

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Getaran adalah salah satu metode sistem yang dipergunakan untuk mengetahui apakah suatu alat masih layak berfungsi secara ideal tanpa mengalami perubahan yang cukup signifikan. Mesin Turbin Pelton yang terdapat pada laboratorium prestasi Mesin Universitas HKBP Nommensen yang telah banyak mengalami perubahan kondisi baik putaran pada impeller maupun energi mekanis yang dihasilkan dan dipergunakan untuk memutar rotor pada electromotor listrik yang dapat menghasilkan energi listrik. Besarnya kapasitas air yang dihasilkan dari pompa sentrifugal maupun getaran yang ditimbulkan oleh elektromotor sebagai motor penggerak sangat mempengaruhi proses bekerjanya Mesin Turbin Pelton ini. Walaupun banyak terdapat kelebihan dan kehandalan dari Mesin Turbin Pelton ini tetapi masih sering dijumpai kegagalan pengoperasian yang terjadi yang disebabkan oleh kurang baiknya suplai air yang dihasilkan pompa, kesalahan waktu pembukaan katup nozzle serta jumlah kapasitas air yang diatur baik yang masuk maupun yang keluar dari proses pengoperasian, Mesin Turbin Pelton yang tidak seimbang.

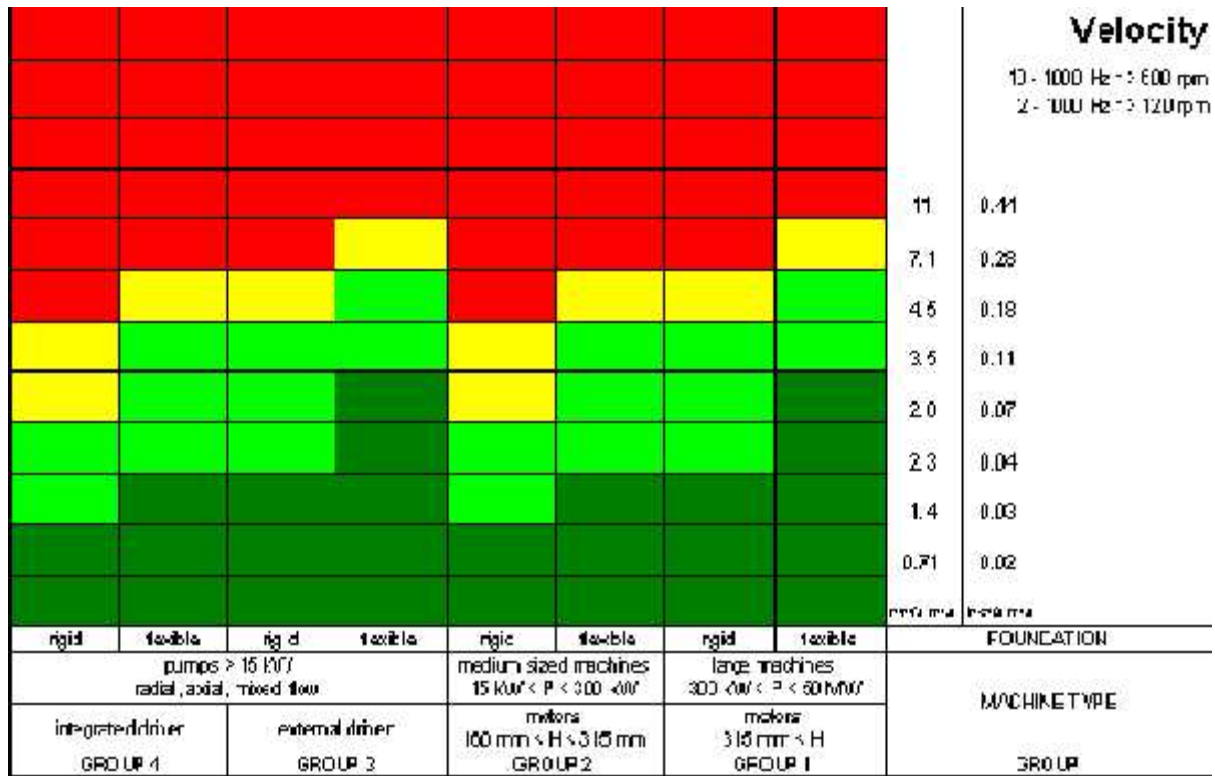
Untuk itu diperlukan penelitian yang lebih untuk melihat apakah alat impeller yang terdapat pada Mesin Turbin Pelton tersebut masih layak dipergunakan sebagai bahan percobaan mahasiswa baik dari segi pengoperasian dan hasil akhir dari proses baik ditinjau dari getaran yang ditimbulkan dimana getaran itu dapat menjadi indikator kinerja dari Mesin Turbin Pelton tersebut. Beberapa gejala kegagalan pada Mesin Turbin Pelton jika ditinjau dari perputaran

impeller tersebut dapat dirasakan dari beberapa analisa seperti analisa vibrasi, serta analisa keausan peralatan.

