
Analisis kekuatan bearing type NU 314, Bearing QJ 314, dan bearing 22316 pada mesin Screw Conveyor

Strength analysis of bearing type NU 314, Bearings QJ 314, and bearings 22316 on screw conveyor machine

Jatira¹, Yadi Heryadi², Edi Ismanto³

^{1,2,3}Program Study Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Wastukencana

¹jatira@wastukencana.ac.id, ²y4dibnz@gmail.com, ³gambarteknik@gmail.com,

Corresponding author: gambarteknik@gmail.com

Abstrak. Dalam proses produksi salah satu kegiatan yang umum adalah material handling yaitu penanganan atau pemindahan bahan baku dari satu proses ke proses yang lainnya. Proses pemindahan material atau material handling dibutuhkan pesawat angkat dan angkut. Salah satu pesawat angkut yang digunakan adalah mesin *Screw conveyor*. Mesin digunakan untuk memindahkan material berupa *clay* yaitu berupa butiran butiran tanah yang sudah dikondisikan dengan ukuran tertentu yaitu berukuran 5mm sampai 30mm. Bagian pada mesin ini yang sering mengalami kerusakan adalah bagian *bearing*, hal ini dikarenakan semua beban untuk mendorong material bertumpu langsung dengan *bearing*. Untuk menentukan kekuatan *bearing* yang dipakai maka harus dibuat dulu rancangan dasar dari mesin tersebut, yaitu kapasitas mesin, jenis material, gaya yang bekerja pada bagian *bearing*. Disini telah didapatkan data kapasitas mesin *screw conveyor* adalah 11.000 kg/jam, kekuatan bearing secara perhitungan yaitu *Bearing QJ304*: 15.637 jam, *Bearing NU304*: 38.683 jam, dan *Bearing 22316*: 50.937 jam. Untuk mendapatkan kondisi aktual bagian *bearing* yaitu pengukuran vibrasi. Dalam hal vibrasi alat ukur akan menunjukkan besarnya *velocity*. *Velocity* adalah jumlah waktu yang dibutuhkan ketika terjadinya *displacement* atau kecepatan getaran suatu benda. Secara garis besar *Velocity* mewakili kondisi kerusakan bearing yang diaktualisasikan dengan nilai 0-11 yaitu merujuk pada *Standard ISO 10816-3*. Sehingga akan didapatkan hasil perbandingan dari perhitungan perencanaan mesin dan aktualnya.

Kata kunci: screw conveyor, bearing, vibrasi, velocity

Abstract. In the production process, one of the common activities is material handling, namely handling or moving raw materials from one process to another. The process of moving materials or material handling requires lift and transport aircraft. One of the transport aircraft used is a screw conveyor machine. Machines are used to move material in the form of clay, namely in the form of ground granules that have been conditioned to a certain size, namely 5mm to 30mm. The part of this machine that often experiences damage is the bearing, this is because all the load to push the material rests directly on the bearing. To determine the strength of the bearings used, a basic design of the machine must first be made, namely machine capacity, type of material, and forces acting on the bearing parts. Here, data has been obtained for the capacity of the screw conveyor machine to be 11,000 kg/hour, the calculated strength of the bearings is Bearing QJ304: 15,637 hours, Bearing NU304: 38,683 hours, and Bearing 22316: 50,937 hours. To obtain the actual condition of the bearing parts, namely vibration measurements. In terms of vibration, the measuring instrument will show the magnitude of the velocity. Velocity is the amount of time required for the displacement or vibration speed of an object to occur. In general, Velocity represents the condition of bearing damage which is actualized with a value of 0-11, which refers to Standard ISO 10816-3. So you will get comparison results from the machine planning and actual calculations.

