

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi pada masa sekarang ini sangat berkembang dengan pesatnya, banyak metode digunakan untuk mengetahui kelayakan suatu mesin untuk dapat dipergunakan, salah satunya adalah sistem getaran yang sangat diperhatikan untuk mengetahui apakah mesin tersebut masih bagus atau nyaman untuk digunakan. Getaran merupakan salah satu efek yang terjadi akibat adanya gerak yang diakibatkan adanya perbedaan tekanan dan frekuensi. Dalam dunia otomotif ada banyak terdapat getaran yang terjadi, seperti getaran mesin, baik yang kategori mesin kapasitas berat, mesin kapasitas medium maupun mesin kapasitas ringan. Getaran mesin atau mesin yang bergetar adalah pergerakan bolak-balik dari mesin yang bekerja atau komponen mesin yang beroperasi. Sehingga, setiap komponen yang bergerak bolak-balik atau berosilasi disebut bergetar. komponen mesin bisa bergetar dengan kuat atau cepat dan kecil atau lambat, atau tanpa suara serta menimbulkan panas. Getaran mesin tidak selamanya bisa menimbulkan kerusakan, namun ada beberapa getaran mesin yang memang dirancang untuk keperluan khusus seperti mesin penyaring (*vibration screen*).

Sepeda motor adalah kendaraan bermotor yang digerakkan oleh mesin. Letak kedua roda sebaris lurus pada kecepatan tinggi sepeda motor tetap stabil disebabkan oleh gaya giroskopik. Sedangkan pada kecepatan rendah, kestabilan dan keseimbangan sepeda motor bergantung kepada pengaturan stir oleh pengendara. Penggunaan sepeda motor di Indonesia sangat populer karena harganya yang relatif murah, terjangkau sebagian besar kalangan dan penggunaan bahan bakarnya serta biaya operasionalnya cukup hemat. sepeda motor juga merupakan suatu kebutuhan pokok bagi masyarakat, sehingga dengan adanya sepeda motor maka kita akan lebih mudah untuk mencapai tujuan kita, lebih cepat dan lebih simple. kerja tidak akan terhambat oleh adanya kendaraan sepeda motor, karena sepeda motor memberi peranan tersendiri dalam mempersingkat waktu perjalanan.

hal ini sangat dibutuhkan perawatan dari mesin sepeda motor agar tetap tahan lama dan selalu dalam kondisi stabil. Untuk perawatannya maka mesin sepeda motor sangat perlu dipanaskan karena saat lama tidak beroperasi oli didalam mesin menjadi dingin.apabila motor langsung digunakan, maka dikhawatirkan akan terjadi pergesekan setiap komponen yang belum terlumuri oli dan lama kelamaan akan membuat mesin mengalami masalah. Selain dari itu memilih bearing crank shaft dan jenis bahan bakar minyak (BBM) yang sesuai, tidak hanya penting untuk kendaraan roda empat saja, tetapi juga sangat penting bagi sepeda motor.

Hal seperti diatas juga dapat menjadi salah satu hal yang dapat mempengaruhi tingkat getaran pada mesin menjadi lebih besar atau kuat yang akan menjadi mengganggu kenyamanan. Pengukuran getaran adalah salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memantau tingkat kenyamanan di dalam penggunaan dan lebih jauh lagi dengan analisis getaran dapat diketahui dengan tepat apabila terjadi gangguan selama dalam penggunaan. Oleh sebab itu peneliti ingin menganalisa karakteristik getaran mesin untuk kendaraan sepeda motor 115 cc dengan bearing crank shaft tiga variasi dan menggunakan variasi jenis bahan bakar pertalite dan pertamax.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan, maka dapat dirumuskan penyelesaian permasalahan yaitu dengan mengukur getaran dari mesin kendaraan sepeda motor dengan menggunakan 3 variasi bearing crank shaft dan 2 variasi bahan bakar pada putaran 400 rpm dan 600 rpm.

1.3 Batasan Masalah

1. Pengukuran Vibrasi pada kendaraan sepeda motor pada posisi As roda belakang dan Stasioner mesin pada arah horizontal, vertikal dan longitudinal.
2. Pengukuran Vibrasi pada kendaraan sepeda motor 115 cc dengan menggunakan 3 variasi bearing crank shaft dan 2 variasi bahan bakar pada putaran 400 rpm dan 600 rpm.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian pengukuran getaran pada mesin sepeda motor ini adalah :

1. Mendapatkan kolerasi Analisa karakteristik getaran mesin untuk kendaraan sepeda motor 115 cc pada putaran 400 rpm dan 600 rpm.
2. Mendapat besarnya vibrasi mesin sepeda motor 115 cc berupa data simpangan, kecepatan, percepatan, pada As Roda belakang dan Stasioner mesin.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini merupakan suatu upaya nyata dari peneliti untuk memberikan informasi kepada dunia industri dan juga kepada setiap pengguna sepeda motor yang menggunakan merk Yamaha, Koyo dan ASB dengan variasi bahan bakar pertalite dan pertamax agar memilih jenis bahan bakar yang baik, nyaman untuk penggunaan kendaraan sepeda motor dan juga sebagai indikator perawatan atau maintenance dari segi karakteristik getaran.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan ini dibagi menjadi beberapa bab dengan garis besar tiap bab.

