

ANALISA GAYA DAN TEGANGAN POROS UTAMA PADA MESIN MOLEN

Mustari¹

Progrm Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Dayanu Ikhsanuddin BauBau

La Wia²

Program Studi Teknik mesin

Fakultas Teknik Universitas Dayanu Ikhsanuddin BauBau

e-mail : lawia006@gmail.com

ABSTRAK- Mesin molen atau mesin pengaduk merupakan peralatan yang digunakan oleh pekerja konstruksi yang dapat membantu pekerja saat mengaduk semen. Mesin molen yang digunakan pada penelitian ini memiliki tabung silinder yang diam dan poros yang berputar sebagai pengaduk.

Poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin. Poros biasanya menerima beban lentur dan beban puntir yang bekerja secara bersama-sama. Diperlukan suatu analisa kekuatan poros yang dapat dijadikan dasar untuk menentukan kemampuan poros dalam menerima beban-beban yang bekerja.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gaya geser dan momen lentur serta mengetahui tegangan geser pada poros. Adapun daya motor yang digunakan adalah 5,5 hp, rasio putaran roda puli adalah 56/71 dan rasio putaran reduker adalah 1/50.

Prosedur penelitian dimulai dengan pengambilan data yang dilakukan dengan menimbang berat campuran semen, mengukur dimensi poros dan selanjutnya mengukur putaran pada poros. Berdasarkan data tersebut dilakukan perhitungan luas penampang, momen inersia penampang dan beban-beban yang bekerja pada poros. Dengan mengetahui hasil perhitungan tersebut maka dapat dihitung tegangan yang bekerja.

Pada putaran motor 2193 rpm sampai dengan 2389,33 rpm, di dapat gaya geser terendahnya adalah -1,911 kg dan tertingginya adalah 13,911 kg. Momen lentur terendahnya adalah 0 kg.mm dan tertingginya adalah 1088,025 kg.mm. Tegangan geser terendahnya adalah 67,434 kg/mm² yaitu pada beban pasir 3 kg. Tegangan geser tertingginya adalah 73,644 kg/mm² yaitu pada beban pasir 4 kg.

Kata kunci : mesin molen, poros, putaran, beban, tegangan

I. PENDAHULUAN

Perkembangannya zaman sekarang ini akan selalu menjadi permasalahan jika tidak di ikuti dengan perkembangan teknologi tepat guna adalah teknologi karena cocok dengan kebutuhan masyarakat sehingga bisa dimanfaatkan pada saat rentang waktu tertentu. Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi inilah yang mendukung saya untuk membuat dan menganalisa mesin pengaduk semen atau molen, karenajika digunakan tenaga manusia maka hasilnya kurang homogen dan tidak efisien, dalam pencampurannya membutuhkan tenaga yang besar, waktu yang cukup lama dan memerlukan biaya yang cukup mahal.

Dalam pembuatan atau pencetakan batako, masyarakat banyak yang mengeluh pada saat pencampuran semen dengan pasir atau batu kapur, karena tenaga dan waktu mereka habis pada

saat pencampuran, sehingga pencetakan memperlambat para pekerja.

Molena dalah bahan yang diperolehpencampur semen, pasir, agregat kasar atau batu pecah, air, yang mengeras menjadi benda padat. Sebagai bahan konstruksi, beton saat ini lebih banyak digunakan di bandingkan bahan kayu dan bahan lainnya. Bahan kayu sebagian besar untuk bekisting dalam pembuatan konstruksi beton. Perkembangan teknologi beton

saat ini telah mengalami kemajuan pesat dengan adanya bahan tambahan yang dapat mendukung sifat – sifat beton, menambah dan memperbaiki sifat beton sesuai dengan sifat beton yang di inginkan. Sifat – sifat beton dapat bervariasi, hal ini tergantung pada pemilihan bahan – bahan dan campuran yang digunakan. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas maka kami melakukan penelitian dengan judul “Analisa Gaya dan Tegangan Poros Utama Pada Mesin Molen”.

II. LANDASAN TEORI

A. Mesin Molen

Mekanisme kerja mesin molen merupakan salah satu langkah pengadukan material semen, pasir, kapur, air dan bahan pendukung produksi lainnya. Kerja mesin berdasarkan putaran motor listrik yang ditransmisikan ke v-belt yang kemudian menggerakkan pengaduk. Mesin molen ini memiliki kapasitas maksimum.

Pengujian mesin dilakukan untuk mengetahui apakah molen sudah menghasilkan kinerja sebagaimana yang sudah di rencanakan.dengan komposisi di inginkan, agar hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin pencampur ini mampu mencampur hingga bahan tercampur dengan sempurna dan efektif.

Dalam pembuatan batako proses yang paling lama ialah pada proses pencampuran bahan baku batako. Saat ini sebenarnya sudah ada teknologi yang di gunakan untuk pengadukan pasir dan semen yaitu mesin molencor, untuk memperoleh hasil yang di inginkan maka dilakukan beberapa penelitian. Molen atau pengadukan merupakan suatu aktivitas operasi pencampuran dua atau lebih zat agar diperoleh hasil campuran yang homogen. Pada media fase cair, pengadukan di tujukan untuk memperoleh keadaan yang turbulen (bergolak). Pencampuran dapat terjadi dengan cara menimbulkan gerak di dalam bahan itu yang menyebabkan bagian – bagian bahan saling bergerak satu terhadap yang

Analisa Gaya dan Tegangan Poros Utama Pada Mesin Molen

Mustari dan La Wia

lainnya, sehingga operasi pengadukan hanyalah salah satu cara untuk operasi pencampuran.

