

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Getaran atau *Vibration* merupakan pergerakan pada suatu komponen mesin dari keadaan diam atau netral. Getaran juga dapat diartikan dengan gerakan bolak-balik atau gerak periodik disekitar titik tertentu secara periodik. Suatu metode getaran yang merupakan salah satu metode untuk mengetahui apakah suatu alat maupun Mesin *Refrigeration* masih layak berfungsi secara ideal tanpa mengalami perubahan yang cukup signifikan. Mesin *Refrigeration* yang terdapat pada Laboratorium Prestasi Mesin Universitas HKBP Nommensen Medan, yang telah banyak mengalami perubahan baik putaran pada pompa air maupun tekanan yang dihasilkan kompresor serta sirkulasi, besarnya kapasitas, maupun getaran yang ditimbulkan oleh elektromotor sebagai motor penggerak.

Walaupun banyak terdapat kelebihan dan kehandalan dari Mesin *Refrigeration* ini tetapi masih sering dijumpai kegagalan pengoperasian yang terjadi yang disebabkan oleh kurang baiknya suplai air yang dihasilkan pompa, kesalahan waktu pembukaan katup serta jumlah kapasitas air yang diatur baik yang masuk maupun yang keluar dari proses *Refrigeration* yang tidak seimbang. Kebutuhan mesin pendingin yang akhir-akhir ini meningkat di negara kita telah menyebabkan adanya permintaan yang sangat banyak mengenai tenaga-tenaga yang memiliki kemampuan dasar tentang prinsip kerja mesin pendingin.

Secara umum mesin pendingin mempunyai prinsip kerja yaitu dengan cara zat pendingin (*refrigerant*) yang berada dalam kompresor dinaikkan tekanannya sampai menjadi gas. Kemudian zat *refrigerant* itu dialirkan ke dalam kondensor untuk diubah menjadi cair untuk

selanjutnya dialirkan ke dalam katup ekspansi. Setelah melewati katup ekspansi kemudian zat *refrigerant* di ekspansikan ke dalam evaporator dalam keadaan gas untuk mengambil panas dari lingkungan untuk selanjutnya diteruskan ke kompresor demikian seterusnya.

Untuk itu diperlukan penelitian yang lebih untuk melihat apakah alat Mesin *Refrigeration* tersebut masih layak dipergunakan sebagai bahan percobaan mahasiswa baik dari segi pengoperasian dan hasil akhir dari proses baik ditinjau dari getaran yang ditimbulkan dimana getaran itu dapat menjadi indikator kinerja dari mesin tersebut. Beberapa gejala kegagalan pada Mesin *Refrigeration* tersebut dapat dirasakan dari beberapa analisa seperti analisa vibrasi, serta analisa keausan peralatan.

Dari latar belakang keadaan diatas maka dipandang perlu kiranya dilakukan suatu penelitian “Kaji Eksperimental Mesin *Refrigeration* Terhadap Respon Getaran Pada Tekanan Kompresor Untuk Arah Horizontal, Vertikal Dan Longitudinal Berdasarkan Time Domain”.

1.2 Rumusan Masalah

Meskipun penggunaan Mesin *Refrigeration* semakin maju namun sampai saat ini sangat sulit untuk mencari standard vibrasi untuk Mesin *Refrigeration*, bahkan pabrik pembuat Mesin *Refrigeration* tidak memberikan standard vibrasi dari Mesin *Refrigeration* buatannya. Sehingga ***Standart ISO 2372*** untuk standart getaran dapat dijadikan sebagai acuan yang dapat dilihat pada Gambar 1.1

**Table 1-Vibration Severity Criteria
Recommended for General Machinery Turning from 600 to 12000 RPM
(Based on ISO IS 2372)**

RMS Overall velocity Level Measured in 1000 Hz Bandwidth		Vibration Severity Criteria			
Mm/s	In/s	Class I	Class II	Class III	Class IV
0.28	0.01	Good	Good	Good	Good
0.45	0.02				
0.71	0.03				
1.12	0.04	Satisfactory	Satisfactory	Satisfactory	Satisfactory
1.8	0.07				
2.8	0.11	Unsatisfactory	Unsatisfactory	Unsatisfactory	Unsatisfactory
4.5	0.18				
7.1	0.28	Unacceptable	Unacceptable	Unacceptable	Unacceptable
11.2	0.44				
18	0.71				
28	1.10				
45	1.77			Unacceptable	Unacceptable

Gambar 1.1. Standart ISO 2372 untuk getaran. (Dynaseq,2006]

Dari Gambar 1.1 diatas dapat dilihat bahwa sesuai standart ISO2372 untuk getaran dikategorikan kepada 4class yaitu :

Keterangan :

- Class I Mesin berukuran kecil (bertenaga 0-15 KW)
- Class II Mesin berukuran menengah (bertenaga 15-75 KW)
- Class III Mesin berukuran besar (bertenaga >75 KW) dipasang pada struktur dan pondasi (bantalan kaku)
- Class IV Mesin berukuran besar (bertenaga >75 KW) dipasang pada struktur (bantalan fleksibel).

Dari Gambar 1.1 dapat dilihat bahwa sesuai standart ISO 2372 untuk getaran dikategorikan kepada 4 class yaitu :

1. Class I berwarna Hijau/*good*, getaran dari mesin sangat baik dan dibawah getaran yang diizinkan.
2. Class II berwarna Kuning/*satisfactory*, getaran dari mesin baik dan dapat dioperasikan tanpa larangan.
3. Class III berwarna Orange/*unsatisfactory*, getaran dari mesin dalam batas toleransi dan hanya dioperasikan dalam waktu terbatas.
4. Class IV berwarna Merah/*unacceptable*, getaran dari mesin dalam batas berbahaya dan dapat terjadi kerusakan sewaktu-waktu.

1.3 Batasan Masalah

1. Pengukuran vibrasi pada Mesin *Refrigeration* di kompresor dan landasan pada arah horizontal, vertikal dan longitudinal berdasarkan time domain
2. Pemeriksaan sistem operasi Mesin *Refrigeration* secara keseluruhan.
3. Pengukuran tekanan dengan interval 1 kg/cm^2 , 2 kg/cm^2 , dan 3 kg/cm^2 .

1.4 Tujuan penelitian

1.4.1 Tujuan Umum.

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kolerasi **“Kaji Eksperimental Mesin Refrigeration Terhadap Respon Getaran Pada Tekanan Kompresor Untuk Tekanan 1 kg/cm^2 ; 2 kg/cm^2 ; dan 3 kg/cm^2 Untuk Arah Horizontal, Vertikal Dan Longitudinal Berdasarkan Time Domain”**, Pada Getaran Kompresor Dan Landasan.

