

BAB 1

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 masih layak berfungsi secara ideal tanpa mengalami perubahan yang cukup signifikan.

Mesin Refrigeration yang terdapat pada laboratorium prestasi Mesin Universitas HKBP Nommensen 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 pengoperasian, mesin refrigeration yang tidak seimbang. Kebutuhan mesin pendingin yang akhir-akhir ini meningkat di negara kita telah 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 di ataslah maka dipandang perlu kiranya dilakukan suatu penelitian Analisa Getaran untuk mesin pendingin terhadap besarnya kapasitas aliran air masuk kondensor berdasarkan time domain untuk arah longitudinal, vertikal, dan horizontal berdasarkan time domain.

1.2 Rumusan Masalah

Walaupun 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 buaatannya. 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				
1.8	0.07	Satisfactory	Satisfactory	Satisfactory	Satisfactory
2.8	0.11	Unsatisfactory	Unsatisfactory		
4.5	0.18	Unsatisfactory	Unsatisfactory	Unsatisfactory	
7.1	0.28			Unsatisfactory	
11.2	0.44	Unacceptable	Unacceptable	Unacceptable	Unsatisfactory
18	0.71			Unacceptable	Unsatisfactory
28	1.10			Unacceptable	Unacceptable
45	1.77			Unacceptable	Unacceptable

Gambar 1.1 Standart ISO IS 2372 untuk getaran.

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

➤ **Keterangan ukuran :**

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

➤ **Keterangan warna :**

1. Berwarna hijau, getaran dari mesin sangat baik dan dibawah getaran yang diijinkan.
2. Berwarna kuning ,getaran dari mesin baik dan dapat dioperasikan tanpa larangan.

3. Berwarna coklat getaran dari mesin dalam batas toleransi dan hanya dioperasikan dalam waktu terbatas.
4. Berwarna merah, getaran dari mesin dalam batas berbahaya dan dapat terjadi kerusakan sewaktu-waktu

1.3 Batasan Masalah

1. Pengukuran vibrasi pada Mesin Refrigeration pada posisi landasan dan kompresor pada arah *longitudinal, vertikal dan horizontal berdasarkan time domain*.
2. Pemeriksaan sistem operasi Mesin Refrigeration secara keseluruhan.
3. Pengukuran respon getaran mesin refrigeration untuk aliran air masuk condenser, dengan kapasitas 200mm³/detik, 400mm³/detik dan 600mm³/detik.

1.4 Tujuan penelitian

Dari rumusan masalah diatas dapat ditentukan tujuan dari penelitian ini seperti diuraikan berikut ini:

1. Untuk mendapatkan Analisa getaran untuk mesin pendingin terhadap besarnya kapasitas Aliran air masuk kondensor berdasarkan time domain untuk arah longitudinal, vertikal, dan horizontal.
2. Mendapatkan besarnya vibrasi mesin refrigeration berupa data Simpangan, Kecepatan, Percepatan, pada posisi landasan dan kompresor.

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 dilaboratorium 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 Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Prestasi Mesin Universitas HKBP Nommensen Medan.

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 frekwensi 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 frekwensi 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 (inherent) 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 kecepatan sudut garis OP sebesar ω , maka perpindahan simpangan x dapat dituliskan sebagai :

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

Oleh karena gerak berulang dalam 2π radian, maka didapat

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

Dengan menggunakan notasi titik untuk turunannya, maka didapat :

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

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

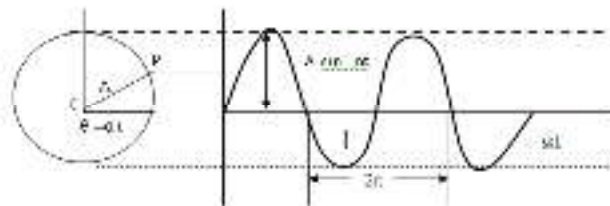
Dengan keterangan :

A = Amplitudo

τ = adalah priode

ω = Kecepatan sudut

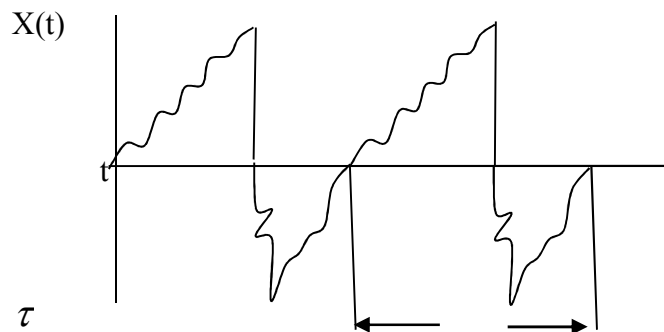
t = Waktu



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.