B. Poros

Poros adalah suatu bagian stasioner yang berputar biasanya berpenampang bulat dimana terpasang elemen-elemen seperti roda gigi (*gear*), *pulley*, *flywheel*, engkol, *sprocket* dan elemen pemindah lainnya. Poros bisa menerima beban lenturan, beban tarikan, beban tekan atau beban puntiran yang bekerja sendiri-sendiri atau berupa gabungan satu dengan lainnya.

Merencanakan sebuah poros ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu : kekuatan poros, putaran kritis, dan bahan poros.

Poros dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa hal :

1. Berdasarkan Pembebanannya
 - a. Poros Transmisi (*transmission shafts*)
Poros transmisi lebih dikenal dengan sebutan shaft. Shaft akan mengalami beban punter berulang, beban lentur berganti ataupun kedua – duanya. Pada shaft, daya dapat ditransmisikan melalui gear, belt pulley, sprocket rantai, dan lain-lain.
 - b. Gandar
Poros gandar merupakan poros yang dipasang diantara roda – roda kereta barang. Poros gandar tidak menerima beban punter dan hanya mendapat beban lentur.
 - c. Poros Spindle
Poros spindle merupakan poros transmisi yang relatif pendek, misalnya pada poros utama mesin perkakas dimana beban utamanya berupa beban punter. Selain beban punter, poros spindle juga menerima beban lentur (*axial load*). Poros spindle dapat digunakan secara efektif apabila deformasi yang terjadi pada poros tersebut kecil.
2. Berdasarkan Bentuknya
 - a. Poros Lurus
 - b. Poros engkol sebagai pungguk utama pada silinder mesin.
Ditinjau dari segi besarnya transmisi daya yang mampu ditransmisikan, poros merupakan elemen mesin yang cocok untuk mentransmisikan daya yang kecil hal ini dimaksudkan agar terdapat kebebasan bagi perubahan arah (arah momen putar).
3. Dalam Perancangan Poros Perlu Diperhatikan Beberapa Hal
 - a. Kekuatan Poros
Poros transmisi akan menerima beban puntir (*twisting moment*), beban lentur (*bending moment*) ataupun gabungan antara beban puntir dan lentur. Dalam perancangan poros perlu memperhatikan beberapa factor, 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.

- b. Kekakuan Poros
Meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup aman dalam menahan pembebanan tetapi adanya lenturan atau defleksi yang terlalu besar akan mengakibatkan ketidak telitian (pada mesin perkakas), getaran mesin (*vibration*) dan suara (*noise*). Oleh karena itu disamping memperhatikan kekuatan poros, kekakuan poros juga harus diperhatikan dan disesuaikan dengan jenis mesin yang akan ditransmisikan gayanya dengan poros tersebut.
- c. Putaran Kritis
Bila putaran mesin dinaikan maka akan menimbulkan getaran (*vibration*) pada mesin tersebut. Batas antara mesin yang mempunyai jumlah putaran normal dengan putaran mesin yang menimbulkan getaran yang tinggi disebut putaran kritis. Hal ini dapat terjadi pada turbin, motor bakar, motor listrik. Selain itu timbulnya tinggi dapat mengakibatkan kerusakan pada poros dan bagian – bagian lainnya. Jadi dalam perancangan poros perlu mempertimbangkan putaran kerja dari poros tersebut agar lebih rendah dari putaran kritisnya.
- d. Material Poros
Poros yang biasa digunakan dalam putaran tinggi dan bebas yang berat pada umumnya dibuat dari baja paduan dengan proses pengerasan kulit sehingga tahan terhadap kausan. Beberapa diantaranya adalah baja khrom nikel, bajakhrom, baja khrom molibden, dll. Sekalipun demikian, baja paduan khusus tidak selalu dianjurkan jika alasannya hanya putaran tinggi dan pembebanan yang berat saja. Dengan demikian perlu dipertimbangkan pemilihan jenis heat treatment yang tepat untuk kekuatan maksimal.

C. Motor Listrik

Motor listrik adalah suatu komponen utama dari sebuah konstruksi permesinan yang berfungsi sebagai penggerak. Gerakan yang dihasilkan oleh motor adalah sebuah putaran poros. Komponen lain yang dihubungkan dengan poros motor adalah *pulley* yang kemudian dihubungkan dengan sabuk *V-belt*.



Gambar 1. Motor listrik

Analisa Gaya dan Tegangan Poros Utama Pada Mesin Molen

Mustari dan La Wia

1. Jenis-Jenis Motor Listrik

Berdasarkan sumber tegangan kerjanya motor listrik dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu :

- Motor listrik arus bolak-balik AC (*Alternating Current*) Motor Listrik Arus Bolak-Balik (AC) adalah jenis motor listrik yang beroperasi dengan sumber tegangan arus listrik bolak balik AC (*Alternating Current*).
- Motor listrik DC (arus searah) Mesin arus searah dapat berupa generator DC atau motor DC. Generator DC alat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik DC. Motor DC alat yang mengubah energi listrik DC menjadi energi mekanik putaran. Sebuah motor DC dapat difungsikan sebagai generator atau sebaliknya generator DC dapat difungsikan sebagai motor DC.

D. Redukser / Gearbox

1. Pengertian Gearbox

Gearbox merupakan suatu alat khusus yang diperlukan untuk menyesuaikan daya atau torsi (momen/daya) dari motor yang berputar dan gearbox juga adalah alat pengubah daya dari motor yang berputar menjadi tenaga yang lebih besar dan rendah.