1.4.2 Tujuan Khusus

1. Mendapatkan besarnya vibrasi Mesin Refrigeration pada unit kompresor dan landasan berupa data :
 - a. Simpangan (*Displacement*)
 - b. Kecepatan (*Velocity*)
 - c. Percepatan (*Acceleration*).
2. Verifikasi hasil eksperimen berdasarkan Standart ISO 2372 untuk getaran.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini merupakan suatu upaya nyata dari pihak perguruan tinggi dalam memberikan informasi kepada dunia industri tentang Mesin *Refrigeration*.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi tentang pengujian getaran pada Mesin *Refrigeration* serta memberikan informasi kepada dunia industri yang menggunakan pemanfaatan Mesin *refrigeration* sebagai indikator perawatan atau *maintenance*.
2. Memberikan masukan kepada pembuat Mesin *Refrigeration* untuk memberikan data vibrasi dari Mesin *Refrigeration* yang diproduksi sebagai acuan perawatan.
3. Untuk mengetahui masih layakkah alat Mesin *Refrigeration* yang dipergunakan sebagai alat percobaan di Laboratorium Prestasi Mesin.
4. Memberikan informasi mengenai pengujian getaran pada Mesin *Refrigeration* kepada mahasiswa melalui alat vibrometer serta pemanfaatan Mesin *Refrigeration* sebagai indikator atau *maintenance*.

1.6 Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Prestasi Mesin Universitas HKBP Nommensen Medan. Pukul 09.00 WIB – 17.00 WIB, Dimulai Tanggal 01 April 2019 -30 April 2019.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Getaran Bebas (*Free Vibration*)

Semua sistem yang dimiliki massa dan elastisitas dapat mengalami getaran bebas atau getaran yang terjadi tanpa rangsangan luar. Hal pertama yang menarik untuk sistem semacam itu adalah frekuensi natural getarannya. Sasaran kita disini adalah belajar menulis persamaan geraknya dan menghitung frekuensi naturalnya yang terutama merupakan fungsi massa dan kekakuan (*stiffness*) sistem.

Redaman dalam jumlah yang sedang mempunyai pengaruh yang kecil pada frekuensi natural dan dapat diabaikan dalam perhitungannya. Kemudian sistem dapat dianggap sebagai sistem konservatif dan prinsip kekekalan energi memberikan pendekatan lain untuk menghitung frekuensi natural. Pengaruh redaman sangat jelas pada berkurangnya amplitudo getaran terhadap waktu. Walaupun terdapat banyak model redaman, namun hanya model yang menghasilkan cara analitik yang mudah yang dibahas dalam bab ini.

Getaran bebas terjadi jika sistem berosilasi karena bekerjanya gaya yang ada dalam sistem itu sendiri dan apabila tidak ada gaya luar yang bekerja.

Secara umum gerak harmonik dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$X = A \sin 2\pi t / \tau \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana : A adalah amplitudo osilasi yang diukur dari posisi setimbang massa.

τ adalah priode dimana gerak diulang pada $t = \tau$.

Gerak harmonik sering dinyatakan sebagai proyeksi suatu titik yang bergerak melingkar dengan kecepatan yang tetap pada suatu garis lurus seperti terlihat pada gambar 2.1 dengan kecepatsudut garis OP sebesar ω , maka perpindahan simpangan x dapat dituliskan sebagai :

$$x = A \sin \omega t \dots\dots\dots(Displacement) \dots\dots\dots(2.2)$$

Oleh karena gerak berulang dalam 2π radian, maka didapat

$$\omega = 2\pi / \tau = 2\pi \cdot f \dots \dots \dots (2.3)$$

Dengan τ dan f adalah perioda dan frekwensi gerak harmoni, berturut-turut biasanya diukur dalam detik dan siklusper detik. Dengan menggunakan notasi titik untuk turunannya, maka didapat :

$$x = \omega A \cos \omega t = \omega A \sin (\omega t + \pi/2) \dots \dots \dots (Velocity) \dots \dots \dots (2.4)$$

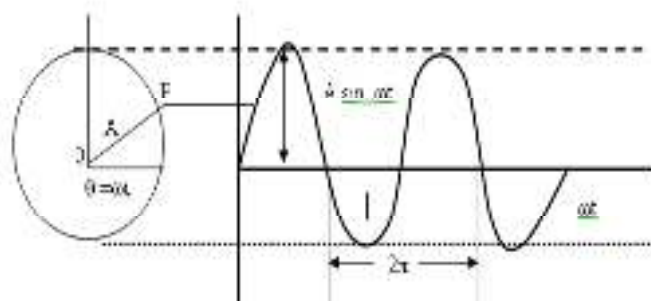
$$\dot{x} = -\omega A \sin \omega t = \omega^2 A \sin (\omega t + \pi) \dots \dots \dots (Acceleration) \dots \dots \dots (2.5)$$

Dengan keteranga : A = Amplitudo

τ = adalah priode

ω = Kecepatan sudut

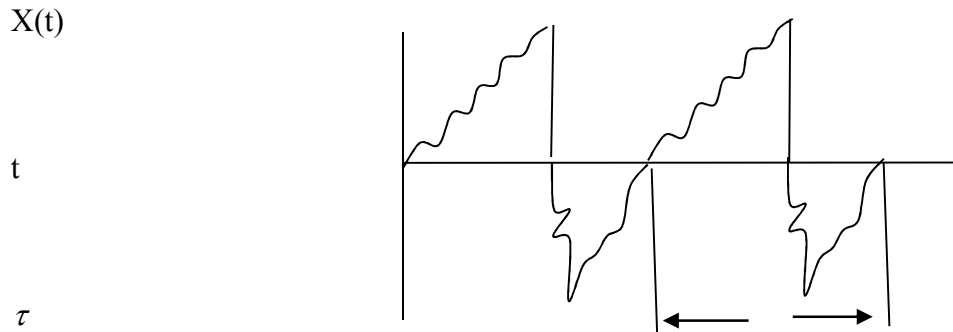
t = Waktu



Gambar.2.1. Gerak harmonik sebagai proyeksi suatu titik yang bergerak pada lingkaran

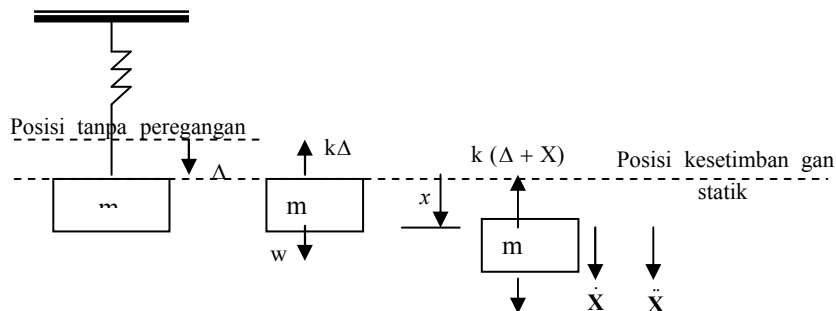
Sistem yang bergetar bebas akan bergetar pada satu atau lebih frekwensi naturalnya yang merupakan sifat dinamika yang dibentuk oleh distribusi massa dan kekakuannya. Pada getaran biasanya beberapa frekwensi yang berbeda ada secara bersama-sama. Sebagai contoh, getaran dawai biola terdiri dari frekwensi dasar f dan semua harmoniknya $2f$, $3f$ dan seterusnya. Contoh lain adalah getaran bebas sistem dengan banyak derajat kebebasan, dimana getaran pada tiap

frekwensi natural memberi sumbangannya. Getaran semacam ini menghasilkan bentuk gelombang kompleks yang diulang secara periodik seperti gambar berikut.