Keywords: screw conveyor, bearing, vibration, velocity

1 Pendahuluan

Proses pemindahan material atau material handling dibutuhkan pesawat angkat dan angkut. Pesawat angkat atau angkut adalah alat yang digunakan untuk memindahkan, mengangkat muatan, baik bahan atau barang atau orang secara vertical dan atau horizontal dalam jarak yang ditentukan (Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. PER/05/MEN/1985). Alat angkut yang banyak dipakai diperusahaan keramik adalah tipe *Conveyor*. Mesin *Conveyor* mempunyai beberapa tipe yang sering digunakan yaitu tipe *belt Conveyor* dan *screw Conveyor*. Material utama pembuat keramik berupa *clay* yaitu berupa butiran butiran tanah yang sudah dikondisikan dengan ukuran tertentu. Ukuran rata rata material ini kurang lebih 5 mm sampai 30 mm. Material ini terdiri dari berbagai macam material alam berupa batu kapur, tanah liat dan lain lain yang masih cukup banyak mengandung air. Sehingga dalam proses transfer material ini diperlukan mesin yang mampu memindahkan dan mendorong material yang cukup lengket. Untuk proses ini paling cocok menggunakan mesin bertipe *screw Conveyor*. Dan didalam makalah skripsi ini penulis akan membuat analisa dan komparasi untuk bagian *Bearing screw Conveyor* untuk proses pemindahan material *clay* pada proses pembuatan keramik.

2 Kajian Pustaka

Tahapan dalam proses penelitian ini adalah mengumpulkan data data berupa jenis material yang diproses, data dan spesifikasi mesin. Untuk selanjutnya menghitung secara teoritis kemampuan mesin dalam menerima beban terutama pada bagian bearingnya.

2.1 Kapasitas mesin screw conveyor :

Volume material pada screw conveyor:

$$\begin{aligned} V &= \text{Volume} \times \text{Berat jenis } (\gamma) \\ &= A \times L \times \gamma \\ &= \frac{\pi}{4} D^2 - \frac{\pi}{4} d^2 \times L \times \gamma \dots (1) \end{aligned}$$

Kapasitas mesin screw conveyor per jam:

$$Q/\text{jam} = 60 \frac{\pi D^2}{4} S n \varphi \gamma C \dots (2)$$

Dimana:

V = Volume material yang ditampung dalam screw conveyor (m³)

Q = Kapasitas Conveyor (m³/jam)

γ = berta curah bahan, ton/m³

C = Faktor koreksi karena inklinasi konveyor

D = diameter screw

S = screw pitch, S= 0,8D

φ = loading efficiency

n = Putaran screw (rpm)

2.2 Umur *Bearing* dengan kondisi putaran konstan dan berdasarkan jam pemakaian (*Life Time*)

$$Lh = \left(\frac{C}{P}\right)^b \frac{10^6}{60 n} \dots (3)$$

Dimana:

L10 = umur *Bearing* berdasarkan putaran *Bearing*

Lh = umur *Bearing* berdasarkan jam pemakaian

C = beban dinamis *Bearing* (kN)

P = ekuivalen beban *Bearing* (kN)

b = Konstanta beban *Bearing* (*Ball Bearing* = 3, *Roller Bearing* 10/3)

n = putaran (rpm)

Tabel 2.8 Tabel Spesifikasi Bearing (katalog FAG)

No	Bearing Screw konveyor	Belakang		Depan
	Tipe Bearing	NU 314	QJ 314	22316
1	d (Inside Diameter) mm	70	70	80
2	D (Outside Diameter) mm	150	150	170
3	B (Width) mm	35	35	58
4	C (Dynamic load) kN	204	183	415
5	Co (Static load) kN	220	166	500
6	Speed rating (rpm)	5300	5.300	3.200

Tabel 2.5 Umur rancangan untuk bantalan (Rusdi Nur dan Suyuti 2018)

No	Penggunaan	Umur Rancangan (L10,jam)
1	Peralatan rumah tangga	1.000-2.000
2	Mesin pesawat terbang	1.000-4.000
3	Otomotif	1.500-5.000
4	Alat-alat pertanian	3.000-6.000
5	Elevator, kipas angin industri, gigi perseneleng	8.000-15.000
6	Motor listrik, blower dan mesin industri umum	20.000-30.000
7	Pompa dan kompresor	40.000-60.000
8	Peralatan kritis yang beroperasi 24 jam	100.000-200.000

3 Metode

Dalam penelitian analisis kekuatan bearing pada mesin screw conveyor ini pertama dilakukan adalah pengumpulan data berupa data material yang diproses dan data kapasitas mesin, Selanjutnya dibuat gambar design mesin terutama pada konstruksi bearing dan dilakukan analisa kekuatan bearing secara teoritis. Tahap selanjutnya adalah pengambilan data vibrasi bearing yang ada dimesin.