1. Bab satu pendahuluan, pada bab satu, pada bab satu memberikan gambaran menyeluruh mengenai tugas akhir yang meliputi pembahasan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.
2. Bab kedua tinjauan pustaka berisikan teori yang berkaitan dengan pengukuran dan analisa getaran pada pada sepeda motor.
3. Bab ketiga metode penelitian, bab ini berisi tempat dan waktu penelitian, peralatan dan bahan serta metode penelitian.
4. Bab keempat hasil dan pembahasan berisi metode pengolahan data yang digunakan dalam penelitian, serta analisa pada setiap hasil yang didapatkan setelah pengukuran.
5. Bab kelima kesimpulan dan saran berisikan kesimpulan yaitu jawaban dari tujuan penelitian berikutnya.
6. Bagian terakhir daftar pustaka dan lampiran, berisikan literature yang digunakan dalam penelitian dan penyusunan laporan, serta data-data yang mendukung isi laporan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Defenisi Getaran

Getaran atau vibrasi adalah suatu gerak bolak-balik di sekitar titik kesetimbangan. Kesetimbangan disini maksudnya adalah keadaan dimana suatu benda berada pada posisi diam jika ada gaya yang bekerja pada benda tersebut. Kuat atau lemahnya pergerakan benda tersebut dipengaruhi oleh jumlah energy yang diberikan. Semakin besar energy yang diberikan maka semakin kuat pula getaran yang terjadi. Satu getaran sama dengan satu kali gerakan bolak balik penuh dari benda tersebut. Contoh sederhana getaran yaitu gerakan pegas yang diberikan beban, misalnya pemanfaatan pegas untuk menjadi ayunan anak.

Getaran mempunyai amplitudo (jarak simpangan terjauh dengan titik tengah) yang sama. Amplitude bias diartikan ialah jarak paling jauh dari titik keseimbangan saat terjadi getaran. Didalam getaran juga terdapat frekuensi yaitu banyaknya jumlah getaran yang terjadi dalam satu detik, satu frekuensi dalam system internasional adalah sekon (s).

Sebuah mekanisme mesin pasti memiliki getaran, dan getaran didalam mesin bervariasi, ada yang rendah, menengah, bahkan tinggi tergantung standart dari mekanisme mesinnya masing-masing.

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan Standard ISO- 10816- 1 untuk standard getaran berdasarkan kecepatan (*velocity*) sebagai acuan:



Gambar 1. Standar Vibrasi Motor ISO-10816-1

Dari gambar 1.1 tersebut dapat dilihat bahwa sesuai standard ISO-10816-1 untuk getaran terbagi menjadi empat 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 khusus
4. Kelas IV mesin berukuran besar (bertenaga >75 KW) dipasang pada struktur dan bantalan fleksible

➤ **Keterangan warna**

1. Warna hijau : getaran dari mesin sangat baik
2. Warna kuning : getaran dari mesin baik dan dapat dioperasikan tanpa larangan
3. Warna coklat : getaran dari mesin dalam batas toleransi dan hanya dioperasikan dalam waktu terbatas
4. Warna merah : getaran dalam mesin dalam batas berbahaya dan dapat terjadi kerusakan sewaktu-waktu.

2.2 Jenis –jenis Getaran

2.2.1 Getaran Bebas

Getaran Bebas adalah getaran yang terjadi ketika system mekanis dimulai dengan adanya gaya awal yang bekerja pada system itu sendiri, lalu dibiarkan bergetar secara bebas, semua sistem yang memiliki massa dan elastisitas dapat mengalami getaran bebas atau getaran tanpa ransangan dari luar. Getaran bebas akan menghasilkan frekuensi yang natural karena sifat dinamika dari distribusi massa dan kekuatan yang membuat getaran.

Sasaran jika disini adalah belajar menulis persamaan geraknya dan menghitung frekuensi natural getarannya yang terutama merupakan fungsi massa dan kekuatan (stiffnes) system. Redaman dalam jumlah yang sedang mempunyai pengaruh yang kecil pada frekuensi natural dan dapat diabaikan dalam perhitungannya. Pengaruh redaman sangat jelas pada berkurangnya amplitude getaran terhadap waktu.

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:

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

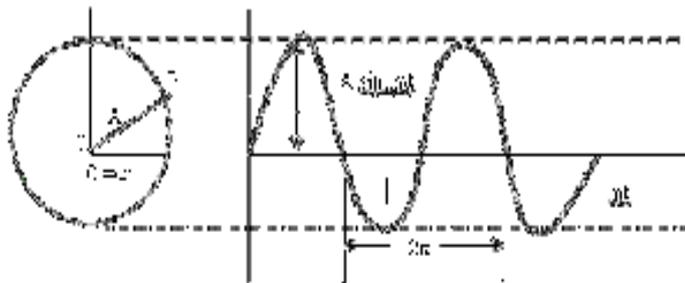
Oleh karena gerak berulang dalam 2π radian, maka didapat

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

Dengan menggunakan notasi titik untuk turunannya, maka didapat:

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

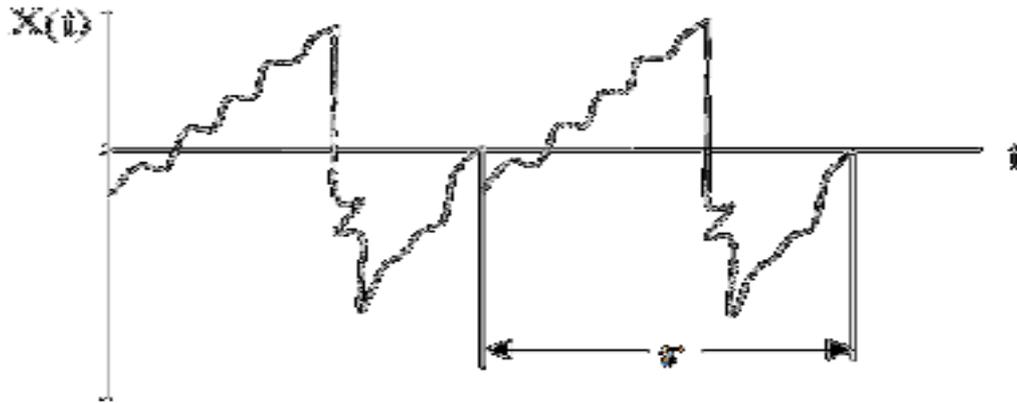
$$\ddot{x} = -\omega^2 A \sin \omega t = \omega^2 A \sin (\omega t + \pi) \dots\dots\dots(2.5)$$



