

# KARAKTERISTIK GETARAN PADA BACKWARD INCLINED BLADE BLOWER KARENA PERUBAHAN KECEPATAN

Parno Raharjo

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bandung  
parno\_raharjo@yahoo.com

## Abstrak

*Backward inclined blades blower digunakan secara luas khususnya di industri tekstil, semen, kimia dan kertas. Informasi mengenai karakteristik getarannya sangat minim dan perlu dilakukan pengkajian lebih lanjut. Obyek yang digunakan adalah backward inclined blades blower dengan diameter impeller 400 mm, jumlah blade 9 buah, tenaga 1,1 kWatt, putaran maksimum penggerak 2950 rpm dan putaran blower 1550 rpm. Blower dilengkapi dengan frequency regulator untuk mengatur putaran. Instrumentasi yang digunakan yaitu accelerometer yang dilengkapi dengan sistem data akuisisi dan software YE 7600TM. Pengujian dilakukan dengan memvariasikan 3 macam kecepatan. Analisa yang digunakan adalah comparative, trending dan descriptive dari amplitudo, time domain dan frequency domain yang terjadi dengan menggunakan MatlabTM. Hasil kajian menunjukkan bahwa terjadi perbedaan sinyal dan spektrum pada perbedaan putaran. Semakin tinggi putaran semakin tinggi amplitudo yang terjadi baik pada sinyal dan spektrum. Spektrum dapat mengidentifikasi FFM dan FFB dan harmoniknya. Amplitudo tinggi terjadi pada 1FFB, 2FFB dan 1FFM dan 8FFM yang disebabkan karena unbalance pada impeller.*

**Kata Kunci :** “Backward inclined blades blower”, “frequency regulator”, “frekuensi fundamental motor(FFM)”, “frekuensi fundamental blower(FFB)”.

## 1. Pendahuluan

Monitoring getaran merupakan teknik predictive maintenance yang dapat digunakan untuk menentukan kondisi mesin terutama pada mesin rotasi. Getaran pada mesin yang tidak biasa menunjukkan adanya gangguan pada mesin tersebut. Monitoring getaran merupakan teknik monitoring kondisi mesin yang telah mapan dan handal untuk menentukan kondisi mesin.

Sebelum melakukan monitoring kondisi mesin melalui inspeksi getaran diperlukan pemahaman karakteristik pada mesin tersebut.

Backward inclined blades blower merupakan salah satu mesin yang banyak digunakan pada industri tekstil, industri semen, industri kimia dan industri kertas. Walaupun mesin ini sebagai mesin utilitas namun bila terjadi kerusakan akan mengganggu proses produksi secara keseluruhan. Informasi karakteristik getaran khususnya pada backward inclined blades blower masih minim dan diperlukan kajian lebih lanjut.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Backward inclined blade blower

Fan atau blower adalah sebuah alat yang menyediakan energi mekanik dari sebuah impeller yang berputar untuk menghasilkan gerakan udara dan meningkatkan tekanan. Dilihat dari tekanan yang dihasilkan, fan dan blower merupakan bagian dari kompresor.

Fan digunakan atau dioperasikan pada tekanan sampai 2.0 Psi (13,8 kPa). Perbandingan tekanannya antara 1 – 1.1. Blower digunakan pada tekanan operasi 2,0 Psi – 10.0 Psi (13.8 kPa – 69.0 kPa). Perbandingan tekanannya antara 1.1-3.

Dilihat dari alirannya fan, blower atau kompresor digolongkan menjadi aliran axial dan radial,

Dilihat dari tipe rotornya atau bladanya digolongkan menjadi *Backward inclined blades*, *Axial*, *Forward curved blades*, *radial tip blades* dan *radial blades* (Mody, 2006).

*Backward inclined blades blower* memiliki efisiensi mekanik yang terbaik, sangat halus, dan memiliki karakteristik *non overloading power*.

