

**LAPORAN
PENELITIAN MANDIRI**



**ANALISA GETARAN ROTOR SIMULATOR DENGAN
MENGUNAKAN FFT (FAST FOURIER TRANSFROM)**

Oleh :

**J.D.C. SIHASALE
NIP. 196505091997021001**

**UNIVERSITAS PATTIMURA
November 2016**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Kegiatan : ANALISA GETARAN ROTOR SIMULATOR
DENGAN MENGGUNAKAN FFT
(FAST FOURIER TRANSFORM)

Peneliti/Pelaksana

Nama Lengkap : Ir. Jacob. D.C. Sihasale

NIDN : 0009056507

Jabatan Fungsional : Lektor

Program studi : Teknik Sistem Perkapalan

Nomor HP : 08114707007

e-mail : yb8xm2010@gmail.com

Institusi mitra (jika ada) : -

Alamat : Jl. Listrik Negara, RT. 01/RW. 03, Batu Gajah Kota
Ambon - 97127


Waktu Pelaksana : 6 (bulan)

Biaya Tahun Berjalan : Rp. 10.000.000


Biaya Keseluruhan : Rp. 10.000.000

Ambon, 15 April 2017

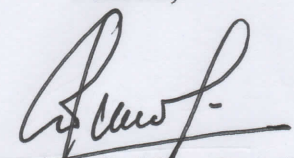
Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



Dr. D. Malle, MT.
NIP. 195312101980031006



Peneliti,



Ir. Jacob.D.C. Sihasale, MT
NIP. 1965050919970210

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian



Prof. Dr. D. Malle, MSc
NIP. 19700927199403102



ANALISA GETARAN ROTOR SIMULATOR DENGAN MENGGUNAKAN FFT (FAST FOURIER TRANSFROM)

ABSTRAK

Mesin selalu menimbulkan getaran pada saat beroperasi hal ini dikarenakan terdapat sebagian energi yang terbuang dalam bentuk getaran. Tujuan yang hendak dicapai dalam penulisan ini adalah untuk memanfaatkan atau menggunakan metoda FFT (Fast Fourier Transform) dalam menganalisis informasi getaran mesin. sensor pada sumbu X dan Y pada motor simulator. Data getaran yang diambil dengan proses akuisisi data dengan durasi 1 detik dengan perulangan sebanyak 100 kali. signal getaran diambil data sebesar 48192. pemrosesan data dengan menggunakan metode Digital Signal Processing dengan menggunakan FFT. pengambilan data pada rotorsimulator di operasikan dalam kondisi seimbang. Bentuk data yang diperoleh merupakan bentuk suatu matriks data dengan ukuran 48192 baris x 2 kolom. Dari struktur ini 48192 baris pada kolom 1 adalah data dari sensor atau accelerometer #1 dan kolom 2 adalah data dari sensor atau accelerometer #2. Frekuensi dominan (amplitudo terbesar) yang terukur pada sensor #1 adalah sebesar 712 Hz sedangkan pada sensor #2 adalah sebesar 119 Hz

Kata kunci : Putaran Poros, Getaran Poros, Domain Waktu, Domain Frekuensi, Ketidakseimbangan, Seimbang. Fast Fourier Transfrom.

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI.....	iv
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar belakang.....	1
I.2 Tujuan Penulisan.....	1
I.3 Manfaat Penelitian	2
I.4 Batasan Penelitian	2
BAB II STUDI PUSTAKA	
2.1 Prinsip Dasar getaran Mekanis	3
2.2 Karakteristik Getaran	3
2.3 Penyebab Getran Mesin	6
2.4 Fast Fourier Transform	8
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan tempat penelitian.....	9
3.2 Variabel penelitian	9
3.3 Jenis penelitian	9
3.4 Penyiapan Bahan dan alat penelitian.....	9

3.5 Gambar dan skema penelitian	12
3.6 Prosedur Penelitian.....	12
3.7 Diagram alir penelitian.....	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengolahan data Sinyal Getaran dari kondisi normal	16
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	19
5.2 Saran.....	15
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Amplitudo getaran mesin yang berlebihan akan mempengaruhi kualitas serta umur dari mesin tersebut. Teknologi untuk mengalisis kinerja mesin telah banyak ditemukan dengan menggunakan berbagai peralatan tets . Pengukuran getaran suatu mesin merupakan salah satu metode NDT (non-destructive test) atau pengujian / pengukuran kinerja mesin tanpa melakukan perubahan mendasar pada konstruksi dan operasi dari suatu mesin. Pengukuran ini banyak dilakukan menggunakan cara kontak langsung artinya instrumen yang digunakan harus berkontak langsung dengan benda yang akan diamati. Metode NDT yang umum digunakan adalah melalui perekaman, pengukuran dan analisa sinyal getaran mesin yang dilakukan dengan menggunakan sensor berupa accelerometer.

Dalam domain waktu, sinyal getaran mesin belum dapat memberikan informasi yang berguna untuk tujuan prognostic dan diagnostic. Untuk itu sinyal getaran mesin perlu diubah atau di transformasi kedalam bentuk lain atau ke lain domain. Dalam hal ini sinyal getaran dari dari domain waktu (*time-domain*) dapat diubah atau di transformasi ke domain frekuensi sehingga dapat diperoleh sinyal berbentuk spektrum. Dengan demikian, diperlukan transformasi sinyal dari domain waktu menjadi sinyal domain frekuensi. Metoda yang digunakan untuk mendapatkan spektrum sinyal getaran yang berada pada domain waktu adalah dengan menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT). Dengan menggunakan FFT dapat diperoleh informasi tentang frekuensi yang terkandung didalam suatu sinyal dan menunjukkan berapa banyak komponen frekuensi yang ada pada sinyal.

