

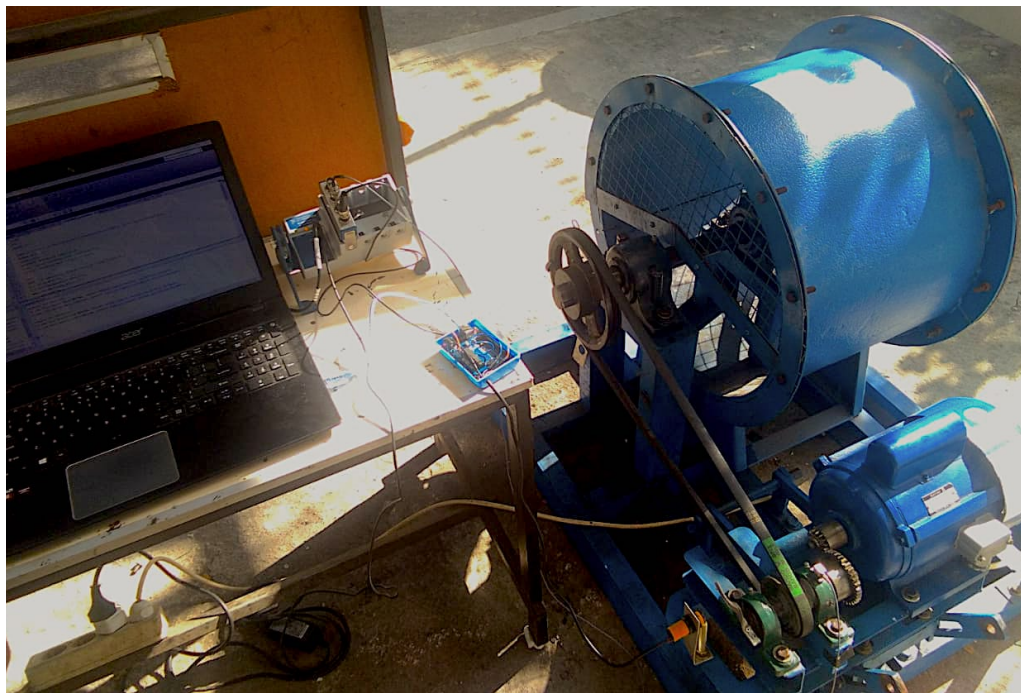
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

