

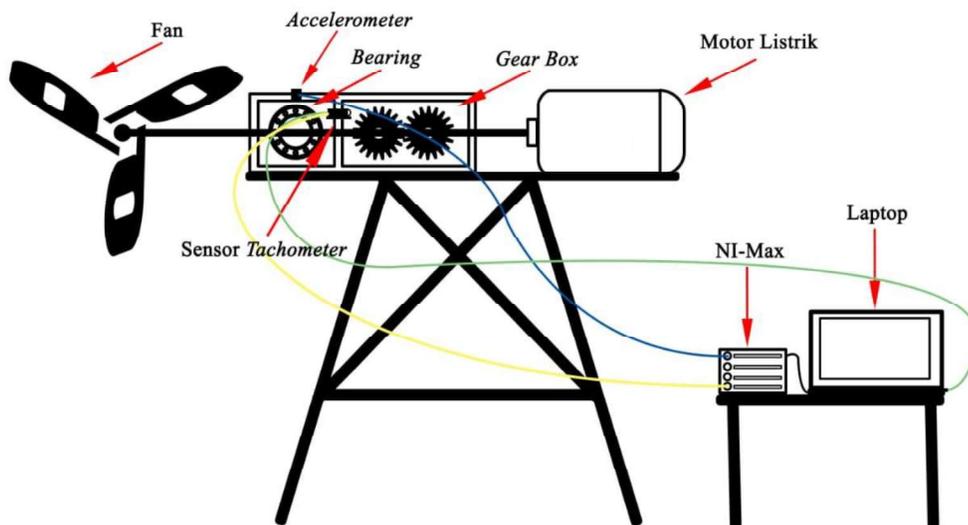
BAB III

METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan sinyal getaran untuk mendeteksi cacat bantalan pada turbin angin. Bantalan kondisi normal dan bantalan kondisi rusak (cacat) akan diuji untuk dilihat respon getarannya menggunakan sensor getaran (*accelerometer*). Respon getaran dari sensor *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 Penelitian

Alat dan bahan penelitian yang dibutuhkan dalam pengambilan data deteksi cacat bantalan pada turbin angin *horizontal axis*. Adapun rincian alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

1. Bantalan

Pada penelitian ini menggunakan bantalan dengan terdapat enam variasi kondisi bantalan yang berbeda – beda seperti yang dapat dilihat pada gambar 3.2. Kondisi pertama yaitu bantalan dengan kondisi normal seperti pada gambar 3.2 (a), kondisi kedua yaitu cacat pada bagian lintasan luar (*outer race*) dan lintasan dalam (*inner race*) bantalan bola seperti pada gambar 3.2 (b).

- a. Jenis : Bantalan Bola
- b. Seri : 1208K
- c. Merk : TAM
- d. Kondisi : Normal dan Cacat lintasan Luar dan Dalam (Multi-Faults)
- e. Bantalan kondisi cacat : Rusak dengan kedalaman (deep) sebesar 2mm dan lebar rusak 0.7 mm.



(a)



(b)

Gambar 3.2 (a) Bantalan kondisi normal, (b) Bantalan bola cacat pada lintasan luar dan lintasan dalam (*multi-faults*)

2. Roda gigi (*gear*)

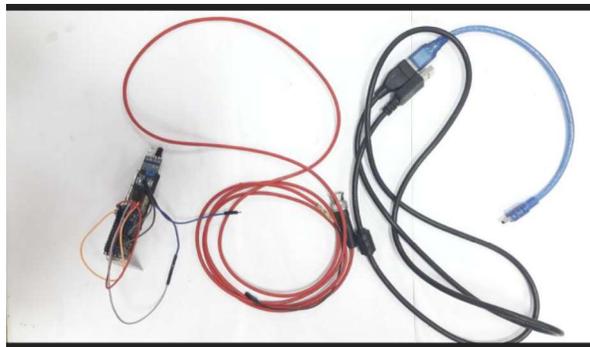
Penelitian ini menggunakan dua pasang roda gigi, yang terdiri dari roda gigi lurus dan roda gigi pinion. Kondisi roda gigi lurus yang akan di uji dengan variasi yang berbeda – beda seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Roda gigi

3. Tachometer Sensor

Tachometer yang digunakan 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 3.5.



