

FAILURE CASE STUDY OF SKF 6005 CARRIER IDLER BEARING

Erinofiardi (1), Ahmad F Suryono (2), Noverson T Sitohang (3)

(1-3) Mechanical Engineering, University of Bengkulu, Jl WR Supratman, Kota Bengkulu 38123, Indonesia

Email(1): riyuno.vandi@yahoo.com

ABSTRACT

A conveyor idler belt is to serve as buffer in a transportation system of coal from the land to a ship the carrier of coal. The idler was loaded by 700 tons per hour. From the simulation, the bearing on the slant has a maximum value of von mises stress is 258.05 MPa by the crushed bituminous coals load, 340.09 MPa by the crushed anthracite coal, 528.26 MPa by crushed bituminous coals impact loads, 692.28 MPa by the crushed anthracite coal impact loads. The bearing age for crushed bituminous coals transportation is 278.81 days for 21 hours per day of service hour and 117.44 million round revolution; 139.6 days for the crushed anthracite coal and 58.81 million round revolution; however the pads located on the bottom right of transfer chute has a very short life of 22.62 days and 9.53 million round revolution for the crushed anthracite coal transportation and 47.24 days for crushed bituminous coal transportation and 19.9 million round revolution. The crack type of bearing was macro crack, pear skin, discoloration, wear, smearing, and corrosion. Periodic maintenance was necessary keeping the bearing longer in service life.

Key words: Bearing; Belt Conveyors; Coal; von Mises stress

Received: October 2019 – Accepted: December 2019 – Published: December 2019

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Analisa kegagalan ialah suatu komponen yang mengalami kegagalan yang disebabkan oleh beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja suatu alat [1].

Dalam dunia industri komponen–komponen alat pastilah mengalami suatu kegagalan, baik itu karena umur masa pakai alat yang habis, komponen tersebut sudah tidak berfungsi sama sekali, komponen tersebut berfungsi tapi membahayakan ataupun karena sebab–sebab lainnya. Kegagalan yang terjadi pada komponen–komponen mesin itu sangat merugikan bagi suatu industri apabila komponen mesin yang mengalami kegagalan merupakan komponen mesin yang sangat penting bagi industri itu sendiri. Dalam suatu komponen mesin itu sendiri banyak terdapat elemen–elemen mesin [2], seperti poros, roda gigi, engkol, bantalan dan elemen lainnya. 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 juga mengalami kegagalan. Kegagalan yang terjadi pada bantalan memiliki

sebab yang bermacam–macam, mulai dari pembebanan yang berlebih, getaran yang dialami oleh bantalan, beban impact yang diterima oleh bantalan, pelumasan yang tidak baik maupun kontaminasi dari benda–benda atau zat–zat asing yang memasuki bantalan. Di PT. XYZ sering ditemukannya bantalan yang mengalami kegagalan yaitu pada bagian bawah *transfer chute* dan pada *idler* bagian miring [8]. Untuk mengetahui penyebab – penyebab mengapa hal itu bisa terjadi, maka diadakan penelitian lebih terhadap bantalan dan melakukan simulasi untuk mendapatkan data yang akurat mengenai kegagalan yang terjadi pada bantalan tersebut.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan penelitian adalah:

1. Menganalisa pengaruh jenis batubara terhadap kinerja bantalan.
2. Menganalisa umur bantalan pada conveyor belt di PT. XYZ
3. Menganalisa penyebab bantalan pada *carrier idler* bagian miring sering mengalami kerusakan.
4. Menganalisa penyebab cepat rusaknya bantalan pada bagian bawah *transfer chute*.
5. Menganalisa kekuatan struktur rangka *carrier stand*.
6. Menganalisa jenis – jenis kerusakan yang



terjadi pada bantalan.

1.3 Manfaat

Adapun manfaat yang didapat dari hasil penelitian ini adalah mengetahui penyebab kegagalan yang terjadi pada bantalan, mengetahui umur bantalan yang ada pada conveyor belt di PT. XYZ, kemudian mengetahui penyebab bantalan pada carrier idler bagian miring sering mengalami kerusakan, selanjutnya untuk mengetahui penyebab mengapa bantalan pada bagian bawah *transfer chute* memiliki umur yang lebih singkat dibandingkan umur bantalan pada bagian lainnya. Selain itu penelitian ini juga bermanfaat untuk mengetahui kekuatan struktur rangka dari carrier stand jenis-jenis kerusakan yang dialami bantalan dan penyebabnya, serta cara penanggulangannya. Penulis juga berharap penelitian ini menjadi referensi bagi peneliti yang akan melakukan penelitian lanjutan dengan tema yang sama.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini hanya akan membahas mengenai jenis – jenis kerusakan pada bantalan dan penyebab kegagalan yang terjadi pada bantalan SKF 6005. Pada penelitian ini juga penulis membuat pemodelan dengan menggunakan *Simulation Tool (ST)* untuk mengetahui penyebab kegagalan yang terjadi pada bantalan.

