

ANALISIS AMPLITUDO GETARAN TERHADAP JENIS KERUSAKAN UNBALANCE, LOOSENESS, DAN KERUSAKAN BEARING PADA MOTOR INDUKSI 3 PHASE

Andika Mardian Setiono^{*1)}, Achmad Rijanto^{*2)}, Dicki Nizar Zulfika^{*3)}

^{*1, 2, 3)}Universitas Islam Majapahit, Mojokerto

Email Dkmardian@gmail.com

ABSTRAK

Getaran adalah gerakan yang teratur dari benda atau media dengan arah bolak-balik dari kedudukan seimbang. Aplikasi ilmu getaran telah banyak diterapkan. Diantaranya adalah untuk mengetahui jenis kerusakan pada motor induksi 3 phase dengan menganalisa besar amplitudo getarannya. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan cara menganalisa perbandingan getaran pada saat motor induksi dalam keadaan mengalami masalah setelah penanganannya. Hal ini dilakukan dengan menempatkan sensor vibrator meter pada posisi vertikal dan horizontal terhadap sumbu pusat putaran motor, untuk mendapat nilai amplitudo yang dianalisa, lalu disimpulkan apakah jenis kerusakannya. Kerusakan motor induksi pada umumnya yaitu *unbalance*, kerusakan pada *bearing*, dan *looseness*. Dengan data yang diperoleh, kemudian menganalisa penanganan yang tepat dengan bahan yang sesuai, dengan harapan mampu memudahkan langkah awal yang akan diambil pada saat memperoleh kerusakan yang dipicu oleh tingginya vibrasi, sehingga dapat meredam gejala vibrasi yang timbul, agar tidak berpengaruh pada komponen motor yang lain. Setelah dilakukan uji coba maka diperoleh hasil bahwa motor dengan kondisi *unbalance* bisa diredam dengan plat kuningan dengan ukuran 0,25 mm, sedangkan pada keadaan *looseness* bisa ditangani dengan mengeraskan ulang baut *support* yang longgar atau bisa diganti, dan pada keadaan *bearing* rusak bisa dilakukan perawatan seperti *regrease*.

Kata Kunci: amplitudo getaran, motor listrik, kerusakan motor.

ABSTRACT

Vibration was the regular movement of objects or media in the alternating direction from a balanced position. The application of vibration science has been widely applied. Among them was to determine the type of damage to the 3 phase induction motor by analyzing the magnitude of the vibration amplitude. The method by the author was to analyze the ratio of vibrations when the induction motor was in trouble with after handling. This was done by placing the sensor vibrator meter in a vertical and horizontal position to the axis of the center of the motor rotation to get the value of the amplitude which is analyzed continuously concluded whether the type of damage. Induction motor damage in general, namely unbalance, damage to the bearing, and looseness. With the data obtained by the author, analyzing the proper handling with materials in accordance with expectations can facilitate the initial steps to be taken when obtaining damage triggered by high vibrations so as to reduce vibrational shocks that arise so as not to affect other motor components. After testing, the results obtained that the motor with unbalance conditions could be damped with a brass plate with a size of 0.25 mm, while in the state of looseness could be handled by re-hardening support bolts that were loose or could be replaced, and in the case of damaged bearings could be treated as regrease.

Keywords: vibration amplitude, electric motor, motor damage

PENDAHULUAN

Dalam perkembangan teknologi saat ini, ilmu getaran sangat berperan penting di dalamnya. Dalam sebuah bidang industri misalnya, memerlukan adanya ilmu getaran, agar dapat diketahui tingkat kerusakan pada suatu *bearing* pada motor induksi. Apabila getaran yang dihasilkan melebihi batas yang diperbolehkan, maka dapat mengganggu kinerja motor dan membahayakan proses yang sedang berlangsung. Dengan adanya ilmu getaran yang mempelajari mengenai kerusakan suatu peralatan, maka dari itu dapat diminimalisir atau bahkan diatasi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh getaran yang dapat merusak motor listrik. Dari latar belakang tersebut, dapat disimpulkan beberapa permasalahan, antara lain: bagaimana cara mengetahui tingkat vibrasi motor listrik induksi, bagaimana menganalisa spektrum vibrasi dengan jenis *trouble shooting unbalance, looseness*, dan kerusakan *pada bearing* dan bagaimana cara menyelesaikan masalah vibrasi *unbalance, looseness*, dan kerusakan *pada bearing*.