Gambar 3.5 Tachometer

4. Laptop

Laptop yang digunakan untuk penelitian ini adalah merk ASUS dengan tipe intel Core i7 seperti pada gambar 3.6. 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 3.7. *Software* yang digunakan adalah matlab R2016a yang digunakan untuk pengambilan data getaran seperti pada gambar 3.7 (a), dan *software*

selanjutnya adalah NI cDAQ-9174 yang digunakan sebagai pembaca dari modul data akuisisi seperti yang ada pada gambar 3.7 (b).



Gambar 3.6 Laptop



(a)

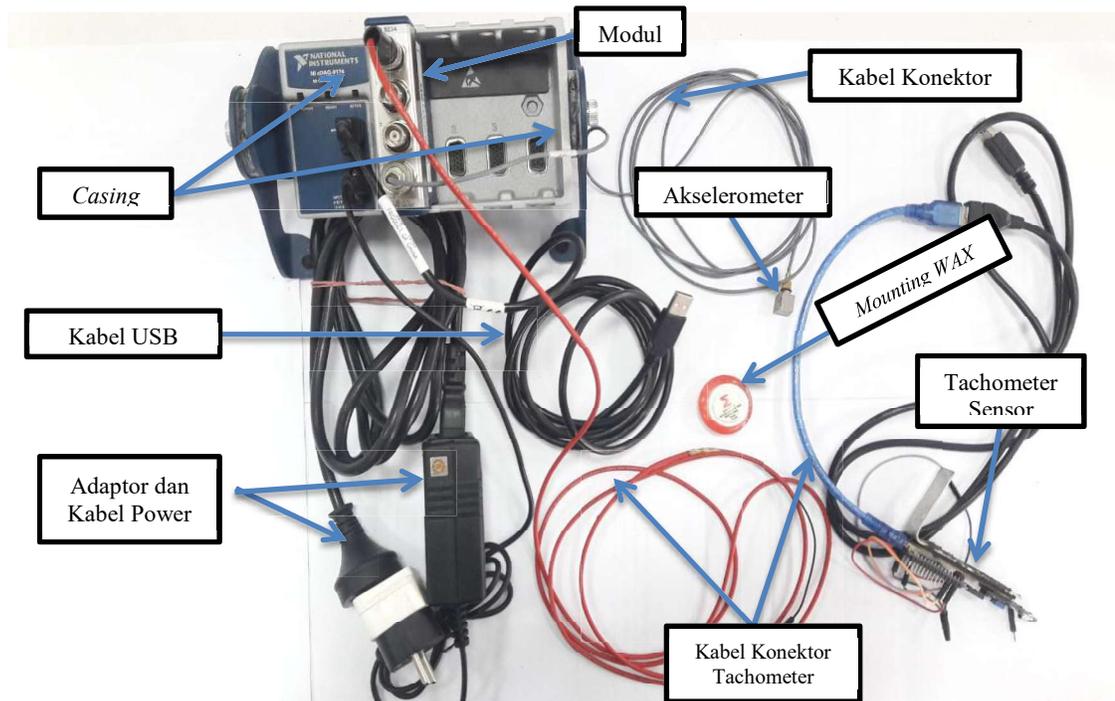


(b)

Gambar 3.7 Tampilan (a) *Software* Matlab R2017a, (b) *Software* NI cDAQ-9174

5. Peralatan Data Akuisisi

Penelitian menggunakan peralatan data akuisisi yang memiliki beberapa komponen dan fungsi tersen diri seperti yang ada pada gambar 3.8



Gambar 3.8 Peralatan data akuisisi

6. *Accelerometer*

Accelerometer adalah alat yang berfungsi untuk mengubah gelombang mekanik menjadi sinyal elektronik. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 *Accelerometer*

7. Kabel *Connector Accelerometer*

Kabel *connector accelerometer* berfungsi untuk menghubungkan accelerometer ke modul data akusisi. Terdapat dua kabel yang digunakan yaitu tipe AO-0531 seperti yang ditunjukkan gambar 3.10 berikut ini.



Gambar 3.10 Kabel *connector*

8. Modul DAQ

Modul DAQ seperti dapat dilihat pada gambar 3.11 memiliki kegunaan sebagai akusisi data sinyal getaran yang diambil oleh accelerometer yang dihubungkan langsung dengan DAQ yang kemudian dibaca oleh laptop.