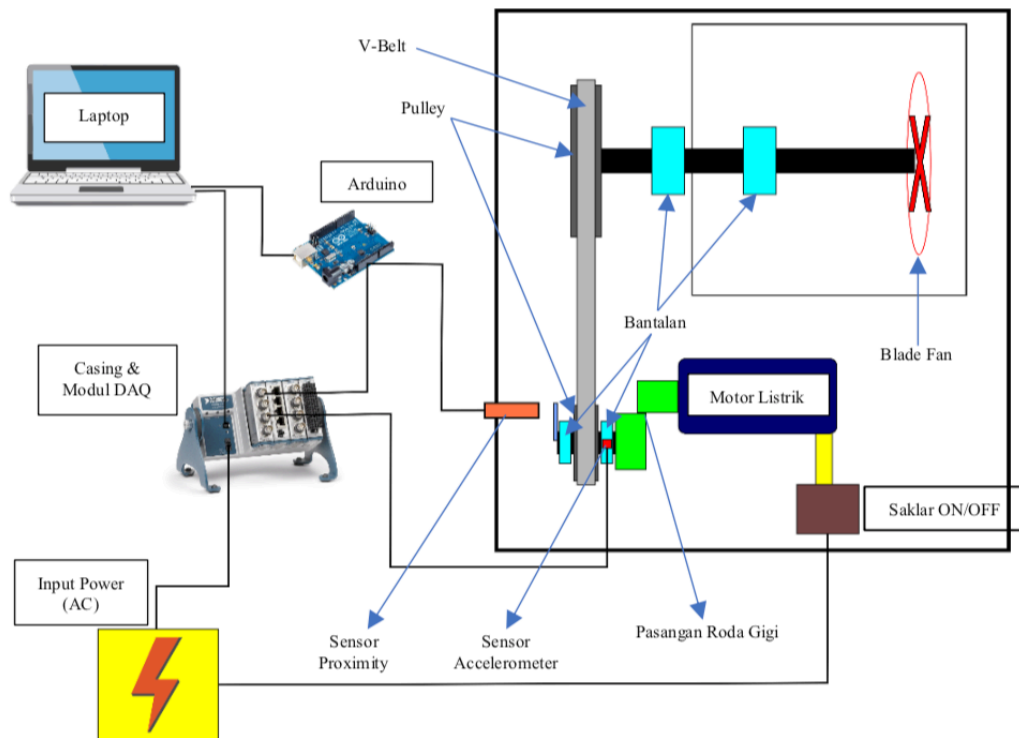
3.1 Prototipe *Fan* Industri

Berbagai metode untuk meneliti kerusakan pada *fan* industri telah banyak digunakan oleh para peneliti terdahulu. Salah satu metode deteksi cacat roda gigi menggunakan prototipe *fan* industri. prototipe ini bertujuan untuk mempermudah pengamatan kerusakan yang ada pada *fan* industri. Diharapkan dengan prototipe ini menghasilkan analisa yang optimal untuk sebuah kasus kerusakan tersebut.

Prototipe *fan* industri yang dirancang sedemikian rupa, agar dapat optimal dalam penelitian yang akan dilakukan. Prototipe ini terdiri dari beberapa komponen diantaranya *accelerometer*, modul akuisisi data (*National Instrument*), laptop. Pada gambar 3.1 menunjukkan instalasi sebagai berikut.



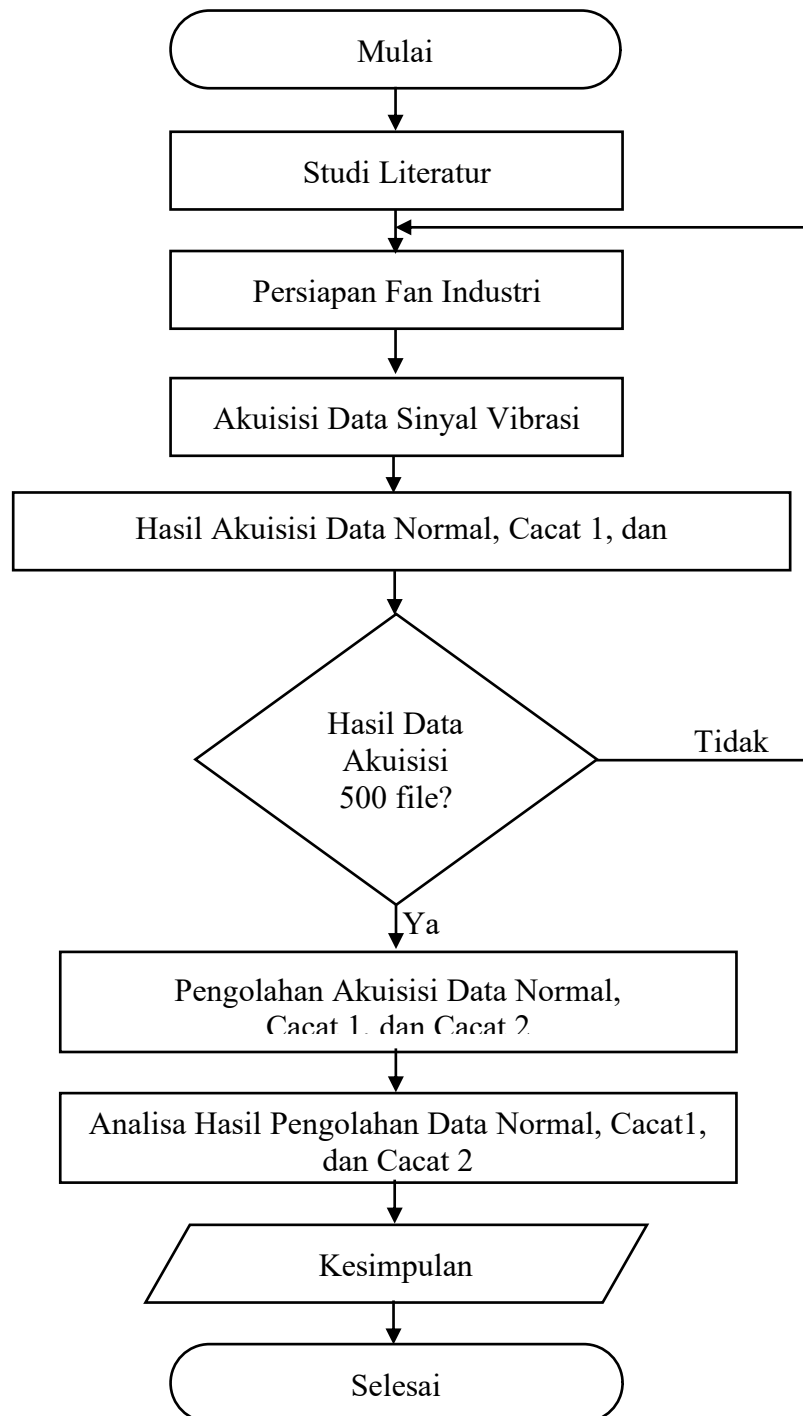
(a)