Penelitian ini mempunyai 3 manfaat utama yaitu: mengetahui tingkat vibrasi motor yang harus diperbaiki, memudahkan *team maintenance* untuk mendeteksi kerusakan motor induksi dan mengetahui jenis nilai frekuensi dengan kerusakan tertentu.

Menurut Hanifa, Nadya (2012), dalam makalah "vibrasi" getaran adalah gerakan yang teratur dari benda atau media dengan arah bolak-balik dari kedudukan keseimbangan (KEP-51/MEN/1999). Getaran dapat diartikan sebagai gerakan dari suatu sistem bolak balik, gerakan tersebut dapat berupa gerakan yang harmonis sederhana dapat pula kompleks. Sifatnya dapat periodik atau random; steady-state atau transient). Getaran mempunyai tiga parameter yang dapat dijadikan sebagai tolak ukur yaitu: 1) amplitudo adalah ukuran atau besarnya sinyal vibrasi yang dihasilkan. Amplitudo dari sinyal vibrasi mengidentifikasi besarnya gangguan yang terjadi, 2) frekuensi adalah banyaknya periode getaran yang terjadidalam satu putaran waktu dan 3) phase vibrasi adalah penggambaran akhir dari pada karakteristik suatu getaran. Beberapa penyebab terjadinya vibrasi, yaitu:

1) *Unbalance, Unbalance* adalah kondisi di mana pusat massa tidak sesumbu dengan sumbu rotsi sehingga rotor mengalami gaya secara relatif untuk menentukan titik referensi atau titik awal pada bagian yang lain yang bergetar. Vibrasi terhadap bearing yang menghasilkan gaya sentrifugal. Ada beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya *unbalance* yakni kesalahan saat proses permesinan dan *assembly*, eksentrisitas

komponen, adanya kotoran saat pengecoran, korosi dan keausan, distorsi geometri karena beban termal dan beban mekanik, serta penumpukan material. Karakteristik dari unbalance ini dapat diketahui dengan adanya amplitudo yang tinggi pada 1 x rpm, tetapi adanya amplitudo pada 1 x rpm tidak selalu unbalance, tanda lainnya adalah rasio amplitudo antara pengukuran arah horizontal dan vertikal kecil ($H/V < 3$). Ketika pada kondisi dominan *unbalance*, maka getaran radial (horizontal dan vertikal) akan secara normal jauh lebih tinggi dibandingkan axial. Pada motor normal, getaran horizontal lebih tinggi dari vertikal. Amplitudo di 1 x rpm secara normal $\geq 80\%$ dari amplitudo keseluruhan ketika masalah dipastikan unbalance.

