

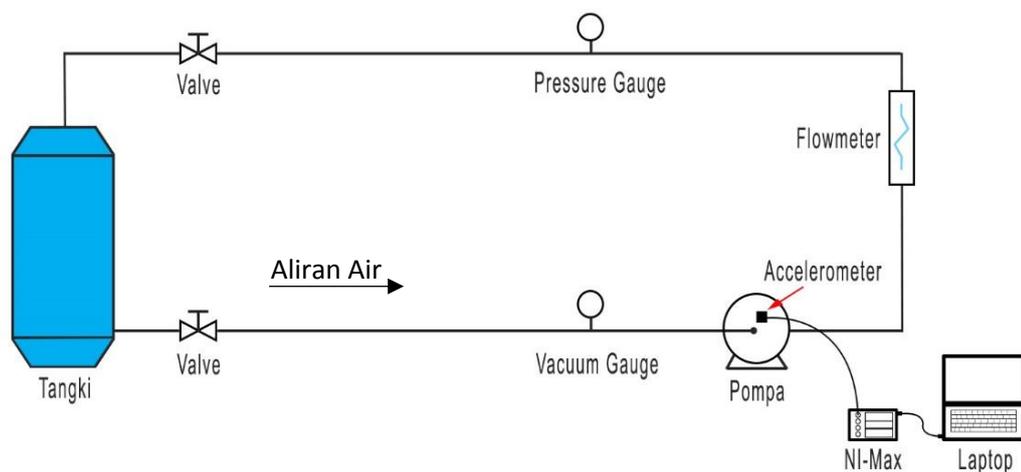
BAB III

Test-Rig Kavitasasi Dan Metode Penelitian

3.1 *Test-Rig* Kavitasasi Pada Pompa Sentrifugal

Test-Rig kavitasasi pompa sentrifugal adalah simulator yang dirancang untuk mensimulasikan fenomena kavitasasi pada pompa sentrifugal. Simulasi fenomena kavitasasi ini digunakan untuk mengembangkan metode deteksi kavitasasi dengan menerapkan teknik analisis sinyal getaran. Dengan menggunakan *test-rig* ini diharapkan dapat menghasilkan sebuah metode yang efektif dalam mengamati fenomena kavitasasi yang umum terjadi pada operasional pompa sentrifugal. Pendekatan eksperimen dilakukan dalam penelitian ini dengan menggunakan sinyal getaran sebagai media untuk mendeteksi kavitasasi pada pompa.

Gambar 3.1 merupakan skema dari alat uji penelitian. Sedangkan Gambar 3.2 menunjukkan instalasi *test-rig* kavitasasi pompa sentrifugal. Alat uji yang digunakan pada penelitian ini terdapat beberapa komponen diantaranya *monoblock* pompa sentrifugal, motor listrik, *flowmeter*, *pressure gauge*, *vaccum gauge*, *globe valve*, instalasi pipa, tangki penampung air, perangkat data akuisisi *National Instrument*, akselerometer, dan laptop.



Gambar 3.1. Skema Alat Uji



Gambar 3.2 *Test-rig* Kavitasi Pompa Sentrifugal

3.2 Komponen *Test-Rig* Kavitasi Pompa Sentrifugal

Test-rig pada penelitian ini menggunakan beberapa komponen yang dirakit secara mandiri, komponen tersebut diantaranya adalah :

a. *Monoblock* Pompa Sentrifugal SCM2-52

Gambar 3.3 merupakan pompa sentrifugal yang digunakan sebagai media pengujian untuk mendeteksi fenomena kavitasi. Berikut spesifikasi dari *monoblock* pompa sentrifugal :

- Tipe : SCM2-5
- Kapasitas Maks. : 110 l/menit
- *Head* Maks. : 42 meter
- Putaran Poros Maks. : 2850 rpm
- Jumlah Impeler : 6
- Fasa : 1 fasa
- Daya : 1100 Watt
- Tegangan : 220 Volt
- Buatan : China



Gambar 3.3. *Monoblock* Pompa Sentrifugal

b. *Flowmeter*

Flowmeter digunakan sebagai alat untuk mengukur laju aliran fluida yang mengalir melalui sisi keluaran (*discharge*) pompa. Dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. *Flowmeter*

d. *Pressure Gauge*

Pressure gauge yang digunakan pada *test-rig* kavitasi pompa sentrifugal berfungsi untuk mengamati besarnya tekanan dalam proses pemompaan fluida. Dapat dilihat pada Gambar 3.5 yang menunjukkan *Pressure Gauge*.