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

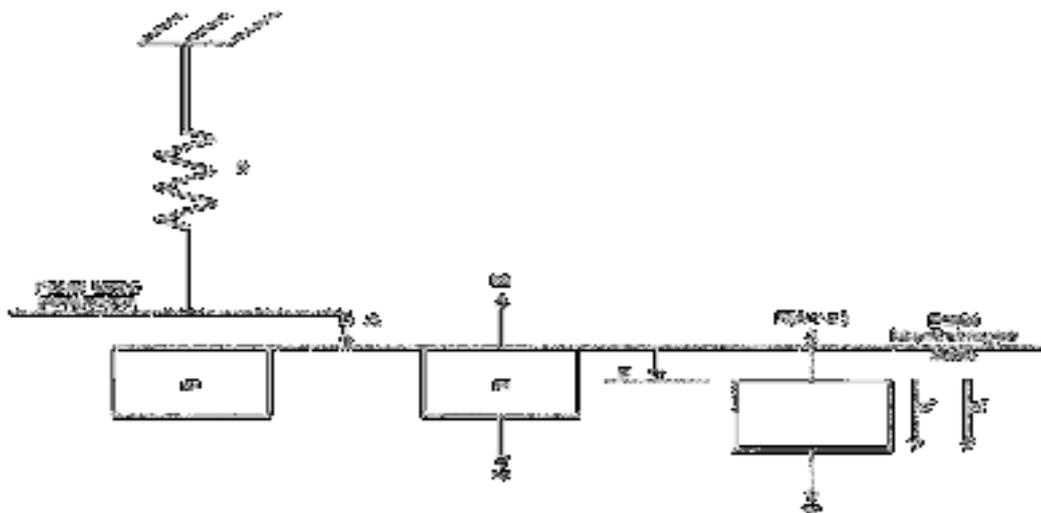
Sistem yang bergetar bebas akan bergetar pada satu atau lebih frekuensi naturalnya yang merupakan sifat dinamika yang dibentuk oleh distribusi massa dan kekakuannya. Pada getaran biasanya beberapa frekwensi yang berbeda ada secara bersama-sama. Sebagai contoh, getaran dawai biola terdiri dari frekwensi

dasar f dan semua harmoniknya $2f$, $3f$ dan seterusnya. Contoh lain adalah getaran bebas sistem dengan banyak derajat kebebasan, dimana getaran pada tiap frekuensi 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



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 .

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

Hukum Newton II untuk gerak pada massa m:

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

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

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

Frekwensi lingkaran $\omega_n^2 =$ 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:

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

Periode natural osilasi dibentuk dari

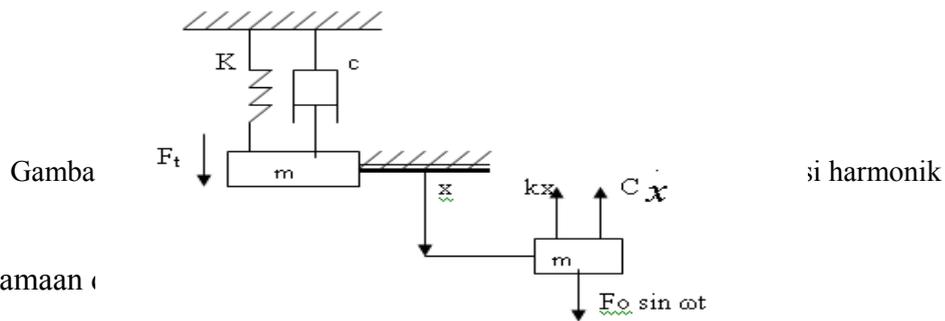
$$\omega_n \tau = 2\pi \text{ atau } \tau = 2\pi \sqrt{m/k} \quad \dots\dots\dots(2.11)$$

dan frekwensi natural adalah:

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

2.2.2 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.



Persamaan

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

Solusi khusus persamaan keadaan tunak (*steady state*) dengan frekuensi ω yang sama dengan frekuensi 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:

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

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

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

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

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

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

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

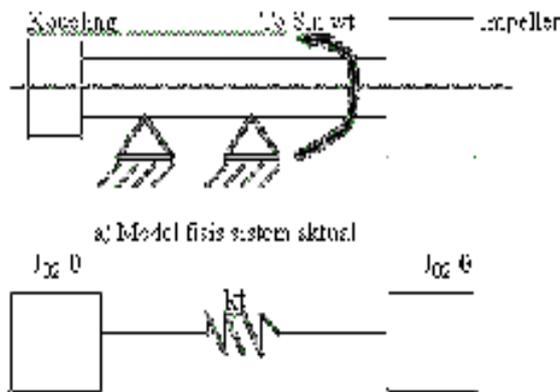
Jadi persamaan amplitudo dan fasa yang non dimensional akan menjadi :

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

2.3 Landasan Teori Pengujian Getaran Mesin

Getaran yang timbul pada mesin kendaraan sepeda motor pada putaran 1500 rpm untuk daerah Vertikal, Horizontal, dan Longitudinal berdasarkan time domain sehingga dapat dianalisa sesuai dengan gerak yang timbul.

Dalam kondisi ini dapat diasumsikan bahwa akan terjadi torsi yang dihasilkan mesin melalui mekanisme putaran. Untuk memudahkan analisa gerak, maka Gambar 2.5 dapat disederhanakan menjadi:



Gambar 2.5 Model pendekatan getaran

Persamaan pada kondisi normal sesuai dengan hukum Newton yaitu

$$\Sigma M = J \ddot{\theta} \dots\dots\dots(2.20)$$

Maka didapat:

$$(J_{01} + J_{02}) \ddot{\theta} + k_t \theta = T_0 \sin \omega t \dots\dots\dots(2.21)$$

Untuk gerak harmonik maka berlaku:

$$\theta = A \sin \omega t \dots\dots\dots(2.22)$$

$$\dot{\theta} = A \omega \cos \omega t \dots\dots\dots(2.23)$$

$$\ddot{\theta} = -\omega^2 A \sin \omega t \dots\dots\dots(2.24)$$

Sehingga $(J_{01} + J_{02}) (-\omega^2 A \sin \omega t) + K_t (A \sin \omega t) = T_0 \sin \omega t$

$$(K_t - (J_{01} + J_{02}) \omega^2) A = T_0$$

amplitudo getarannya adalah:

$$A = \frac{T_0}{(K_t - (J_{01} + J_{02}) \omega^2)} \dots\dots\dots(2.25)$$

Besarnya frekuensi pribadi system adalah $\omega_n = \sqrt{K_1 / (J_{01} + J_{02})} \dots\dots\dots(2.26)$