Hasil yang diperoleh digunakan untuk keperluan *condition based maintenance*(CBM). Kerusakan komponen seperti bearing atau penurunan kinerja bearing dapat dideteksi melalui analisa sinyal getaran yang ditimbulkannya, sehingga proses maintenance dapat diatur atau dijadwalkan dan tidak mengganggu proses operasi suatu mesin.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui Getaran yang terjadi pada rotor simulator dengan menggunakan metoda FFT (*Fast Fourier Transform*) pada mesin simulator.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini adalah untuk:

1. Memahami metoda FFT dan implementasinya dalam proses pengolahan sinyal secara digital (*digital signal processing* / DSP).
2. Memahami penggunaan peralatan data acquisition dan sistim sensor *accelerometer* yang digunakan dalam proses perekaman sinyal getaran mesin / test rig.
3. Mengetahui karakteristik frekuensi dan spektrum dari sinyal getaran mesin melalui penggunaan metoda FFT yang dapat digunakan untuk menentukan nilai frekuensi natural / frekuensi dominan (Hz) dan amplitudonya yang dihasilkan oleh test rig.
4. Menggunakan informasi spektrum dan besaran frekuensi (Hz) sinyal getaran untuk membedakan kondisi operasi dari suatu mesin / test rig

1.4 Batasan Penelitian

Pembahasan dalam penelitian ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

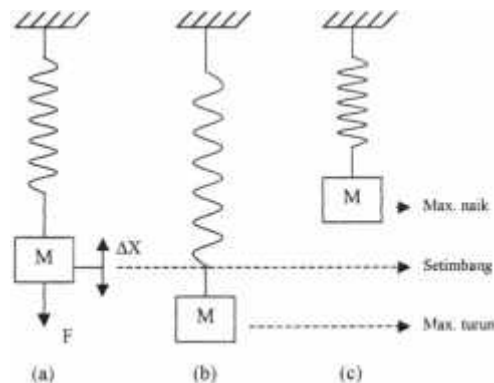
-) Perekaman dan pengambilan sinyal getaran mesin dilakukan pada test rig yang tersedia di laboratorium Fakultas Teknik Universitas Pattimura.
-) Metode transformasi sinyal getaran dari domain waktu ke domain frekuensi dilakukan dengan menggunakan metoda FFT berbasis komputer yang terdapat pada software Matlab (R).
-) Jenis sinyal getaran domain waktu yang direkam dari test rig adalah berupa sinyal akselerasi yang diindera oleh 2 (dua) unit sensor accelerometer

BAB II

TINJAAUN PUSTAKA

2.1. Prinsip Dasar Getaran Mekanis

Contoh sederhana fenomena getaran dapat dilihat pada sebuah pegas yang salah satu ujungnya dijepit dan ujung lainnya diberi massa M seperti gambar 2.3.

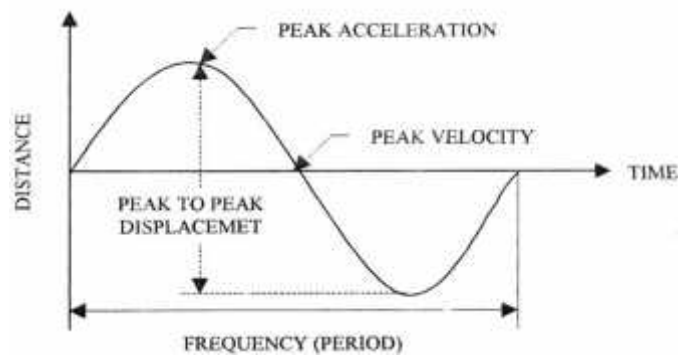


Gambar 2.1 Getaran pada sistem pegas-massa sederhana

Mula-mula sistem dalam keadaan setimbang seperti pada gambar 2.1(a). Jika massa diberi gaya F maka massa akan turun sampai batas tertentu (gambar 2.1(b)). Perpindahan maksimum posisi massa bergantung pada besarnya gaya F , massa dan kekuatan tarik pegas melawan gaya F tersebut. Jika gaya sebesar F tidak dikenakan lagi pada massa, maka massa akan ditarik ke atas oleh pegas karena tenaga potensial yang tersimpan dalam pegas (gambar 2.1(c)). Massa akan kembali ke posisi kesetimbangan, selanjutnya bergerak ke atas sampai batas tertentu. Perpindahan maksimum ke atas dipengaruhi oleh kekuatan tarik pegas dan massa benda. Proses tersebut akan berulang sampai tidak ada pengaruh gaya luar pada sistem. Gerakan massa naik turun ini disebut osilasi mekanis. Berkaitan dengan getaran mesin (*machinery vibration*) didefinisikan sebagai gerakan bolak-balik dari mesin atau elemen mesin dari posisi setimbang (Zhou & Shiyu, 2001).

2.2. Karakteristik Getaran

Kondisi mesin dan kerusakan mekanis dapat diketahui dengan mempelajari karakteristik getarannya. Pada Suatu sistem pegas-massa, karakteristik getaran dapat dipelajari dengan membuat grafik pergerakan beban terhadap waktu.



Gambar 2.2. Karakteristik getaran

Gerak beban dari posisi netralnya ke batas atas kemudian kembali ke posisi netral (kesetimbangan) dan bergerak lagi ke batas bawah kemudian kembali ke posisi kesetimbangan, menunjukkan gerakan satu siklus (gambar 2.2). Waktu untuk melakukan gerak satu siklus ini disebut periode, sedangkan jumlah siklus yang dihasilkan dalam satu interval waktu tertentu disebut frekuensi. Dalam analisis getaran mesin, informasi frekuensi lebih bermanfaat karena berhubungan dengan putaran(rpm) suatu mesin.

a. Frekuensi Getaran (*Vibration Frequency*)

Frekuensi adalah jumlah siklus pada tiap satuan waktu. Besarnya dapat dinyatakan dengan siklus per detik (*cycles per second/cps*) atau siklus per menit(*cycles per minute/cpm*). Frekuensi getaran penting untuk diketahui dalam analisis getaran mesin guna menunjukkan masalah yang mungkin terjadi pada mesin. Dengan mengetahui frekuensi getaran, akan memungkinkan untuk dapat mengidentifikasi bagian mesin yang rusak (*fault*) dan akar masalah yang terjadi.

