
ABNORMAL ENGINE DIAGNOSIS USING NOISE ANALYSIS**Alvin Kosasih¹, Wegie Ruslan², Harjadi Gunawan³**^{1,2,3}Universitas Khatolik Atmajaya, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin Atmajaya

Jl. Jenderal Sudirman No. 51, Daerah Khusus Ibukota Jakarta

Email : alvin.Kosasih@yahoo.co.id**Abstrak**

Analisis kebisingan merupakan salah satu cara dalam Predictive Maintenance. Kebisingan yang dihasilkan oleh mesin saat beroperasi menyimpan informasi yang tertent. Makalah ini memaparkan analisis signal kebisingan yang dijadikan sebagai dasar untuk menilai keabnormalan fungsi mesin. Keabnormalan mesin yang akan dibahas pada makalah ini adalah suara tappet. Mesin yang digunakan sebagai bahan analisis adalah mesin K25, mesin scooter 110cc yang diproduksi oleh Honda. Sebagai permulaan akan dilakukan pengumpulan dua jenis suara, yaitu normal dan abnormal. Suara kebisingan direkam dengan menggunakan sound cather pada variabel lingkungan yang telah ditetapkan yaitu dalam keadaan idle, 1 700rpm±100rpm dan menggunakan oli 10w-30. Kemudian suara yang didapatkan disimpan dalam bentuk digital berupa gelombang spectrum suara yang berbasis frekuensi (Fast Fourier Transform). Berdasarkan hasil penelitian maka didapatkan nilai kebisingan mesin yang berada dalam keadaan normal memiliki nilai pitch yang lebih besar dan kebisingan yang lebih rendah. Dengan mengubah suara dari domain amp itudo terhadap waktu menjadi frekuensi terhadap waktu maka dapat terlihat bahwa setiap kebisingan memiliki karakteristik suara yang berbeda. Terbukti bahwa keabnormalan fungsi pada mesin dapat dianalisa secara visual tidak hanya melalui pendengaran.

Kata kunci: Fast Fourier Transform, Kebisingan, Predictive Maintenance,

1. PENDAHULUAN

Perawatan (*maintenance*) pertama sekali dipopulerkan di Jepang pada tahun 1950 dengan menggunakan sistem PM (*Preventive Maintenance*). *Predictive Maintenance* adalah teknik menganalisis kondisi mesin untuk memprediksi performa / kondisi mesin, teknik ini tergolong dalam *nondestructive technique* yang bertujuan untuk memprediksi jadwal pemeliharaan mesin (Mobley, 2002). *Predictive maintenance* dapat dilakukan dalam berbagai macam cara salah satunya adalah dengan cara menganalisis kebisingan. Pada hakekatnya mesin merupakan kumpulan dari berberapa komponen yang berkerja sama untuk menghasilkan suatu fungsi. Kebisingan yang dihasilkan saat mesin beroperasi akan menyimpan banyak informasi terkait dengan performa namun teknik ini memiliki keterbatasan yaitu hanya dapat memonitor ke abnormalan fungsi mekanis. Dalam memonitor keabnormalan fungsi mekanis melalui kebisingan *engine working condition* menjadi sesuatu yang harus diperhatikan dengan seksama.

Engine working condition adalah parameter atau batasan yang dibuat untuk menentukan variabel yang dapat mempengaruhi hasil percobaan seperti viskositas oli, temperature kerja, noise part lain, ordometer, putaran mesin. Viskositas dari suatu pelumas dipengaruhi oleh perubahan suhu dan tekanan, apabila suhu suatu pelumas meningkat, maka viskositasnya akan menurun, begitu juga sebaliknya apabila suhu suatu pelumas menurun, maka visko- sitasnya akan meningkat ini berarti pelumas akan mudah mengalir ketika pada suhu panas dibandingkan pada saat suhu dingin. Viskositas pada pelumas akan meningkat seiring mening- katnya juga tekanan yang ada di sekitar pelumas (Hangar, dalam Syahputra HR, 2007).