Gambar 3.5. Pressure Gauge

e. *Vacuum Gauge*

Vacuum Gauge pada sistem ini digunakan untuk mengamati penurunan tekanan pada sisi isap (*suction*) sampai dibawah tekan 0 atm. Seperti pada Gambar 3.6. yang merupakan *Vacuum Gauge*.



Gambar 3.6. Vacuum Gauge

f. *Globe Valve* (Katup Bundar)

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



Gambar 3.7. *Globe Valve*

g. Pipa PVC

Pipa PVC digunakan untuk saluran aliran fluida cair agar proses deteksi kavitasi dapat dilakukan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8. Pipa PVC

h. Tangki Penampung Air

Tangki digunakan untuk penampung air dalam sirkulasi sistem *test-rig* kavitasi pada pompa sentrifugal. Dapat dilihat pada Gambar 3.9.

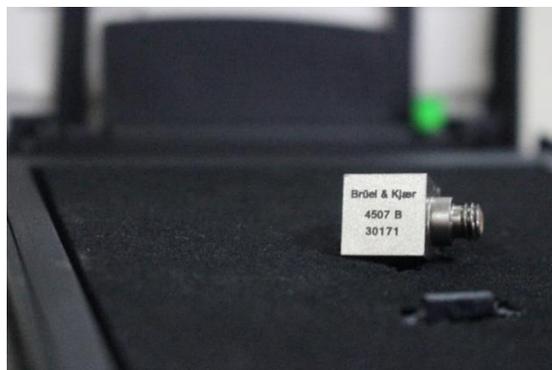


Gambar 3.9. Tangki Penampung Air

i. *Accelerometer*

Gambar 3.10 *Accelerometer* yang merupakan alat atau perangkat yang digunakan untuk menangkap sinyal getaran pada pompa. Berikut spesifikasinya :

- Model : Deltatron tipe 4507 B Bruel & Kjaer
- S/N : 30171 & 30172
- Ref. Sensitivity : 100,1 m V/g & 97,6 m V/g
- Material : *Piezoelectric*
- Rentang Frekuensi : 17066 Hz



Gambar 3.10. *Accelerometer*

j. Kabel *Connector*

Kabel *Connector* berfungsi sebagai media penghubung antara sensor *accelerometer* dengan perangkat data akuisisi. Bentuk kabel *connector* dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11. Kabel *Connector*

k. *Software National Instrument (NI Max)*

Software NI Max berfungsi sebagai media untuk mengatur data akuisisi yang dihubungkan pada PC atau laptop. Instrumen ini terdiri dari beberapa alat yang digunakan. Seperti pada Gambar 3.12. Komponen pada perangkat akuisisi data ini terdiri dari :

a. Perangkat Data Akuisisi *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 dudukan 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 NI 9234 (b) Perangkat akuisisi pada chassis NI Compact DAQ-9174

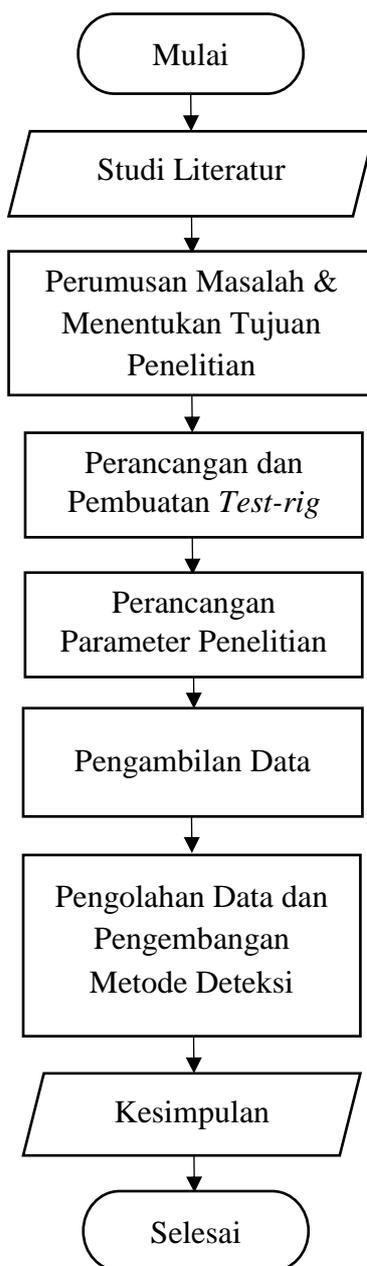
I. Software Matlab

Software Matlab berfungsi untuk memproses data akuisisi dengan perhitungan FFT yang telah direkam melalui *accelerometer* kemudian diubah menjadi *mat files* sehingga dapat kemudian diplotkan menjadi grafik.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Alur Penelitian Secara Umum

Proses akuisisi data pada metode penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap. Dapat dilihat pada Gambar 3.13 diagram alir secara umum pada penelitian ini.