Pengumpulan data bearing mesin screw conveyor menggunakan alat ukur yaitu:

1. *Tachometer* merupakan alat ukur untuk menghitung putaran benda atau mesin, yaitu untuk mengetahui putaran mesin agar bisa kita sesuaikan dengan yang diharapkan.



Gambar 3.1 Tachometer

Spesifikasi:

- a. Contact / Non Contact Digital Tachometer
 - b. Contact Test Range (rpm) 2 to 20,000
 - c. Non-contact Test Range (rpm) 2 to 99999
 - d. Total Test Range (rpm) 1 to 99999
 - e. Accuracy +/- (0.05 % + 1 digit)
 - f. Resolution (rpm) 0.1 (2 to 9999.9)
2. *Vibration meter* merupakan alat untuk mengukur besarnya Getaran yang terjadi pada bearing pada saat mesin beroperasi.



Gambar 3.2 Vibration meter

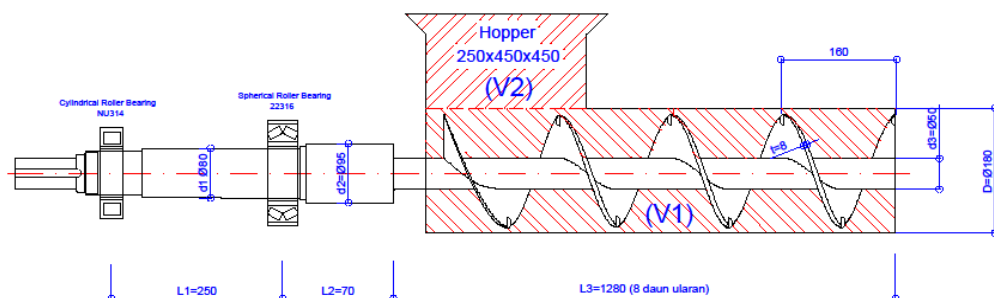
Spesifikasi:

- a. Measurement range of acceleration 0.1~199.9m/s² peak
- b. Measurement range of velocity 0.1~199.9mm/s rms
- c. Measurement range of displacement 0.001~1.999mm
- d. Measurement accuracy 5%+2 digits
- e. Frequency range of acceleration 10Hz~1KHz (LO) 1KHz~15KHz (HI)
- f. Frequency range of velocity 10Hz~1KHz (LO)
- g. Frequency range of displacement 10Hz~1KHz (LO)
- h. Operating temperature range 0~40 C°
- i. Operating humidity range 30~90% RH

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Data data screw conveyor aktual

Berat curah bahan (γ) = 1.500 kg/m
 Faktor koreksi inklinasi konveyor (C) = 1
 Diameter *screw* (D) = 0,18 m
 Diameter *shaft* (d) = 0,05 m
 Screw pitch (S) = 0,16 m
 Loading efficiency (φ) = 0,25
 Putaran *screw* (n) = 150 rpm
 Berat jenis material besi (B_j) = 7.850 kg/m³
 Ukuran Hopper = 0,25 x 0,45 x 0,45 m