Gambar 3.11 Modul DAQ

9. *Chassis* 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 3.12.



Gambar 3.12 *Chassis* modul DAQ

10. Kabel USB

Kabel USB digunakan untuk mentransfer sinyal getaran dari modul DAQ ke laptop seperti pada gambar 3.13 berikut ini.



Gambar 3.13 Kabel USB

11. Kabel Power

Kabel power merupakan suatu perangkat yang berguna untuk menyalurkan arus listrik ke casing DAQ, seperti ada pada gambar 3.14 berikut ini.



Gambar 3.14 Kabel power

3.2.2. Alat dan Bahan Pembuatan

Alat seperti pada gambar 3.15 yang digunakan untuk perancangan turbin angin ini, diantaranya :

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



(1)



(2)



(3)



(4)



(5)



(6)



(7)

Gambar 3.15 Alat perancangan Turbin

Bahan seperti pada gambar 3.16 yang digunakan untuk pembuatan turbin angin ini, diantaranya :

1. Plat besi
2. Pipa besi



(1)



(2)

Gambar 3.16 Bahan pembuatan

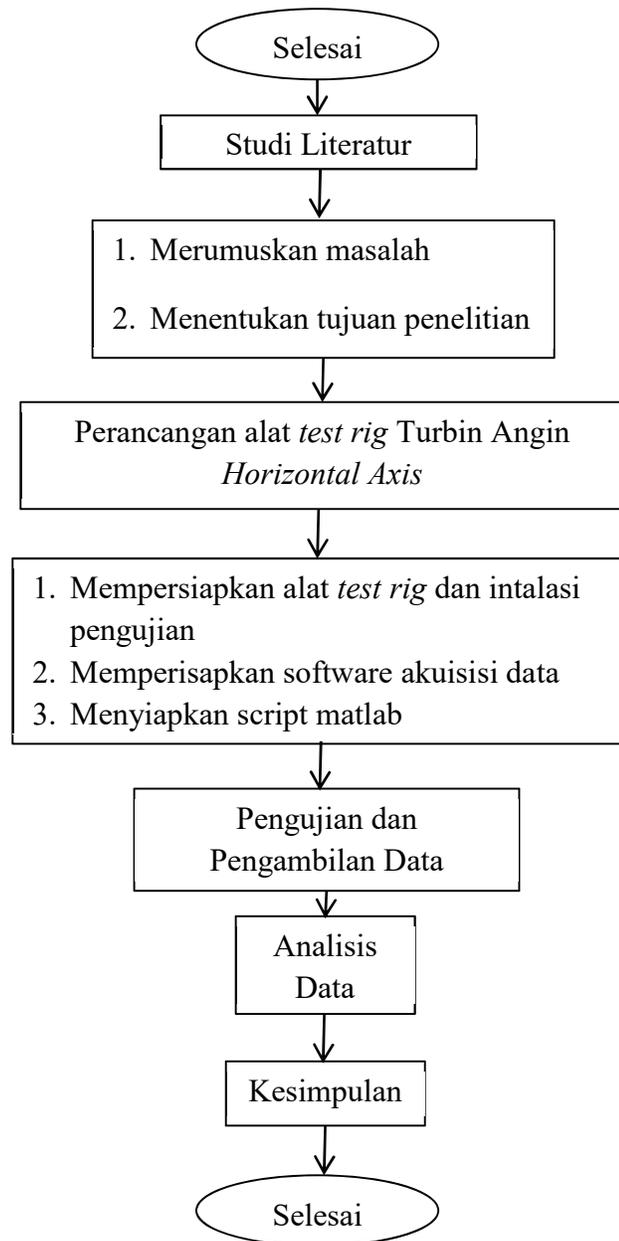
3.2.3. Tempat dan Waktu Pemasangan

Pemasangan alat dan bahan penelitian pada turbin angin HAWT dilakukan di Studio Workshop Dimas, dimulai pada tanggal 1 April – 21 April 2018.

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 dan dalam (*multi-faults*) direkam menggunakan accelerometer yang diletakkan pada rumah bantalan.

