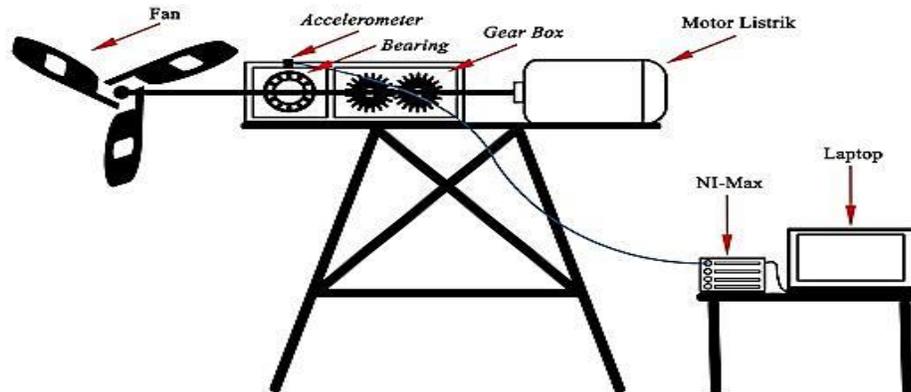


## BAB III METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan sinyal getaran untuk mendeteksi kerusakan roda gigi pada turbin angin. Roda gigi kondisi normal dan roda gigi 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 akan disimpan dan ditampilkan di laptop pada *software* matlab. Penelitian ini menerapkan metode *Time Synchronous Averaging* untuk mereduksi *noise* kerusakan roda gigi pada turbin angin.

### 3.1 Skema Alat Uji Kerusakan Roda Gigi (*Gear*)

Skema alat uji kerusakan roda gigi adalah gambaran dari alat tes rig roda gigi dan instalasi pengujian yang akan digunakan. Skema ini dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Skema alat uji kerusakan roda gigi

### 3.2 Alat dan Bahan

#### 3.2.1 Alat dan Bahan Perancangan

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

1. Las listrik
2. Bor tangan
3. Kunci ring pas



(1)



(3)



(5)

4. Palu
5. Gerinda
6. Mesin Bubut



(2)



(4)



(6)



(7)

Gambar 3.2 Alat perancangan turbin angin

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 kerusakan roda gigi pada turbin angin *horizontal axis*. Adapun rincian alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

1. Turbin angin *horizontal axis*

Turbin angin yang digunakan memiliki tiga buah *blades* (kincir) seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.4



Gambar 3.4 Turbin angin *horizontal axis*

## 2. Motor listrik

Motor listrik (dinamo) berfungsi sebagai penggerak turbin angin yang dihubungkan dengan *Belt-pulley* seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Motor listrik

## 3. Roda gigi (*gear*)

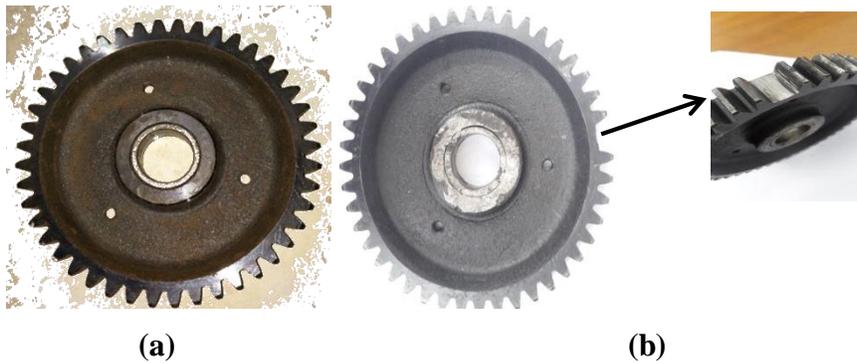
Penelitian ini terdapat dua pasang roda gigi, tiap – tiap pasang roda gigi terdiri dari roda gigi lurus dan roda gigi pinion. Satu pasang roda gigi akan diuji yaitu pada roda gigi yang terletak dekat dengan generator, namun hanya roda gigi utama yang akan dirusak untuk dilakukan penelitian deteksi kerusakan roda gigi pada turbin angin. Gambaran posisi roda gigi yang akan dirusak dapat dilihat seperti terdapat pada gambar 3.6. Sementara untuk gambar roda gigi yang akan diuji dapat dilihat seperti pada gambar 3.6 (a) dan 3.6 (b).

