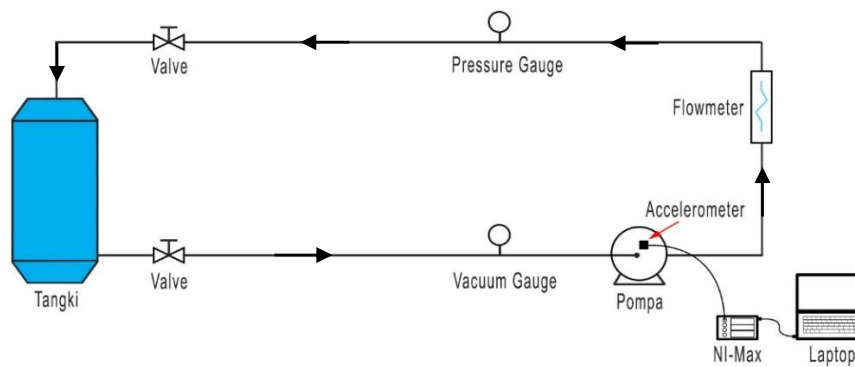


BAB III

TEST-RIG KAVITASI DAN METODE AKUISISI DATA

3.1 Test-Rig Kavitasasi Pada Pompa Sentrifugal

Test-rig kavitasasi adalah alat uji yang disimulasikan untuk meneliti kavitasasi pada pompa sentrifugal. Simulasi ini dilakukan untuk mendapatkan data pompa kondisi normal dan kondisi kavitasasi menggunakan sinyal getaran. Gambar 3.1 merupakan skema dari alat uji penelitian, sedangkan Gambar 3.2 menunjukkan foto instalasi dari *test-rig* kavitasasi pompa sentrifugal. Rancangan simulasi dibuat sesederhana mungkin serta sesuai dengan penggunaan yang ada pada industri.



Gambar 3. 1 Skema alat uji



Gambar 3. 2 *Test-rig* kavitasasi pompa sentrifugal

3.1.1 Komponen *Test-Rig* Kavitasi Pompa Sentrifugal

Test-rig kavitasi menggunakan beberapa komponen yang dirakit secara mandiri, diantaranya :

1. Pompa Sentrifugal *Monoblock*

Pompa sentrifugal akan digunakan sebagai objek utama pada *test-rig* kavitasi dalam mendeteksi terjadinya fenomena kavitasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3. Spesifikasinya 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. 3 Pompa sentrifugal

2. Instalasi Pipa *PVC*

Instalasi pipa *PVC* berfungsi sebagai sirkulasi aliran air seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Instalasi pipa *PVC*

3. *Pressure Gauge*

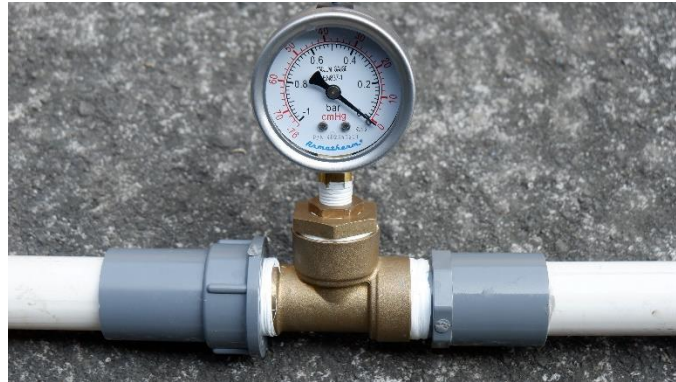
Pressure gauge digunakan untuk mengukur tekanan fluida yang mengalir pada saluran *discharge*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 5 *Pressure gauge*

4. *Vacuum Gauge*

Vacuum Gauge digunakan untuk mengukur tekanan *vacuum* maka pada sisi *suction* pompa. Penampang *vacuum gauge* dapat dilihat seperti pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Vacuum gauge

5. Flow Meter

Flow meter digunakan untuk mengukur laju aliran fluida pada *test-rig kavitasi*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 7 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 3.8.



Gambar 3. 8 Valve

7. Tachometer Digital

Tachometer digital digunakan untuk mengukur kecepatan putar poros pompa. Tachometer digital dapat dilihat pada Gambar 3.9.



