

ALAT BANTU ANALISIS KERUSAKAN ANTI-FRICTION BEARING PADA UNIT ALAT BERAT

Jarot Wijayanto¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Banjarmasin

Masuk: 24 Maret 2015, revisi masuk : 20 April 2015, diterima: 12 Juni 2015

ABSTRACT

Damage to engine part from unit of heavy equipment that often happens will interfere the activity of production because the unit of heavy equipment automatically will experience improvement. With the anticipation of anti-friction bearing damage will reduce the repair of any units of heavy equipment caused by damage to the anti-friction bearing. The purpose of creation of this tool is to help examine and analyze the damage often occurs on anti-friction bearing in unit of heavy equipment. Method of making a tool anti-friction bearing damage analysis, on unit of heavy equipment with operating conditions approach happens i.e. aspect of the workload and working temperature. Simulation as a media tool anti-friction bearing damage can be done. The result of manufacture of tool breakage analysis of anti-friction bearing this could make it easier to know the working conditions and the variable load and speed rounds so the data parameter causes damage taken (annihilation due to the influence of vibration and heat which occurs). Components anti-friction bearing damage analysis tool i.e. dynamo 3 phase 1500rpm, inverter, coupling flens Ø6', shaft Ø70mmx600mm, pillow bearing Ø70mm, Housing bearing and punch, inner pack capacity 10ton, ball bearing, frame.

Key word : tools, anti-friction bearing, damage, working condition

INTISARI

Kerusakan bagian mesin dari unit alat berat yang sering terjadi akan mengganggu aktivitas produksi karena secara otomatis unit alat berat akan mengalami perbaikan. Dengan langkah antisipasi kerusakan anti-friction bearing akan mengurangi perbaikan dari setiap unit alat berat yang disebabkan oleh kerusakan pada anti-friction bearing. Tujuan dari pembuatan alat bantu ini adalah membantu mengkaji dan menganalisis kerusakan yang sering terjadi pada anti-friction bearing di unit alat berat. Metode pembuatan alat bantu analisis kerusakan anti-friction bearing pada unit alat berat dengan pendekatan pada kondisi operasi yang terjadi yaitu aspek beban kerja dan temperatur kerja. Alat bantu sebagai media simulasi kerusakan anti-friction bearing dapat dilakukan. Hasil dari pembuatan alat bantu analisis kerusakan anti-friction bearing ini bisa memudahkan mengetahui kondisi kerja dan variabel beban dan kecepatan putaran sehingga diambil parameter data penyebab kerusakan (pengikisan karena pengaruh getaran dan panas yang terjadi). Komponen alat bantu analisis kerusakan anti-friction bearing yaitu ; dinamo 3phase 1500rpm, inverter, coupling flens Ø6', poros Ø70mmx600mm, pillow bearing Ø70mm, Housing bearing dan punch, inner pack kapasitas 10ton, ball bearing, frame.

Kata kunci : alat bantu, anti-friction bearing, kerusakan, kondisi kerja.

PENDAHULUAN

Sesuai program pemerintah melalui master plan percepatan pembangunan Indonesia (MP3EI), Area Kalimantan masuk dalam koridor ekonomi sebagai pusat produksi dan pengolahan hasil tambang dan lumbung

energi nasional. Kegiatan ekonomi utamanya adalah; minyak dan gas, kelapa sawit, batu bara, besi baja, bauksit dan perikanan. Propinsi Kalimantan Selatan merupakan salah satu provinsi yang memiliki kekayaan alam yang berlimpah. Kekayaan alam

¹ jarot@akprind.ac.id.

utama yang dihasilkan adalah batubara dengan produksi pertahun lebih dari 100 juta ton (2012) dengan tren produksi yang terus meningkat seiring peningkatan permintaan energi dunia. (Ayuningrum H.,2013)

