

ANALISIS PENGARUH PEMBEBANAN ROLLER CONVEYOR TERHADAP KERUSAKAN BEARING ROLLER

Sonny Rudianto Gultom¹, Jatira², Tb. U. Adi Subekhi³

^{1,2} Program Studi Teknik Mesin, STT. Wastukencana, Purwakarta, ³STT. Wastukencana Purwakarta ; Jl. Raya Cikopak No. 53 Sadang, Purwakarta 41114, Telp. (0264) 214952 – Fax. (0264) 8225153
email : ^{*1}sonnyrudianto@stt-wastukencana.ac.id, ²jatira@stt-wastukencana.ac.id,

Abstrak

Roller conveyor adalah alat pemindah bahan yang banyak digunakan untuk memindahkan barang yang berat. Mesin ini sangat berguna untuk membantu pemindahan material dari tempat yang terbelah jauh tanpa menggunakan tenaga manusia untuk memindahkannya. Dengan kemudahan dari *roller conveyor* ini, maka terdapat beberapa kerusakan yang akan mengganggu jalannya pemindahan material. Dengan menggunakan *bearing* 6025 sebagai bantalan yang ada pada *roller conveyor*, maka pemindahan material dapat berjalan dengan lancar, tetapi salah satu kerusakan yang terjadi pada *roller conveyor* ini adalah rusaknya *bearing*. *Bearing* yang rusak bisa diakibatkan dari beban *roller conveyor* yang berlebihan, suhu ruangan yang tidak sesuai dengan kondisi *bearing*, serta kurangnya pelumasan yang rutin. Dari hasil perhitungan didapat nilai momen lentur maksimal adalah 1873,5 kg.cm. Dari perhitungan *bearing* didapat beban ekuivalennya sebesar 140 kg, faktor kecepatan untuk bantalan bolanya sebesar 0.42 rpm, dan faktor umur *bearingnya* 3.3, lalu untuk umur nominal dari *bearingnya* adalah 2.05 tahun. Untuk perhitungan *conveyor*nya, didapat kapasitas *conveyor*nya sebesar 71.42 kg/detik, kapasitas pemindah muatan satuannya 0.00114 ton/jam. Untuk torsi motornya didapat dari perhitungan adalah 14134 N/m², kecepatan sinkron *conveyor*nya adalah 1500 rpm. dan terakhir untuk hasil dari perhitungan putaran *sprocket* yang digunakan adalah 74 rpm untuk *sprocket* yang berukuran kecil sedangkan yang besar didapat sebesar 26 rpm.

kata kunci: conveyor, bearing, roller, pembebanan.

Abstract

Roller conveyor is a material transfer tool that is widely used to move heavy items. This machine is very useful to help transfer material from a place that is far away without using human power to move it. With the ease of this roller conveyor, there is some damage that will interfere with the way the material are moved. By using bearing 6025 as bearing that is on the roller conveyor, the transfer of material or goods can run smoothly without being hampered, but one of the damage that occurs on this roller conveyor is damage to the bearing. Broken bearings can result from excessive roller conveyor loads, room temperature that is incompatible with bearing conditions, and lack of routine lubrication. From the calculation results obtained the maximum bending moment value is 1873.5 kg obtained the equivalent load of 140 kg, the speed factor for the ball bearing is 0.42 rpm, and the bearing age factor is 3.3, then for the nominal lifetime of the bearing is 2.05 years. For the calculation of conveyors, the conveyor capacity is 71.42 kg/ second, the unit transfer capacity is 0.00114 tons/hour. For the motor torque obtained from the calculation is 14134 N/m², the conveyor synchronous speed is 1500 rpm. and lastly for the results of the calculation of the sprocket rotation used is 74 rpm for a small sized sprocket while the large obtained for 26 rpm.

keywords : conveyor, bearing, roller, loads.