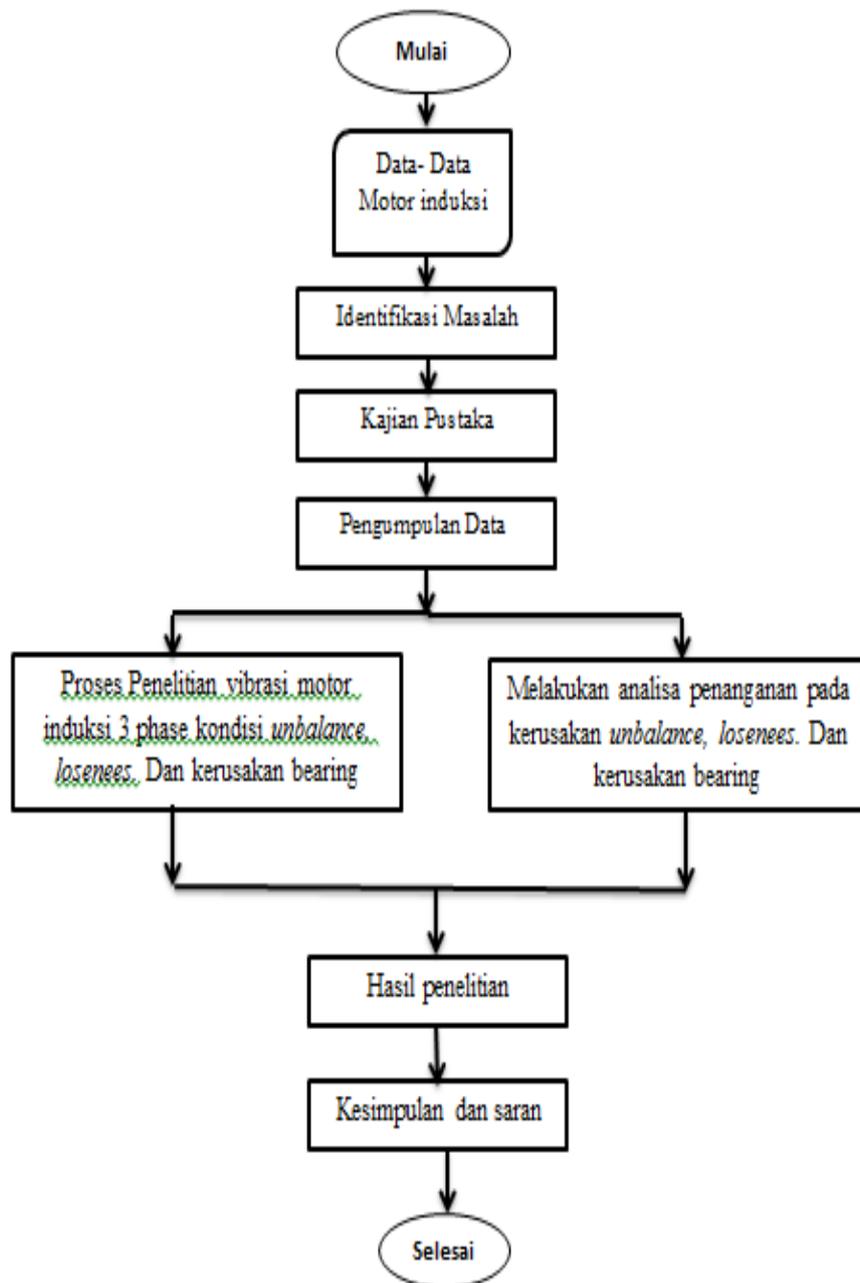
2) *Looseness* tidak rapat (*mechanical looseness*) terjadi pada frekuensi dua kali putaran, penyebabnya terjadi karena perubahan keseimbangan dan *alignment*. Biasanya terjadi pada arah *axial* dan kejadiannya sering bersamaan dengan *unbalance* dan *misalignment*. Karakteristik *looseness* dapat diketahui pada spektrum dengan adanya beberapa amplitudo tinggi khususnya pada 1 x rpm, 1,5x rpm dan harmonik. *Looseness* biasanya disebabkan oleh struktural *looseness* dari tumpuan mesin, pondasi, baut yang kendur, dan korosi.

3) Kerusakan *bearing* beberapa penyebab kerusakan bantalan diantaranya keretakan, keausan, pemasangan yang tidak sesuai, pelumas yang tidak cocok dan diameter bola yang tidak sama. Getaran timbul tentu saja adanya gaya kontak pada kerusakan tersebut. Pada bantalan biasanya besarnya gaya kontak akan sama pada setiap bola, sehingga sifat getarannya cenderung tinggi dan kosntan (Suhardjono, 2005).