Kekakuan yang terjadi pada poros (K_t) adalah:

$$K_t = I_p \frac{G}{L} \text{ (Nm /rad)} \dots\dots\dots(2.27)$$

Dimana I_p adalah momen inersia polar penampang melintang poros (m^4)

$$I_p = \frac{\pi d^4}{32} \text{ maka } K_t = \frac{\pi d^4 G}{32}$$

2.4 Karakteristik Getaran

Vibrasi atau getaran mempunyai 6 (enam) karakteristik penting yang dapat dijadikan sebagai tolak ukur yaitu:

1. Frekuensi getaran
2. Amplitudo
3. Phase getaran
4. Perpindahan getaran (*Vibration Displacement*)
5. Kecepatan getaran (*Vibration Velocity*)
6. Percepatan getaran (*Vibration Acceleration*)

2.4.1 Frekuensi Getaran

Frekuensi adalah banyaknya periode getaran yang terjadi dalam satu putaran waktu. Besarnya frekuensi yang timbul pada saat terjadinya vibrasi dapat mengidentifikasi jenis-jenis gangguan yang terjadi. Gangguan yang terjadi pada mesin sering menghasilkan frekuensi yang jelas atau menghasilkan contoh frekuensi yang dapat dijadikan sebagai bahan pengamatan.

Dengan diketahuinya frekuensi pada saat mesin mengalami vibrasi, maka penelitian atau pengamatan secara akurat dapat dilakukan untuk mengetahui penyebab atau sumber dari permasalahan. Frekuensi biasanya ditunjukkan dalam bentuk Cycle per menit (CPM), yang biasanya disebut istilah Hertz (dimana $\text{Hz} = \text{CPM}$). Biasanya singkatan yang digunakan untuk Hertz adalah Hz.

2.4.2 Amplitudo

Amplitudo adalah ukuran atau besarnya sinyal vibrasi yang dihasilkan. Amplitudo dari sinyal vibrasi mengidentifikasi besarnya gangguan yang terjadi. Makin tinggi amplitudo yang ditunjukkan, menandakan makin besar gangguan yang terjadi, besarnya amplitudonya bergantung pada tipe mesin yang ada. Pada mesin yang masih bagus dan baru, tingkat vibrasinya biasanya bersifat relative.

2.4.3 Phase getaran (Vibration Phase)

Phase adalah penggambaran akhir dari pada karakteristik suatu getaran atau vibrasi yang terjadi pada suatu mesin. Phase adalah perpindahan atau perubahan posisi dari pada bagian – bagian yang bergetar secara relative untuk menentukan titik referensi atau titik awal pada bagian yang lain yang bergetar.

2.4.4 Perpindahan getaran (*Vibration Displacement*)

Displacement adalah ukuran dari pada jumlah gerakan dari pada massa suatu benda, dimana hal ini menunjukkan sejauh manabenda bergerak maju mundur (bolak-balik) pada saat mengalami vibrasi. Displacement adalah perubahan tempat atau posisi dari pada suatu objek atau benda meju suatu titik pusat (dalam hal ini massa benda berada dalam posisi netral). Besarnya gaya dari pada Displacement dapat diketahui dari amplitude yang dihasilkan. Makin tinggi amplitude yang ditunjukkan, makin keras atau tinggi pula vibrasi yang dihasilkan.

Displacement atau perpindahan dari suatu benda dapat dijabarkan dalam satuan mil (dimana mil = 0,001 inc) atau dalam micron (dimana 1 micron = 0,001 mm)

Displacement biasanya sangat berguna pada batas frekuensi kurang dari 600 CPM (10 Hz). Frekuensi ini harus digunakan selama terjadi displacement untuk mengevaluasi gejala vibrasi. Pada keadaan biasa, dimana vibrasi pada 1 x RPM adalah 2 millis (25,4 micron PK) tapi hal ini belum memberikan konfirmasi yang cukup untuk menentukan apakah vibrasi pada tingkatan 2 mil, hal ini merupakan kondisi yang baik atau buruk, sebagai contoh, vibrasi 2 mils PK-PK pada 3600 CPM adalah lebih berbahaya dibandingkan dengan vibrasi 2 mils PK – PK pada 300 CPM.

2.4.5 Kecepatan getaran (*Vibration Velocity*)

Velocity adalah jumlah waktu yang dibutuhkan pada saat terjadi displacement (dalam hal kecepatan). Velocity adalah satu indikator yang paling baik untuk mengetahui masalah vibrasi (contohnya unbalance, misalignment, mechanical looseness, dan kerusakan bearing atau bearing defect) pada mesin berkecepatan sedang. Velocity adalah ukuran kecepatan suatu benda pada saat bergerak atau bergetar selama berisolasi. Kecepatan suatu benda adalah nol pada batas yang lebih tinggi atau lebih rendah, dimulai pada saat berhenti pada suatu titik sebelum berubah arah dan mulai untuk bergerak kearah berlawanan. Velocity dapat ditunjukkan dalam suatu inch per second (in/sec) atau milimeter per second (mm/sec).

2.4.6 Percepatan getaran (*Vibration Acceleration*)

Acceleration adalah jumlah waktu yang diperlukan pada saat terjadi velocity. Acceleration adalah parameter yang sangat penting dalam analisis mesin-mesin yang berputar (rotation equipment) dan sangat berguna sekali dalam mendeteksi kerusakan bearing dan masalah pada gearbox berkecepatan tinggi lebih cepat dan lebih awal. Acceleration diartikan sebagai perubahan dari velocity yang diukur dalam satuan gravitasi. Pada posisi permukaan laut $1,0g = 32,2 \text{ ft/sec}^2$ yang ekuivalen dengan 386,087 in/sec atau 9806,65 mm/sec, harga yang digunakan untuk menyatakan akselerasi dari gravitasi (percepatan gravitasi) dalam satuan Inggris dan Metric (dimana in/sec/sec biasanya ditunjukkan sebagai in sec^2).