1. Pendahuluan

Purwakarta adalah salah satu daerah penghasil berbagai bahan tekstil. Dikarenakan oleh tingginya permintaan serta kebutuhan konsumen dalam menggunakan bahan tekstil, *Roller conveyor* merupakan peralatan yang kritis, karena berhubungan langsung dengan proses produksi sebagai media pemindah *pulp batch* untuk kemudian diolah pada *tank* yang akan mengaduk dengan campuran bahan kimia kaustik. *Roller conveyor* menggunakan motor listrik sebagai penggerak yang dihubungkan ke *coupling* dan *gearbox*, yang

kemudian memutar *sprocket*. dalam sistem operasi *roller conveyor* dibantu dengan sebuah *control panel*. Dalam pelaksanaannya, *roller conveyor* sering mengalami permasalahan seperti rusaknya bearing pada roller dan lain sebagainya. maka perlu kiranya dilakukan analisis yang bertujuan untuk mengetahui umur *bearing* yang digunakan. kapasitas angkut *roller conveyor* yang digunakan untuk mengangkut *pulp batch*, sehingga bisa dihitung kecepatan angkutnya dan daya motor yang dibutuhkan untuk mengangkut *pulp batch* secara teoritik dan dibandingkan dengan kondisi kerja lapangan saat ini.

2. Kajian Teori

2.1 Motor Induksi 3 Phasa

Motor induksi merupakan motor arus bolak-balik (ac) yang paling luas digunakan. Penamaannya berasal dari kenyataan bahwa arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (*rotating magnetic field*) yang dihasilkan oleh arus stator. Zuhaili. (2000). Untuk mencari kecepatan sinkron maka dapat menggunakan rumus seperti berikut:

$$n_s = \frac{120 \cdot f}{2 \cdot p} \quad (1)$$

Dimana :

n_s : kecepatan sinkron

f : frekuensi (Hz)

p : jumlah kutub

2.2 Konveyor

Conveyor adalah alat yang digunakan untuk mengangkut material baik yang berupa "unit load" atau "bulk material" secara mendatar ataupun miring. Yang dimaksud dengan "unit load" adalah benda yang biasanya dapat dihitung jumlahnya satu per satu, misalnya kotak, kantong, balok dll. Sedangkan *bulk material* adalah material yang berupa butir-butir, bubuk atau serbuk, misalnya pasir, semen dll. Zainuri (2010).



Gambar 1. Roller konveyor

Untuk menghitung kapasitas konveyor, dapat digunakan rumus berikut :

$$Q = \frac{q}{v} \quad (2)$$

dimana :

Q = kapasitas konveyor

q = berat material (kg/mm)

v = kecepatan angkut

Untuk muatan satuan menggunakan rumus seperti berikut:

$$q = 3.6 \frac{G}{a} v \quad (3)$$

dimana:

q = kapasitas muatan satuan

G = berat material

a = jarak hantar

v = kecepatan transfer satuan

menghitung torsi motor

$$T = 9.55 \frac{P}{n} \quad (4)$$

dimana :

T = torsi

P = daya listrik

n = putaran

untuk menghitung putaran *sprocket*

$$TF = \frac{T}{rpm} = \frac{Hz}{rpm} \quad (5)$$

dimana :

TF = putaran *sprocket*

T = jumlah gigi *sprocket*

rpm = jumlah putaran

Hz = frekuensi

2.3 Bearing

Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros terbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Sularso.(2008). Suatu beban yang besarnya sedemikian rupa hingga memberikan umur yang sama dengan umur yang diberikan oleh beban dan kondisi putaran sebenarnya disebut beban ekuivalen dinamis. Untuk menghitung beban ekuivalen pada *bearing* rol silinder menggunakan rumus berikut :

$$P_r = X V F_r + Y F_a \quad (6)$$

dimana :

P_r = beban ekuivalen

x = harga x

v = harga v

F_r = beban radial

Y = harga Y

F_a = beban aksial

Untuk menghitung umur nominal dari sebuah bearing maka menggunakan rumus berikut :

$$f_n = \left(\frac{33.3}{n} \right)^{1/3} \quad (7)$$

dimana :