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah analisis perbandingan dari data obyek penelitian dengan berdasarkan kajian pustaka atau literatur terkait. Langkah – Langkah penelitian tersebut dituangkan dalam bentuk diagram alur penelitian seperti gambar 1 di bawah ini. Dimulai dari mencari data spesifikasi motor induksi 3 phase, kemudian mengidentifikasi masalah apa saja yang terjadi, karena banyaknya masalah yang bisa mengakibatkan motor induksi 3 phase memiliki vibrasi tinggi dan mengkaji beberapa masalah yang menjadi acuan penelitian. Adapun masalahnya yang menyebabkan vibrasi adalah *unbalance*, *looseness*, dan kerusakan pada *bearing*, setelah itu dilakukan pengambilan data yang mempengaruhi terjadinya *unbalance*, *looseness*, dan kerusakan pada *bearing*.

Kemudian data yang diperoleh diuji menggunakan alat ukur yang berstandar setelah mendapatkan analisa awal pada kerusakan proses kedua menganalisa penanganan sederhana yang bisa menunjukkan hasil yang maksimal sehingga dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil.



Gambar 1. Diagram alur penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Motor listrik 3 phase. Motor ini digunakan untuk menjaga stabilitas temperatur *genset* agar tidak terjadi over. Motor listrik yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Motor listrik

2. Vibrator meter, merupakan alat yang digunakan untuk mengetahui *accelerasi* frekuensi dan amplitude dari getaran yang ditimbulkan oleh benda yang bergerak, alat ini menggunakan satuan mm/s untuk mengukur standart tingkat vibrasi. Vibrator meter yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Vibrator meter

3. Plat Kuningan (SIM) tebal 0,25 mm. Alat ini digunakan untuk mengisi sela-sela bagian tumpuan motor yang longgar bisa disebabkan oleh korosi atau pondasi yang rusak, sehingga dengan adanya alat ini kondisi pondasi tetap bisa stabil. Plat kuningan ini dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Plat kuningan 0,25 mm

4. Kunci Pas, digunakan untuk memperbaiki *support* motor yang rusak bautnya dan juga sangat menunjang kegiatan penelitaian. Alat ini dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Kunci pas

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dari penelitian dijabarkan sebagai berikut:

1. *Unbalance*, salah satu sumber getaran paksa adalah massa *unbalance* massa *unbalance* disebabkan oleh adanya putaran massa yang memiliki eksentrisitas terhadap titik pusat putarannya. Pada tabel 1 dapat dilihat hasil amplitude uji coba *unbalance*.

Table 1. Hasil amplitudo uji coba awal *unbalance*

Uji coba	Amplitudo	Satuan
1	2.8	mm/s
2	2.9	mm/s
3	3.3	mm/s
4	3.3	mm/s
5	4.2	mm/s

2. *Looseness*, Edi Sumpono (*maintenance*) loosenes adalah kerusakan yang terjadi pada baut pengikat antara pondasi dan motor sehingga menyebabkan getaran yang tidak beraturan sehingga dapat merusak komponen motor induksi, kerusakan itu bisa berupa keausan pada baut, longgarnya baut, dan korosi . Hasil amplitudo uji coba awal kerusakan looseness dapat dilihat pada tabel 2.

Table. 2. Hasil amplitudo uji coba awal kerusakan *looseness*

Uji coba	Amplitudo	Satuan
1	3.4	mm/s
2	2.9	mm/s
3	3.6	mm/s
4	4.1	mm/s
5	3.9	mm/s

3. Kerusakan *bearing*, Edi Sumpono (*maintenance*) kerusakan *bearing* sering terjadi karena kurangnya perawatan yang intensif sehingga dapat terjadi korosi pada *ball bearing* selain itu umur *bearing* juga menjadi faktor yang dapat merusak komponen didalam *bearing* sehingga terjadi gesekan yang mengakibatkan bearing macet dan menimbulkan getaran yang tinggi pada motor induksi pada analisa ini penulis menggunakan sitem *regrease* untuk mengantisipasi kerusakn berkelanjutan pada bearing. Hasil amplitude uji coba awal kerusakan bearing dapat dilihat pada tabel 3.