Dari latar belakang keadaan di atas maka dipandang perlu kiranya perlu dilakukan suatu penelitian Analisa Pengaruh Putaran Mesin Untuk Turbin Pelton Terhadap Karakteristik Getaran Berdasarkan Time Domain.

1.2 Perumusan Masalah

Walaupun penggunaan Mesin Turbin Pelton semakin maju namun sampai saat ini sangat sulit untuk mencari standard vibrasi untuk Mesin Turbin Pelton bahkan pabrik pembuat Mesin Turbin Pelton tidak memberikan standard vibrasi dari Mesin Turbin Pelton buatannya. Sehingga Standart ISO 10816-3 untuk standart getaran dapat dijadikan sebagai acuan dapat dilihat pada Gambar 1.1



Gambar 1.1 Standart ISO 10816-3 untuk getaran. (Dynaseq,2006]

Dari Gambar 1.1 dapat dilihat bahwa sesuai standart ISO 10816-3 untuk getaran dikategorikan kepada 4 zona yaitu :

1. Zona A berwarna hijau, getaran dari mesin sangat baik dan dibawah getaran yang diijinkan.
2. Zona B berwarna hijau muda, getaran dari mesin baik dan dapat dioperasikan tanpa larangan.
3. Zona C berwarna kuning, getaran dari mesin dalam batas toleransi dan hanya dioperasikan dalam waktu terbatas.
4. Zona D berwarna merah, getaran dari mesin dalam batas berbahaya dan dapat terjadi kerusakan sewaktu-waktu.

Adapun cakupan penelitian yang penulis lakukan meliputi :

1. Pengukuran vibrasi pada Mesin Turbin Pelton pada daerah horizontal, vertikal dan longitudinal berdasarkan time domain
2. Pemasangan alat tachometer pada sumbu poros turbin
3. Pemasangan alat vibrometer digital pada landasan dan Elektromotor pada Mesin Turbin Pelton

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Pengukuran putaran pada 700, 800, 900 dan 1000 rpm.
2. Mengukur getaran pada tiga arah pengukuran yaitu arah vertikal, longitudinal dan horizontal.
3. Mengukur getaran pada elektromotor dan landasan turbin.
4. Pengukuran dengan interval waktu 15 detik dengan tegangan 40 voltmeter dan kuat arus 1,5 ampere.

1.4 Tujuan penelitian.

1.4.1. Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kolerasi Analisa Pengaruh Putaran Mesin Turbin Pelton Terhadap Karakteristik Getaran Berdasarkan Time Domain.

1.4.2. Tujuan Khusus

1. Mendapatkan besarnya vibrasi Mesin Turbin Pelton berupa data :
 - a. Simpangan
 - b. Kecepatan
 - c. Percepatan

2. Verifikasi hasil eksperimen dan teoritis
3. Mendapatkan time domain natural sistem (teoritis).

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini merupakan suatu upaya nyata dari pihak perguruan tinggi dalam memberikan informasi kepada dunia industri tentang Mesin Turbin Pelton

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi tentang pengujian getaran pada Mesin Turbin Peltonserta memberikan informasi kepada dunia industri yang menggunakan pemanfaatan Mesin Turbin Pelton sebagai indikator perawatan atau maintenance.
2. Memberikan masukan kepada pembuat Mesin Turbin Peltonuntuk memberikan data vibrasi dari Mesin Turbin Peltonyang diproduksi sebagai acuan perawatan .
3. Untuk mengetahui masih layakkah alat Mesin Turbin Pelton dipergunakan sebagai alat percobaan dilaboratorium Prestasi Mesin.
4. Memberikan informasi mengenai pengujian getaran pada Mesin Turbin Pelton kepada mahasiswa melalui alat vibrometer serta pemanfaatan Mesin Turbin Pelton sebagai indikator maintenance

1.6 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2018 sampai Desember 2018. Penelitian Turbin Pelton dilakukan di LaboratoriumPrestasi MesinUniversitas HKBP Nommensen Medan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Getaran Bebas (Free Vibration)

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 :

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

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

adalah priode dimana gerak diulang pada $t =$.

