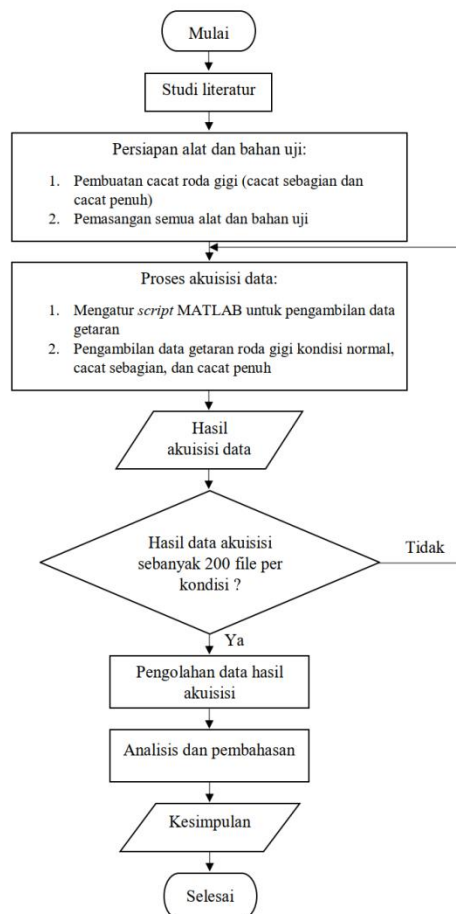


## BAB 3 METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dimana akan diteliti sebuah kerusakan roda gigi pada prototipe *fan* industri yang berbasis pada analisis sinyal getaran. Penelitian ini menggunakan tiga jenis kondisi roda gigi, yang pertama roda gigi dalam kondisi normal (tanpa cacat), yang kedua roda gigi dalam kondisi cacat sebagian berupa cacat *pitting* dengan diameter 1,5 mm, dan yang ketiga roda gigi cacat penuh dengan hilangnya satu mata gigi.

### 3.1. Skema Penelitian

Skema penelitian ini ditampilkan kedalam sebuah diagram alur seperti pada Gambar 3.1.



**Gambar 3. 1** Diagram Alur Penelitian

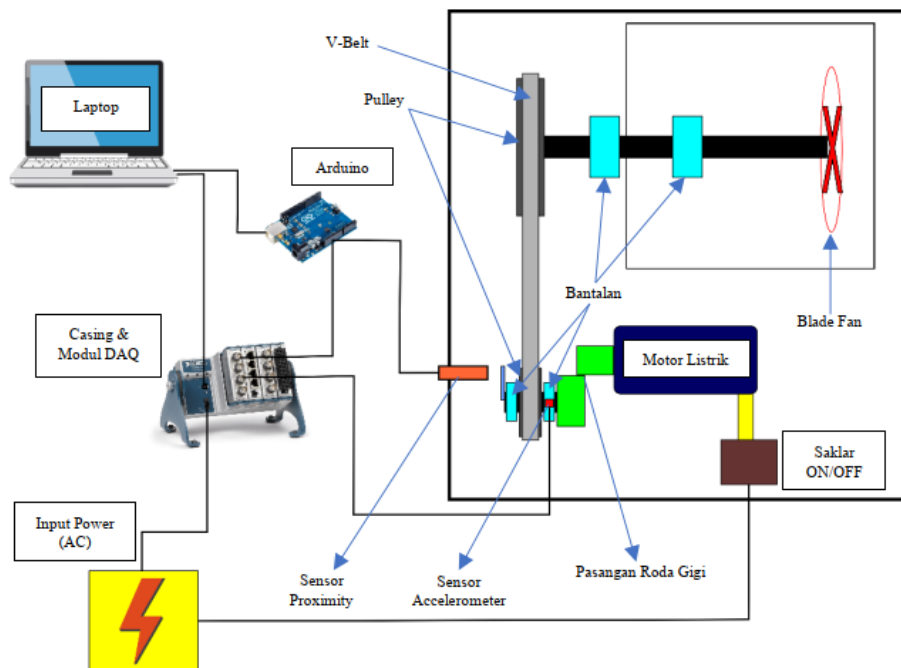
Studi literatur merupakan langkah awal yang harus dilakukan untuk memperoleh informasi penting dan teori-teori dasar yang relevan terhadap penelitian yang dilakukan. Selanjutnya dilakukan persiapan terhadap alat dan bahan uji. Persiapan ini mencakup pembuatan cacat pada roda gigi yang digunakan sebagai bahan uji sampai pada pemasangan semua komponen di alat uji. Tahap persiapan ini dapat dilihat secara detail pada uraian Gambar 3.2.