2.5 Vibration Tester

Kalau kita melihat studi kasus yang paling dominan dalam getaran permesinan adalah getaran yang disebabkan oleh gaya eksitasi getaran yang berasal dari mesin tersebut, yang menyangkut diantaranya:

1. Kondisi yang tak seimbang (unbalance) baik yang statis maupun dinamis pada mesin tersebut.
2. Crash atau Cacat yang terjadi pada elemen-elemen rotasi (bearing rusak, impeller macet, dll).
3. Ketidaktepatan bagian/fungsi mesin tersebut.

Mesin yang ideal tidak akan bergetar karena energi yang diterimanya digunakan sepenuhnya untuk fungsi mesin itu sendiri. Dalam praktek mesin yang dirancang dengan baik, getarannya relatif rendah namun untuk jangka pemakaian yang lama akan terjadi kenaikan level getaran karena hal berikut:

1. Keausan pada elemen mesin.
2. Proses pemantapan pondasi (base plate) sedemikian rupa sehingga terjadi deformasi dan mengakibatkan misalignment pada poros.
3. Perubahan perilaku dinamik pada mesin sehingga terjadi perubahan frekuensi.

Analisis ciri mekanik memungkinkan pemanfaatan sinyal getaran untuk mengetahui kondisi mesin tersebut tanpa membongkar atau menghentikan suatu mesin, sehingga dapat dimanfaatkan untuk analisis lebih lanjut dalam perbaikan pada kerusakan yang terjadi. Dengan melakukan pengamatan analisis getaran secara berkala, maka sesuatu yang tidak normal pada suatu mesin dapat dideteksi sebelum kerusakan yang lebih besar terjadi.

2.6 Perangkat Analisis Sinyal Getaran

2.6.1 Sensor Vibration/Getaran

Vibration sensor getaran ini memegang peranan penting dalam kegiatan pemantauan sinyal getaran karena terletak di sisi depan (front end) dari suatu proses pemantauan getaran mesin. Secara konseptual, sensor getaran berfungsi untuk mengubah besar sinyal getaran fisik menjadi sinyal getaran analog dalam besaran listrik dan pada umumnya berbentuk tegangan listrik. Pemakaian sensor getaran ini memungkinkan sinyal getaran tersebut diolah secara elektrik sehingga memudahkan dalam proses manipulasi sinyal, diantaranya:

1. Pembesaran sinyal getaran
2. Penyaringan sinyal getaran dari sinyal pengganggu.
3. Penguraian sinyal, dan lainnya.

Sensor getaran dipilih sesuai dengan jenis sinyal getaran yang akan dipantau. Karena itu, sensor getaran dapat dibedakan menjadi:

1. Sensor penyimpangan getaran (displacement transducer)
2. Sensor kecepatan getaran (velocity transducer)
3. Sensor percepatan getaran (accelerometer).

Pemilihan sensor getaran untuk keperluan pemantauan sinyal getaran didasarkan atas pertimbangan berikut:

1. Jenis sinyal getaran
2. Rentang frekuensi pengukuran
3. Ukuran dan berat objek getaran.
4. Sensitivitas sensor

Berdasarkan cara kerjanya sensor dapat dibedakan menjadi:

1. Sensor aktif, yakni sensor yang langsung menghasilkan tegangan listrik tanpa perlu catu daya (power supply) dari luar, misalnya Velocity Transducer.
2. Sensor pasif yakni sensor yang memerlukan catu daya dari luar agar dapat bekerja.

Satu daya yang digunakan pada umumnya dikemas dalam bentuk alat yang dinamai Conditioning Amplifier.

2.6.2 Dinamic Signal Analyzer (DSA)

Penerapan analisis getaran mesin telah dibuat mudah dengan adanya instrument yang disebut Dynamic Signal Analyzer (DSA). Getaran mesin merupakan kombinasi kompleks dari sinyal yang berasal dari berbagai sumber getaran mesin didalam mesin. Dengan DSA, getaran tersebut dapat diuraikan atas komponen-komponennya, misalnya rotor yang tidak balance, bantalan yang cacat dan meshing dari roda gigi, masing-masing pada frekuensi yang unik. Dengan menampilkan amplitudo getaran sebagai fungsi frekuensi (spektrum getaran) maka, DSA memungkinkan identifikasi sumber getaran. DSA juga dapat memperlihatkan simpanagn getaran sebagai fungsi waktu, suatu format yang sangat berguna untuk mengamati getaran implusive.

Perangkat analisis yang umum digunakan untuk keperluan pemantauan sinyal getaran adalah DSA atau penganalisis sinyal dinamik yang berkerja dengan konsep digital, diantaranya:

1. Vibration tester tipe TV260.
2. Vibration tester tipe TV220
3. Vibration tester Model-8100 Vibration Calibrator
4. Vibration tester Model-7200A Portable Balancer
5. Vibration tester Model-7135 Portable Balancer
6. Vibration tester Portable Balancer Model-7102a
7. Vibration tester Digital Monitor Model-2590B

8. Vibration tester Vibroswitch Model-1500a Vibration Monitor
9. Dan beberapa model lainnya

Keuntungan utama peralatan digital ini adalah:

1. Fleksibilitas dalam pengolahan data
2. Waktu pengolahan relatif cepat (order milisecond)
3. Mudah di simpan dan bisa di bawa kemana mana (portable)

Secara konseptual prinsip kerja penganalisis ini adalah sebagai berikut:

1. Anti-aliasing filter, pada tahap ini sinyal analog dimasukan dalam low pass filter (LPF) untuk mencegah terjadinya kesalahan aliasing atau pelipatan frekuensi
2. Konversi sinyal analog untuk menjadi digital, ADC (Analog to Digital Converter).
3. Koreksi data digital dengan fungsi jendela, proses window ini dimasukkan untuk mencegah semaksimal mungkin kebocoran spektrum, karena hal ini mempengaruhi ketelitian frekuensi dan amplitudonya.
4. Konversi data domain waktu ke domain frekuensi, proses ini dilakukan dengan menggunakan algoritma transformasi faurier cepat, FFT (Fast fourier Transform).

