

BAB III

TEST-RIG KAVITASI DAN METODE AKUISISI DATA

3.1 Test-Rig Kavitas Pompa Sentrifugal

Berbagai metode untuk meneliti kavitas pada pompa sentrifugal telah banyak digunakan oleh para peneliti terdahulu. Salah satu metode deteksi kavitas menggunakan simulasi *test-rig*. Simulator ini bertujuan untuk mempermudah pengamatan kavitas yang ada pada pompa sentrifugal. Diharapkan dengan simulator ini menghasilkan analisa yang optimal untuk sebuah kasus kavitas tersebut.

Test-rig kavitas pompa sentrifugal yang dirancang sederhana terdiri dari beberapa komponen utama diantaranya *accelometer*, modul akuisisi data (*National Instrument*), pipa instalasi, *pressure gauge*, *vacum gauge*, *flowmeter*, *valve*, laptop, instalasi tangki air dan lainnya. Pada gambar 3.1 akan menunjukkan instalasi tes rig kavitas pompa sentrifugal.



Gambar 3.1 Test-rig kavitas pompa sentrifugal

3.2 Komponen Test-Rig Kavitas Pompa Sentrifugal

Komponen yang digunakan dalam *test-rig* kavitas pompa sentrifugal sebagai berikut:

3.2.1 Pompa Sentrifugal *Monoblock*

Spesifikasi Pompa sentrifugal sebagai komponen utama pada *test-rig* kavitasi ditunjukkan pada gambar 3.2:

- 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*

3.2.2 Pipa PVC

Sirkulasi aliran pipa dengan material PVC yang ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Pipa *PVC*

3.2.3 Pressure Gauge

Pressure gauge sebagai pengukur tekanan fluida yang mengalir pada saluran *discharge*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 *Pressure gauge*

3.2.4 Vacuum Gauge

Vacuum Gauge sebagai pengukur tekanan *vacuum* maka pada sisi *suction* pompa. Penampang *vacuum gauge* dapat dilihat seperti pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 *Vacuum gauge*

3.2.5 Flow Meter

Flow meter sebagai pengukur laju aliran fluida pada *test-rig kavitasi*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 *Flow meter*

3.2.6 *Valve (Katup)*

Valve memiliki peranan penting untuk menciptakan fenomena kavitasi. 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.



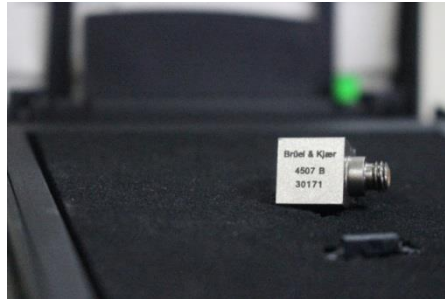
Gambar 3.7 *Valve*

3.2.7 *Accelerometer*

Accelerometer merupakan jenis sensor yang digunakan untuk merekam sinyal *vibrasi* yang terjadi pada pompa, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.8. 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 3.8 *Accelerometer*

3.2.8 Kabel Connector

Kabel *Connector* berfungsi sebagai media penghubung antara sensor *accelerometer* dengan perangkat akuisisi data. Bentuk kabel *connector* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Kabel *Connector*

3.2.9 Perangkat Akuisisi Data

Perangkat akuisisi data yang digunakan merupakan buatan *National Instrument (NI)*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.10. Komponen pada perangkat akuisisi data ini terdiri dari :

3.2.9.1 Modul 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

3.2.9.2 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 3.10 (a) Perangkat data akuisisi (b) Perangkat akuisisi *NI 9234* pada *chassis NI Compact DAQ-9174*