Setelah proses persiapan selesai, maka dapat dimulai proses akuisisi data. Proses ini diawali dengan mengatur *script* MATLAB untuk proses perekaman data. Proses ini dilakukan dengan durasi 10 detik untuk setiap file data dengan jeda 2 detik antar file data perekaman. Data yang diperoleh mencapai 20 file setiap set datanya. Perekaman ini dilakukan selama 10 kali set data pada setiap kondisi roda gigi. Pengambilan data tersebut dilakukan dengan sampling rate sebesar 17066 Hz. Apabila proses pengambilan data telah selesai dan didapati *error* pada data tersebut, maka proses pengambilan data harus diulang kembali.

Tahapan selanjutnya adalah proses pengolahan data hasil akuisisi. Proses ini dikerjakan dengan bantuan *software* MATLAB versi 2019a. Output yang didapatkan berupa plot grafik domain waktu, plot grafik domain frekuensi (spektrum), dan plot grafik *spectrogram Continuous Wavelet Transform (CWT)*. Setelah hasil plotting grafik selesai, dilakukan pembandingan dan analisis terhadap hasil yang diperoleh dari setiap kondisi roda gigi. Tahapan terakhir adalah menyimpulkan apa yang telah didapat dalam penelitian ini.

### 3.2. Skema Alat Uji

Skema alat uji yang digunakan pada penelitian ini ditampilkan pada Gambar 3. 2.



**Gambar 3. 2** Skema Alat Uji

Berdasarkan skema alat uji yang ada pada Gambar 3. 2, sinyal getaran dari prototipe *fan* industri direkam oleh sensor accelerometer sedangkan sensor proximity digunakan untuk merekam kecepatan putar poros dari roda gigi yang diuji. Sensor accelerometer ditempatkan pada *housing bearing* poros roda gigi yang diuji. Posisi ini merupakan posisi yang tepat karena sensor accelerometer dapat dimounting dengan baik dan merupakan posisi terdekat dari roda gigi yang diuji. Diharapkan getaran dari roda gigi dapat terekam masuk dengan optimal. Sedangkan untuk sensor proximity ditempatkan didepan poros roda gigi yang diuji.

Ketika prototipe *fan* industri dioperasikan, laptop akan mengirim perintah melalui *script* MATLAB kepada Modul DAQ untuk melakukan perekaman data. Sensor accelerometer akan merekam data getaran dari *fan* sedangkan sensor proximity akan merekam kecepatan putar poros dari roda gigi yang diuji. Kedua

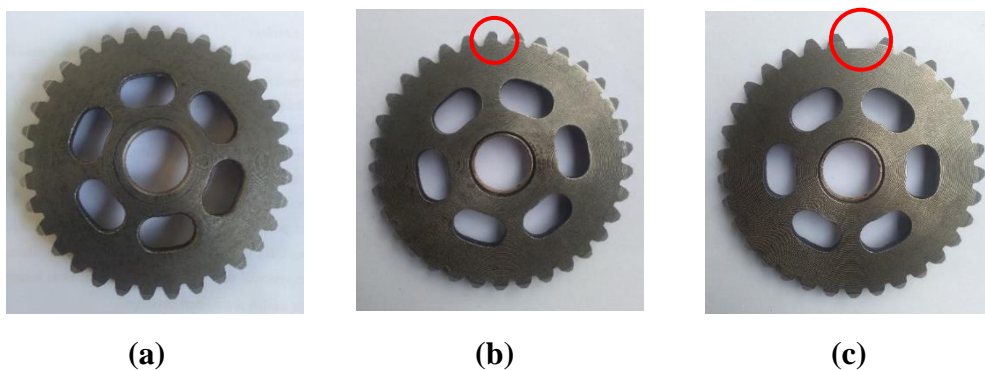
data tersebut akan masuk dan diolah oleh Modul DAQ, kemudian data tersebut dikirimkan kembali pada laptop. Data yang diperoleh berupa output nilai tegangan.