DSA dapat dibedakan menjadi:

1. DSA, portable, umumnya jumlah kanal ada 2 buah sehingga disamping untuk pemantauan getaran mesin dapat juga untuk mengukur fungsi respon frekuensi (FRF). DSA jenis ini menggunakan catu daya baterai atau adaptor untuk sumber listriknya sehingga sangat praktis untuk keperluan dilapangan.
2. DSA Benchop, DSA tipe ini bisa terdiri atas satu kanal, dua kanal, atau empat kanal. Catu daya berasal dari jala-jala listrik sehingga tidak fleksibel untuk pemakaian dilapangan. Kemampuan pengolahan data lebih lanjut,

lebih kompleks dari DSA Portable. DSA type ini umumnya dilengkapi juga dengan generator pembangkit sinyal.

3. DSA berbasis komputer, DSA type ini memiliki perangkat, yaitu:
 - ✓ Mainframe, bagian ini berfungsi untuk akurisasi sinyal getaran dan pengolahan data awal.
 - ✓ Komputer, bagian ini berfungsi untuk pengolahan data lanjutan serta penayangan data.

2.7 Pengambilan data menggunakan sensor getaran

Sensor getaran dipasang pada bagian-bagian mesin yang cukup kaku untuk menghindari efek resonansi lokal bagian tersebut. Pengambilan data-data dengan alat sensor tersebut haruslah terlebih dahulu mengetahui bagian mana dari mesin tersebut yang paling tepat untuk pengukuran vibrasi. Tempat yang paling tepat tersebut adalah pada bearing caps (rumah bearing). Pengambilan data vibrasi dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara axial dan cara radial. Pengambilan data secara axial adalah menempatkan alat sensor pada arah aksial atau searah dengan poros. Problem semacam misalignment dan bent shaft biasanya dapat diketahui dengan cara ini. Cara radial sendiri terbagi menjadi 2 cara, yaitu:

a. Horizontal

Pengecekan secara horizontal dengan cara meletakkan alat sensor secara horizontal pada bearing cap. Dari pengukuran ini dapat diketahui amplitudo yang paling tinggi.

b. Vertikal

Pengambilan data secara vertikal adalah dengan menempatkan alat sensor pada posisi vertikal atau berbanding 90° dengan arah horizontal pada bearing cap. Pengambilan data secara vertikal ini akan menunjukkan amplitudo yang lebih rendah dibandingkan pengambilan data secara horizontal.

2.8 MESIN SEPEDA MOTOR

2.8.1 Pengertian Dan Komponen Mesin Sepeda Motor

Sepeda motor adalah kendaraan beroda dua yang digerakkan oleh sebuah mesin. Letak kedua roda sebaris lurus pada kecepatan tinggi sepeda motor tetap stabil disebabkan oleh gaya giroskopik. Sedangkan pada kecepatan rendah, kestabilan dan keseimbangan sepeda motor bergantung kepada pengaturan setang oleh pengendara. Penggunaan sepeda motor di Indonesia sangat populer karena harganya yang relatif murah, terjangkau sebagian besar kalangan dan penggunaan bahan bakarnya serta biaya operasionalnya cukup hemat. Sepeda motor juga merupakan suatu kebutuhan pokok bagi masyarakat, sehingga dengan adanya sepeda motor maka kita akan lebih mudah untuk mencapai tujuan kita, lebih cepat dan lebih simple. Kerja tidak akan terhambat oleh adanya kendaraan sepeda motor, karena sepeda motor memberi peranan tersendiri dalam mempersingkat waktu perjalanan.

A. Komponen Utama Mesin Sepeda motor

Berikut ini komponen-komponen utama mesin sepeda motor ;

1. Kepala Silinder (Cylinder Head) berfungsi sebagai penutup lubang silinder pada blok silinder dan juga sebagai tempat duduk busi mesin.
2. Blok Silinder (Cylinder Blok) berfungsi sebagai tempat bergeraknya piston mesin. Blok silinder piston ini ada dua komponen yang digabung menjadi satu yaitu silinder liner dan blok silinder yang keduanya saling melekat satu sama lainnya.
3. Bak Engkol Mesin (crankcase) berfungsi khusus rumah dari beberapa komponen-komponen mesin bagian yang ada di dalamnya, yaitu kopling mesin, generator atau alternator, pompa oli, gigi transmisi, penampung oli dan juga poros engkol.
4. Torak (Piston) berfungsi untuk memindahkan tenaga mesin yang diperoleh dari hasil pembakaran bahan bakar ke poros engkol atau crank shaft melalui batang torak (connecting rod).
5. Cincin Torak (ring piston) berfungsi sebagai komponen mesin yang berguna mencegah terjadinya kebocoran gas bahan bakar saat terjadi

proses kompresi dan usaha atau untuk mencegah masuknya oli pelumas ke ruang bakar mesin serta memindahkan aliran panas dari bagian piston ke dinding silinder.

6. Poros Engkol (Crank Shaft) berfungsi untuk mengubah gerak naik turun torak menjadi gerak berputar yang kemudian dapat menggerakkan roda-roda pada sepeda motor.
7. Laher /Bearing Kruk As berfungsi untuk mencegah keausan pada silinder liner serta mengurangi gesekan poros engkol.
8. Roda Gila (FlyWheel) berfungsi sebagai penyimpan tenaga putar atau inertia yang dihasilkan pada langkah usaha mesin yang bermanfaat agar proses engkol tetap dapat berputar secara terus-menerus pada langkah lainnya.
9. Katup (Valve), pegas katup (valve spring) dan pelatuk klep (rocker arm) berfungsi untuk menutup serta membuka saluran masuk dan saluran buang. Sedangkan untuk pegas katupnya berfungsi untuk mengembalikan katup pada kedudukan atau posisi semula serta memberikan tekanan pada katup tersebut agar dapat menutup dengan rapat. Pada komponen tuas katup berfungsi untuk menekan katup-katup tersebut supaya dapat terbuka.
10. Batang Pendorong (push Rod) dan pengangkat katup(valve lifter) berfungsi untuk meneruskan gerakan pengangkat katup ke rocker arm dan pengangkat katup berfungsi memindahkan gerakan poros nok ke rocker arm melalui push rod.
11. Poros Bubungan, Karter dan Pena Torak berfungsi untuk membuka tutup katup akan dilakukan oleh poros bubungan dengan oli pelumas yang ditampung pada bagian karter serta torak-torak akan terhubung dengan connecting rod melalui lubang bushing pada pena torak.
12. Bantalan Luncur Aksial, Timming Chain, dan Dudukan katup berfungsi sebagai penahan poros angkot agar tidak bergerak atau bergeser.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Universitas HKBP Nommensen, Jl. Sutomo No.4A Medan, Sumatera Utara

