjadi adalah :

$$\tau = \frac{T}{\pi d_s^3 / 16} = \frac{5,1 T}{d_s^3} \dots\dots\dots(2.4)$$

dimana : τ = Tegangan geser (kg/mm²)
 T = Momen punter rencana (kg/mm)
 d_s = Diameter poros

Tegangan geser yang diizinkan τ_a (kg/mm²) dapat dihitung dengan :

$$\tau_a = \sigma_B / (Sf_1 \times Sf_2) \dots\dots\dots(2.5)$$

dimana : τ_a = Tegangan geser yang diizinkan (kg/mm²)

σ_B = Kekuatan tarik (kg/mm²)
 Sf = Faktor keamanan

Diameter poros d_s (mm) dapat dihitung dengan :

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} K_t C_b T \right]^{1/3} \dots\dots\dots(2.6)$$

dimana : τ_a = Tegangan geser yang diizinkan (kg/mm²)

d_s = Diameter poros

K_t = Faktor koreksi untuk momen puntir

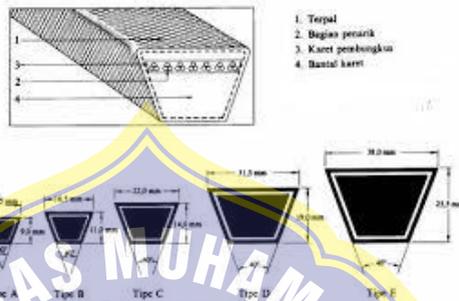
C_b = Faktor lenturan

T =Momen punter rencana (kg/mm)

2.3 Sabuk V dan Pulley

Pulley berfungsi untuk meneruskan daya dari motor listrik ke poros gear box melalui sabuk, lalu dari gear box menggerakkan poros. Sabuk (belt) mempunyai keuntungan yaitu dapat digunakan untuk memindahkan daya putaran diantara dua poros yang mempunyai jarak relative jauh, selain itu sabuk juga dapat bersifat kopleng. Dalam 15 pembuatan alat, sabuk yang direncanakan adalah sabuk standar jenis V, yang mana sabuk ini tidak menimbulkan suara berisik seperti sabuk datar. Transmisi sabuk menggunakan sabuk-V karena mudah penanganannya dan harganya pun murah. Kecepatan sabuk direncanakan untuk 10 sampai 20 (m/s) pada umumnya, dan maksimum sampai 25 (m/s). Daya maksimum yang dapat ditransmisikan kurang lebih sampai 500 (kW). Sabuk-V terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. Tenunan tetoron atau semacamnya dipergunakan sebagai inti sabuk untuk membawa tarikan yang besar. Sabuk-V dibelitkan di keliling alur puli yang berbentuk V pula. Bagian sabuk yang sedang membelit pada puli ini mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar. Gaya gesekan juga

akan bertambah karena pengaruh bentuk baji, yang akan menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relatif rendah.



Gambar 2.5 : Konstruksi dan ukuran penampang sabuk V (Sumber : Kiyokatsu Suga, Sularso, dasar-dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin : 164)

2.3.1 Perhitungan Percencanan sabuk V dan pulley

Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung sabuk :

$$L = 2C + \frac{\pi}{2} (d_p + D_p) + \frac{1}{4C} (D_p - d_p)^2 \dots\dots\dots(2.7)$$

dimana : C = Jarak sumbu poros (mm)

L = Nomer nominal dan panjang sabuk dalam perdagangan

d_p = Diameter pulley penggerak

D_p = Diameter pulley yang digerakkan

2.4 Rantai

Rantai transmisi daya biasanya dipergunakan dimana jarak poros lebih besar dari pada transmisi roda gigi tetapi lebih pendek dari pada dalam transmisi sabuk.

Rantai pengait pada gigi sprocket dan meneruskan daya tanpa slip, jadi menjamin perbandingan putaran yang tetap.