*Backward inclined blades blower* memiliki bagian utama *bearing*, rotor dan transmisi. Getaran berlebihan ditimbulkan oleh *unbalance* pada rotor, kerusakan *bearing*, pelumasan, transmisi, fluktuasi tekanan pada blower dan *misalignment* pada transmisi,

## **2.2 Inspeksi Getaran pada Backward Inclined Blades Blower**

Inspeksi atau monitoring getaran merupakan salah satu teknik pemeliharaan prediktif, selain monitoring panca indera, monitoring pelumas, monitoring geometris, monitoring kinerja, monitoring termografi, monitoring emisi akustik dan *Non Destructive Test*.

Higgs dan kawan-kawan (2004) melakukan penelitian tentang penerapan sistem monitoring kondisi mesin di industri baik di industri minyak dan gas, manufaktur, tambang, transportasi dan pembangkit tenaga listrik. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa monitoring vibrasi menduduki ranking pertama diikuti oleh *oil analysis*, *infrared thermography*, *human senses*, *motor current analysis*, *dye penetrant*, *ultrasonic crack detection*, *magnetic particle detection* dan *acoustic emission* (Higgs et al, 2004).

Monitoring atau inspeksi getaran merupakan teknik yang cukup handal untuk memprediksi kondisi mesin rotasi (Scheffer dan Girdhad, 2004).

Smith (2011) menyatakan bahwa pada kompresor ulir membangkitkan pulsation dan getaran pada perkalian dari *pocket passing frequency* (PPF) yang didefinisikan sebagai jumlah *lobe* pada *male* rotor dikalikan dengan kecepatan putar kompresor (Hz). Pulsation maksimum pada ketinggian

normal timbul pada 1xPPF dan berkurang pada harmonik yang lebih tinggi, walaupun demikian dalam banyak kasus *amplitude pulsation* tinggi dapat timbul pada harmonik dari PPF (Smith, 2011).

Zargar (2013) melakukan pengukuran dan analisis getaran pada kompresor ulir dengan injeksi pelumas menyampaikan bahwa *ball bearing* dan *journal bearing* keduanya digunakan pada kompresor dan *gear box*, *male* dan *female gear* menghasilkan amplitudo pada frekuensi tinggi. FFT dan *time waveform* (TWF) adalah salah satu metode yang efektif dalam masalah ini. FFT dan TWF dapat mendeteksi *trending* perubahan *over all vibration*, *unbalance rotor* dan *bending rotor shaft* (Zargar, 2013).

Malikwade dan kawan-kawan (2015) melakukan pengujian getaran pada *root blower* atau *compressor* tetapi hanya mempelajari pengaruh sistem mounting terhadap getaran yang terjadi pada blower melalui analisa amplitudo dan spektrum (Malikwade et al, 2015).

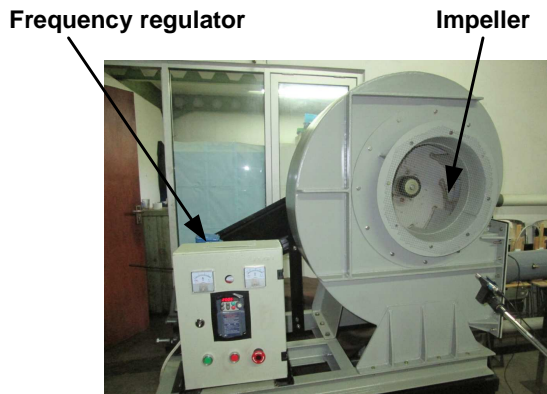
Wang dan kawan kawan (2012) melakukan studi tentang karakteristik noise dan getaran pada *twin screw compressor* dengan kondisi operasi pembebanan yang berbeda. Hasil studi menunjukkan *Sound Pressure Level* (SPL) meningkat ketika beban dinaikkan. Selain dari pada itu terdapat korelasi positif baik spektrum noise dan getaran pada harmonik terhadap kecepatan putaran poros pada *male* dan *female rotor* (Wang et al, 2012).