Gaya yang menyebabkan getaran dihasilkan dari gerak berputar elemen mesin. Gaya tersebut berubah dalam besar dan arahnya sebagaimana elemen putar berubah posisinya terhadap titik netral. Akibatnya, getaran yang dihasilkan akan mempunyai frekuensi yang bergantung pada putaran elemen yang telah mengalami *trouble*. Oleh karena itu, dengan mengetahui frekuensi getaran akan dapat diidentifikasi bagian dari mesin yang bermasalah (Dwi Rahmanto, 2007)

b. Perpindahan, Kecepatan, dan Percepatan

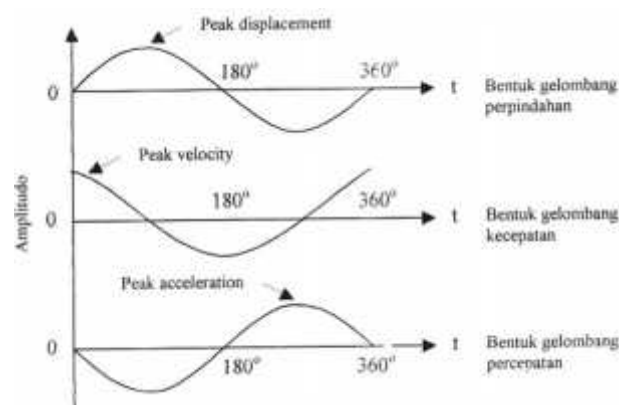
Perpindahan / jarak (*displacement*), kecepatan (*velocity*), dan percepatan (*acceleration*) diukur untuk menentukan besar dan kerasnya suatu getaran. Biasanya diwakili dengan pengukuran amplitudo getaran.

Perpindahan (*displacement*) adalah gerakan suatu titik dari suatu tempat ke tempat lain yang mengacu pada suatu titik tertentu yang tidak bergerak (tetap). Dalam pengukuran getaran mesin, sebagai standar digunakan jarak perpindahan puncak ke puncak (*peak to peak displacement*), seperti terlihat pada gambar 2.2. Contohnya adalah perpindahan poros karena gerak putarnya. Jika perpindahan poros terlalu besar sampai melebihi batas toleransi *clearance* bantalan, maka akan mengakibatkan rusaknya bantalan yang digunakan.

Kecepatan (*velocity*) merupakan perubahan jarak per satuan waktu. Kecepatan gerak mesin selalu dinyatakan dalam kecepatan puncak (*peak velocity*). Kecepatan puncak gerakan terjadi pada simpul gelombang. Dalam getaran, kecepatan merupakan parameter penting dan efektif, karena dari data kecepatan akan dapat diketahui tingkat getaran yang terjadi. Sedangkan percepatan (*acceleration*) adalah perubahan kecepatan per satuan waktu. Percepatan berhubungan erat dengan gaya. Gaya yang menyebabkan getaran pada bantalan mesin atau bagian-bagian lain dapat ditentukan dari besarnya getaran (Zhou and Shi, 2001)

c. Fasa (*Phase*)

Fasa didefinisikan sebagai posisi elemen getaran terhadap titik tertentu atau elemen getaran lainnya. Fasa menunjukkan perbedaan awal siklus terjadi hubungan fasa antara perpindahan, kecepatan, dan percepatan di ilustrasikan pada gambar 2.3 kecepatan puncak maju (*peak forward velocity*) terjadi pada 90 derajat sebelum puncak perpindahan positif (*peak positive displacement*). Dengan kata lain, kecepatan mendahului 90 derajat terhadap perpindahan, sedangkan percepatan tertinggal 180 derajat terhadap perpindahan.



Gambar 2.3. Beda fasa antara perpindahan, kecepatan, dan percepatan

Pengukuran fasa memberikan cara yang tepat untuk membandingkan gerakan getaran antara satu dengan lainnya atau untuk menentukan bagaimana suatu elemen bergetar relatif terhadap elemen lain. Perbandingan gerak relatif dari dua atau lebih elemen mesin atau struktur sering diperlukan dalam diagnosa kerusakan yang spesifik dari suatu mesin.

Sebagai contoh, bila hasil analisa menyatakan bahwa getaran suatu mesin tidak sefasa dengan getaran basis-nya, maka mungkin terjadi kelonggaran baut atau mesin dari basis-nya (Wowk, 1995)

2.3 Penyebab Getaran Mesin

Penyebab utama getaran adalah gaya yang berubah-ubah dalam arah dan besarnya. Karakteristik getaran yang dihasilkan bergantung pada cara bagaimana gaya penyebab getaran tersebut ditimbulkan. Hal tersebut yang menjadi alasan mengapa setiap penyebab getaran mempunyai karakteristik tertentu.

a. Getaran Karena Ketidakseimbangan (*Unbalance*)

Getaran yang disebabkan oleh ketidakseimbangan (*unbalance*) terjadi pada 1x rpm elemen yang mengalami kondisi *unbalance* dan amplitudo getaran sebanding dengan besarnya kondisi *unbalance* yang terjadi. Pada mesin dengan poros putar, amplitudo terbesar akan terukur pada arah radial. *Unbalance* dapat disebabkan oleh cacat konstruksi, eksentrisitas poros, ketidak-cocokan alur pasak dan ukuran pasak, distorsi, korosi, dan keausan. Bagian mesin yang tidak seimbang akan menghasilkan momen putar yang tidak sama besar selama benda berputar, sehingga akan menyebabkan terjadinya getaran.

b. Getaran Karena Ketidاكلurusan (*Misalignment*)

Sangat sulit meluruskan dua poros dan sambungannya sedemikian hingga tidak ada gaya yang menyebabkan getaran. Ketidاكلurusan ini biasanya terjadi pada kopling. Jenis ketidاكلurusan pada kopling dapat dibedakan menjadi tiga macam (gambar 2.4), yaitu:

1. Angular, jika sumbu kedua poros membentuk sudut dengan besar tertentu.
2. Offset, jika sumbu kedua poros paralel dan tidak berimpit satu sama lain.
3. Kombinasi, jika terjadi ketidاكلurusan angular dan offset secara bersamaan dalam satu sistem.