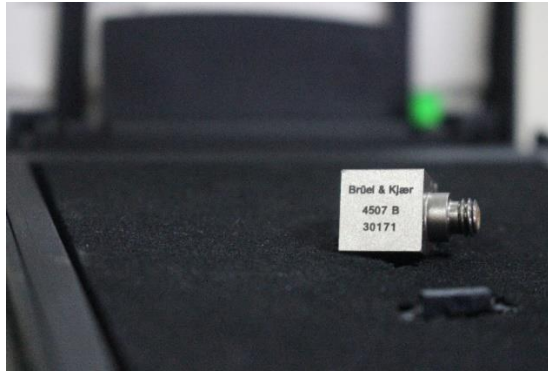
Gambar 3. 9 Tachometer digital

8. Accelerometer

Accelerometer merupakan jenis sensor yang digunakan untuk merekam sinyal *vibrasi* yang terjadi pada pompa, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.10. Spesifikasi *accelerometer* yang digunakan adalah sebagai berikut :

3.10. 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. 10 *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 3.11.



Gambar 3. 11 Kabel *connector*

10. Perangkat Akuisisi Data

Perangkat akuisisi data yang digunakan merupakan buatan *National Instrument (NI)*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.12. 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. 12 (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*.

13. Tangki

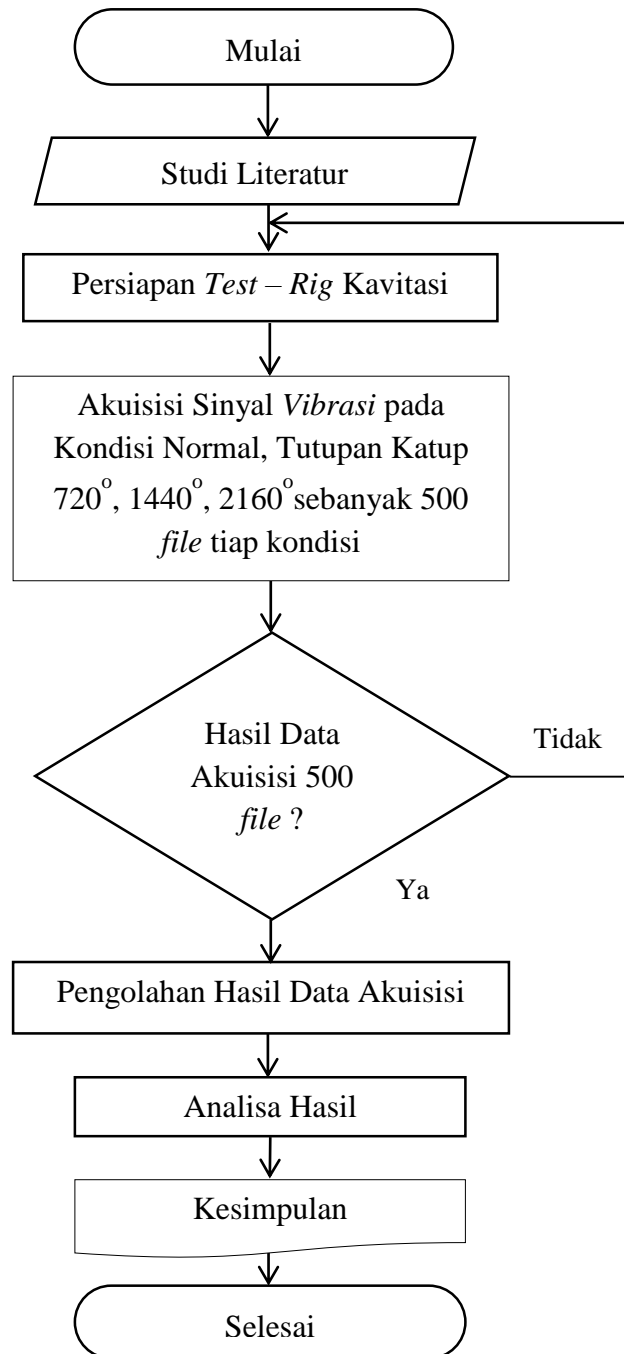
Tangki digunakan untuk penampungan air pada *test-rig* kavitasi, dengan kapasitas penampungan sebesar 150 liter. Penampang tangki dapat dilihat pada Gambar 3.13