Studi mengenai karakteristik getaran pada *backward inclined blades blower* informasinya masih relatif sedikit namun sudah terdapat informasi yang mirip yaitu karakteristik getaran pada *screw compressor*. Oleh karena itu diperlukan kajian karakteristik getaran lebih lanjut terhadap *backward inclined blower*.

### 3. Metodologi Penelitian

#### 3.1 Obyek Penelitian

Obyek penelitian yang digunakan adalah *backward inclined blades blower*, jumlah blade 9, 1.1 kWatt, dengan putaran maksimum blower 1550 rpm. Blower ini digerakkan dengan motor listrik AC 3 fasa dengan putaran maksimum 2950 rpm.



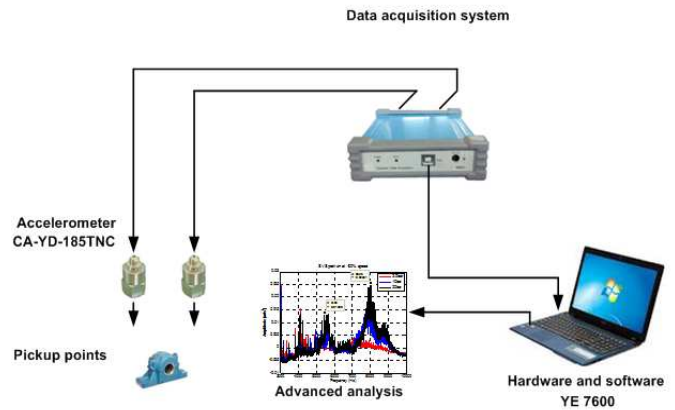
Gambar 1. Obyek pengujian *backward inclined blades blower*

Blower ini menggunakan transmisi sabuk V tunggal A 77. Diameter puli penggerak 95 mm, diameter puli yang digerakkan 166 mm. Jarak sumbu puli penggerak dengan puli yang digerakkan 770 mm. Bearing yang digunakan pada blower sisi *drive end* dan pada sisi *non drive end* adalah FAG 2207 K C3.

#### 3.2 Instrumentasi dan Sistem Data Akuisisi

Pengujian untuk mendapatkan kareakteristik vibrasi pada digunakan instrumentasi dan *Accelerometer* yang dilengkapi dengan sistem data akuisisi

Pengujian getaran pada *backward inclined blades blower* juga menggunakan *accelerometer* yang dilengkapi dengan data akuisisi. Skemanya ditunjukkan seperti pada gambar berikut.



Gambar 2. Skema pengukuran getaran pada *backward inclined blades blower*

Data akuisisi yang digunakan Sinocera YE 6231B *Dynamic Signal Analyzer 4 Channels* dengan *sampling rate* 96.0 kHz setiap *channel*, EPCE *supply* 4mA dan 24 Volt DC, *maximal sampling rate* 100 kHz *per chanel*, *input voltage* -10V to 10V, *operating temperatur* 0-60°C (GST, 2005).

*Accelerometer* yang digunakan Sinocera CA-YD-185TNC dengan rentang frekuensi 0.5 Hz-5000 Hz sensitivitas 4.96 mV/ms<sup>2</sup> dan rentang temperatur -20-120°C (GST, 2010).

Penyimpanan dan pengolahan data dasar menggunakan YE 7600. Pengolahannya selanjutnya menggunakan Matlab<sup>TM</sup>.

#### 3.3 Pengambilan Data dan Analisis Data

Pengambilan dan penyimpanan data menggunakan komputer yang telah dilengkapi dengan *software* pengolahan dan pengumpulan data YE 7600<sup>TM</sup>. Selanjutnya data yang terkumpul diubah menjadi data math untuk diolah dan dianalisis lebih jauh dengan pemrograman Matlab<sup>TM</sup>.

Titik pengukuran atau *pick up point*nya antara lain BDE (*drive end of blower*), BNDE (*non drive end of blower*), MDE (*drive end of motor*), MDE (*non drive end of motor*) pada arah horisontal, vertikal dan aksial.

