

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

M7-027 Implementasi Pemantauan Kondisi Getaran Terhadap Peralatan Top Drive Pada Anjungan (Rig) Pemboran Minyak

Wahyu Nirbito

Departemen Teknik Mesin – Fakultas Teknik

Universitas Indonesia

Kampus UI Depok, Depok Jawa Barat 16424

Telp: (021)7270032 ext. 218 ; Fax: (021)7270033 ; email: wahyu.nirbito@ui.ac.id

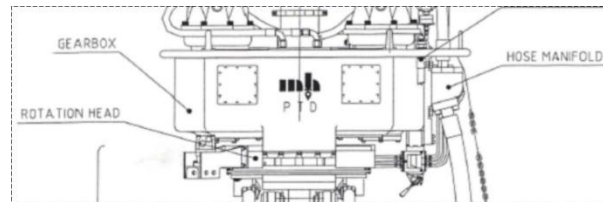
ABSTRAK

Top Drive pada anjungan (rig) pemboran minyak adalah satu peralatan penting dan utama karena tugasnya memutar rangkaian pipa pemboran. Pemantauan kondisi getaran dengan analisa menggunakan metode analisa frekuensi getaran adalah implementasi teknik pemeliharaan yang baik karena dapat memberikan gambaran "kesehatan" dari peralatan mesin Top drive. Analisa frekuensi getaran dapat menunjukkan komponen mesin yang terindikasi rusak sehingga diagnosa terhadap kerusakan dapat segera ditentukan. Pemantauan kondisi getaran dari peralatan pemboran minyak belum banyak atau belum umum dilakukan karena beratnya beban pekerjaan yang harus dioperasikan, ketatnya jadwal kerja dari peralatan tersebut dan seringnya peralatan berpindah tempat dalam waktu yang relatif singkat. Karena pemantauan getaran terhadap peralatan pemboran minyak ini baru mulai dilakukan maka data data hasil pengukuran kondisi getaran mesin masih ditujukan untuk menunjukkan kondisinya yang masih baik atau sudah ada penyimpangan maupun tingkat keparahan getaran yang menunjukkan adanya kerusakan bermakna. Pemantauan terhadap kondisi getaran komponen mesin sebaiknya masih harus tetap dilakukan selanjutnya sampai hasil analisa regresi data yang terkumpul akumulatif dapat menunjukkan kecenderungan menaik yang bermakna dan menembus batas siaga atau alert.

Kata Kata Kunci: Getaran, Pemantauan kondisi getaran, Peralatan pemboran migas, Top Drive.

1. Introduksi

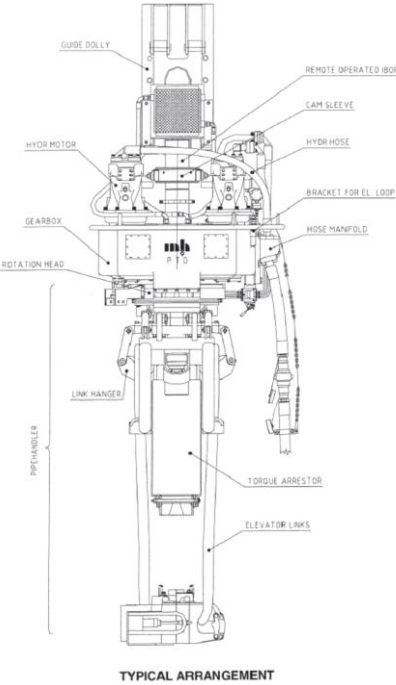
Top Drive merupakan salah satu peralatan utama untuk pemboran minyak, maka keandalannya harus selalu terjaga baik. Peralatan ini pada umumnya adalah konstruksi roda gigi yang memutar poros utama dimana rangkaian pipa pemboran dihubungkan. Beban kerja peralatan ini sangat berat karena memutar rangkaian pemboran yang merupakan batang



Gambar 1. Bagian dari Peralatan Top Drive yang dipantau getarannya [1,2].