Table 3. Hasil amplitudo uji coba awal kerusakan *Bearing*

Uji coba	Amplitudo	Satuan
1	3.4	mm/s
2	7.1	mm/s
3	7.1	mm/s
4	7.5	mm/s
5	7.9	mm/s

Deskripsi Data

1. Motor *Blower genset*. Motor *blower genset* dengan power 5,5 kw dan tegangan 380 v AC. Motor blower ini mampu menjaga satabiltas temperatur genset dititik 70 °C, karena jika temperatur mencapai 100 °C, maka genset akan over heat yang menyebabkan *tripping*. Motor blower genset dapat dilihat pada gambar 6.



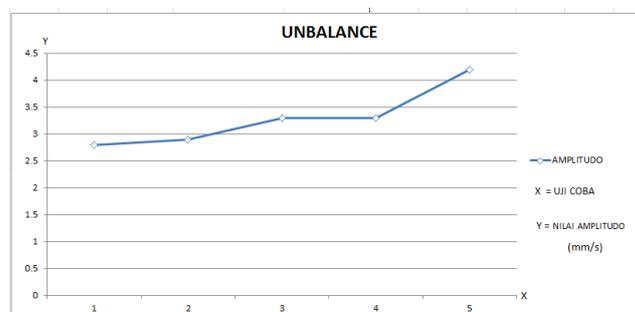
Gambar 6. Blower Genset

2. Standard Vibrasi. Standar vibrasi ISO 2372 digunakan sebagai referensi untuk menentukan level vibrasi motor. Standar Vibrasi ISO 2372. Karena motor yang digunakan untuk menggerakkan fan memiliki daya output 5.5 kw, sehingga standar vibrasi ISO 2372 masuk dalam kategori Group 1. Standar tingkat vibrasi dapat dilihat pada gambar 7.

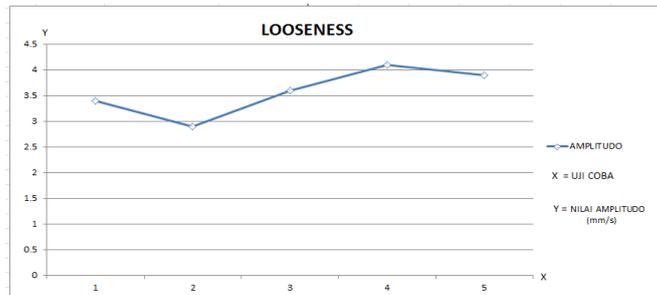
I. Vibration	
Smooth	0.0 - 1.3 mm/s
V Good	1.4 - 2.5 mm/s
Good	2.6 - 4.1 mm/s
Fair	4.2 - 8.5 mm/s
S Rough	8.6 - 9.5 mm/s
Rough	9.6 - 10.2 mm/s
V Rough	≥ 11.8 mm/s

Gambar 7. Standar tingkat vibrasi

3. *Unbalance*. Setelah dianalisa pada kerusakan *unbalance* yang disebabkan tidak seimbangnya titik pondasi, sehingga tumpuan motor tidak sempurna terdapat nilai vibrasi ditunjukkan pada gambar 8 dengan karakteristik cenderung mengalami kenaikan.

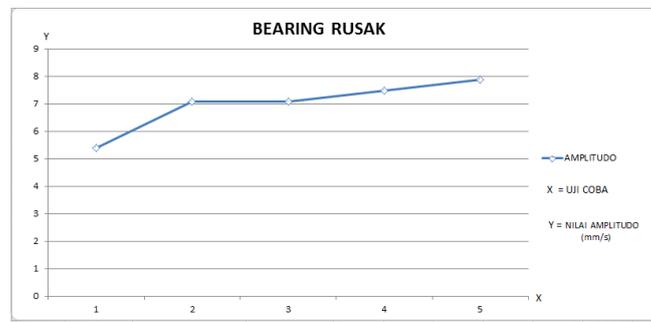
Gambar 8. Grafik vibrasi motor keadaan *unbalance*

4. *Loosenes*. Pada uji coba *looseness* terdapat kelonggaran pada baut *suppot* motor di bagian NDE (*Non Drive End*), sehingga terjadi vibrasi yang bebas dan tidak konstan seperti yang ditunjukkan pada gambar 9, jika dilihat standarnya hal ini sudah masuk keadaan fair, tapi penanganannya sangat mudah hanya perlu pengerasan ulang baut atau ganti baut yang baru jika baut sudah rusak atau korosi.