1.5 Metode Penelitian

Pengumpulan data – data penelitian mengenai bantalan ini berdasarkan pada Metode studi lapangan dan Metode studi literatur. Metode studi lapangan ini dilakukan dengan melakukan kunjungan langsung dan melihat mekanisme kerjanya pada saat alat sedang bekerja. Metode studi literatur dilakukan dengan cara mengumpulkan data – data yang ada pada referensi yang dimiliki oleh PT. XYZ dan mengamati langsung dilapangan. Penelitian yang dilakukan menghasilkan data – data yang penting yang nantinya akan memberikan jawaban dari tujuan. Analisa dilakukan dengan bantuan literatur dan kondisi lapangan sehingga dapat dilihat fenomena kegagalan yang dialami oleh bantalan.

2. ANALISA KEGAGALAN UMUR BANTALAN

2.1 Jenis Kerusakan dan Penyebab

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. tetapi pada kenyataannya bantalan sering mengalami kegagalan, hal ini disebabkan karena bantalan sering mengalami pembebanan berlebih, pelumasan yang tidak baik dan berbagai penyebab lainnya. di bawah ini akan dijelaskan mengenai jenis – jenis kerusakan yang dialami oleh bantalan.

A. Flaking

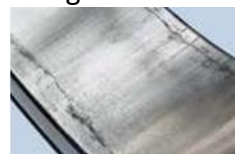
Flaking (pengelupasan) merupakan kegagalan yang dialami bantalan yang disebabkan oleh beban aksial yang berlebih, pada saat pemasangan bantalan cenderung tidak pas pada poros, kontaminasi dari benda – benda asing yang merupakan tahap awal terjadinya pengelupasan [3].



G.1 Flaking [4]

B. Scratches dan Scuffing (goresan dan lecet)

Scratches dan *scuffing* merupakan kegagalan yang disebabkan oleh pembebanan aksial yang berlebih serta pelumasan yang tidak baik, viskositas pelumas yang terlalu tinggi, akselerasi yang terlalu tinggi ketika memulai, gesekan pada elemen gelinding yang disebabkan beban sentrifugal selama melakukan rotasi.



G.2 Scuffing [3]



G.3 Scratches [3]

C. Cracks dan Chips (retak dan pecah)

Cracks dan *chips* merupakan kegagalan yang disebabkan oleh pembebanan yang terlalu berat, memberikan pelumasan dengan metode yang tidak tepat, kecepatan yang terlalu tinggi saat operasi, dampak getaran yang terlalu kuat, dan lain-lainnya. [3]



G.4 Crack [3]



G.5 Chips [3]





D. Wear (Keausan)

Keausan adalah kegagalan yang terjadi pada bantalan yang disebabkan oleh kekurangan pelumas, pelumasan yang tidak baik dan kontaminasi dari benda-benda asing.[3]



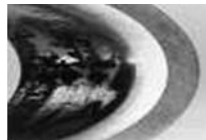
G.6 Wear [4]

E. Rust dan Corrosion (karat dan korosi)

Rust dan *corrosion* merupakan kegagalan yang terjadi pada bantalan yang disebabkan oleh lembabnya bantalan, masuknya air ke dalam bantalan dan pelumasan yang tidak baik serta Korosi terjadi ketika sulfur atau senyawa klorin terkandung dalam aditif pelumas terurai di bawah suhu tinggi. [3]



G.7 Rust [3]



G.8 Corrosion [4]

F. Pear skin dan Discoloration (Kulit pir dan perubahan warna)

Pear skin dan *discoloration* merupakan kegagalan yang terjadi pada bantalan. *Pear skin* disebabkan oleh kontaminasi dari bahan – bahan asing dan kurangnya pelumas yang diterima oleh bantalan sedangkan *discoloration* disebabkan oleh rusaknya pelumas dan melekatnya warna pelumas pada permukaan bantalan [3].