pemboran utama. Pada umumnya peralatan ini digerakkan dengan daya hidrolis ataupun daya dari motor listrik. Komponen mesin utama yang terdapat pada peralatan Top drive ini adalah bantalan bantalan gelinding dan rangkaian roda gigi penggerak dengan daya besar [1,2]. Tujuan pengukuran/pemantauan getaran tersebut adalah untuk mengetahui kondisi bantalan yang ada pada rangkaian rodagigi tersebut diatas dengan menggunakan metoda pengukuran tingkat keparahan getaran (vibration severity) dari setiap bantalan. Dengan menggunakan metode ini maka, tanpa perlu membongkar bantalan yang ada pada rangkaian rodagigi, maka kondisi bantalan dapat ditentukan berdasarkan standard getaran yang umum berlaku bagi peralatan atau mesin. Pemantauan terhadap kondisi getaran terutama dilakukan terhadap getaran dari 14 buah bantalan gelinding dan 3 buah roda gigi dalam satu rangkaian. Dilakukan untuk mengetahui tingkat keparahan getarannya (vibration severity) sebagai dasar dari diagnosa "kesehatan" bagi peralatan mesin tersebut [3]. Gambar 1 dibawah adalah gambar bentuk dari bagian peralatan Top Drive.

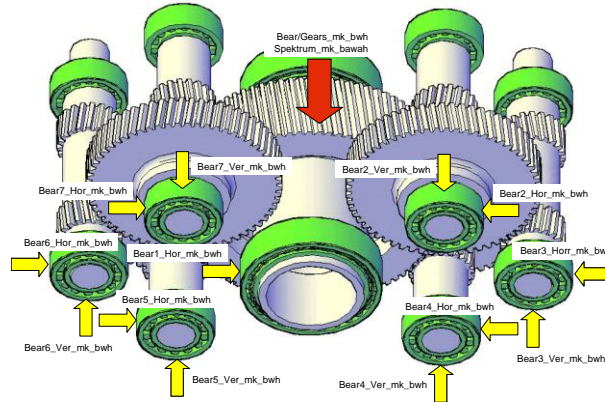
Gambar 2 di halaman berikutnya adalah gambar konstruksi lengkap dari peralatan Top Drive yang posisinya adalah digantung pada rig pemboran. Selanjutnya dengan daya hidrolis dimana rangkaian pipa pemboran dipegang dan berputar melakukan operasi pemboran [2].



Gambar 2. Konstruksi lengkap dari peralatan Top Drive [1,2]

2. Metodologi

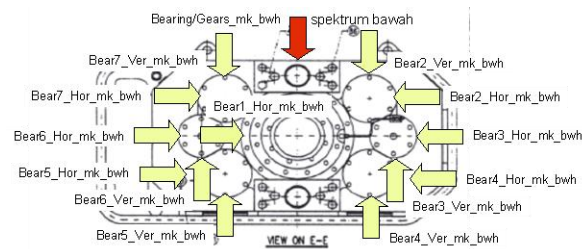
Pengukuran dilakukan dilokasi pemboran dimana anjungan (rig) pemboran sudah berdiri dan peralatan Top Drive sudah terpasang digantung.. Pengukuran dilaksanakan pada waktu peralatan Top Drive tersebut sedang dipersiapkan untuk digunakan pada operasi pemboran. Pemantauan



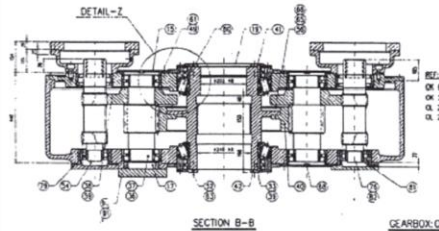
Gambar 4. Diagram lokasi pengukuran getaran terhadap bantalan pada bagian permukaan bawah dari peralatan Top Drive