Gambar 4.1 Mesin Screw conveyor

$$\begin{aligned}
 4.1.1 \text{ Kapasitas per jam (Q)} &= 60 \frac{\pi D^2}{4} S n \varphi \gamma C \text{ kg/jam (didapat pada rumus 2)} \\
 &= 60 \times \frac{3.14 \times 0.18^2}{4} \times 0.16 \times 150 \times 0.25 \times 1500 \times 1 \text{ kg/jam} \\
 &= 60 \times 0.25 \times 0.16 \times 150 \times 0.25 \times 1500 \times 1 \text{ kg/jam} \\
 &= 13.734 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kondisi terisi 80\%} &= 13.734 \text{ ton/jam} \times 80\% \\
 &= 10.987 \text{ kg/jam} \\
 &= 11 \text{ ton/jam (pembulatan)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4.1.2 \text{ Material didalam Screw (V1)} &= \frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} \times L \times \gamma \text{ kg (didapat pada 1)} \\
 &= \frac{3.14}{4} 0.18^2 - \frac{3.14}{4} 0.05^2 \times 1.28 \times 1500 \text{ kg} \\
 &= (0.25 - 0.0019) \times 1.28 \times 1500 \text{ kg} \\
 &= 57 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4.1.3 \text{ Material didalam Hopper (V2)} &= P \times L \times T \times \gamma \text{ kg (minimal 1.2} \times V1) \\
 &= 0.45 \times 0.45 \times 0.25 \times 1500 \text{ kg} \\
 &= 75 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4.1.4 \text{ Berat shaft antara kedua bantalan (Pa)} &= \frac{\pi d^2}{4} \times L1 \times B_j \text{ kg} \\
 &= \frac{3.14}{4} 0.08^2 \times 0.25 \times 7850 \text{ kg} \\
 &= 0.005 \times 0.25 \times 7850 \text{ kg} \\
 &= 9,8 \text{ kg} = 10 \text{ kg (dibulatkan)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4.1.5 \text{ Berat shaft + daun screw (Pb)} &= \\
 &= \left\{ \left(\frac{\pi d^2}{4} \times L2 \right) + \left(\frac{\pi d^2}{4} \times L3 \right) + \left[\left(\frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} \right) \times n \times t \right] \right\} \times B_j \text{ kg} \\
 &= \left\{ \left(\frac{3.14}{4} 0.095^2 \times 0,07 \right) + \left(\frac{3.14}{4} 0,05 \times 1,28 \right) + \left[\left(\frac{3.14}{4} 0,18^2 - \frac{3.14}{4} 0,05^2 \right) \times 8 \times 0,008 \right] \right\} \times 7.850 \text{ kg} \\
 &= \left[(0,0005) + (0,0025) + (0,0015) \right] \times 7.850 \text{ kg} \\
 &= 0,0045 \times 7.850 \text{ kg} \\
 &= 35 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

4.2. Beban pada bearing mesin screw conveyor

Berat beban pada P1 adalah berat shaft antara 2 bantalan (Pa) = 10 kg (didapat dari perhitungan (1.1.4))

Berat beban pada P2 adalah ;berat shaft dan daun screw (Pb) + berat material dalam hopper (V1) + berat material dalam screw (V2)
 $P2 = 35 \text{ kg (4.1.5)} + 57 \text{ kg (4.1.2)} + 75 \text{ kg (4.1.3)} = 167 \text{ kg}$

Berat beban pada P3 adalah berat shaft dan daun screw (Pb) + berat material dalam screw (V2)
 $P2 = 35 \text{ kg (4.1.5)} + 75 \text{ kg (4.1.3)} = 110 \text{ kg}$

Gaya yang diterima bearing :
 Gaya (F1) = m x g x φ

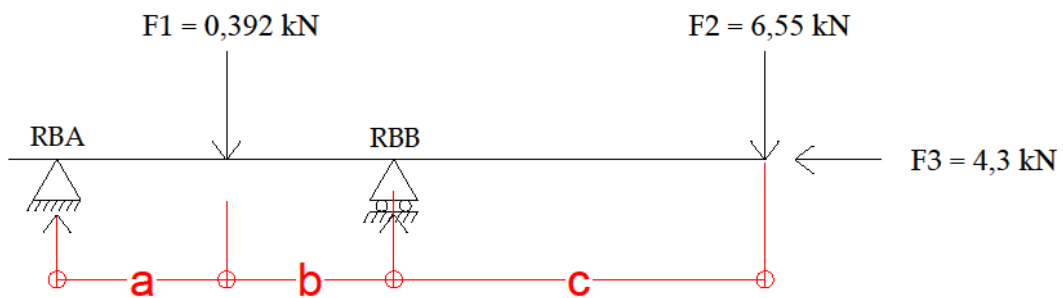
Dimana:
 m= massa (kg)
 g= gravitasi = 9,8 m/s²
 φ =loading efisiensi = 0,25 (1:4) (didapat pada Tabel 2.2)