Data signal kebisingan didapatkan dengan menggunakan *noise cather kow seiki*. Data signal kebisingan yang didapatkan dari *noise cather* mash berupa file audio dan harus dirubah menjadi *Fast Fourier Transform (FFT)*. Transformasi Fourier dignakan untuk mentransformasi sinyal waktu kontinyue kedalam kawasan frekuensi. Transformasi Fourier endiskripsikan spektrum kontinyu dari signal non periodik (Hsu, 1976)

2. METODE

Pengambilan data dilakukan dalam keadaan yang mendekati aktual, yaitu keadaan saat mekanik bekerja di bengkel. Mesin yang digunakan pada percobaan ini adalah mesin sepeda motor Honda dengan tipe mesin K25, mesin tipe ini adalah mesin yang digunakan pada motor scooter Honda 110cc.

2.1 Lokasi dan Waktu Pelaksanaan Penelitian

Perencanaan serta proses pengambilan data bertempat di Astra Honda Training Center (AHTC) dan di kampus Unika Atmajaya Jakarta. Waktu dan lama penelitian berlangsung selama ± 3 bulan, dimulai pada Desember 2015 sampai February 2016.

2.2 Prangkat Keras dan Perangkat Lunak yang Digunakan

Dalam penelitian ini digunakan perangkat keras dan perangkat lunak, seperti : *Software Wavelab*, *kowa seiki sound catcher (kek-7-1)*, dan laptop *Lenovo G40 AMD A8, 2 GHz; ram 4.00 GB*

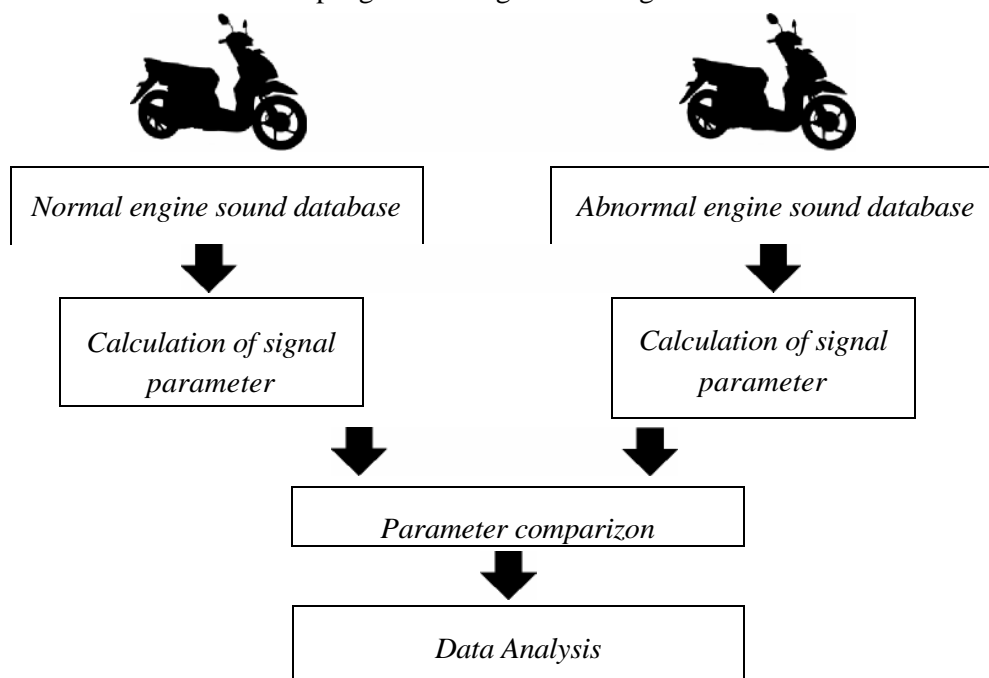
2.3 Prosedur Penelitian

Mesin yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin skuter Honda dengan kode Engine K25 yang memiliki data sebagai berikut :