dan pengambilan data getaran dilakukan pada 2 titik utama yaitu arah vertikal dan arah horisontal dari setiap bantalan gelinding yang ada. Disamping itu pula dilakukan pengukuran dan pemantauan terhadap getaran secara keseluruhan untuk dapat dianalisa frekuensi getaran yang ada atau muncul sebagai petunjuk telah adanya suatu kerusakan pada komponen mesin bantalan gelinding atau roda gigi [4,5]. Jumlah titik ukur total adalah 14 x 2 titik pada 14 buah bantalan dimana untuk tiap bantalan dilakukan pengukuran sebanyak 2 kali yang mewakili getaran dalam arah sumbu X dan sumbu Y dari bidang horisontal. Untuk memudahkan maka penamaan kedua arah pengukuran tersebut adalah arah Hor dan Ver. Tidak dilakukan pengukuran pada arah aksial yaitu arah sumbu mesin karena posisi mesin adalah terpasang digantung dengan arah sumbu mesin menuju pusat bumi. Dengan massa mesin yang masif maka dengan posisi mesin seperti itu getaran yang terjadi pada arah aksial menjadi tidak bermakna karena pada arah posisi itu konstruksinya menjadi sangat kaku. Pengukuran tambahan berupa pengukuran diskret berbasis waktu juga dilakukan untuk memeriksa spektrum getaran yang ada yang berasal dari komponen bearing dan roda gigi [5,6].

Pengukuran ini dilakukan pada permukaan bawah dan permukaan atas dari peralatan Top Drive. Gambar 3 dibawah memperlihatkan penomoran /penamaan tiap titik ukur pada bantalan yang terdapat pada rangkaian rodagigi di permukaan bagian bawah. Sedangkan Gambar4 berikutnya menunjukkan diagram posisi arah pengukuran terhadap bantalan yang ada.

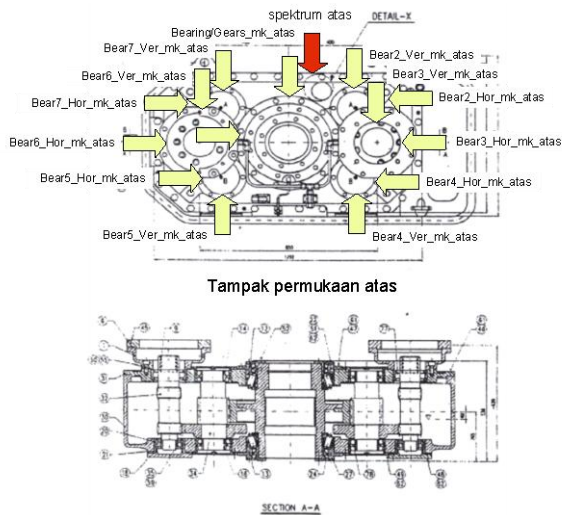


Tampak permukaan bawah

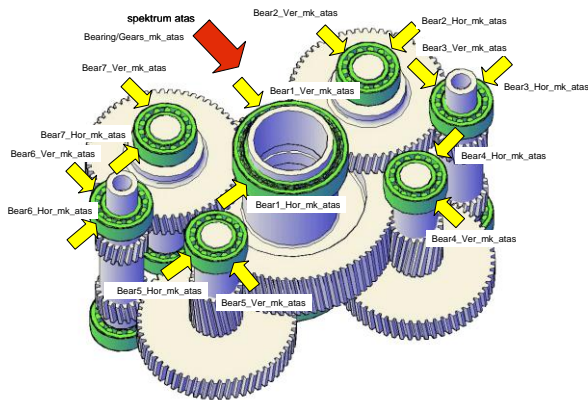


Gambar 3. Penamaan titik titik ukur pada permukaan bawah dari peralatan Top drive [1,2]

Pada bagian permukaan bagian atas dari peralatan Top drive, pengukuran terhadap bantalan juga dilakukan menurut penamaan seperti yang ditunjukkan pada gambar 5, dan lokasi pengukurannya seperti terlihat pada diagram di Gambar 6 dibawah ini.



Gambar 5. Penamaan titik titik ukur pada permukaan atas dari peralatan Top Drive [1,2]



Gambar 6. Diagram lokasi pengukuran getaran terhadap bantalan pada bagian permukaan atas dari peralatan Top Drive

Pengukuran dilakukan pada peralatan Top Drive tersebut saat berputar dengan kecepatan operasional normalnya yaitu berkisar 120-130 rpm pada kondisi tanpa beban.

