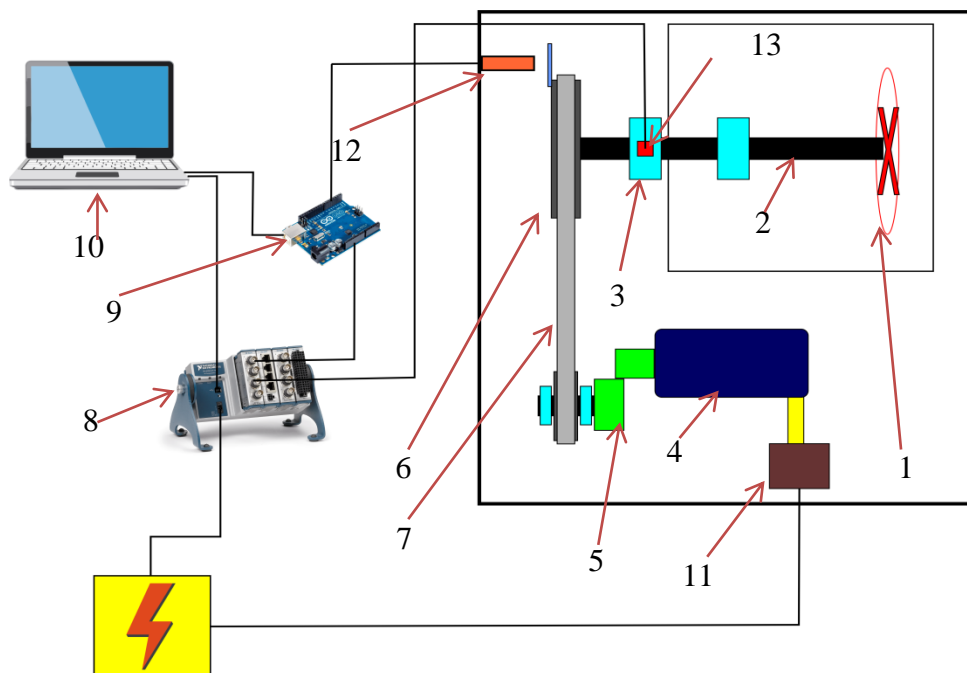


BAB III

METODELOGI PENELITIAN

1.1 Skema Alat Uji

Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu metode yang dilakukan dengan menggunakan metode *support vector machine* (SVM) untuk mendeteksi cacat pada bantalan bola. Cacat bantalan pada fan dilakukan pada sebuah alat uji dengan dua kondisi bantalan yang berbeda. Kondisi pertama yaitu pada bantalan bola normal (tanpa cacat), kondisi dua yaitu bantalan cacat (rusak) pada bagian lintasan dalam (*inner race*). Perancangan fan industri dibuat sedemikian rupa agar penelitian yang dilakukan dapat menghasilkan data yang akurat, dan mendapatkan metode terbaik dalam mendeteksi cacat pada bantalan. *Tes rig fan* industri terdiri dari beberapa komponen. Cara kerja alat ini bekerja seperti fan industri pada perusahaan, setelah itu dilakukan proses perekaman sinyal vibrasi pada bantalan dengan menggunakan sensor *accelerometer*. Alat uji *fan* industri dapat dilihat seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Skema Alat Uji

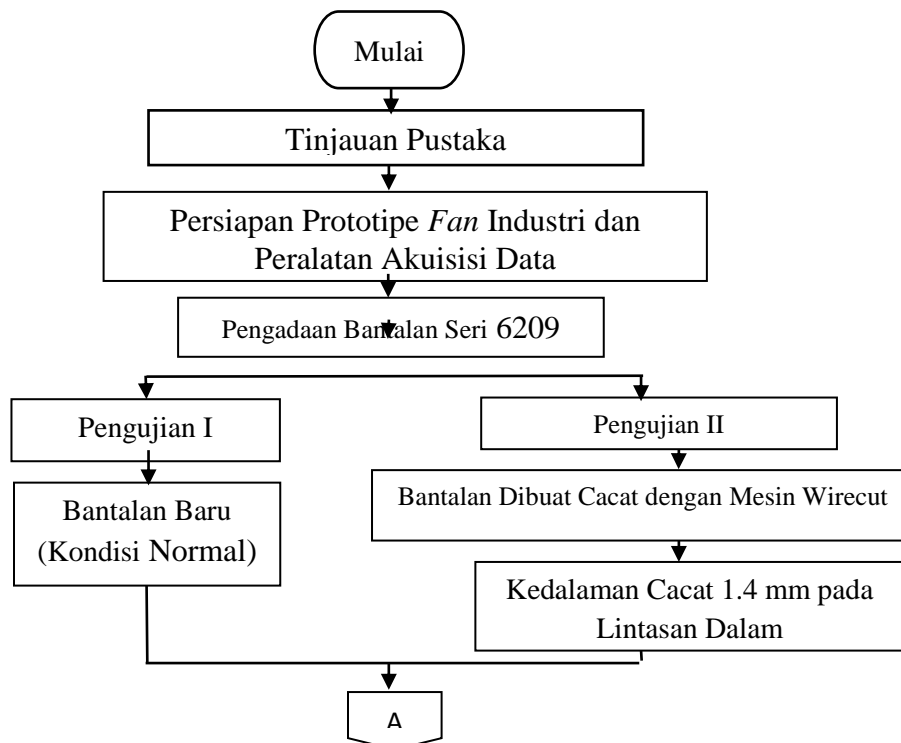
Keterangan :