Tabel 1. Spesifikasi Mesin Skuter 110cc Honda

Bagian	Spesifikasi	
Kode Engine	K25	
Mesin	Diameter dan langkah	50,0 x 55,0 mm
	Volume langkah	107,99 cm ³
	Perbandingan Kompresi	9,2:1
	Peralatan Penggerak Valve	OHC digerakkan rantai dengan rocker arm
Oli	Putaran Stationer mesin	1.700±100 rpm
	Oli untuk sepeda motor empat langkah	Klasifikasi servis API : SG atau lebih tinggi
		Visikositas : SAE 10W-30

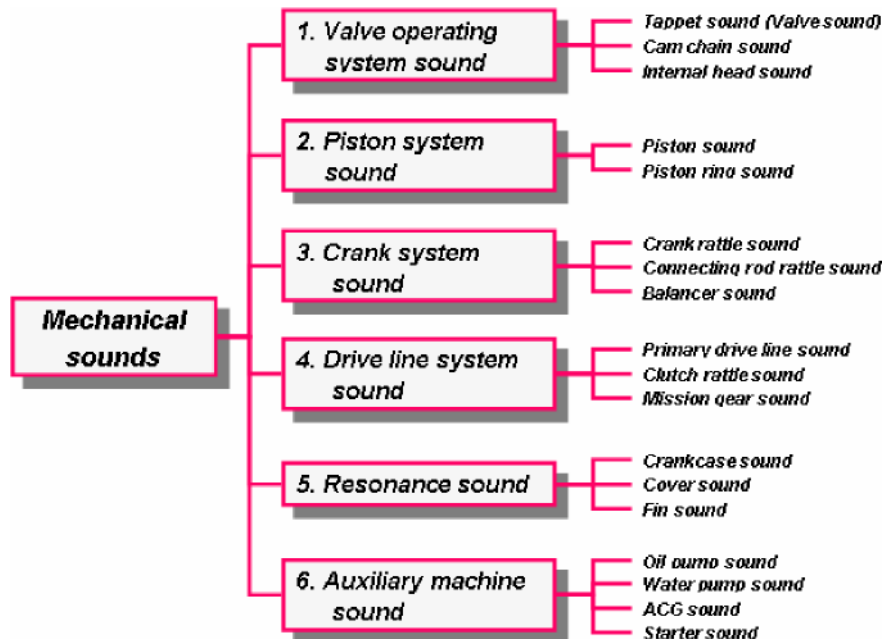
Setelah menentukan spesifikasi mesin maka tahap selanjutnya adalah melakukan pengambilan suara pada 2 buah pengkondisian mesin, mesin dalam kondisi normal dan mesin yang diberikan. Berikut ini adalah skema pengambilan signal kebisingan



Gambar 1. Skema pengambilan suara

2.4 Analisa Proses Pengambilan Suara

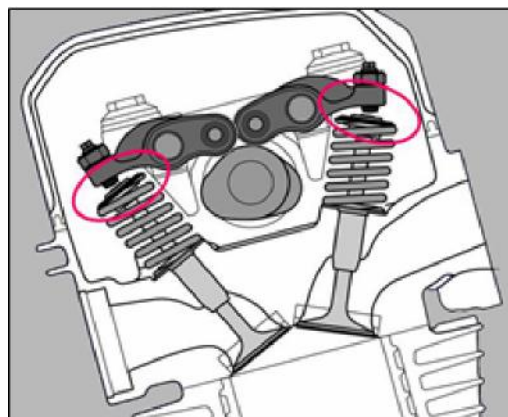
Untuk mendapatkan signal kebisingan yang akurat maka harus dilakukan batasan batasan dalam proses pengambilan suara. Suara kebisingan meruakan bagian dari *mechanical sound*. *Mechanical sound* adalah suarayang berasal dari komponen – komponen mesin. Berdasarkan penelitian berberapa *mechanical sound* yang umumnya digunakan sebagai *Predictive Maintenance* pada kendaraan roda dua yaitu :



Gambar 2. Diagram Mechanical Sound

2.5 Tappet Noise Analysis

Dalam makalah ini akan diahas mengenai satu jenis *mechanical sound* yaitu *tappet noise* (suara klep), kebisingan ini merupakan bagian dari *valve operating system sound*. Bunyi tappet seringkali terdengar sebagai bunyi yang halus dan menyerupai “ patting (pati-pati)” atau “ticking (kati-kati)”, dan dihasilkan saat putaran mesin dalam posisi idle atau saat putaran gas dibuka. Sewaktu mesin panas, keregangan tappet akan bertambah dan bunyi yang terjadi juga semakin kuat. Bahan dasar dari katup (valve) besi tuang dengan bahan silinder yang terbuat dari aluminium.



