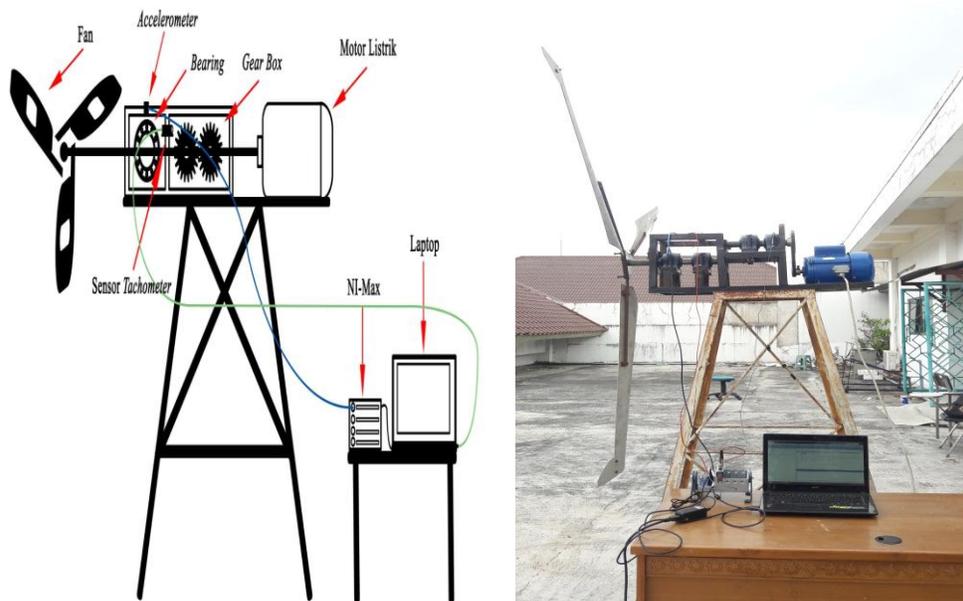


BAB III METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan sinyal getaran guna mendeteksi cacat bantalan pada turbin angin. Penelitian dilakukan menggunakan bantalan dengan kondisi normal dan bantalan kondisi rusak (cacat) yang akan dilakukan penelitian untuk melihat respon getarannya menggunakan sensor getaran (*accelerometer*). Respon getaran dari *accelerometer* akan di rekam oleh akuisisi data yang terpasang pada rumah bantalan kemudian diolah menggunakan *software* MATLAB dengan metode analisis *Fast Fourier Transform* (FFT) dan analisis *Envelope*.

3.1 Skema Alat Uji Kerusakan Bantalan (*Bearing*)

Skema alat uji cacat bantalan adalah gambaran dari alat *tes rig* bantalan dan instalasi pengujian yang akan digunakan. Pada proses pengambilan data ini peran angin diganti menggunakan motor listrik agar putaran turbin angin konstan. Skema ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Skema alat uji bantalan

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan penelitian yang digunakan dalam pengambilan data deteksi cacat bantalan pada turbin angin *horizontal axis* di antaranya :

1. Bantalan

Penelitian ini menggunakan bantalan dengan dua variasi kondisi bantalan yang berbeda seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.2. (a) Kondisi pertama yaitu bantalan dengan kondisi normal, kondisi kedua yaitu bantalan yang mengalami cacat pada bagian lintasan luar (*outer race*) yang dapat dilihat pada Gambar 3.2 (b).

- Jenis : Bantalan Bola
- Seri : 1208K
- Merk : TAM
- Kondisi : Normal dan Cacat lintasan luar (*Outer race*)
- Proses perusakan bantalan : Bagian lintasan luar bantalan di rusak menggunakan EDM (*electrical discharge machine*)
- Ukuran cacat bantalan lintasan luar : Rusak dengan kedalaman sebesar 2mm dan lebar rusak 0,7 mm.



(a)



(b)

Gambar 3.2 (a) Bantalan normal, **(b)** Bantalan cacat lintasan luar.