Dalam beberapa unit mesin memiliki sistem pemindah tenaga yaitu gearbox yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga atau daya mesin ke salah satu bagian mesin lainnya sehingga unit tersebut dapat bergerak menghasilkan sebuah pergerakan baik putaran maupun pergeseran.

Komponen Gearbox atau gear motor yaitu :

- Input shaft cover gearbox* , Berfungsi sebagai penerus putaran dari motor penggerak.
- Oil seal gearbox* , Berfungsi sebagai penahan oli supaya tidak bocor dari poros.
- Oil hole cover gearbox* , Berfungsi sebagai saluran pemasukan oli
- Worm shaft gearbox* , Berfungsi sebagai penerus putaran dari worm wheel ke outputshaft.
- Worm wheel gearbox* , Berfungsi sebagai penerus putaran dari input shaft outputshaft.
- Out cover gearbox* , Berfungsi sebagai penutup lubang output shaft
- Frame gearbox* , Berfungsi sebagai rumah dari gear box.
- Paking gearbox* , Berfungsi sebagai penahan oli supaya tidak bocor.

2. Fungsi Gearbox

Gearbox atau transmisi adalah salah satu komponen utama motor yang disebut sebagai sistem pemindah tenaga, transmisi berfungsi untuk memindahkan dan mengubah tenaga dari motor yang berputar, yang digunakan untuk memutar spindel mesin maupun melakukan gerakan feeding. Transmisi juga berfungsi untuk mengatur kecepatan gerak dan torsi serta berbalik putaran, sehingga dapat bergerak maju dan mundur.

Transmisi manual atau lebih dikenal dengan sebutan gearbox, mempunyai beberapa fungsi antara lain :

- Merubah moment puntir yang akan diteruskan ke mesin / out put shaft.
- Memungkinkan ratio yang tepat sesuai yang diinginkan.
- Menghasilkan putaran mesin tanpa selip.



Gambar 2. Redukser

E. Torsi pada poros

Perhitungan torsi pada roda puli didasarkan pada diameter jarak bagi. Sedangkan diameter jarak bagi dipengaruhi oleh besaran K yaitu jarak antara lingkaran luar roda puli dan lingkaran jarak bagi. Harga besaran ini berbeda-beda sesuai dengan tipe sabuk, sabuk yang digunakan pada mesin molen ini adalah sabuk tipe A. Diameter jarak bagi pada roda puli penggerak,

$$D_1 = D_{k1} - 2 \cdot K \quad 2.1$$

Diameter jarak bagi pada roda puli yang digerakkan,

$$D_2 = D_{k2} - 2 \cdot K \quad 2.2$$

Dimana : D_{k1} = diameter luar roda puli penggerak, mm

D_{k2} = diameter luar roda puli yang digerakkan, mm

K = jarak antara lingkaran luar roda puli dan lingkaran jarak

Rasio reduksi antara puli penggerak dan puli yang digerakkan,

$$i = \frac{D_2}{D_1} \quad 2.3$$

Jika N_1 adalah putaran puli penggerak, maka putaran puli yang digerakkan adalah

$$N_2 = \frac{N_1}{i} \quad 2.4$$

Jika N_1 adalah putaran puli penggerak, maka torsi pada poros puli penggerak,

$$T_1 = \frac{P \times 60 \times 10^3}{(2 \pi N_1) \times 9,81} \text{ kg.mm} \quad 2.5$$

Jika N_2 adalah putaran puli digerakkan, maka orsi pada poros puli yang digerakkan,

$$T_2 = \frac{P \times 60 \times 10^3}{(2 \pi N_2) \times 9,81} \text{ kg.mm} \quad 2.6$$

dimana : P = daya yang ditransmisikan, kW

F. Gaya reaksi pada tumpuan poros

Analisa Gaya dan Tegangan Poros Utama Pada Mesin Molen

Mustari dan La Wia

Gambar 4.1a menampilkan diagram benda bebas secara keseluruhan untuk suatu balok yang mendapat gaya vertikal. Gaya reaksi tumpuan dihitung dengan memperhatikan kesetimbangan benda keseluruhan yaitu antara gaya terpakai dan gaya reaksi (gambar 4.1a).

Gaya reaksi di tumpuan A,

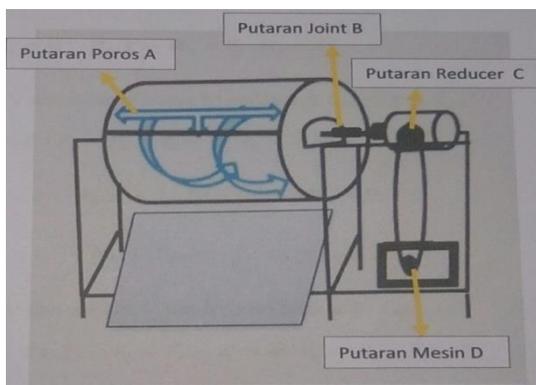
$$\Sigma M_B = 0 : R_A \cdot L_{AB} - F_C \cdot L_{CB} - F_F \cdot L_{FB} = 0$$