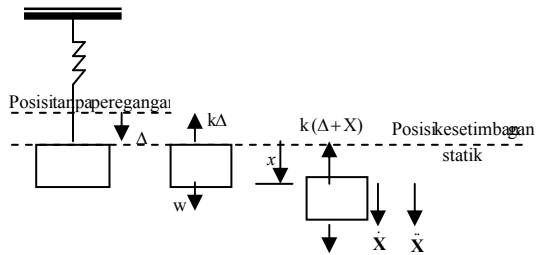
Pada getaran biasanya beberapa frekwensi yang berbeda ada secara bersama-sama. Sebagai contoh, getaran dawai biola terdiri dari frekwensi dasar f dan semua harmoniknya $2f, 3f$ dan seterusnya. Contoh lain adalah getaran bebas sistem dengan banyak derajat kebebasan, dimana getaran pada tiap frekwensi 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 sistem, 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

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

dan frekwensi natural adalah :

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

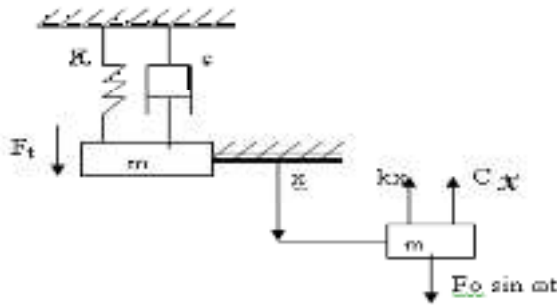
2.2 Getaran Paksa (Forced Vibration)

Bila sebuah sistem dipengaruhi oleh eksitasi harmonik paksa, maka respons getarannya akan berlangsung 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 ketidak seimbangan 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:

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

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

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

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

$$x = \frac{f_0}{\sqrt{(k - m \omega^2)^2 + (c \omega)^2}} \quad \dots\dots\dots(2.15)$$

dan

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

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

$$x = \frac{Fo/k}{\sqrt{(1-mw^2/k)^2 + (cw/k)^2}} \dots\dots\dots(2.17)$$

$$\tan \varphi = \frac{cw/k}{1-mw/k} \dots\dots\dots (2.18)$$

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

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

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

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

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

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.

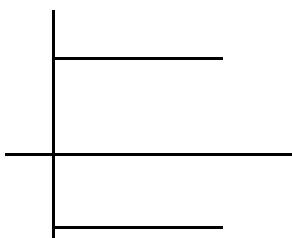
Pengolahan data time domain melibatkan data hasil pengukuran objek pemantauan sinyal getaran, tekanan fluida kerja, temperatur fluida kerja maupun aliran fluida kerja. Pada prakteknya pengukuran tekanan dengan menggunakan sensor tekanan tipe *piezoelektrik* memungkinkan mengukur sifat tekanan yang dinamik, 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 :

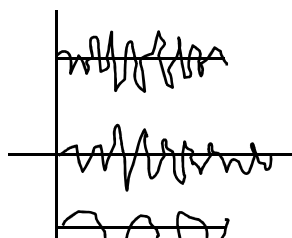
- a. Sinyal statik, yaitu sinyal yang karakteristiknya (misalkan amplitudo, arah kerja) yang tidak berubah terhadap waktu.
- b. Sinyal dinamik, yaitu sinyal yang karakteristiknya berubah terhadap waktu sehingga tidak konstan.

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

A



A



Statik

+

0 _ waktu

Dinamik

+

0 _ waktu

Gambar 2.5 Karakteristik Sinyal Statik

Gambar 2.6 Karakteristik Sinyal Dinamik

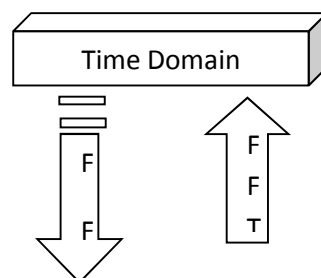
Untuk keperluan pengolahan sinyal getaran dalam *Time Domain*, perlu diperhatikan karakteristik sinyal getaran yang dideteksi oleh masing – masing sensor *percepatan*, *kecepatan* dan simpangan getaran (*Displacement*).