3.2 Bahan Dan Metode Peralatan

3.2.1 Bahan

Dalam penelitian ini subjek penelitian adalah satu Unit sepeda motor dengan cc (cylinder Capacity) 115 cc seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.1 Mesin Sepeda Motor Vega ZR 115 CC

Sepeda motor yang saya gunakan adalah merk VEGA ZR yang memiliki Spesifikasinya serta memiliki Kelebihan dan Kekurangan sepeda motor yang saya teliti yaitu seperti berikut ini:

A. VEGA ZR

- ✓ Mesin : 4-stroke
- ✓ Kapasitas silinder : 115 cc
- ✓ Jumlah Silinder : 1 cylinder
- ✓ Rasio Kompresi : 9,30 : 1
- ✓ Max Torsi : 4500 rpm
- ✓ Pendingin : udara (air cooled)

- ✓ Karburator : VM 17SH × 1 mikuni
- ✓ Saringan udara : dry element
- ✓ Transmisi : 4- speed
- ✓ Berat : 97,0 kg

❖ **Kelebihannya yaitu :**

- ✓ Irit bahan bakar
- ✓ Perawatan yang mudah
- ✓ Harga Sparepart murah dan mudah didapat
- ✓ Handling dan Posisi Riding yang Nyaman
- ✓ Torsi Besar di Rpm rendah
- ✓ Kualitas Body bagus dan tidak mudah bergetar

❖ **Kelemahannya yaitu :**

- ✓ Cone Stirnya mudah rusak
- ✓ Rantainya mudah kendur
- ✓ Kopling otomatisnya sangat lemah apabila dipakai menanjak.
- ✓ Ring pistonnya lemah sehingga mengakibatkan oli masuk ke ruang pembakaran.
- ✓ Mesin susah hidup pada saat dipagi hari.

3.2.2 Variasi Bahan Bakar

Suatu mekanisme mesin motor bakar dalam pengoperasiannya akan memerlukan jenis bahan bakar yang sesuai dengan desain mesin itu sendiri agar dapat bekerja dengan baik dan menghasilkan kinerja yang lebih optimum. Adapun variasi jenis bahan bakar yang akan digunakan pada mesin sepeda motor ini adalah premium, pertalite, dan pertamax.



Gambar 3.2 Variasi Bahan Bakar (pertalite dan pertamax)

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

1. Penetapan Tujuan dan Batasan Masalah
2. Pengisian jenis bahan bakar yang telah ditentukan.
3. Pemasangan vibrometer pada Mesin Sepeda Motor
4. Pengujian dengan menggunakan vibrometer.
5. Pengumpulan data.
6. Pengolahan dan Analisa Data.
7. Kesimpulan dan Hasil

3.2.3 Peralatan Dan Metode

1. Vibrometer

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



Gambar 3.3 *Vibrometer Handle*

Keterangan gambar :

1. Power key.
2. Sound key.
3. Filter key.
4. Input connector.
5. Held key.
6. Function key.
7. Acceleromotor
8. Metric imperial conversion key
9. Battery cover compartment
10. Jack for RS-232C interface
11. Display.
12. Jack for the headphone.

2. Tachometer

Kata tachometer berasal dari kata Yunani tachos yang berarti kecepatan dan metron yang berarti untuk mengukur. Tachometer adalah sebuah alat pengujian yang dirancang untuk mengukur kecepatan rotasi dari suatu objek, seperti alat pengukur dalam sebuah mobil yang mengukur *Revolution Per Minute* (RPM) dari poros engkol mesin.

Perangkat ini pada masa sebelumnya dibuat dengan dial, jarum yang menunjukkan pembacaan saat ini dan tanda-tanda yang menunjukkan tingkat yang aman dan berbahaya. Pada masa kini telah diproduksi tachometer digital yang memberikan pembacaan numerik tepat dan akurat dengan hasilnya ditampilkan pada layar LCD berupa angka dibandingkan dengan menggunakan dial dan jarum.

Prinsip kerja alat ini adalah dari inputan data berupa putaran diubah oleh sensor sebagai suatu nilai frekuensi kemudian frekuensi tersebut dimasukkan ke dalam rangkaian *frekuensi to voltage converter* (f to V) hasil keluarannya berupa tegangan, yang kemudian digunakan untuk menggerakkan jarum pada tachometer analog atau dimasukkan ke *analog to digital converter* (ADC) pada **tachometer digital** untuk diubah menjadi data digital dan ditampilkan pada display.



Gambar 3.4 Tachometer Digital

Keterangan gambar:

1. *Contact measuring device*

6. *Measure button*

2. *Battery compartment*

7. *Memory call button*

3. *Surface speed wheel adapter*

4. *Digital LCD screen*

5. *Function switch*

3.3 Variabel Yang Diamati

1. *Displacement* atau simpangan getaran dari tiga arah pengukuran pada As roda belakang dan Stasioner mesin.
2. *Velocity* atau kecepatan getaran dari tiga arah pengukuran pada As roda belakang dan Stasioner mesin.
3. *Acceleration* atau percepatan getaran dari tiga arah pengukuran pada As roda belakang dan Stasioner mesin.

3.4 Teknik Pengukuran Pengolahan Dan Analisa Data

Sebelum melakukan pengukuran vibrasi pada Stasioner mesin sepeda motor dan As roda belakang maka terlebih dahulu melakukan kecepatan putaran mesin dan penggunaan bahan bakar.