Pengujian pertama mengetahui pengaruh perubahan kecepatan terhadap perubahan *amplitude*, *time domain* dan *frequency domain*.

Perubahan kecepatan blower dilakukan dengan menggunakan *frequency regulator* dengan 3 macam kecepatan. yaitu 18 Hz, 30 Hz dan 40 Hz.

Besar frekuensi dan sumber getaran yang terjadi pada *blower* ditunjukkan pada tabel berikut.

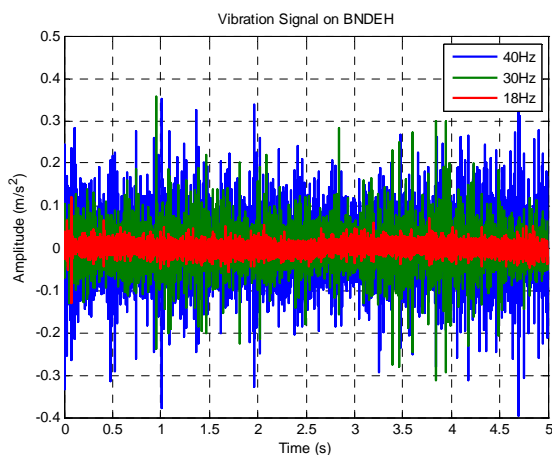
**Tabel 1. Sumber Getaran dan Frekuensi**

No	Sumber	Frekuensi	Keterangan
1	Putaran kompresor	21,2	N2=1272 rpm
2	Baring pada DE dan NDE	96.28	FAG 2207 K C3
	BPFO	136.21	
	BPMF	126.32	
3	Belt Pass Frequency	5.7	A77;D1:95 mm;D2:166mm;X=770
4	Blade Pass Frequency	190.8 Hz	Jumlah blade 9

#### 4. Hasil Pengujian dan Pembahasan

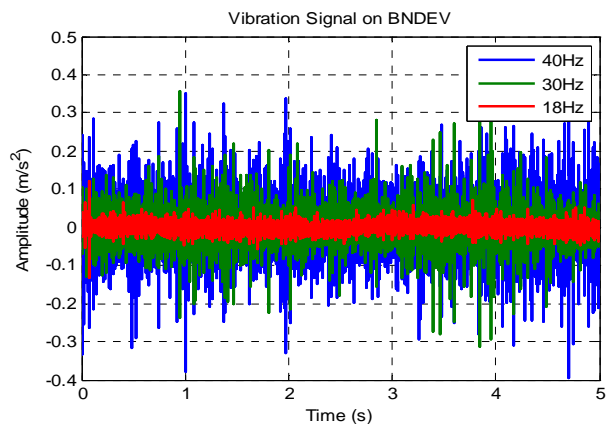
##### 4.1 Hasil Pengukuran Sinyal Pada Blower Posisi *Non Drive End*

Hasil pengukuran sinyal pada blower sisi *drive end* posisi horisontal dengan 3 variasi kecepatan 18Hz, 30Hz dan 40Hz, ditunjukkan seperti gambar berikut.



**Gambar. 3. Sinyal pada BNDEH**

Sinyal pada blower sisi *non drive end* arah vertikal dengan 3 variasi kecepatan 18Hz, 30Hz dan 40Hz ditunjukkan seperti gambar berikut.