G.9 Pear Skin [3]



G.10 Discoloration [3]

G. Brinelling dan Nicks

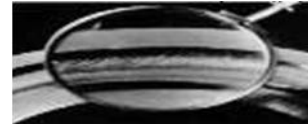
Brinelling adalah kegagalan yang disebabkan oleh beban yang terlalu berat yang diterima oleh bantalan atau benda-benda padat yang masuk dan terjebak dalam bantalan. *Nicks* disebabkan karena bantalan mengalami kerusakan pada saat pemasangan dan kesalahan pada saat menangani bantalan[3].



G. 11 Brinelling [3]

H. Smearing

Smearing adalah kegagalan yang dialami oleh bantalan yang disebabkan *oil film* menghilang karena elemen roll berhenti berputar yang disebabkan oleh penggunaan yang tidak tepat atau karena pelumasan yang tidak tepat, bantalan beroperasi di bawah berat beban aksial dan dengan pelumas yang kurang, kecepatan roller masuk ke dalam zona muat, putaran yang cepat dengan beban yang terlalu ringan[3]



G.12 Smearing [4]

I. Creep

Creep terjadi karena gangguan–gangguan kecil yang berhubungan dengan panas atau pembebanan yang dihasilkan selama operasi[3]



G.13 Creep [3]

J. Electric Pitting (lubang listrik)

Electric pitting merupakan kegagalan yang terjadi pada bantalan yang disebabkan karena melelehnya sebagian permukaan bantalan yang diakibatkan arus listrik yang melewati bantalan[3].



G.14 Electric pitting [3]

K. Seizure

Seizure merupakan kegagalan yang dialami oleh bantalan yang disebabkan oleh panas yang tidak normal yang dihasilkan oleh pelumasan yang tidak baik, beban yang berlebihan, hubungan yang tidak tepat antara elemen gelinding dengan jalur lintasannya yang tidak dapat dikompensasi dengan metode pendinginan atau pelumasan yang bekerja di bantalan[3].



G.15 Seizure [3]

L. Failure of Cage

Failure of cage merupakan kegagalan yang





dialami bantalan yang terjadi karena beberapa sebab. *Cage* itu sendiri merupakan kandang bagi bola-bola bantalan atau silinder-silinder yang ada pada bantalan. Penyebabnya adalah *cracks* dan *chip*, *flaw* dan *distortion*, *wear*, *rust* dan *corrosion*, *looseness* and *cut-off of rivet*[3].



G.16 Failure of cage [3]

2.2 Perhitungan Beban

A. Perhitungan beban ekuivalen

Misalkan sebuah bantalan membawa beban radial F_r (kg) dan beban aksial F_a (kg) maka beban ekuivalen dinamis P (kg) adalah sebagai berikut [6]:

Bantalan radial non silinder

$$P_r = XVF_r + YF_a \quad (2.1)$$

Bantalan radial non silinder

$$P_a = XF_r + YF_a \quad (2.2)$$

B. Perhitungan umur bantalan dengan keandalan 90%

Untuk menghitung:

Umur bantalan keandalan 90%

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^p \quad (2.3)$$

Umur bantalan dari efek suhu

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 \times n} L_{10} \quad (2.4)$$

Dimana:

L_{10} = Umur bantalan keandalan 90% C = Basic load system (kN)

P = Beban ekuivalen dinamis (kN)

p = Konstanta untuk bantalan bola ($p = 3$)

Untuk bantalan rol $p = 10/3$

L_{10h} = Umur bantalan (waktu operasi)

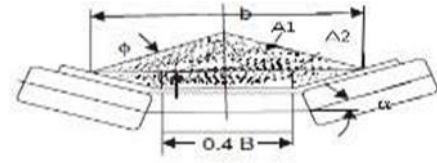
n = Putaran motor penggerak (rpm)

C. Perhitungan kapasitas konveyor

Perhitungan luas penampang

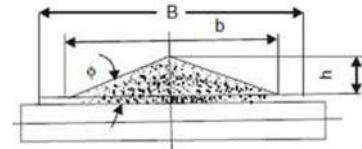
Sebelum melakukan perhitungan kapasitas dari konveyor, hal yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah menghitung luas penampang belt. Pada luas penampang ini dipengaruhi oleh lebar belt itu sendiri, sudut tumpukan material dan sudut kemiringan dari *carrier stand* [2].