Gambar 3.13. Diagram Alir Penelitian Secara Umum

Secara umum tahapan tersebut dimulai dari persiapan alat, pengambilan data, pengolahan data kemudian melakukan proses analisis untuk mengetahui hasil dari penelitian. Studi literatur sebagai tahapan awal dilakukan sebelum proses persiapan alat uji. Dalam tahap studi literatur ini berguna untuk mencari data-data atau sumber informasi yang relevan dengan topik penelitian. Data dan sumber informasi kemudian dikaji sebagai tolak ukur acuan dalam penelitian yang akan dilakukan. Tahap selanjutnya melakukan perumusan masalah yang akan menjadi topik dalam penelitian ini.

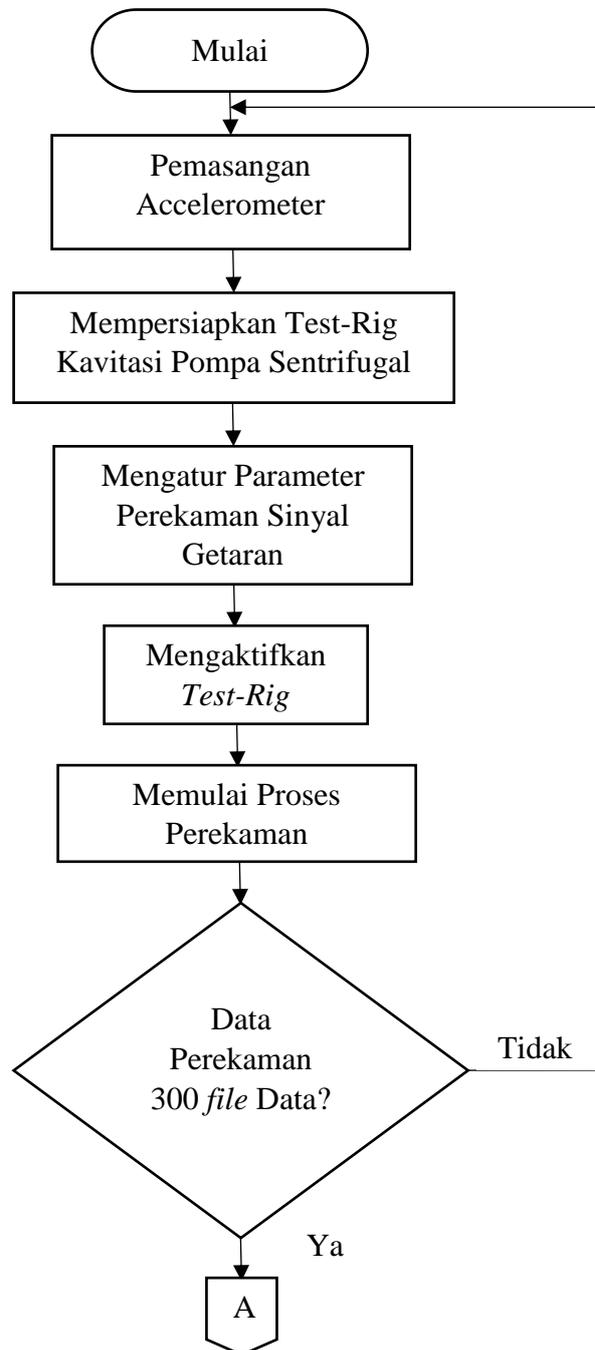
Langkah awal penelitian adalah melakukan perancangan dan pembuatan alat uji sebagai media untuk mendeteksi fenomena kavitasi pada pompa. Langkah selanjutnya setelah perancangan *test-rig* kavitasi selesai, kemudian melakukan proses pengambilan data. Dalam pengambilan data terdapat beberapa tahap yang harus dilakukan (sub bab perekaman data akuisisi). Setelah melakukan proses perekaman data, langkah berikutnya adalah proses pengolahan data dan pengembangan metode deteksi untuk mengamati level kavitasi yang terjadi (sub bab pengolahan data). Kemudian dari data yang sudah diolah didapatkan hasil dari penelitian dan dibuatlah kesimpulan dari *test-rig* kavitasi pompa sentrifugal.