2. Roda gigi (*gear*)

Penelitian ini juga menggunakan dua pasang roda gigi, yang terdiri dari roda gigi lurus dan roda gigi pinion. Kedua jenis roda gigi tersebut dapat dilihat pada gambar 3.3



(a)



(b)

Gambar 3.3 (a) Roda gigi lurus, (b) Roda gigi pinion

3.2.2 Alat dan Bahan Pembuatan

Alat seperti pada gambar 3.4 yang digunakan untuk pembuatan turbin angin ini, diantaranya :

- a. Las listrik
- b. Bor tangan
- c. Kunci ring pas
- d. Palu
- e. Gerinda
- f. Mesin bubut
- g. Mistar



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)

Gambar 3.4 Alat pembuatan turbin angin

Bahan seperti pada gambar 3.5 yang digunakan untuk pembuatan kerangka turbin angin ini, di antaranya :

- a. Plat besi
- b. Pipa besi



(a)

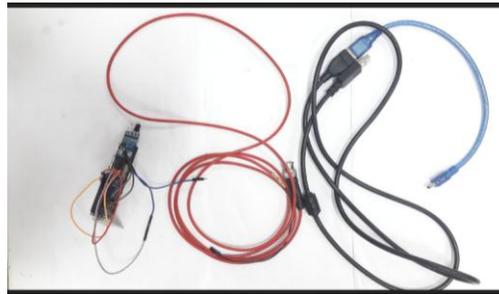


(b)

Gambar 3.5 Bahan pembuatan kerangka turbin angin

a. *Tachometer*

Tachometer pada penelitian ini digunakan untuk mengukur dan merekam kecepatan rotasi pada poros turbin angin dan menghasilkan keluaran dalam satuan rpm seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 *Tachometer*

b. Laptop

Penelitian ini menggunakan laptop pada gambar 3.6. Laptop ini terdapat *software* akuisisi data yang merupakan komponen sistem akuisisi data yang mempunyai peran untuk



mengolah data yang telah diambil untuk di proses dijadikan sistem monitoring. *Software* yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.7. *Software* yang digunakan adalah MATLAB R2016a yang digunakan untuk pengambilan data getaran seperti pada gambar 3.8 (a), dan *software* selanjutnya adalah NI cDAQ-9174 yang digunakan sebagai pembaca dari modul data akuisisi seperti yang ada pada gambar 3.8 (b).

Gambar 3.7 Laptop



(a)



(b)

Gambar 3.8 Tampilan (a) *Software* MATLAB R2016a, (b) *Software* NI cDAQ-9174

c. Peralatan data akuisisi

Penelitian menggunakan peralatan data akuisisi yang memiliki beberapa komponen dan fungsi tersendiri seperti yang terdapat pada gambar 3.8 berikut.



Gambar 3.9 Peralatan data akuisisi

Accelerometer adalah alat yang berfungsi untuk mengubah gelombang mekanik menjadi sinyal elektronik. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.10.



Gambar 3.10. *Accelerometer*

Kabel *connector* berfungsi untuk menghubungkan *accelerometer* ke modul data akuisisi. Kabel yang digunakan yaitu tipe AO-0531 seperti yang ditunjukkan gambar 3.11 berikut.



Gambar 3.11 Kabel *connector*

Modul DAQ seperti pada gambar 3.12 berfungsi sebagai akuisisi data sinyal getaran yang diambil oleh *accelerometer* yang dihubungkan langsung dengan DAQ yang kemudian dibaca oleh laptop.



Gambar 3.12 Modul DAQ

Chassis modul DAQ berguna sebagai tempat peletakkan modul data akuisisi yang di sambungkan secara langsung. *Casing* memiliki empat slot data modul yang dapat digunakan. *Casing* yang digunakan yaitu National Instrumen yang sesuai dengan modul data akuisisi seperti pada gambar 3.13.



Gambar 3.13 Chassis modul DAQ

Kabel USB digunakan untuk *mentransfer* sinyal getaran dari modul DAQ ke laptop seperti pada gambar 3.14.



Gambar 3.14. Kabel USB

Kabel *power* merupakan suatu perangkat yang berfungsi menyalurkan arus listrik ke *casing* DAQ, seperti pada gambar 3.15 berikut.