3. Hasil Pemantauan dan Pengukuran

Data hasil pemantauan dan pengukuran getaran terhadap setiap bantalan dapat dilihat di table 1 berikut ini:

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

Table 1. Tingkat getaran bantalan pada bagian permukaan bawah

| Bagian Permukaan Bawah | | | |
|-------------------------------|------------------------|------------------------------|-------------------|
| No. Bantalan | Arah Pengukuran | Nilai Tingkat Getaran | Keterangan |
| #1 | Hor | 1,49 | RMS mm/det |
| | Ver | 1,49 | |
| #2 | Hor | 2,12 | RMS mm/det |
| | Ver | 1,91 | |
| #3 | Hor | 2,19 | RMS mm/det |
| | Ver | 1,88 | |
| #4 | Hor | 1,72 | RMS mm/det |
| | Ver | 1,85 | |
| #5 | Hor | 3,15 | RMS mm/det |
| | Ver | 2,37 | |
| #6 | Hor | 2,23 | RMS mm/det |
| | Ver | 3,45 | |
| #7 | Hor | 2,54 | RMS mm/det |
| | Ver | 2,32 | |

Table 2. Tingkat getaran bantalan pada bagian permukaan atas

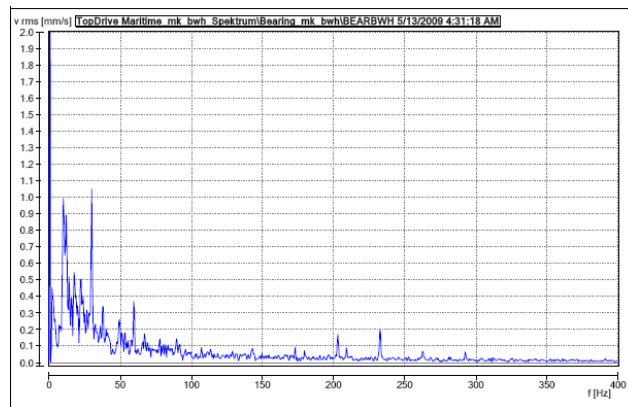
| Bagian Permukaan Atas | | | |
|------------------------------|------------------------|------------------------------|-------------------|
| No. Bantalan | Arah Pengukuran | Nilai Tingkat Getaran | Keterangan |
| #1 | Hor | 2,30 | RMS mm/det |
| | Ver | 2,06 | |
| #2 | Hor | 2,88 | RMS mm/det |
| | Ver | 2,88 | |
| #3 | Hor | 3,04 | RMS mm/det |
| | Ver | 2,34 | |
| #4 | Hor | 2,25 | RMS mm/det |
| | Ver | 2,36 | |
| #5 | Hor | 1,91 | RMS mm/det |
| | Ver | 2,29 | |
| #6 | Hor | 2,07 | RMS mm/det |
| | Ver | 2,22 | |
| #7 | Hor | 1,80 | RMS mm/det |
| | Ver | 2,13 | |

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

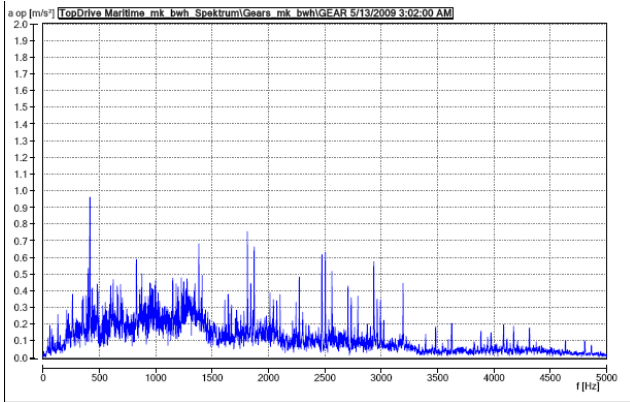
Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

Selanjutnya dari pengukuran diskret berbasis waktu dapat diperoleh spektrum frekuensi getaran dari bantalan bantalan pada bagian permukaan bawah seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 7, dan spektrum frekuensi getaran dari rangkaian rodagigi pada bagian permukaan bawah seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 8 pada halaman berikutnya.

