

### BAB III

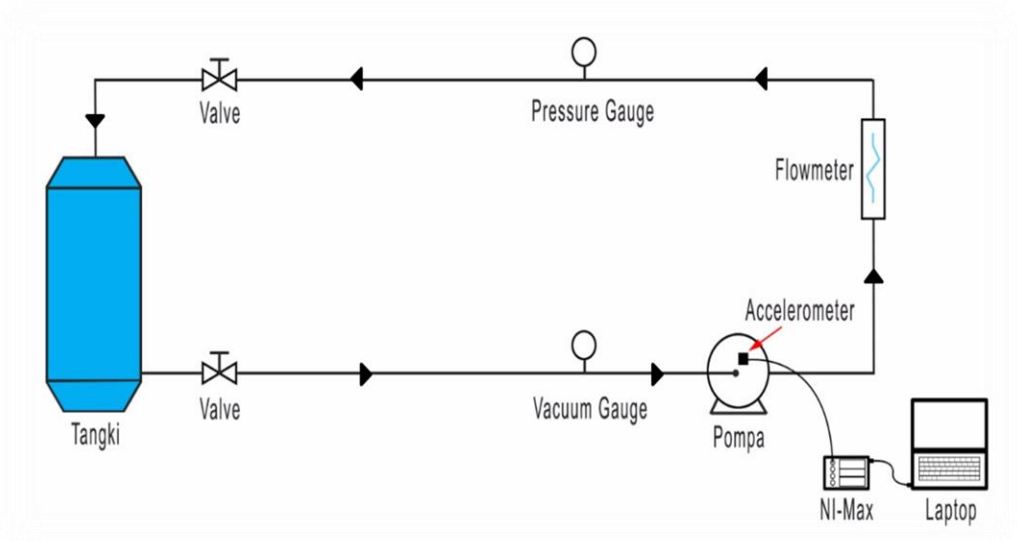
## TEST-RIG KAVITASI DAN METODE PENELITIAN

### 3.1 *Test-Rig* Kavitasi

*Test-rig* kavitasi merupakan alat yang digunakan dalam meneliti fenomena kavitasi yang terjadi pada pompa sentrifugal. Perancangan alat ini dilakukan sedemikian rupa agar penelitian yang dilakukan dapat memberikan hasil yang sesuai, dan mendapatkan metode terbaik dalam mendeteksi terjadinya kavitasi dini. *Test-rig* kavitasi berupa sebuah instalasi pompa air yang terdiri dari beberapa komponen. Pada prosesnya alat ini akan bekerja seperti instalasi pompa air pada umumnya, setelah itu dilakukan proses perekaman sinyal *vibrasi* pada pompa dengan menggunakan sensor *accelerometer*. Penampang *test-rig* kavitasi dapat dilihat seperti pada Gambar 3.1.



(a)



(b)

Gambar 3.1 (a) *Test-rig* kavitasi, (b) Skema *test-rig* kavitasi

### 3.1.1 Komponen *Test-Rig* Kavitasi

*Test-rig* kavitasi yang akan digunakan pada penelitian ini merupakan hasil rakitan yang memiliki beberapa komponen, diantaranya :

#### 1. Pompa Sentrifugal *Monoblock*

Pada penelitian ini pompa sentrifugal akan digunakan sebagai objek utama pada *test-rig* kavitasi dalam mendeteksi terjadinya fenomena kavitasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2. Spesifikasi pompa sentrifugal *monoblock* adalah sebagai berikut :

