

INVESTIGASI PENYEBAB *HIGH VIBRATION* MOTOR PADA *BOOSTER PUMP BFP SYSTEM*

M. Denny Surindra

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. H. Sudarto, S.H., Tembalang, Kotak Pos 6199/SMS, Semarang 50329
Telp. 7473417, 7466420 (Hunting), Fax. 7472396

Abstrak

Permasalahan vibrasi yang tinggi ditemukan pada booster pump BFP di salah satu pembangkit listrik di pulau Jawa. Pengecekan secara CBM tidak mendapatkan frekuensi yang menunjukkan unbalance shaft, tetapi pengujian run out shaft menemukan misalignment shaft. Tujuan dari paper ini adalah melaporkan tahapan-tahapan investigasi terhadap semua aspek yang dapat menyebabkan vibrasi tinggi pada booster pump. Tahapan investigasi tersebut akan menemukan penyebab yang sebenarnya bagaimana dapat terjadi vibrasi yang sangat tinggi pada booster pump di sistem boiler feed pump. Penyebab kerusakan shaft yang mengalami bending adalah pemanasan yang tidak merata (*Uneven Heating*) dan kesalahan finishing yang tidak sesuai instruksi kerja/standar yang dilakukan oleh pihak kontraktor. Tindakan yang perlu dilakukan untuk mengatasi permasalahan kerusakan shaft booster pump BFP secara jangka pendek adalah perbaikan shaft dan review standard job.

Keyword: *Booster pump, BFP system, High Vibrasi.*

1. Pendahuluan

Gaya vibrasi dapat ditimbulkan dari permasalahan kontak mekanik diantara elemen-elemen yang bergerak rotasional seperti akibat putaran shaft yang tidak center (*misalignment*), putaran dari massa yang tidak seimbang (*unbalance mass*), dan juga karena kerusakan bantalan (*bearing fault*). Gaya vibrasi tersebut akan berinteraksi satu sama yang lain untuk mentransfer energi gaya melalui elemen-elemen mesin yang ada. Vibrasi yang muncul dapat menimbulkan kerusakan atau keausan serta deformasi yang akan merubah karakteristik dinamik sistem dan menyebabkan peningkatan energi vibrasi itu sendiri.

Salah satu pembangkit yang besar di pulau Jawa menggunakan boiler sub-kritikal dengan kapasitas output 2187,13 ton/jam menggunakan dua buah *Boiler Feed Water Pump* (BFP) bersama *booster pump* dengan kapasitas 50% BMCR dan satu buah Motor BFP dengan kapasitas 25% BMCR. *Booster pump* bersama dengan BFP berfungsi untuk menyuplai air ke dalam boiler secara kontinu dan menyuplai air ke *attemperator* pada superheater, reheater, dan turbin HP-bypass. Fungsi utama *booster pump* adalah meningkatkan tekanan inlet BFP dan memenuhi *Net Pump Suction Head* (NPSH) BFP.



Gambar 1. Motor *Booster BFP*

Penelitian dengan membangun pemodelan getaran mekanik telah dilakukan oleh Louhenapessy et al, 2010. Dalam laporan papernya Louhenapessy, et al 2010 mempunyai tujuan untuk membuat model ciri respon getaran teoritik dan eksperimental berbasis kerja gaya dari komponen dinamik pada *reciprocating mesin*. Metode yang digunakan adalah menganalisis gaya yang terakumulasi pada *main bearing* secara teoritik, melakukan rekonstruksi sinyal getaran eksperimental serta validasi. Pemodelan gaya melibatkan proses kompresi yang menyebabkan adanya gaya kompresi dan gaya inersia.

Dalam papernya Lebold et al, 2010, telah mereview metode analisis vibrasi untuk

diagnostik dan prognostik *gearbox*. Lebold et al, 2010 menyimpulkan bahwa ada banyak cara untuk memproses data vibrasi dengan tujuan CBM, tetapi yang penting adalah langkah persiapan secara detail harus distandarkan untuk memfasilitasi analisis getaran *gearbox* guna pembahasan diagnostik dan prognostik. Lebold et al, 2010, memberikan daftar yang mengungkapkan bahwa kebanyakan menggunakan peralatan visual yang tradisional dalam diagnostik dan prognostik *gearbox* untuk mempresentasikan signal parameter proses yang berpengaruh pada sensitifitas. Oleh sebab itu harus ditingkatkan pengetahuan dan evaluasi performance peralatan visual dalam diagnostik dan prognostik *gearbox* untuk menguji dan menelusuri kerusakan.