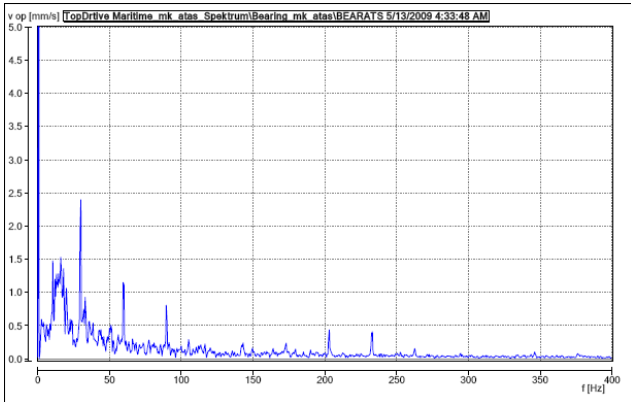
Untuk bagian permukaan atas dari peralatan Top Drive ini, spektrum frekuensi getaran dari bantalan bantalan dan rangkaian rodagigi yang juga didapat dari pengukuran diskret berbasis waktu dapat dilihat dalam Gambar 9 dan Gambar 10 pada halaman berikut ini pula.



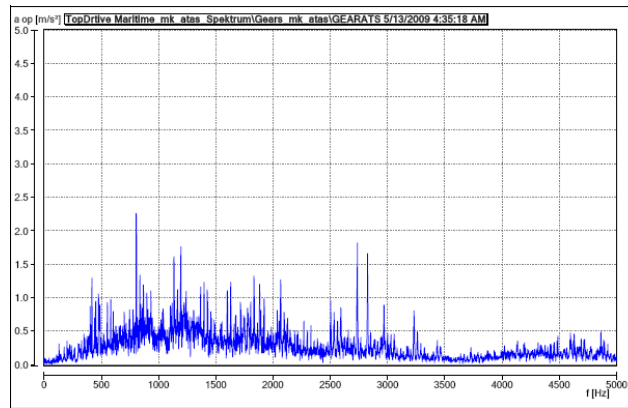
Gambar 7. Spektrum frekuensi getaran bantalan pada permukaan bawah



Gambar 8. Spektrum frekuensi getaran rangkaian rodagigi pada permukaan bawah



Gambar 9. Spektrum frekuensi getaran bantalan pada permukaan atas



Gambar 10. Spektrum frekuensi getaran rangkaian rodagigi pada permukaan atas

4. Analisa Hasil

Kondisi bantalan dinilai berdasarkan tingkat keparahan getarannya (vibration severity level) dimana menurut standard umum bagi kondisi mesin adalah terdiri dari 4 kategori sebagai berikut [7,8]:

1. Smooth, Good ;

RMS amplitudo $< 1,8$ mm/detik

Getarannya halus dan kondisi bearing masih sangat bagus sebagaimana layaknya bearing baru.

2. Rough, Permissible ;

RMS amplitudo $1,8$ mm/detik $< level < 4,5$ mm/detik

Getarannya terasa kasar, tetapi kondisi ini diperbolehkan karena relatif masih baik.

3. Very Rough, Still Permissible ;

RMS amplitudo $4,5$ mm/detik $< level < 11$ mm/detik. Walaupun getarannya terasa sangat kasar, tetapi kondisi ini masih diperbolehkan hanya perlu diawasi karena akan segera rusak.

4. Not Permissible ;

RMS amplitudo > 11 mm/detik. Getaran yang terjadi pada bantalan sudah sangat kasar, dan kondisi bantalannya sudah rusak sehingga pengoperasian bantalan pada kondisi seperti sudah tidak diperbolehkan.