### 3.3. Alat dan Bahan Penelitian

Pengujian getaran yang dilakukan terhadap prototipe *fan* industri melibatkan alat dan bahan sebagai berikut:

#### 3.3.1. Roda Gigi Lurus (*Spur Gear*)

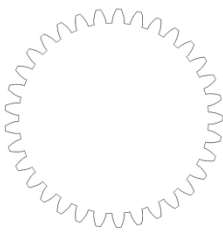
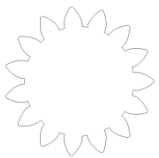
Penelitian ini menggunakan tiga buah roda gigi dengan kondisi yang berbeda-beda seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.3. Kondisi pertama yaitu roda gigi dalam keadaan normal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3 (a), kondisi yang kedua yaitu roda gigi mengalami cacat sebagian yang berupa adanya *pitting* dengan diameter 1,5 mm dalam satu mata gigi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3 (b), kondisi yang ketiga yaitu roda gigi mengalami cacat penuh dengan hilangnya satu mata gigi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3 (c). Proses pembentukan cacat dilakukan dengan metode *EDM (Electrical Discharge Machining)*.



**Gambar 3. 3** (a) Roda Gigi Normal, (b) Roda Gigi Cacat Sebagian, (c) Roda Gigi Cacat Penuh

Ketiga roda gigi (*gear*) tersebut dipasangkan dengan roda gigi (*pinion*) dengan kondisi normal secara bergantian. Adapun spesifikasi ukuran dari pasangan roda gigi tersebut ditampilkan pada Tabel 3.1.

**Tabel 3. 1** Spesifikasi Ukuran Pasangan Roda Gigi *Spur Gear*

Spesifikasi Ukuran Pasangan Roda Gigi <i>Spur Gear</i>		
	<i>Gear</i>	Jumlah Gigi
		33
		Outer Diameter
		72,85 mm
	<i>Pinion</i>	Jumlah Gigi
		15
		Outer Diameter
		34,85 mm
		Tebal
		9 mm
		Tebal
		9 mm

### 3.3.2. *Fan*

Jenis *fan* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *fan* axial dengan tiga buah *blade* yang digunakan untuk mengalirkan fluida. Bentuk *fan* dapat dilihat pada Gambar 3.4.



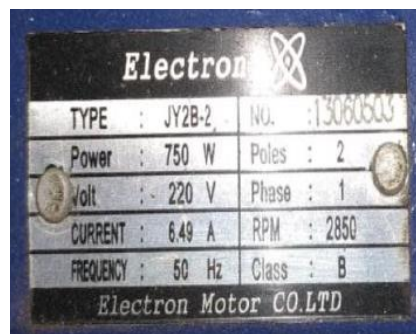
**Gambar 3. 4** *Fan*

### 3.3.3. Motor Listrik

Motor listrik merupakan komponen penggerak utama dari *fan*. Poros dari motor listrik dihubungkan pada komponen transmisi berupa pasangan roda gigi. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3.5, Sedangkan untuk spesifikasi dari motor listrik dapat dilihat pada Gambar 3.6.



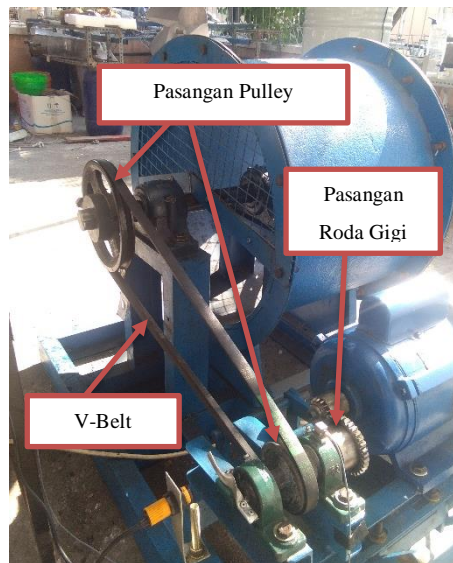
Gambar 3. 5 Kontruksi motor listrik



Gambar 3. 6 Spesifikasi Motor Listrik

### 3.3.4. Sistem Transmisi Daya

Sistem transmisi daya yang digunakan pada prototipe *fan* industri ini adalah pasangan roda gigi lurus, pasangan pulley, dan V-Belt. Poros dari motor listrik dihubungkan dengan pasangan roda gigi lurus (*spur gear*). Selanjutnya akan ditransmisikan kepada pulley kecil. Pulley kecil dihubungkan dengan pulley besar menggunakan V-Belt. Pulley kecil ini berhubungan dengan poros roda gigi yang diuji. Sedangkan pully besar berhubungan dengan poros *blade* dari *fan*. Gambar 3.7 menampilkan sistem transmisi daya pada prototipe *fan* industri.