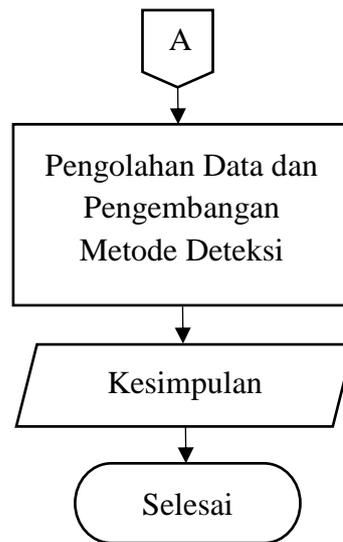
3.3.2 Proses Perekaman Data Akuisisi

Perekaman data akuisisi dilakukan dalam beberapa proses pengambilan data. Proses pertama yaitu dimulainya pemasangan *accelerometer* diletakkan pada bagian tutup pompa arah aksial. Pada proses pertama ini *accelerometer* dihubungkan dengan kabel *transducer* yang nantinya disalurkan ke perangkat akuisisi data *National Instrument*. Hal yang perlu diperhatikan dalam tahap ini adalah terlebih dulu menghubungkan perangkat data akuisisi dengan laptop atau PC yang sudah diinstal *software Matlab*. Gambar 3.14. merupakan diagram alir proses perekaman akuisisi data.

Kemudian setelah melakukan pemasangan *accelerometer* pada setiap titik sudah siap. Langkah berikutnya mempersiapkan *test-rig* kavitasi pompa sentrifugal.

Setelah persiapan *test-rig* kavitasi selesai, tahap selanjutnya mengatur parameter perekaman sinyal getaran pada perangkat *National Instrument* sesuai dengan ketentuan. Setelah parameter perekaman sudah diatur, kemudian mengaktifkan *test-rig* kavitasi dan menunggu aliran fluida hingga *steady*.