- Jenis : Roda Gigi Lurus
- Type : S-195
- Merk : Marlin Parts
- Kondisi : Normal dan cacat patah satu gigi

- Roda gigi kondisi rusak : Roda gigi dibuat cacat (rusak) dengan dibuat patah satu gigi dengan ketinggian 6,72 mm.



Gambar 3.6 Posisi roda gigi yang akan dirusak



Gambar 3.6 (a) Roda gigi lurus normal, (b) Roda gigi kondisi rusak (cacat)

#### 4. Bantalan

Pada penelitian ini menggunakan bantalan (*bearing*) *double row* yang akan diuji dengan variasi kondisi yang berbeda – beda. Bantalan yang akan digunakan dapat dilihat seperti pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Bantalan

### 5. *Tachometer*

*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 3.8. Sinyal *tachometer* direkam menggunakan instrumen akuisisi data.



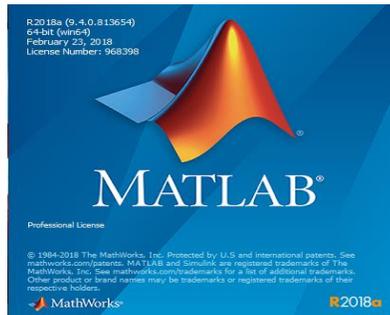
Gambar 3.8 Tachometer

### 6. Laptop

Laptop yang digunakan untuk penelitian ini adalah merk ASUS dengan tipe intel Core i7 seperti pada gambar 3.9. 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 3.10. *Software* pertama yang digunakan adalah matlab R2018a yang digunakan untuk pengambilan data getaran seperti pada gambar 3.10 (a), dan *software* kedua adalah NI cDAQ-9174 yang digunakan sebagai pembaca dari modul data akuisisi seperti yang ada pada gambar 3.10 (b).



Gambar 3.9 Laptop



(a)



(b)

Gambar 3.10 Tampilan (a) Software Matlab R2016a, (b) Software NI cDAQ-9174

## 7. Peralatan akuisisi data

Penelitian menggunakan peralatan akuisisi data yang memiliki beberapa komponen dan fungsi tersendiri seperti yang ada pada gambar 3.9 berikut.



Gambar 3.11 Peralatan akuisisi data

## 8. Accelerometer

*Accelerometer* adalah alat yang berfungsi untuk mengubah gelombang mekanik menjadi sinyal elektronik. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Accelerometer

### 9. Kabel *connector*

Kabel *connector* berfungsi untuk menghubungkan accelerometer ke modul data akusisi. Terdapat dua kabel yang digunakan yaitu tipe AO-0531 seperti yang ditunjukkan gambar 3.13 berikut ini.



Gambar 3.13 Kabel connector

### 10. Modul DAQ

Modul DAQ seperti dapat dilihat pada gambar 3.14 memiliki kegunaan sebagai akusisi data sinyal getaran yang diambil oleh accelerometer yang dihubungkan langsung dengan DAQ yang kemudian dibaca oleh laptop.



Gambar 3.14 Modul DAQ

### 11. *Chassis* modul DAQ

*Chassis* modul DAQ berguna sebagai tempat peletakkan modul akuisisi data 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 3.15.



Gambar 3.15 *Chassis* modul DAQ

### 12. Kabel USB

Kabel USB digunakan untuk mentransfer sinyal getaran dari modul DAQ ke laptop seperti pada gambar 3.16 berikut ini.



Gambar 3.16 Kabel USB

### 13. Kabel power

Kabel power merupakan suatu perangkat yang berguna untuk menyalurkan arus listrik ke casing DAQ, seperti ada pada gambar 3.17 berikut ini.