Secara umum penelitian yang dilakukan memiliki rangkaian kegiatan yang dapat dilihat pada diagram alir (gambar 3.17) berikut :



Gambar 3.17 Diagram alir penelitian secara umum

Penjelasan dari diagram alir penelitian secara umum yang ditunjukkan pada gambar 3.17 adalah sebagai berikut :

Pertama dilakukan studi literatur untuk mendapatkan teori-teori yang dibutuhkan dan untuk memperkuat argumen dalam penelitian ini. . Teori yang telah didapatkan akan digunakan untuk merumuskan masalah dan menentukan tujuan dalam penelitian, setelah semua tersusun kemudian dilanjutkan ke tahap

selanjutnya. Kemudian mempersiapkan peralatan uji yang sudah terpasang pada alat test rig dan mempersiapkan peralatan akuisisi data 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* di dekat rumah bantalan. Sensor *accelerometer* 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 menggunakan tenaga angin untuk menggerakkan turbin. Setelah itu proses pengambilan data dan pengaturan *script* matlab dilakukan untuk mendukung berjalannya penelitian ini. Perekaman data per filenya diambil 5 detik dengan jeda 3 detik dan pengambilan data berulang hingga mendapatkan 15 potong data. Pengambilan data dilakukan dengan *sampling rate* 25600. Apabila proses pengambilan data telah selesai dan didapatkan hasil yang kurang memenuhi maka dilakukan pengulangan pengambilan data.

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 normal tidak dilakukan hal tersebut. Hasil yang diperoleh selanjutnya ditampilkan dalam bentuk spektrum. Bantalan kondisi normal dengan bantalan kondisi rusak akan mengalami perbedaan pada hasil spektrum. Perbedaan hasil spektrum yang terjadi pada bantalan rusak ini berupa amplitudo yang sangat lemah/rendah. Sehingga berpotensi tertutup dari frekuensi getaran yang lainnya. Perbandingan ini yang akan dijadikan sebagai proses analisis dan pembahasan. Tahap selanjutnya yaitu menyimpulkan apa yang telah didapat dalam penelitian ini.

3.4 Prosedur Penelitian

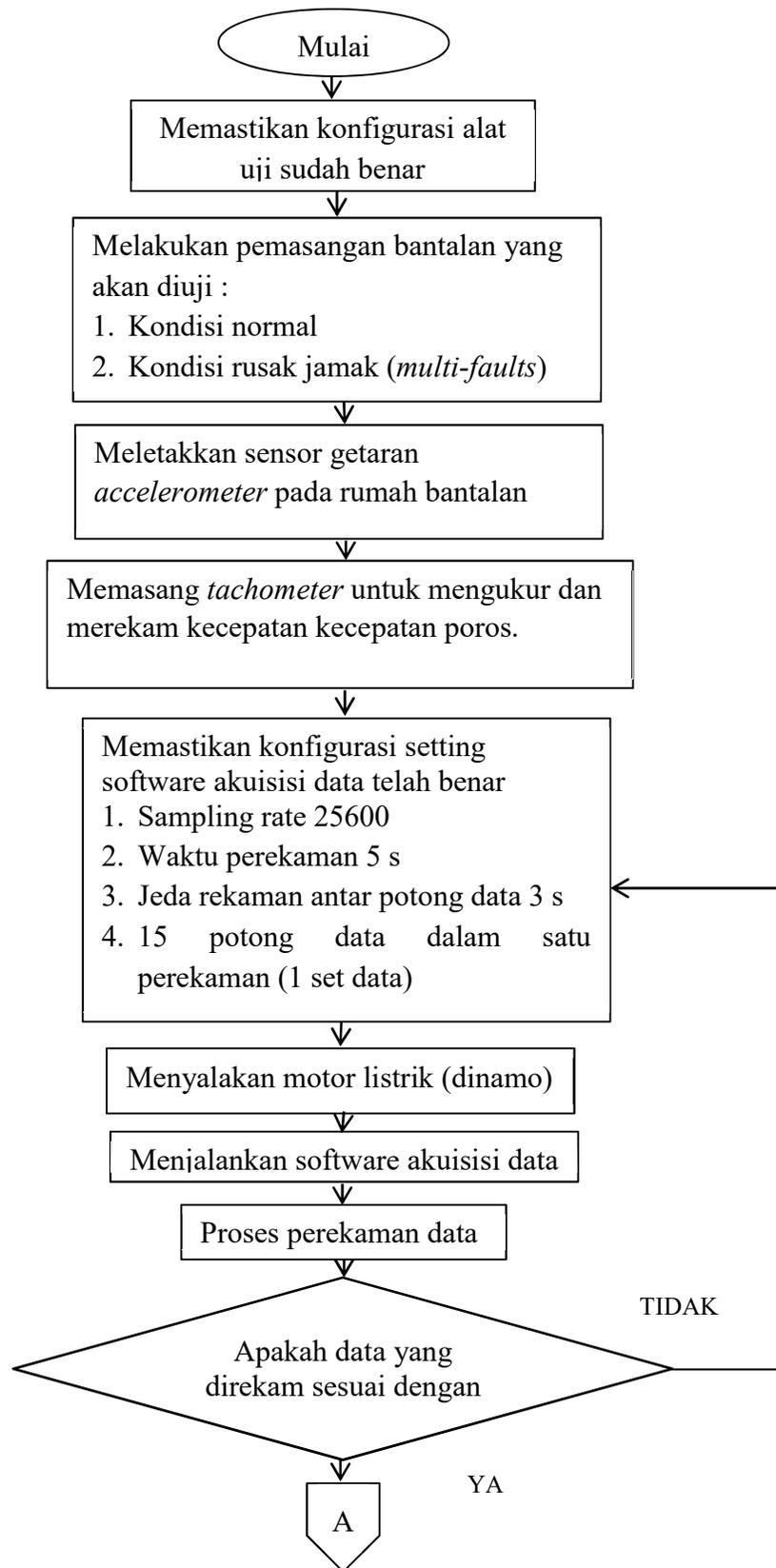
Pelaksanaan penelitian ini terdapat beberapa tahapan dan persiapan yang perlu dilakukan yaitu pengecekan pada peralatan dan perlengkapan alat uji. Hal