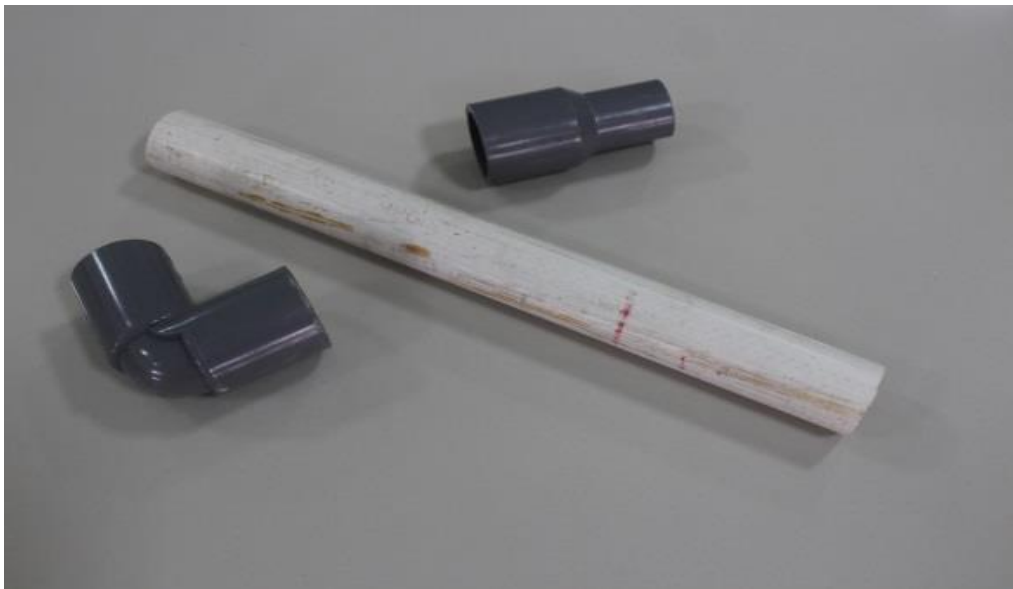
- Tipe : SCM2 - 52
- Kapasitas : 110 l/menit
- Head Maksimal : 42 meter
- Putaran Poros : 2850 rpm
- Jumlah *Impeller* : 2
- Fasa : 1 fasa
- Daya : 1100 Watt
- Tegangan : 220 Volt
- Buatan : China



Gambar 3.2 Pompa sentrifugal *monoblock*

## 2. Instalasi Pipa *PVC*

Instalasi pipa *PVC* berfungsi dalam sirkulasi aliran air seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3. Seperti halnya pipa akrilik, ukuran diameter pipa sesuai dengan saluran pada sisi *suction* dan *discharge*.



Gambar 3.3 Instalasi pipa *PVC*

### 3. *Pressure Gauge*

*Pressure gauge* digunakan untuk mengukur tekanan fluida yang mengalir pada instalasi. Peletakan *pressure gauge* yaitu pada saluran *discharge*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 *Pressure gauge*

### 4. *Vacuum Gauge*

Sama seperti *pressure gauge*, alat ini untuk mengukur tekanan pada aliran fluida. Karena tekanan yang diukur merupakan tekanan *vacuum* maka alat ini diletakkan pada sisi *suction* pompa. Penampang *vacuum gauge* dapat dilihat seperti pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 *Vacuum gauge*

### 5. *Flow Meter*

*Flow meter* digunakan untuk mengukur laju aliran fluida pada *test-rig kavitasi*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.6. Terdapat 2 jenis peletakan *flow meter* yang digunakan pada instalasi ini, yaitu horizontal dan vertikal.



Gambar 3.6 *Flow meter*

### 6. *Valve (Katup)*

Dalam menciptakan fenomena kavitasi pada penelitian ini *valve* memegang peranan penting. Pada keseluruhan instalasi terdapat dua buah *valve*, yaitu pada arah aliran menuju *suction* dan setelah keluar melalui *discharge*. Penampang *valve* dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 *Valve*

## 7. *Tachometer Digital*

*Tachometer* digital digunakan untuk mengukur kecepatan putar poros pompa. *Tachometer* digital dapat dilihat pada Gambar 3.8.



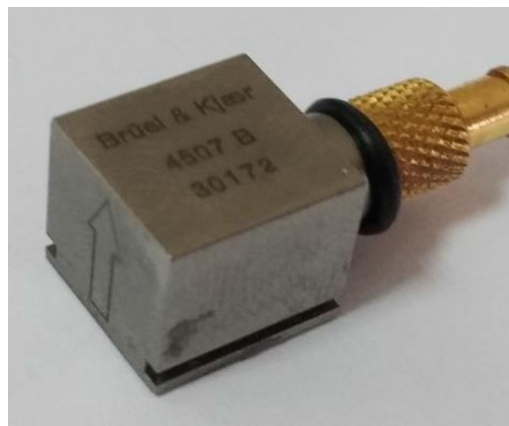
Gambar 3.8 *Tachometer* digital

## 8. *Accelerometer*

*Accelerometer* merupakan jenis sensor yang digunakan untuk merekam sinyal *vibrasi* yang terjadi pada pompa, seperti yang ditunjukkan pada Gambar