Gambar.2.2. gerak periodik dengan periode τ .

Berkaitan dengan latar belakang diatas, penelitian ini mengkaji tentang analisa merupakan sifat dinamika yang dibentuk oleh distribusi massa dan kekakuannya. Dengan x yang dipilih positif dalam arah ke bawah, semua besaran - gaya, kecepatan dan percepatan - juga positif dalam arah ke bawah, Posisi kesetimbangan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.3. Sistem pegas-massa dari diagram benda bebas

Hukum Newton kedua adalah dasar pertama untuk meneliti gerak system, pada gambar 2.3 terlihat perubahan bentuk pegas pada posisi kesetimbangan adalah Δ dan gaya pegas adalah $k\Delta$ yang sama dengan gaya gravitasi yang bekerja pada massa m .

$$K\Delta = w = mg \dots\dots\dots(2.6)$$

Hukum Newton II untuk gerak pada massa m :

$$m \ddot{x} = \Sigma F = w - k(\Delta + x) \dots\dots\dots(2.7)$$

Dan karena $k\Delta = w$, maka diperoleh :

$$m \ddot{x} = -kx \dots\dots\dots(2.8)$$

Frekwensi lingkaran $\omega_n^2 = k/m$, sehingga persamaan (2.8) dapat ditulis :

$$\ddot{x} + \omega_n^2 x = 0 \dots\dots\dots(2.9)$$

Sehingga persamaan umum persamaan *differensial linier* orde kedua yang homogen :

$$X = A \sin \omega_n t + \beta \cos \omega_n t \dots\dots\dots(2.10)$$

Periode natural osilasi dibentuk dari

$$\omega_n \tau = 2\pi \text{ atau } \tau = 2\pi \sqrt{m/k} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$\text{frekwensinatural adalah : } f_n = 1/\tau = 1/2\pi \sqrt{k/m} \dots\dots\dots(2.12)$$

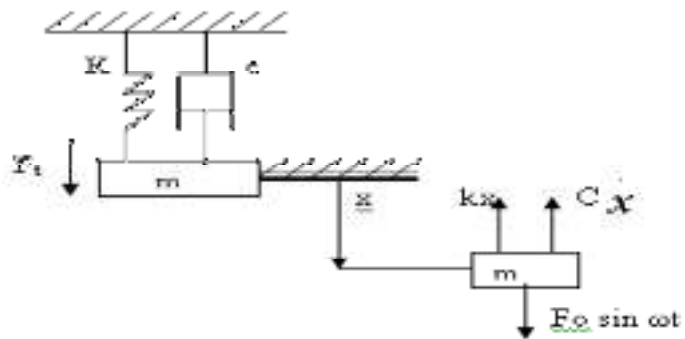
2.2 Getaran Paksa (*Forced Vibration*)

Bila sebuah sistem dipengaruhi oleh eksitasi harmonik paksa, maka respons getarannya akan berlansung pada frekwensi eksitasi/perangsangnya. Sumber-sumber eksitasi harmonik adalah ketidak seimbangan pada mesin-mesin yang berputar, gaya-gaya yang dihasilkan mesin-torak (*reciprotaring machines*), atau gerak mesin itu sendiri. Eksitasi ini mungkin tidak diinginkan oleh mesin karena dapat mengganggu operasinya atau mengganggu keamanan struktur mesin itu bila terjadi amplitudo getaran yang besar.

Dalam banyak hal resonansi harus dihindari dan untuk mencegah berkembangnya amplitudo yang besar maka seringkali digunakan peredam (*dampers*) dan penyerap (*absorbers*). Pembahasan sifat peredam dan penyerap adalah penting demi penggunaannya yang tepat. Akhirnya, teori instrumen pengukur getaran diberikan sebagai sarana untuk menganalisis getaran.

Eksitasi harmonik sering dihadapi dalam sistem rekayasa (*engineering*) yang biasanya dihasilkan oleh ketidakseimbangan pada mesin - mesin yang berputar. Eksitasi harmonik dapat berbentuk gaya atau simpangan beberapa titik dalam sistem.

Getaran yang terjadi karena rangsangan gaya luar disebut getaran paksa.



Gambar 2.4. Sistem yang teredam karena kekentalan dengan eksitasi harmonik

Persamaan differensialnya adalah

$$m \ddot{x} + c \dot{x} + kx = F_0 \sin \omega t \dots\dots\dots(2.13)$$

Solusi khusus persamaan keadaan tunak (*steady state*) dengan frekwensi ω yang sama dengan frekwensi eksitasi dapat diasumsikan berbentuk :

$$x = X \sin (\omega t - \Phi) \dots\dots\dots(2.14)$$

Dengan x adalah amplitude osilasi dan ϕ adalah perbedaan fase simpangan terhadap gaya eksitasi, sehingga diperoleh :

$$x = \frac{fo}{\sqrt{(k-m\omega^2)^2 + (c\omega)^2}} \dots\dots\dots(2.15)$$

dan

$$\varphi = \tan^{-1} \cdot \frac{c\omega}{k-m\omega^2} \dots\dots\dots(2.16)$$

Dengan membagi pembilang dan penyebut persamaan (2.15) dan (2.16) dengan k, akan

$$\text{diperoleh : } x = \frac{Fo/k}{\sqrt{(1-m\omega^2/k)^2 + (c\omega/k)^2}} \dots\dots\dots(2.17)$$

$$\tan \varphi = \frac{c\omega/k}{1-m\omega/k} \dots\dots\dots(2.18)$$

Persamaan-persamaan selanjutnya dapat dinyatakan dalam besaran-besaran sebagai berikut :

$$\omega_n = \sqrt{k/m} = \text{frekwensi osilasi tanpa redaman.}$$

$$Cc = 2 m \omega_n = \text{redaman kritis.}$$

$$\zeta = C/C_e = \text{factor redaman}$$

$$C\omega/k = C/C_e = C_e \omega/k = 2 \zeta = \frac{\omega}{\omega n}$$

Jadi persamaan amplitudo dan fasa yang non dimensional akan menjadi :

$$\frac{Xk}{Fo} = 1/\sqrt{(1-(\frac{\omega}{\omega n})^2)^2 + (2 \zeta (\frac{\omega}{\omega n}))^2} \dots\dots\dots(2.19)$$

$$\tan \varphi = \frac{2\zeta(\omega/\omega n)}{1-(\omega/\omega n)^2}$$

2.3 Landasan Teori Pengujian Getaran Mesin

2.3.1 Data Domain Waktu (*Time Domain*).

Time domain mengacu pada analisis fungsi matematika, sinyal fisik atau deret waktu data ekonomi atau lingkungan, sehubungan dengan waktu. Dalam domain waktu, nilai sinyal atau

fungsi diketahui untuk semua bilangan real, untuk kasus waktu kontinu, atau pada berbagai instance terpisah dalam kasus waktu diskrit. Osiloskop adalah alat yang biasa digunakan untuk memvisualisasikan sinyal dunia nyata dalam domain waktu. Grafik domain waktu menunjukkan bagaimana sinyal berubah dengan waktu, sedangkan grafik domain frekuensi menunjukkan seberapa banyak sinyal terletak di dalam setiap pita frekuensi yang diberikan pada rentang frekuensi.