3.2.10 Software NI MAX

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

3.2.11 Software MATLAB

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

3.2.12 Tangki

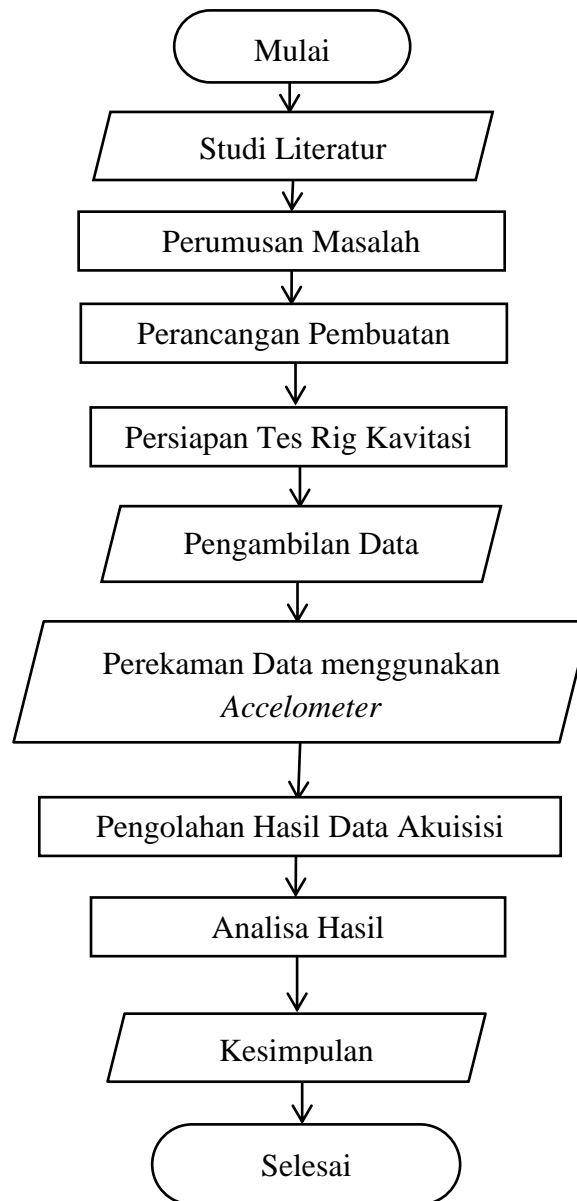
Tangki digunakan untuk penampungan air pada *test-rig* kavitasi, dengan kapasitas penampungan sebesar 150 liter. Penampang tangki dapat dilihat pada Gambar 3.11



Gambar 3.11 Tangki

3.3 Metode Penelitian

Penelitian dimulai dengan melakukan identifikasi masalah kemudian perancangan *test-rig*. Selanjutnya dilakukan proses perekaman data sinyal getaran menggunakan *accelometer* kemudian dilakukan pengolahan hasil data akuisisi dari perekaman data. Langkah selanjutnya menganalisa hasil dari proses pengambilan data. Hasil dari penelitian ditutup dengan hasil dari diagnosis berupa kesimpulan dan saran. Diagram alir proses penelitian dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Diagram Alir Penelitian

3.4 Persiapan *Test Rig* Kavitasi

Test-rig kavitasi pompa sentrifugal terdiri dari beberapa komponen, sehingga perlu adanya perancangan dan 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.

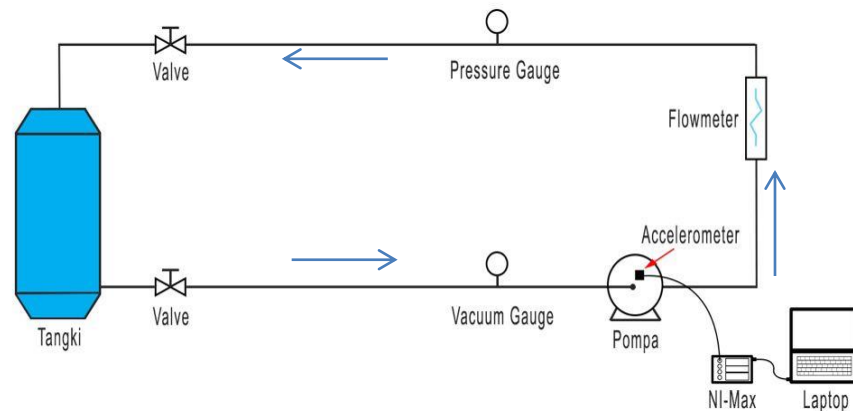
Sinyal *vibrasi* yang direkam pada pompa menunjukkan dua kondisi yaitu kondisi normal dan kavitasi. Agar fenomena kavitasi ini dapat terbentuk, maka kondisi operasi pada alat harus disesuaikan. Dalam menyesuaikan kondisi operasinya, *test rig* kavitasi dilengkapi dengan *valve* pada sisi *suction* dan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

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 *electrical hazard*, salah satunya yaitu kabel yang basah dan terinjak saat pengambilan data. Dalam dunia industri seharusnya ada ground kabel agar aliran listrik netral ke tanah. 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.