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 :

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

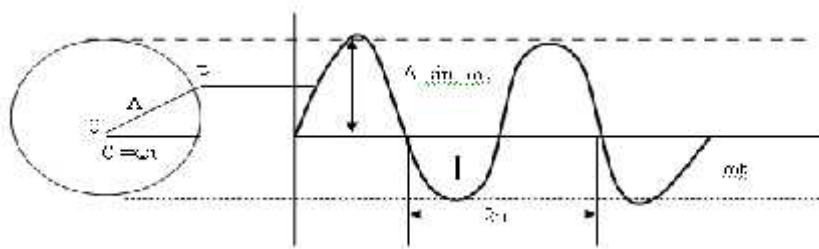
Oleh karena gerak berulang dalam 2π radian, maka didapat

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

Dengan menggunakan notasi titik untuk turunannya, maka didapat :

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

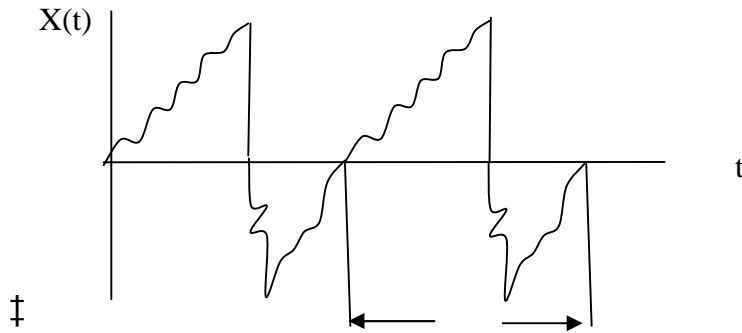
$$\dot{x} = -\omega A \sin \omega t = \omega^2 A \sin (\omega t + \pi/2) \dots\dots\dots (2.5)$$



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

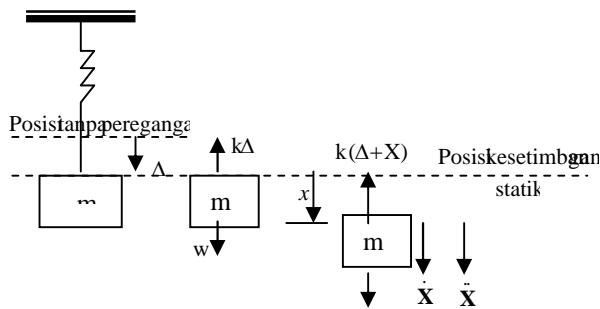
Sistem yang bergetar bebas akan bergetar pada satu atau lebih frekwensi naturalnya yang merupakan sifat dinamika yang dibentuk oleh distribusi massa dan kekakuannya.

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 .

Berkaitan dengan latar belakang diatas, penelitian ini mengkaji tentang analisa merupakan sifat dinamika yang dibentuk oleh distribusi massa dan kekakuannya.



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 dan gaya pegas adalah k yang sama dengan gaya gravitasi yang bekerja pada massa m .

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

Hukum Newton II untuk gerak pada massa m :

$$m \ddot{x} = F = w - k(x + x_0) \quad \dots\dots\dots(2.7)$$

Dan karena $k x_0 = w$, maka diperoleh :

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

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

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

Sehingga persamaan umum persamaan differensial linier orde kedua yang homogen :

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

Periode natural osilasi dibentuk dari

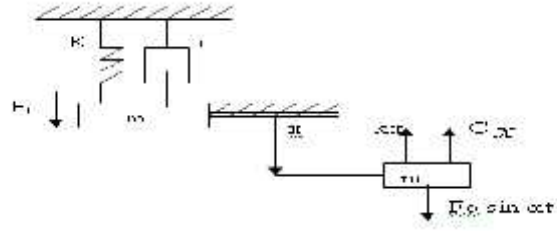
$$\omega_n = 2\pi / T \quad \text{atau} \quad T = 2\pi \sqrt{m/k} \quad \dots\dots\dots (2.11)$$

dan frekwensi natural adalah :

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

2.2 Getaran Paksa (Forced Vibration)

Eksitasi harmonik sering dihadapi dalam sistem rekayasa 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 harmonic

Persamaan differensialnya adalah

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

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

$$x = X \sin (\check{S} t - \Phi) \quad \dots\dots\dots (2.14)$$

Dengan x adalah amplitudo osilasi dan Φ adalah perbedaan fase simpangan terhadap gaya eksitasi, sehingga diperoleh :

$$X = \frac{F_0}{\sqrt{(k - m\check{S}^2)^2 + (c\check{S})^2}} \quad \dots\dots\dots(2.15)$$

dan

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

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

$$x = \frac{F_0/k}{\sqrt{(1 - m\omega^2/k)^2 + (c\omega/k)^2}} \dots\dots\dots (2.17)$$

$$\tan \delta = \frac{c\omega/k}{1 - m\omega^2/k} \dots\dots\dots (2.18)$$

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

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

$C_c = 2 m \omega_n$ = redaman kritis.