Gambar 3. 13 Tangki

3.2 Metode Penelitian

Penelitian dimulai dengan melakukan identifikasi masalah yang telah disebutkan pada latar belakang penelitian yang kemudian diuji dengan *test-rig*. Alat simulasi dibuat berdasarkan dari tinjauan pustaka yang telah ada dalam penelitian tentang deteksi kavitasi pada pompa sentrifugal. Setelah itu dilakukan proses akuisisi data sinyal *vibrasi* sebanyak 500 *file*. Banyaknya data yang diambil bertujuan untuk membuktikan dengan menggunakan metode *PCA*, data yang banyak tersebut dapat direduksi sehingga mengurangi besarnya dimensi menjadi dimensi yang lebih kecil tanpa kehilangan informasi yang signifikan. Diagram alir proses penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.14. Hasil dari penelitian ditutup dengan hasil dari diagnosis berupa kesimpulan dan saran.

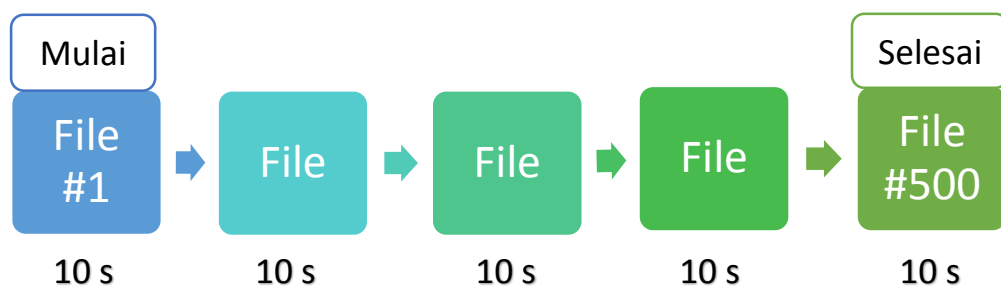


Gambar 3. 14 Diagram alir penelitian

3.2.1 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 kondisi dini dengan tutupan *valve* 720°, 500 *file* pada kavitasi menengah dengan tutupan *valve* 1440°, dan 500 *file* pada kavitasi lanjut dengan tutupan *valve* 2160°. Skema akuisisi data dapat dilihat seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3.15.



Gambar 3. 15 Skema Perekaman File Data Sinyal Getaran

3.2.2 Persiapan *Test Rig* Kavitasi

Test-rig kavitasi yang digunakan 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 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.

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.

3.2.3 Akuisisi Data Sinyal Vibrasi

Setelah proses persiapan *test-rig* kavitasi selesai, selanjutnya dilakukan proses akuisisi data sinyal *vibrasi*. Proses akuisisi dilakukan dengan menggunakan satu sensor *accelerometer*. *Output* dari sensor ini berupa sinyal analog, sehingga perangkat akuisisi berperan mengkonversikan sinyal tersebut menjadi digital.

Sensor yang digunakan berupa *accelerometer type 4507* yang diletakkan pada sisi *suction* 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.

Kemudian akan dilakukan perekaman sinyal getaran pada pompa. Sinyal getaran direkam dari pompa sentrifugal kondisi normal dan kondisi variasiutupan katup. Variasiutupan digunakan untuk menciptakan level kavitasi dengan cara hambatan katup. Hambatan katup menyebabkan turbulensi aliran. Turbulensi pada aliran merupakan salah satu faktor terbentuknya kavitasi.