3.5 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 satu buah sensor *accelerometer*. *Output* sensor ini berupa sinyal analog, sehingga perangkat akuisisi berperan mengonversikan sinyal tersebut menjadi digital.

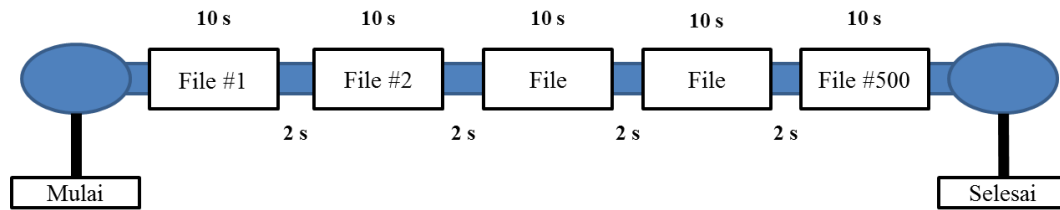


Gambar 3.13 Skematik Tes Rig Pompa Sentrifugal

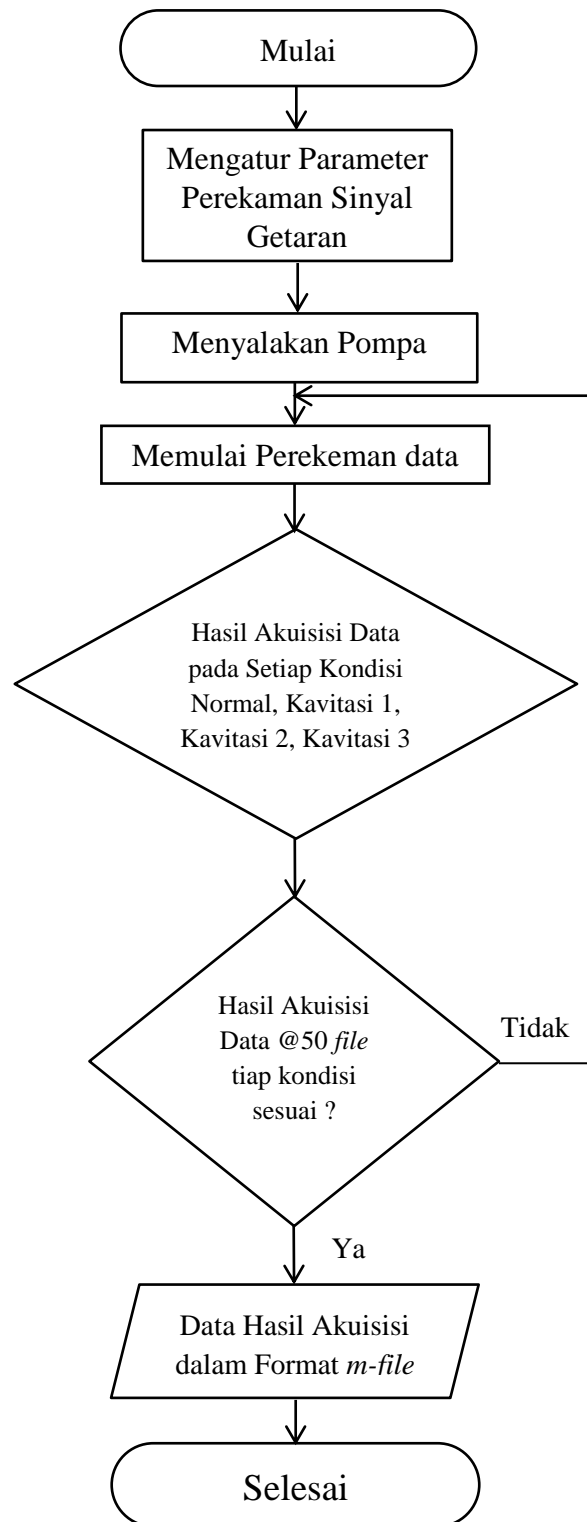
Sensor yang digunakan berupa *accelerometer type 4507* yang diletakkan pada sisi *suction* dan *discharge* pompa. Sensor tersebut dihubungkan ke perangkat akuisisi data *NI 9234* yang terpasang pada *chassis NI Compact DAQ 9174* dan terhubung dengan laptop yang memiliki software *Matlab* untuk menyimpan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

Data akuisisi getaran yang direkam pada setiap kondisi percobaan adalah 500 *file* data. Data akuisisi tersebut kemudian disimpan dengan format *mat files*. Jumlah data yang digunakan didapat dari 500 file kondisi normal, 500 file data kondisi kavitasi level 1 tutupan katup 25% (720^0), 500 file data kondisi kavitasi level 2 tutupan katup 50% (1440^0), 500 file data kondisi kavitasi level 3 tutupan katup 75% (2160^0). Kecepatan putar pompa diatur konstan sebesar 2670 rpm. Sampling rate yang digunakan sebesar 17066 Hz.