$\zeta = C/C_e$ = factor redaman

$$C_c/k = C/C_e = C_e/k = 2 \zeta \omega_n$$

Jadi persamaan amplitudo dan fasa yang non dimensional akan menjadi :

$$\frac{Xk}{F_0} = \frac{1}{\sqrt{(1 - (\omega/\omega_n)^2)^2 + (2 \zeta (\omega/\omega_n))^2}} \dots\dots\dots (2.19)$$

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

2.3 Penyebab timbulnya getaran aliran fluida yang periodik

2.3.1 Penyebab umum terjadinya getaran / vibrasi:

1. Pemilihan bahan dan material yang tidak memenuhi standartyang akan digunakan untuk turbin atau komponennya.
2. Cara pemasangan atau penempatan turbin tersebut yang belum tepat sempurna.
3. Penyeimbangan yang tidak sesuai.
4. Adanya gaya-gaya gangguan.

5. Perbedaan ukuran-ukuran laluan sudu (terjadi akibat ketidaktepatan saat pembuatan).
6. Adanya benda-benda asing yang ikut dalam aliran fluida, yang dapat mengakibatkan ketidakseimbangan dalam kerja (putaran) turbin, dll

2.3.2 Penyebab khusus terjadinya getaran /vibrasi:

1. Adanya aliran turbulen pada fluida kerja.
2. Adanya gaya-gaya lintang tertentu yang mempengaruhi gerak rotasi turbin.
3. Akibat putaran yang tidak stabil.
4. Kecepatan putaran yang tidak sesuai dengan defleksi yang diijinkan dari standar material yang digunakan.
5. Peredam yang digunakan tidak lagi mampu meredam gaya-gaya lintang yang semestinya.
6. Frekuensi sudu yang tidak sesuai dengan frekuensi alami sudu.
7. Gesekan-gesekan pada sudu dan atau poros yang dapat mengakibatkan terjadinya getaran.

2.4. Pengolahan Data Vibrasi

2.4.1. Data Domain Waktu (Time Domain)

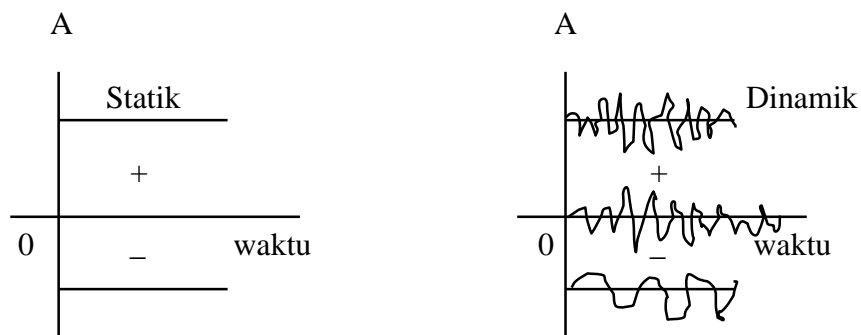
Pengolahan data time domain melibatkan data hasil pengukuran objek pemantauan sinyal getaran, tekanan fluida kerja, temperatur fluida kerja maupun aliran fluida kerja. Pada perakteknya pengukuran tekanan dengan menggunakan sensor tekanan tipe *piezoelektrik* memungkinkan mengukur sifat tekanan yang dinamik,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



Gambar 2.5 Karakteristik Sinyal Statik dan Dinamis.

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*).

2.5 Mesin Turbin Pelton

2.5.1 Pengertian Dan Komponen Mesin Turbin Pelton

Turbin pelton adalah turbin impuls yang prinsip kerjanya mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik dalam bentuk pancaran air. Pancaran air yang keluar dari mulut nozzle diterima oleh sudu-sudu pada roda jalan sehingga roda jalan berputar. Pada turbin pelton energi potensial diubah menjadi energi kinetik pada nozzle yang mempunyai kecepatan tinggi dan membentur sudu-sudu turbin. Setelah membentur pada sudu, arah kecepatan aliran berubah sehingga terjadi perubahan momentum, akibatnya roda turbin berputar. Berikut ini komponen-komponen utama turbin.