Gambar 3.17 Kabel power

### 3.3 Tempat dan Waktu Pemasangan

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

### 3.4 Prosedur Penelitian

Pengujian ini terdapat beberapa tahapan dan persiapan yang perlu dilakukan sebelum memulai pengujian, diantaranya pengecekan pada peralatan dan perlengkapan alat uji. Hal tersebut dapat membantu kelancaran dalam proses pelaksanaan penelitian dan menghindarkan dari hal – hal yang tidak diinginkan. Persiapan dan tahapan pengujian yang perlu dilakukan sebelum penelitian adalah sebagai berikut :

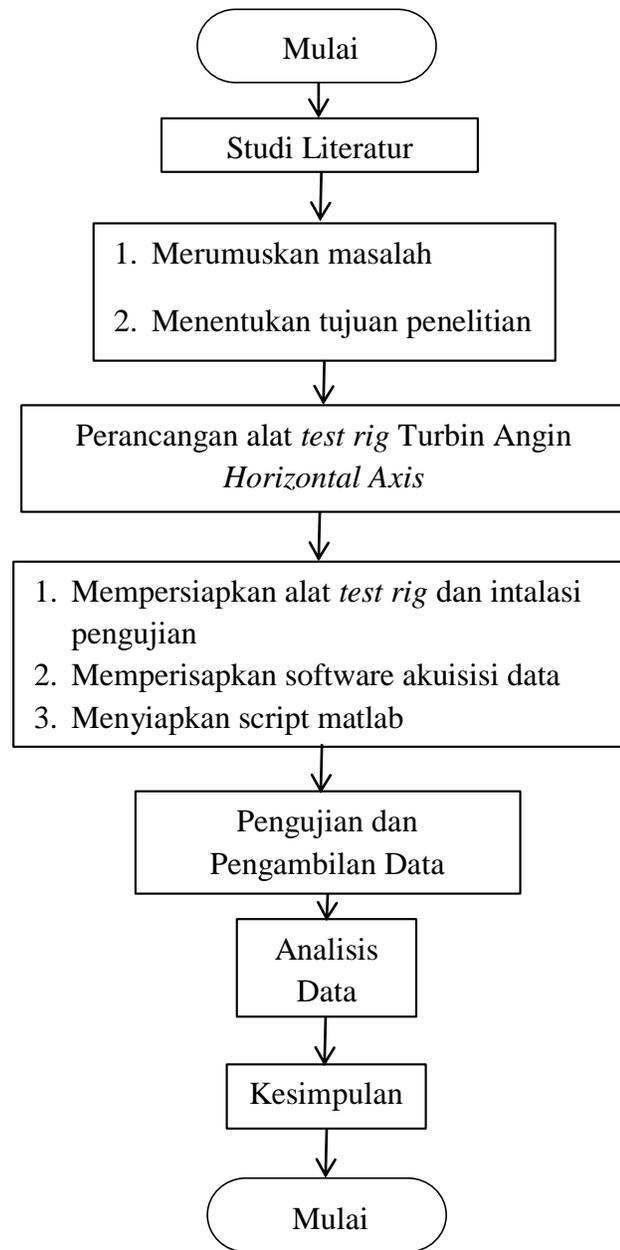
1. Melakukan persiapan pada turbin angin horizontal axis wind turbine.
2. Melakukan persiapan perlengkapan seperti kunci ring pas dan tachometer.
3. Melakukan persiapan sampel yang akan diuji, yaitu roda gigi lurus.

4. Melakukan persiapan perlengkapan alat uji seperti peralatan DAQ, laptop sudah kondisi standby, software matlab sudah load dan script sudah benar, dan software NI cDAQ-9174 sudah load.
5. Pemasangan roda gigi yang akan diuji pada poros turbin angin.
6. Pemasangan bantalan yang akan diuji pada turbin angin.
7. Pemasangan sudu pada turbin angin.
8. Pemasangan tachometer.
9. Pemasangan perlengkapan akuisisi data.
10. Pemeriksaan dan pengecekan konstruksi pada alat uji agar tidak terdapat kesalahan sebelum proses pengambilan data.
11. Pemeriksaan keamanan (K3) agar saat proses pengambilan data tidak terjadi kesalahan atau kecelakaan kerja.

### **3.5 Diagram Alir Penelitian**

Penelitian ini menggunakan sinyal getaran untuk mendeteksi kerusakan roda gigi pada turbin angin. Roda gigi normal dan roda gigi kondisi rusak akan diuji untuk dilihat respon getarannya dari putaran poros turbin angin yang digerakkan oleh kecepatan angin menggunakan sensor getaran (*accelerometer*).