3.4.1 Kecepatan putaran mesin

Kecepatan putaran mesin harus sesuaikan dengan tujuan penelitian yaitu 400 rpm dan 600 rpm, pengukurannya dilakukan pada bagian stasioner mesin dan as roda belakang.

3.4.2 Penggunaan variasi bahan bakar

penggunaan variasi bahan bakar (pertalite dan pertamax) pada mesin sepeda motor 115 cc

3.4.3 Daerah titik pengukuran di stasioner mesin pada arah vertikal, horizontal dan longitudinal.

➤ Pengukuran pada arah Vertikal

Pengukuran dilakukan dengan menempatkan vibration sensor pada stasioner mesin sepeda motor secara vertikal.



Gambar 3.5 Titik pengukuran secara vertikal

➤ Pengukuran pada arah Horizontal

Pengukuran dilakukan dengan menempatkan vibration sensor pada stasioner mesin sepeda motor secara horizontal.



Gambar 3.6 Titik pengukuran secara Horizontal

➤ Pengukuran pada arah longitudinal

Pengukuran yang dilakukan dengan menempatkan vibration sensor pada stasioner mesin sepeda motor secara longitudinal.



Gambar 3.7 Titik pengukuran secara longitudinal

3.4.4 Daerah titik pengukuran di As roda belakang pada arah Vertikal, Horizontal dan Longitudinal.

➤ Pengukuran pada arah Vertikal

Pengukuran dilakukan dengan menempatkan vibration sensor pada As roda belakang sepeda motor secara vertikal.



Gambar 3.8 Titik pengukuran secara Vertikal

➤ Pengukuran pada arah Horizontal

Pengukuran dilakukan dengan menempatkan vibration sensor pada As roda belakang sepeda motor secara Horizontal



Gambar 3.9 Titik pengukuran secara Horizontal

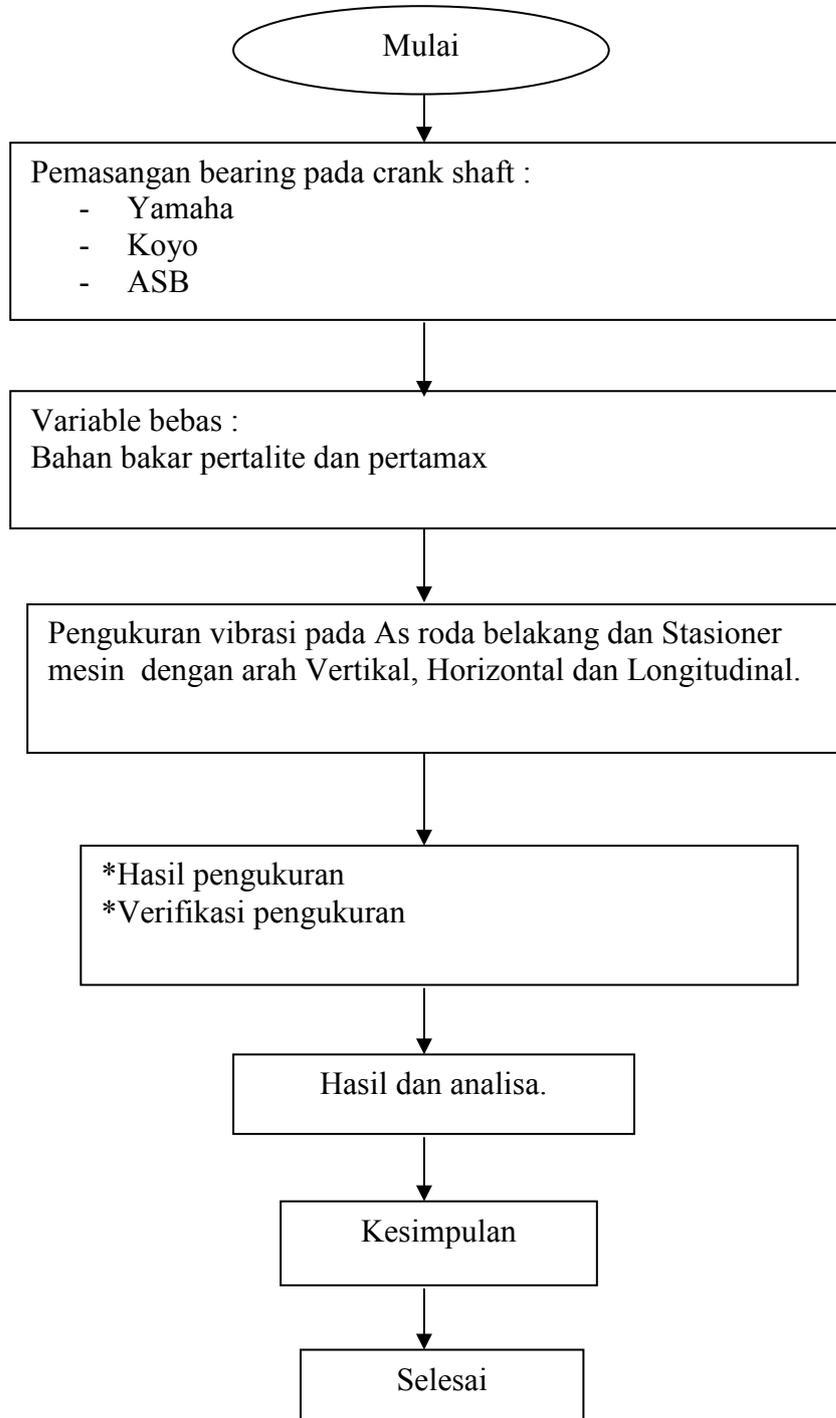
- Pengukuran pada arah Longitudinal
Pengukuran dilakukan dengan menempatkan Vibration sensor pada As belakang sepeda motor secara Longitudinal



Gambar 3.10 Titik pengukuran secara Longitudinal

3.5 Kerangka Konsep

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



Gambar 3.11 Diagram Alir Peneliti