**Gambar 3. 7** Sistem Transmisi Daya

### 3.3.5. Peralatan Data Akuisisi

Proses akuisisi data getaran pada prototipe *fan* industri melibatkan komponen sebagai berikut:

#### 1. Sensor Accelerometer

Sensor accelerometer berfungsi untuk merekam data getaran dari komponen alat uji ketika sedang beroperasi. Spesifikasi sensor accelerometer yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.2


**Tabel 3. 2** Spesifikasi Sensor Accelerometer

	Model
	Deltatron tipe 4507 B Bruel & Kjaer
	Serial Number
	30172
	Sensifitas
	97,6 mV/g
	Type
Piezoelectric	

## 2. Sensor Proximity

Sensor proximity berfungsi untuk mengukur putaran dari poros roda gigi yang diuji. Output sensor ini berupa nilai *pulse per revolution*. Spesifikasi sensor proximity yang digunakan ditampilkan pada Tabel 3.3.

**Tabel 3. 3** Spesifikasi Sensor Proximity

	Nama
	Sensor Proximity E18-D80NK
	Tipe
	Infrared
	Power Supply
	5V DC
	Range
3-80 cm	

## 3. Board Arduino

*Board* Arduino berfungsi sebagai *input power* dan juga sebagai penstabil daya dari sensor proximity. *Board* Arduino yang digunakan adalah Arduino Uno R3. *Board* Arduino ditampilkan pada Gambar 3.8.



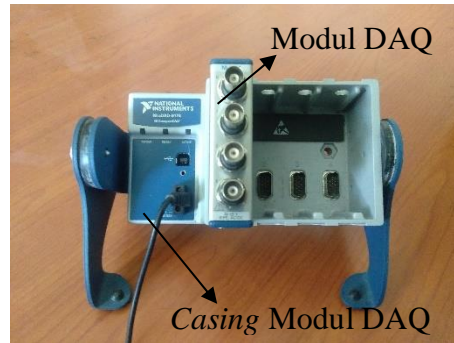
**Gambar 3. 8** Board Arduino Uno R3

## 4. Casing dan Modul DAQ

Alat ini merupakan komponen utama yang digunakan dalam proses akuisisi data. Perangkat DAQ yang digunakan merupakan produk dari



National Instruments dengan modul tipe NI 9234 dengan Casing tipe NI cDAQ-9174. *Casing* dan Modul DAQ ini ditunjukkan pada Gambar 3.9



**Gambar 3. 9** *Casing* dan Modul DAQ

#### 5. Digital Tachometer

Digital Tachometer pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui kecepatan putar dari poros roda gigi dengan *output* rpm (rotasi per menit). Nilai kecepatan putar poros ini dapat digunakan untuk mengetahui frekuensi dari poros roda gigi tersebut. Digital tachometer ditampilkan pada Gambar 3.10.



**Gambar 3. 10** Digital Tachometer

## 6. Kabel Konektor

Kabel konektor yang digunakan pada penelitian ini ditampilkan pada Gambar 3.11.



(a)



(b)



(c)

**Gambar 3. 11** Kabel Konektor. (a) Kabel Coaxial BNC (b) USB Type B to A. (c) Kabel Power Modul DAQ

Kabel Coaxial BNC seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.11 (a) digunakan untuk menyambungkan antara sensor accelerometer dan modul DAQ. USB *type B to A* yang ditunjukkan pada Gambar 3.11 (b) digunakan untuk menyambungkan *board* Arduino dan *casing* modul DAQ menuju laptop. Sedangkan kabel *power* dari modul DAQ disambungkan ke listrik AC.

## 7. Laptop

Data hasil penelitian diolah menggunakan laptop dengan memanfaatkan perangkat lunak (*software*) MATLAB versi 2019a. MATLAB merupakan *software* komputasi *numerical* yang sering digunakan dalam dunia teknik yang memungkinkan untuk memanipulasi matriks, membuat plot fungsi, dan implementasi algoritma. Selain digunakan untuk pengolahan data,

laptop juga digunakan untuk penyusunan naskah penelitian ini. Gambar 3.12 merupakan laptop yang digunakan dalam penelitian ini, sedangkan Gambar 3.13 merupakan software MATLAB yang digunakan.