$$R_A = \frac{F_C \cdot L_{CB} + F_F \cdot L_{FB}}{L_{AB}} \tag{2.7}$$

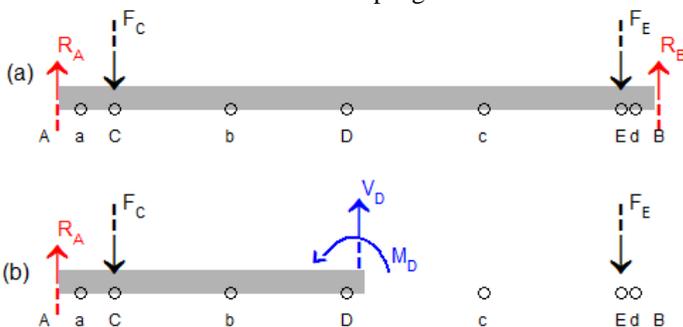
Gaya reaksi di tumpuan B,

$$\Sigma F_y = 0 : R_A + R_B - F_C - F_F = 0$$

$$R_B = F_C + F_F - R_A$$



Gambar 3. Sketsa alat pengaduk semen



Gambar 4. Gaya reaksi dan gaya internal pada balok.

G. Gaya internal pada poros

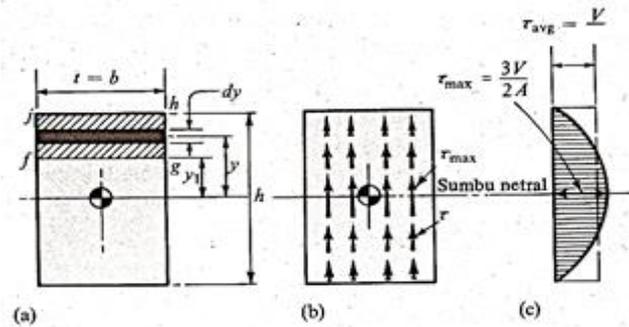
Gambar 4 b menampilkan diagram benda bebas elemen balok yang mendapat gaya reaksi R dan gaya terpakai F.Fc dan Fe adalah berat campuran semen dan pasir yang di

teruskan kebantalan, C dan E merupakan Gaya geser V dan momen lentur M pada jarak $x \leq L_{AC}$:

$$\Sigma F_x = 0 : R_A - V_x = 0; V_x = R_A$$

$$\Sigma M_x = 0 : R_A \cdot x - M_x = 0; M_x = R_A \cdot x \tag{2.8}$$

Gaya geser V dan momen lentur M pada jarak $L_{AC} < x \leq L_{AF}$:



$$\Sigma F_x = 0 : R_A - F_C - V_x = 0; V_x = R_A - F_C$$

$$\Sigma M_x = 0 : R_A \cdot x - F_C \cdot (x - L_{AC}) - M_x = 0;$$

$$M_x = R_A \cdot x - F_C \cdot (x - L_{AC}) \tag{2.9}$$

Gaya geser V dan momen lentur M pada jarak $x > L_{AF}$:

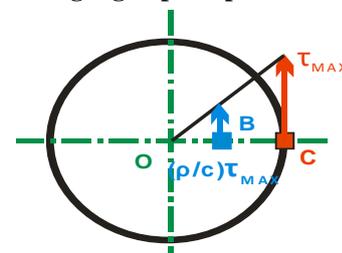
$$\Sigma F_x = 0 : R_A - F_C - F_F - V_x = 0; V_x = R_A - F_C - F_F$$

$$\Sigma M_x = 0 : R_A \cdot x - F_C \cdot (x - L_{AC}) - F_F \cdot (x - L_{AF}) - M_x = 0;$$

$$M_x = R_A \cdot x - F_C \cdot (x - L_{AC}) - F_F \cdot (x - L_{AF}) \tag{2.10}$$

Dengan memasukkan harga x mulai dari 0 sampai dengan panjang poros L_{AB} maka akan didapatkan harga gaya geser V dan momen lentur M di sepanjang poros.

H. Analisa tegangan pada poros roda puli



Gambar 5. Variasi tegangan geser pada batang bulat

Tegangan geser pada puli penggerak akibat torsi T_1 ,

$$\tau_1 = \frac{T_1}{(\pi d_{s1}^3/16)} \text{ kg/mm}^2 \tag{2.11}$$

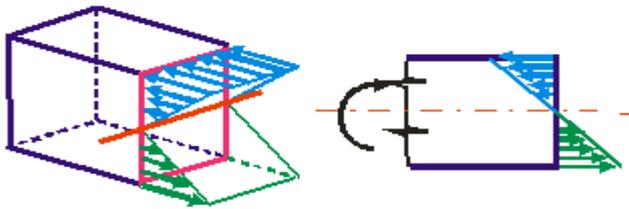
Tegangan geser pada puli yang digerakkan akibat torsi T_2 ,

Analisa Gaya dan Tegangan Poros Utama Pada Mesin Molen

Mustari dan La Wia

$$\tau_2 = \frac{T_2}{(\pi d_{s2}^3/16)} \text{ kg/mm}^2 \quad 2.12$$

dimana : d_{s1} = diameter poros puli penggerak, mm
 d_{s2} = diameter poros puli yang digerakkan, mm



