

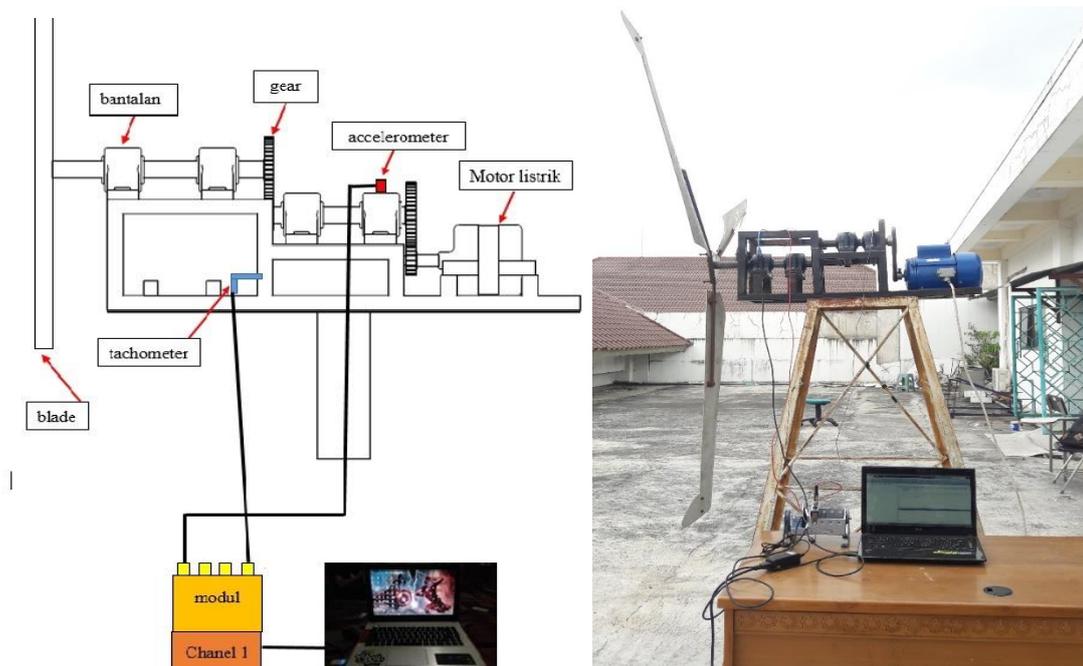
BAB III

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan metode sinyal getaran untuk mendeteksi cacat bantalan pada turbin angin. Bantalan dengan kondisi normal dan bantalan kondisi rusak (cacat) yang akan dilakukan pengujian untuk melihat respon getarannya menggunakan sensor getaran (*accelerometer*). Respon getaran dari *accelerometer* akan direkam oleh akuisisi data yang terpasang pada chasis modul akuisisi data yang kemudian disimpan dan ditampilkan di laptop menggunakan software matlab dengan metode analisis *Fast Fourier Transform* (FFT) dan analisis *envelope*.

3.1 Skema Alat Uji Kerusakan Bantalan

Skema alat uji cacat bantalan adalah gambaran dari alat tes rig bantalan dan instalasi pengujian yang akan digunakan. 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 Pembuatan

Alat seperti pada gambar 3.2 yang digunakan untuk pembuatan turbin angin ini, diantaranya:

1. Las Listrik
2. Bor tangan
3. Kunci ring pas
4. Palu
5. Gerinda
6. Mesin bubut
7. Mistar



(1)



(2)



(3)



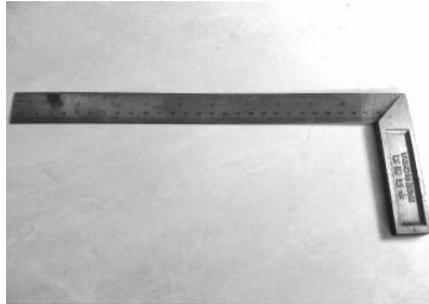
(4)



(5)



(6)



(7)

Gambar 3. 2 Alat Pembuatan

Bahan seperti pada gambar 3.3 yang digunakan untuk pembuatan turbin angin ini, diantaranya:

1. Plat besi
2. Pipa besi



(1)



(2)

Gambar 3. 3 Bahan pembuatan turbin angin

3.2.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan penelitian yang dibutuhkan dalam pengambilan data deteksi cacat bantalan pada turbin angin Turbin Angin Sumbu Horizontal adalah sebagai berikut:

1. Bantalan

Penelitian ini menggunakan bantalan dengan dua variasi kondisi bantalan yang berbeda seperti yang dapat dilihat pada gambar 3.4. (a) Kondisi pertama yaitu bantalan dengan kondisi normal, bantalan kedua yaitu bantalan yang mengalami cacat pada bagian elemen bola yang dapat dilihat pada gambar 3.4 (b).