Gambar 9. Grafik Vibrasi Motor keadaan *Looseness*

5. Kerusakan *bearing*. Pada saat bearing rusak/macet maka akan terjadi suatu pembebanan lebih pada putaran motor yang menjadi berat dan mengakibatkan getaran mekanis, juga terdapat korosi pada *ball bearing*, sehingga putaran *bearing* sangat susah, jika dipaksa terjadilah vibrasi yang sangat tinggi. Grafik kerusakan bearing dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Grafik kerusakan bearing

1. *Unbalance*, menggunakan sim 0,25 mm sebagai media peredam dari getaran dengan fungsi dari material ini adalah untuk menyeimbangkan titik pondasi yang menjadi masalah karena tidak rata. Pada gambar 11 ditunjukkan sim 0,25 mm dan gambar 12 ditunjukkan proses pemasangan sim pada pondasi motor.



Gambar 11. Sim 0,25 mm kuningan

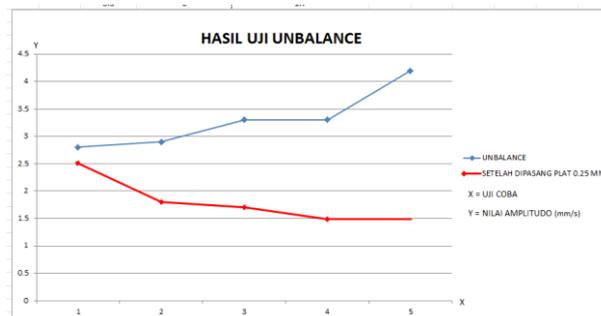


Gambar 12. Proses pemasangan im 0,25 mm pada pondasi motor

Setelah material dipasang pada motor, lalu dilakukan uji coba pengecekan vibrasi hasil seperti ditunjukkan gambar 13, maka tingkat standar vibrasinya adalah *very good*. Berbeda halnya dari nilai yang didapat sebelum dipasang sim seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4 yang tingkat vibrasinya *good*.

Tabel 4. Hasil uji coba *unbalance* setelah pemasangan sim (plat penyeimbang)

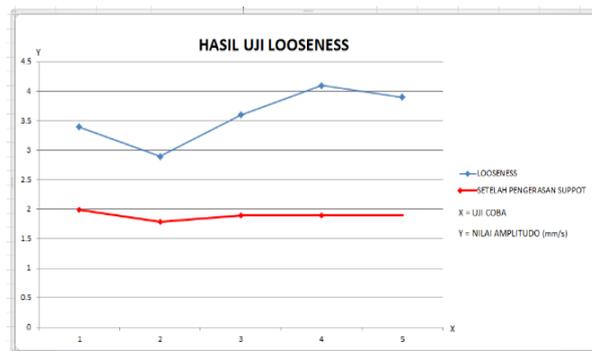
Uji coba	Amplitudo	Satuan
1	2.5	mm/s
2	1.8	mm/s
3	1.7	mm/s
4	1.5	mm/s
5	1.5	mm/s

Gambar 13. Grafik hasil perbandingan vibrasi *unbalance*

2. *Looseness*. Pada masalah *looseness* dengan cara mengeraskan baut diposisi NDE motor yang terlihat longgar sehingga vibrasinya menjadi bebas berikut hasil dari penanganan masalah *looseness* ditunjukkan pada tabel 5 dan gambar 14.