F_n = faktor kecepatan

n = putaran

$$f_h = f_n \frac{C}{P} \quad (8)$$

dimana:

F_h = faktor umur

F_n = faktor kecepatan

C = beban nominal dinamis bearing

P = beban ekuivalen

$$L_h = 500 \cdot f_h^3 \quad (9)$$

dimana :

L_h = umur minimal

F_h = faktor umur

2.4 Statiska struktur

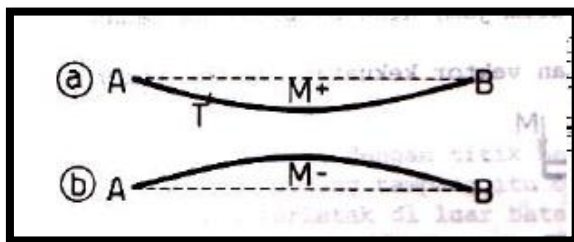
Suatu benda yang tidak bergerak atau beralih tempat kita katakan ada didalam keadaan seimbang statis. Seimbang statis merupakan syarat utama dalam bangunan teknik sipil, yang tidak boleh bergerak (beralih tempat) atau runtuh, jika dibebani bobot menurut rencana (kecuali gerakan getar yang sementara waktu dan didalam batas tertentu). Soemono.(1978). Untuk menghitung beban

merata dibagian yang terbebani dapat menggunakan rumus seperti berikut :

$$\text{Reaksi} \times \text{jarak} + F \times \text{jarak} = 0 \quad (10)$$

Untuk memenuhi syarat keseimbangan tentu saja kedua momen itu harus sama besarnya serta arah kerjanya berlawanan. Keseimbangan luar dicapai dengan perantaraan balok yang semua bagiannya didalam keadaan seimbang dalam. Sumbu balok yang semula lurus, sekarang berbentuk garis lengkung, yang cembung (konvex) kebawah atau cekung (konkaf) ke atas. Kejadian ini disebut lentur (sumbu balok melentur). Untuk menghitung momen lentur yang terjadi, maka dapat menggunakan rumus seperti berikut :

$$\text{Momen} = \text{reaksi} \times \text{jarak} \quad (11)$$



Gambar 2. Arah gaya momen

3. Metode Penelitian

3.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini bertempat disebuah pabrik penghasil bahan tekstil yang berada dipurwakarta.

3.2 Data Lapangan

Didapat spesifikasi motor induksi 3 fasa yang dipakai untuk pengoperasian roller konveyor, data nya terlampir pada tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Motor

Daya motor	1 kw
Putaran input	1480 rpm
Tegangan arus	380 volt AC
Kuat arus	1.8 ampere
frekuensi	50 Hz

Berikut data yang didapat untuk *sprocket* kecil dan besarnya, seperti terlampir pada tabel. 2.

Tabel.2 Spesifikasi *Sprocket*

<i>Sprocket</i> kecil	
<i>Teeth</i>	25 <i>teeth</i>
<i>Pitch diameter</i>	126.66 mm
<i>Tip diameter</i>	134 mm
<i>Sprocket</i> besar	
<i>Teeth</i>	38 <i>teeth</i>
<i>Pitch diameter</i>	192.24 mm
<i>Tip diameter</i>	201 mm

Serta untuk spesifikasi rollernya terlampir pada tabel.3 seperti berikut :

Tabel.3 Spesifikasi Roller

Roller 2 inch sch 60	
Diameter luar	57 mm
Diameter dalam	51.2 mm
Tebal	2.9 mm

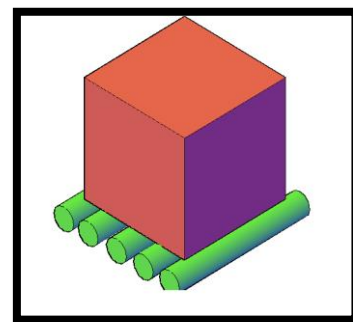
Berikut adalah spesifikasi bearing yang digunakan, terlihat pada tabel 4. Seperti berikut :

Tabel.4 Spesifikasi Bearing 6205

Bearing 6205 <i>deep groove ball</i>	
diameter dalam	52 mm
Diameter luar	25 mm
lebar	15 mm
Kapasitas dinami C	1100 kg.