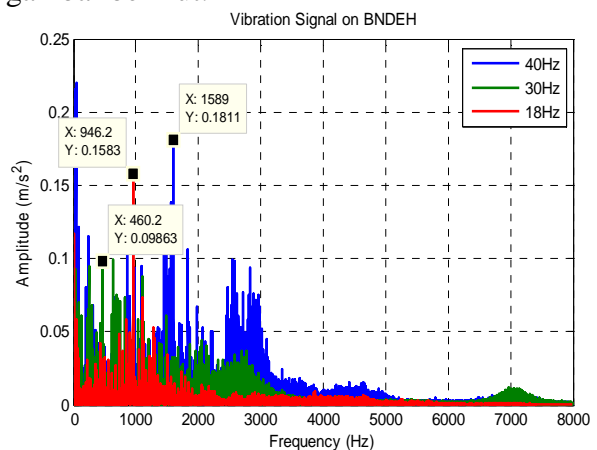


**Gambar 4. Sinyal pada BNDEV**

Sinyal getaran pada blower posisi *drive end* pada arah horisontal dan vertikal terlihat bahwa sinyal dengan 3 variasi kecepatan 18Hz, 30Hz dan 40Hz berbeda dan juga menunjukkan bahwa semakin tinggi putaran semakin besar amplitude getaran yang terjadi pada blower meningkat. Hal ini terjadi karena memang ketika makin tinggi putaran makin tinggi gaya sentrifugal yang terjadi.

##### 4.2 Hasil Pengukuran Spektrum Pada Blower Posisi *Non Drive End* Horisontal

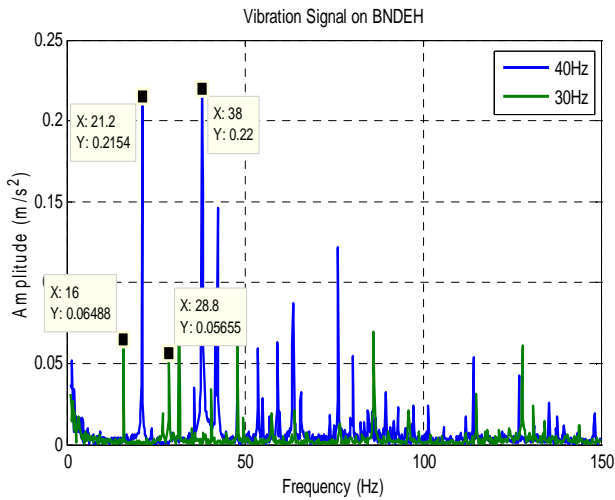
Spektrum pada blower poros *non drive end* posisi horisontal dengan 3 variasi kecepatan 18Hz, 30Hz dan 40Hz ditunjukkan seperti gambar berikut.



**Gambar 5. Spektrum BNDEH pada 1-8000 Hz**

Spektrum pada BNDEH menunjukkan bahwa amplitude tinggi terletak rentang frekuensi <1000 Hz, 3000 Hz-4000 Hz dan antara 5000 Hz – 7000 Hz.

Untuk mengetahui karakteristik frekuensi getaran lebih lanjut analisis frekuensinya dilakukan dalam rentang frekuensi yang lebih sempit.

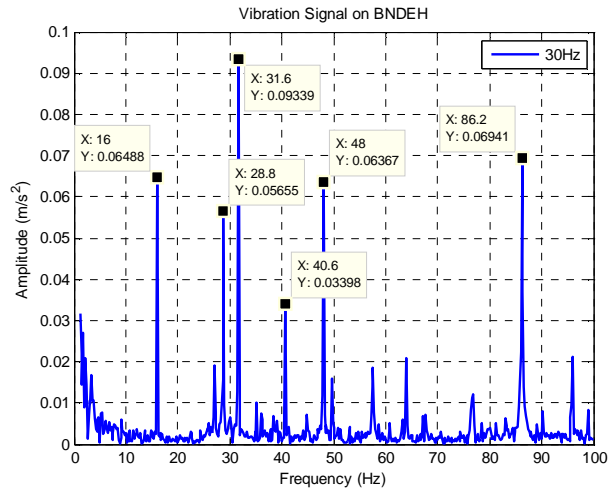


**Gambar 6. Spektrum BNDEH pada 1-300 Hz, frekuensi 40 Hz dan 30 Hz.**

Pada gambar spektrum pada 1-300 Hz dengan frekuensi putaran motor 40 Hz, didapat bahwa fundamental harmonic pertama blower ditunjukkan oleh 21.2 Hz.