Gambar 3. Ilustrasi Sumber Bunyi Tappet

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Logam akan memuai jika dipanaskan dan pemuaiannya berbeda-beda untuk jenis logam yang berbeda. Setiap zat mempunyai kemampuan memuai yang berbeda. Faktor yang menentukan besarnya pemuaian panjang suatu jenis zat dinamakan koefisien muai panjang (α). Koefisien pemuaian panjang adalah kecenderungan bagi perubahan panjang, luas dan volume sebagai pengaruh dari perubahan suhu (Ferawati, 2012). Klep berfungsi untuk mengatur masuknya gas dan keluarnya gas buang sisa pembakaran pada mesin motor. Klep merupakan bagian vital, karena apabila ada kebocoran/gangguan sedikit saja pada klep akan mengakibatkan tenaga mesin menjadi menurun. Berikut ini adalah simulasi distribusi panas pada mesin K25 :

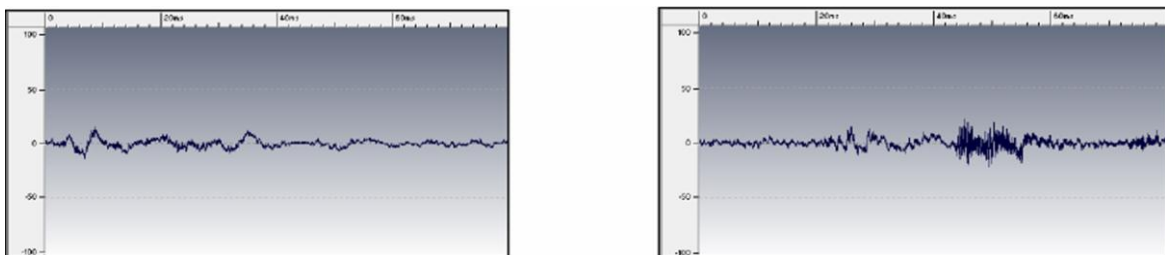


Gambar 4. Ilustrasi Penyebaran Pada Valve dan Cylinder Head

Celah antara pelatuk dan klep telah diatur oleh Honda dalam buku pedoman reparasi seperti tabel berikut

Tabel2. Standart Celah Klep Mesin K25

Bagian	Standart
Jarak Renggang Valve	in 0,16 mm \pm 0,02 mm
	ex 0,16 mm \pm 0,02 mm



Pengambilan suara dilakukan dengan *sound cather kowaseiki kek- 7-1* dengan hasil sebagai berikut :

(a)

(b)

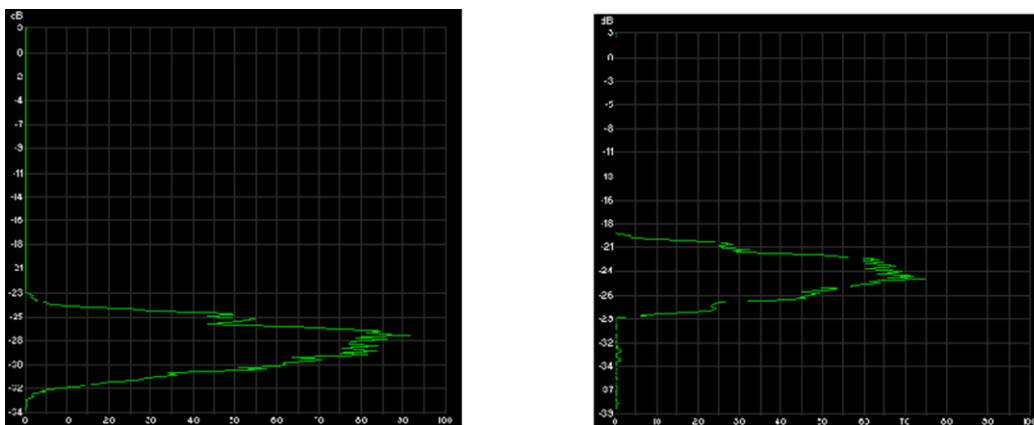
Gambar 5. (a) Signal Suara Tappet Kondisi Normal; (b) Signal Suara Tappet Kondisi Abnormal