Secara umum penelitian yang dilakukan memiliki rangkaian kegiatan yang dapat dilihat pada diagram alir (gambar 3.18) berikut :



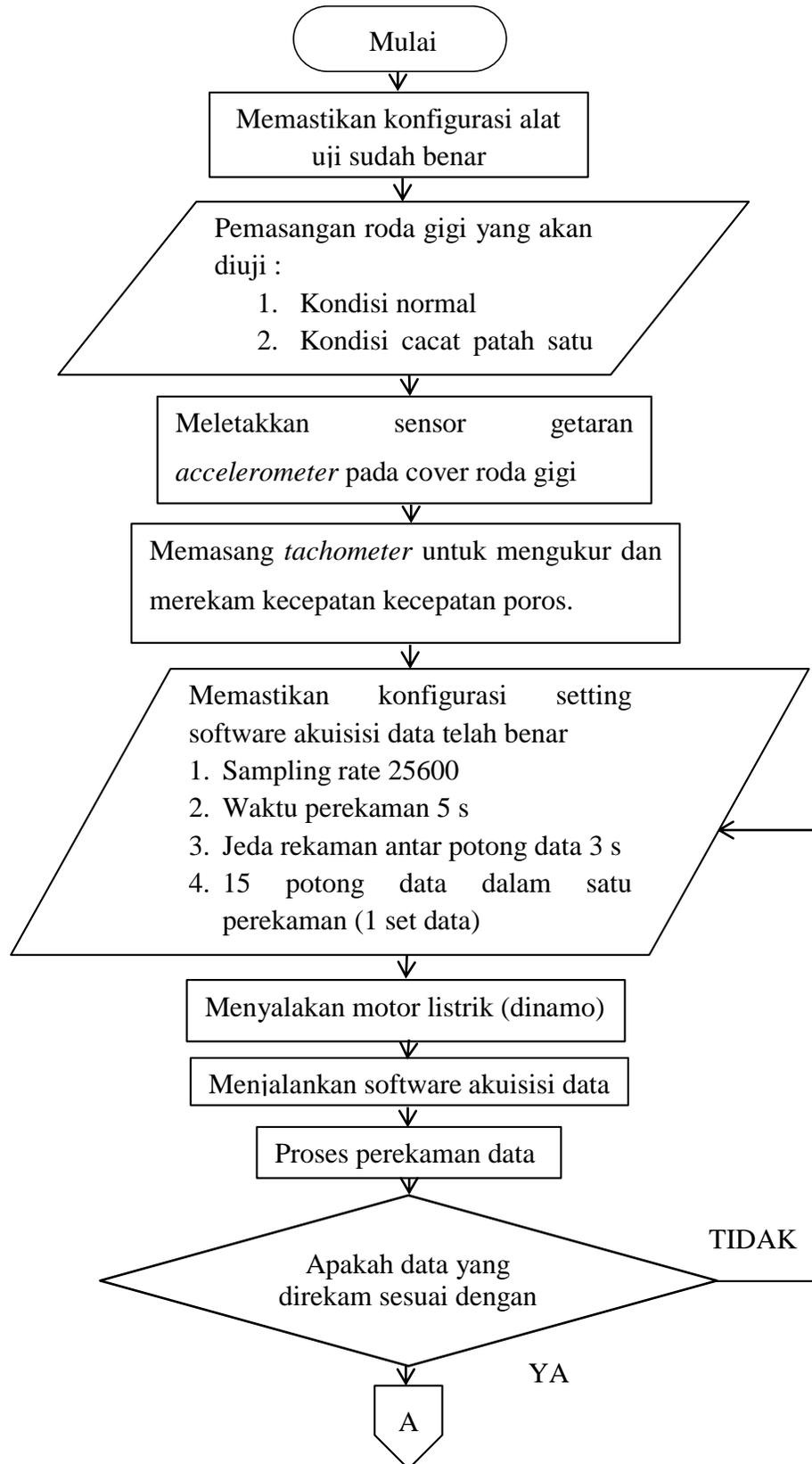
Gambar 3.18 Diagram alir penelitian secara umum