3.9. Spesifikasi *accelerometer* 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 3.9 *Accelerometer*

### 9. Kabel *Connector*

Kabel *Connector* berfungsi sebagai media penghubung antara sensor *accelerometer* dengan perangkat akuisisi data. Bentuk kabel *connector* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Kabel *Connector*

### 10. Perangkat Akuisisi Data

Perangkat akuisisi data yang digunakan merupakan buatan *National Instrument (NI)*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.11. Komponen pada perangkat akuisisi data ini terdiri dari :

#### a. Perangkat Akuisisi Data *NI 9234*

Perangkat ini digunakan untuk melakukan proses akuisisi data sinyal *vibrasi* yang telah direkam oleh *accelerometer*. Spesifikasi perangkat akuisisi data *NI 9234* adalah sebagai berikut :

- Model : NI 9234
- Slot : 4 slot
- Tegangan : 9 – 30 Volt
- Buatan : Hungaria

b. *Chassis NI Compact DAQ-9174*

*Chassis NI Compact DAQ-9174* digunakan sebagai tempat duduk perangkat akuisisi data *NI 9234*. Dudukan ini memiliki empat *slot* yang dapat dipasangkan dengan perangkat akuisisi data lainnya.



(a)



(b)

Gambar 3.11 (a) Perangkat data akuisisi (b) Perangkat akuisisi *NI 9234* pada *chassis NI Compact DAQ-9174*



11. Software *NI MAX*

Software ini digunakan untuk melakukan pengaturan terhadap perangkat akuisisi data yang terhubung dengan laptop.

12. Software *MATLAB*

Software *MATLAB* berfungsi untuk melakukan pengolahan data sinyal *vibrasi* berbasis *SVM*.

13. Tangki

Tangki digunakan untuk penampungan air pada *test-rig* kavitasi, dengan kapasitas penampungan sebesar 150 liter. Penampang tangki dapat dilihat pada Gambar 3.12

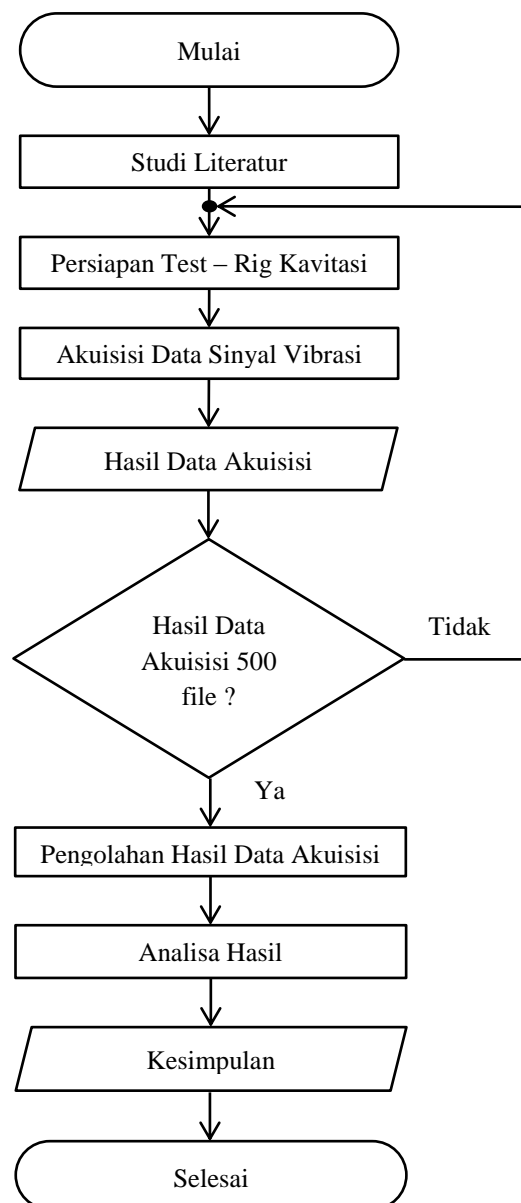


Gambar 3.12 Tangki

### 3.2 Metode Penelitian

Proses pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, diantaranya persiapan *test-rig* kavitasi, 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 3.13.