Skema perekaman *file* data sinyal getaran pada setiap kondisinya dapat dilihat pada gambar 3.14. Dari data akuisisi tersebut akan digunakan sebagai indikator metode untuk mendeteksi fenomena kavitasi pada pompa sentrifugal.



Gambar 3.14 Skema Perekaman *File* Data Sinyal Getaran



Gambar 3.15 Diagram alir akuisisi data sinyal *vibrasi*

3.6 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*.

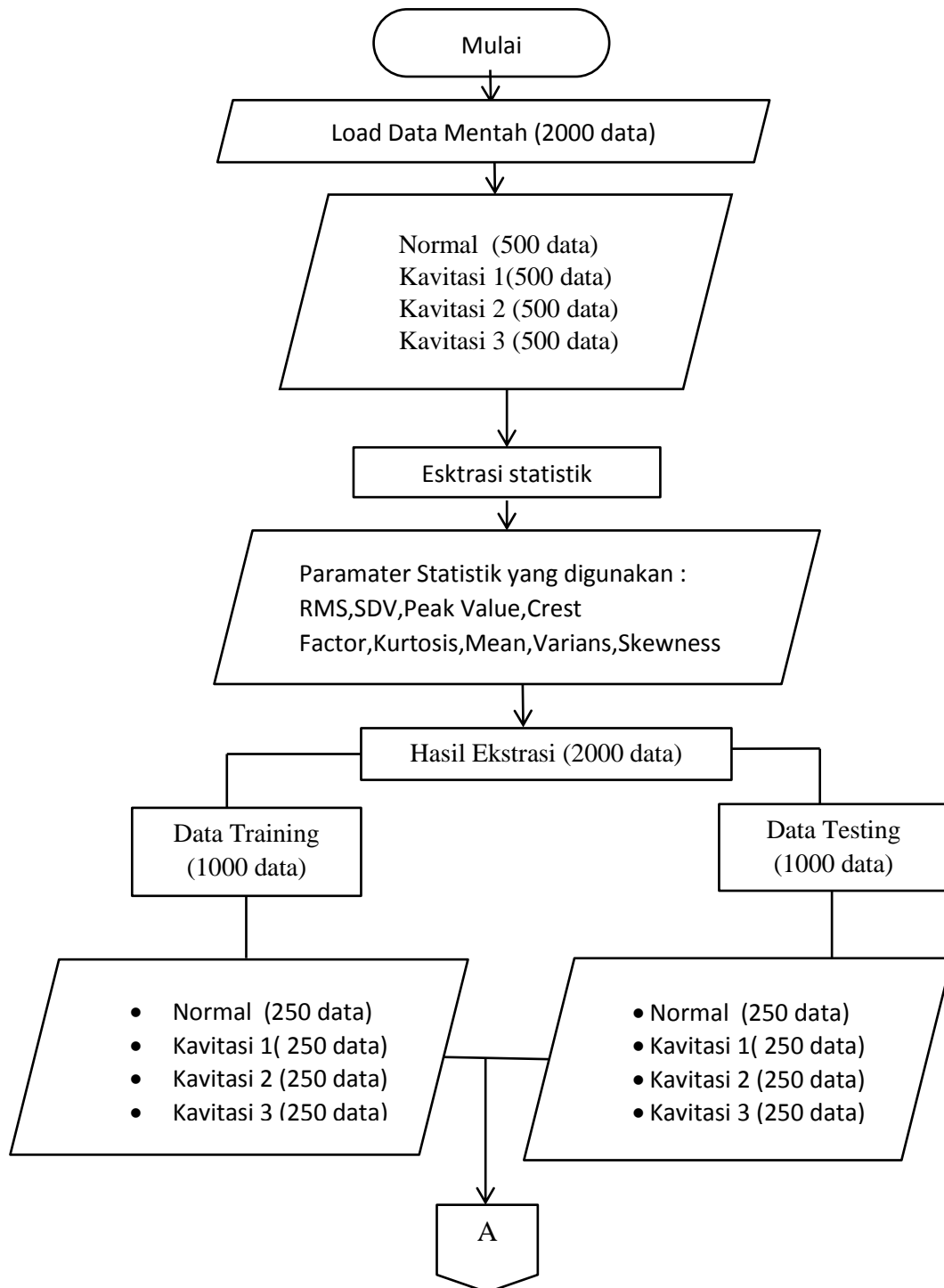
Setiap *file* data akuisisi berbasis domain waktu kemudian di kalkulasi ke dalam parameter statistik yang telah dipilih. Parameter statistik yang digunakan berdasarkan penelitian terdahulu seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1. Tabel 3.1 menunjukkan ringkasan hasil penggunaan jumlah parameter statistik dalam penelitian sebelumnya.