$$\begin{aligned}
 F1 &= P1 \times g \times \varphi \text{ N} \\
 &= 10 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 4 \\
 &= 392 \text{ N} \\
 &= 0,392 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F2 &= P2 \times g \times \phi \text{ N} \\
 &= 167 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 4 \\
 &= 6.546 \text{ N} \\
 &= 6.55 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F3 &= P3 \times g \times \phi \text{ N} \\
 &= 110 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 4 \\
 &= 4.312 \text{ N} \\
 &= 4.3 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

4.3. Reaksi gaya pada bearing



Gambar 4.2 Reaksi gaya pada Bearing

Dimana: a = 0,125 m
 b = 0,125 m
 c = 1,35 m

Reaksi gaya terhadap Bearing RBA =

$$\begin{aligned}
 \Sigma RBA &= 0 \\
 (F1 \times a) + (F2 \times (a+b+c)) - [RBB \times (a+b)] &= 0 \\
 (0,39 \times 0,125) + [(6,55 \times (0,125+0,125+1,35))] - [RBB \times (0,125+0,125)] &= 0 \\
 (0,39 \times 0,125) + (6,55 \times 1,6) - (RBB \times 0,25) &= 0 \\
 0,049 + 10,48 - (RBB \times 0,25) &= 0 \\
 10,53 - (RBB \times 0,25) &= 0 \\
 RBB &= \frac{10,53}{0,25} \\
 RBB &= 42,12 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Reaksi gaya terhadap Bearing RBB =

$$\begin{aligned}
 \Sigma RBB &= 0 \\
 -(F2 \times c) + (F1 \times b) - [RBA \times (a+b)] &= 0 \\
 -(6,55 \times 1,35) + (0,39 \times 0,125) - [RBA \times (0,125+0,125)] &= 0 \\
 -8,843 + 0,048 - (RBA \times 0,25) &= 0 \\
 -8,795 - (RBA \times 0,25) &= 0 \\
 RBA &= \frac{-8,795}{0,25} \\
 RBA &= -35,18 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Sigma Fy &= 0 \text{ (Cek keseimbangan gaya)} \\
 (RBB + RBA) - (F1 + F2) &= 0 \\
 [42,12 + (-35,18)] - (0,392 + 6,55) &= 0 \\
 6,94 - 6,94 &= 0 \text{ (oke)}
 \end{aligned}$$

4.4 Perhitungan umur *Bearing* (bantalan)

Sesuai dengan Tabel 2.5 umur rancangan untuk bantalan untuk mesin mesin industri umum adalah 20.000-30.000 jam operasional. Mesin ini beroperasi selama 20-22 jam per hari selama 7 hari penuh.

4.4.1 *Ball Bearing* QJ314

Dimana,

Lh = umur *Bearing* berdasarkan jam pemakaian

b = 3

C = 183 kN (*Katalog FAG bearing tabel 2.8*)

P = 35,18 kN (*RBA*)

n = 150 rpm

$$\begin{aligned} Lh &= \left(\frac{C}{P}\right)^b \frac{10^6}{60 n} \text{ (didapat pada rumus 3)} \\ &= \left(\frac{183}{35,18}\right)^3 \frac{10^6}{60 \cdot 150} \\ &= (5,2)^3 \frac{10^6}{9000} \\ &= 140,74 \times 111 \\ &= 15.637 \text{ jam} \end{aligned}$$