Pengolahan data time domain melibatkan data hasil pengukuran objek pemantauan sinyal getaran, tekanan fluida kerja, temperatur fluida kerja maupun aliran fluida kerja. Pada perakteknya pengukuran tekanan dengan menggunakan sensor tekanan tipe *piezoelektrik* memungkinkan mengukur sifat tekanan yang dinamik, Dalam kasus pengukuran temperatur dengan termometer yang konvensional karena karakteristik alat ukurnya, maka tidak dapat dilakukan pengukuran temperatur secara dinamik. Demikian pula halnya dengan pengukuran aliran fluida kerja, sehingga untuk memungkinkan pengukuran objek pemantauan berupa sinyal dinamik, maka diperlukan sensor yang memiliki karakteristik dinamik tertentu.

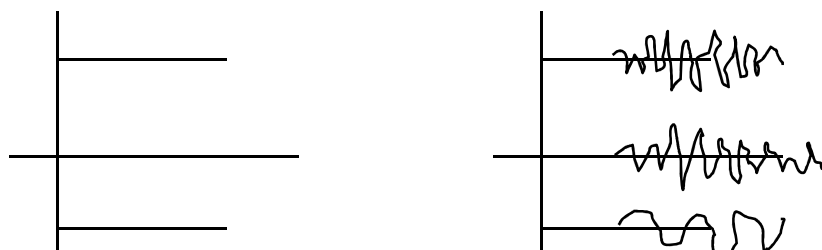
Hasil pengukuran objek pemantauan dalam domain waktu dapat berupa sinyal :

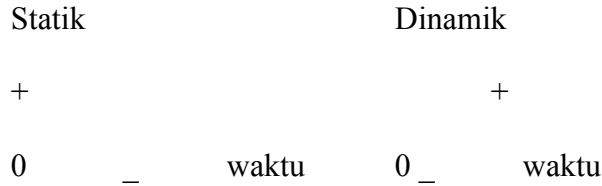
- a. Sinyal statik, yaitu sinyal yang karakteristiknya (misalkan amplitudo, arah kerja) yang tidak berubah terhadap waktu.
- b. Sinyal dinamik, yaitu sinyal yang karakteristiknya berubah terhadap waktu sehingga tidak konstan.

Sinyal dinamik yang sering ditemui dalam perakteknya berasal dari sinyal getaran, baik yang diukur menggunakan accelerometer, vibrometer, maupun sensor simpangan getaran.

A

A





Gambar 2.5 Karakteristik Sinyal Statik

Gambar 2.6 Karakteristik Sinyal Dinamik

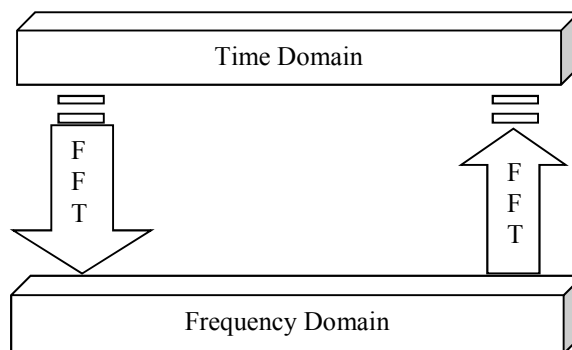
Untuk keperluan pengolahan sinyal getaran dalam *Time Domain*, perlu diperhatikan karakteristik sinyal getaran yang dideteksi oleh masing-masing sensor percepatan, kecepatan dan simpangan getaran (*Displacement*).

2.3.2 Data Domain Frekwensi (*Frekwensi Domain*).

Pengolahan data frekwensi domain umumnya dilakukan dengan tujuan :

1. Untuk memeriksa apakah *amplitudo* suatu *frekwensi domain* dalam batas yang diizinkan adalah standard.
2. Untuk memeriksa apakah amplitudo untuk rentang frekwensi tertentu masih berada dalam batas yang diizinkan.
3. Untuk tujuan keperluan diagnosis.

Dalam prakteknya proses konversi ini dilakukan dengan menggunakan proses *Transformasi Fourier Cepat (Fast Fourier Transformation/ FFT)*.



Gambar 2.7 Hubungan Data Time Domain dengan Frequency Domain.

Data domain waktu merupakan respon total sinyal getaran, sehingga karakteristik masing-masing sinyal getaran tidak terlihat jelas. Dengan bantuan konsep deret *fourier*, maka sinyal getaran ini dapat dipilih-pilih menjadi komponen dalam bentuk sinyal sinus yang frekwensinya merupakan frekwensi-frekwensi dasar dan harmonik.

2.4 Mesin *Refrigeration*

2.4.1 Teori Dan Prinsip Kerja Mesin *Refrigeration*.

Mesin *Refrigeration* adalah mesin pendingin yang banyak dijumpai dalam keperluan rumah tangga maupun dalam dunia industry. Berdasarkan sirklus termodinamikanya Mesin *Refrigeration* dapat dikelompokkan menjadi :

1. **Mesin *refrigeration* Siklus Kompresi Uap (SKU)**
2. Mesin *refrigeration* Siklus Absorpsi (SA)
3. Mesin *refrigeration* Siklus Jet Uap (SJU)
4. Mesin *refrigeration* Siklus Udara (SU)
5. Mesin *refrigeration* Tabung Vorteks (TV)

Dalam hal ini Mesin *Refrigeration* **Siklus Kompresi Uap (SKU)** yang akan dibahas karena Mesin *Refrigeration* jenis ini yang paling banyak digunakan khususnya pada rumah tangga maupun kebutuhan komersil.

2.4.2 Jenis Mesin *Refrigeration* Siklus kompresi Uap.

Siklus tekanan (*kompresi Uap*) merupakan siklus yang terbanyak digunakan dalam siklus pendingin. Pada siklus ini uap ditekan kemudian diembunkan menjadi cairan, lalu tekanan uap tersebut diturunkan agar cairan tersebut dapat kembali menguap. Urutan dari siklus kompresi uap

tersdebut adalah penguapan (*Evaporasi*), Tekanan (*Kompresor*), Pengembunan (*Kondensasi*), dan Ekspansi. Siklus tekanan uap disebut sebagai siklus yang dioperasikan oleh kerja (*Work Operated Cycle*) karena menaikkan tekanan refrigeration dilakukan kompresor yang melakukan kerja.

Siklus ini terdiri dari beberapa komponen :

1. **Kompresor** berfungsi untuk menjaga tekanan tetap rendah pada sisi isap dan menaikkannya pada sisi tekanan.
2. **Kondensor** berfungsi untuk membuang kalor yang diserap dari evaporator & melepaskannya ke lingkungan luar.
3. **Evaporator** berfungsi menyerap kalor dari benda ataupun lingkungan yang akan didinginkan.
4. **Katup Ekspansi** berfungsi menurunkan tekanan dari kondensor.