- a. Jenis : Bantalan Bola

- b. Seri : 1208K
- c. Merk : TAM
- d. Kondisi : Normal dan Cacat Elemen Bola
- e. Bantalan kondisi cacat : Rusak dengan kedalaman (deep) sebesar 2 mm dan lebar rusak 0,7 mm.



(a)

(b)

Gambar 3. 4 (a) Bantalan kondisi normal, (b) Bantalan bola cacat pada elemen bola

1. Roda gigi (*gear*)

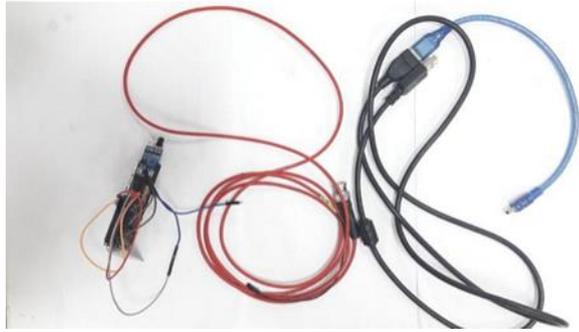
Penelitian ini juga menggunakan dua pasang roda gigi, yang terdiri dari roda gigi lurus dan roda gigi pinion. Kondisi jenis roda gigi lurus yang diuji dengan variasi yang berbeda-beda dapat dilihat pada gambar 3.5



Gambar 3. 5 Roda gigi lurus

2. *Tachometer*

Tachometer yang digunakan untuk 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.



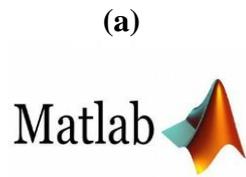
Gambar 3. 6 *Tachometer*

3. Laptop

Laptop yang digunakan untuk penelitian ini adalah merk ASUS dengan tipe intel Core i7 seperti pada gambar 3.7. Pada laptop ini terdapat software akuisisi data yang merupakan komponen sistem akuisisi data yang mempunyai peran untuk mengolah data yang telah diambil untuk diproses dijadikan sistem monitoring. Software yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat seperti pada gambar 3.8. 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).



