

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sebuah mesin ketika beroperasi akan menghasilkan gerakan-gerakan pribadinya yang dapat dibedakan menjadi getaran, guncangan dan osilasi. Getaran terjadi ketika gaya yang berubah-ubah mengenai bagian yang elastis. Analisa getaran meliputi massa benda, gaya-gaya eksternal dan konstanta elastisitas yang terdiri dari konstanta pegas ( $k$ ) dan konstanta dumping ( $c$ ). Konstanta pegas merupakan perbandingan proporsional antara gaya-gaya eksternal displacement getaran ( $m$ ). Konstanta dumping merupakan perbandingan proporsional antara gaya-gaya eksternal dengan kecepatan getaran ( $m/s$ ). Besar beban guncangan akan menentukan ukuran diameter yang tepat pada perancangan poros, menentukan jumlah gigi dan ukuran pitch pada perancangan gear pinion garden. Osilasi adalah variasi periodik terhadap waktu dari suatu hasil dua pengukuran getaran, getaran termasuk osilasi mekanis apabila frekuensi getaran diplot kedalam grafik simpangan terhadap waktu maka dapat ditentukan amplitude gelombang dan panjang gelombang dengan asumsi getaran beresilasi harmonik sederhana (Wiwoho 2015).

Terdapat beberapa metode untuk deteksi kerusakan yang diterapkan untuk perawatan suatu mesin, salah satu metode tersebut adalah metode analisa getaran. Melalui analisa getaran dapat dilihat karakteristik getaran yang terjadi pada ring piston ketika mengalami kerusakan, kemudian membandingkan dengan karakteristik getaran yang terjadi pada ring piston kondisi baik. Jika suatu mesin mengalami kerusakan pada komponennya maka akan menghasilkan penurunan amplitude dan mempunyai periode yang lama (Sulistiyana dkk 2013).

Engine mounting adalah komponen dari mobil yang bekerja sebagai dudukan mesin sehingga mampu menyangganya di atas sasis. Selain itu, fungsi dudukan mesin yang lain adalah menahan getaran dari mesin supaya tidak sampai ke dalam kabin. Pada saat mesin mobil menyala, di dalam ruang bakar akan terjadi ledakan yang

menimbulkan getaran. Ledakan ini berasal dari bahan bakar yang bercampur dengan udara sehingga menghasilkan tenaga. Getaran yang muncul tergolong tinggi dan bisa menjalar ke semua bagian kendaraan. Kondisi ini akan berpengaruh pada kenyamanan di dalam kabin. Makanya dibutuhkan engine mounting yang mampu meredam getaran mesin. Tak hanya meredam getaran, ada fungsi lain engine mounting yang juga tak kalah penting. Seperti untuk menjaga komponen mesin lain seperti girboks agar disangga dengan baik oleh sasis. Jika komponen tersebut tidak menempel pada sasis dengan benar, maka dapat menimbulkan kerusakan (Didi Ahadi, 2021)

Analisa getaran digunakan untuk menentukan kondisi operasi dan mekanik peralatan. Keuntungan utama adalah bahwa analisis getaran dapat mengidentifikasi masalah yang berkembang sebelum mereka menjadi terlalu serius dan menyebabkan *downtime* yang tidak terjadwal. Ini bisa dicapai dengan melakukan pemantauan berkala getaran mesin baik secara terus menerus atau pada interval terjadwal. Pemantauan getaran secara teratur dapat mendeteksi bantalan yang memburuk atau rusak, kerugian mekanis dan gigi aus atau rusak. Analisis getaran juga dapat mendeteksi ketidakselarasan dan ketidakseimbangan sebelum kondisi ini menyebabkan kerusakan pada bantalan atau poros. (Scheffer dan Girdhar, 2004).

Berdasarkan uraian di atas, penulis tertarik untuk mengadakan penelitian sebagai tugas akhir dengan judul penulis **“ANALISA GETARAN PADA ENGINE MOUNTING DENGAN VARIASI PADA PUTARAN KENDARAAN MESIN DIESEL ARAH VERTIKAL HORIZONTAL DAN LONGITUDINAL.”**

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan, maka dapat dirumuskan penyelesaian permasalahan yaitu dengan mengukur getaran pada engine mounting agar mengetahui karakteristik getarannya ketika engine mounting rusak atau masa pemakaiannya yang telah melebihi batas.

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan Masalah yang diberikan untuk Tugas Akhir ini adalah:

1. Lama pemakaian pada mobil adalah 141.367 Km dengan asumsi kondisi jalan yang baik.
2. Jumlah pengukuran vibrasi engine mounting pada Kijang Innova Reborn ada tiga buah berada di engine bay diantara mesin dan juga Kabin mobil.
3. Pengukuran vibrasi pada putaran 1000 rpm, 2500 rpm dan 3000 rpm.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian pengukuran getaran adalah:

1. Mengetahui besarnya getaran tertinggi dan terendah pada displacement, velocity dan acceleration dengan putaran 1000 rpm, 2500 rpm dan 3000 rpm.
2. Mengetahui dampak getaran yang dihasilkan pada engine mounting dan ruang kabin menurut standart getaran yang diizinkan.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui karakteristik getaran pada engine mounting serta pengaruhnya.
2. Menyediakan informasi sebagai referensi tambahan yang ingin melakukan riset serta khusus mengenai predictive maintenance menggunakan analisis getaran.
3. Data karakteristik getaran pada engine mounting bisa menjadi pembanding pada engine mounting yang rusak atau tidak layak pakai.