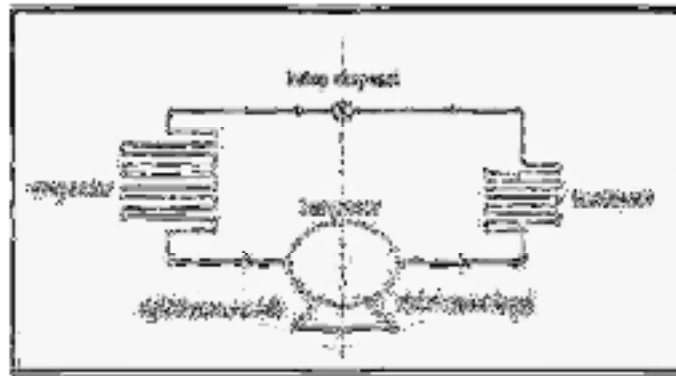
Satu Siklus Kompresi Uap adalah sebagai berikut:

Pemampatan (kompresi) adalah Uap *refrigerant* lewat panas bersuhu dan tekanan rendah yang berasal dari proses penguapan dimampatkan oleh kompresor menjadi uap bersuhu dan bertekanan tinggi agar kemudian mudah diembunkan, uap kembali menjadi cairan didalam kondensor.

Pengembunan (kondensasi) adalah Proses pengembunan adalah proses pengenyahan atau pemindahan panas dari uap *refrigerant* bersuhu dan bertekanan tinggi hasil pemampatan kompresor ke medium pengembun di luar kondensor.

Pemuaiian adalah proses pengaturan kesempatan bagi *refrigerant* cair untuk memuai agar selanjutnya dapat menguap di evaporator.

Penguapan (*evaporasi*) adalah pada proses ini, *refrigerant* cair berada dalam pipa logam evaporator mendidih dan menguap pada suhu tetap, walaupun telah menyerap sejumlah besar panas dari lingkungan sekitarnya yang berupa zat alir dan pangan dalam ruangan tertutup berinsulasi. Panas yang diserap dinamakan “panas laten penguapan”.



Gambar 2.8 Siklus kompresi uap (SKU)

2.5 Mesin Kompresor

2.5.1 Teori Dan Prinsip Kerja Mesin Kompresor.

1. Kompresor.

Kompresor merupakan unit tenaga dalam sistem mesin pendingin. Kompresor berfungsi memompa bahan pendingin keseluruhan bagian kondensator. Kompresor akan memompa gas refrigerant dibawah tekanan dan panas yang tinggi pada sisi tekanan tinggi dari sistem dan menghisap gas bertekanan rendah pada sisi intake (sisi tekanan rendah).

Ada 3 kerja yang dilakukan oleh kompresor yaitu :

- **Fungsi penghisap** : proses ini membuat cairan *refrigerant* dari evaporator dikondensasi dalam temperatur yang rendah ketika tekanan *refrigerant* dinaikkan.

- **Fungsi penekanan** : proses ini membuat gas *refrigerant* dapat ditekan sehingga membuat temperatur dan tekanannya tinggi lalu disalurkan ke kondensor, dan dikabutkan pada temperatur yang tinggi.
- **Fungsi pemompaan** : proses ini dapat dioperasikan secara berlanjutan dengan mensirkulasikan *refrigerant* berdasarkan hisapan dan kompresi.

2.5.2 Jenis Mesin Kompresor.

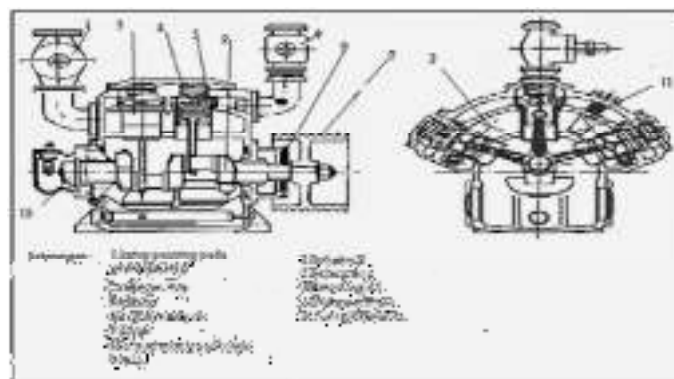
Kompresor merupakan jantung dari suatu sistem *refrigerasi* mekanik, berfungsi untuk menggerakkan sistem *refrigerasi* agar dapat mempertahankan suatu perbedaan tekanan antara sisi tekanan rendah dan sisi tekanan tinggi dari sistem.

Kompresor *refrigerasi* yang paling umum adalah kompresor torak (*reciprocating compressor*), sekrup (*screw*), sentrifugal, sudu (*vane*).

Berdasarkan cara kerjanya kompresor dapat dibedakan menjadi dua, yaitu kompresor torak dan kompresor rotary.

1. Kompresor torak

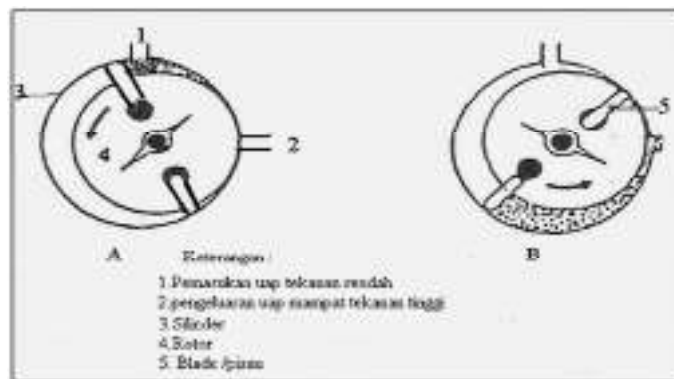
Kompresor torak yaitu kompresor yang kerjanya dipengaruhi oleh gerakan torak yang bergerak menghasilkan satu kali langkah hisap dan satu kali langkah tekan yang berlainan waktu. Kompresor torak lebih banyak digunakan pada unit mesin pendingin berkapasitas besar maupun kecil seperti lemari es, *cold storage*, *collroom*.



Gambar 2.9 Kontruksi kompresor torak silinder ganda

2. Kompresor rotary

Kompresor rotary yaitu kompresor yang kerjanya berdasarkan putaran roller pada rumahnya, prinsip kerjanya adalah satu putaran porosnya akan terjadi langkah hisap dan langkah tekan yang bersamaan waktunya, kompresor rotary terdiri dua macam yaitu kompresor rotary dengan pisau / blade tetap.



Gambar 2.10 Kompresor rotary dengan dua buah blade

Berdasarkan kontruksinya, kompresor terdiri dari :

1. Kompresor tertutup

Kompresor jenis ini banyak digunakan pada unit mesin *refrigerasi* yang kecil. Kompresor tertutup dibedakan dua macam yaitu kompresor hermetik dan kompresor semi hermetik.