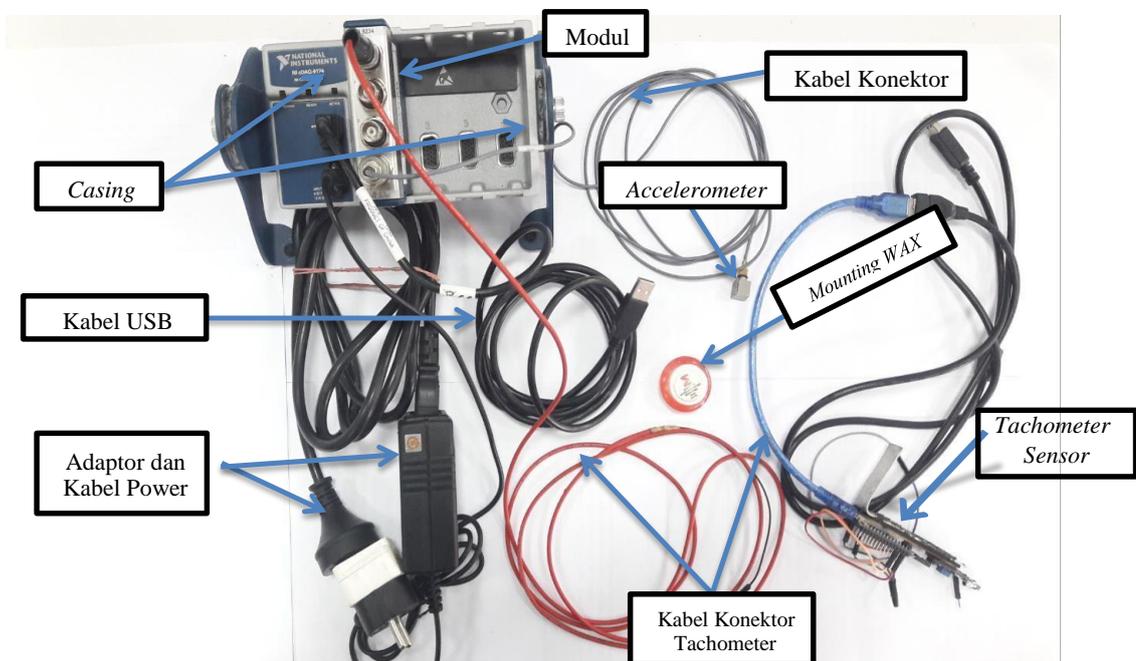
Gambar 3. 7 Laptop



Gambar 3. 8 Tampilan (a) Software MATLAB R2016a, (b) Software NI cDAQ-9174

4. Peralatan data akuisisi

Penelitian menggunakan peralatan data akuisisi yang memiliki beberapa komponen dan fungsi tersendiri seperti yang ada pada gambar 3.9 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 konektor berfungsi untuk menghubungkan *accelerometer* ke modul data akuisisi. Terdapat dua kabel yang digunakan yaitu tipe AO-0531 seperti yang ditunjukkan gambar 3.11 berikut ini.



Gambar 3. 11 Kabel connector

Modul DAQ seperti dapat dilihat pada gambar 3.12 memiliki kegunaan 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 disambungkan secara langsung. *Casing* memiliki empat slot data modul yang dapat digunakan. *Casing* yang digunakan yaitu *casing* dari 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 berikut ini.



Gambar 3. 14 Kabel USB

Kabel power merupakan suatu perangkat yang berguna untuk menyalurkan arus listrik ke casing DAQ, seperti ada pada gambar 3.15 berikut ini.



Gambar 3. 15 Kabel power

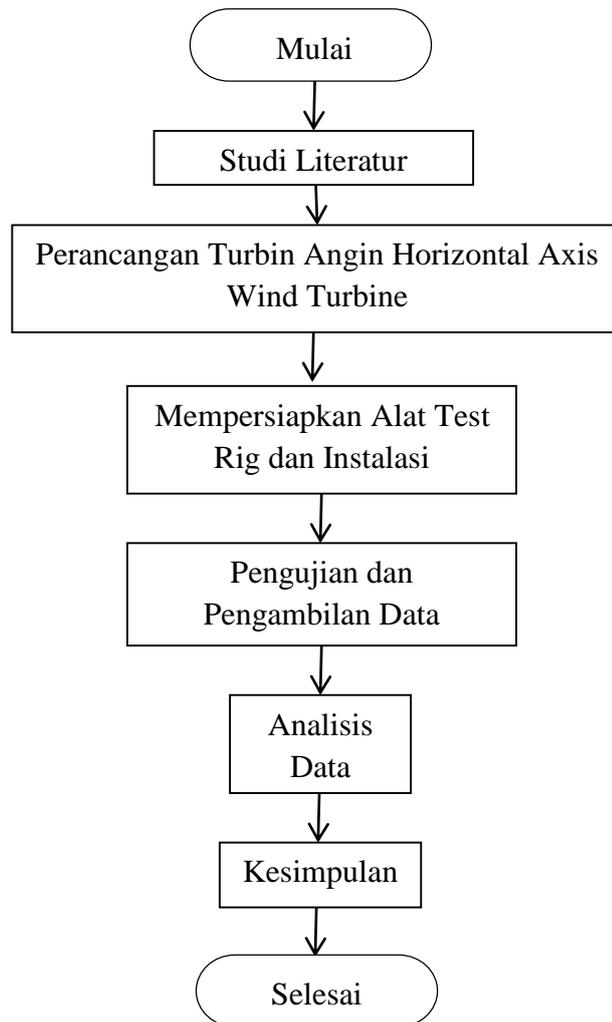
3.3 Tempat dan Waktu Pemasangan

Pemasangan alat dan bahan penelitian pada turbin angin TASH dilakukan di *laboratorium radiasi thermal* Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, dimulai pada tanggal 1 April – 21 April 2018.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini menggunakan sinyal getaran untuk mendeteksi cacat bantalan pada turbin angin. Sinyal getaran dari masing-masing bantalan kondisi normal dan cacat pada elemen bola 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 di terapkan di lapangan dengan cara mempersiapkan alat uji cacat bantalan bola. Mempersiapkan juga 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 akselerometer di dekat rumah bantalan pada turbin angin. Sensor akselerometer tersebut disambungkan pada kanel 1, dan 2 pada modul data

akusisi. Untuk kabel 3 dipasangkan tachometer yang dapat mengukur dan merekam kecepatan putar poros motor.