Rantai sebagai transmisi mempunyai keuntungan-keuntungan seperti : mampu meneruskan daya besar karena kekuatannya yang besar, tidak memerlukan tegangan awal, keuasan kecil pada bantalan, dan mudah memasangnya. Karena keuntungan-keuntungan tersebut, rantai mempunyai pemakaian yang luas seperti roda gigi dan sabuk

Dipihak lain, transmisi rantai mempunyai beberapa kekurangan, yaitu : variasi kecepatan tak dapat dihindari karena lintasan busur pada sproketyang mengait mata rantai, suara dan getaran karena tumbukan antara rantai dan dasar kaki dari gigi sprocket, dan pepanjangan rantai karena keausan pena dan bus yang diakibatkan oleh gesekan dengan sprocket. Karena kekurangan-kekurangan ini maka rantai tak dapat dipakai dikecepatan tinggi, sampai ditemukan dan dikembangkannya rantai gigi.



Gambar 2.6 : Transmisi rantai

(Sumber : <https://www.viva.co.id/otomotif/tips/1141012-untung-rugi-lumasi-rantai-motor-pakai-oli-bekas-vs-minyak-goreng>)

2.4.1 Perhitungan Percencanan transmisi rantai Adapun rumus untuk menghitung panjang rantai ialah :

$$L_p = \frac{Z_1+Z_2}{2} + 2C_p + \frac{[(Z_1-Z_2)/2,28]^2}{C_p} \dots\dots\dots(2.8)$$

dimana : L_p = Panjang rantai, dinyatakan dalam jumlah mata rantai

Z_1 =Jumlah gigi sprocket kecil

Z_2 = Jumlah gigi sprocket besar

C = Jarak sumbu poros, dinyatakan dalam jumlah mata rantai

2.5 Bantalan

Bearing dalam Bahasa Indonesia berarti **bantalan**. Dalam ilmu mekanika bearing adalah sebuah elemen mesin yang berfungsi untuk membatasi gerak relatif antara dua atau lebih komponen mesin agar selalu bergerak pada arah yang diinginkan. Bearing menjaga poros (shaft) agar selalu berputar terhadap sumbu porosnya, atau juga menjaga suatu komponen yang bergerak linier agar selalu berada pada jalurnya.

Bantalan merupakan salah satu bagian dari elemen mesin yang memegang peranan cukup penting karena fungsi dari bantalan yaitu untuk menumpu sebuah poros agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. Bantalan harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik.

Bearing atau laher adalah komponen sebagai bantalan untuk membantu mengurangi gesekan peralatan berputar pada poros/as. Bearing atau laher ini biasanya berbentuk bulat. Bearing di mobil dipasang pada as roda dan ditempat-tempat yang berputar lainnya.

Tujuan dari bantaran balock untuk mengurangi gesekan rotasi dan mendukung radial dan aksial beban

2.5.1 Macam-macam bantalan

1. Bola (*ball bearing*)

Bantalan bola menggunakan bola untuk membawa beban yang diterapkan. Karena ada titik kontak (dibandingkan dengan kontak line untuk bantalan tol [Roll Bearing]) beban daya dukung lebih rendah dari pada bantalan rol [Roll Bearing]. Bantalan rol dapat mendukung kedua Radial (Tegak Lurus pada poros) dan Aksial beban (Parelel ke poros). Untuk bantalan ringan dimuat, bola menawarkan gesekan lebih rendah dari rol. Self-menyelaraskan bantalan bola juga dapat beroperasi ketika cincin bantalan sejajar. Bantalan bola yang paling umum adalah bantalan bola dalam alur. Bola presisi biasanya lebih murah untuk menghasilkan dari pada bentuk seperti rol, dikombinasikan dengan volume tinggi penggunaan, bantalan sering jauh lebih murah daripada bantalan lain dari dimensi yang sama.