Dengan produksi tambang batubara yang besar maka tentunya Propinsi Kalimantan Selatan memerlukan kesiapan sumberdaya manusia dan sarana (unit alat berat). Dalam hal ini tentunya alat berat yang awet sehingga mampu bekerja keras untuk menyelesaikan pekerjaan secara maksimal sehingga mendukung tercapainya kapasitas produksi yang tinggi. Unit alat berat yang digunakan dalam proses produksi tambang batubara antara lain compactor, dozer, excavator, backhoe loader, wheel loader, wheel dozer, wheel excavator dan off highway truck. Dari semua jenis alat berat tersebut diatas tentunya terdiri sistem elektrical dan engine serta tool lainnya (bagian-bagian mesin : roda gigi, bantalan, kopling, pasak, poros, mur dan baut dan lain-lain). Akan tetapi kapasitas beban operasi yang tinggi dari unit alat berat dan faktor kesalahan pengoperasian akan menyebabkan kerusakan (*failure*) dari bagian-bagian mesin walaupun perawatan sudah cukup memadai. Kerusakan (*failure*) tersebut 80% karena *fatigue/kelelahan (thermal fatigue, low-cycle fatigue, simple fatigue/high cycle)* dan sisanya 20% disebabkan oleh *corrosion mechanisme, creep* dan *principle stress (static) fracture* (Matthews, 1998).

Aherwar M, 2012.,melakukan analisis kerusakan dari rolling element bearing Hasil analisis menunjukkan komponen yang prosentasenya rusak adalah *inner ring* sebesar 90% dan yang terendah pada rolling element sebesar 30%. Sedangkan prosentase kerusakan pada bearing masing-masing : *overloading (axial loading)* beban sebesar 10%, *improper mounting* 60%, *inadequate lubricant* 30%, *contamination* 0%, *moisture/chemical action* 30%, *failure cause due to high temperature* 40%, *poor handling* 50%, *misalignment* 20%, *improper lubrication* 50%.

Gegner J, 2011., meneliti aspek dari tribologi terhadap kerusakan *rolling bearing*. Dalam hal ini disampaikan

pentingnya aspek dari tribologi yang bersinggungan langsung pada putaran terhadap kerusakan bantalan (*bearing*).

Timken, 2011.,menyampaikan pengikisan element bearing pemakaian bisa disebabkan oleh material yang berasal dari luar bearing. Pasir, logam bekas pengikisan grinding atau proses permesinan dan material karbid dari gears. Pada tapered bearing, tingkatan pengikisan pemakaian roller dan cone rib lebih besar daripada race. Pengikisan ini akan terjadi dengan penambahan ruang gerak atau jarak ruang ijin. Hal ini dapat menurunkan umur lelah dan ketidak lurusan pada bearing. Pengikisan pemakaian juga dapat dipengaruhi oleh komponen lain dari mesin pada bearing yang digunakan. Partikel dari luar bisa masuk karena seals yang tidak efektif. Korosi sering terjadi disebabkan oleh air kondensasi (uap air atau air) pada rumah bearing oleh perbedaan temperatur.

Ray D, 2009.,menganalisa *journal bearing*. *Journal bearing* dibuat nomor dari perbedaan hidrodinamis jenis *bearing* yang mencakup *plain sleeve, fixed lobe* dan *tilting pad*. Secara umum kegagalan model dari *journal bearing* salah satunya dari kurangnya pelumasan dan pembebanan lebih. Bilamana salah satu bisa terjadi, kegagalan akan mendadak dan dapat merupakan menimbulkan bencana besar. Memberikan kontrol saat *safe shutdown* dari amplitudo tinggi seperti yang disampaikan pada standar API atau pada journals yang lain.

Catterpillar, 2005.,menyampaikan cacat pada antifricition bearing terutama sekali datang dari material, pembentukan, permesinan, perilaku panas, gerinding dan kesulitan pemasangan. Kelebihan beban adalah hal yang biasa sebagai faktor penyebab kegagalan bearing lebih awal. Kelebihan beban menyebabkan panas yang berpengaruh pada kekentalan oli. Panas akan menyebabkan kekentalan oli menurun dan membuat lapisan film tipis, membiarkan kontak antara komponen rolling dan raceway.