Untuk menghindari tumpahan batu bara, lebar sabuk (B) diambil pada sedikitnya 25% dari dasar segitiga (b).



G.17 Luas penampang total

Jadi $b = 0.8B$. Pada ketentuan tertentu $b = 0.9B - 0,05$ meter untuk $B = 2$ meter. Oleh karena itu, asumsi $b = 0.8B$ lebih konservatif untuk $B > 500$ mm. Dimana B adalah lebar *belt* pada kondisi terpasang [7].



G.18 Luas penampang atas

Luas bagian bawah

$$A_1 = \frac{bh}{2} = \frac{1}{2} = (0,8B \times 0,5 (0,8B) \tan \alpha) = 0,16 B^2 \tan \alpha \quad (2.5)$$

Luas penampang atas

$$A_2 = \frac{1}{2} (0,4B + 0,8B) \times 0,2B \tan \alpha = 0,12 B^2 \tan \alpha \quad (2.6)$$

Luas total

$$A_{total} = A_1 + A_2 \text{ (m}^2\text{)} \quad (2.7)$$

Perhitungan kapasitas konveyor

$$Q = \frac{3600}{1000} \times A \times v \times \gamma \quad (2.8)$$

Dimana :

Q = Kapasitas konveyor (tph) A = Luas penampang (m^2)

V = Kecepatan konveyor (m/s)

γ = Massa jenis material (kg/m^3)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Prosedur penelitian ini meliputi studi lapangan, studi literatur, pengambilan data, pengolahan data, pengamatan, perhitungan teoritis, simulasi, perbandingan simulasi, teoritis, data kemudian hasil dan kesimpulan.

Dalam penelitian ini dilakukan pengamatan pada bantalan yang tepat berada di bawah transfer chute dan bantalan yang tidak berada pada bagian bawah transfer chute. Material batu bara yang diangkut oleh konveyor terdiri dari dua jenis batubara, yaitu antrasit hancur dan bitumen hancur. Komponen yang digunakan: motor penggerak konveyor, *belt*, *tachometer*, *carrier stand*, bantalan dan batu bara. Motor penggerak konveyor berfungsi sebagai penggerak konveyor yang memiliki daya cukup besar. Motor penggerak ini memiliki daya hingga 1483 rpm.





G.19 Motor penggerak konveyor

Belt berfungsi sebagai pembawa material yang diangkut. Batu bara yang diangkut oleh *belt* biasanya batu bara yang telah di *crusher* karena jika batu bara tidak di *crusher* maka *belt* akan sobek. Ukuran dari *belt conveyor* 4 fly dan 3 fly masing-masing tengah dan belakang ukurannya 1.200 mm jenis *belt* BANDO.

Tachometer adalah alat mengukur kecepatan rotasi dari sebuah objek, seperti alat pengukur dalam sebuah mobil yang mengukur putaran per menit (RPM) dari poros engkol mesin. Pada penelitian ini *tachometer* digunakan untuk mengukur kecepatan rotasi saat bantalan berputar ketika *conveyor belt* sedang beroperasi.



G.20 Tachometer

Carrier stand merupakan alat yang terdiri dari *carrying idler* dan *impact idler*. *Carrier stand* ini berbentuk V [8] yang berfungsi untuk menahan beban yang diangkut pada *belt* dan juga berfungsi agar batu bara yang diangkut tidak tumpah.



G.21 Carrier stand

Batubara merupakan salah satu sumber energi yang penting bagi umat manusia. Batubara banyak digunakan sebagai bahan bakar untuk transportasi, seperti bahan bakar kereta api uap maupun sebagai pembangkit listrik tenaga uap sehingga batubara sangat penting dalam dunia industri. Batubara memiliki beberapa jenis yaitu: batubara jenis antrasit, bitumen, sub bitumen dan lignit.