Gambar 6. Variasi tegangan lentur pada suatu penampang

Tegangan lentur di suatu penampang di titik C pada poros,

$$\sigma_c = \frac{M_c (d/2)}{I} \text{ kg/mm}^2 \quad 2.13$$

Dimana : M_c = momen lentur di C, kg.mm

Gambar 7. Variasi tegangan geser langsung pada suatu penampang

Tegangan geser di suatu titik C (akibat gaya geser langsung V),

$$\tau_{v.c} = \frac{V_c \cdot Q}{I \cdot t} \text{ kg/mm}^2 \quad 2.14$$

dimana : V_c = gaya geser di C, kg
 t = tebal poros (= diameter poros), mm

Momen inersia pada penampang lingkaran,

$$I = \pi d^4/64 \text{ mm}^4 \quad 2.15$$

Momen inersia polar penampang poros,

$$I_p = 2 \times I \text{ mm}^4 \quad 2.16$$

Jika d adalah diameter poros, maka luas penampang poros,

$$A = \pi d^2/4 \text{ mm}^2 \quad 2.17$$

Jika d adalah diameter poros dan A luas penampang poros, maka momen statis penampang poros,

$$Q = A \times d/2 \text{ mm}^3 \quad 2.19$$

Tegangan geser maksimal di suatu titik C akibat beban lentur M, beban torsi T dan beban geser langsung V :

$$\tau_{\max.c} = \sqrt{(\sigma_c)^2 + (\tau_{T.c})^2} + \tau_{v.c} \quad 2.20$$

Dimana : σ_c = tegangan lentur di titik C, kg/mm²

$\tau_{T.c}$ = tegangan geser akibat torsi, kg/mm²

$\tau_{v.c}$ = tegangan geser akibat gaya geser V, kg/mm²

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu Dan Tempat Penelitian

a. Waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam waktu 4 bulan, mulai dari bulan November 2018 sampai bulan Februari 2019.

b. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dilaboratorium Teknik Mesin Universitas Dayanu Ikhsanuddin Baubau.

B. Alat Dan Bahan

a. Alat Yang Digunakan Dalam Penelitian Ini Meliputi :

1. Motor bensin yang digunakan adalah motor bensin Mesin Honda GX 160 (5.5 Hp)

Spesifikas

Mesin katinting tipe mesin	: Silindertunggal OHV 25, 4 tak mesin
Bore x stroke	: 68 x 45 mm
Isi silinder	: 163 cc output max : 4,1 Kw (5,5 Hp) / 3600 rpm
Torsi maksimum	: 10,5 N.m/2500 rpm
Sistem pengapian	: Transistorized magneto ignition
Sistem penyalaan	: Recoil
Kapasitas bahan bakar	: 2,5 liter
Pembersihan udara	: Semi dry
Kapasitas oil	: 0,6 liter
Dimensi (PxLxT)	: 312 x 362 x 355 mm
Berat	: 15 kg Engine (GX - 160)
As shaft	: (KKK)
As ocean (local)	:
Diameter	:150 mm

2. Tachometer digunakan untuk mengukur kecepatan putaran
3. Stopwatch digunakan untuk mengukur lamanya waktu yang diperlukan
4. Meter di gunakan untuk mengukur jarak yang d butukan.
5. Gurinda digunakan untuk mengasah\memotong benda.
6. Las Listrik untuk meyambung logam.
7. Bor digunakan untuk mengebor suatu benda kerja.

b. Bahan Yang Digunakan

1. Drum Besi digunakan untuk tabung mixer
2. Besi Plat digunakan untuk rangka mixer.
3. Pulley digunakan untuk memindahkan daya dari satu poros ke poros yang lain dengan alat bantu sabuk
4. Bantalan untuk mengurangi gesekan antara poros dan roda
5. Sabuk atau- V belt berfungsi meneruskan putaran pulley

Analisa Gaya dan Tegangan Poros Utama Pada Mesin Molen

Mustari dan La Wia

6. Bantalan berfungsi sebagai penahan poros
7. Gearbox berfungsi menyalurkan tenaga atau daya mesin ke salah satu mesin lainnya.

C. Prosedur Pengambilan Data

Pengujian dilakukan dengan menggunakan motor bensin sebagai penggerak. Pada pengujian ini, akan diteliti mengenai kemampuan alat dalam proses pengadukan material dengan analisa gaya dan tegangan poros utama pada mesin molen :

1. Mengukur diameter roda puli besar dan kecil untuk mengetahui seberapa besar rasio putaran. Mengukur panjang dan diameter poros.
2. Menimbang semen, pasir dan air sebagai bahan campuran yang akan diaduk pada mesin molen.
3. Menghidupkan mesin dan memasukan campuran semen, pasir dan air
4. Mengukur putaran pada poros motor dan poros utama
5. Mengulangi prosedur kedua sampai keempat untuk variasi berat campuran yang berbeda.

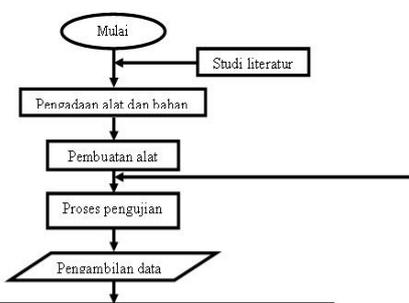
D. Prosedur Penelitian

1. Persiapan mesin molen, bahan campuran semen dan alat-alat ukur
2. Melakukan pengambilan data berat dan putaran untuk beberapa variasi campuran semen dan pasir.
3. Berdasarkan data yang diperoleh dari proses pengambilan data maka dilakukan proses perhitungan, pertama-tama dilakukan perhitungan beban-beban yang bekerja
4. Selanjutnya dilakukan perhitungan terhadap tegangan-tegangan yang terjadi.
5. Mengulangi prosedur perhitungan untuk berat campuran yang berbeda.
6. Membuat kesimpulan dan saran yang dibutuhkan.
7. Selesai