Diwakar et al 2012, mengeklaim generasi terbaru dari kondisi sistem monitoring dan diagnostik mesin yang digunakan untuk memonitor vibrasi sebagai pengembangan teknik memonitor dari peralatan yang mengalami vibrasi. Kebanyakan kegagalan mesin yang berputar dapat dideteksi dengan beberapa sistem sebelum situasi yang berbahaya terjadi. Salah satunya sistem monitoring *on line* yang terus menerus memonitor kondisi dan terus menerus melakukan diagnostik. Sistem *real time* untuk memonitor kondisi *gearbox* dapat mengurangi biaya yang dikeluarkan untuk maintenance di industri. Diwakar et al, 2012 melaporkan konsep analisis vibrasi dengan berdasarkan teknologi informasi yang diterapkan pada berbagai lokasi *bearing* yang ada di dalam *gearbox*, sehingga deteksi kondisi perubahan vibrasi selam beroperasi dapat dilakukan.

Martianis et al, 2012, melakukan penelitian dengan mendeteksi fenomena getaran yang terjadi pada pompa sentrifugal dengan menggunakan sinyal getaran, dimana getaran terjadi pada poros pompa akibat jarak antara kedua kopleng, tebal dan lebar sabuk serta konfigurasi posisi pemasangan sabuk pada kopleng. Alat yang digunakan oleh Martianis et al, 2012 adalah dengan menggunakan alat ukur getaran *vibrometer VQ-400-A OMETRON* yang terhubung

dengan *labjak U3-LV* diteruskan ke PC dalam bentuk tegangan listrik digital ke tegangan listrik analog. Model ini mengukur getaran pada arah horizontal atau sumbu x dimana titik fokus laser pada poros pompa yang berputar. Untuk menampilkan hasil pengukuran digunakan *labjak* yang terhubung ke PC laptop.

Peralatan permesinan yang berputar telah banyak menarik perhatian peneliti untuk mempelajari vibrasi yang ditimbulkan oleh peralatan tersebut. Hal ini disebabkan karena timbulnya vibrasi yang pasti terjadi pada permesinan yang berputar menyebabkan umur operasi mesin yang berkurang dan vibrasi tersebut mengindikasikan adanya *abnormality*. Oleh sebab itu paper ini mengetengahkan tentang terjadinya vibrasi yang tinggi pada *booster pump* BFP di salah satu pembangkit listrik di pulau jawa. Kondisi abnormal yang terjadi hampir tidak terdeteksi oleh tim *engineer*, sehingga perlu tahapan-tahapan untuk dapat menemukan permasalahan yang ada. Dengan adanya keadaan vibrasi yang tinggi tersebut dan berdasarkan literature yang ada, peneliti mempunyai tujuan untuk melaporkan tahapan-tahapan investigasi terhadap semua aspek yang dapat menyebabkan vibrasi tinggi pada *booster pump*. Tahapan investigasi tersebut akan menemukan penyebab yang sebenarnya bagaimana dapat terjadi vibrasi yang sangat tinggi pada *booster pump* di sistem *boiler feed pump*.