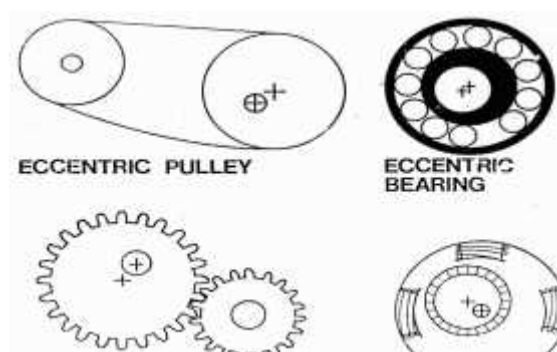


Gambar 2.4. Jenis-jenis ketidaklurusan (*Misalignment*)

Misalignment pada kopling menghasilkan gaya dalam arah aksial dan radial, yang menyebabkan getaran dalam kedua arah tersebut. Gaya dan getaran yang dihasilkan bertambah dengan bertambahnya *misalignment*. Frekuensi getaran biasanya adalah 1x rpm, tetapi bila *misalignment* besar bisa terjadi frekuensi getaran 2x atau 3x rpm (Nicholas, 2000).

c. Getaran Karena Eksentrisitas

Yang dimaksud eksentrisitas dalam kasus getaran adalah bahwa pusat putaran poros tidak sama dengan pusat putaran rotor. Eksentrisitas merupakan sumber dari *unbalance* dimana pada waktu berputar, berat benda di satu sisi berbeda dengan di sisi lain terhadap sumbu putar. Kasus eksentrisitas dapat terjadi pada bantalan, roda gigi, puli, dan armatur motor.



Gambar 2.5. Contoh Kasus eksentrisitas

d. Getaran Karena Kelonggaran Mekanik

Kelonggaran mekanik dan resultan aksi ketuk (*pounding*) menyebabkan getaran pada frekuensi dengan dua kali putaran (2X rpm). Getaran tersebut bisa terjadi akibat baut kendur, kelonggaran bearing yang berlebih, atau retak pada struktur *bearing*.

2.5. Fast Fourier Transform (FFT)

FAST FOURIER TRANSFORM (FFT) dalam bahasa Indonesia adalah Transformasi Fourier Cepat adalah dasar dari suatu algoritma untuk menghitung *Discrete Fourier Transform* (transformasi Fourier diskrit atau DFT) dengan cepat dan efisien. (FFT) diterapkan dalam beragam bidang dari pengolahan sinyal digital dan memecahkan persamaan diferensial parsial menjadi algoritma-algoritma untuk penggandaan bilangan integer dalam jumlah banyak. Bagian dasar dari algoritma FFT yaitu *decimation in time* (DIT) dan *decimation in frequency* (DIF). Garis besar dari kata *fast* mengacu kepada formulasi metoda FFT yang kinerjanya jauh lebih cepat dibandingkan dengan metode perhitungan Algoritma *Fourier Transform* sebelumnya.

Metode FFT memerlukan sekitar 10000 operasi algoritma matematika untuk data dengan 1000 observasi, 100 kali lebih cepat dibanding dengan metode sebelumnya. Penemuan *FFT* dan perkembangan personal komputer, teknik FFT dalam proses analisa data menjadi populer, dan merupakan salah satu metode baku dalam analisa data. Satu bentuk transformasi yang umum digunakan untuk merubah sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi adalah Transformasi Fourier. Pada seluruh jenis transformasi, seperti namanya mempunyai arti perubahan, dalam hal ini untuk FFT, implementasinya adalah mengubah sinyal dari besaran waktu ke besaran frekuensi.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini berlangsung dalam bulan November 2016 Dan Lokasi Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Kekuatan Material Fakultas Teknik Universitas Pattimura (Unpatti) Ambon.

3.2 Variabel Penelitian

-) Variabel bebas: tegangan listrik DC yang diberikan ke motor listrik penggerak sistim poros test rig (putaran motor).
-) Variabel Terikat: Getaran dalam respons time.

3.3 Jenis Penelitian

Karena terdapat lebih dari satu variabel bebas yang berpengaruh, sehingga perlu disusun suatu rancangan penelitian untuk menjamin bahwa perubahan variabel terikat hanya karena pengaruh variabel bebas. Maka jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian pengujian hipotesa.

3.4 Penyiapan Bahan dan Alat

3.4.1 Penyiapan Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Sensor accelerometer

Sensor accelerometer yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor untuk mendeteksi getaran yang berupa energi gerak kemudian mengkonversinya menjadi informasi tegangan listrik (Volt). Kemudian dalam penelitian ini menggunakan 2 sensor yang di pasang pada rotor simulator yang di pasang pada sumbu (x) dan (y) pada bantalan poros.



Gambar : 3.1 Sensor Accelerometer

b. Unit rotor simulator



Gambar : 3.2 Unit Rotor Simulator

Dalam penelitian ini rotor simulator berfungsi sebagai alat test yang digunakan untuk simulasi kondisi normal dan tidak-seimbang. Sistem diatur untuk berputar dalam keadaan yang seimbang dengan demikian untuk mendapat suatu hasil perbandingan antara seimbang dan tidak seimbang maka perlu menggunakan baut dalam poros tersebut sebagai beban ketidakseimbangan dalam alat ini ada RPM untuk bagaimana mengatur kecepatan yg diperlukan untuk putaran tersebut

c. Data Loger (NI USB – 6255)



Gambar : 3.3 Data Logger

Dalam penelitian ini Data logger berfungsi untuk menganalisis data getaran dari amplifier dan di teruskan pada perangkat komputer.

d. Signal conditioner (type PCB PIEZETRONES Model 480B21)



Gambar ; 3.4 Signal Conditioner

Fungsi dari signal conditioner (Ampilfier) ini adalah sebagai penguat sinyal untuk sinyal data getaran yang di baca oleh sensor.