4.4.2 *Roller Bearing* NU 314

Dimana,

Lh = umur *Bearing* berdasarkan jam pemakaian

b = 3,33

C = 204 kN (*Katalog FAG bearing tabel 2.8*)

P = 35,18 kN (*RBA*)

n = 150 rpm

$$\begin{aligned} Lh &= \left(\frac{C}{P}\right)^b \frac{10^6}{60 n} \text{ (didapat pada rumus 3)} \\ &= \left(\frac{204}{35,18}\right)^{3,33} \frac{10^6}{60 \cdot 150} \\ &= (5,8)^{3,33} \frac{10^6}{9000} \\ &= 348,5 \times 111 \\ &= 38.683 \text{ jam} \end{aligned}$$

4.4.3 *Spherical Roller Bearing* 22316

Beban Ekvivalen untuk *Bearing* 22316

Tabel 4.1 Tabel beban ekuivalen

Type bearing	C Dynamic (kN)	e	Fa/Fr ≤ e (Y)	Fa/Fr > e (Y)
22314	415	0,34	1,99	2,96

Dimana:

Fa = 4,3 kN (F3)

Fr = 42,12 kN (RBB)

V = 1,0 (konstanta untuk ring dalam berputar)

1,2 (konstanta untuk ring luar berputar)

Fs = 1,3

$$\frac{Fa}{Fr} = \frac{4,3}{42,12} = 0,10$$

Sesuai tabel 4.1 diatas, maka:

e = 0,34 (untuk *Spherical Roller Bearing* 22316)

$$\frac{F_a}{F_r} \leq e, \text{ sehingga } X=1, Y = 1,99$$

$$P = F_s (V \cdot X \cdot F_r + Y \cdot F_a)$$

$$= 1,3 \times [(1 \times 1 \times 42,12) + (1,99 \times 4,3)]$$

$$= 1,3 \times (42,12 + 8,55)$$

$$= 1,3 \times 50,67$$

$$P = 65,87 \text{ kN}$$

Dimana:

Lh = umur *Bearing* berdasarkan jam pemakaian
 b = 3,33
 C = 415 kN (*Katalog FAG bearing tabel 2.8*)
 P = 65,87 kN
 n = 150 rpm