➤ Kompresor hermetik

Kompresor yang di bangun dengan tenaga penggeraknya (motor listrik) dalam satu tempat tertutup. Jenis kompresor hermetik yang sering digunakan adalah kompresor hermetik torak pada lemari es dan kompresor hermetik rotary pada air *conditioner*.

➤ Kompresor semi hermetik

Kompresor yang bagian rumah engkolnya dibangun menjadi satu dengan motor listriknya sebagai tenaga penggerak. Pada kompresor ini tidak diperlukan penyekat poros sehingga dapat dicegah terjadinya kebocoran gas *refrigerant*.

2.Kompresor terbuka

Kompresor yang dibangun terpisah dengan motor penggeraknya. Pada kompresor terbuka salah satu porosnya keluar dari kompresor untuk menerima putaran dari tenaga penggeraknya.

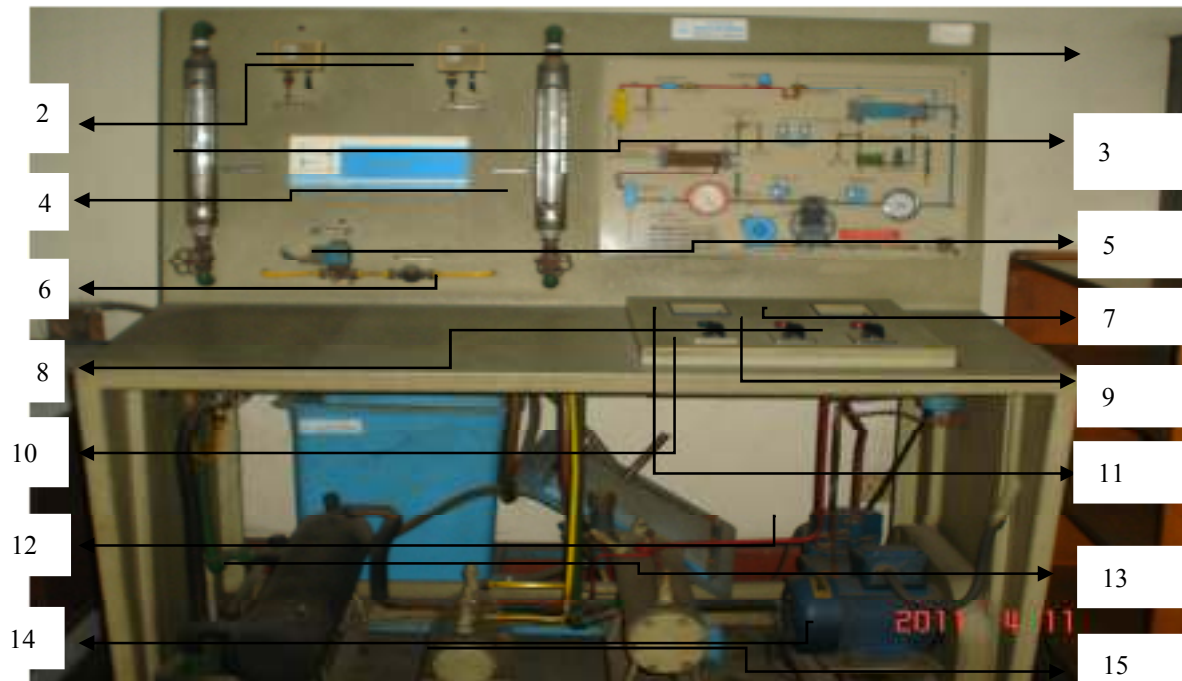
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bahan Peralatan Dan Metode

3.1.1 Bahan

Dalam penelitian ini subjek penelitian adalah berupa Mesin *Refrigeration* seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.1 Mesin *Refrigeration*

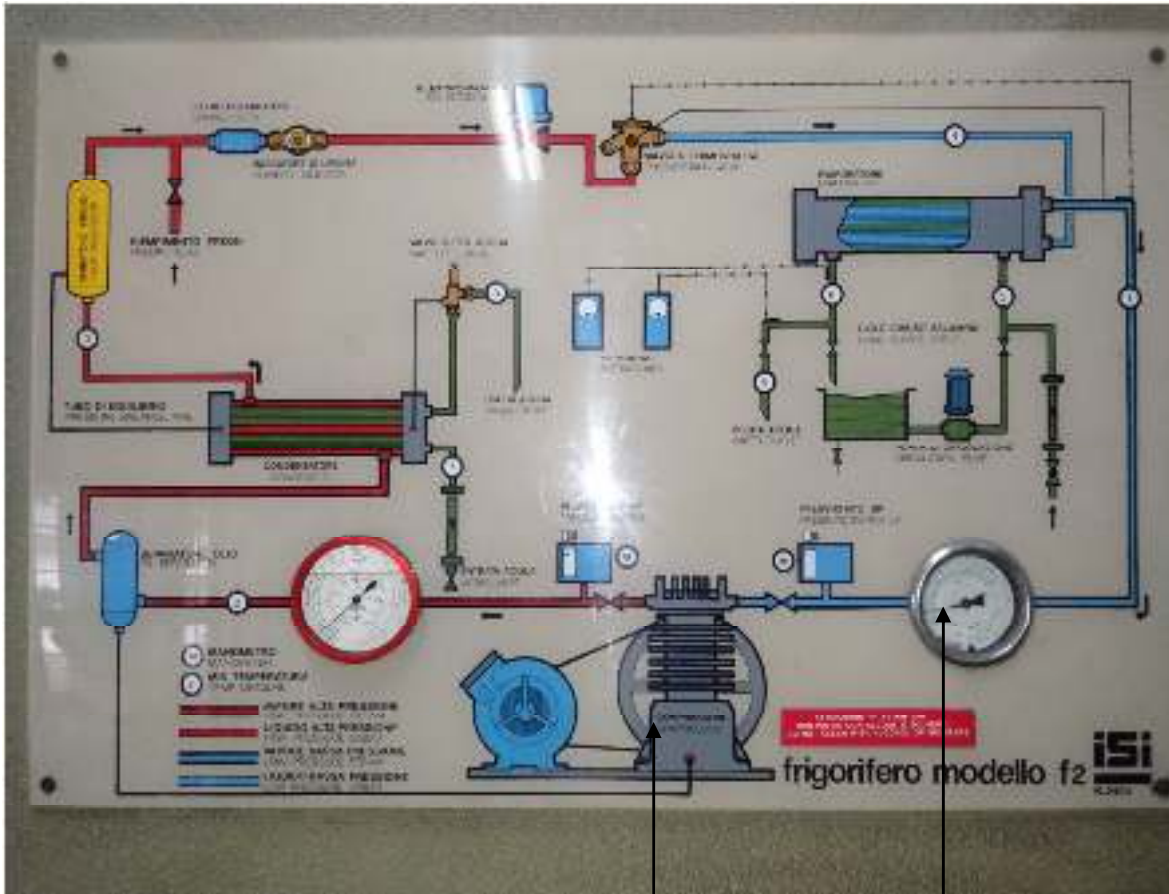
Keterangan Gambar :