Gambar 3.1 (a) Prototipe *Fan* Industri, (b) Skema alat uji

3.2 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahap proses, diantaranya persiapan *fan* industri yang dimodifikasi dengan menambahkan rangkaian roda gigi untuk mereduksi putarannya, proses akuisisi data sinyal *vibrasi*, dan pengolahan hasil data akuisisi. Ketiga proses utama ini memiliki fungsi penting agar mendapatkan hasil penelitian yang memuaskan. Sebelum melakukan proses tersebut, terlebih dahulu dilaksanakan studi literatur. Dengan adanya studi literatur, maka informasi penting serta teori dasar yang berkaitan dengan penelitian dapat diketahui. Diagram alir proses penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram alir metode penelitian

Studi Literatur diperlukan untuk mendapatkan informasi penting serta teori dasar yang berkaitan dengan penelitian dapat diketahui. Setelah melakukan studi literatur, kemudian memasuki tahap persiapan Fan Industri dengan memodifikasi

penambahan roda gigi. Selanjutnya pemasangan sensor Tachometer dan Akselerometer pada alat uji. Ketika proses persiapan sudah dilaksanakan, maka pengukuran sinyal *vibrasi* dimulai. *Output* data sinyal *vibrasi* selanjutnya diolah hingga menunjukkan hasil seperti yang telah direncanakan. Hasil tersebut di analisa dan dibandingkan dengan penelitian menggunakan metode lainnya. Pada bagian akhir, kesimpulan dibuat berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan.

3.3 Bahan Penelitian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan prototipe fan industri yang berada di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UMY. Bahan yang digunakan dalam proses pengambilan data cacat roda gigi pada fan industri adalah:

a. Roda Gigi

Pada penelitian ini, roda gigi yang digunakan adalah roda gigi tipe *Spurr Gear*. Roda gigi tipe ini dipilih karena dapat optimal dalam mereduksi putaran, itu disebabkan oleh profil gigi yang cenderung lurus dan rata sehingga putaran dapat berjalan dengan baik.