$$L_h = \left(\frac{C}{P}\right)^b \frac{10^6}{60 n}$$

$$= \left(\frac{415}{65,87}\right)^{3,33} \frac{10^6}{60 \cdot 150}$$

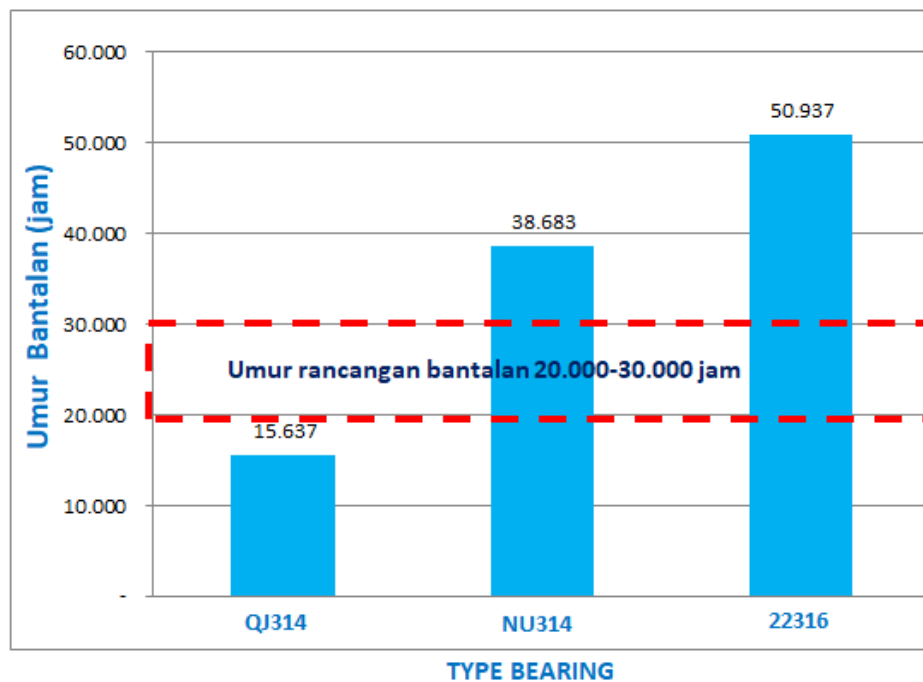
$$= (6,3)^{3,33} \frac{10^6}{9000}$$

$$= 458,9 \times 111$$

$$= 50.937 \text{ jam}$$

Dari hasil perhitungan umur *bearing* diatas maka didapatkan hasil sebagai berikut:

1. *Ball Bearing* QJ 314 adalah 15. 637 jam
2. *Roller Bearing* NU 314 adalah 38.683 jam
3. *Spherical Roller Bearing* 22316 adalah 50.937 jam



Gambar 4.3 Grafik Perhitungan umur Bearing

4.5 Pengukuran *Velocity Bearing*

Velocity adalah jumlah waktu yang dibutuhkan ketika terjadinya displacement atau kecepatan getaran suatu benda dan biasa menggunakan satuan (inch/s, mm/s). Velocity untuk melihat ukuran kecepatan dari benda tersebut saat sedang bergerak atau bergetar selama terisolasi. Velocity bisa dikatakan sebagai indikator yang paling baik untuk mengetahui apakah terjadi suatu masalah vibrasi ketika sebuah bearing berputar atau bekerja. Pengukuran Velocity sesuai dengan *Standard ISO 10816-3* yaitu tentang kriteria untuk mengevaluasi getaran pada mesin, menurut pengukuran yang dilakukan pada bagian yang tidak berputar yaitu pada bagian tumpuan bantalan atau housing bantalan.

Tabel 4.2 Tabel Velocity

								Velocity	
								11	0.44
								7.1	0.28
								4.5	0.18
								3.5	0.11
								2.8	0.07
								2.3	0.04
								1.4	0.03
								0.71	0.02
rigid	flexible	rigid	flexible	rigid	flexible	rigid	flexible	Foundation	
pumps > 15 kW radial, axial, mixed flow				medium sized machines 15 kW < P < 300 kW		large machines 300 kW < P < 50 MW		Machine Type	
integrated driver		external driver		motors 160 mm ≤ H < 315 mm		motors 315 mm ≤ H			
Group 4		Group 3		Group 2		Group 1		Group	

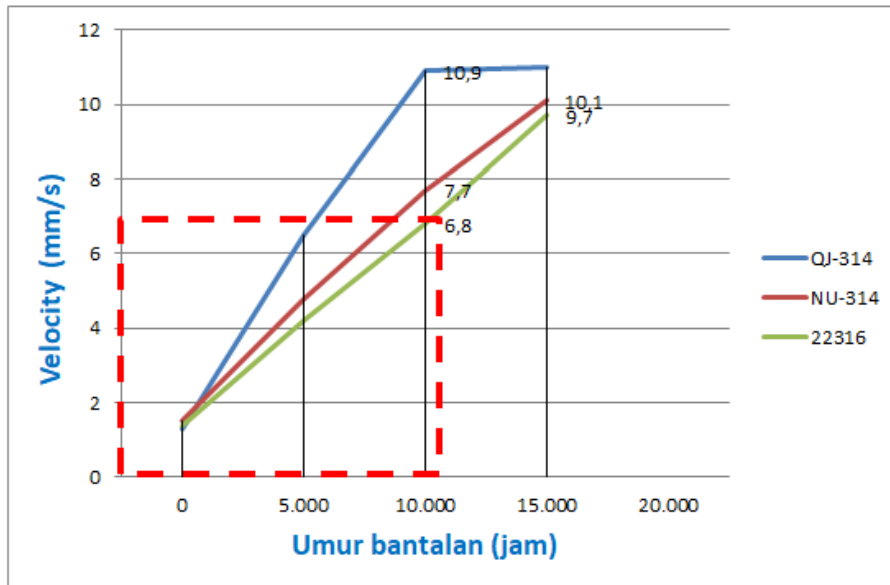


Gambar 4.4 Pengambilan data Velocity

Proses pengukuran *velocity bearing* dilakukan dengan periode tertentu atau sesuai dengan putaran *bearing* yang telah dicapai. Disini akan dilakukan pengambilan data dalam 5 tahap yaitu pada saat dipasang, 5.000 jam, 10.000 jam, 15.000 jam dan 20.000 jam (tidak tercapai).