1. *High pressure switch* : Alat pendeteksi tekanan tinggi
2. *Low pressure switch* : Alat pendeteksi tekanan rendah
3. *Water to evaporator* : Air masuk evaporator yaitu merupakan jaringan pipa yang berfungsi sebagai penguapan zat cair dari pipa kondensor masuk ke evaporator lalu berubah menjadi gas dingin karena mengalami penguapan
4. *Water to condenser* : Air masuk kondensor yaitu proses pendingin menggunakan dxcoil
5. *Solenoid valve* : Suatu control yang berfungsi membuka/menutup katup valve
6. *Maisture indicator* : Lampu indikator
7. *Absorbed current* : Alat pemantau
8. *Solenoid valve* : Alat-alat membuka kran valve secara otomatis

9. *Switch compresor* : Suatu control yang berfungsi untuk menghidupkan/mematikan kompresor
10. *Master switch* : Alat untuk mengatur tersambungny arus listrik
11. *Mains voltage* : Alat pengatur tegangan
12. *Compressor* : Mesin atau alat mekanik yang berguna untuk meningkatkan tekanan
13. *Evaporator* : Alat ini digunakan untuk mengubah keseluruhan alat sebagai pelarut berbentuk cairan menjadi uap
14. *Dinamo* : Merupakan alat induksi elektromagnetik digunakan untuk mengubah energi kinetik menjadi energi listrik
15. *Freon receiver* : Untuk menyerap air yang tergantung pada refrigerant.

Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Prestasi Mesin UHN. Metode penelitian yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penetapan Tujuan dan Batasan Masalah
2. Pemeriksaan sistem operasi dan analisa Mesin *refrigeration* secara keseluruhan
3. Pengujian dengan menggunakan vibrometer
4. Pengumpulan data
5. Pengolahan dan Analisa Data
6. Kesimpulan dan Hasil.



Mesin kompresorPengambilan

Data,dengan

tekanan:1,2,3 kg/cm².

Gambar 3.2 Sketsa Pengambilan Data

3.1.2 Daerah Pengukuran

1. Kompresor.

Kompresor merupakan unit tenaga dalam sistem mesin pendingin. Kompresor berfungsi memompa bahan pendingin keseluruhan bagian condensor. Kompresorakan memompa gas refrigerant dibawah tekanan dan panas yang tinggi pada sisi tekanan tinggi dari sistem dan menghisap gas bertekanan rendah pada sisi intake (sisi tekanan rendah).



Gambar 3.3 Kompresor.

2. Landasan.

Landasan atau Bantalan merupakan tempat atau dudukan kompresor.



Gambar 3.4 Landasan.

3.1.3 Daerah titik pengukuran di kompresor pada arah Horizontal, Vertikal dan Longitudinal.

1. Pengukuran pada arah horinzontal.

Pengukuran yang dilakukan dengan menempatkan jarum sensor kepada kompresor secara horinzontal atau berada disamping kiri/kanan pada unit kompresor.



Gambar 3.5 Titik pengukuran secara Horizontal.

2. Pengukuran pada arah vertikal

Pengukuran yang dilakukan dengan menempatkan jarum sensor kepada kompresor secara vertikal atau di kepala atau atas pada unit kompresor.



Gambar 3.6 Titik pengukuran secara Vertikal.

3. Pengukuran pada arah Longitudinal.

Pengukuran yang dilakukan dengan menempatkan jarum sensor kepada kompresor secara longitudinal atau ditempat pada posisi depan pada unit kompresor.



Gambar 3.7 Titik pengukuran secara Longitudinal.

3.1.4 Daerah titik pengukuran di landasan pada arah Horizontal, Vertikal dan Longitudinal.

1. Pengukuran pada arah horinzontal.

Pengukuran yang dilakukan dengan menempatkan jarum sensor kepada landasan/bantalan secara horinzontal atau berada disamping kiri/kanan landasan.



Gambar 3.8 Titik pengukuran secara Horizontal.

2. Pengukuran pada arah vertikal.

Pengukuran yang dilakukan dengan menempatkan jarum sensor kepada landasan/bantalan secara vertikal atau di kepala atau atas pada unit landasan.



3. Pengukuran

Gambar 3.9 Titik pengukuran secara Vertikal.

Pengukuran yang dilakukan dengan menempatkan jarum sensor kepada landasan/bantalan secara longitudinal atau ditempatkan pada posisi depan pada unit landasan.



Gambar 3.10 Titik pengukuran secara Longitudinal.

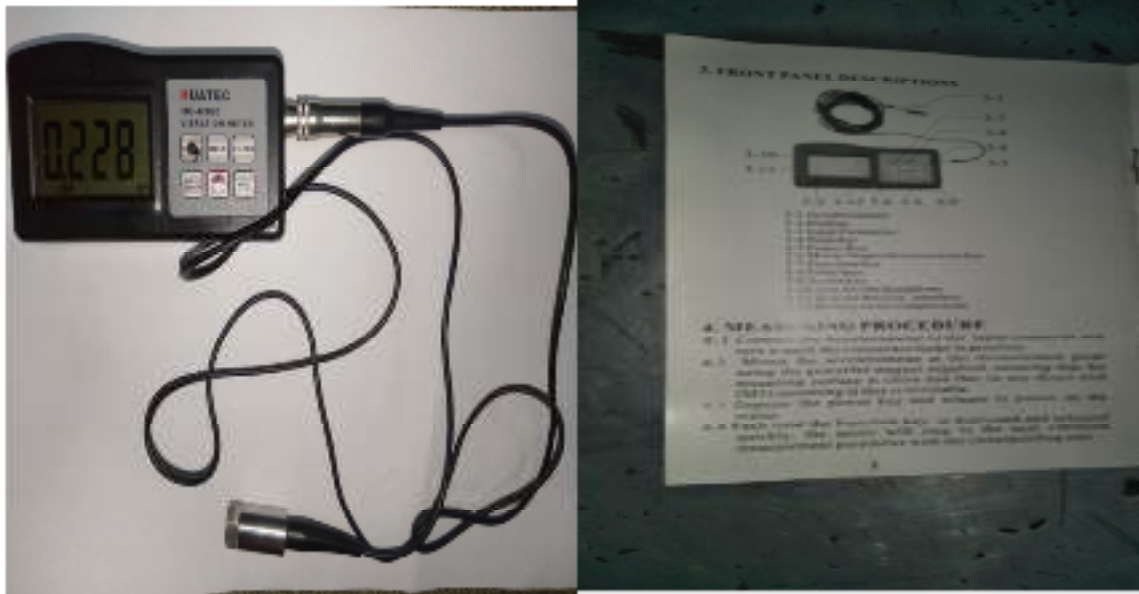
3.1.5 Peralatan Dan Metode

1. Vibrometer

Vibration meter adalah alat uji atau instrument yang berfungsi untuk mengukur getaran sebuah benda, misalnya motor, pompa, kompresor atau benda lainnya terutama dalam dunia industri. Cara kerja benda ini adalah dengan menempelkan vibration sensor atau magnetic basenya ke benda/mesin yang akan di ukur, lalu *magnetic base* mengirimkan data melalui kabel ke unit pembaca. Dengan demikian vibration meter menunjukkan nilai kuatnya getaran pada benda atau mesin yang di ukur, sehingga bisa menentukan tindakan penyetelan atau kah sudah masuk ambang batas yang di ditentukan.