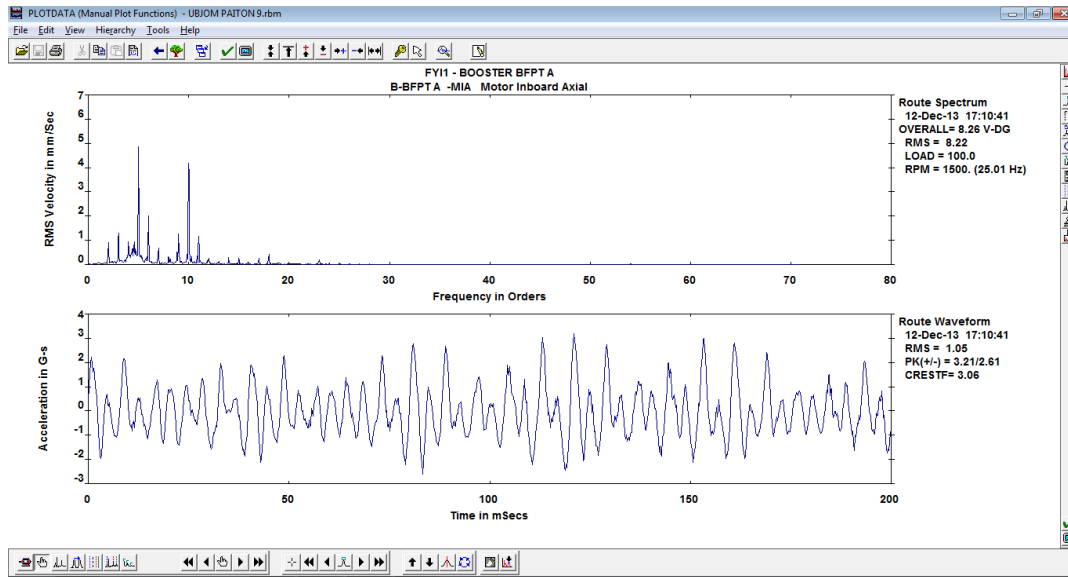
2. Metode Penelitian

Problem vibrasi yang tinggi pada *booster pump* sudah terjadi dengan waktu yang cukup lama dan berkali-kali mendapatkan perhatian yang serius dari tim *engineer*. Vibrasi tersebut menyebabkan getaran yang berlebihan, suara yang berisik dan panas. Berdasarkan hasil pengukuran CBM yang dilakukan oleh tim *engineer* terhadap *Booster Pump* BFP pada saat *no-load test* didapatkan hasil sebagai berikut :

B-BFP - BOOSTER BFP
OVERALL LEVEL
MOH 3.850 mm/Sec
MIP 484 G-s

MOV	3.840 mm/Sec
MIH	3.401 mm/Sec
M2P	970 G-s
MIV	3.742 mm/Sec
MIA	8.259 mm/Sec

Sedangkan tampilan spektrum plot data yang memberikan gambaran vibrasi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Spektrum Plot Data Motor *Booster BFP*

Trending analysis yang berupa kurva respon getaran diperoleh percepatan amplitudo hasil pengukuran dalam domain frekuensi seperti terlihat pada Gambar 2. Dimana pada Gambar 2 tersebut memiliki sifat fisik dan dinamik pada posisi ukur outboard arah horizontal (MOH) dengan amplitudo mencapai 3,85 mm/detik pada frekuensi 5 Hz. Adapun pada posisi ukur outboard arah vertikal (MOV) terlihat amplitudo mencapai 3,84 mm/detik pada frekuensi 4,8 Hz. Untuk menganalisis kerusakan atau kesalahan pada komponen bantalan utama, maka pengukuran posisi ukur inboard arah vertikal (MIV) dengan amplitudo mencapai 3,742 mm/detik, sedangkan untuk posisi ukur inboard arah aksial dengan amplitudo mencapai 8,259 mm/detik.

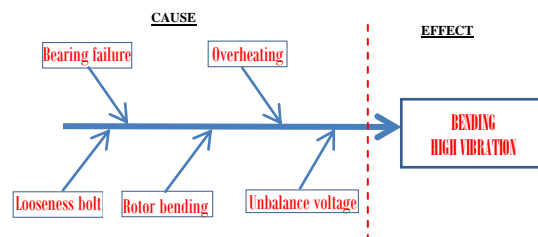
Pada Gambar 2 untuk *route waveform* tersebut terlihat bahwa sinyal tidak cosinus murni, tetapi terdapat sinyal super posisi dengan amplitudo pada kisaran 0 sampai 2,3 mm/detik².

Waveform dan spektrum frekuensi lain yang muncul dapat diasumsikan sebagai ciri getaran yang berasal dari sifat fisik bantalan

gelinding, seperti *ball pass frequency outer*, *ball pass frequency inner race*, *ball spin frequency*, *fundamental train frequency*.

3. Hasil dan Pembahasan

Analisa penyebab kerusakan berupa vibrasi yang masih tinggi maka dilakukan identifikasi dengan membuat *fish bone diagram* sebagai berikut ini:



Gambar 3. *Fish Bone Diagram High Vibration Motor Booster BFP*

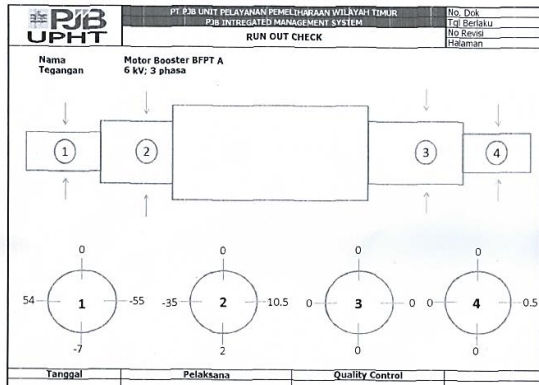
Fish bone diagram tersebut memandu untuk mendapatkan permasalahan sebenarnya.