G.22 Batubara

Bantalan yang digunakan yaitu jenis SKF 6005 *single row deep groove ball bearings*



G.23 Ball Bearing SKF 6005 [11]

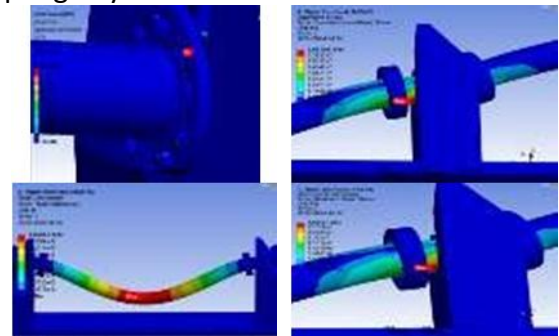
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Simulasi Perancangan

Pemodelan spesimen uji ini dibuat sebanyak enam bantalan, tiga poros dan satu *carrier* yang berguna untuk menyangga poros dan bantalan. Setiap bantalan mendapatkan momen sebesar 84,71 N.m, 64,64 N.m, 41,615 N.m, dan 31,577 N.m. kemudian pada poros akan diberi pembebanan masing-masing 3604,618 N, 2750,58 N, 1343,68 N dan 1770,86 N. Setelah itu pada bagian rangka bagian bawah *carrier stand* dan di ujung-ujung poros kita *fixed* atau kita beri tegangan jepit. Dari data yang dikumpulkan, maka simulasi dan analisa secara teoritis dan perhitungan telah dapat dilakukan. Hasil dari simulasi ditunjukkan pada G.24.

4.2 Analisa teoritik

Pada analisa teoritik data diambil langsung dari lapangan, adapun data yang diambil dari lapangan yaitu :



G.24 Model diberikan Simulasi

Jenis bantalan	:	SKF 6005
Kecepatan conveyor	:	1,75 m / s
Lebar belt	:	1200 mm
Berat belt	:	26 kg / mm
Kapasitas konveyor	:	700 ton / jam
Putaran carrier	:	334,3 rpm
Putaran motor	:	1483 rpm

Menghitung umur bantalan dan kapasitas dari konveyor

A. Perhitungan umur bantalan dengan keandalan 90 % dengan material yang diangkut jenis bitumen hancur.





Berat material yang dibawa konveyor per meternya dihitung dengan Pers. 2.8, yaitu $Q_c / (0,06 \times v) = 700 / (0,06 \times 105) = 111,11 \text{ kg/m}$

Berat *belt* yang berukuran 1200 mm adalah 26 kg/m, jadi beban total yang diterima oleh bantalan adalah 137,11 kg / m.

Sehingga gaya yang diterima bantalan : $F = m \times g = 137,11 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 1343,68 \text{ N}$ atau 1,34368 KN. Jenis bantalan yang digunakan yaitu SKF 6005 *Single Deep Groove Ball Bearing* [6].

1. *Basic Load System* (C) = 11,9 kN

2. *Basic Load Static* (Co) = 6,55 kN

3. Beban Radial (F_r) = 1,344 kN

4. Beban Aksial (F_a) = 1,344 kN

5. Putaran Motor Penggerak = 1483 rpm

6. Putaran Carrier = 334,3 rpm

B. Besar Beban Ekuivalen

Besar beban ekuivalen dihitung dengan menggunakan rumus 2.2. Rasio beban aksial (1,344) per *Basic Load Static*, $Co(6,55)$ adalah 0,21. Beberapa faktor yang digunakan diambil dari tabel T.1.

T.1 Faktor-faktor dimensi untuk bantalan [5]

Jenis Bantalan		Beban putar pada cincin dalam	Beban putar pada cincin luar	Baris Tunggal		Baris Ganda				E	Baris Tunggal		Baris Ganda	
				V		$F_s/VF_t > e$		$F_s/VF_t \leq e$ $F_s/VF_t > e$				X_o	Y_o	X_o
Bantalan bola alur dalam	$F_s/C_o = 0,014$	1	1,2	0,56	2,30	1	0	0,56	2,30	0,19	0,6	0,5	0,6	0,5
	= 0,028				1,99				1,90	0,22				
	= 0,056				1,71				1,71	0,26				
	= 0,084				1,55				1,55	0,28				
	= 0,11				1,45				1,45	0,30				
	= 0,17				1,31				1,31	0,34				
	= 0,28				1,15				1,15	0,38				
	= 0,42				1,04				1,04	0,42				
	= 0,56				1,00				1,00	0,44				
	Bantalan bola sudut				$\alpha = 20^\circ$				1	1,2				
= 25°		0,41	0,87	0,92	0,67	1,41	0,68	0,38			0,76			
= 30°		0,39	0,76	0,78	0,63	1,24	0,80	0,33			0,66			
= 35°		0,37	0,66	0,66	0,60	1,07	0,95	0,29			0,58			
= 40°		0,35	0,57	0,55	0,57	0,93	1,14	0,26			0,52			