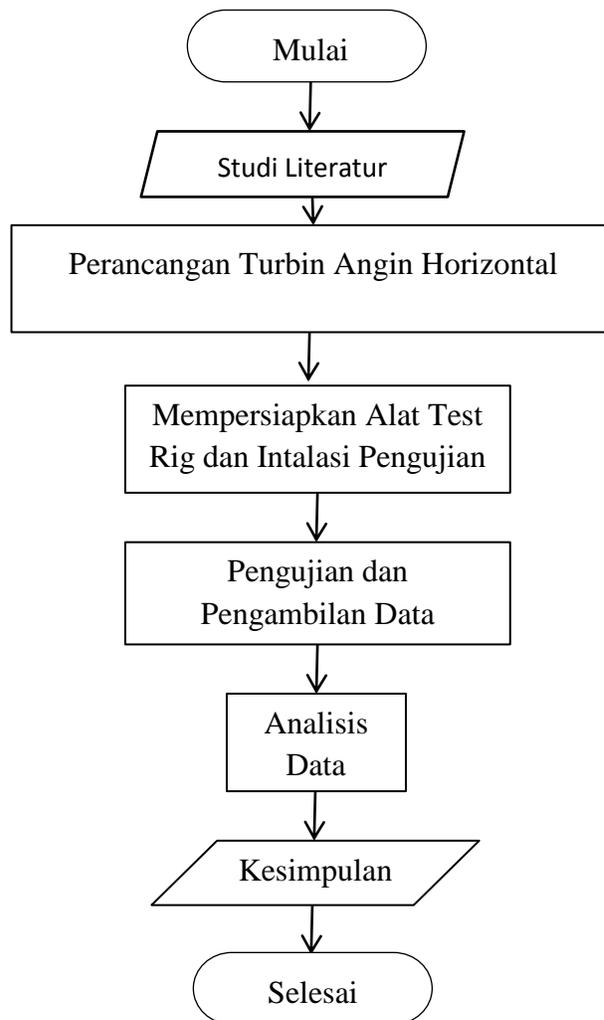


Gambar 3.15. Kabel *power*

3.3 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini menggunakan sinyal getaran untuk mendeteksi cacat bantalan pada turbin angin. Sinyal getaran dari masing-masing bantalan kondisi normal dan bantalan dengan kondisi cacat pada lintasan luar direkam menggunakan *accelerometer* yang diletakkan pada rumah bantalan.

Secara umum penelitian yang dilakukan memiliki rangkaian kegiatan yang dapat dilihat pada diagram alir (gambar 3.16) berikut :



Gambar 3.16 Diagram alir penelitian secara umum

Penjelasan dari diagram alir penelitian secara umum yang ditunjukkan pada gambar 3.16 adalah sebagai berikut :

Pertama dilakukan studi literatur untuk mendapatkan teori-teori yang dibutuhkan dan untuk memperkuat argumen dalam penelitian ini. Setelah teori-teori di dapatkan, langsung diterapkan di lapangan dengan cara mempersiapkan alat uji bantalan cacat. Mempersiapkan data akuisisi untuk pengambilan data. Apabila peralatan uji sudah siap dan sudah terpasang pada test rig maka dilakukan pemasangan bantalan bola dengan kondisi normal. Tahap selanjutnya yaitu pemasangan sensor *accelerometer* pada rumah bantalan. Sensor *acelerometer* tersebut

disambungkan pada kanal 1, dan 2. Pada modul data akuisisi. Untuk kanal 3 dipasangkan *tachometer* yang dapat mengukur dan merekam kecepatan putar poros motor.

Tahap selanjutnya yaitu menghidupkan motor listrik sebagai pengganti tenaga angin untuk menggerakkan turbin agar putaran konstan. Setelah itu proses pengambilan data dan pengaturan script MATLAB dilakukan untuk mendukung jalannya penelitian. Apabila proses pengambilan data telah selesai dan didapatkan hasil yang tidak sesuai maka dilakukan pengulangan proses pengambilan data. Proses tersebut juga berlaku untuk bantalan dengan kondisi cacat lintasan luar.

Setelah dilakukan pengambilan data pada kedua kondisi bantalan, kemudian hasilnya akan ditampilkan dalam bentuk domain waktu. Pada domain waktu tersebut kemudian dilakukan *processing* sinyal dengan menggunakan metode analisis *envelope*. Hasil yang diperoleh selanjutnya ditampilkan dalam bentuk spektrum. Bantalan kondisi normal dengan bantalan kondisi cacat akan mengalami perbedaan pada hasil spektrum. Perbandingan ini yang akan dijadikan sebagai proses analisis dan pembahasan. Tahap selanjutnya yaitu menyimpulkan hasil yang telah di dapat pada penelitian ini