Tahap selanjutnya yaitu memanfaatkan tenaga angin untuk menggerakkan turbin. Setelah itu proses pengambilan data dan pengaturan script matlab dilakukan untuk mendukung berjalannya penelitian ini. Apabila proses pengambilan data telah selesai dan didapatkan hasil yang kurang memenuhi maka dilakukan pengulangan pengambilan data. Proses tersebut juga berlaku untuk bantalan bola dengan kondisi cacat pada bagian elemen bola.

Bantalan bola dengan kedua kondisi tersebut telah dilakukan pengambilan data, kemudian hasilnya akan ditampilkan dalam bentuk domain waktu. Pada domain waktu tersebut kemudian dilakukan processing sinyal dengan menggunakan metode analisis *envelope* untuk bantalan kondisi cacat, sedangkan untuk bantalan dengan kondisi normal tidak dilakukan proses tersebut. 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 didapat pada penelitian ini

3.5 Prosedur Penelitian

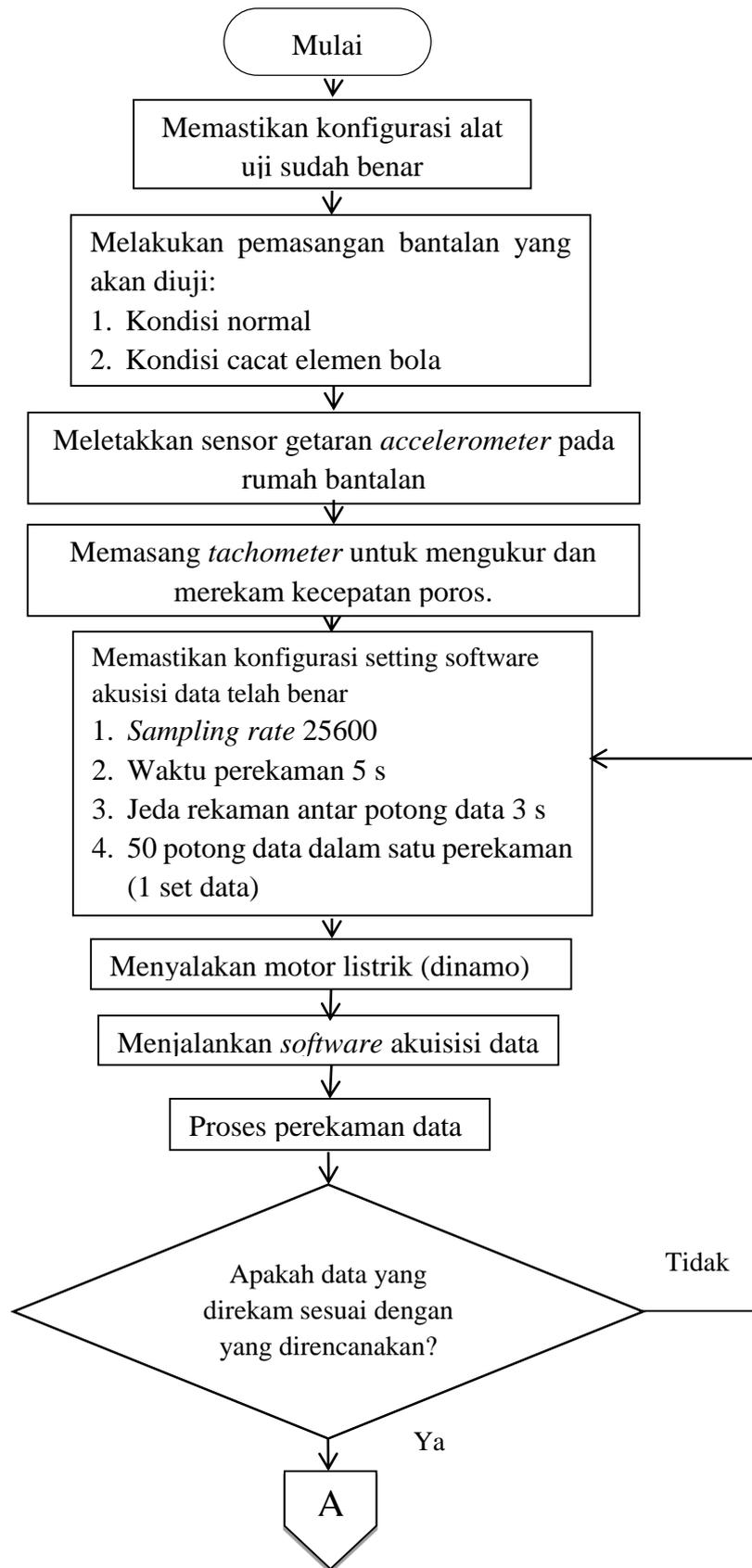
Pelaksanaan penelitian ini terdapat beberapa tahapan dan persiapan yang perlu dilakukan yaitu pengecekan pada peralatan dan perlengkapan alat uji. Hal tersebut dapat membantu kelancaran dalam proses pelaksanaan penelitian dan menghindari hal-hal yang tidak diinginkan seperti terjadinya kecelakaan kerja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