Dengan interpolasi dari faktor beban radial (X) untuk mendapat faktor beban aksial (Y),

$$\frac{0,17-0,21}{0,17-0,28} = \frac{1,31-Y}{1,31-1,15}$$

Y = 1,25

Faktor beban radial untuk semua perbandingan F_a / Co adalah 0,56 sehingga beban ekuivalen dinamis diperoleh adalah $P = (0,56 \times 1,344) + (1,25 \times 1,344) = 2,43 \text{ kN}$

Dari data lapangan dapat dihitung umur dari bantalan dengan keandalan 90% yang dinyatakan dengan L_{10} (Pers. 2.3) dengan $c = 11,9$ $p = 2,43$ dan $P = 3$ maka $L_{10} = 117,44$ juta putaran.

Umur bantalan pada kecepatan konstan (L_{10h}) dihitung dengan Pers. 2.4 pada $n = 334,3 \text{ rpm}$ didapat $L_{10h} = 5855,02$ jam operasi atau 278,81 hari.

Untuk mencari kapasitas konveyor yang baru maka dicari perhitungan luas area angkut pada belt dengan Pers. 2.5, 2.6 dan 2.7.

$$A_1 = 0,16 \times B^2 \times \tan 5^\circ = 0,16 \times 1200^2 \times 0,0875 = 20160$$

$$A_2 = 0,12 \times B^2 \times \tan 35^\circ = 0,12 \times 1200^2 \times 0,7002 = 120.994,56$$

$$A_1 + A_2 = 20160 + 120.994,56 = 141.154,56 \text{ mm}^2 = 0,14 \text{ m}^2 \text{ luas total area}$$

Kapasitas konveyor dengan Pers. 2.8.

$$Q = 3600 / 1000 \times 0,14 \text{ m}^2 \times 1,75 \text{ m/s} \times 1105 \text{ kg/m}^3 = 974,61 \text{ ton / jam}$$

$$\text{Sehingga kapasitas angkut konveyor} = 974,61 / (0,06 \times 105) = 154,7 \text{ kg / m}$$

Dari data lapangan dapat dihitung umur dari bantalan dengan keandalan 90% yang dinyatakan dengan L_{10} (Pers. 2.3) dengan $c = 11,9$ $p = 2,43$ dan $P = 3$ maka $L_{10} = 117,44$ juta putaran.

Umur bantalan pada kecepatan konstan (L_{10h}) dihitung dengan Pers. 2.4 pada $n = 334,3 \text{ rpm}$ didapat $L_{10h} = 5855,02$ jam operasi atau 278,81 hari.

Besar beban ekuivalen dihitung dengan





menggunakan Pers. 2.2. Rasio beban aksial (1,771) per *Basic Load Static*, $Co(6,55)$ adalah 0,27. Dengan interpolasi dari faktor beban radial (X) untuk mendapat faktor beban aksial (Y),

$$\frac{0,17-0,27}{0,17-0,28} = \frac{1,31-Y}{1,31-1,15} \quad Y = 1,17$$

Faktor beban radial untuk semua perbandingan Fa/Co adalah 0,56 sehingga beban ekuivalen dinamis diperoleh adalah $p = (0,56 \times 1,771) + (1,17 \times 1,771) = 3,06 \text{ kN}$.

Dari data lapangan dapat dihitung umur dari bantalan dengan keandalan 90% yang dinyatakan dengan L_{10} (Pers. 2.3) dengan $c = 11,9$ $p = 3,06$ dan $P = 3$ maka $L_{10} = 58,81$ juta putaran.

Umur bantalan pada kecepatan konstan (L_{10h}) dihitung dengan Pers. 2.4 dengan masa kerja 21 jam pada $n = 334,3 \text{ rpm}$ didapat $L_{10h} = 2932$ jam operasi atau 139,6 hari.