3.4 Prosedur Penelitian

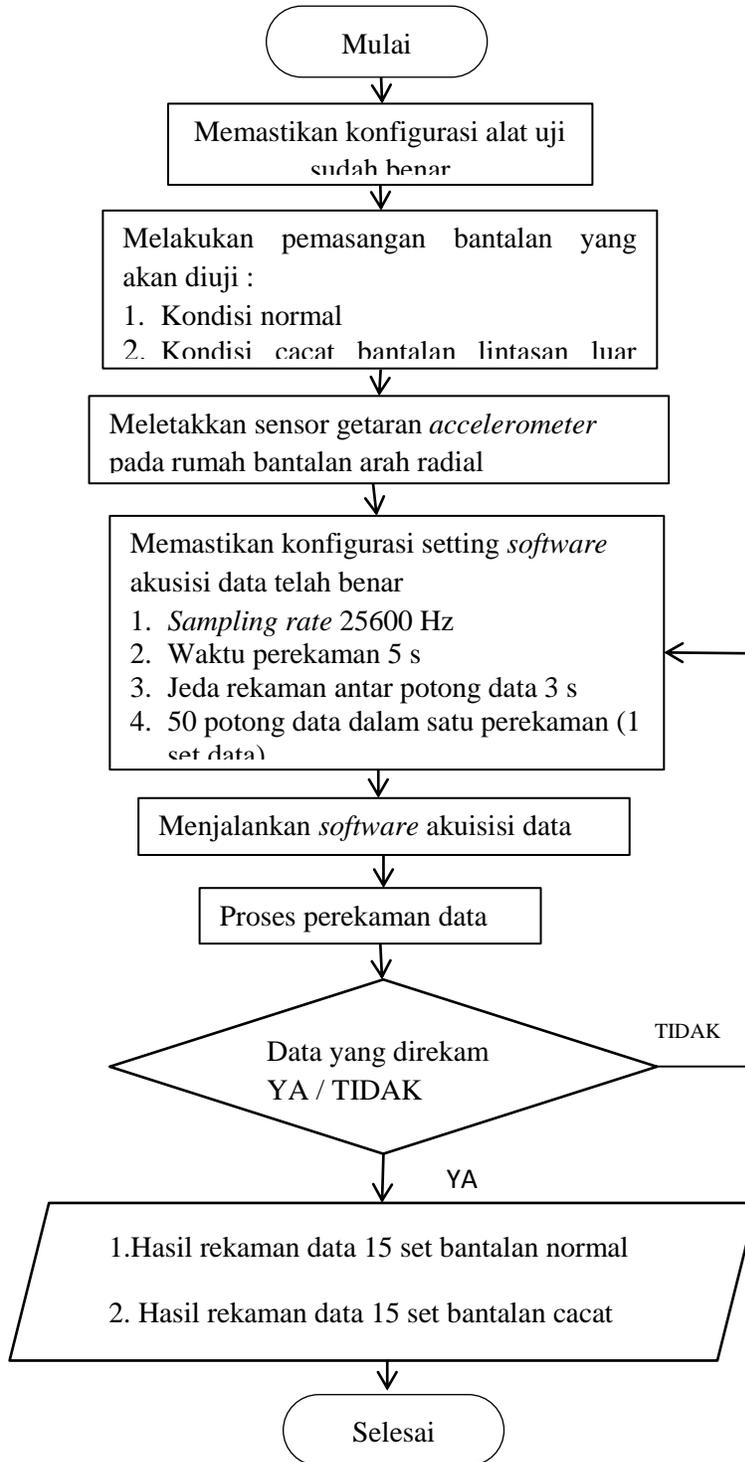
Pelaksanaan penelitian ini terdapat beberapa tahapan dan persiapan yang perlu dilakukan yaitu pengecekan pada peralatan dan perlengkapan alat uji. Hal tersebut dapat membantu kelancaran dalam proses pelaksanaan penelitian dan menghindari hal-hal yang tidak diinginkan seperti terjadinya kecelakaan kerja saat proses pengambilan data atau kurangnya peralatan uji yang akan digunakan. Persiapan dan tahapan pengujian yang perlu dilakukan sebelum penelitian adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan persiapan perlengkapan alat uji seperti turbin angin dan test rig.
- b. Melakukan persiapan perlengkapan seperti *inverter*, kunci ring pas, dan *tachometer*.
- c. Melakukan persiapan dua sampel bantalan bola yang akan diuji secara bergantian pada turbin angin.
- d. Melakukan persiapan perlengkapan alat uji seperti peralatan DAQ, laptop sudah menyala, *software* MATLAB R2016a sudah load dan script sudah benar, dan *software* NI Cdaq-9174 sudah load.
- e. Pemasangan bantalan bola yang akan diuji.