Dengan melakukan kontrol dan analisa getaran secara berkala, maka sesuatu yang tidak normal pada mesin dapat dideteksi sebelum kerusakan besar terjadi. Dengan pengukuran vibration meter ini, para pelaku industri juga dapat mencegah para pekerjanya mendapat bahaya getaran yang tinggi.

Untuk melakukan pengukuran terhadap tingkat vibrasi yang terjadi pada Mesin refrigeration digunakan instrumen pengukur sinyal vibrasi, yaitu *vibrometer digital Handheld 908B*. Setting instrumen pengukur vibrasi ini dilakukan pada saat akan melakukan pengukuran sinyal vibrasi.



Gambar 3.11 Vibrometer Handheld Vibrometer dan keterangannya.

Vibration meter juga dapat diartikan sebagai sebuah perangkat atau alat yang untuk mengukur gerakan bolak-balik dari komponen mekanik dari suatu mesin sebagai reaksi dari adanya gaya dalam (gaya yang dihasilkan oleh mesin tersebut) maupun gaya luar (gaya yang bersal dari luar atau sekitar mesin).

Adapun yang menjadi dasar dalam pengukuran di lihat dari parameternya dalam melakukan pengukuran atau vibration testing yaitu:

- *Displacement*
- *Velocity*
- *Acceleration*

Spesifikasi *vibrometer Handheld 908B* adalah sebagai berikut :

Spesifikasi :

- *Amplitude Ranges*

Displacement 0,1 – 1999 μ m (or 200 mil) peak-peak

Velocity 0,1 – 199.9 mm/dtk (or 20 in/s) true RMS

Acceleration 0,1 – 199.9 mm/dtk² (or 20 g) peak

- *Overall Accuracy* ± 5 %
- *Temperature range* 0 – 40 °C
- *Frequency Response*

Displacement 10 – 500 HZ

Velocity 10 – 1000 HZ

Acceleration 10 – 1000 HZ (*Inner acceleration 908 B*)

10 – 10000 HZ (*Depending on external accelerometer*)

* *Battery* 9V 6F22. 25 hours of continuous operation

* *Dimensions* 13 x 6 x 2,3 cm ; *Weight* : 200 g

3.2 Variabel Yang Diamati

Berikut adalah sampel titik pengukuran 3 arah pengambilan data yaitu Arah Horizontal, Vertikal dan Longitudinal berdasarkan time domain Pada kompresor dan Landasan pada acceleration, displacement dan velocity, dengan menghasilkan bentuk angka digital percobaan pada vibrometer untuk kompresor padahal 34, tabel 4.1 dan untuk landasan pada hal 54, tabel 4.7.

1. *Acceleration* atau percepatan dari dua titik dan tiga arah pengukuran.

1. Kompresor.

2. Landasan.



- Pengukuran *Accelaration* di kompresor.* Pengukuran *Accelaration* di landasan.

Gambar 3.12 Pengukuran *Accelaration* atau percepatan dari dua titik dan tiga arah pengukuran.

2. *Displacement* atau simpangan dari dua titik dan tiga arah pengukuran.



- Pengukuran *Displacement* di kompresor. * Pengukuran *Displacement* di landasan.

Gambar 3.13 Pengukuran *Displacement* atau simpangan dari dua titik dan tiga arah pengukuran.

3. *Velocity* atau kecepatan dari dua titik dan tiga arah pengukuran.



* Pengukuran *Velocity* di kompresor. * Pengukuran *Velocity* di landasan.

Gambar 3.14 Pengukuran *Velocity* atau kecepatan dari dua titik dan tiga arah pengukuran.

3.3 Teknik Pengukuran, Pengolahan Dan Analisa Data

3.3.1 Teknik Pengukuran.

Penyelidikan sinyal vibrasi yang timbul akibat perubahan tekanan dikompresor dengan titik pengukuran searah sumbu *horizontal, vertikal dan longitudinal*. Pengukuran dilakukan pada titik yang telah ditentukan dengan pengambilan data berdasarkan *time domain*.

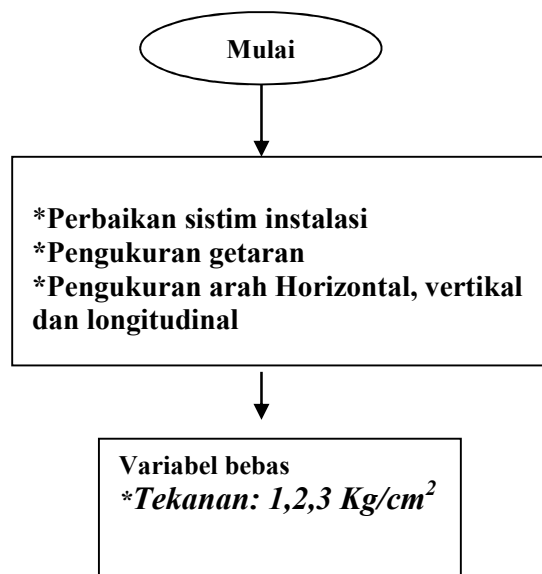
3.3.2 Pengolahan Dan Analisa Data.

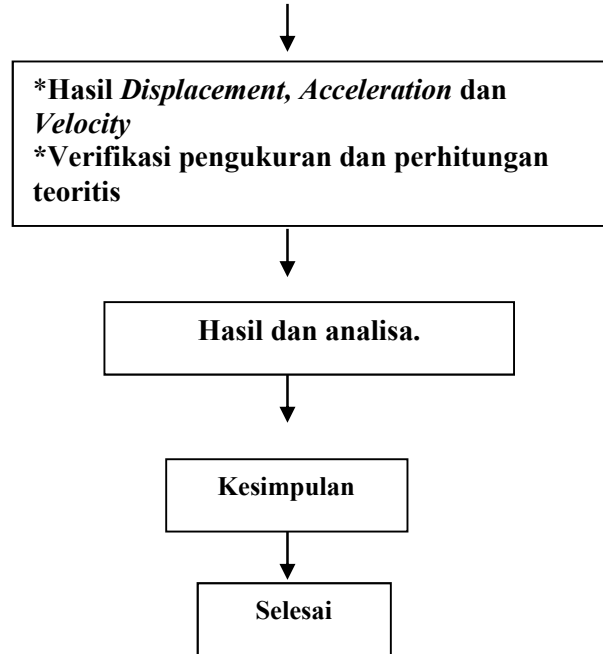
Vibrasi yang terjadi pada Mesin *Refrigeration* dengan variasi data yang diperoleh akibat perubahan tekanan dan dianalisa serta dibahas untuk memperoleh perilaku vibrasinya.

3.4 Kerangka konsep

Secara garis besarnya, metode penelitian ini dapat digambarkan seperti pada diagram alir berikut :

DIAGRAM ALIR METODOLOGI PENELITIAN





Gambar 3.15. Pelaksanaan Penelitian