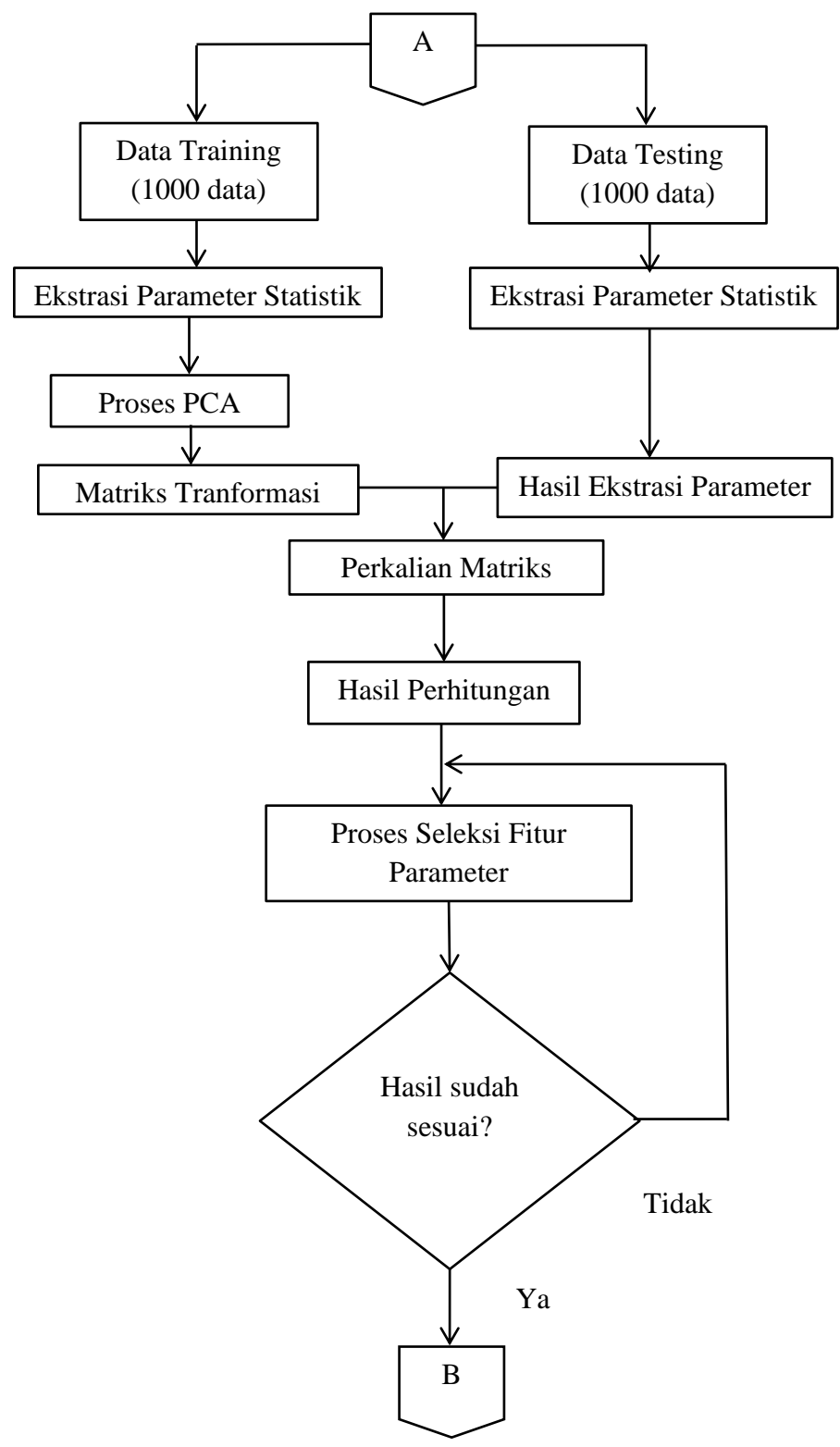
Tabel 3 1 Jumlah Parameter Statistik Domain Waktu