- f. Pemasangan *tachometer*.
- g. Pemasangan perlengkapan data akuisisi.
- h. Pemeriksaan dan pengecekan konstruksi pada alat uji agar tidak terdapat kesalahan sebelum proses pengambilan data.
- i. Pemeriksaan keamanan (*safety*) agar saat proses pengambilan data dapat mengurangi resiko terjadinya kecelakaan kerja.

3.5 Alur pengambilan data

Alur pengambilan data pada penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir seperti pada gambar 3.17 berikut ini :



Gambar 3.17 Diagram alir proses pengambilan data

Proses pengambilan data dilakukan setelah peralatan uji disiapkan. Pengambilan data sinyal getaran dilakukan dengan pengujian pertama menggunakan bantalan bola dengan kondisi normal (tanpa cacat), pengujian kedua menggunakan bantalan bola dengan kondisi cacat pada lintasan luar (*outer race*). Pengambilan data getaran pada kedua bantalan bola tersebut dilakukan menggunakan motor listrik. Kedua tahapan proses pengambilan data getaran bantalan bola menggunakan parameter yang serupa, yaitu :

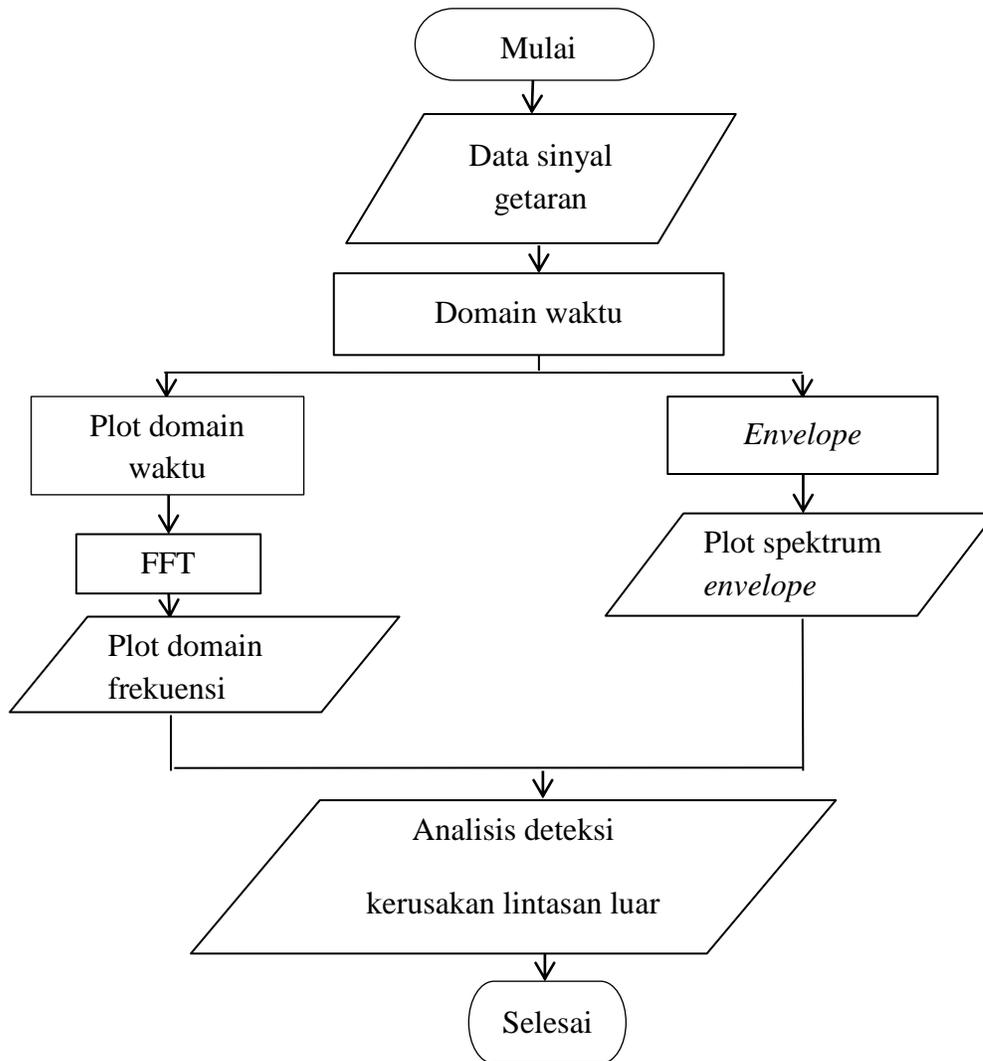
1. Mempersiapkan turbin angin yang sudah siap di uji.
2. Merekam data sinyal getaran bantalan dari *accelerometer* dan data kecepatan poros dari *tachometer* pada data akuisisi berturut-turut pada *channel* 1 dan 2.
3. Perekaman data sinyal getaran dilakukan menggunakan *software* MATLAB R2016a dengan struktur data sebagai berikut :
 - a. Satu set data terdiri dari 50 potong data.
 - b. Waktu perekaman 5 detik untuk setiap potong data.
 - c. Jeda waktu perekaman yaitu 3 detik untuk setiap potong data.
 - d. Sampling rate 25.600 Hz
4. Menyimpan file hasil rekaman sinyal getaran bantalan dari data akuisisi dalam bentuk file dengan ekstensi *.mat*.