Sedangkan untuk *time table* berdasarkan IEEE *bearing failure guide* sebagai berikut:

Tabel 1. Potensial penyebab kerusakan shaft motor BFPT A

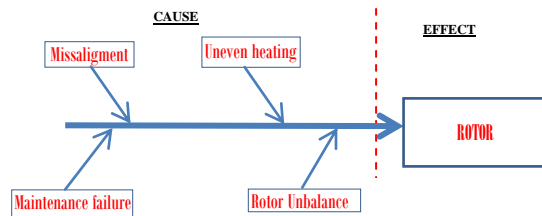
	Detail Cause	Action to Confirm	Result
High Vibration Motor BFPT A	Bearing Failure	Telah dilakukan penggantian bearing baru, namun masih vibrasi tinggi	Normal
	Rotor Bending	Dari hasil pengukuran run-out rotor, terjadi rotor bending	Abnormal
	Unbalance Voltage	Tegangan unbalance tidak terjadi setelah dilakukan pengukuran tegangan	Normal
	Lossenes Bolt	Setelah dilakukan pengecekan tidak ditemukan baut kendur	Normal
	Rotor Bar Failure	Dari hasil pengamatan visual tidak ditemukan rotor bar yang bermasalah	Normal
	Unbalance rotor	Berdasarkan data dari CBM, frekuensi untuk unbalance rotor tidak muncul	Normal

Dari hasil diskusi dan investigasi dengan teknik menggunakan *fish bone diagram* agar dapat memfokuskan penyebab vibrasi, ditentukan bahwa permasalahan vibrasi motor adalah adanya rotor bending pada shaft *booster pump*. Hal ini berdasarkan pengukuran *run-out* motor pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil run-out check shaft motor booster BFP

Penemuan rotor bending tersebut mendorong langkah investigasi selanjutnya untuk mendapatkan penyebab terjadinya permasalahan rotor bending. Untuk itu digunakan teknik *fish born diagram* yang fokus hanya untuk menyelesaikan rotor bending seperti yang terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Fish Bone Diagram High Vibration Motor Booster BFP

Hasil investigasi penyebab kerusakan rotor bending didapatkan kenyataan sebagai berikut ini :

- a. *Maintenance* dan perbaikan
 Pada saat pembongkaran dan pemasangan bearing pada motor, tidak ditemukan penyimpangan dalam penggantian bearing atau preventive motor karena telah sesuai dengan instruksi kerja.
- b. *Rotor Unbalance*
 Berdasarkan data CBM tidak ditemukan adanya *rotor unbalance*. Frekuensi yang diukur tidak menunjukkan adanya rotor yang tidak seimbang.
- c. *Uneven Heating* (Pemanasan tidak merata)
 Berdasarkan informasi yang didapatkan dalam investigasi pihak pemeliharaan listrik bahwa motor booster BFP pernah mengalami permasalahan yang serius pada shaft rotor di titik tumpuan bearing pada

sisi inboard. Analisis kerusakan pada titik tumpuan tersebut disebabkan oleh karena bearing pada sisi inboard mengalami kekeringan karena pelumas habis tidak ada penambahan pelumas sehingga menyebabkan terjadi bearing stagnan. Bearing yang stag tersebut mengalami kontak mekanik yang menggesek terus menerus dan akhirnya mengakibatkan keausan pada shaft.

Investigasi mendalam tentang kontraktor yang mengerjakan tidak bekerja sesuai dengan instruksi kerja khususnya pada saat melakukan *finishing*.

d. Missalignment

Setelah dilakukan alignment pada motor dan pompa ditemukan missalignment, hal ini dibuktikan dengan hasil data alignment pada Gambar 4.

4. Kesimpulan

- a. *Run-out* check membuktikan rotor bending sebagai penyebab adanya vibrasi yang tinggi pada *booster pump*.
- b. Penyebab kerusakan rotor bending adalah pemanasan yang tidak merata (*Uneven Heating*) dan kesalahan finishing yang tidak sesuai instruksi kerja/standar yang dilakukan oleh pihak kontraktor.

Daftar Pustaka

- Lebold, M.; McClintic, K.; Campbell, R.; Byington, C.; Maynard, K., 2000, Review of Vibration Analysis Methods for Gearbox Diagnostics and Prognostics, Proceedings of the 54th Meeting of the Society for Machinery Failure Prevention Technology, Virginia Beach, VA, May 1-4, 2000, p. 623-634.
- Louhenapessy, F., Ariana, I.M., Zubaydi, A., Masroeri, A.A., Suhardjono, 2010, Pemodelan Ciri Getaran Teoritik dan Eksperimental Berbasis Kerja Gaya pada *Mesin Reciprocating*, *JURNAL TEKNIK MESIN Vol. 12, No. 2, Oktober 2010: 89-96*.
- Diwakar, G., Satyanarayana, M.R.S., Kumar, P.R., 2012, Detection of Gear Fault Using Vibration Analysis, *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, ISSN 2250-2459, Volume 2, Issue 9, September 2012.
- Martianis, E., Isranuri, I., Indra, 2012, Analisa Getaran Pada Pompa Sentrifugal Sistem Penyambungan Kopling Sabuk Untuk Monitoring Kondisi, *Jurnal Dinamis*, Volume II, No.10, Januari 2012, ISSN 0216-7492