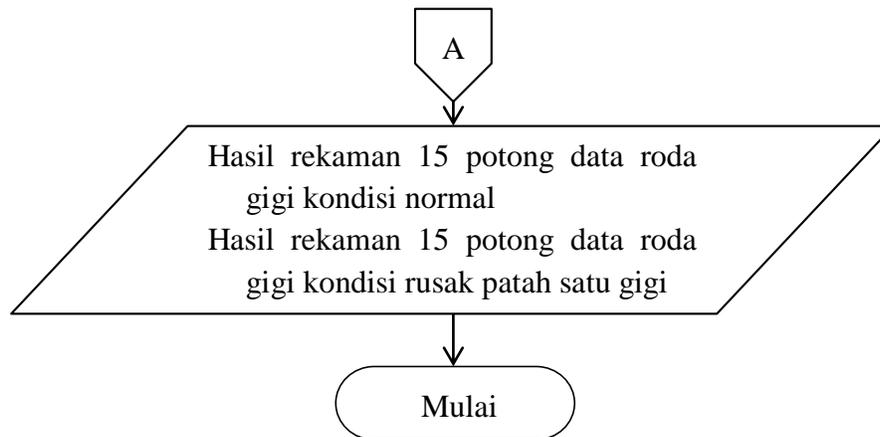
Penjelasan dari diagram alir penelitian secara umum yang ditunjukkan pada gambar 3.18 adalah sebagai berikut :

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. Tahapan perancangan alat *test rig* turbin angin *horizontal axis*. Kemudian mempersiapkan peralatan uji yang sudah terpasang pada alat test rig dan mempersiapkan peralatan akuisisi data untuk pengambilan data. Apabila semua telah dipersiapkan maka dilakukan pengujian dan pengambilan data. Tahap selanjutnya yaitu menyimpulkan apa yang telah didapat dalam penelitian ini.

### **3.6 Alur pengambilan data**

Alur pengambilan data pada penelitian ini dapat dilihat diagram alir seperti pada gambar 3.19 berikut ini :





Gambar 3.19 Diagram alir proses pengambilan data

Proses pengambilan data dilakukan setelah memastikan konfigurasi alat uji dipastikan siap. Sebelum pengujian maka dilakukan pemasangan roda gigi yang akan diuji, dimana terdapat dua kondisi roda gigi yang akan diuji yaitu kondisi normal dan kondisi rusak (cacat) patah satu gigi. Setelah roda gigi dipastikan terpasang dengan tepat, kemudian diletakkan alat sensor getaran (*accelerometer*) pada cover roda gigi 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 :

- a. Satu set data terdiri dari 15 potong data.
- b. Waktu perekaman dalam setiap potong data yaitu 5 detik.
- c. Jeda waktu perekaman dalam setiap potong data yaitu 3 detik.
- d. Sampling rate sebesar 25600 Hz

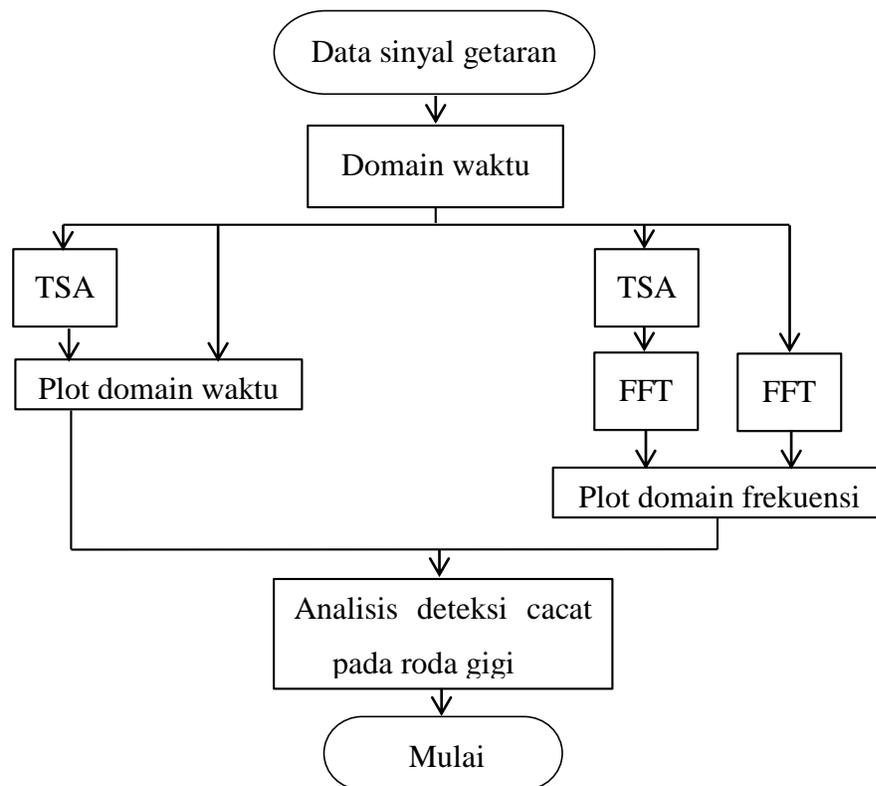
Setelah perekaman data sinyal getaran selesai dan telah sesuai dengan yang direncanakan, kemudian simpan file hasil rekaman sinyal getaran pada roda gigi dari akuisisi data kedalam bentuk file dengan ekstensi .mat.