Roda gigi yang digunakan untuk pengujian ada tiga variasi kondisi yang berbeda. Roda gigi pertama merupakan roda gigi normal (Gambar 3.3), roda gigi kedua merupakan roda gigi yang telah dibuat cacat menggunakan wirecut dengan diameter 1,5mm (Gambar 3.4), dan roda gigi ketiga dibuat cacat penuh pada salah satu giginya (Gambar 3.5). Adapun spesifikasi dari roda gigi sebagai berikut :

Tipe : *Spur Gear*

Diameter Gear : 72,85mm

Jumlah gigi : 33 Gigi

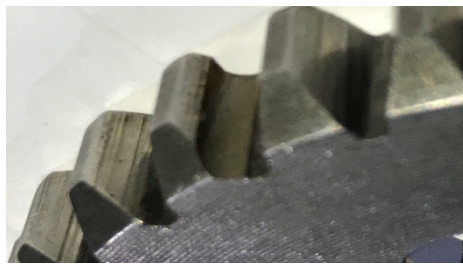
Tebal : 9mm

Cacat 1 : Rusak satu buah gigi sebagian ($\frac{1}{2}$ diameter 1,5mm)

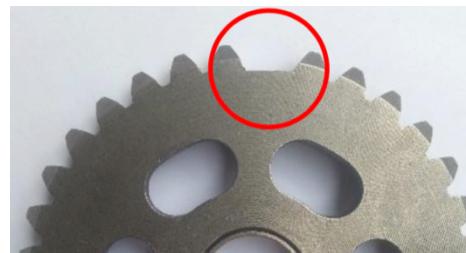
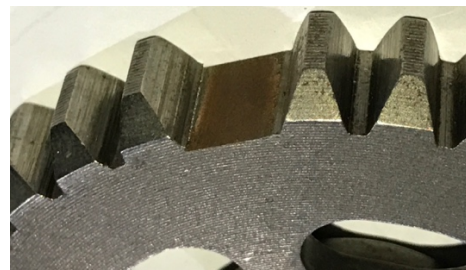
Cacat 2 : Rusak satu buah gigi keseluruhan



Gambar 3.3 Roda gigi normal



Gambar 3.4 Rusak satu buah gigi sebagian ($\frac{1}{2}$ diameter 1,5mm)



Gambar 3.5 Rusak satu buah gigi keseluruhan

3.4 Alat Yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam proses identifikasi cacat lintasan luar bantalan bola dalam penelitian ini sebagai berikut :

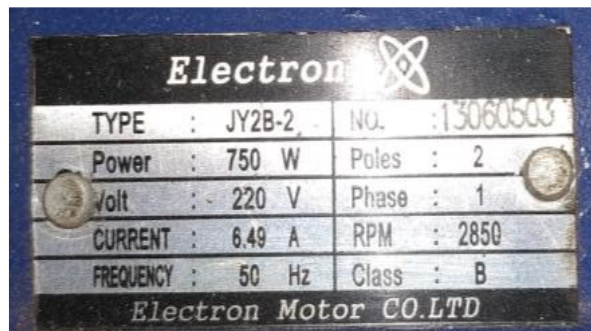
1. Motor

Pengujian ini dilakukan pada saat kondisi alat/*fan* beroperasi atau bergerak. Untuk membuatnya bergerak dibutuhkan alat penggerak berupa motor yang merupakan penggerak utama dari *fan*. Motor menggerakkan beberapa komponen yaitu sepasang gear, sepasang puli beserta *fan* beltnya, bantalan dan poros.

Gambar 3.6 adalah kontruksi dari motor yang digunakan dan spesifikasi dari motor dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.6 Konstruksi motor



Gambar 3.7 Konstruksi motor

2. Sensor *Proximity*

Sensor *proximity* digunakan untuk mengambil data rekaman dari kecepatan putar alat uji *fan* industri tersebut. Kecepatan putar poros dari *fan* akan direkam dengan satuan keluaran RPM (*radian per minutes*). Sensor *tachometer* yang digunakan seperti pada Gambar 3.8.