Kerusakan bagian-bagian mesin dari peralatan alat berat tentunya akan

berakibat adanya perbaikan (maintenance) yang memerlukan waktu dan biaya yang banyak sehingga akan berdampak dari produksi tambang batubara yang dihasilkan per hari. Dari uraian diatas yang selanjutnya digunakan untuk menganalisa dari kondisi operasi kerja yang meliputi temperatur kerja, beban kerja dan kondisi lingkungan kerja/korosi dari bearing.

Cappelino, 2000., menganalisis panas pada bearing pompa sentrifugal, menggunakan prinsip perpindahan panas dan termodinamika. Dalam analisa dimungkinkan untuk memperkirakan temperatur pelumasan bearing antara lebar pemakaian dan kondisi saat beroperasi. Hasilnya menunjukkan prinsip dan prosedur secara umum dapat dengan mudah diterapkan dengan akurasi pada model lain untuk mengamati kemiripan kemampuan bearing.

sehingga dilakukan alternatif penyelesaian yang tepat untuk menjaga efisiensi dan efektivitas tinggi dari peralatan alat berat sehingga meningkatkan kinerja dengan umur pakai yang relatif lama. Tujuan pembuatan alat bantu analisis kerusakan bearing pada unit alat berat adalah merancang alat uji perlu kiranya dilakukan penelitian untuk mencari informasi bagian-bagian mesin yang prosentasenya tinggi mengalami kerusakan dan mencari akar permasalahan dari kerusakan.

METODE

Metode yang dilakukan untuk membantu pelaksanaan pembuatan alat bantu ini adalah :

Studi Literatur, penulis menggunakan ini untuk memperoleh informasi yang berkaitan dengan macam-macam kerusakan pada bearing. Studi literatur ini mengacu pada buku/modul, data sheet dari berbagai macam komponen yang dipergunakan data yang didapat dari internet, SIS PT.TU Cabang Banjarmasin dan makalah-makalah.

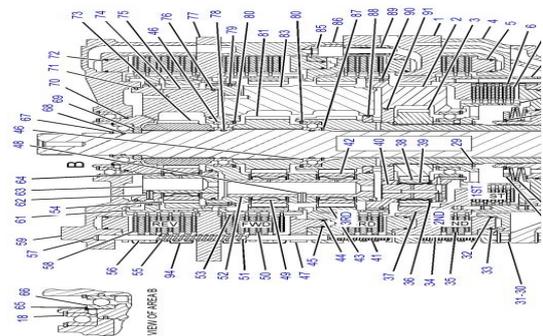
Pembuatan Alat, berisi tentang proses perencanaan alat berupa variasi pembebanan dan kecepatan putar pada anti-friction bearing

Uji alat, dari alat yang sudah dibuat maka dilakukan pengujian terhadap masing-masing bagian dengan

tujuan untuk mengetahui fungsi agar sesuai yang diharapkan dan bisa melakukan pengambilan data.

Perancangan, ball bearing yang berada dalam konstruksi transmission group unit D10R (Gambar 1) akan kesulitan jika dilakukan pengambilan data dan simulasi secara langsung dalam sistem transmisi, untuk itu perlu dilakukan pembuatan alat bantu untuk menganalisa kerusakannya.

Gambar 4. Menunjukkan lay out rancangan alat bantu kerusakan anti-friction bearing. Kegagalan (kerusakan) dari bearing pada suatu unit alat berat dapat disebabkan oleh beberapa faktor potensial yang berpengaruh. Faktor potensial antara lain : pengikisan (overloading, heat treated, electrical current, distorsy dan vibration damage),. Dengan adanya alat bantu tersebut bisa dijadikan media untuk mengukur parameter yang menyebabkan kerusakan pada anti-friction bearing.