Frekuensi fundamental motor ditunjukkan oleh 38 Hz. Pada frekuensi putaran motor 30 Hz didapat bahwa fundamental harmonic pertama blower ditunjukkan oleh 16.0 Hz. Frekuensi fundamental motor ditunjukkan oleh 28 Hz. Kenaikan amplitude terjadi baik pada frekuensi fundamental blower dan frekuensi fundamental motor.

Spektrum pada rentang 100 Hz dengan frekuensi putaran motor 30 Hz, ditunjukkan seperti pada gambar berikut.

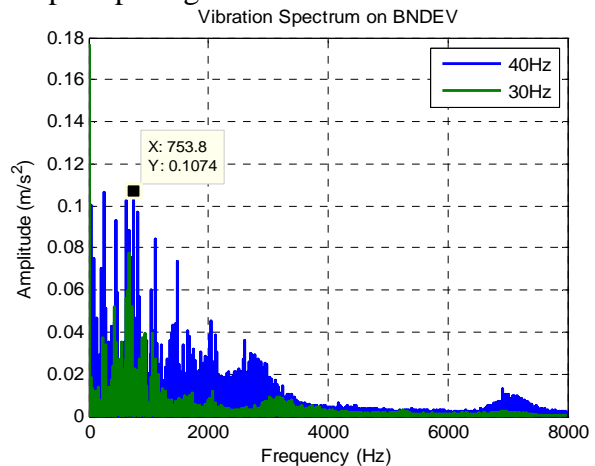


**Gambar 7. Spektrum BNDEH pada 130 Hz**

Gambar menunjukkan bahwa pada rentang frekuensi 100 Hz dengan putaran 30 Hz didapat 1FFB: 16Hz, 1FFM: 28.8Hz, 2FFB:31.6 Hz, 3FFB: 48Hz, 3FFM:86.2Hz. Sedangkan frekuensi 40.6 Hz belum dapat diidentifikasi.

### 4.3. Hasil Pengukuran Spektrum Pada Blower Posisi Non Drive End Vertikal

Spektrum pada BNDEV dengan 3 variasi kecepatan 18Hz, 30Hz dan 40Hz pada rentang frekuensi 1-8000 Hz ditunjukkan seperti pada gambar berikut.

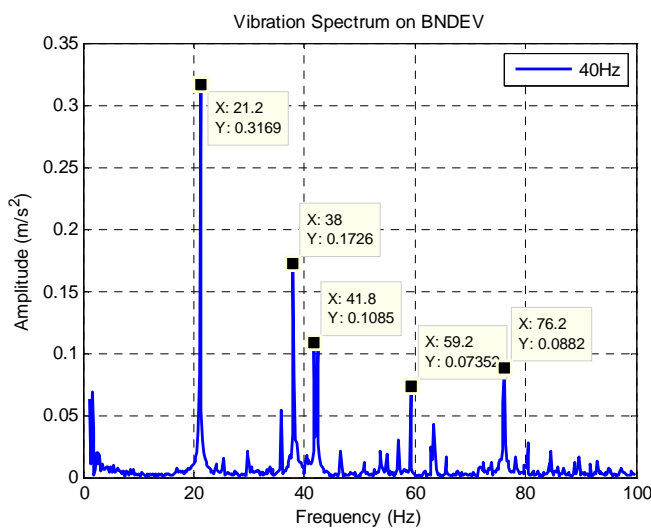


**Gambar 8. Spektrum pada BNDEV pada 1-8000 Hz**

Spektrum pada BNDEV arah vertikal, amplitude tinggi terjadi pada rentang frekuensi kurang dari 1000 Hz, 1000 Hz – 2500 Hz dan antara 2500Hz -4000 Hz.

Untuk mengetahui karakteristik frekuensi getaran lebih lanjut analisis frekuensinya dilakukan dalam rentang frekuensi yang lebih sempit.

Spektrum pada BNDEV dengan putaran motor 40 Hz dalam rentang frekuensi 1-100Hz, ditunjukkan pada gambar berikut.