Gambar 3.8 Sensor *proximity*

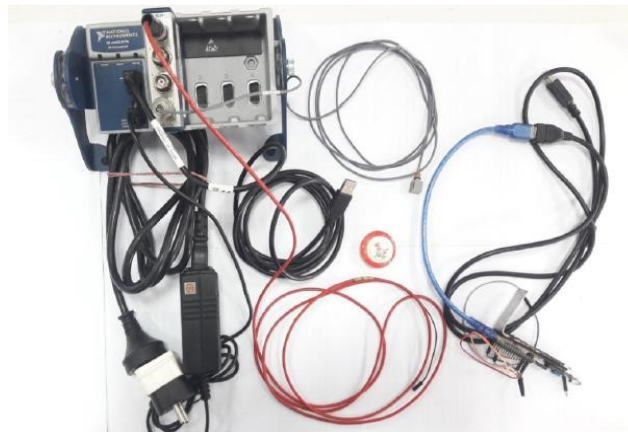
Data rekaman dari sensor *proximity* akan ditransfer menuju software yang ada pada laptop dengan menggunakan mikrokontroler Arduino UNO sebagai *power supply* dari sensor *proximity* seperti pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Arduino UNO

3. Peralatan Akuisisi data

Penelitian ini menggunakan beberapa komponen yang dirangkai untuk proses akuisisi data. Setiap komponen memiliki peranan masing-masing dalam system akuisisi data. Peralata tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Peralatan akuisisi data

Sensor *accelerometer* berfungsi untuk merekam getaran dari komponen bantalan yang diuji saat mesin beroperasi. Sensor *accelerometer* akan diarahkan pada bantalan yang akan diuji dan di deteksi kerusakannya. Sensor *accelerometer* yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.11. Spesifikasi alat yang digunakan adalah sebagai berikut.

Model : Deltatron tipe 4507 B Bruel & Kjaer
S/N : 30171 & 30172
Sensitifitas : 100,1 m V/g & 97,6 m V/g
Material : *Piezoelectric*



Gambar 3.11 Sensor *accelerometer*

Untuk menghubungkan sensor *accelerometer* ke modul akuisisi data digunakan sebuah kabel *connector*. Kabel *connector* yang digunakan dalam pengujian ini seperti pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Kabel *connector*

Modul DAQ seperti pada Gambar 3.13 digunakan untuk akuisisi data sinyal getaran yang diambil menggunakan *accelerometer* dan dihubungkan ke modul DAQ untuk kemudian diproses menggunakan laptop.



Gambar 3.13 Modul DAQ

Untuk mentransfer sinyal getaran dari modul DAQ ke laptop digunakan kabel data atau kabel USB seperti pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Kabel USB

Kabel power digunakan untuk menyalurkan arus listrik ke modul DAQ agar dapat beroperasi. Kabel power dapat dilihat seperti pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15 Kabel power

4. Laptop

Data hasil penelitian akan diolah menggunakan laptop yang kemudian dianalisa menggunakan perangkat lunak MATLAB versi r2018a. Selain digunakan untuk mengolah data laptop ini juga digunakan untuk penyusunan naskah penelitian. Gambar 3.16 adalah laptop yang digunakan dalam penelitian ini dan Gambar 3.17 adalah perangkat lunak yang digunakan.



Gambar 3.16 Laptop dan *Software* MATLAB

3.5 Prosedur Penelitian

Sebelum melakukan penelitian terlebih dahulu dilakukan persiapan tahapan baik dari peralatan maupun kelengkapan penelitian. Persiapan tersebut dilakukan untuk menghindari terjadinya kecelakaan kerja, menghindari adanya peralatan yang tidak berfungsi dan kelengkapan dari peralatan uji yang akan digunakan. Persiapan dan tahapan penelitian yang perlu dilakukan yaitu:

- a. Melakukan persiapan dan pengecekan perlengkapan alat uji prototipe *fan* industri.
- b. Mempersiapkan 3 sampel roda gigi dengan variasi kondisi yang akan diuji dan direkam sinyal getarannya.
- c. Mempersiapkan perlengkapan penelitian seperti peralatan DAQ, laptop yang siap digunakan dan sudah terinstal *software* MATLAB R2018a, dan *script* sudah benar.
- d. Pemasangan roda gigi yang akan diuji dengan benar.
- e. Pemasangan sensor *tachoanmeter* dengan laptop.
- f. Pemasangan dan perangkaian komponen data akuisisi.