Gambar 1. Transmission Group Unit D10R (SIS, PT.TU, 2015)



Gambar 2. Component Transmission Condition When Received at Workshop PTTU Banjarmasin

Perhitungan Beban Ekuivalen Statis (Po) radial, (Sularso, 2004)

$$P_o = X_o F_r + Y_o F_a \dots\dots\dots(1)$$

X_o ; Y_o adalah Faktor Pembebanan



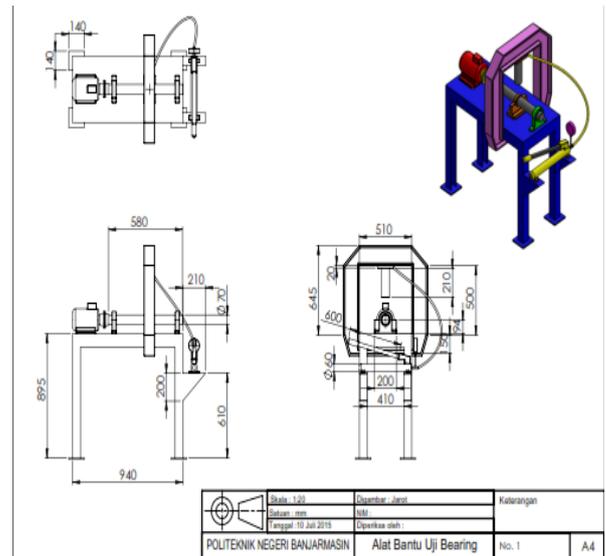
Gambar 3. After dismantle component found Ball Bearing P/N. 2D-5658 was broken and many material piece of Ball Bearing at housing. Recommended to replace Ball Bearing.

Ball bearing dan roller bearing memiliki masa pakai yang lama asalkan tidak kelebihan beban (overload), salah pemasangan, dipasang dengan tidak benar atau dibiarkan kekurangan pelumas. Berikut ini adalah sebab-sebab kerusakan bearing dan bagaimana mengenalinya.

Satu, abrasi / Abrasion. Masuknya kotoran dan pasir ke dalam bearing dapat menyebabkan keausan dini dengan menggilas permukaan yang menimbulkan permukaan kasar dan menghilangkan kehalusan permukaan.

Dua, kekurangan Pelumasan / Lack of Lubrication. Timbulnya panas merupakan akibat kekurangan pelumasan. Panas menyebabkan perubahan warna pada permukaan bearing, roller dan ball. Pada plain bearing, kekurangan pelumasan akan mengakibatkan goresan dan keausan berlebih dan akhirnya

akan menyebabkan bearing rusak secara menyeluruh. Sangatlah penting melakukan pelumasan pada pin dan bearing yang sedikit bergerak satu sama lain untuk meyakinkan tidak terjadi keausan.



Gambar 4. Lay out rancangan alat uji kerusakan bearing

Spesifikasi komponen-komponen yang diperlukan antara lain ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. List komponen alat bantu

No	Nama	Jml	Satuan
1	Ball bearing, \varnothing 70mm	2	buah
2	Koupling flens, \varnothing 6"	1	set
3	Dinamo, 3phase 1500rpm	1	buah
4	Inventer	1	buah
5	Poros, \varnothing 70mm x 600mm	1	buah
6	Pillow bearing, \varnothing 70mm	2	buah
7	Housing bearing dan punch	1	set
8	Inner pack, 10T	1	set
9	frame	1	set

Tiga, korosi / Corrosion. Air dan uap akan menyebabkan korosi. Ini terlihat seperti bekas lubang-luang atau daerah berkarat. Penanganan yang ceroboh atau penyimpanan bearing yang tidak benar setelah pencucian dapat menyebabkan korosi permukaan.