Dari hasil pengukuran getaran bantalan, dapat disimpulkan kondisi tingkat keparahan getaran bantalan (“bearings vibration severity level”) seperti dalam table 3 berikut ini:

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

Table 3. Kondisi getaran dari setiap bantalan pada bagian permukaan bawah

| Bagian Permukaan Bawah | | | |
|-------------------------------|------------------------|--|-------------------|
| No. Bantalan | Kondisi Getaran | Nilai RMS Tingkat Getaran / Limit | Keterangan |
| #1 | Good, Smooth | 1,49 / 1,80 | Hor mm/det |
| #2 | Rough | 2,12 / 4,50 | Hor mm/det |
| #3 | Rough | 2,19 / 4,50 | Hor mm/det |
| #4 | Good /Rough | 1,85 / 4,50 | Ver mm/det |
| #5 | Rough | 3,15 / 4,50 | Hor mm/det |
| #6 | Rough | 3,45 / 4,50 | Ver mm/det |
| #7 | Rough | 2,54 / 4,50 | Hor mm/det |

Table 4. Kondisi getaran dari setiap bantalan pada bagian permukaan atas

| Bagian Permukaan Atas | | | |
|------------------------------|------------------------|--|-------------------|
| No. Bantalan | Kondisi Getaran | Nilai RMS Tingkat Getaran / Limit | Keterangan |
| #1 | Rough | 2,30 / 4,50 | Hor mm/det |
| #2 | Rough | 2,88 / 4,50 | Hor mm/det |
| #3 | Rough | 3,04 / 4,50 | Hor mm/det |
| #4 | Rough | 2,36 / 4,50 | Ver mm/det |
| #5 | Rough | 2,29 / 4,50 | Ver mm/det |
| #6 | Rough | 2,22 / 4,50 | Ver mm/det |
| #7 | Rough | 2,13 / 4,50 | Ver mm/det |

Dari hasil pemantauan dan pengukuran terhadap getaran yang terjadi pada setiap bantalan yang ada, dapat disimpulkan bahwa kondisi kinerja peralatan Top Drive yang dipantau secara

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

umum masih berada dalam kondisi "kesehatan" yang baik walaupun ada beberapa hasil pengukuran yang menunjukkan keparahan yang cukup tinggi tetapi masih dibawah batas bahaya. Data itu menunjukkan bahwa beberapa komponen mesin yaitu bantalan gelinding yang menahan beban besar selama bekerja telah mulai menunjukkan kemunduran kualitas kinerjanya walaupun indikasi kerusakannya masih dalam batas toleransi dan dibawah batas siaga atau alert.

Dari spektrum frekuensi getaran bantalan pada bagian permukaan bawah dapat ditampilkan 10 frekuensi getaran dengan amplitudo terbesar. Ternyata dari 10 frekuensi dengan amplitudo terbesar tersebut tidak ada yang melebihi batas getaran sangat kasar dan tidak diperbolehkan yaitu 11 mm/detik. Yang terbesar adalah amplitudo 5,323 mm/detik pada 0,50 Hz. Frekuensi 0,50 Hz adalah frekuensi subharmonik dari putaran poros, sehingga dengan demikian getaran tersebut bukan berasal dari permasalahan mekanis melainkan lebih cenderung berasal dari permasalahan pelumasan [7,8]. Demikian pula dari spektrum frekuensi getaran rangkaian rodagigi pada bagian permukaan bawah ternyata 10 frekuensi dengan amplitudonya juga masih jauh dibawah batas diperbolehkan sehingga dapat dikatakan rangkaian roda gigi pada mesin bagian permukaan bawah relatif masih bekerja dengan baik dan halus.

Sedangkan dari spektrum frekuensi getaran bantalan pada bagian permukaan atas terdapat 1 frekuensi getaran yang mempunyai amplitudo sudah tinggi melebihi batas yang diperbolehkan 11 mm/detik. Amplitudo getaran tersebut adalah 11,056 mm/detik pada 0,50 Hz. Karena frekuensi tersebut adalah subharmonik dari putaran poros yang ada, maka getaran tersebut bukan timbul dari permasalahan mekanik melainkan biasanya berasal dari permasalahan pelumasan [7,8]. Biasanya adalah dikarenakan minyak pelumas atau grease yang sudah berubah terlampau encer karena factor pemakaian. Spektrum frekuensi getaran rangkaian roda gigi pada bagian permukaan atas mesin juga menunjukkan bahwa getaran dari mekanism rangkaian roda gigi ini relatif masih halus.