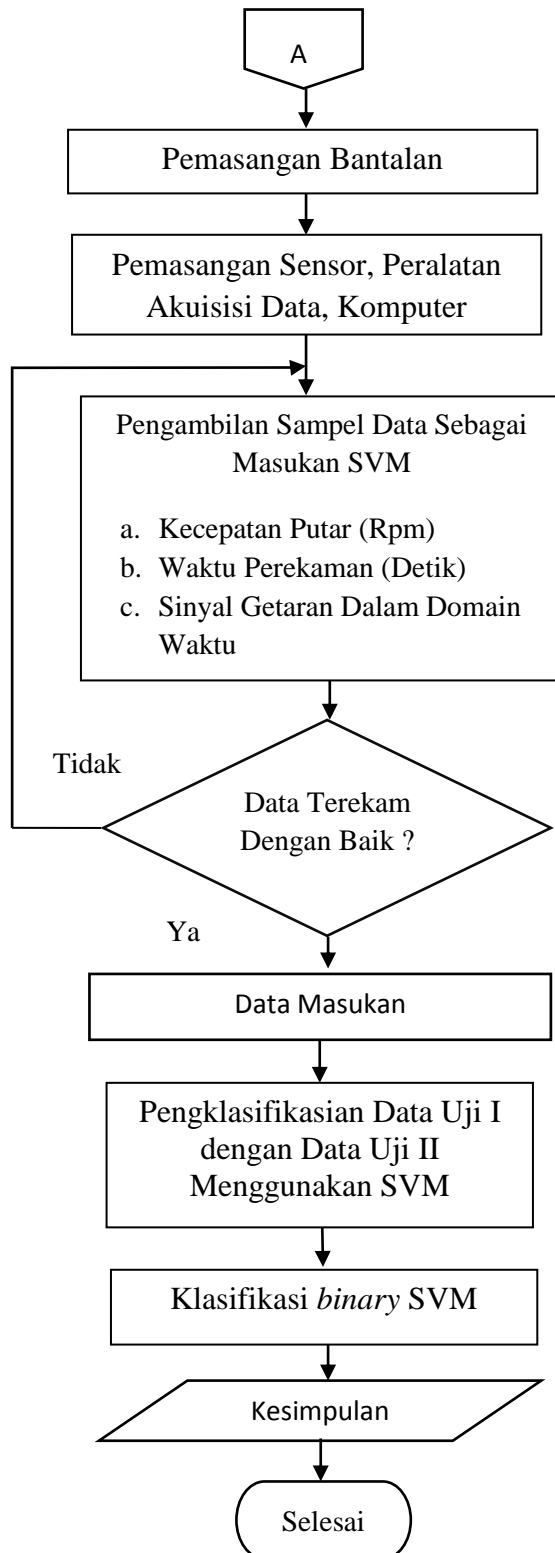
1. *Fan*
2. Poros
3. Bantalan
4. Motor
5. *Gear*
6. Puli
7. *Van Belt*
8. National Instrumen tipe NI 9234
9. Arduino
10. Laptop
11. Saklar
12. Sensor *Proximity*
13. Sensor *Accelerometer*

1.2 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir dibuat untuk membantu peneliti dalam menyelesaikan penelitian.