3.6 Tempat dan Waktu Pengujian

Pengujian deteksi cacat bantalan pada turbin angin HAWT dilakukan di laboratorium radiasi thermal Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

3.7 Tahap Analisis data

Tahap analisis data pada penelitian ini sesuai diagram alir seperti pada Gambar 3.18 berikut ini :



Gambar 3.18 Diagram alir Tahap Analisis Data

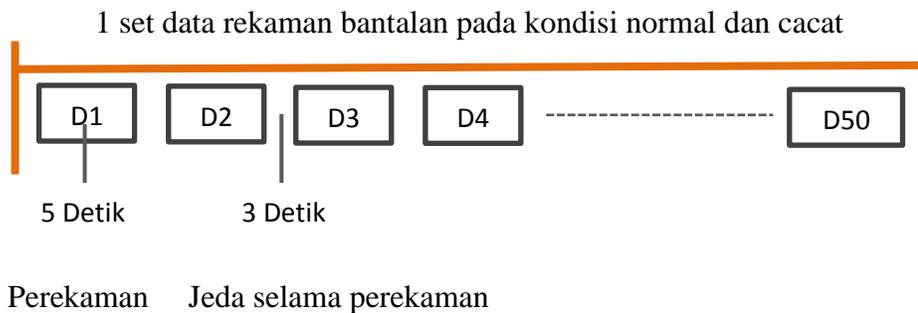
Langkah –langkah yang dilakukan pada saat melakukan analisis data adalah sebagai berikut :

1. Memproses data sinyal getaran bantalan dengan variasi kondisi yang telah terekam pada data akuisisi sebanyak 50 file dengan ekstensi MATLAB (.mat) menggunakan script MATLAB yang sudah diteliti dengan benar.
2. Menampilkan plot grafik pada domain waktu untuk setiap kondisi bantalan (normal dan cacat lintasan luar).

3. Mentransformasikan data dari domain waktu menggunakan metode FFT dikarenakan mampu mengubah sinyal dalam domain waktu menjadi frekuensi dalam representasi domain frekuensi.
4. Menampilkan plot domain frekuensi untuk setiap kondisi bantalan (normal dan cacat).
5. Mentransformasikan data sinyal getaran dari grafik domain waktu yang telah dilakukan analisis *Envelope* menjadi grafik spektrum *envelope* untuk setiap kondisi bantalan.
6. Mengidentifikasi amplitudo frekuensi cacat bantalan lintasan luar pada domain frekuensi dan spektrum *envelope*.
7. Membandingkan analisis domain frekuensi yang telah diperoleh tanpa analisis *envelope* dengan analisis spektrum *envelope* untuk setiap kondisi bantalan.
8. Selesai.

3.8 Struktur Data

Dalam penelitian ini, data yang diperoleh sebanyak 50 potong data setiap satu kali perekaman (1 set data). Setiap satu potong data direkam dengan durasi waktu 5 detik antara satu potong data dengan potongan data yang lain. Dalam penelitian ini ada 2 kondisi perekaman yaitu kondisi bantalan normal dan kondisi bantalan cacat dan setiap kondisi menggunakan motor listrik. Data inilah yang akan digunakan untuk mengidentifikasi cacat pada bantalan, untuk lebih jelasnya skema struktur data dapat dilihat pada gambar 3.19.



Gambar 3.19 Skema pada struktur data