- g. Pemeriksaan dan pengecekan konstruksi yang sudah dirangkai agar tidak terjadi kesalahan sebelum proses pengambilan data.
- h. Pemeriksaan keamanan (*safety*) supaya saat kegiatan pengambilan data dapat mengurangi dan mencegah resiko kecelakaan kerja.

3.6 Pengaturan Akuisi Data Sinyal *Vibrasi*

Akuisisi data sinyal vibrasi yang dilakukan terdiri dari tiga kondisi yang berbeda yakni, roda gigi normal, satu buah roda gigi rusak sebagian (cacat 1,5mm), dan satu buah roda gigi rusak keseluruhan. Untuk setiap kondisinya perekaman dilakukan sebanyak 500 *file*, dengan waktu 10 detik setiap *file* nya dan jeda selama 2 detik. Agar perbandingan data akuisisi yang dihasilkan pada tiap kondisi mengalami perubahan yang stabil, maka kecepatan putar pompa diatur konstan sebesar 2850 rpm. Sampling rate yang digunakan pada penelitian ini disesuaikan sebesar 17066 Hz.

Data akuisisi ini digunakan sebagai indikator dalam mendeteksi cacat roda gigi yang terjadi pada fan industri. Jumlah data yang digunakan adalah sebanyak 1500 *file* data. Seluruh set data tersebut dihasilkan dari 500 *file* pada kondisi normal, 500 *file* pada cacat 1,5mm roda gigi, 500 *file* pada cacat penuh roda gigi. Pada gambar 3.17 menunjukkan skema pengambilan data sinyal *vibrasi*.



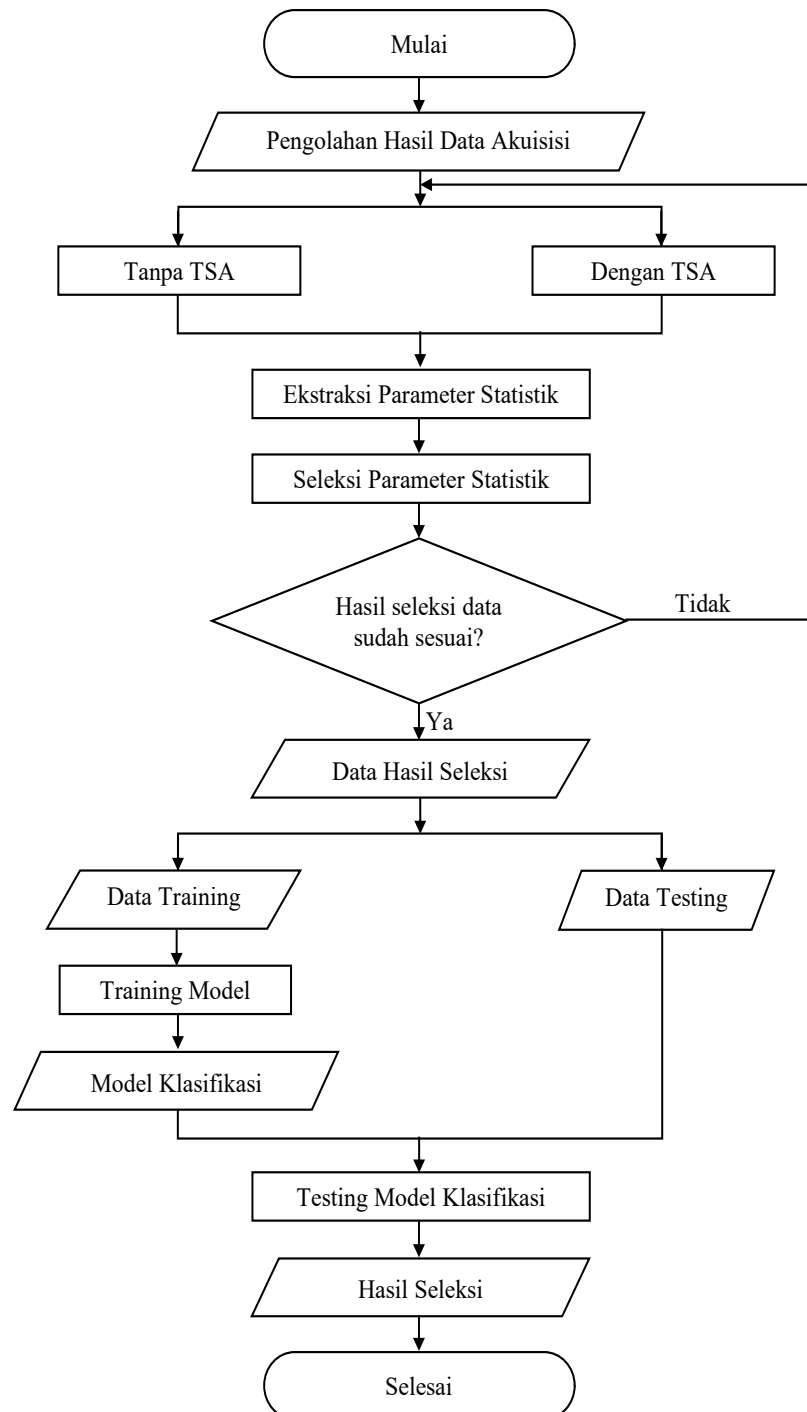
Gambar 3.17 Skema pengambilan data tiap kondisi variasi