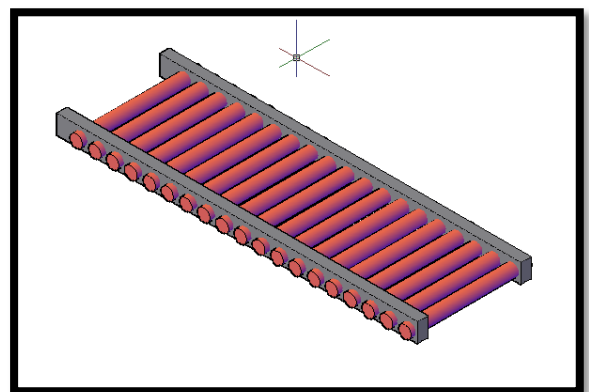
4. Pembahasan

Dalam pembahasan ini, berikut akan dideskripsikan/digambarkan berupa *roller conveyor* yang dibebani oleh *pulp batch*, seperti yang tergambar pada gambar 3.



Gambar 3. Roller yang terbebani

Dan untuk roller konveyornya terlihat pada gambar 4, seperti berikut:

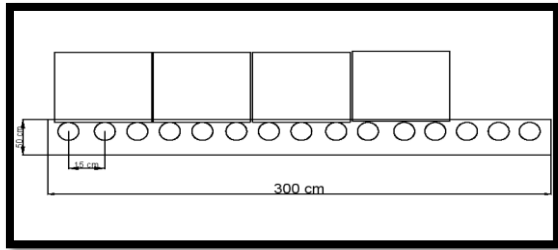


Gambar 4. Roller conveyor

4.1 Menghitung momen lentur

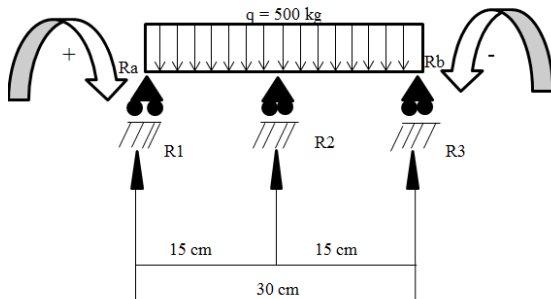
Untuk menghitung momen lentur yang terjadi, maka harus diketahui terlebih dahulu beban yang diangkutnya. *Pulp batch* memiliki beban 500 kg. Untuk conveyor nya sendiri memiliki beban maksimum sampai 2000 kg. Untuk bagaiman

conveyor menahan bebannya, dapat terlihat pada gambar 5.



Gambar 5. Roller yang terbebani

Maka dapat dibuat diagram benda bebasnya, seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Diagram benda bebas

a. Perhitungan reaksi titik b.

Dari gambar tersebut, dapat diketahui $q = 500 \text{ kg}$ (ini adalah beban dari *pulp batch* itu sendiri) sedangkan untuk jarak dari roller ke roller nya adalah $L = 15 \text{ cm}$. Untuk perhitungan reaksi dititik b maka bisa dilihat untuk arah beban nya adalah berlawanan arah jarum jam yang membuktikan bahwa reaksi bernilai negatif. Serta berlaku hukum kesetimbangan, $\Sigma M=0$, $\Sigma f_y=0$, $\Sigma f_h=0$.

$$\Sigma M_a = 0$$

$$q = \frac{500 \text{ kg}}{30 \text{ cm}} = 16.667 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$$

$$Q = q \times l = 16.667 \text{ kg/cm} \times 30 \text{ cm} = 500.1 \text{ kg}$$

keperhitungan mencari reaksi dititik b.