A. Komponen utama Turbin Pelton

Berikut ini komponen-komponen utama turbin pelton;

1. Nozel, berfungsi mengarahkan pancaran air ke sudu turbin, mengubah tekanan menjadi energi kinetik dan mengatur kapasitas air yang masuk turbin.
2. Buckets(sudu), berfungsi menangkap aliran air (mangkok dan chord) serta buckets dari pelton wheel mempunyai bentuk double hemispherical cup. Pancaran dari air yang datang mengenai buckets bagian tengah yang ada pemisahannya terbagi menjadi dua bagian dan setelah hancur pada permukaan bagian dalam bucket berubah 160 sampai 170 lalu meninggalkan bucket. Bucket ini terbuat dari cast iron (head rendah), cast steel atau dari stainless steel (head tinggi). Permukaan bagian dalam dip les sedemikian rupa untuk menghindari gesekan yang besar.
3. Casing(kotak penutup), berfungsi untuk menghindari deburan air, serta untuk mengarahkan air ke tail race dan sebagai keamanan.
4. Ridge, berfungsi membagi air ke arah kiri dan kanan mangkok runner.
5. Deflector, berfungsi membelokkan pancaran air.

6. Rumah Turbin, berfungsi tempat kedudukan roda jalan dan penahan air yang keluar dari sudu-sudu turbin.
7. Rem hidrolis. Untuk menghentikan putaran turbin, walaupun pancaran air telah berhenti, runner tetap akan berputar untuk waktu yang lama. Untuk menghentikannya diperlukan rem nozle yang kecil, dimana arah air dari rem ini berlawanan arah dengan putaran runner.

2.5.2 Prinsip Kerja Mesin Turbin Pelton

Pada prinsipnya bahwa turbin air dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis antara lain :

- 1 Turbin Pelton
2. Turbin Francis
3. Turbin Kaplan

Turbin Pelton merupakan salah satu jenis turbin air yang prinsip kerjanya memanfaatkan energi potensial air menjadi energi listrik tenaga air (hydropower). Prinsip kerja turbin pelton adalah mengkonversi daya fluida dari air menjadi daya poros untuk digunakan memutar generator listrik. Air yang berada pada bak penampung dihisap oleh pompa dimana pompa berfungsi untuk menghisap dan memompa air untuk dialirkan ke sudu turbin. Namun aliran air tidak langsung mengarah ke sudu turbin melainkan harus melewati pipa-pipa saluran yang telah diberi katup buka tutup sehingga laju aliran air dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan. Kemudian katup-katup tersebut terhubung dengan saluran nozel dimana nozel berfungsi sebagai pemancar air yang dipancarkan langsung ke arah sudu turbin sehingga sudu turbin berputar. Pada sudu-sudu turbin, energi aliran air diubah menjadi energi mekanik yaitu putaran roda turbin. Apabila roda turbin dihubungkan dengan poros generator listrik, maka energi mekanik putaran roda turbin diubah menjadi energi listrik pada generator. Kemudian air yang telah digunakan

untuk memutar sudu turbin jatuh kedalam bak penampung untuk kembali ke tahap awal maka terjadilah sirkulasi.

Energi potensial air disemprotkan oleh nozel ke sudu untuk dirubah menjadi energi mekanik yang digunakan untuk memutar poros generator. Nozel merupakan mekanisme pancaran yang berbentuk melengkung yang mengarahkan air sesuai dengan arah aliran yang direncanakan dan mengatur aliran air. Bentuk nozel sangat mempengaruhi performa turbin. Perancangan sebuah nozel turbin pelton dimulai dari menentukan ukuran *runner* dan sudu dengan menggunakan data yang telah ada setelah itu melakukan perhitungan diameter ujung nozel, kecepatan aliran air pada ujung nozel, panjang ujung nozel. Bahan yang digunakan untuk nozel turbin pelton ini adalah menggunakan paduan Aluminium. Dari tahap-tahap yang telah direncanakan tersebut, maka didapatkan ukuran nozel untuk turbin air pelton yang sesuai dengan yang diharapkan. Untuk Turbin Pelton dapat diklasifikasikan berdasarkan kecepatan spesifiknya yaitu untuk Single jet (10-35 rad) dan Multi jet (35 – 60 Rad). Akibat perbedaan putaran spesifik , daya , kapasitas , head dan dimensi turbin serta orifice yang tetap diperoleh dengan rumus :

$$V = \sqrt{2.gH}$$

$$Q = V.A$$

$$\text{Maka Daya : } N = \frac{\gamma.H.Q}{550}$$

Pada turbin tekanan sama (impuls) dimana antara turbin pancar untuk mendapatkan randeman yang baik harus mempunyai hubungan antara kecepatan tangensial dan kecepatan air (C) sebagai berikut :

$$\text{Persamaan Euler untuk turbin : } H = \{ U_1 - CV_1 - V_2 .C V_2/g.Mt \}$$