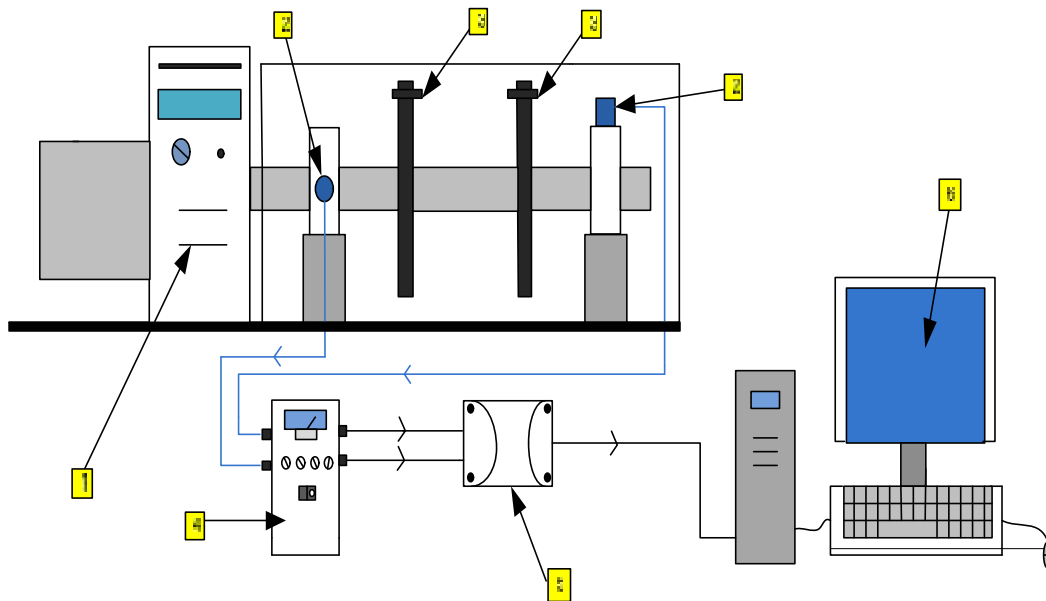
e. Komputer



Gambar : 3.5 Komputer.

dalam penelitian ini komputer berfungsi sebagai media untuk mengolah data yang terbaca dalam hasil penelitian dalam hal ini hasil FFT dan pengolahan data yang menggunakan matlab di perlukan dalam media komputer ini.

3.5 Gambar Skema Penelitian



Gambar : 3.6 Skema alat penelitian

Keterangan :

- | | |
|----------------------------|---------------|
| 1. Panel Control Simulator | 4. Amplifier |
| 2. sensor accelerometer | 5. Data Loger |
| 3. baut dan Mur | 6. komputer |

3.6 . Prosedur Penelitian

- Menset-up peralatan yang akan di gunakan .
- Runing test untuk mengambil data.
- Dari peralatan dan bahan di atas maka penelitan yang dilakukan sebagai berikut :

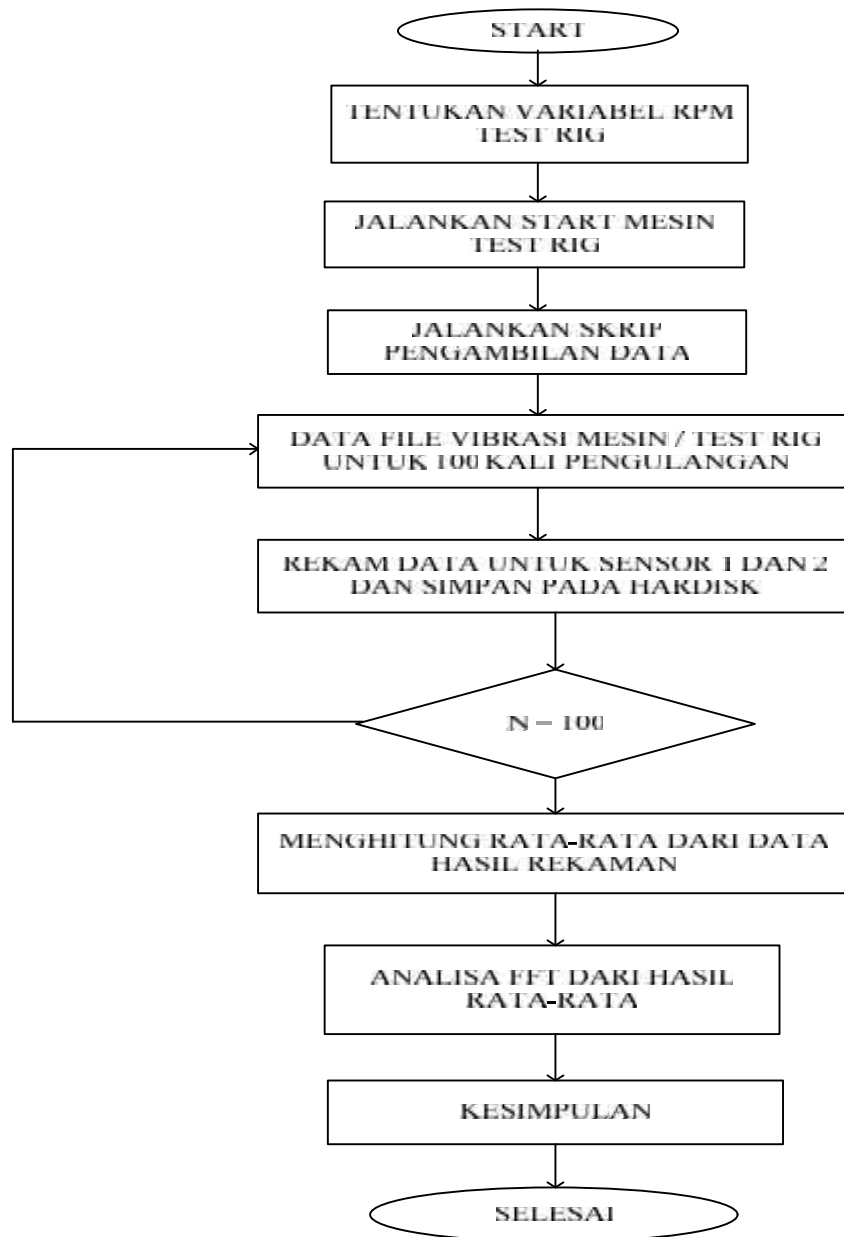
Sensor accelerometer mempunyai fungsi untuk mendeteksi getaran dalam yang berupa besaran gerak kemudian dibentuk dalam besaran tegangan listrik , dalam penelitian ini terdapat 2 sensor yang digunakan. Sensor #1 dipasang pada referensi sumbu (X) dan sensor #2 di pasang pada referensi sumbu(Y), pada konstruksi rotor simulator / test rig. Kemudian dari sensor ini diteruskan pada amplifier / *signal conditioner* untuk sensor jenis *PCB Piezo*