5. Konklusi

Walaupun pemantauan kondisi getaran pada mesin mesin produksi maupun mesin mesin pembangkit daya sudah umum dilakukan dalam rangka perawatan prediktif, ternyata terdapat peluang implementasi pemantauan kondisi getaran dari peralatan pemboran migas. Hal ini adalah dikarenakan belum banyak atau belum umumnya pemantauan kondisi getaran dilakukan terhadap peralatan pemboran migas karena beratnya beban pekerjaan yang harus dioperasikan, ketatnya jadwal kerja dari peralatan tersebut dan seringnya peralatan berpindah tempat dalam waktu yang relatif singkat.

Implementasi pemantauan kondisi getaran pada peralatan pemboran migas ternyata cukup efektif dan mampu memberikan informasi mengenai kondisi "kesehatan" peralatan tersebut. Yang perlu dipikirkan lebih lanjut adalah teknis penerapannya yang "*real time*" karena sifat dan bentuk pekerjaan pada operasi pemboran migas begitu berat dan dinamis, berbeda dengan operasi mesin mesin industri ataupun pembangkit daya yang relatif lebih statis sehingga lebih mudah menerapkannya.

Bila pemantauan dan pengukuran kondisi getaran telah menjadi rutin diimplementasikan, maka data data hasil pengukuran tersebut dapat diolah dan dapat diperhitungkan regressinya bila jumlahnya sudah memadai dan mencukupi. Dari hasil analisa regresi tersebut dapat diperkirakan kecenderungan pertumbuhan kerusakan atau kemunduran kinerja dari komponen mesin yang dipantau tersebut. Sehingga dengan demikian dari hasil analisa kecenderungan

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

(“trending analysis”) tersebut, keparahan getaran yang terjadi dapat dijadikan dasar untuk prakiraan atau prediksi waktu kapan peralatan/mesin akan rusak dan perlu dilakukan overhaul sebelumnya. Dari posisi itulah prakiraan atau prediksi waktu komponen peralatan mesin akan rusak dapat ditentukan sehingga perencanaan tindakan perawatan dapat direncanakan dan dipersiapkan sebelumnya dengan lebih baik. Hal ini juga berarti bahwa peralatan tersebut dioperasikan secara sangat efektif dan sampai batas maksimum ketahanannya.

Bila perusahaan-perusahaan yang bergerak dalam bidang pemboran migas akan menerapkan pemantauan kondisi getaran dan kondisi pelumas, maka data-data teknis dari peralatan sebaiknya juga dilengkapi dahulu karena data tersebut sangat penting dalam melakukan diagnosa yang lebih dalam dalam analisa hasil pemantauan kondisi peralatan. Sangat terbuka kemungkinan sistem perawatan peralatan pemboran migas ditingkatkan dari sistem perawatan korektif dan preventif menjadi sistem perawatan prediktif yang lebih efisien dan mampu menjamin pengoperasian peralatan benar-benar sampai pada batas keandalannya yang maksimum.

Referensi

- [1] Gorman D.A., Meyer J.W., “Drilling Equipment and Operations-The Petroleum Industry”, 3rd Edition, Action Systems, INC. – Sii Drilco, Houston-Texas, USA, 1992
 - [2] Nguyen J.P., “Drilling: Oil and Gas Field Development Techniques”, Institut Francais Du Petrole Publication, Editions TECHNIP, Paris, France, 1996
 - [3] Shives T.R., “Advanced Technologies in Failure Prevention”, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 1991
 - [4] Jackson C., “The Practical Vibration Primer”, Gulf Publishing Company, Houston-Texas, USA, 1999
 - [5] _____, “Vibration Measurement and Analysis-Course No. 4.100”, Solar Turbine INC., San Diego-CA, USA, 1999
 - [6] _____, “Basic Vibration Analysis”, Computational Systems INC., USA, 1997
 - [7] _____, “Interpretation of Vibration Data-Turbomachinery Technology Seminars”, Solar Turbine INC., San Diego-CA, USA
 - [8] Schenck C., “Machine Diagnosis”, Bruel & Kjaer CMS A/S, Naerum, Denmark, 2001
-