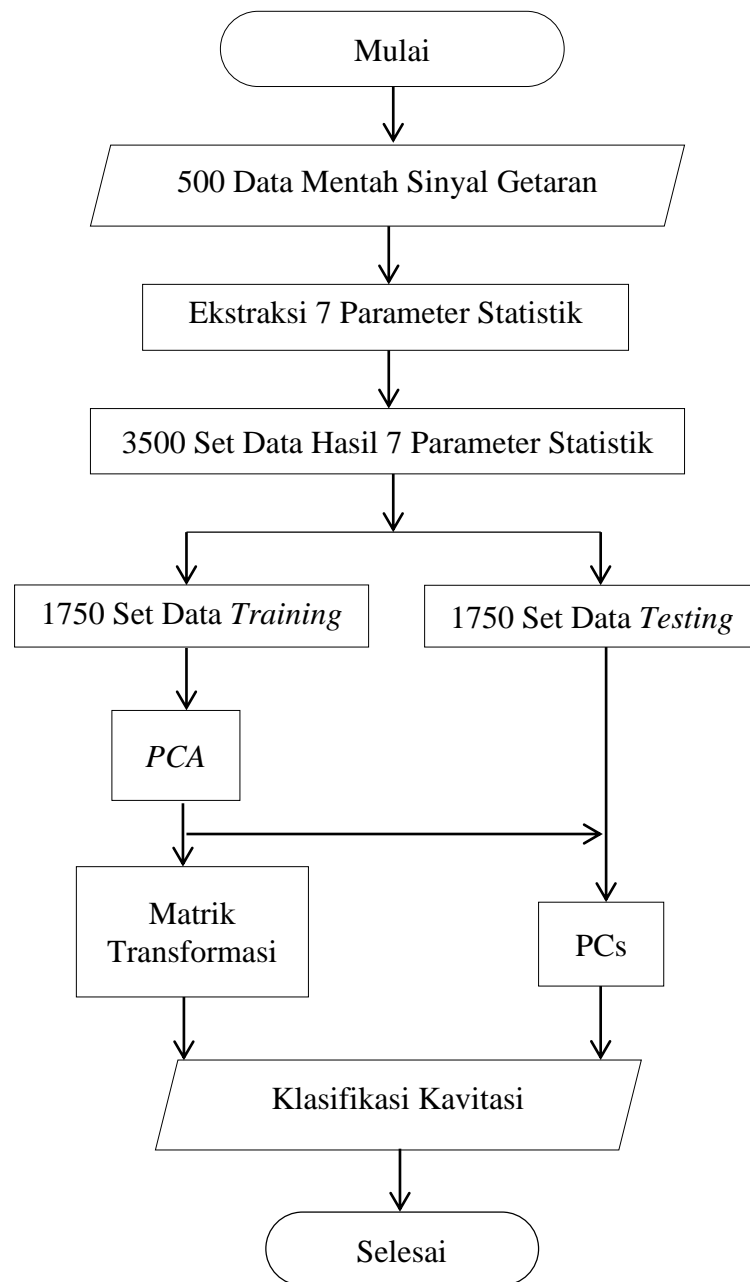
3.2.4 Pengolahan Hasil Data Akuisisi

Data akuisisi yang telah direkam kemudian dilakukan proses pengolahan data. Hasil data akuisisi dianalisa ke dalam domain waktu menggunakan metode

parameter statistik. 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*. Parameter statistik yang dipilih adalah *RMS, standard deviation, kurtosis, peak value, variance, crest factor dan mean*.

Setiap *file* data akuisisi berbasis domain waktu kemudian di ekstraksi ke dalam parameter statistik yang telah dipilih. Hasil konversi parameter domain waktu adalah set data dengan dimensi yang banyak. Selanjutnya adalah untuk mengurangi dimensi dan mengekstraksi fitur-fitur yang relevan dari matriks **X** dengan menggunakan *PCA*. Setelah implementasi *PCA*, orientasi data baru telah dibuat dimana beberapa *PC* pertama bertanggung jawab untuk sebagian besar informasi yang terkandung dalam data.

1750 data sinyal getaran dari kondisi normal dan 3 kondisi kavitasi yang diekstrak dari 7 parameter statistik yang dipilih dan digunakan untuk tujuan *training*. Data sinyal getaran digunakan untuk mengembangkan model *PCA*. 1750 data sinyal getaran yang lain dari kondisi normal dan 3 kondisi kavitasi diambil dan digunakan untuk tujuan *testing*. Data *training* dinormalisasi dan dilatih dari tiap kondisi dengan menggunakan *PCA* dan akan menghasilkan data *loading* matriks. Setelah itu, *loading* matriks dikalikan dengan data *testing* pada setiap kondisi sehingga menghasilkan *score* yang digunakan untuk mengklasifikasikan kondisi normal dan kondisi kavitasi pada pompa sentrifugal. Tahapan proses pengolahan data selanjutnya dapat dilihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3. 16 Diagram alir pengolahan hasil data akuisisi