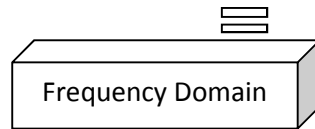
2.3.2. Data Domain Frekwensi (Frekwensi Domain)

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

2.4.3 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 penyaluran 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”.

2.5 Mesin Kompresor

2.5.1 Teori Dan Prinsip Kerja Mesin Kompresor.

Kompresor merupakan unit tenaga dalam sistem mesin pendingin. Kompresor berfungsi memompa bahan pendingin keseluruh bagian condensor. 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.

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.

Berdasarkan konstruksinya, kompresor terdiri dari :

➤ 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.

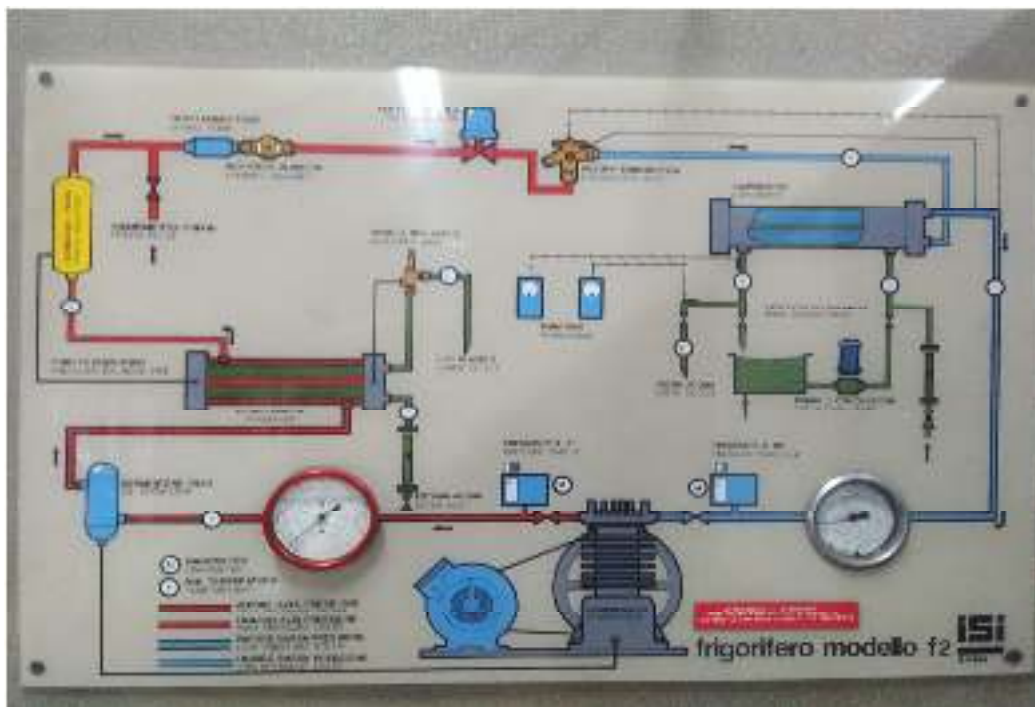
➤ Kompresor semi hermetik

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.

3.Kompresor terbuka

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

Siklus Mesin refrigeration ini terdiri dari beberapa komponen :