Beban impact pada bantalan dapat dihitung dengan Pers.3.1:

$$F = W + (2 \times k \times WH)^{1/2} \quad (3.1)$$

Sehingga :

$$F = 302,1432 + (2 \times 160)^{1/2} = 302,1432 + 14,14 = 316,2832 \text{ lbf}$$

$$F = 1406,8978 \text{ N}$$

Dari perhitungan diatas itu beban impact untuk kapasitas 700 ton per jam dengan jenis batubara yang diangkut adalah jenis bitumen hancur. Untuk jenis batubara antrasit hancur dengan kapasitas 947,61 ton per jam beban impact yang diterima oleh bantalan adalah :

$$F = 398,1052 + (2 \times 160)^{1/2} = 398,1052 + 14,14 = 412,2452 \text{ lbf} = 1833,758 \text{ N}$$

Bantalan yang terdapat pada bagian bawah *transfer chute* memiliki beban total yaitu 3604,618 N apabila konveyor mengangkut jenis batubara antrasit hancur dan 2750,58 N apabila konveyor mengangkut batubara jenis bitumen hancur. Umur bantalan yang terdapat di bawah *transfer chute* adalah 475,12 jam operasi (22,62 hari) dengan jumlah putaran 9,53 juta putaran apabila konveyor mengangkut jenis batubara antrasit hancur dan 992,12 jam (47,24 hari) operasi dengan jumlah putaran 19,9 juta putaran apabila konveyor mengangkut jenis batubara bitumen hancur.

4.3 Pembahasan

Dari pengamatan di lapangan terdapat 2 jenis batubara yang diangkut oleh konveyor. Jenis

batubara tersebut adalah batubara bitumen hancur dan batubara antrasit hancur yang mana keduanya memiliki massa jenis yang berbeda sehingga mempengaruhi kapasitas angkut dari *conveyor belt*. Massa jenis dari batubara bitumen hancur yaitu sebesar 833 kg/m^3 dan massa jenis batubara antrasit hancur 1105 kg/m^3 .

Dari hasil perhitungan secara teoritis, umur bantalan yang mengangkut batubara jenis bitumen hancur yaitu selama 278,81 hari dengan masa kerja 21 jam per hari dan putaran yang dihasilkan 117,44 juta putaran. Sedangkan umur bantalan yang mengangkut batubara jenis antrasit hancur yaitu selama 139,6 hari dan jumlah putaran 58,81 juta putaran. Perhitungan yang dilakukan dianggap bahwa konveyor melakukan kerja setiap hari. Pada kenyataan dilapangan *carrier* diganti 4 - 6 bulan sekali.

Carrier yang mengalami kerusakan yang lebih cepat terdapat tepat pada bagian bawah *transfer chute*. Hal ini disebabkan oleh beban impact yang selalu diterima oleh *carrier* sehingga berpengaruh pada bantalan yang sedang berputar. Beban impact yang diterima oleh bantalan ialah 1406,9 N untuk batubara jenis bitumen hancur dan 1833,8 N untuk batubara jenis antrasit hancur. Bantalan yang terdapat pada bagian bawah *transfer chute* ini mengalami dua kali pembebanan sehingga total beban yang diterima oleh bantalan yang terdapat pada bagian bawah *transfer conveyor* adalah 3604,6 N apabila konveyor mengangkut jenis batubara antrasit hancur dan 2750,6 N apabila konveyor mengangkut batubara jenis bitumen hancur. Umur bantalan pada bagian bawah *transfer chute* ini yaitu 475,12 jam operasi dengan jumlah putaran 9,53 juta putaran apabila konveyor mengangkut jenis batubara antrasit hancur 992,12 jam operasi dengan jumlah putaran 19,9 juta putaran apabila konveyor mengangkut jenis batubara bitumen hancur.

Simulasi sangat diperlukan untuk melihat penyebab kerusakan atau kegagalan pada bantalan secara lebih spesifik. Dari hasil simulasi yang didapat, *von Mises stress* tertinggi yang dimiliki bantalan terdapat pada bantalan bagian yang miring, baik dari bantalan dengan pembebanan batubara bitumen hancur, antrasit hancur maupun bantalan yang terkena beban





impact. Nilai maksimum yang di dapat oleh bantalan untuk pembebanan dengan batubara jenis bitumen hancur yaitu 258,05 MPa kemudian nilai maksimum *von mises stress* untuk bantalan dengan pembebanan jenis batubara antrasit hancur yaitu 340,09 MPa.

Untuk bantalan yang terkena beban *impact*, *von Mises stress* yang dihasilkan sangat besar yaitu 528,26 MPa, untuk batubara jenis antrasit hancur dan 692,28 MPa.