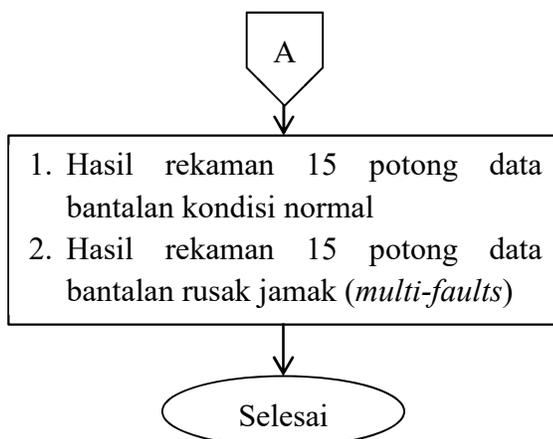
tersebut dapat membantu kelancaran dalam proses pelaksanaan penelitian dan menghindarkan dari hal-hal yang tidak diinginkan seperti terjadinya kecelakaan kerja saat proses pengambilan. Persiapan dan tahapan pengujian yang perlu dilakukan sebelum penelitian adalah sebagai berikut:

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 R2017a 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 dan menjamin keamanan saat bekerja.

3.5 Alur Pengambilan Data

Alur pengambilan data pada penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir seperti pada gambar 3.18 berikut ini :





Gambar 3.18 Diagram alir proses pengambilan data

Proses pengambilan data dilakukan setelah memastikan konfigurasi alat uji dipastikan siap. Sebelum pengujian maka dilakukan pemasangan bantalan yang akan diuji, dimana terdapat dua kondisi bantalan yang akan diuji yaitu kondisi normal dan kondisi cacat bantalan lintasan dalam dan luar (*multi-faults*). Setelah bantalan dipastikan terpasang dengan tepat, kemudian diletakkan alat sensor getaran (*accelerometer*) pada bantalan dan memasang tachometer untuk mengukur dan merekam kecepatan putaran pada poros.