Gambar 2.8 Siklus Mesin refrigeration

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

BAB III

METODE PENELITIAN

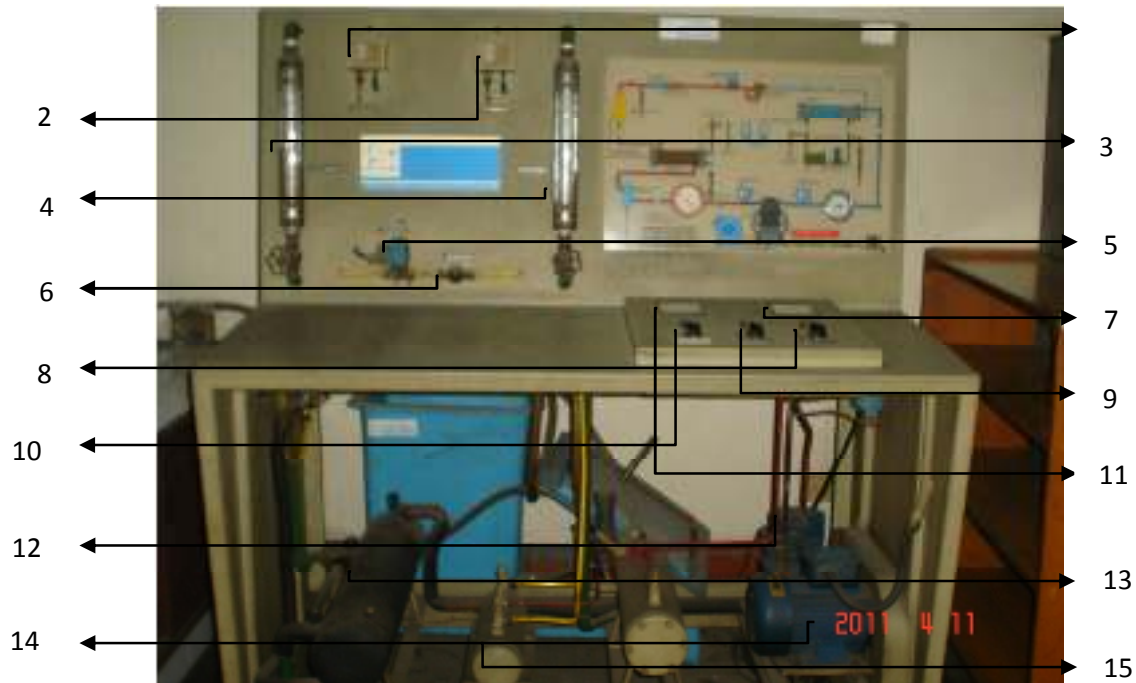
3.1. Tempat Dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Prestasi Mesin Universitas HKBP Nommensen Medan, Pada bulan Mei sampai Agustus 2019.

3.2. Bahan Peralatan Dan Metode

3.2.1. 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. Selenoid valve : Suatu control yang berfungsi membuka/menutup katup valve
6. Maisture indicator : Lampu indikator
7. Absorbed current : Alat pemantau

8. Selenoid valve : Alat-alat membuka kran valve secara otomatis
9. Switch Compressor : Suatu control yang berfungsi untuk menghidupkan mematikan kompresor
10. Master Switch : Alat untuk mengatur tersambungnyanya 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 terganytung pada refrigeran

Penelitian ini akan dilaksanakan di laboratorium Prestasi MesinUHN. 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

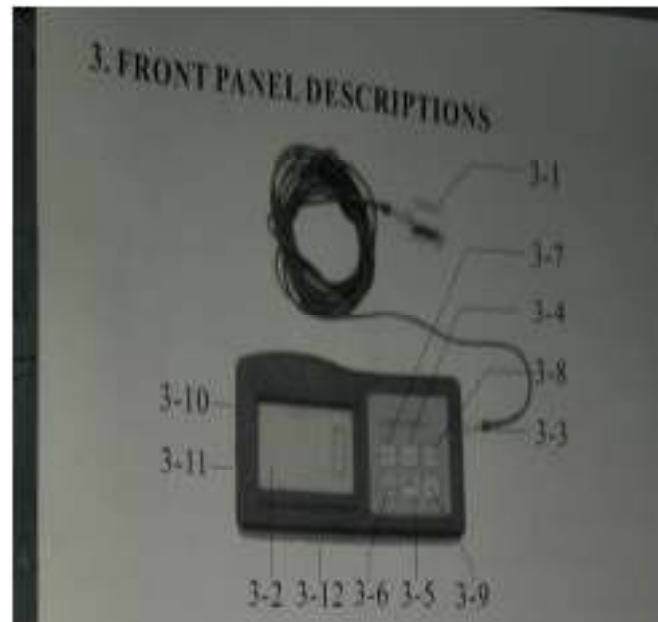
3.2.2. Peralatan Dan Metode

1. Vibrometer

Vibrometer 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 atau pengujian dapat dilakukan dengan menempelkan vibration sensor atau magnetic basenya ke benda atau mesin yang akan di ukur, sehingga bisa menentukan tindakan penyetelan atau kah sudah masuk ambang batas yang ditentukan.