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2





Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

1.3 Bahan Penelitian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan *prototipe fan* industri yang berada di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UMY. Bahan yang digunakan dalam proses klasifikasi cacat lintasan dalam bantalan bola pada *fan* industri adalah :

a. Bantalan

Bantalan yang digunakan untuk pengujian adalah bantalan bola single row dengan variasi kondisi yang berbeda. Bantalan pertama merupakan bantalan normal seperti pada Gambar 3.3. Sedangkan bantalan yang kedua adalah bantalan yang dibuat cacat pada lintasan Dalam (Inner race) seperti pada Gambar 3.4. Adapun spesifikasi dari bantalan tersebut sebagai berikut :

Jenis	: Bantalan Bola <i>Single Row</i>
Seri	: 6209
Merk	: ASB
Diameter Dalam	: 45 mm
Diameter Luar	: 85 mm
Lebar	: 19 mm
Cacat bantalan lintasan dalam	: 4 mm x 1.4 mm



Gambar 3.3 Bantalan Normal



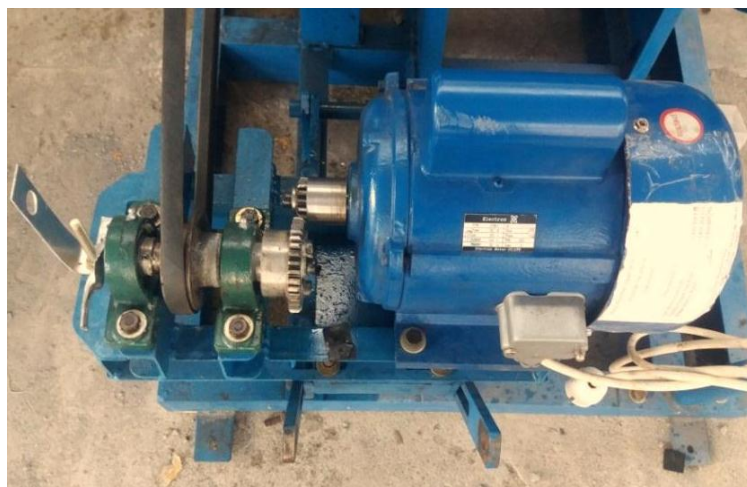
Gambar 3.4 Bantalan Cacat Lintasan Dalam

1.4 Alat Yang Digunakan

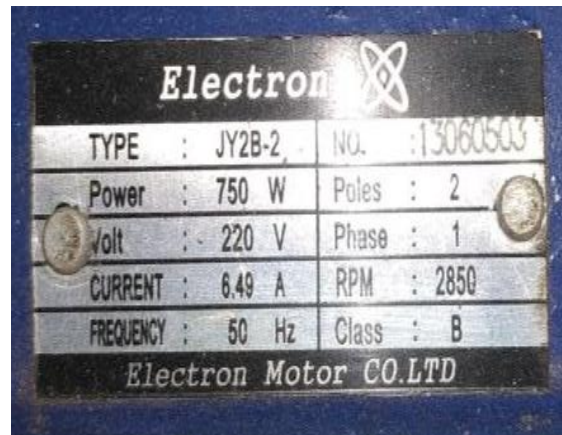
Peralatan yang digunakan dalam proses identifikasi cacat lintasan luar bantalan bola dalam penelitian ini sebagai berikut :

a. Motor

Pengujian ini menggunakan motor sebagai penggerak utama dari *fan*. Motor menggerakkan beberapa komponen yaitu sepasang *gear*, sepasang puli beserta *fan belt*nya, bantalan dan poros. Gambar 3.5 adalah konstruksi dari motor yang digunakan dan spesifikasi dari motor dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.5 Konstruksi motor



Gambar 3.6 Spesifikasi motor

b. Sensor *Proximity*

Sensor *proximity* digunakan sebagai alat untuk mengambil data rekaman kecepatan putar alat uji *fan* industri. Kecepatan putar poros dari *fan* akan direkam oleh sensor *proximity* dengan satuan keluaran RPM (*radian per minutes*). Perekaman sinyal akselerometer akan di *trigger* oleh sinyal dari tachometer ini sehingga perekaman data dapat digunakan untuk melakukan pemrosesan sinyal berbasis TSA. Sensor *tachometer* yang digunakan seperti pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 *Sensor Proximity*

Data rekaman dari sensor *proximity* akan diteruskan menuju mikrokontroller Arduino UNO sebagai *power supply* dari sensor *proximity* seperti pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Arduino UNO

c. Akuisisi data

Penelitian ini menggunakan beberapa komponen untuk proses akuisisi data. Seperti pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Peralatan akuisisi data

Sensor *accelerometer* digunakan untuk merekam getaran dari komponen bantalan yang pada saat mesin beroperasi. Sensor *accelerometer* diletakkan pada rumah bantalan. Sensor *accelerometer* yang digunakan dalam penelitian ini memiliki spesifikasi seperti pada Gambar 3.10.