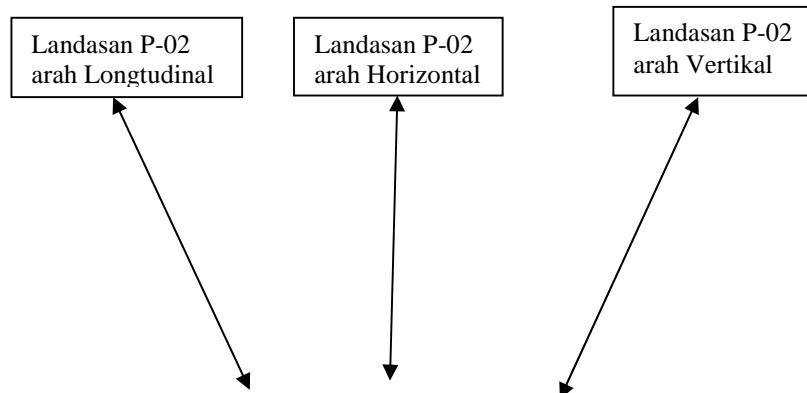
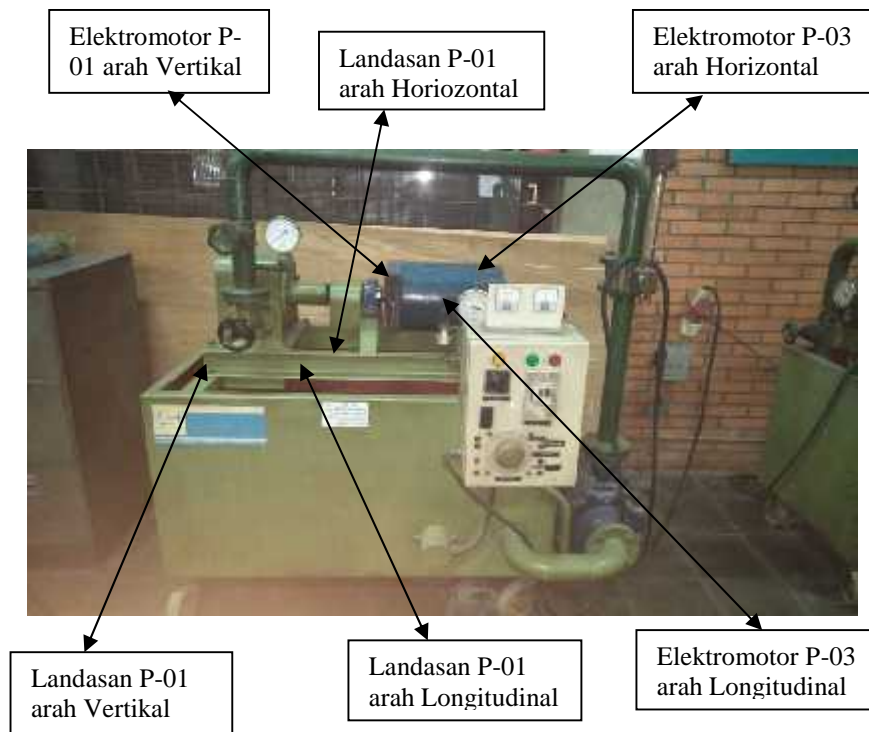
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Bahan Peralatan Dan Metode

3.1.1. Bahan

Dalam penelitian ini subjek penelitian adalah berupa MesinmTurbin Peltonseperti terlihat pada gambar dibawah ini.





Gambar 3.1 Mesin Turbin Pelton

Penelitian ini akan dilaksanakan di laboratorium Prestasi Mesin Universitas HKBP Nommensen.