Tabel 4.3 Hasil pengukuran *Velocity Bearing*

No	Type Bearing	0 Jam	5.000 Jam	10.000 Jam	15.000 Jam	20.000 Jam
1	QJ-314	1,3	6,5	10,9	11	
2	NU-314	1,5	4,8	7,7	10,1	
3	22316	1,4	4,2	6,8	9,7	



Gambar 4.5 Grafik nilai *Velocity Bearing*

5 Kesimpulan

Setelah selesainya penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Umur *bearing* pada mesin *screw conveyor* berada antara 50% - 75% dari hasil perhitungan rencana.
2. *Ball Bearing* QJ-314 sebagai sustitusi Roller Bearing NU-314 masih bisa dipergunakan walaupun umurnya lebih pendek.
3. Umur dari bearing sangat tergantung dari kondisi lingkungan sekitarnya karena sifat bearing yang harus bebas dari kontaminasi benda benda lain, selain untuk pelumasan.

Saran

1. Agar mencapai kekuatan yang maksimal maka kondisi ideal untuk bearing harus dipenuhi yaitu terbebas dari kontaminasi benda asing.
2. Dipastikan preventif maintenance secara rutin agar umur mesin lebih awet dan bekerja dengan mendapatkan hasil maksimal.
3. Perlu dipersiapkan alternatif spare parts untuk bagian bagian yang sifatnya konsumabel parts atau penggantian yang rutin.

Referensi

- Abdul Rahman, tahun 2017 "Prototype Screw Conveyor Mesin Pendaaur Ulang Pasir Cetak 10 Ton/jam"
- Ach. Muhib Zainuri, ST, MT, tahun 2008 "Mesin Pemindah Bahan". Penerbit Andi. Yogyakarta. FAG Bearing Catalog Book, PT. Gerindo Super Teknik, Jakarta.
- H. Darmawan Harsokoesoemo, tahun 2004 "Pengantar Perancangan Teknik" penerbit ITB.
- Jordhy Imanda¹, Sri Waluyo², Dwi Dian Novita³, Tahun 2015 "Pengaruh Sudut Ulir dan Komoditas Terhadap Kinerja Alat *Screw Conveyor* Pada Variasi Kecepatan Putar".
- Mikell P. Groover tahun 2010 " *Fundamentals of Modern Manufacturing*".
- Muhamad Riva'i¹, Nanda Pranandita², tahun 2018 Journal "Analisa kerusakan Bantalan Bola (ball bearing) Berdasarkan Signal Getaran".
- Rusdi, Nur, S. ST, M.T, Ph.D dan Muhammad Arsyad Suyuti, S.T, M.T, tahun 2018. "Perancangan Mesin Industri". Depublish.
- Sajima¹, Deddy Hasnurrofiq², Sudaryadi³, tahun 2012 "Rancang Bangun Screw Feeder Sebagai Perangkat Dukung Peleburan Konsentrat Zirkon".
- Satria Ika Dinwasiba¹, Ahmad Widodo, Ismoyo Haryanto³, Journal Undip tahun 2021. "Diagnosis Kerusakan *Bearing* Dengan Analisis Sinyal Getaran Pada Program Matlab".
- Sularso dan Kiyokatsu Suga, tahun 1983 "Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin" Pradnya Paramita.
- Yadi Heryadi, Vol 9 No 2 (2019): Jurnal Teknologika "Kaji Eksperimen Kerusakan Bantalan Luncur Pada Mesin Gilas Statis Roda Baja".