Untuk nilai *von mises stress* dari *carrier stand* yang menerima beban dari jenis batubara bitumen hancur tanpa beban *impact* yaitu $0,007214 \times 10^{-6}$ MPa, kemudian *von Mises stress* untuk *carrier stand* dengan pembebanan jenis batubara antrasit hancur memiliki nilai maksimum sebesar $0,016613 \times 10^{-6}$ MPa. Untuk *carrier stand* yang terkena beban *impact*, nilai *von Mises stress* maksimumnya yaitu $0,025767 \times 10^{-6}$ MPa untuk jenis pembebanan dengan batubara bitumen hancur dan $0,03382 \times 10^{-6}$ MPa untuk jenis pembebanan dengan batubara antrasit hancur.

Untuk tegangan geser pun *carrier stand* selalu memiliki nilai minimum yaitu sebesar $0,007214 \times 10^{-6}$ MPa untuk pembebanan dengan jenis batubara bitumen hancur dan $0,0095063 \times 10^{-6}$ MPa untuk pembebanan *carrier stand* dengan jenis batubara antrasit hancur. Kemudian nilai sebesar $0,014761 \times 10^{-6}$ MPa Untuk pembebanan dengan jenis batubara bitumen hancur dengan beban *impact* dan $0,01935 \times 10^{-6}$ MPa untuk pembebanan dengan jenis batubara antrasit hancur dengan beban *impact*.

Selanjutnya ada jenis-jenis kerusakan lain yang dialami oleh bantalan SKF 6005 seperti *crack*, *pear skin*, *discoloration*, *smearing*, *corrosion* dan *smearing*.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian terhadap bantalan yang digunakan untuk mengangkut jenis batubara adalah jenis batubara bitumen hancur dan antrasit hancur dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Umur bantalan yang mengangkut batubara jenis bitumen hancur yaitu 278,81 Sedangkan umur bantalan yang mengangkut batubara jenis antrasit hancur yaitu selama 139,6 hari.
2. Bantalan yang terdapat tepat pada bagian

bawah *transfer chute* mempunyai umur yang sangat singkat yaitu 22,62 hari dan 47,24 hari apabila konveyor mengangkut jenis batubara bitumen hancur.

3. Dari hasil simulasi yang dilakukan dapat terlihat bahwa bantalan dalam posisi miring memiliki nilai *von Mises stress maximum* (tegangan maksimum) dan melebihi dari nilai *yield strength* yang dimiliki oleh material bantalan sehingga bantalan pada bagian miring akan mengalami kerusakan yang lebih cepat, hal ini terbukti dengan keadaan sebenarnya di lapangan bahwa bantalan pada bagian miring mengalami kerusakan yang lebih banyak.

4. Bantalan yang terdapat pada bagian bawah transfer chute sering mengalami kerusakan, hal ini disebabkan karena pengaruh beban *impact* yang diterima oleh bantalan secara terus menerus.

5. Jenis – jenis kerusakan bantalan yang terjadi yaitu *crack*, *pear skin*, *discoloration*, *wear*, *smearing*, dan *corrosion*.

5.2 Saran

Dari penelitian saran-saran diberikan, yaitu:

1. Bantalan pada bagian bawah *transfer chute* harus diganti dengan bantalan yang lebih kuat untuk menahan beban *impact* dalam hal ini disarankan mengganti bantalan SKF 6005 dengan SKF 6205.
2. Perlu diadakannya pengecekan secara berkala agar perawatan bisa dilakukan dengan baik sehingga peralatan mempunyai masa kerja yang cukup lama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akwan, A. **2008**. *Analisa Kegagalan Logam*, Akses [25 September 2013]
- [2] CEMA. **2007**. *Belt Conveyor for Bulk Materials*. Kom, Inc. USA.
- [3] JTEKT CORPORATION. **2009**. *Ball & Roller Bearings: Failures, Causes and Countermeasures*, Akses [3 Oktober 2013].
- [4] SKF. **1994**. *Bearing Failures and Their Causes*. Akses [3 Oktober 2013].
- [5] Sularso. **1978**. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, P.T. Pradnya paramita. Jakarta.
- [6] SKF. **2014**. *Product Bearing*. Akses [5 Maret 2014].





[7] Nanang, J. **2012**. Laporan Kerja Praktek, P.T Pupuk Sriwidjaja. Palembang.

[8] Superior. **2012**. *Idler Catalog*, Akses [25 Februari 2014]

====o0o====