Gambae 8. Alat pengujian

E. Diagram alir



IV. PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan

1. Analisa torsi pada poros

Perhitungan torsi pada roda puli didasarkan pada diameter jarak bagi. Sedangkan diameter jarak bagi dipengaruhi oleh besaran K yaitu jarak antara lingkaran luar roda puli dan lingkaran jarak bagi. Harga besaran ini berbeda-beda sesuai dengan tipe sabuk, sabuk yang digunakan pada mesin molen ini adalah sabuk tipe A. Diameter jarak bagi pada roda puli penggerak,

$$D_1 = D_{k1} - 2.K$$

$$= 65,0 - 2.4,5 = 56,0 \text{ mm}$$

Dimana : D_{k1} = diameter luar roda puli penggerak, mm
 K = jarak antara lingkaran luar roda puli dan lingkaran jarak bagi, mm

Diameter jarak bagi pada roda puli yang digerakkan,

$$D_2 = D_{k2} - 2.K$$

$$= 80,0 - 2.4,5 = 71,0 \text{ mm}$$

Dimana : D_{k2} = diameter luar roda puli yang digerakkan, mm

Rasio reduksi antara puli penggerak dan puli yang digerakkan,

$$i = \frac{D_2}{D_1} = \frac{71,0}{56,0} = 1,268$$

Jika N_1 adalah putaran puli penggerak, maka putaran puli yang digerakkan adalah

$$N_2 = \frac{N_1}{i} = \frac{2389,333}{1,268} = 1884,332 \text{ rpm}$$

Diasumsikan faktor koreksi daya $f_c = 1$ (daya normal), jika $P_m (= 5,5 \text{ hp})$ adalah daya motor maka daya pada puli adalah

$$P = f_c \times P_m$$

Analisa Gaya dan Tegangan Poros Utama Pada Mesin Molen

Mustari dan La Wia

$$= 1,0 \times 5,5 \times 745,7 \cdot 10^{-3} = 4,101 \text{ kW}$$

Torsi pada poros puli penggerak,

$$T_1 = \frac{P \times 60 \times 10^3}{(2 \pi N_1) \times 9,81} = \frac{4,101 \times 60 \times 10^3}{(2 \pi 2389,333) \times 9,81} = 1670,908 \text{ kg.m}$$

Torsi pada poros puli yang digerakkan,

$$T_2 = \frac{P \times 60 \times 10^3}{(2 \pi N_2) \times 9,81} = \frac{4,101 \times 60 \times 10^3}{(2 \pi 1884,332) \times 9,81} = 2118,472 \text{ kg.m}$$

Putaran pada poros utama yaitu poros setelah reduker dimana putaran yang berasal dari poros puli yang digerakkan akan direduksi oleh reduker adalah

$$N_3 = (1/50) \times N_2 = (1/50) \times 1884,332 = 37,687 \text{ rpm}$$

Torsi pada poros utama,

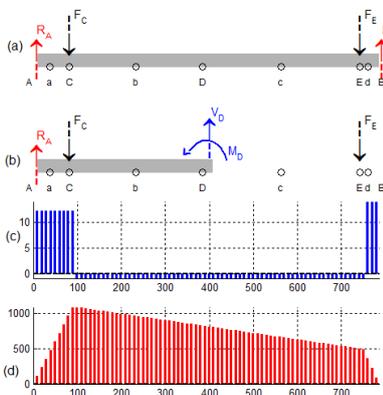
$$T_3 = \frac{P \times 60 \times 10^3}{(2 \pi N_3) \times 9,81} = \frac{4,101 \times 60 \times 10^3}{(2 \pi 37,687) \times 9,81} = 105935,549 \text{ kg.mm}$$

2. Analisa gaya geser dan momen lentur pada poros utama

a. Perhitungan beban terpakai

Gambar 4.3. adalah diagram benda bebas poros utama dari mesin molen dan diagram gaya geser dan momen lentur yang terjadi pada poros utama dari mesin molen. Drum yang berisi campuran semen dan pasir menempel pada poros utama di titik C dan F, diasumsikan berat campuran semen dan pasir terbagi rata di kedua titik tersebut yaitu gaya vertikal F_C dan F_F . Berat total campuran pasir dan semen pada drum,

$$W = W_{pasir} + W_{semen} + W_{air} = 15 + 3 + 8 = 26 \text{ kg}$$



Gambar 9. (a).Diagram benda bebas poros keseluruhan (b).Diagram benda bebas potongan poros (c).Diagram gaya geser V-x (d). Diagram momen lentur M-x

Gaya vertikal yang membebani poros di titik C dan F (gambar 4.3.),

$$F_C = F_F = \frac{W}{2} = \frac{26}{2} = 13 \text{ kg}$$

b. Perhitungan gaya reaksi :

Gaya reaksi tumpuan dihitung dengan memperhatikan kesetimbangan benda keseluruhan yaitu antara gaya terpakai dan gaya reaksi (gambar 4.3a). Gaya reaksi di tumpuan A,

$$\Sigma M_B = 0 : R_A \cdot L_{AB} - F_C \cdot L_{CB} - F_F \cdot L_{FB} = 0$$

$$R_A = \frac{F_C \cdot L_{CB} + F_F \cdot L_{FB}}{L_{AB}} = \frac{13.695 + 13.50}{785} = 12,09 \text{ kg}$$

Gaya reaksi di tumpuan B,

$$\Sigma F_y = 0 : R_A + R_B - F_C - F_F = 0$$

$$R_B = F_C + F_F - R_A = 13 + 13 - 12,09 = 13,91 \text{ kg}$$

c. Perhitungan gaya geser dan momen lentur :

Gaya geser dan momen lentur pada poros utama dihitung berdasarkan kesetimbangan pada potongan poros (gambar 4.3b) yaitu antara beban eksternal (gaya reaksi tumpuan) dan beban internal (gaya geser dan momen lentur).