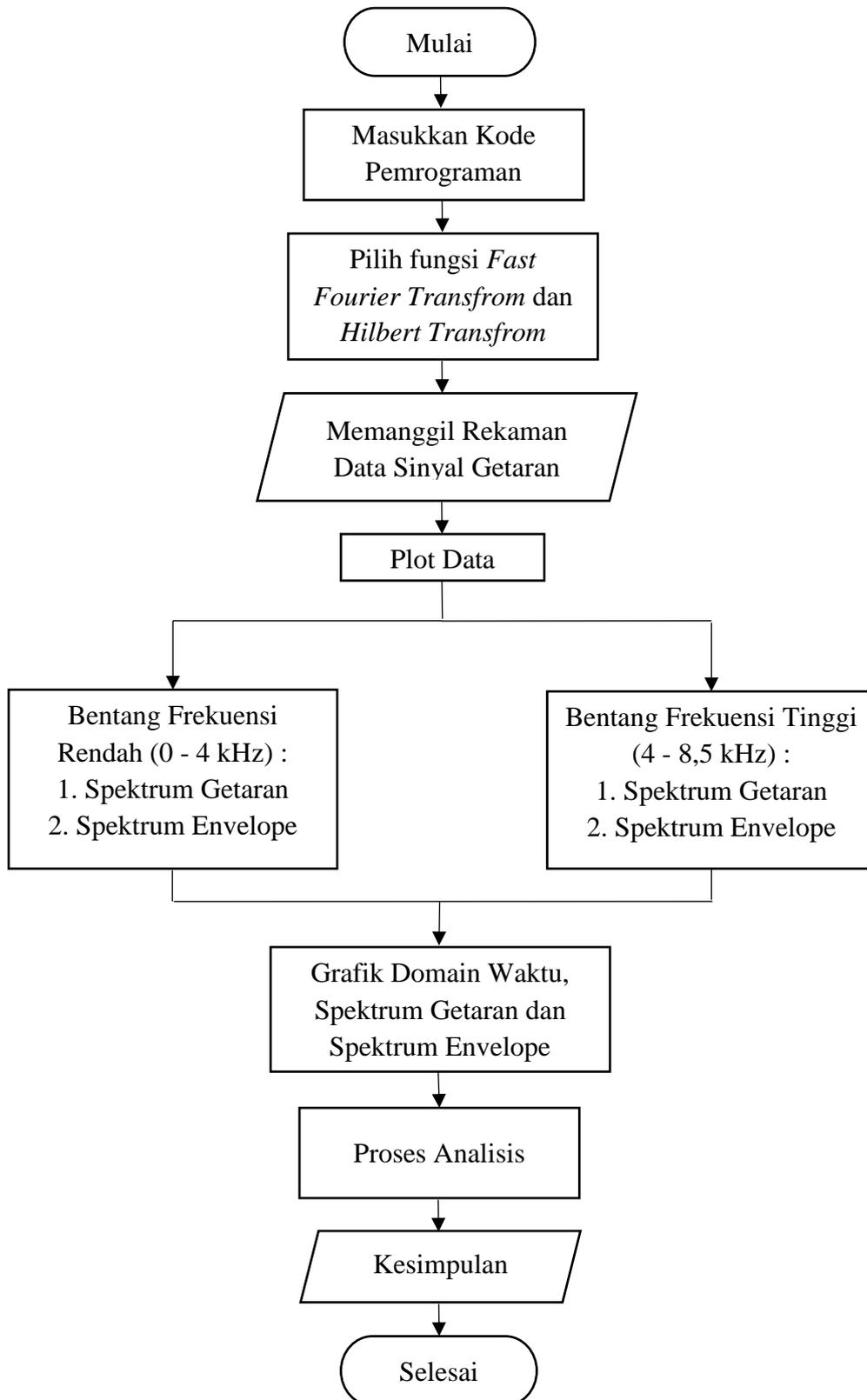


Gambar 3.14. Diagram Alir Proses Perekaman Akuisisi Data

Langkah selanjutnya adalah melakukan proses perekaman sinyal getaran atau akuisisi data. Proses perekaman akuisisi data dilakukan dengan pengambilan *sampling* data sinyal getaran. Akuisisi data menggunakan *sampling rate* sebesar 17066 Hz. Akuisisi data sebanyak 300 *file* pada setiap kondisi pompa, dalam waktu 10 detik pada setiap *file* data dengan jeda waktu 2 detik antara *file* yang direkam. Akuisisi data yang telah sesuai dalam beberapa kali percobaan perekaman selanjutnya disimpan di laptop dalam format *mat files*. Tahap berikutnya melakukan proses pengolahan data sinyal getaran dan mengembangkan metode deteksi kavitas sebagai media untuk mengidentifikasi level kavitas yang muncul dari kondisi normal, rendah, sedang hingga tinggi. Kemudian tahap terakhir melakukan proses analisis dan membuat kesimpulan dari penelitian.

3.3.3 Proses Pengolahan Data Akuisisi

Data akuisisi yang telah direkam atau diambil kemudian dilakukan proses pengolahan data sebagai langkah selanjutnya untuk mengamati level kavitas yang terjadi pada pompa sentrifugal. Gambar 3.15. merupakan diagram alir proses pengolahan data akuisisi yang didapatkan dari proses perekaman sinyal getaran.



Gambar 3.15. Diagram Alir Proses Pengolahan Data Akuisisi

Tahap pertama yang harus dilakukan dalam proses pengolahan data adalah menghidupkan komputer dan membuka aplikasi Matlab. Setelah membuka aplikasi kemudian memasukkan kode pemrograman untuk mengolah data sinyal getaran. Langkah berikutnya memanggil data sinyal getaran yang sebelumnya sudah direkam pada pengambilan data. Hal pertama yang harus dilakukan untuk membagi bentang frekuensi rendah dan bentang frekuensi tinggi pada spektrum dan spektrum envelope dengan mengolah data akuisisi menggunakan *tool Matlab* pada aplikasi *wavelet design and analysis*. Langkah ini berfungsi untuk menampilkan sinyal getaran dalam bentuk domain waktu pada bentang frekuensi rendah dan frekuensi tinggi. Kemudian setelah data sudah dimuat ke dalam aplikasi tersebut, langkah berikutnya menyimpan data sinyal getaran domain waktu pada *aproximation 3* sebagai frekuensi rendah dan *decompositition 4* sebagai frekuensi tinggi.