3.7 Pengolahan Hasil Data Akuisisi

Data akuisisi yang telah direkam kemudian dilakukan proses pengolahan data. Hasil data akuisisi dianalisis ke dalam domain spektrum menggunakan metode *FFT*. Apabila data tersebut telah sesuai seperti rancangan penelitian, maka proses pengolahan data dapat dilakukan. Seluruh proses yang dilakukan pada tahap pengolahan ini menggunakan *software* MATLAB 2018a.

Kemudian data akuisisi di ekstraksi ke dalam parameter statistik yang digunakan. Hasil ekstraksi di plot untuk menunjukkan karakteristik distribusi data

dari setiap parameter. Setiap parameter akan memberikan sebuah hasil plot dari tiga kondisi. Plot karakteristik parameter statistik digunakan untuk input pada tahap berikutnya. Pada gambar 3.18 menunjukkan skema pengolahan hasil data akuisisi.



Gambar 3.18 Diagram alir pengolahan hasil data akuisisi

Selanjutnya seluruh parameter di seleksi dengan menggunakan *Relief*. Seleksi data menggunakan *Relief* bertujuan untuk mengambil informasi penting yang terkandung dari tiap *file* data. Proses seleksi data akan menghilangkan kelompok data yang dianggap tidak memiliki informasi penting atau yang mengandung informasi sama dengan data yang lain. Data yang tergolong penting akan persentase yang lebih besar dibanding data lainnya.

Pada tahap selanjutnya dilakukan klasifikasi data menggunakan *SVM*. Input data klasifikasi yang digunakan merupakan hasil dari seleksi *Relief*. Dalam prosesnya, kelompok data ini akan dipisahkan dan menunjukkan pola tertentu. Karena telah dilakukan seleksi data sebelumnya, maka penumpukan pola pada hasil klasifikasi dapat dihindari. Proses klasifikasi *SVM* dilakukan dengan menggunakan metode *binary* dan *multi class SVM*. Tahapan proses pengolahan data selanjutnya dapat dilihat pada Gambar 3.19.

3.8 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian untuk mengidentifikasi cacat roda gigi menggunakan *Support Vektor Machine* pada *fan* industri ini dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.