Model : Deltatron tipe 4507 B Bruel & Kjaer

S/N : 30171 & 30172

Sensitifitas : 100,1 m V/g & 97,6 m V/g

Material : *Piezoelectric*

Mounted Resonansi Frekuensi : 18 kHz

Operasi *Temperature Range* : (-54 - +121°C) (-65 - +250 °F)

Maksimum *Shock* : 5 Kg



Gambar 3.10 Sensor Accelerometer

Kabel *connector* digunakan untuk menghubungkan sensor *accelerometer* ke modul akuisisi data. Kabel *connector* yang digunakan dalam pengujian ini seperti pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Kabel Connector

Modul DAQ Modul DAQ (Data *Acquisition*) berfungsi untuk mengakuisisi sinyal getaran yang diambil oleh akselerometer yang dihubungkan langsung dengan DAQ yang kemudian diterjemahkan ke laptop. Modul data akuisisi yang digunakan dalam penelitian ini merupakan modul dari National Instrumen tipe NI 9234 yang telah dilengkapi dengan pengkondisian sinyal dan *filter anti-aliasing*.



Gambar 3.12 Modul DAQ

Untuk meneruskan sinyal getaran dari modul DAQ ke laptop maka digunakanlah kabel data atau kabel USB seperti pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Kabel USB

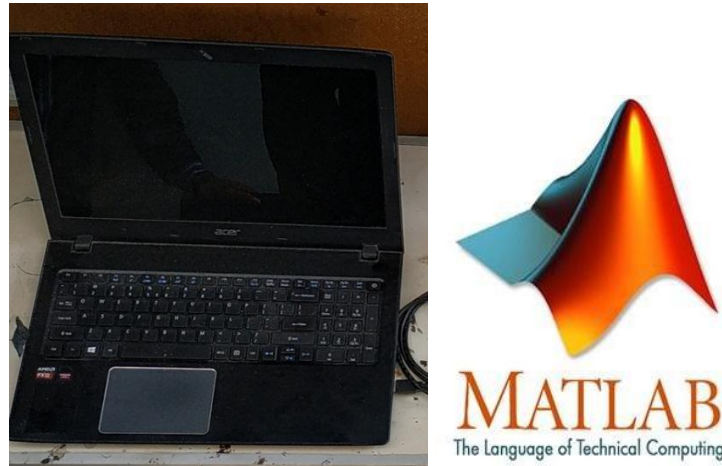
Kabel power digunakan untuk menyalurkan daya ke modul DAQ. Kabel power dapat dilihat seperti pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Kabel Power

d. Laptop

Data hasil penelitian diolah menggunakan laptop yang didalamnya sudah ada *software* MATLAB versi r2018a. Selain digunakan untuk mengolah data laptop ini juga digunakan untuk penyusunan naskah penelitian. Pada gambar 3.15 adalah laptop yang digunakan dalam penelitian ini dan perangkat lunak yang digunakan.



Gambar 3. 15 Laptop dan MATLAB

1.5 Prosedur Penelitian

1. Melakukan persiapan perlengkapan alat uji seperti motor listrik (dinamo), *test rig*, dan *fan* aksial.
2. Melakukan persiapan perlengkapan seperti kunci ring pas, dan *proximity*.
3. Melakukan persiapan 2 sampel bantalan bola yang akan diuji secara bergantian pada *fan* aksial.
4. Melakukan persiapan perlengkapan alat uji seperti peralatan DAQ, laptop sudah menyala, *software* MATLAB R2018a sudah *load* dan *script* sudah benar, dan *software* NI Cdaq-9174 sudah *load*.
5. Memastikan pengaturan parameter akuisisi data sudah dilakukan dengan benar.
6. Memastikan bantalan bola telah dipasang pada *fan* aksial dengan benar.
7. Memastikan motor listrik (dinamo) dan *fan* telah terpasang ke *test rig* dengan benar bersamaan dengan pemasangan *pulley* dan *belt* pada motor listrik dan *fan* aksial.
8. Memastikan *proximity* telah terpasang pada *fan* aksial dengan benar.
9. Memastikan motor listrik sudah siap untuk dinyalakan.
10. Memastikan data akuisisi telah siap untuk digunakan.
11. Melakukan pemeriksaan dan pengecekan konstruksi pada alat uji agar tidak terdapat kesalahan sebelum proses pengambilan data.