**Gambar 3. 12** Laptop



**Gambar 3. 13** Software MATLAB

#### **1.4. Prosedur Penelitian**

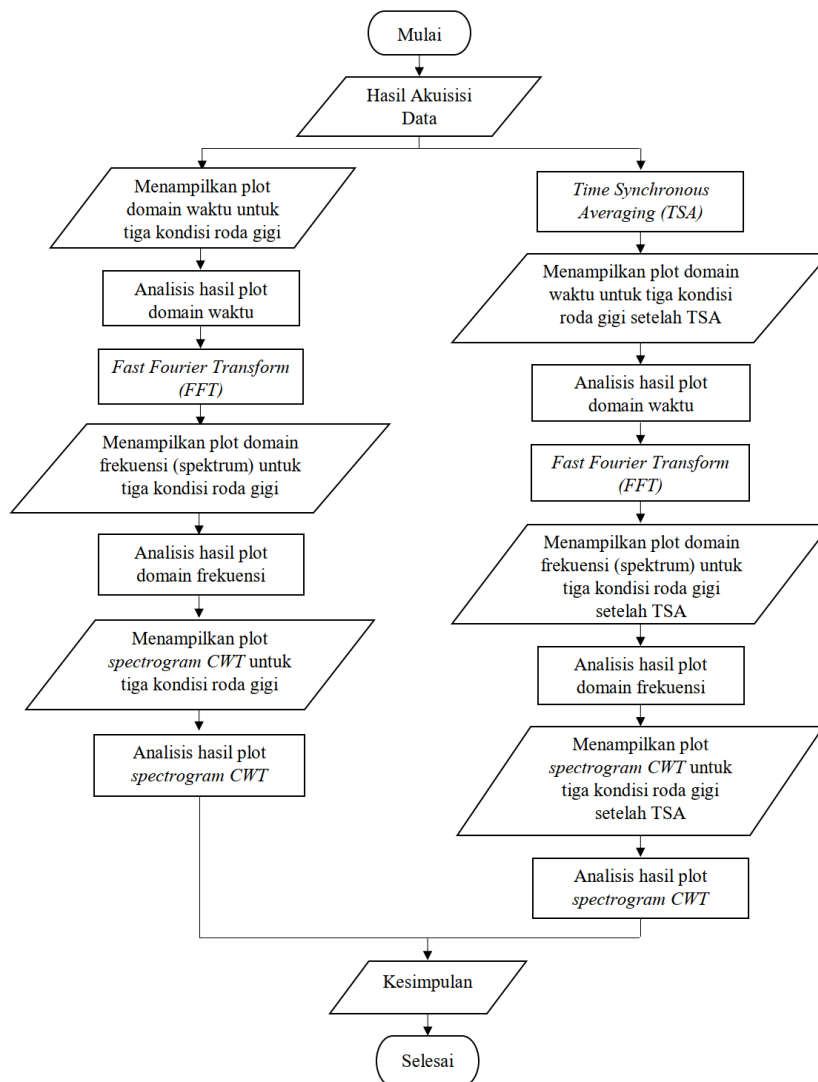
Didalam penelitian ini ada beberapa tahapan yang perlu diperhatikan baik dalam kesiapan alat uji dan sistem pengambilan data. Hal ini dapat menunjang kelancaran selama proses penelitian dan menghindari terjadinya kecelakaan kerja. Tahapan tersebut antara lain:

1. Melakukan persiapan dan pengecekan alat uji pada prototipe *fan* industri.
2. Mempersiapkan bahan uji berupa roda gigi dengan tiga kondisi yaitu normal, cacat sebagian, dan cacat penuh.
3. Mempersiapkan laptop yang sudah terintegrasi dengan perangkat Modul DAQ dan *software* MATLAB.
4. Mempersiapkan *script* MATLAB untuk pengambilan data getaran.

5. Melakukan pemasangan benda uji dengan benar.
6. Melakukan pemasangan sensor accelerometer dan sensor proximity dengan benar dan sesuai dengan perencanaan.
7. Memastikan peralatan data akuisisi siap digunakan.
8. Melakukan pemeriksaan terhadap konstruksi dari alat uji sehingga tidak terjadi kesalahan terhadap proses pengambilan data dan menghindari terjadinya kecelakaan kerja.

### 1.5. Skema Pengolahan Data

Skema pengolahan data ditampilkan pada gambar 3.14



**Gambar 3. 14** Skema Pengolahan Data

Setelah didapatkannya data penelitian, maka data tersebut akan masuk ke proses pengolahan data. Proses ini melibatkan software MATLAB untuk menghasilkan plot grafik domain waktu, plot grafik domain frekuensi (Spektrum), dan plot *spectrogram continuous wavelet transform (CWT)*. Gambar 3.14 merupakan diagram alur proses pengolahan data.