Gambar 3.13 Diagram alir penelitian

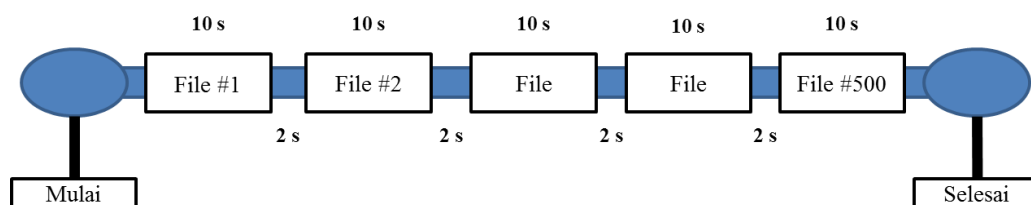
Setelah melakukan studi literatur, kemudian memasuki tahap persiapan *test-rig* kavitasi. Ketika tahapan ini selesai dilaksanakan, maka proses pengukuran

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.

### 3.2.1 Pengaturan Parameter Akuisisi dan Struktur Data

Akuisisi data sinyal *vibrasi* yang dilakukan terdiri dari empat kondisi yang berbeda. 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 kavitasi yang terjadi pada pompa sentrifugal. Jumlah data yang digunakan adalah sebanyak 2000 *file* data. Seluruh set data tersebut dihasilkan dari 500 *file* pada kondisi normal operasi pompa, 500 *file* pada tutupan *valve* 720°, 500 *file* pada tutupan *valve* 1440°, dan 500 *file* pada tutupan *valve* 2160°. Skema akuisisi data dapat dilihat seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Skema akuisisi data pada tiap variasi

### 3.2.2 Persiapan *Test –Rig* Kavitasi

Tahap awal yang dilakukan pada penelitian ini adalah mempersiapkan alat uji agar sesuai dengan rancangan penelitian. *Test-rig* kavitasi yang digunakan terdiri dari beberapa komponen, sehingga pada prosesnya dilakukan perancangan serta perakitan terlebih dahulu. Perancangan dan perakitan yang dilakukan mengacu pada tinjauan literatur agar *test-rig* kavitasi yang dihasilkan dapat beroperasi serta dapat menunjukkan hasil indikasi kavitasi dini dengan baik.

Sinyal *vibrasi* yang direkam pada pompa menunjukkan dua kondisi yaitu kondisi normal dan kondisi terdapatnya indikasi kavitasi. Agar fenomena kavitasi ini dapat terbentuk, maka kondisi operasi pada alat harus disesuaikan. Dalam menyesuaikan kondisi operasinya, *test rig* kavitasi dilengkapi dengan *valve* pada sisi *suction*. *Valve* ini bertujuan untuk mengatur hambatan aliran yang akan dipompakan, sehingga akan menyebabkan turbulensi aliran dan terjadinya kavitasi.

Tahapan selanjutnya adalah proses pemasangan perangkat akuisisi. Sensor yang digunakan berupa *accelerometer type 4507 B* yang diletakkan pada sisi *suction* dan *discharge* pompa. Sensor tersebut dihubungkan ke perangkat akuisisi data *NI 9234* yang terpasang pada *chassis NI Compact DAQ 9174* dan terhubung dengan laptop yang memiliki software *Matlab* untuk menyimpan data akuisisi yang telah sesuai.