electric model 480B21. Amplifier berfungsi sebagai penguat untuk sinyal getaran yang diambil oleh sensor. Kemudian output dari amplifier ini di teruskan pada data Logger. Pada data Logger sinyal getaran diterima dari amplifier dan dibaca dan diteruskan pada perangkat komputer. Dalam perangkat komputer terdapat program Matlab yang mengendalikan proses perekaman data, juga untuk pengolahan data dengan script yang berisi instruksi / perintah program yang telah disusun untuk dijalankan oleh Matlab (seperti, berapa kali pengulangan, jumlah data per detik dan waktu pengambilan data). Dengan menggunakan *script* Matlab tersebut, proses pengambilan dan pemrosesan sinyal getaran dapat dilakukan dengan otomatis, sehingga mempercepat proses analisa untuk data channel 1 (sensor #1) (sumbu X) dan channel 2 (sensor #2) (sumbu Y). Selanjutnya hasil analisa ditampilkan dalam bentuk grafik untuk channel 1 dan channel 2. Grafik tersebut masih berupa data *time domain*. Selanjutnya data *time domain* tersebut di transform menjadi data *frequency domain* dengan metode FFT.

Dengan cara pengambilan data yang telah diuraikan maka dilakukan perulangan pengambilan data sebanyak 100 perulangan untuk masing-masing kondisi. Tiap perulangan menghasilkan 1 file data sinyal getaran mesin yang berisi 48192 titik data untuk channel 1 dan channel 2. Selanjutnya keseluruhan 100 file atau data sinyal getaran yang diperoleh untuk channel 1 dan channel 2 kemudian di ambil nilai rata-ratanya. Hasil dari proses pengambilan nilai rata-rata untuk keseluruhan 100 hasil pengukuran menghasilkan 1 file rata-rata untuk masing-masing kondisi normal / setimbang dan kondisi tidak setimbang. Masing-masing file hasil rata-rata pengukuran sinyal getaran test rig ini selanjutnya di proses menggunakan metoda FFT untuk mendapatkan spektrum dan nilai besaran frekuensinya. Seluruh proses ini dilakukan secara otomatis dengan menggunakan *script* program Matlab.

3.7 Diagram Alir Penelitian

Seperti alur yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.7 Kerangka Alur Penelitian.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai dengan tujuan utama dari penelitian ini, yakni berdasar atau mengacu kepada hipotesa bahwa pada sinyal getaran mesin / test rig pada kondisi normal (poros dalam keadaan setimbang) dan dalam kondisi tidak setimbang (poros diberi beban tambahan), masing-masing akan memiliki atau menunjukkan frekuensi getaran yang khas. Untuk membuktikan hipotesa ini, maka kedua jenis sinyal getaran yang diperoleh dari tahap eksperimen selanjutnya di analisa dengan menggunakan metode / fungsi Fast Fourier Transform (FFT) pada software Matlab. Secara numerik, bentuk dari sinyal getaran yang direkam dari proses akuisisi data pada tahap eksperimen di perlihatkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Contoh Nilai Numerik Sinyal Getaran

Baris	Sensor #1	Sensor #2
1	-0.022407990	0.106438382
2	0.102572990	-0.009845452
3	0.171183680	-0.128706218
4	0.170217349	-0.233393890
5	0.150568266	-0.329062323
6	0.099351831	-0.280100709
7	0.041370958	-0.176379385
8	-0.036258975	-0.114211012
9	-0.076201339	-0.079100376
10	-0.073946524	-0.134182208
11	-0.054941691	-0.215355426
12	0.042337310	-0.205369822
13	0.101284522	-0.191840944

14	0.052322906	-0.176057263
15	-0.016609900	-0.119364872
...
48190	-0.283966110	0.261698254
48191	-0.280422840	0.329664719
48192	-0.231139102	0.366385928