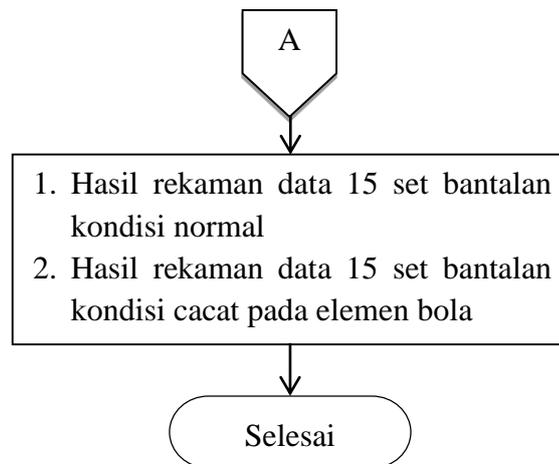
1. Melakukan persiapan perlengkapan alat uji seperti turbin angin dan test rig.
2. Melakukan persiapan perlengkapan seperti inverter, kunci ring pas, dan tachometer.
3. Melakukan persiapan dua sampel bantalan bola yang akan diuji secara bergantian pada turbin angin.

4. 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.
5. Pemasangan bantalan bola yang akan diuji pada turbin angin.
6. Pemasangan *tachometer*.
7. Pemasangan perlengkapan data akuisisi.
8. Pemeriksaan dan pengecekan konstruksi pada alat uji agar tidak terdapat kesalahan sebelum proses pengambilan data.
9. Pemeriksaan keamanan (*safety*) agar saat proses pengambilan data dapat mengurangi resiko terjadinya kecelakaan kerja.

3.6 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 elemen bola. Pengambilan data getaran pada kedua bantalan bola tersebut dilakukan menggunakan tenaga angin. Kedua tahapan proses pengambilan data getaran bantalan bola menggunakan parameter yang serupa, yaitu:

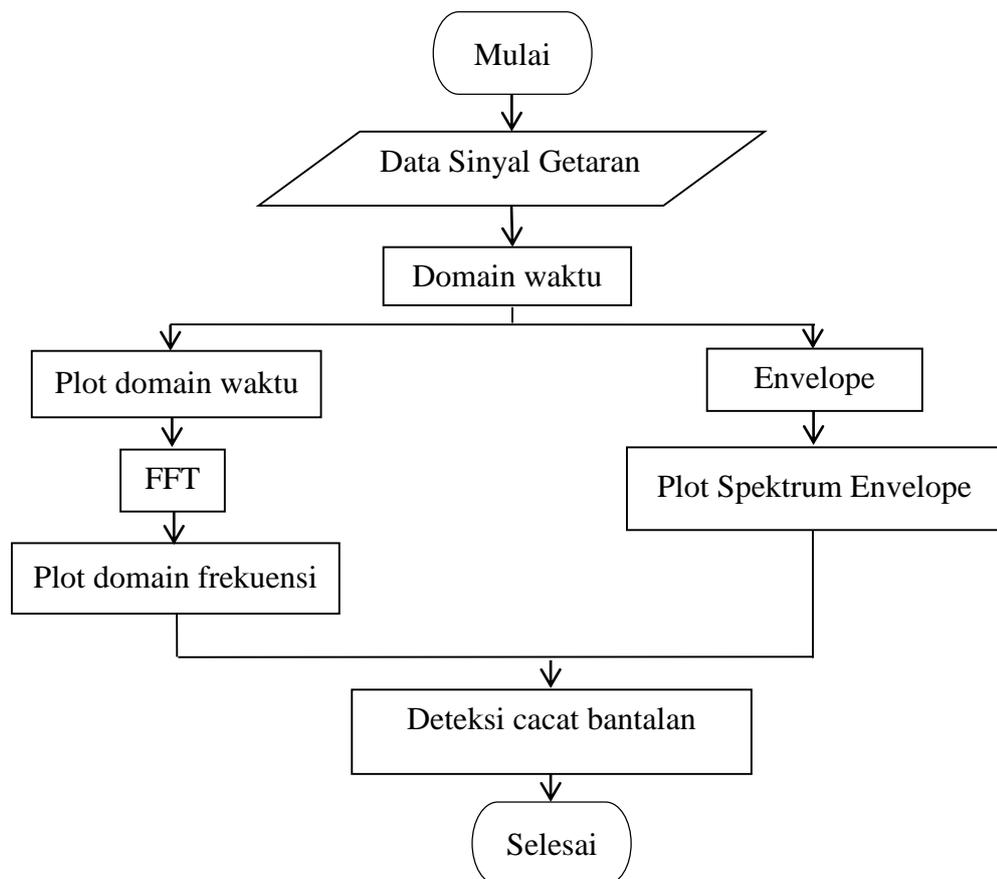
1. Mempersiapkan turbin angin yang sudah siap di uji.
2. Merekam data sinyal getaran bantalan dari akselerometer dan data kecepatan poros dari *tachometer* pada data akuisisi berturut-turut pada kanel 1 dan 2.
3. Perekaman data sinyal getaran dilakukan menggunakan *software* matlab R2017a dengan struktur data sebagai berikut:
 - a. Satu set data terdiri dari 15 potong data per kecepatan.
 - b. Waktu perekaman 5 detik untuk setiap potong data.
 - c. Jeda waktu perekaman yaitu 3 detik untuk setiap potong data.
 - d. Sampling rate 25600 Hz
4. Menyimpan file hasil rekaman sinyal getaran bantalan dari data akuisisi dalam bentuk file dengan ekstensi *.mat*.

3.7 Tempat dan Waktu Pengujian

Pengujian deteksi cacat bantalan pada turbin angin HAWT dilakukan di laboratorium Radiasi Thermal Gedung G6 Lantai 3 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

3.8 Tahap Analisis data

Tahap analisis data pada penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir (gambar 3.18) berikut ini:



Gambar 3. 18 Diagram Alir Tahap Analisis Data

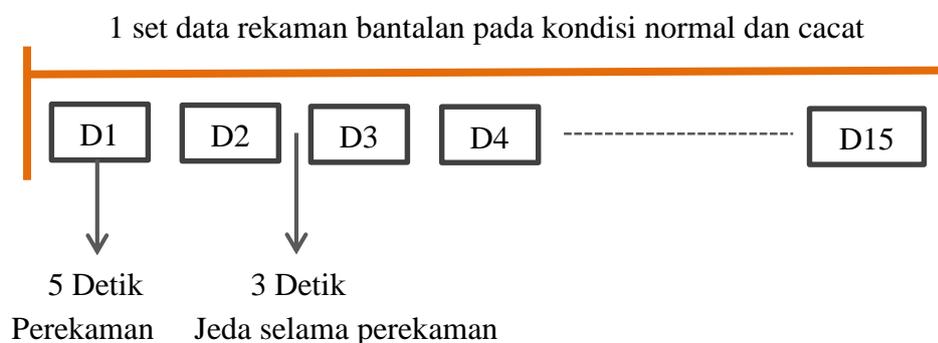
Langkah –langkah yang dilakukan pada saat melakukan analisis data adalah sebagai berikut:

1. Memproses data sinyal getaran bantalan dengan variasi kondisi yang telah terekam pada data akuisisi sebanyak 15 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 pada elemen bola).
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. Membandingkan analisis domain frekuensi yang telah diperoleh tanpa analisis *envelope* dengan analisis spektrum *envelope* untuk setiap kondisi bantalan.
7. Selesai.

3.9 Struktur Data

Dalam penelitian ini, data yang diperoleh sebanyak 15 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 tenaga angin di laboratorium radiasi thermal Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. 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