### 3.7 Tempat dan Waktu Pengujian

Pengujian deteksi kerusakan roda gigi pada turbin angin HAWT dilakukan di Laboratorium Radio Thermal Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

### 3.8 Analisis data

Tahap analisis data pada penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir (gambar 3.20) berikut ini :



Gambar 3.20 Diagram alir tahap analisis data

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

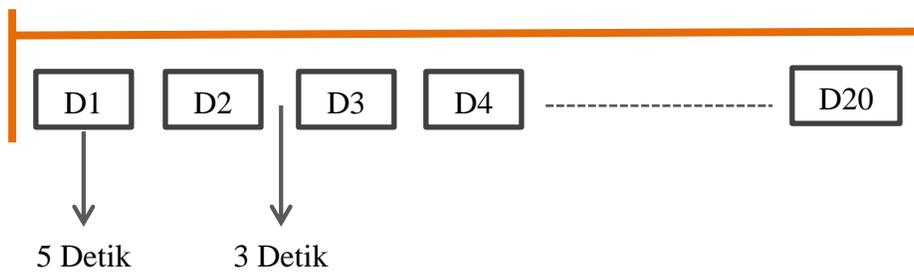
1. Data sinyal getaran pada roda gigi dengan variasi kondisi yang telah terekam pada akuisisi data sebanyak 15 file dengan ekstensi matlab (.mat) menggunakan script matlab telah diteliti dengan benar.

2. Memproses kedalam sinyal domain waktu untuk memberikan gambaran alamiah dari fenomena getaran untuk analisis kerusakan pada roda gigi.
3. Melakukan pre-processing sinyal getaran pada domain waktu menggunakan analisis TSA agar noise tereduksi untuk setiap kondisi roda gigi.
4. Menampilkan plot grafik pada domain waktu untuk setiap kondisi roda gigi (normal dan cacat patah satu gigi).
5. Sinyal waktu yang telah di analisis menggunakan TSA kemudian ditransformasikan menjadi FFT.
6. Sinyal domain waktu ditransformasikan menjadi FFT dikarenakan mampu mengubah sinyal diskrit dalam domain waktu menjadi frekuensi diskrit dalam representasi domain frekuensi.
7. Menampilkan plot grafik pada domain frekuensi untuk setiap kondisi roda gigi (normal dan cacat patah satu roda gigi).
8. Melakukan analisis deteksi cacat pada roda gigi dari hasil plot grafik domain waktu dan plot grafik domain frekuensi.
9. 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 terdapat dua kondisi roda gigi yang akan diuji yaitu roda gigi normal dan roda gigi kondisi cacat. Setiap kondisi roda gigi akan direkam menggunakan *accelerometer*, kemudian data yang direkam akan terlihat seperti pada skema struktur data yang dapat dilihat pada gambar 3.21. Data inilah yang akan digunakan untuk mengidentifikasi cacat pada roda gigi.

1 set data rekaman roda gigi pada kondisi normal dan kondisi cacat



Gambar 3.21 Skema pada struktur data