Dengan melakukan control dan analisa getaran secara berkala, maka sesuatu yang tidak normal pada mesin dapat di deteksi sebelum kerusakan besar terjadi. Dengan pengukuran vibration, para pelaku industry 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 3.2 Vibrometer Handheld dan keterangannya

Spesifikasi *vibrometer Handheld 908B* adalah sebagai berikut :

Spesifikasi :

Keterangan gambar

2.5. Acceleromotor.

2.6. Display.

2.7. Input connector.

2.8. Held key.

2.9. Power key.

2.10. Metric imperial conversion key.

2.11. Function key.

2.12. Filter key.

2.13. Sound.

3.10. Jack for the headphone.

3.11. Jack for RS 232C interface.

3.12. Battery compartment.

- Amplitude Ranges

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

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

Acceleration 0,1 – 199.9 m/s^2 (or 20 g) peak

- Overall Accuracy \pm 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

3.3.Teknik Pengukuran

Untuk melakukan pengukuran vibrasi pada mesin refrigeration dilakukan pada dua posisi yaitu:

- ❖ Pada Posisi Landasan

Landasan atau bantalan merupakan tempat atau dudukan kompresor



Gambar 3.3 Landasan

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

➤ Pengukuran pada arah horinzontal

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



Gambar 3.4 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.



Gambar 3.5 Titik pengukuran secara Vertikal.

3. Pengukuran pada arah longitudinal.

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



Gambar 3.6 Titik pengukuran secara Longitudinal.

❖ Pada Posisi Kompresor

Kompresor adalah unit tenaga dalam sistem mesin pendingin, kompresor berfungsi untuk memompa bahan pendingin keseluruh bagian kondensor. Kompresor akan memompa gas

refrigerant dibawah dibawah tekanan dan panas yang tinggi pada sisi tekanan tinggi dari sistem dan menghisap gas bertekanan rendah pada sisi intake (sisi tekanan rendah).



Gambar 3.7 kompresor

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

1. Pengukuran pada arah horinzontal.

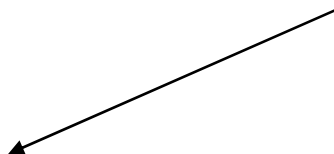
Pengukuran yang dilakukan dengan menempatkan jarum sensor kepada kompresor secara horinzontal atau berada disamping kiri/kanan pada unit kompresor.



Gambar 3.8 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 3.9 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 3.10 Titik pengukuran secara Longitudinal.

3.4.Variabel Yang Diamati

3.4.1 Displacement atau simpangan dari dua titik dan tiga arah pengukuran.



Pengukuran Displacement di landasan. Pengukuran Displacement di kompresor.

Gambar 3.11 Pengukuran Displacement atau simpangan dari dua titik dan tiga arah pengukuran.

3.4.2 Velocity atau kecepatan dari dua titik dan tiga arah pengukuran.



Pengukuran Velocity di landasan. Pengukuran Velocity di kompresor.

Gambar 3.12 Pengukuran Velocity atau kecepatan dari dua titik dan tiga arah pengukuran.

3.4.3 Acceleration atau percepatan dari dua titik dan tiga arah pengukuran.



Pengukuran Acceleration di landasan.

Pengukuran Acceleration di kompresor.

Gambar 3.13 Pengukuran Acceleration atau percepatan dari dua titik dan tiga arah pengukuran.

3.5. Teknik Pengukuran, Pengolahan Dan Analisa Data

3.5.1. Teknik Pengukuran

Penyelidikan sinyal vibrasi yang timbul akibat perubahan kapasitas aliran air masuk kondensor dengan titik pengukuran searah sumbu longitudinal, vertical, dan horizontal. Pengukuran dilakukan pada dua posisi yang telah ditentukan dengan pengambilan data berdasarkan time domain.

Pengukuran ketiga arah tadi dikarenakan sistem pengujian diasumsikan mempunyai 3 derajat kebebasan.

3.5.2. Pengolahan Dan Analisa Data

Vibrasi yang terjadi pada Mesin refrigeration dengan variasi data yang diperoleh akibat perubahan kapasitas aliran air masuk kondensor dan dianalisa serta dibahas untuk memperoleh perilaku vibrasinya.

3.6. Kerangka konsep

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

DIAGRAM ALIR METODOLOGI PENELITIAN