Empat, pemasangan yang salah /Faulty Fitting. Ball dan roller bearing biasanya mempunyai toleransi kesesuaian pemasangan antara bearing dengan shaft. Ini tidak boleh berlebihan, jika tidak inner race akan dipaksa mengembang dan akan terjadi pembengkokan bearing, yang akan mengakibatkan kerusakan. Setiap cacat atau kerusakan pada shaft akan menyebabkan distorsi secara lokal pada race. Area yang terdistorsi ini akan kelebihan beban dan kerusakan akan bermula dari sana. Shaft harus bersih dan halus agar bearing dapat terpasang dengan tepat pada shaft. Pemasangan outer race bearing ke dalam housing juga harus diperhatikan. Shaft dan housing harus diperiksa terlebih dahulu sebelum pemasangan bearing.

Lima, penyetelan yang salah / Faulty Adjustment. Ada tiga jenis penyetelan: terlalu longgar, terlalu kencang dan benar. Referensi harus sesuai dengan spesifikasi pabrik pembuat, apakah bearing itu harus diberi beban awalan atau tidak. Umumnya, bearing disetel agar tidak terlalu longgar atau terlalu kencang; kedua kondisi tersebut dapat menyebabkan ball atau roller pecah dan permukaan bearing menjadi tergores. Penyetelan yang terlalu kencang akan menyebabkan panas berlebihan pada awalnya, dan berakibat kemungkinan hilangnya pelumas.

PEMBAHASAN

Alat bantu kerusakan anti-friction bearing berfungsi untuk membantu dalam pengambilan data-data penyebab kerusakan anti-friction bearing. Dengan variasi beban statis (radial) pada bearing dan kecepatan putaran dari poros bisa diambil parameter data yang menyebabkan pengikisan (getaran maupun panas yang terjadi). Ada sejumlah cacat yang dapat terjadi dalam antifricition bearing. saat menginspeksi bearing (Catterpillar, 2003).

Galling merupakan keausan pada permukaan bearing dengan beberapa lubang kecil. Hal ini disebabkan oleh pelumasan yang buruk atau kurang pelumasan.

Spalling adalah permukaan yang berlubang-lubang di raceway dalam dan

luar dan mungkin pada ball atau roller. Ini disebabkan karena logam terlalu tertekan dan ini disebut sebagai kelelahan logam. Ini bisa disebabkan oleh penyetelan yang terlalu longgar, yang membuat dampak atau beban kejutan pada permukaan bearing. kelebihan beban pada bearing adalah kemungkinan penyebab lainnya.

Corosion yaitu karat membuat bekas pada permukaan, atau bagian lain dari bearing. Ini disebabkan oleh adanya air atau kelembaban.

Pitting merupakan tanda-tanda lubang dalam permukaan bearing. Ini bisa merupakan korosi lanjutan yang disebabkan oleh air atau kelembaban.

Discoloration adalah permukaan bearing berubah warna karena panas. Mungkin terjadi karena kurangnya pelumasan. Operasi yang terus menerus dapat menyebabkan lecet dan rontok. Perubahan warna dapat juga disebabkan bearing disetel terlalu kencang. Hal ini bisa mengakibatkan overheating.

Fretting merupakan tanda pengikisan yang disebabkan oleh pergerakan. Umumnya terjadi ketika bearing terlalu longgar padaudukannya atau shaft.

Crack Race, Inner race dapat mengalami keretakan jika terlalu kencang pada shaftnya dan outer race dapat retak jika terlalu kencang dalam housingnya.

Brinelling dapat terjadi ketika bearing kelebihan beban atau salah dalam pemasangan, timbulnya lekukan-lekukan lubang pada raceway. Gambar 5. Menunjukkan alat bantu kerusakan bearing dan bagian-bagiannya.