12. Memastikan bahwa aturan-aturan *safety* sudah diikuti sehingga potensi kecelakaan kerja dapat dihindari.

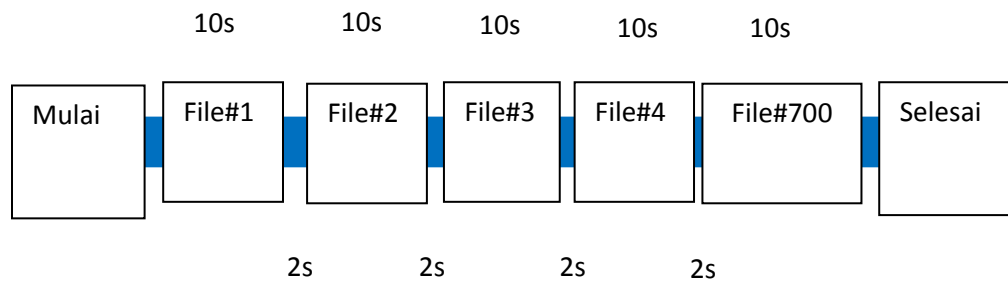
1.6 Akuisisi Data dan Struktur Data

Dalam akuisisi data pada *test rig fan* industri menggunakan dua buah bantalan. Bantalan yang pertama yang dipasang yaitu bantalan bola dengan kondisi normal (tanpa cacat) dan kedua bantalan bola dengan cacat pada lintasan dalam. Apabila bantalan tersebut telah terpasang dengan benar, tahap selanjutnya yang dilakukan yaitu menyalakan *test rig*. Setelah *test rig fan* industri menyala kemudian nyalakan juga data akuisisi dan *software*-nya. Data akuisisi ini diperlukan untuk menyimpan data sementara. Apabila tahap yang dilakukan sebelumnya sudah siap maka proses perekaman data siap untuk dimulai dengan jumlah data yang diambil sebanyak 700 *file*. Setelah perekaman data selesai, maka perlu di cek apakah data sesuai dengan yang direncanakan atau tidak. Apabila data tidak sesuai dengan yang telah direncanakan maka perekaman data harus diulang lagi hingga data sesuai rencana.

Sinyal getaran dari masing-masing kondisi bantalan direkam sesuai dengan parameter rekaman yang telah ditentukan. Proses ini dilakukan berulang kali untuk memastikan bahwa data yang direkam telah sesuai dengan rencana. Tahapan proses pengambilan data getaran untuk setiap kondisi bantalan bola menggunakan parameter yang serupa, yaitu :

1. Menghidupkan motor dengan kecepatan putar maksimal sehingga *fan* berputar dengan kecepatan 570 rpm.
2. Merekam data sinyal getaran bantalan menggunakan akselerometer dan data kecepatan poros *fan* menggunakan *proximity* pada data akuisisi. Untuk *channel* 1 tersambung akselerometer dan untuk *channel* 4 tersambung *proximity*.
3. Perekaman data sinyal getaran dilakukan menggunakan *software* MATLAB R2018a dengan proses perekaman data sebagai berikut :
 - a. Jumlah *file* 700 untuk per kecepatan dengan *sampling rate* 17066 Hz.
 - b. Waktu perekaman 10 detik dengan jeda 2 detik untuk setiap *file*.