$$-R_b \times \text{jarak} + Q \times \text{jarak} = 0$$

$$-R_b \times 30 \text{ cm} + 500.1 \text{ kg} \times 15 \text{ cm}$$

$$-R_b = \frac{500.1 \text{ kg} \times 15 \text{ cm}}{30 \text{ cm}} = 250 \text{ kg}$$

jadi diketahui reaksi dititik b sebesar 250 kg.

b. Perhitungan reaksi dititik a

$$\Sigma M_b = 0$$

$$+R_a \times \text{jarak} + Q \times \text{jarak} = 0$$

$$+R_a \times 30 \text{ cm} + 500.1 \text{ kg} \times 15 \text{ cm}$$

$$+R_a = \frac{500.1 \text{ kg} \times 15 \text{ cm}}{30 \text{ cm}} = 250 \text{ kg}$$

Jadi diketahui reaksi dititik a sebesar 250

kg. Maka dapat dikemukakan bahwa gaya yang terjadi dititik a dan b adalah setimbang.

c. Perhitungan momen lentur

Setelah mendapatkan reaksi dititik a dan b, maka dapat dilanjutkan untuk perhitungan momen lentur. Potongan I-I dimulai dari titik 0 sampai dengan titik 15, maka untuk lebih lanjutnya rumus untuk mencari momen ini menggunakan $0 \leq x \leq 15$.

$$M = R_a \times x - q \times x \times \frac{1}{2} \times x$$

$$= R_a \times x - \frac{1}{2} q \times x^2$$

$$M \text{ dititik } 0 = 250 \text{ kg} \times 0 - 8.34 \times 0^2 = 0 \text{ kg.cm}$$

$$M \text{ dititik } 15 = 250 \text{ kg} \times 15 - 8.34 \times 15^2 = 1873.5 \text{ kg.cm}$$

Potongan I-II dimulai dari titik 16 sampai dengan titik 30, maka untuk lebih lanjutnya rumus untuk mencari momen ini menggunakan $15 \leq x \leq 30$.

$$M \text{ dititik } 16 = 250 \text{ kg} \times 16 - 8.34 \times 16^2 = 1864.96 \text{ kg.cm}$$

$$M \text{ dititik } 30 = 250 \text{ kg} \times 30 - 8.34 \times 30^2 = -6 \text{ kg.cm}$$

Untuk hasil perhitungan momennya dapat dilihat pada tabel 5 seperti berikut:

Tabel.5 Momen lentur pada tiap titik

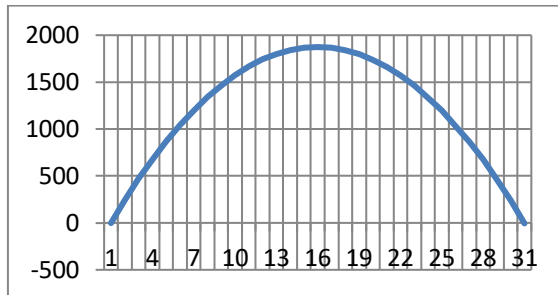
Jarak batang cm	Momen kg/cm	Jarak batang cm	Momen kg/cm
1	241,66	16	1864,96
2	466,64	17	1839,74
3	674,94	18	1797,84
4	866,56	19	1739,26
5	1041,5	20	1664
6	1199,76	21	1572,06
7	1341,34	22	1463,44
8	1466,24	23	1338,14
9	1574,46	24	1196,16
10	1666	25	1037,5
11	1740,86	26	862,16

12	1799,04	27	670,14
13	1840,54	28	461,44
14	1865,36	29	236,06
15	1873,5	30	-6

setelah melihat dari tabel 4.2 didapat bahwa:

- Dititik 0 didapat momen sebesar 0 kg.cm
- Dititik 15 adalah titik yang mempunyai momen yang paling besar yaitu 1873.5 kg.cm.
- Jarak ke-30 didapatkan momen yang menurun sampai -6, yang artinya arah momennya kebawah, sedangkan untuk nilai positif arah gaya momen adalah keatas.