Gambar 2.17 : Ball bearing

(Sumber : <https://www.indiamart.com/proddetail/ss-ball-bearings-12722949591.html>)

2. Rol Silinder (*Cylindrical Roller*)

Bantalan rol umum menggunakan silinder dengan panjang sedikit lebih besar dari diameter. Bantalan rol biasanya memiliki kapasitas beban lebih tinggi di bawah beban tegak lurus ke arah didukung primer. Jika ras di dalam dan di luar tidak sejajar, daya dukung sering turun dengan cepat dibandingkan dengan baik bantalan bola atau bantalan rol bola. Bantalan rol dikenal sejak 40 SM.



Gambar 2.18 : Roll silinder bearing
(Sumber : <http://id.worldbearings2.net/cylindrical-roller-bearing/>)

3. Rol Jarum (*Needle Roller*)

Bantalan rol jarum menggunakan silinder yang sangat panjang dan tipis. Seringkali ujung lancip ke titik, dan ini digunakan untuk menjaga rol captive, atau mereka mungkin hemispherical dan tidak captive tapi dipegang oleh poros sendiri atau pengaturan yang sama. Karena rol tipis, diameter luar bantalan ini hanya

sedikit lebih besar dari lubang di tengah, Namun, berdiameter kecil tol harus menekuk tajam dimana mereka menghubungkan ras, dan dengan demikian bantalan eragam relatif cepat.



Gambar 2.19 : Roll jarum bearing
(Sumber : <https://www.igus.co.id/info/plain-bearings-polymer-vs-needle-bearings>)

4. Rol Tirus (*Tapered Roller*)

Bantalan tirus menggunakan rol kerucut yang berjalan pada as kerucut. Bantalan rol kebanyakan hanya mengambil beban radial atau aksial, tetapi bantalan rol tirus mendukung beban radial dan aksial, dan umumnya dapat membawa beban lebih tinggi dari bantalan bola karena bidang kontak yang lebih besar. Taper bantalan rol yang digunakan, misalnya, sebagai bantalan roda dari kendaraan darat yang paling roda. Kerugian untuk bantalan ini adalah bahwa karena kompleksitas manufaktur, bantalan rol tirus biasanya lebih mahal dari pada bantalan bola, dan selain itu di bawah beban berat rol tirus seperti irisan dan beban bantalan cenderung mencoba untuk mengeluarkan roller,

kekuatan dari kerah yang menjaga roller di bantalan menambah gesekan bantalan dibandingkan dengan bantalan bola.



Gambar 2.20 : Roll tirus bearing

(Sumber : <http://indonesian.roller-ball-bearing.com/sale-10>)

5. **Rol Bulat**

Bantalan rol bulat memiliki cincin luar dengan bentuk bulat internal. Rol lebih tebal ditengah dan tipis di ujungnya. Bantalan rol bola sehingga dapat menyesuaikan untuk mendukung kedua misalignment statis dan dinamis. Namun, rol bola sulit untuk diproduksi sehingga harganya menjadi mahal, dan bantalan memiliki gesekan lebih tinggi daripada bantalan rol silinder yang ideal atau meruncing karena ada sejumlah geser antara elemen rolling dan cincin.



Gambar 2.21 : Roll bulat bearing

(Sumber : <http://indonesian.roller-ball-bearing.com/sale-10>)

**2.5.2 Perhitungan perencanaan bantalan :
Adapun rumus untuk menghitung beban ekivalen ialah :**

$$P = V \times Fr \dots \dots \dots (2.12)$$

dimana : P = Beban ekivalen (lb)
 V = Faktor putaran (1 untuk ring dalam berputar, 1,2 untuk ring luar berputar)
 Fr = gaya radian (lb)

Adapun rumus untuk menghitung umur bantalan ialah :

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^b \cdot \frac{10^6}{60 \times n} \dots \dots \dots (2.13)$$

dimana : L_{10} = Umur bantalan
 C = Basic dynamic load rating (lb)
 P = BEban ekivalen (lb)
 b = Konstanta yang ditanggung dari type bantalan
 3 untuk ball bearing
 $\frac{10}{3}$ untuk roller bearing
 n = Putaran poros (rpm)