Gaya geser V dan momen lentur M pada jarak $x \leq L_{AC}$:

$$\Sigma F_x = 0 : R_A - V_x = 0; V_x = R_A$$

$$\Sigma M_x = 0 : R_A \cdot x - M_x = 0; M_x = R_A \cdot x$$

Gaya geser V dan momen lentur M pada jarak $L_{AC} < x \leq L_{AF}$:

$$\Sigma F_x = 0 : R_A - F_C - V_x = 0; V_x = R_A - F_C$$

$$\Sigma M_x = 0 : R_A \cdot x - F_C \cdot (x - L_{AC}) - M_x = 0;$$

$$M_x = R_A \cdot x - F_C \cdot (x - L_{AC})$$

Gaya geser V dan momen lentur M pada jarak $x > L_{AF}$:

$$\Sigma F_x = 0 : R_A - F_C - F_F - V_x = 0; V_x = R_A - F_C - F_F$$

$$\Sigma M_x = 0 : R_A \cdot x - F_C \cdot (x - L_{AC}) - F_F \cdot (x - L_{AF}) - M_x = 0;$$

$$M_x = R_A \cdot x - F_C \cdot (x - L_{AC}) - F_F \cdot (x - L_{AF})$$

Analisa Gaya dan Tegangan Poros Utama Pada Mesin Molen

Mustari dan La Wia

Dengan memasukan harga x mulai dari 0 sampai dengan panjang poros L_{AB} maka akan didapatkan harga gaya geser V dan momen lentur M di sepanjang poros.

Tabel. Hasil Perhitungan Gaya Geser Dan Momentum

No.	Gaya geser	Momen lentur
1	$V_A = 12,090 \text{ kg}$	$M_A = 0 \text{ kg. mm}$
2	$V_C = 12,090 \text{ kg}$	$M_C = 1088,100 \text{ kg. mm}$
3	$V_E = -0,910 \text{ kg}$	$M_E = 487,500 \text{ kg. mm}$
4	$V_B = 13,910 \text{ kg}$	$M_B = 0 \text{ kg. mm}$

Secara keseluruhan harga V dan M terhadap jarak x dapat digambarkan sebagai diagram gaya geser dan momen lentur. Gaya geser maksimal terdapat di elemen poros FB,

$$V_{E-B} = 13,910 \text{ kg}$$

Sedangkan momen lentur maksimal terdapat di titik C,

$$M_C = 1088,100 \text{ kg. mm}$$

3. Analisa tegangan pada poros roda puli

Karena poros pada puli penggerak dan puli yang digerakkan cukup pendek maka momen lentur diabaikan sehingga tegangan yang terjadi diakibatkan oleh torsi. Tegangan geser pada puli penggerak akibat torsi T_1 ,

$$\tau_1 = \frac{T_1}{(\pi d_{s1}^3/16)} = \frac{1670,908}{(\pi 20.10^3/16)} = 1,064 \text{ kg/mm}^2$$

Tegangan geser pada puli yang digerakkan akibat torsi T_2 ,

$$\tau_2 = \frac{T_2}{(\pi d_{s2}^3/16)} = \frac{2118,472}{(\pi 20.10^3/16)} = 1,349 \text{ kg/mm}^2$$

dimana : d_{s1} = diameter poros puli penggerak, mm
 d_{s2} = diameter poros puli yang digerakkan, mm

1. Tegangan pada poros utama

Tegangan geser maksimum pada poros utama yang mendapat lenturan dan puntiran dan geseran langsung, Jika diameter poros utama adalah d_3 maka luas penampang poros,

$$A = \pi d_3^2/4 = \pi 20^2/4 = 314,159 \text{ mm}^2$$

Momen inersia penampang,

$$I = \pi d_3^4/64 = \pi 20^4/64 = 7853,982 \text{ mm}^4$$

Momen inersia polar penampang poros,

$$I_p = 2 \times I = 2 \times 7853,982 = 15707,963 \text{ mm}^4$$

Momen statis penampang poros,

$$Q = A \times d_3/2 = 314,159 \times (20/2) = 3141,593 \text{ mm}^3$$

Tegangan lentur di C,

$$\sigma_C = \frac{M_C (d_3/2)}{I} = \frac{1041,300 (20/2)}{7853,982} = 1,326 \text{ kg/mm}^2$$

dimana : M_C = momen lentur di C, kg.mm

Tegangan geser puntir di C,

$$\tau_{T-C} = \frac{T_3 \cdot (d_3/2)}{I_p} = \frac{105935,549(20/2)}{15707,963} = 67,441 \text{ kg/mm}^2$$

dimana : T_3 = torsi pada poros, kg.mm

Tegangan geser di C (akibat gaya geser langsung),

$$\tau_{V-C} = \frac{V_C \cdot Q}{I \cdot t} = \frac{12,089 \times 3141,593}{7853,982 \times 20} = 0,121 \text{ kg/mm}^2$$

dimana : V_C = gaya geser di C, kg

t = tebal poros (= diameter poros)

Tegangan geser maksimal di C,

$$\tau_{\max-C} = \sqrt{(\sigma_C)^2 + (\tau_{T-C})^2} + \tau_{V-C} = \sqrt{1,385^2 + 67,441^2} + 0,121 = 67,562 \text{ kg/mm}^2$$

Dengan cara yang sama dapat dihitung tegangan di d (titik di sebelah kanan gaya F_E) :

Tegangan lentur, $\sigma_d = 0,310 \text{ kg/mm}^2$

Tegangan geser karena puntir, $\tau_{T-d} = 67,441 \text{ kg/mm}^2$

Tegangan geser karena gaya geser langsung $\tau_{V-d} = 0,139 \text{ kg/mm}^2$

Tegangan geser maksimum, $\tau_{\max-d} = 67,580 \text{ kg/mm}^2$

B. Pembahasan

1. Torsi pada poros

Analisa pada komponen poros dari mesin molen ini untuk mengetahui apakah poros mempunyai kemampuan dalam menerima beban yang diteruskan.