Untuk gambar diagram momennya tertera pada gambar 7. Seperti berikut:



Gambar 7. Diagram momen lentur

4.2 Perhitungan Umur Bearing.

a. Perhitungan beban ekuivalen

1. Beban radial

Ra : 250 kg

Rb : 250 kg

Fr : 250 kg

2. Beban aksial, dikarenakan tidak terjadi beban aksial maka besarnya Fa=0.

3. Bearing yang digunakan adalah bantalan radial, maka beban ekivalennya adalah:

X= 0,56

V= 1 (beban putar pada cincin dalam)

Y= 0 untuk Fa/V Fr ≤ e

P = X.V.Fr + Y.Fa

= (0.56 . 1 . 250) + (0 . 0)

= **140 kg**

b. Faktor kecepatan.

$f_n = \left(\frac{33.3}{n}\right)^{1/3}$ untuk bantalan bola,

diketahui N3 26 rpm maka bisa dihitung untuk faktor kecepatannya.

$f_n = \left(\frac{33.3}{26}\right)^{1/3} = \mathbf{0.42 \text{ Rpm}}$

c. Faktor umur

$f_h = f_n \cdot \frac{c}{p}$ maka didapat c = 1100 kg dan p

untuk beban ekivalennya 140 kg. Sehingga dapat dihitung:

$$f_h = 0.42 \cdot \frac{1100}{140} = \mathbf{3.3}$$

d. Umur nominal

Untuk bantalan bola $L_h = 500 \cdot f_h^3$ maka

$$L_h = 500 \cdot 3.3^3 = 500 \cdot 35.937 =$$

$$17968.5 / (24 \text{ jam}) = (748.68 \text{ hari}) / (365 \text{ hari}) = \mathbf{2.05 \text{ tahun}}$$

Untuk bearing 6205 umur pemakaian nya adalah 748.68 hari atau setara dengan 2.05 tahun. Tetapi pada kenyataan yang ada dilapangan nya belum mencapai 10000 jam kerja atau setara dengan 1 tahun sudah terjadi kerusakan. Kerusakan bisa dipengaruhi oleh pembebanan yang tidak stabil atau adanya penambahan beban yang berlebih, karena suaian bearing terhadap roller yang belum sesuai standar yang ada atau kurangnya perawatan serta pelumasan yang rutin sehingga dapat menurunkan umur pakai bearing dan pengaruh suhu ruangan yang tidak sesuai dengan kondisi yang diharapkan agar bearing dapat bertahan lebih lama dalam pemakaian.

4.3 Perhitungan kapasitas conveyor

Maka diketahui beban yang diangkut conveyor ini adalah sebesar 500 kg, mempunyai kecepatan transfer muatan untuk 500 kg adalah 7 detik dan mempunyai panjang conveyor 3 meter. Maka dapat dihitung kapasitasnya:

a. Kapasitas pesawat angkut (conveyor)

$$Q = q/a = 500 \text{ kg} / 7 \text{ detik} = \mathbf{71.42 \text{ kg/detik}}$$

b. Kapasitas pemindah muatan satuan

$$Q = 3.6 \cdot \frac{G}{a} \cdot v = 3.6 \cdot \frac{500 \text{ kg}}{3 \text{ meter}} \cdot 7 \text{ detik} = 3.6 \cdot 0.5 \text{ ton} / 3 \text{ meter} \cdot 0.0019 \text{ jam} = \mathbf{0.00114 \frac{\text{ton}}{\text{jam}}}$$

c. Menghitung torsi motor

$$P = \frac{T \times n}{9.55}$$

$$T = 9.55 \cdot \frac{P}{n}$$

$$= 9.55 \cdot \frac{1 \text{ kw}}{1480 \text{ rpm}} = \mathbf{14134 \text{ N.m}}$$

d. Menghitung kecepatan sinkron

$$n_s = \frac{120 \cdot F}{P} = \frac{120 \cdot 50 \text{ Hz}}{4 \text{ kutub}} = \mathbf{1500 \text{ rpm}}$$