Setelah data akuisisi sudah diolah melalui aplikasi pada *tool Matlab* tersimpan, kemudian memanggil data tersebut pada kode pemrograman. Kode pemrograman dipilih fungsi *Fast Fourier Transfrom* dan juga fungsi analisis envelope sebagai metode analisis yang nantinya akan digunakan. Setelah kode pemrograman telah terinput kemudian melakukan proses plot data. Hal ini bertujuan untuk mengubah data akuisisi menjadi grafik. Grafik yang akan muncul setelah diplot berupa spektrum getaran dengan bentang frekuensi rendah 0-4kHz dan spektrum envelope dengan bentang frekuensi tinggi 4kHz-8,5kHz. Kemudian dari kedua spektrum ini tahap terakhir melakukan proses analisis terhadap level kavitasi yang terjadi.

3.3.4 Proses Analisis

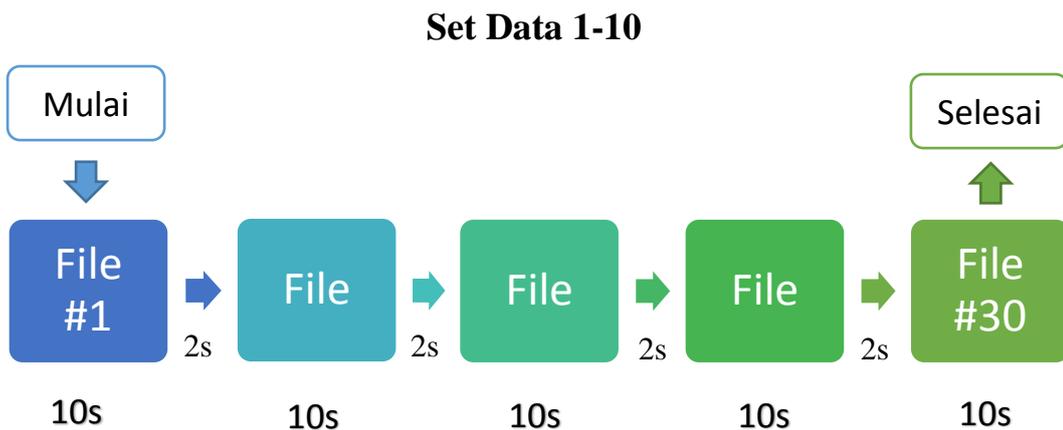
Setelah data akuisisi diolah menjadi grafik spektrum getaran dan spektrum envelope kemudian dilakukan proses analisis. Analisis dilakukan dengan membandingkan level kavitasi yang terjadi pada bentang frekuensi rendah 0 - 4 kHz dan bentang frekuensi tinggi antara 4 – 8,5 kHz. Hasil dan juga pembahasan perbandingan bentang frekuensi rendah dan bentang frekuensi tinggi tersebut, dapat menjadi indikator untuk mendeteksi level kavitasi yang terjadi pada pompa

sentrifugal. Dalam mengidentifikasi frekuensi kavitasi pada masing-masing bentang frekuensi hampir memiliki kesamaan dengan penelitian yang dilakukan oleh Al-Hashmi, 2004 (Halaman 6).

3.4 Struktur Data

Data akuisisi getaran yang direkam pada level kavitasi yang terdiri dari kondisi normal, rendah, sedang dan tinggi adalah 300 *file* data. Data akuisisi tersebut kemudian disimpan dengan format *mat files*. Setiap melakukan percobaan perekaman data, waktu yang dibutuhkan dalam merekam 1 *filenya* dilakukan selama 10 detik dengan jeda waktu 2 detik antar *file* yang direkam. *File* data yang direkam sebanyak 300 *file* data perekaman pada setiap level kavitasi yang terjadi.

Skema perekaman *file* data sinyal getaran pada setiap kondisi level kavitasi ditunjukkan oleh Gambar 3.16. Hasil data akuisisi yang telah direkam pada sinyal getaran pompa sebanyak 1200 *file* data. Data tersebut didapat dari 300 *file* data kondisi pompa normal, 300 *file* data dengan level kavitasi 1, 300 *file* data level kavitasi 2 dan 300 *file* data kondisi level kavitasi 3. Dari data akuisisi tersebut akan digunakan sebagai indikator metode untuk mendeteksi fenomena kavitasi pada pompa sentrifugal.



Gambar 3.16. Skema Perekaman *File* Data Sinyal Getaran Untuk Setiap Level Kavitasi