**Gambar 9. Spektrum pada BNDEV pada 100 Hz**

Pada gambar spektrum pada BNDEV dalam rentang 1-100 Hz, putaran 40 Hz, ditunjukkan bahwa frekuensi fundamental harmonic pertama motor adalah 38 Hz, frekuensi harmonic pertama blower ditunjukkan oleh frekuensi 21.2 Hz dan frekuensi harmonic ke kedua blower ditunjukkan oleh frekuensi 41.8 Hz. Frekuensi harmonic kedua motor ditunjukkan oleh 76.2 Hz. Sedangkan frekuensi 59.2 Hz, belum dapat diidentifikasi dari mana berasal. Amplitude tertinggi terjadi pada frekuensi 21.1Hz (1FFB) dilanjutkan pada 2FFB (41.8 Hz) . Penyebabnya adalah *unbalance impeller*.

## 5. Kesimpulan dan Tindak Lanjut

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pengukuran, pemaparan dan analisa hasil percobaan mengenai karakteristik getaran pada Backward

inclined blades blower dapat disimpulkan sebagai berikut:

Terjadi perbedaan sinyal dan spektrum pada perbedaan putaran .

Semakin tinggi putaran semakin tinggi amplitude yang terjadi.

Pada spektrum dapat diidentifikasi FFM dan FFB dan harmoniknya walaupun putarannya berbeda beda.

Frekuensi harmonic pada blower nampak lebih jelas dari pada frekuensi harmonic motor.

Amplitude tinggi terjadi pada 1FFB, 2FFB dan 1FFM dan 8FFM

Penyebab terjadinya amplitude tinggi karena unbalance pada impeller.

### 5.2. Tindak Lanjut

Dalam percobaan untuk mengetahui karakteristik getaran pada Backward inclined blades blower analisanya selanjutnya perlu tindak lanjut yang akan dilakukan adalah :

Melanjutkan atau mengembangkan analisa karakteristik getaran pada Backward inclined blades blower dengan variabel pengujian yang lain.

Melakukan pengujian karakteristik acoustic dan acoustic emission pada Backward inclined blades blower

## 6. Daftar Pustaka

- GST, 2005, *USB Data Acquisition System*, YE6231B, Unit 1, 26 Fairholme Rd, Manchester, M20 4NT, UK
- GST, 2010, *General Purpose Piezoelectrics*, YD-5 4251, Unit 1, 26 Fairholme Rd, Manchester, M20 4NT, UK
- Higgs, P. A., Parkin, R., Jackson, M., 2004, *A Survey on Condition Monitoring System in Industry*, Proceeding of ESDA 2004, 7<sup>th</sup> Biennial ASME Conference

Engineering System Design and Analysis, July 19-22, Manchester, UK, pp. 1-16.

- Malikwade, G, V, Patil, S, S, Magdum, A, A, Khandare, A, V, Sawant, S, H, 2015, *Design Optimization for Vibration Level or Root Blower with Load Condition*, International Journal of Science Technology and Management, Volume No. 04, Special Issue No. 01, 354-361, Februari.
- Mody, D, 2016, Mechanical Engineer's Handbook, Energy and Power, Pump, Fans, Blower and Compressor, Volume 4, Third Edition, John Wiley and Sons.
- Scheffer. C. and Girdhar. P, 2004, *Machinery Vibration Analysis and Predictive Maintenance*, Elsevier, Netherland.
- Smith, D, R, 2011, *Pulsation, Vibration and Noise Issue with Wet and Dry Screw Compressor*, Proceeding of the Turbo machinery Symposium, September 12 -15, Houston, Texas, USA.
- Wang, B,T, Hsieh, C,H, Liu, C,L, 2012, *Noise and Vibration Characteritics Studies of Twin Screw Compressor in Different Operating Conditions*, International Compressor Engineering Conference at Purdue, July 16-19;
- Zargar, O,A, 2013, *Hydraulic Unbalance in Oil Injected Twin Rotary Screw Compressor, Vibration Analysis*, Midle East Journal of Scientific Research 17 (10) : 1467-1474.