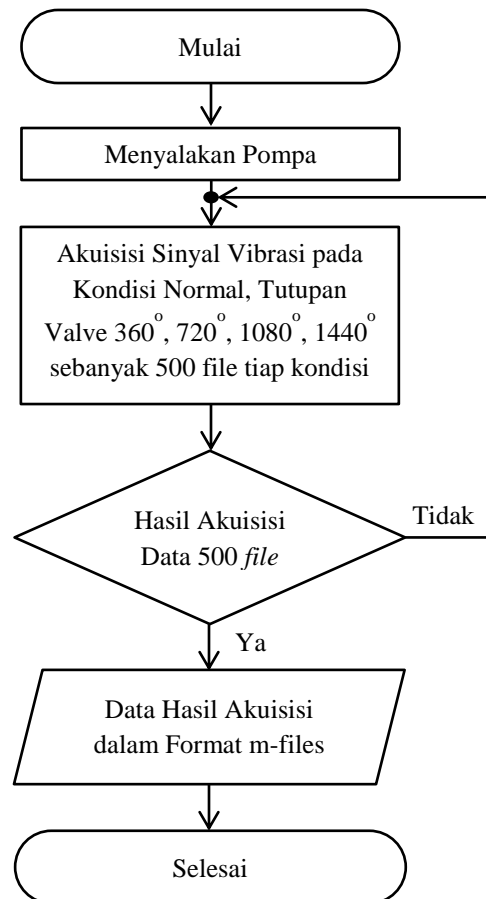
Sebelum pompa dapat dioperasikan, hal penting yang harus diperhatikan adalah menganalisa potensi bahaya yang dapat terjadi. Tinjauan terhadap keselamatan kerja merupakan prioritas utama yang harus dilakukan di dalam penelitian. Dengan adanya analisa potensi bahaya, akan didapatkan solusi untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja.

Potensi bahaya yang dapat ditemukan pada pengoperasian *test-rig* kavitasi ini adalah susunan dan peletakan kabel. Susunan kabel yang tidak baik akan mengakibatkan resiko kecelakaan yang besar. Potensi bahaya yang dapat terjadi diantaranya kabel yang terkena air, dan juga memungkinkan terinjak saat melakukan penelitian. Oleh karena itu penyusunan kabel pada *test-rig* kavitasi di penelitian ini dibuat sesuai dengan standar yang berlaku serta dapat mengurangi resiko terjadinya kecelakaan kerja.

### **3.2.3 Akuisisi Data Sinyal *Vibrasi***

Setelah proses persiapan *test-rig* kavitasi selesai, selanjutnya dilakukan proses akuisisi data sinyal *vibrasi* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.15. Proses akuisisi dilakukan dengan menggunakan dua buah sensor *accelerometer*.

*Output* dari sensor ini berupa sinyal analog, sehingga perangkat akuisisi berperan mengkonversikan sinyal tersebut menjadi digital.



Gambar 3.15 Diagram alir akuisisi data sinyal *vibrasi*

Untuk dapat mendeteksi fenomena kavitasi, maka diterapkan kondisi yang berbeda di tiap proses akuisisi nya. Variasi kondisi tersebut diantaranya, normal (tanpa tutupan *valve*), tutupan *valve* 720°, 1440°, dan 2160°. Dengan melakukan pengaturan katup pada instalasi, maka dapat menciptakan level kavitasi yang sesuai dengan rancangan penelitian. Level kavitasi yang diciptakan akan semakin besar apabila tutupan *valve* yang digunakan semakin besar.

Proses akuisisi dilakukan sebanyak 500 *file* dari tiap kondisi tutupan *valve*. Dari setiap *file* akuisisi sinyal *vibrasi* dilakukan selama 10 detik dan 2 detik sebagai jeda antar *file* data akuisisi. Setelah seluruh rangkaian proses akuisisi ini

dilaksanakan, output data akuisisi sinyal *vibrasi* akan disimpan pada laptop yang memiliki *software Matlab* dengan format *m-files*.