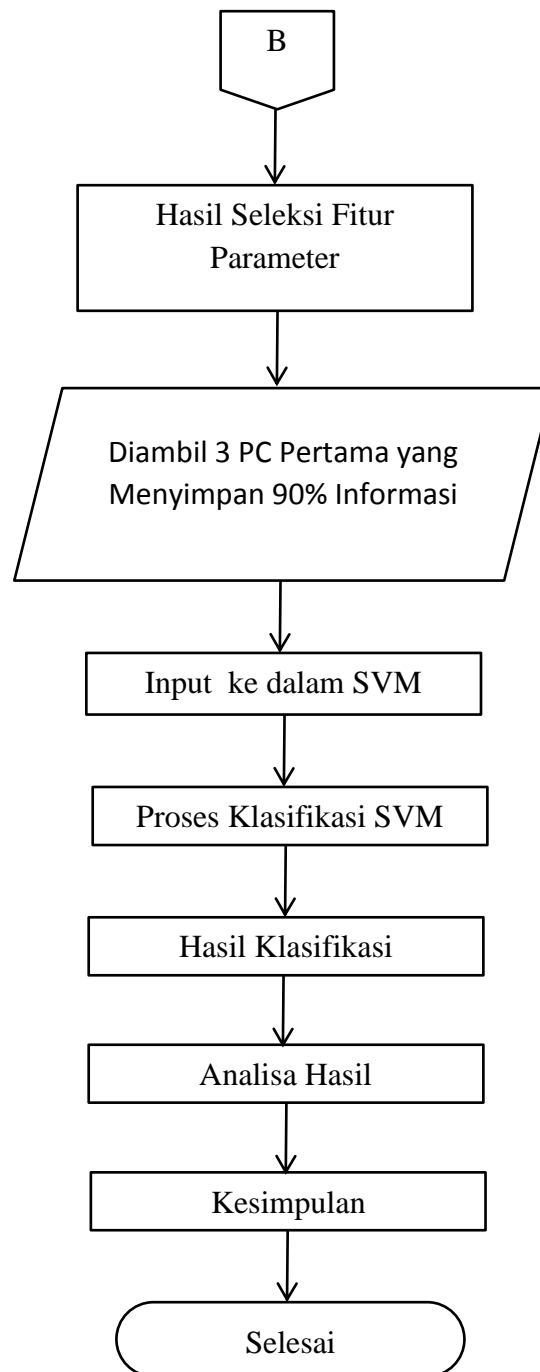
Urutan	Nama Parameter Statistik	Jumlah
1	RMS	6
2	SD	4
3	Peak Value	3
4	Kurtosis	3
5	Crest Factor	3
6	Variance	2
7	Mean	2
8	Skewness	1

Parameter statistik domain waktu yang digunakan diantaranya *Root Mean Square* (RMS), *Standar deviasi*, *Peak Value*, *Mean*, *Varians*, *Kurtosis*, *Crest Factor*, dan *Skewness*. Hasil konversi parameter domain waktu adalah set data dengan dimensi yang banyak. Selanjutnya data akan di ekstraksi dengan menggunakan *PCA*. Proses *PCA* akan menghilangkan kelompok data yang dianggap tidak memiliki informasi

penting atau yang mengandung informasi sama dengan data yang lain, sehingga menghasilkan koordinat baru yang menyimpan data yang lebih sederhana tanpa mengurangi karakteristik data tersebut secara signifikan. Setelah mendapat hasil ekstraksi parameter menggunakan PCA maka tahapan berikutnya mengklasifikasi menggunakan metode SVM. Proses SVM akan memilih dan memilah hasil akhir seleksi dari PCA untuk mendapat data unggulan yang nantinya menjadi hasil analisa data relevan. Tahapan proses pengolahan data selanjutnya dapat dilihat pada Gambar 3.16.







Gambar 3.16 Diagram alir pengolahan hasil data akuisisi