Pembuatan alat bantu kerusakan anti-friction bearing menggunakan frame besi tuang profil I dengan ketebalan 3mm (Gambar 3 dan 4). Frame dirangkai menggunakan proses pengelasan listrik. Spesimen anti-fiction bearing ditempatkan ditengah poros \varnothing 70mm x 600mm menggunakan bushing yang disuport oleh 2 buah pillow bearing. Poros dihubungkan dengan motor listrik melalui koupling flens \varnothing 6". Punch hidroulik secara radial tepat diatas housing bearing bagian atas.



Gambar 5. Alat bantu kerusakan anti-friction bearing

Mekanisme kerja dari alat ini adalah sebagai berikut : Satu, menentukan pembebanan radial (konversi dari tekanan) dengan cara memompakan aktuator power hidroulik yang sudah ada pressure gauge. Gerakkan punch hidrolik sampai menyentuh housing atas bearing sampai mendapatkan *pressure* yang diinginkan. Kunci pembebanan radial dengan menggerakkan valve hidroulik. Dua, menentukan kecepatan putaran poros pada inverter. Tiga, tekan panel on pada motor listrik. Empat, jalankan untuk berapa lama menurut jumlah rpm yang diinginkan atau berapa jam operasi Lima, lakukan pengambilan data panas dan getaran yang terjadi pada bearing (iner ataupun outer bearing). Gambar 6. Menunjukkan suasana uji coba alat kerusakan anti-friction bearing setelah selesai dibuat.



Gambar 6. Suasana uji coba alat bantu kerusakan anti-friction bearing

KESIMPULAN

Alat bantu sebagai media simulasi kerusakan anti-friction bearing dapat dilakukan dengan variasi beban dan kecepatan putaran poros sehingga dapat diketahui pada pembebanan dan kecepatan putaran berapa serta berapa lama anti-friction akan mengalami kerusakan. Data yang bisa diambil secara langsung adalah getaran dan panas yang terjadi.

Komponen alat bantu tersebut yaitu ; dinamo 3phase 1500rpm, inverter, coupling flesns $\varnothing 6'$, poros $\varnothing 70\text{mm} \times 600\text{mm}$, pillow bearing $\varnothing 70\text{mm}$, Housing bearing dan punch, inner pack kapasitas 10ton, ball bearing, frame.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih disampaikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DP2M), Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi (Dikti), Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi melalui Unit P2M Politeknik Negeri Banjarmasin yang telah membiayai Skim Penelitian Hibah Bersaing Tahun Anggaran 2015.

DAFTAR PUSTAKA

- Aherwar A., Bajpai R., Khalid S., 2012, *Investigation to Failure Analysis of Rolling Element With Various Defect*, International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)
- Ayuningrum H., 2013, Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia - Kalimantan, www.scribd.com/doc/120436314/MP3EI-Kalimantan, diakses April 2014
- Caterpillar., 2005, *Bearing Maintenance PEGJ0037.*, www.cat.com diakses 10 April 2014.
- Caterpillar Drive., 2003, *Bearing, Seal Dan Gasket*, Modul Teknisi Layanan Caterpillar, Caterpillar of Australia Pty Ltd Melbourne, Australia.
- Cappelino Charles A., Osberno James C., 2000, *The Prediction of Bearing Lubricant Temperatures and Cooling Requirrements for Acentrifugal Pump*, Proceeding of The Second International Pump Symposium.

- Gegner, J.,2011, *Tribological Aspects of Rolling Bearing Failure*, SKF GmbH, Departement of Material Physics Institute of Material Science, University of Siegen German.
- Matthew, C.,1998, *A Practical Guide to Engineering Failure Investigation*, Profesional Engineering Publishing Limited London and Bury St Edmunds, UK
- Timken.,2011, *Timken Bearing Analysis With Lubrication Reference Guide*, The Timken Company
- Ray D.,2010, *Journal Bearing Analysis*, Kelm Engineering Danbury, TX
- Sularso.,Sugi Kiyokatsu.,1994, *Dasar-Dasar dan Perencanaan Elemen Mesin*, Paradya Paramita, Jakarta.