Beban yang muncul pada poros adalah beban torsi T, momen lentur M dan gaya geser langsung V. Momen lentur M berbanding lurus dengan berat campuran semen dan pasir W, torsi berbanding lurus dengan daya P dan berbanding terbalik dengan putaran N. Dengan daya motor 5,5 hp maka torsi yang bekerja pada poros akan cukup besar. Selain itu dengan reduksi putaran oleh reduksier dengan rasio 1:50 maka torsi yang bekerja pada poros akan semakin besar.

2. Gaya geser dan momen lentur

Analisa gaya geser dan momen lentur didasarkan pada kesetimbangan antara gaya-gaya luar dan gaya-gaya dalam. Gaya geser tertinggi di titik setelah gaya F_E yaitu 13,911 kg. Momen lentur tertinggi terdapat di titik C yang merupakan posisi gaya F_C yaitu 1088,025 kg.mm.

3. Tegangan pada poros

Tegangan geser maksimal di titik d (titik di sebelah kanan gaya F_E) adalah $\tau_{\max-d} = 67,580 \text{ kg/mm}^2$ lebih besar dari tegangan geser maksimal di titik C adalah $\tau_{\max-C} = 67,576 \text{ kg/mm}^2$ karena tegangan akibat gaya geser di titik d adalah $\tau_{V-d} = 0,139 \text{ kg/mm}^2$ lebih besar dari tegangan akibat gaya geser di titik C adalah $\tau_{V-C} = 0,121 \text{ kg/mm}^2$. Gaya geser yang bekerja pada poros akibat puntir besarnya bervariasi, tegangan maksimalnya terdapat di pusat

Analisa Gaya dan Tegangan Poros Utama Pada Mesin Molen

Mustari dan La Wia

penampang poros. Sehingga yang dimaksud dengan tegangan maksimal pada perhitungan ini adalah tegangan geser di pusat penampang tersebut.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Untuk variasi putaran motor 2193 rpm sampai dengan 2389,33 rpm, gaya geser terendahnya adalah -1,911 kg dan tertingginya adalah 13,911 kg. Momen lentur terendahnya adalah 0 kg.mm dan tertingginya adalah 1088,025 kg.mm. Berdasarkan grafik, gaya geser minimal terdapat di antara posisi beban pertama F_C dan beban kedua F_F . Sedangkan momen lentur maksimal terdapat di posisi beban kedua F_F .
2. Untuk variasi putaran motor 2193 rpm sampai dengan 2389,33 rpm, tegangan geser terendahnya adalah 67,434 kg/mm² yaitu pada beban pasir 3 kg. Tegangan geser tertingginya adalah 73,644 kg/mm² yaitu pada beban pasir 4 kg. Dari grafik tampak bahwa tegangan geser menurun setelah melewati posisi beban pertama F_C , hal ini dikarenakan gaya gesernya yang berkurang. Tegangan geser maksimal terdapat pada posisi beban kedua F_E .

B. Saran

1. Perlu diperhatikan keseimbangan pada poros karena ketidakseimbangan akan dapat menyebabkan getaran yang besar.
2. Dibutuhkan suatu mekanisme yang dapat mengunci drum agar tidak bergerak ketika mesin molen sedang beroperasi.
3. Untuk mesin dengan daya motor yang besar perlu dipertimbangkan penggunaan redukser atau transmisi dengan rasio putaran yang tinggi karena akan menyebabkan torsi yang dapat melebihi kebutuhan.
4. Untuk penelitian selanjutnya baiknya pakai roda, agar mesin mudah di pindah-pindah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Diharjo 2000 Sala satu jenis bahan poros yang digunakan adalah baja S45C.
2. Fauzi, 2011 Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggerak motor sebesar 2 HP dihasilkan putaran mesin 1400 rpm dan kapasitas yang dihasilkan 300 kg/menit.
3. Melisa Harun, Direct Industry 2005 Pengaruh Lamanya Pengadukan Terhadap Nilai Slump dan Kandungan Udara Campuran Beton.
4. Saputra Windra Bantalan gelinding.
5. Sularso, 2002 Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros suatu mesin bekerjadengan baik.
6. Sularso 2002 Peranan utama dalam putaran itudipegang oleh poros.
7. Sularso, 2002 Jarak antara dua buah poros sering tidak memungkinkan menggunakan sistem transmisi langsung dengan roda gigi, sehingga perencana menggunakan sistem sabuk yang dililitkan sekeliling puli pada poros.
8. Widarto, 2008 Penentuan besar daya yang dibutuhkan perlu memperhatikan beberapa hal yang mempengaruhinya, di antaranya adalah harga gaya torsi kecepatan putarandan berat yang bekerja pada mekanisme tersebut.