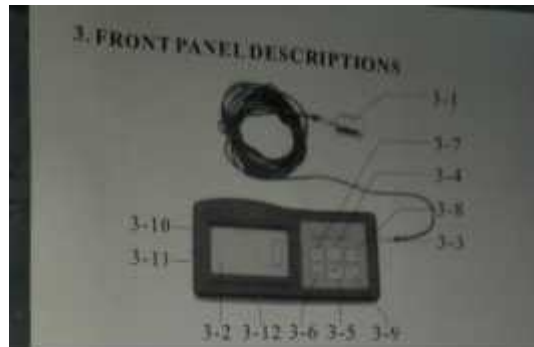
Metode penelitian yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penetapan Tujuan dan Batasan Masalah.
2. Pemasangan alat tachometer digital.
4. Pemasangan alat vibrometer.
3. Pemeriksaan sistem operasi secara keseluruhan .
4. Pengujian dengan menggunakan Mesin Turbin Pelton vibrometer.
5. Pengumpulan data.
6. Pengolahan dan Analisa Data.
7. Kesimpulan dan Hasil.

3.2.2. Peralatan Dan Metode

1. Vibrometer

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



Gambar 3.2 Vibrometer VM-6360

Spesifikasi *vibrometer VM-6360* adalah sebagai berikut :

Spesifikasi :

Keterangan gambar

- 3.1. Acceleromotor.
- 3.2. Display.
- 3.3. Input connector.
- 3.4. Held key.
- 3.5. Power key.
- 3.6. Metric imperial conversion key.
- 3.7. Function key.

3.8. Filter key.

3.9. Sound.

3.10. Jack for the headphone.

3.11. Jack for RS 232C interface.

3.12. Battery compartment.

- Amplitude range

Displacement : 0,001 – 4,0 mm / 0,04 – 160 mil peak-peak

Velocity : 0,1 – 400 mm/s 0,004 – 16,0 inch/s true RMS

Acceleration : 20,1 – 400 mm/s² / 0,3 – 1312 ft/s² peak

- Overall accuracy : < 5 % + 2
- Temperature range 0 – 40 °C
- Frequency response

Displacement 10 Hz – 1 KHZ

Velocity 10 – 1 KHZ

Acceleration 10 – 1 KHZ (Inner acceleration 908 B)

10 – 10000 KHZ (Depending on external accelerometer)

Battery indicator : low battery indicator

Power supply : 4 x 1,5 V AAA (UM-4) battery

Operating conditions : 0°C to 50 °C, < 90 % RH

Dimension : 124 x 62 x 30 mm ; weight : 120 g

2. Tachometer laser pengukur putaran DT 6236 B

Untuk melakukan pengukuran terhadap putaran yang terjadi pada Mesin Turbin Pelton digunakan alat pengukuran putaran , yaitu **Tachometer Laser Pengukur Putaran DT-6236B**. Tachometer Laser Pengukur Putaran DT-6236B adalah tachometer digital bertenaga baterai dengan oprical portable yang beroperasi sampai 500mm dari target refleksi menggunakan sumber cahaya laser. dengan begitu dapat dilakukan dengan melihat secara langsung ke yang sedang diukur dan pengukuranya pada layar yang bersamaan dan hasil pengukuran RPM secara tepat tanpa kesalahan menebak.



Gambar 3.3 tachometer laser

Spesifikasi **Tachometer Laser Pengukur Putaran DT-6236B** adalah sebagai berikut :

1. Measurement Range:
 - a. Photo/Laser : 2.5 to 99,999rpm
 - b. Contact : 0.5 To 19,999rpm
 - c. Surface Speed : 0.05 To 1,999.9 m/min
2. Resolution:
 - Photo/laser: 0.1 rpm (from 2.5 to 999.9 rpm)
 - 1 rpm (over 1,000 rpm)
 - Contact: 0.1 rpm (from 0.5 to 999.9 rpm)
 - Surface speed: 0.01 m/min (0.05 to 99.99 m/min)
 - 0.1 m/min (over 100 m/min)
3. Display : Large 5 digit LCD
4. Accuracy : (0.05% + 1 digit)
5. Sampling Time : 0.8 sec (over 60 RPM)
6. Time base : Quartz Crystal
7. Automatic Test Range Selection
8. Detecting Range: 50 to 500mm / 2 to 20inch (photo/laser)
9. Memory: Last value, Max. value, Min. value
10. Power: 4 x 1.5V AA Size Battery (not included)

3.2. Variabel Yang Diamati

1. Displacement atau simpangan dari tiga titik dan tiga arah pengukuran.
2. Velocity atau kecepatan dari tiga titik dan tiga arah pengukuran.
3. Acceleration atau percepatan dari tiga titik dan tiga arah pengukuran
4. Time domain natural dari sistem.