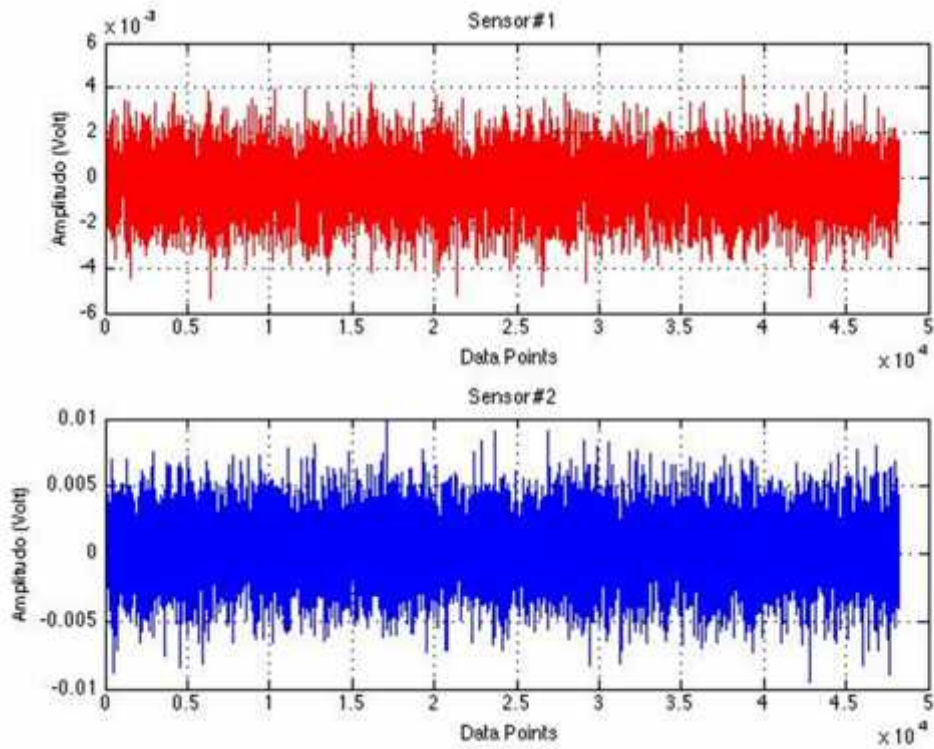
Pada Tabel 4.1. diperlihatkan contoh numerik sinyal getaran yang diperoleh dari 2 (dua) sensor yang terpasang pada test rig. Terdapat 48192 baris data untuk masing-masing sensor. Pada Tabel 4.1. ditunjukkan contoh dari baris 1 – 15, ..., dan contoh data tiga baris terakhir dari 48190, 48191 dan baris ke 48192. Jumlah baris data untuk masing-masing sensor sesuai dengan standar sampling data yang digunakan yakni sebesar 48192 sample / detik.

Pengambilan data untuk masing-masing kondisi, dilakukan dengan perulangan sebanyak 100 (selama 100 detik). Dengan demikian diperoleh 100 set file data untuk masing-masing kondisi operasi test rig (normal dan tidak setimbang).

4. 1. Pengolahan Data Sinyal Getaran Dari Kondisi Normal

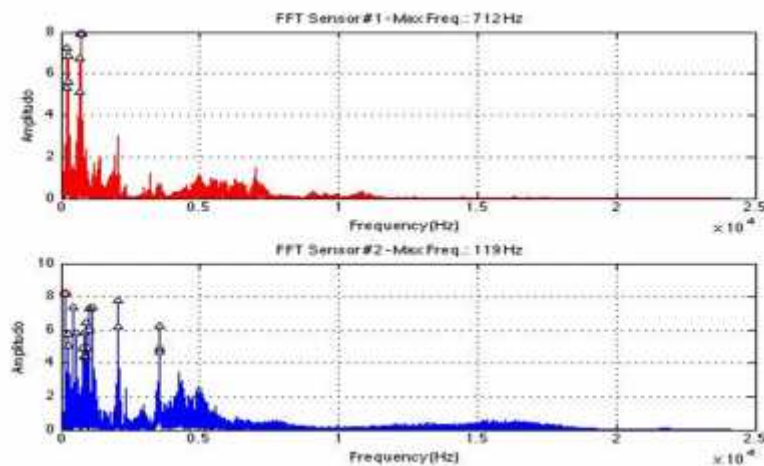
Hasil perekaman sinyal getaran test rig yang dioperasikan dalam kondisi normal, dalam hal ini tanpa simulasi ketidakseimbangan melalui penambahan masa, ditampilkan pada gambar 4.1. Gambar 4.1 memperlihatkan visualisasi sinyal getaran yang di peroleh dari sensor #1 dan sensor #2.

Dimensi numerik dari sinyal yang direkam melalui masing-masing piezo accelerometer (sensor #1 dan sensor #2) adalah sebanyak 48192 titik data dalam 1 detik, atau dengan kata lain menggunakan sampling data sebesar 48192 titik data / detik.



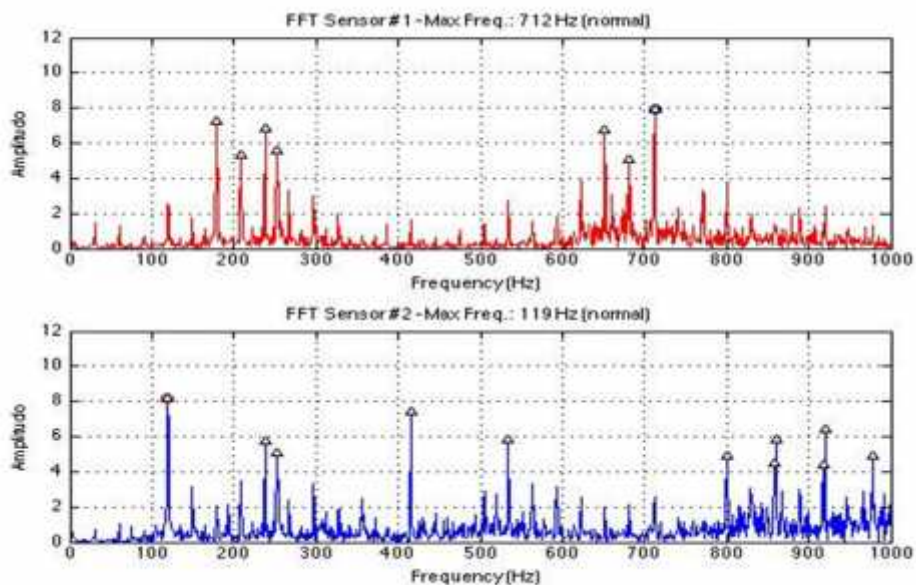
Gambar 4.1. Sinyal Normal (*time-domain*) dari sensor #1 dan sensor #2 (48192 titik data).