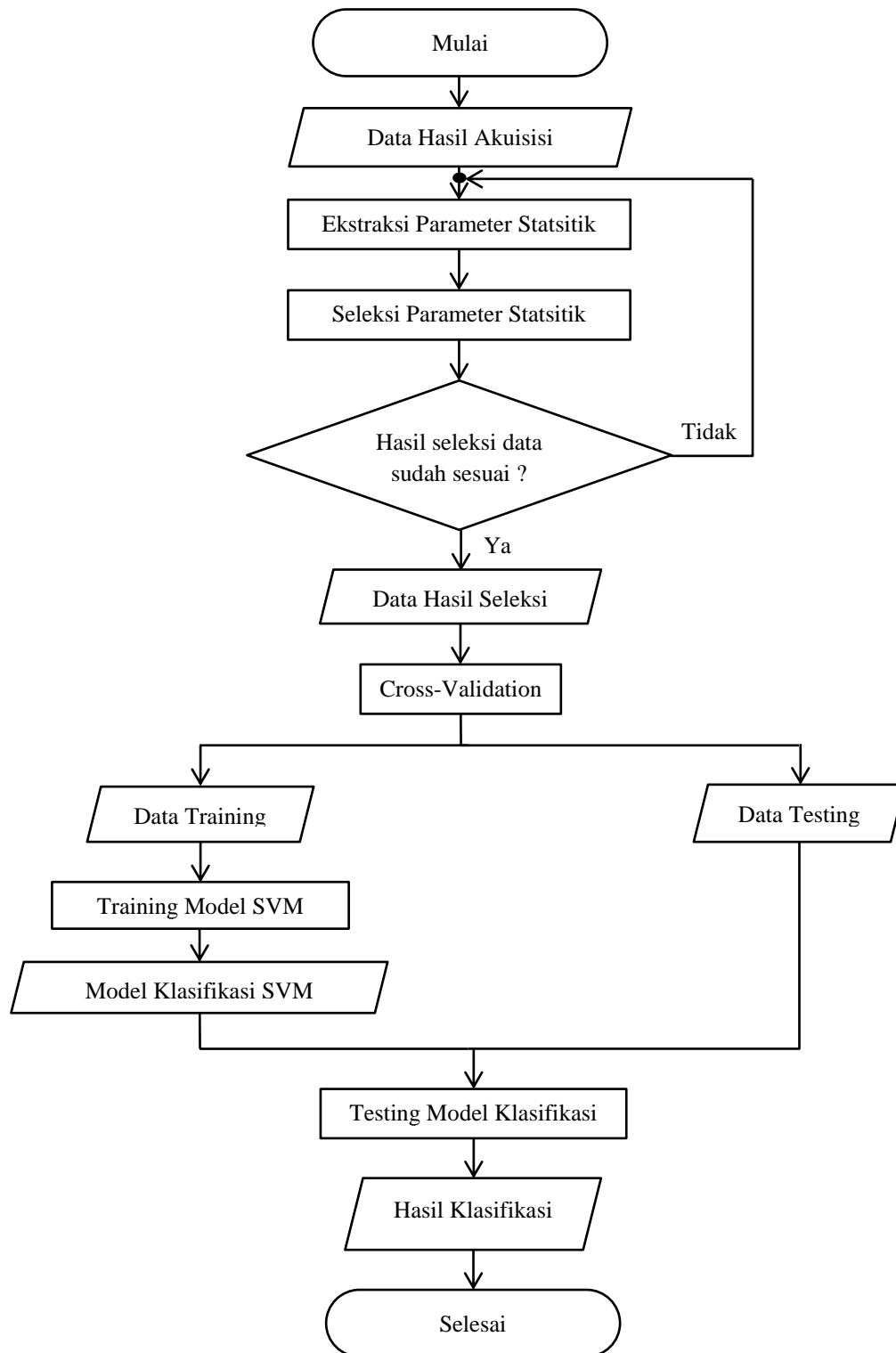
### 3.2.4 Pengolahan Hasil Data Akuisisi

Tahapan pertama dalam mengolah data adalah membuktikan data tersebut sesuai dengan rancangan penelitian. Kesesuaian data hasil akuisisi dilakukan dengan mengubahnya ke dalam domain frekuensi 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*.

Setiap *file* data akuisisi berbasis domain waktu kemudian di ekstraksi ke dalam parameter statistik yang digunakan. Hasil ekstraksi ini kemudian di plot agar dapat menunjukkan karakteristik distribusi data dari setiap parameter. Setiap parameter akan memberikan sebuah plot terhadap keempat variasi kondisi. Plot karakteristik parameter statistik domain waktu digunakan untuk input pada tahap berikutnya.

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 3.16.



Gambar 3.16 Diagram alir pengolahan data hasil akuisisi