Dari gambar 5(a) dan gambar 5(b) nilai dB di atas dapat kita asumsikan sebagai amplitudo sehingga perbandingan nilai-nilai dB dapat juga diasumsikan sebagai rasio amplitudo. Apabila kita amati besarnya frekuensi dari tiap-tiap harmonik maka akan terlihat pola frekuensinya. Dari komponen komponen di atas dapat terlihat bahwa perbedaan mendasar atau yang paling signifikan dari kedua signal adalah rasio amplitudo. Berdasarkan data diatas maka didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 3. Analisa Peaks dan Loudness

Normal Engine Sound	Peaks	Maximum	-15.44 dB
		Minimum	-24.62 dB
	Loudness	Maximum	-30.70 dB
Abnormal Engine Sound	Peaks	Maximum	-11.53 dB
		Minimum	-20.93 dB
	Loudness	Maximum	-26.17 dB

Loudness diambil dari suara untuk mengukur tingkat kekerasan suara tiap-tiap data sampel suara. Sinyal didekati dengan perhitungan *Root Mean Square* (RMS). RMS adalah ukuran statistik besarnya suatu kuantitas yang bervariasi. Berikut ini adalah gambar distribusi loudness pada kedua



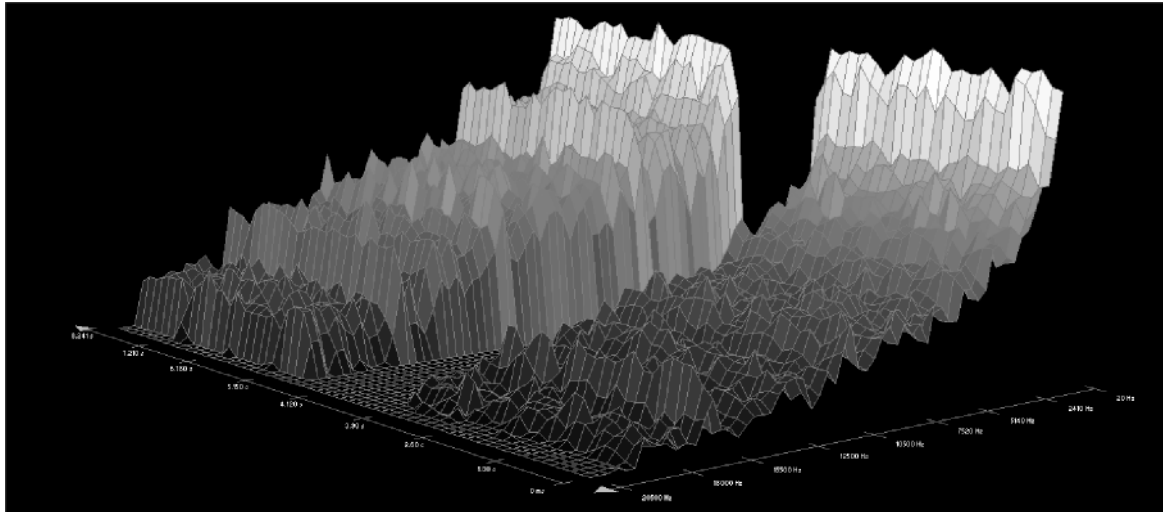
jenis signal

(a)

(b)

Gambar 6. (a) Loudness Distribution Normal Tappet ; (b) Loudness Distribussion Abnormal Tappet