Seluruh 100 data set yang didapat dari proses eksperimen untuk kondisi ini, selanjutnya diambil nilai rata-ratanya. Proses pengambilan nilai rata-rata ini dilakukan dengan menggunakan program/script Matlab yang pada prinsipnya melakukan penjumlahan seluruh data untuk masing-masing sensor kemudian membaginya dengan 100. Dengan cara ini, diperoleh 1 file data yang merupakan hasil rata-rata besaran sinyal getaran untuk kondisi Normal dengan dimensi data 48192 baris x 2 kolom, tetap seperti dimensi dari 100 file data yang diambil rata-ratanya.



Gambar 4.2. Hasil FFT (spektrum) rata-rata untuk sinyal getaran mesin simulator

Dari hasil evaluasi data rata-rata sinyal getaran untuk kondisi Normal, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2, diperoleh informasi / hasil bahwa untuk kondisi ini, dari hasil pengukuran untuk sensor #1 diperoleh nilai frekuensi yang dominan pada 712 Hz, untuk hasil pengukuran sensor #1 dan 119 Hz untuk sensor #2 Secara umum Gambar 4.2 menunjukkan karakteristik spektrum dari sinyal getaran test rig pada kondisi normal. Gambar 4.2 memberikan gambaran visual terhadap spektrum kondisi normal dengan menggunakan keseluruhan titik data (data points) yaitu sebanyak 48192 titik data. Daerah grafik yang menunjukkan nilai frekuensi maksimum berada pada daerah paling kiri dari kedua grafik yang ditampilkan pada Gambar 4.2 tersebut. Untuk dapat melihat dengan lebih detail daerah grafik yang mengandung nilai frekuensi dengan amplitudo maksimum yakni untuk 712 Hz dan 119 Hz maka dengan bantuan Matlab dapat dilakukan zoom-in / perbesar tampilan pada daerah bidang grafik tempat dimana frekuensi 712 Hz dan 119 Hz tersebut berada. Tampilan yang diperbesar ini di tunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Zoom-in / perbesar daerah grafik spektrum untuk Frekuensi dominan 712 Hz dan 119 Hz

Grafik Gambar 4.3 menggunakan data yang sama untuk membuat grafik Gambar 4.2, hanya saja untuk Gambar 4.3 dilakukan focus untuk membuat grafik spektrum dari hasil FFT dengan menggunakan 1000 titik pertama dari data spektrum. Hal ini untuk memberikan gambaran yang lebih jelas terhadap spektrum frekuensi tempat dimana frekuensi dominan 712 Hz dan 119 Hz berada.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi sinyal getaran dengan menggunakan metoda FFT, diperoleh hasil bahwa untuk kondisi operasi Normal dari test rig, diperoleh hasil frekuensi dominan pada 712 Hz untuk sensor #1 dan 119 Hz untuk sensor #2. Besaran frekuensi ini terukur pada kedua sensor accelerometer yang dipasang dengan referensi pengukuran sinyal getaran pada sumbu x dan y terhadap konstruksi test rig / alat simulasi yang digunakan proses eksperimen di laboratorium.

Dengan kesimpulan ini maka hipotesa yang mendasari penelitian skripsi ini dapat dibuktikan. Dalam hal ini, melalui penggunaan metoda FFT dalam mengevaluasi sinyal getaran diketahui bahwa pada kondisi Normal. Informasi ini dapat digunakan sebagai indikator kondisi operasi test rig, yakni 712 Hz dan 119 Hz untuk kondisi Normal dengan tegangan listrik yang diberikan kepada motor listrik penggerak test rig sebesar 15 Volt DC.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Zainal., 1996, *Vibration Monitoring Balancing/Alignment*, LPM-ITB, Bandung.
- Dimaragonas, Andrew D., Sam Haddad., 1992, *Vibration for Engineers*, Prentice-Hall International Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- EntekIRD, The Machinery Information Company, 1996, *Dynamic Balancing*, EntekIRD International Company 1700 Edison Dr. Milford Ohio USA.
- Ho, D., and Randall, R.B. 2000, 'Optimization of Bearing Diagnostic Techniques Using Simulated and Actual Bearing Fault Signals', *Mechanical Systems and Signal Processing*, vol. 14, no. 5, pp. 763-788.
- Igarashi, T., and Hamada, H. 1982, 'Studies on the Vibration and Sound of Defective Rolling Bearings .1. Vibration of Ball-bearings with One Defect', *Bulletin of the Japan Society of Mechanical Engineers*, vol. 25, no. 204, pp. 994-1001.
- Lim, H.S., and Su, H. 2006, 'Motor Fault Detection Method for Vibration Signal Using FFT Residuals', *International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics*, vol. 24, no. 1, pp. 209-223.
- McFadden, P.D., and Smith, J.D. 1984, 'Vibration Monitoring of Rolling Element Bearings by the High Frequency Resonance Technique - A Review', *Tribology International*, vol. 17, no. 1, pp. 3-10.
- Mobley R., Keith., 1999, *Vibration Fundamentals*, Plant Engineering Maintenance Series, Newnes Butterworth-Heinemann, Boston.
- Randall, R.B. 1987, *Frequency Analysis, Third Edition*, Bruel & Kjaer, Naerum, Denmark.
- Tandon, N., and Choudhury, A. 1999, 'A Review of Vibration and Acoustic Measurement Methods for the Detection of Defects in Rolling Element Bearings', *Tribology International*, vol. 32, no. 8, pp. 469-480.