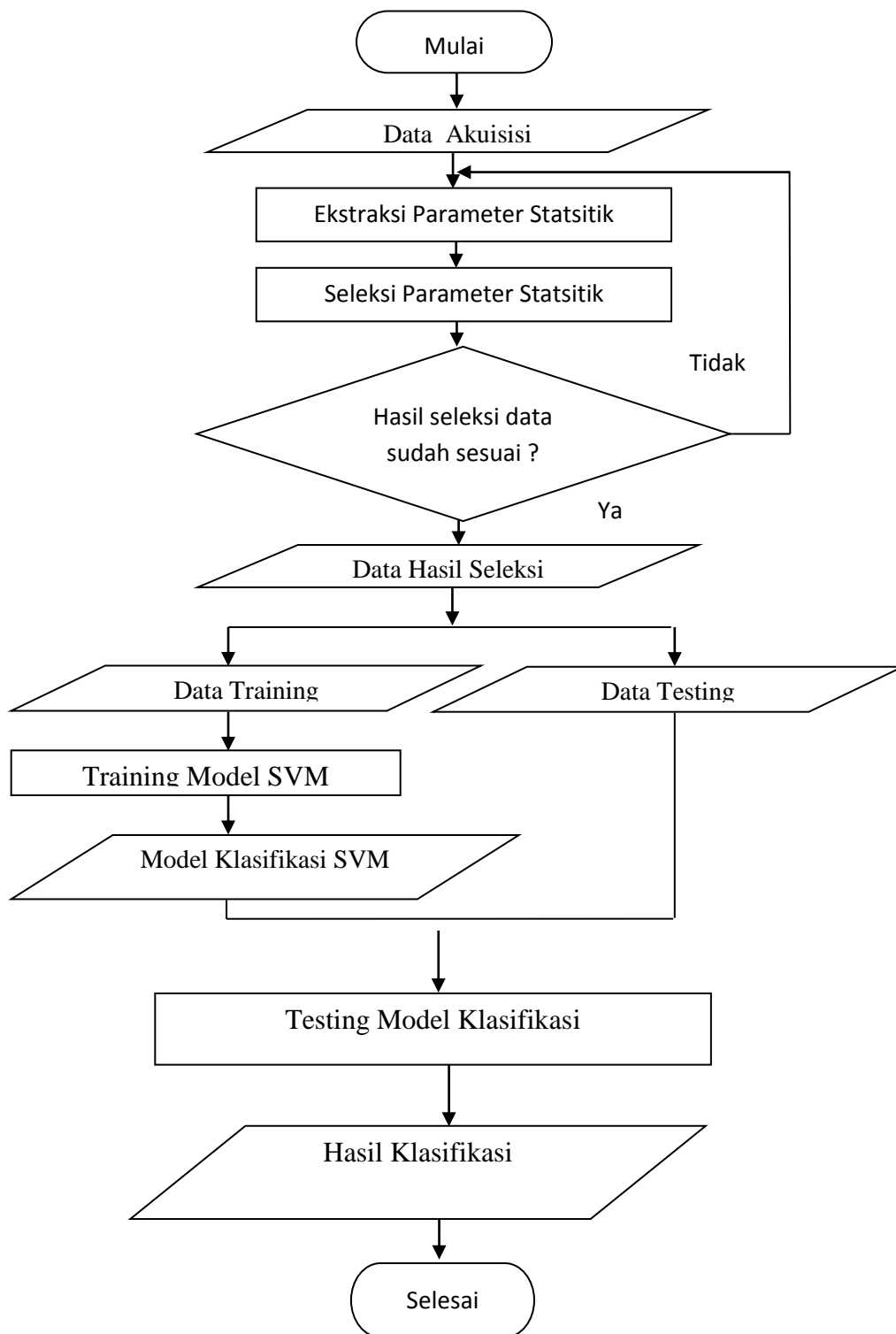
4. Menyimpan file hasil rekaman sinyal getaran bantalan dari data akuisisi dalam bentuk file dengan ekstensi .mat.
5. Skema akuisisi data dapat dilihat seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3.16.



Gambar 3.16 skema akuisisi data pada tiap variasi

1.7 Pengolahan Hasil Akuisisi Data

Dalam Tahap ini pertama-tama adalah membuktikan data tersebut sesuai dengan rancangan penelitian. Kesesuaian data hasil akuisisi dilakukan dengan mengubahnya ke dalam domain frekuensi menggunakan metode FFT. Pada tahap pengolahan ini menggunakan *software* MATLAB. 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 dua kondisi. Plot karakteristik parameter statistik digunakan untuk input pada tahap berikutnya. Selanjutnya seluruh parameter di seleksi dengan dilihat hasil plot yang terbaik yang dapat memisahkan antara kedua kondisi kemudian dilakukan klasifikasi SVM dengan menggunakan metode *Fitcsvm*. Tahapan proses pengolahan data selanjutnya dapat dilihat pada Gambar 3.17.



Gambar 3. 17 Diagram alir pengolahan data hasil akuisisi

1.8 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian untuk mengklasifikasi cacat lintasan dalam bantalan bola menggunakan *Support Vektor Machine* (SVM) pada *fan* industri ini dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.