e. Menghitung putaran sprocket

T₁ : 25 gigi ; D₁ : 134 mm

T₂ : 38 gigi ; D₂ : 201 mm

putaran motor : 1480 rpm

putaran gearbox : 1480/40 = 37 rpm

frekuensi : 50 Hz

1. Sprocket kecil

$$TF_1 = \frac{T_1}{rpm} = \frac{25 \text{ gigi}}{37 \text{ rpm}} = 0.67 \frac{\text{Hz}}{\text{rpm}}$$

$$rpm = 50 \text{ hz} \cdot \frac{1}{TF}$$

$$= 50 \text{ Hz} \cdot \frac{1 \text{ rpm}}{0.67 \text{ rpm}} = \frac{50}{0.67} = \mathbf{73.99 \approx 74 \text{ rpm}}$$

2. Sprocket besar

$$TF_1 = \frac{T_2}{rpm} = \frac{38 \text{ gigi}}{74 \text{ rpm}} = 0.51 \frac{\text{Hz}}{\text{rpm}}$$

$$rpm = 50 \text{ Hz} \cdot \frac{1}{TF} \\ = 50 \text{ Hz} \cdot \frac{1rpm}{0.51rpm} = \frac{50}{0.51rpm} = 25.67 \approx 26 \text{ rpm}$$

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan yang sudah dilakukan maka dapat disimpulkan, sebagai berikut:

1. Reaksi gaya dititik a (Ra) dan dititik b (Rb) sebesar 250 kg, maka menunjukan gaya yang seimbang.

2. Setelah menghitung reaksi yang terjadi pada bagian batang *roller*, maka untuk hasil momen lenturnya didapat dari perhitungan adalah sebesar 1873.5 kg.cm berada diroller yang kedua dan yang kelima.

3. Dari hasil perhitungan umur *bearing* didapat angka untuk beban ekuivalen sebesar 140 kg, faktor kecepatannya 0.42 rpm, faktor umur nya 3.3 dan umur nominal yang didapat untuk *bearing* 6205 mencapai 2.05 tahun.

4. Kapasitas *conveyor* yang didapat dari perhitungan adalah sebesar 71.42 kg/detik, untuk kapasitas muatan satuannya adalah 0.00114 ton/jam serta torsi yang didapat dari motor nya adalah 14134 N.m, untuk kecepatan sinkron *conveyor* nya adalah 1500 rpm dan perhitungan rpm untuk *sprocket* yang kecil adalah 74 rpm dan untuk *sprocket* yang besarnya 26 rpm.

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini yang diberikan penulis kepada pembaca agar penelitian ini semakin baik untuk kedepannya, yaitu sebagai berikut :

1. Lakukan perawatan yang rutin dan terjadwal.
2. Selalu gunakan *grease* atau pelumasan untuk mempertahankan umur *bearing* yang digunakan.
3. Gunakan *bearing* yang memiliki ketahanan yang lebih sehingga dapat menurunkan biaya untuk pergantian.
4. Ganti *sprocket* dan tingkatkan kecepatan putar motor agar hasil produksi bisa meningkat.

Daftar Pustaka :

- Soemono. (1978). *Statika 1*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Soemono. (1989). *Tegangan 1*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Spivakovsky, A. And Dyachkov, V. (1975). *Conveyors And Related Equipment*. Moscow: Peace Publishers.
- Suga, K. dan Sularso. (2008). *Dasar Perancangan Dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Kresna Prima Persada.

Wijaya, M. (2001). *Dasar-Dasar Mesin Listrik*. Jakarta: Djembatan.

Wirjomartono, S. (1967). *Mekanika Teknik Bagian 1 Kontruksi Statis Tertentu Jilid 1*. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.

Zainuri, A.M., (2010). *Mesin Pemindah Bahan*. Yogyakarta: Andi.

Zuhal. (2000). *Dasar Teknik Tenaga Listrik Dan Elektronika Daya*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.