Perekaman data sinyal getaran dilakukan setelah memastikan konfigurasi akuisisi data telah benar kemudian dilakukan perekaman menggunakan software matlab dengan proses perekaman data sebagai berikut :

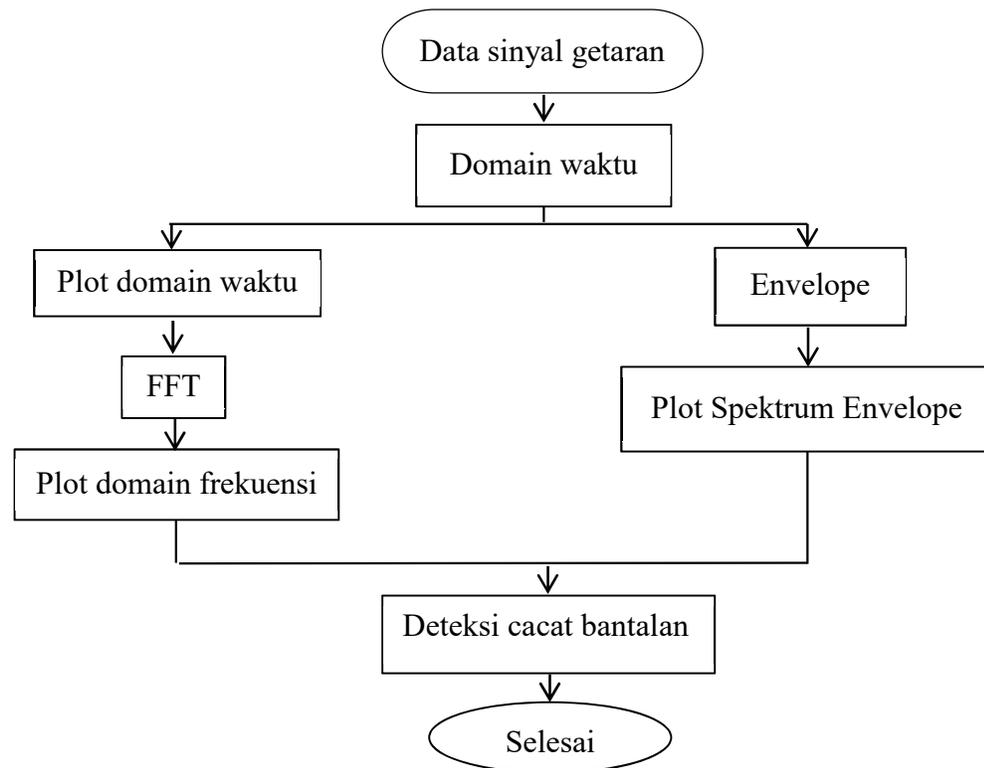
1. Mempersiapkan turbin angin yang sudah siap di uji.
2. Merekam data sinyal getaran bantalan dari akselerometer dan data kecepatan poros dari tachometer pada akuisisi berturut-turut pada chanel 1 dan 2
3. Perekaman data sinyal getaran dilakukan menggunakan software matlab R2017a dengan proses perekaman 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.

3.6 Tempat dan Waktu Pengujian

Pengujian deteksi cacat bantalan pada turbin angin HAWT dilakukan di Lab.Radiasi Thermal Gedung G6 Lantai 3.

3.7 Tahap Analisis data

Tahap analisis data pada penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir (Gambar 3.19) berikut ini :



Gambar 3.19 Diagram alir Tahap Analisis Data

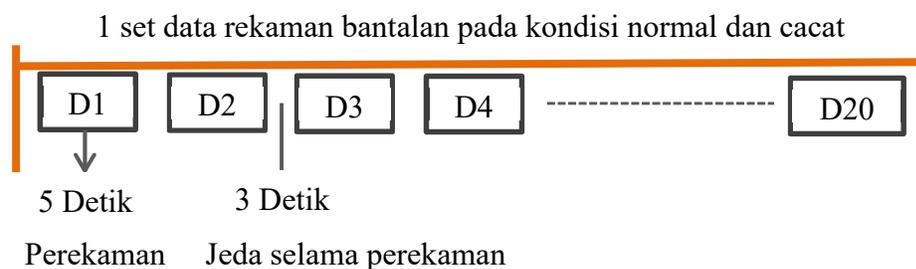
Langkah –langkah yang dilakukan pada saat melakukan analisis data adalah sebagai berikut :

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, rusak lintasan dalam dan cacat lintasan luar).

3. Mentransformasikan data dari domain waktu menggunakan 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 rusak).
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.

3.8 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 wilayah pantai selatan. Data inilah yang akan digunakan untuk mengidentifikasi cacat pada bantalan, untuk lebih jelasnya skema struktur data dapat dilihat pada gambar 3.20.



Gambar 3.20 Skema pada struktur data