Table 5. Hasil Uji coba *looseness* setelah pengerasan baut

Uji coba	Amplitudo	Satuan
1	2.0	mm/s
2	1.8	mm/s
3	1.9	mm/s
4	1.9	mm/s
5	1.9	mm/s



Gambar 14. Grafik Hasil uji perbandingan vibrasi *looseness*

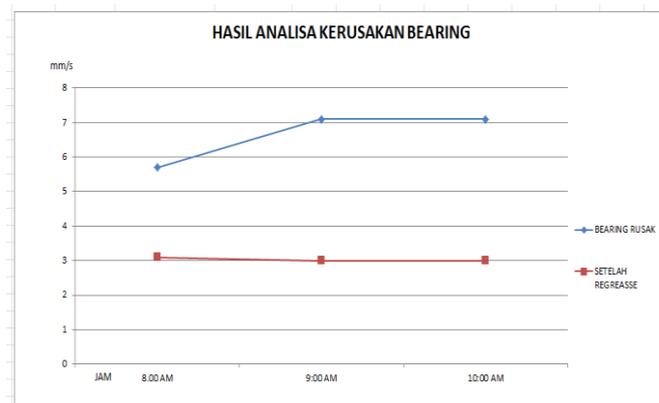
3. Kerusakan *bearing*. Pada masalah seperti kerusakan bearing ada 2 opsi penanganan yaitu dengan cara *regreasse* dan penggantian *bearing*. Penanganan dengan *regreasse bearing* (gambar 15), dikarenakan bearing yang bermasalah tidak terlalu parah, hanya kurang perawatan saja sehingga menjadi kasar putarannya dan vibrasinya tinggi. Hasil yang diperoleh setelah penambahan *grease* vibrasi menjadi turun seperti pada tabel 6 dan gambar 16.



Gambar 15. *Regrease Bearing*

Tabel 6. Hasil uji coba penanganan *bearing* rusak

UJI COBA	Amplitudo	Satuan
1	3.1	mm/s
2	3.0	mm/s
3	3.0	mm/s
4	2.9	mm/s
5	2.9	mm/s

Gambar 16. Grafik hasil uji perbandingan vibrasi kerusakan *bearing*

SIMPULAN DAN SARAN

Bedasarkan hasil dan pembahasan setelah melakukan eksperimen disimpulkan sebagai berikut: 1) Bila didapati kondisi motor mengalami kerusakan *unbalance* pada pondasi ditunjukkan nilai amplitudo yang cenderung naik, maka bisa dikasih penyeimbang pada titik pusat kemiringan dengan menggunakan sim (plat peredam). 2) Pada keadaan *looseness* vibrasi bersifat bebas kadang mengalami kenaikan dan juga penurunan, karena rusaknya tumpuan pada *suppot* motor induksi setelah kelonggaran atau keausan pada *suppot* tumpuan motor diperbaiki amplitudo getarannya menurun dan 3) Pada kerusakan *bearing* vibrasi cenderung tinggi dan konstan, karena terjadinya gesekan antara *ball bearing* dan rumah *bearing* maka perlu dilakukan perawatan *bearing* seperti *regreasse* agar tidak terjadi vibrasi yang tinggi.

Saran untuk penelitian ini adalah pertama pengecekan harus dilakukan tiap jam karena vibrasi sangat fluktuatif dan kedua Grease yang dipakai seharusnya sesuai dengan karakteristik *bearing*.

DAFTAR PUSTAKA

- Bagia, Nyoman., Parsa, Made. (2018). *Motor – Motor Listrik*. Hal 1 -2
- Coal Mining (2013). *Greasse Lubricant*.(2013).
http://coalminingindonesia.blogspot.com/2013/01/grease_13.html
- Hanifa, Nadya. (2012). *Makalah Vibrasi*. Jakarta : UIN Syarif Hidayatullah
- Lexy J. Moleong, Metodologi Penelitian Kualitatif, hlm117
- Mochtar Wijaya. (2001). *Dasar-Dasar Mesin Listrik*. Jakarta
- Nana Sudjana Ibrahim. (1984). *Penelitian dan Penilaian Pendidikan*, (Bandung: Sinar Baru, 1984)
- Suhardjono. (2005). *Analisa sinyal getaran untuk menentukan tingkat kerusakan bearing*
- Sularso., Suga, Kiyokatsu. (2004). *Dasar Perencanaan dan Pemlihan Elemen Mesin*. Jakarta.
- W. Mantja.(2003). *Etnografi Desain Penelitian Kualitatif dan Manajemen Pendidikan*, Malang: WinakaMedia, 2003.