3.3. Teknik Pengukuran, Pengolahan Dan Analisa Data

3.3.1. Teknik Pengukuran

Penyelidikan sinyal vibrasi yang timbul akibat perubahan putaran impeller dengan titik pengukuran searah sumbu vertikal , sumbu horizontal dan arah logitudinal . Pengukuran dilakukan pada titik yang telah ditentukan dengan pengambilan data berdasarkan time domain. Pengukuran kedua arah tadi dikarenakan sistem pengujian diasumsikan mempunyai 3 derajat kebebasan.

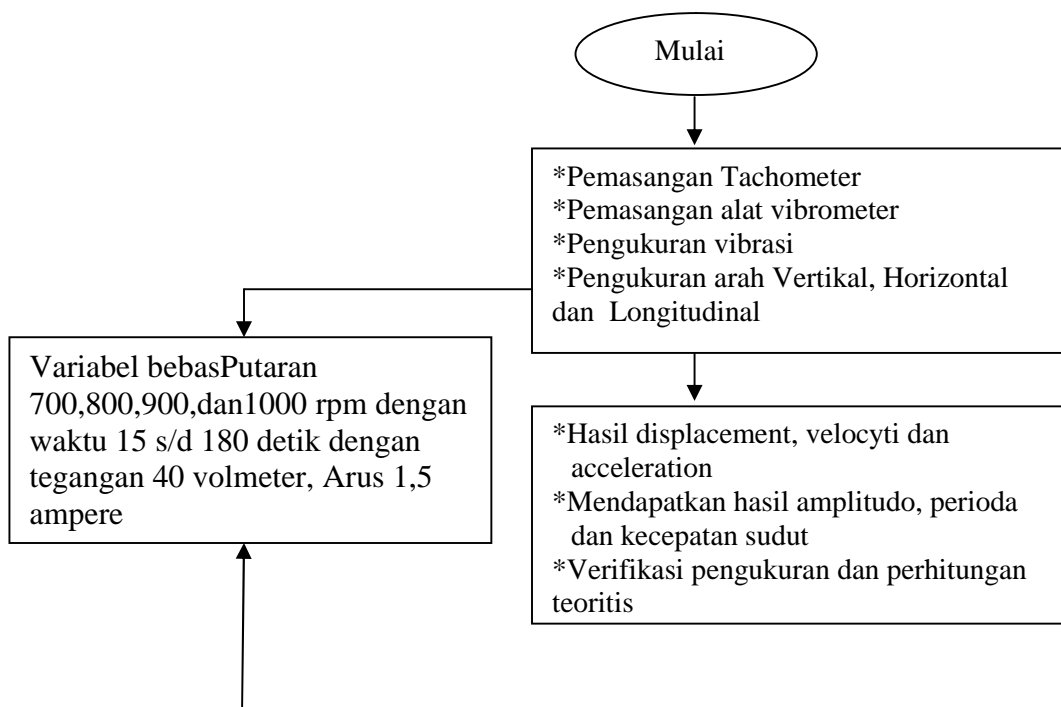
3.3.2. Pengolahan Dan Analisa Data

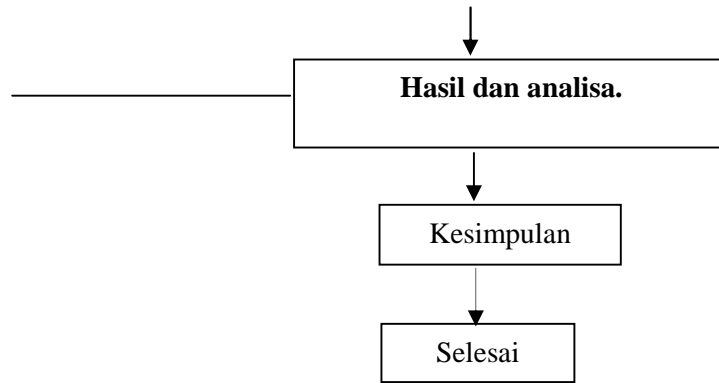
Vibrasi yang terjadi pada Mesin Turbin Pelton akibat pengaruh putaran impeller dengan variasi data yang diperoleh akibat perubahan putaran dan dianalisa serta dibahas untuk memperoleh perilaku vibrasinya.

3.4. Kerangka konsep

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

DIAGRAM ALIR METODOLOGI PENELITIAN





Gambar 3.3. Pelaksanaan Penelitian