Berdasarkan hasil analisa distribusi *loudness* maka terdapat perbedaan dimana distribusi *loudness* pada *normal engine sound* memiliki nilai dB yang lebih kecil apabila dibandingkan dengan *abnormal engine sound*. File suara yang sebelumnya direkam berekstensi wav dan selanjutnya diproses kedalam suatu proses sampling dan proses FFT sehingga dapat dilakukan proses *feature extraction*, yaitu sebuah proses yang mengkonversi sinyal suara menjadi beberapa parameter yang dapat diambil untuk proses selanjutnya yaitu identifikasi pola suara. Parameter yang memungkinkan dari suatu file suara adalah nilai amplitudo. Karena nilai amplitudo didapatkan berdasarkan domain waktu sehingga untuk pengambilan sampel data akan didapatkan waktu yang mungkin berbeda-beda. Hal inilah yang menyebabkan suatu *feature extraction* tidak konsisten untuk dijadikan suatu acuan atau masukan pada proses selanjutnya. Untuk itulah parameter dari suatu file suara tersebut harus diubah terlebih dahulu kedalam domain frekuensi dengan menggunakan *Fast Fourier Transform* karena pada manusia memiliki batas frekuensi tertentu sehingga data sampel bisa lebih konsisten untuk dijadikan suatu masukan pada proses selanjutnya. Proses inilah yang merupakan bagian dari pengolahan sinyal yang akan menghasilkan suatu *feature extraction* berupa nilai magnitude terhadap domain frekuensi. Berikut ini adalah hasil analisa FFT 3 Dimensi pada kedua jenis suara :



Gambar 7. Fast Fourier Transform 3D Analysis

Berdasarkan analisa pada gelombang suara yang telah dirubah kedalam domain frekuensi maka dapat terlihat bahwa terdapat perbedaan distribusi frekuensi terhadap waktu.

4. KESIMPULAN

- a. *Predictive Maintenance* merupakan *nondestructive technique* yang bertujuan untuk memprediksi jadwal pemeliharaan mesin, salah satu caranya adalah melalui analisis suara
- b. Keabnormalan fungsi pada mesin kendaraan motor akan menghasilkan *Mechanical noise* (suara mesin) yang memiliki pola/ karakteristik tertentu.
- c. Pola suara terdiri dari tiga dasar yaitu, kecepatan rambat, frekuensi dan kekerasan (*Loudness*)
- d. Pengolahan gelombang suara dengan Fast Fourier Transform terbukti efektif, namun sebelum suara dianalisa dengan metode FFT gelombang suara yang awalnya merupakan fungsi amplitudo terhadap waktu dirubah menjadi fungsi frekuensi terhadap waktu

DAFTAR PUSTAKA

- Banlaki, Pal dan Magosi, Zoltan. 2010. Part Failure Diagnosis for Internal Combustion Engine Using Noise and Vibration Analysis. *Periodica Polytechnica*, Vol 38, 53-60.
- Denton, Tom, 2006, *Advance Automotive Fault Diagnosis*, Second Edition. Elsevier, USA.
- Effendi, M. Syafwansyah dan Adawiyah, Rabuatul. 2014. Penurunan Nilai Kekentalan Akibat Pengaruh Kenaikan Temperatur Pada Beberapa Merek Minyak Pelumas. *Jurnal INTEKNA*. No. 1, Tahun XIV, 1-101.
- Gawande, S.H., Navale, L.G., Nanfgaonkar, M.R., Butala, D.S., Kunamalla, S., 2012, Identification and Analysis of Engine Speed and Noise in In-line Diesel Engine. *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, Vol 6, 71-74.
- Mobley, R. Ketih, 2002, *An Introduction To Predictive Maintenance*, Second Edition. Elsevier, USA.
- Nordmark, Anders, 2006, *Operation Manual Wave Lab 6*. Steinberg.
- Szwedo, Jhon. D., 2012, Preventive, Predictive and Corrective Maintenance, *WWOA Annual Conference*. www.baxterwoodman.com, diakses tgl 03 Februari 2016.