## BAB II

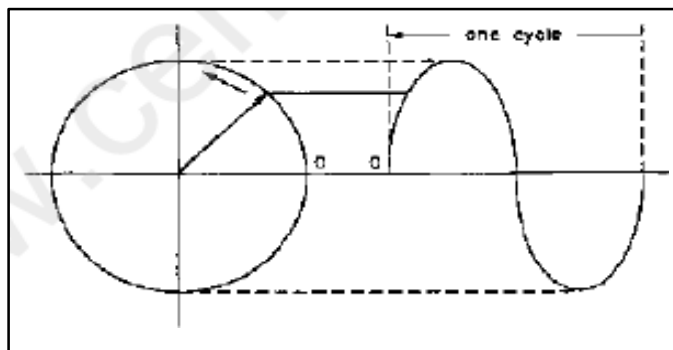
### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Getaran

Getaran adalah gerakan bolak-balik dalam suatu interval waktu tertentu. Semua benda yang mempunyai massa dan elastisitas mampu bergetar, jadi kebanyakan mesin dan struktur rekayasa (*engineering*) mengalami getaran sampai derajat tertentu dan rancangannya biasanya memerlukan pertimbangan sifat osilasinya. Gerakan bolak-balik ini bisa terjadi secara harmonik, periodic, dan acak. Gerakan acak berarti mesin bergerak dengan cara yang tidak terduga.

##### 2.1.1 Gerak Harmonik

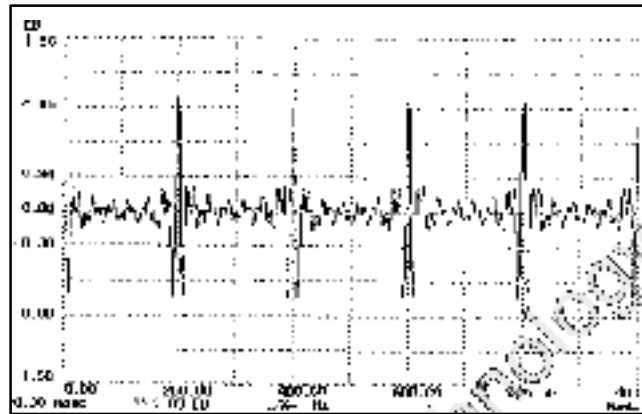
Gerak Harmonik adalah gerak bolak-balik secara teratur melalui titik keseimbangannya dengan banyaknya getaran benda dalam setiap sekon selalu sama atau konstan. Semua gerak harmonik bersifat periodic, artinya berulang di beberapa titik waktu. Dalam sistem linear, ketidakseimbangan dalam peralatan berputar dapat menghasilkan gerakan harmonis. Namun, dengan banyak variable seperti masalah gigi, kelonggaran, cacat bantalan, miss alignment dan lain-lain, gerak harmonik semacam itu tidak sering ditemukan (James, 2003).



**Gambar 2.1** Gerak Harmonik (James, 2003)

### 2.1.2 Gerak Periodik

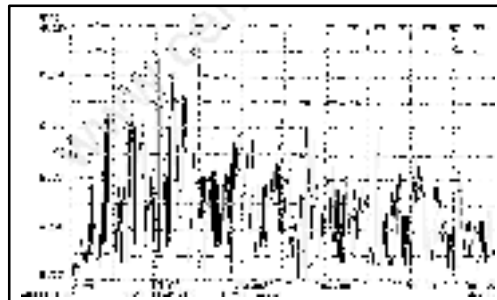
Gerakan periodik adalah semua gerakan yang bertugas secara berkala. Gerakan periodik adalah setiap gerakan yang terulangi sendirinya dalam periode waktu yang sama. Misalnya, kopling motor yang tidak selaras dan longgar dapat memiliki tonjolan sekali putaran poros. Meskipun gerakan ini tidak harmonis, ini adalah gerakan periodik (James 2003).



**Gambar 2.2.** Gerak Periodik (James, 2003)

### 2.1.3 Gerak Acak

Gerak acak adalah gerakan yang terjadi secara tidak menentu dan tidak dapat diulang. Contohnya adalah hujan yang menghantam atap dan pin bowling yang terjatuh. Gerak acak juga disebut noise. Sinyal waktu dari gerak acak ini akan berisi semua frekuensi dalam rentang yang diberikan. Seringkali, gerakan acak dalam mesin disebabkan oleh kelonggaran yang parah (James, 2003)



**Gambar 2.3** Gerak Acak (James, 2003)

Getaran juga memiliki tiga ukuran yang dijadikan sebagai parameter dari pengukuran suatu getaran. Ketiga parameter itu ialah sebagai berikut.

### 1. Amplitudo

Amplitudo juga diartikan sebagai jarak atau simpangan terjauh dari titik keseimbangan dalam sinusoidal. Amplitudo ialah nilai besar sinyal vibrasi yang dihasilkan dari pengukuran vibrasi yang menunjukkan besar gangguan atau vibrasi yang terjadi. Makin besar amplitudo maka makin besar getaran atau gangguan pada suatu benda atau media.

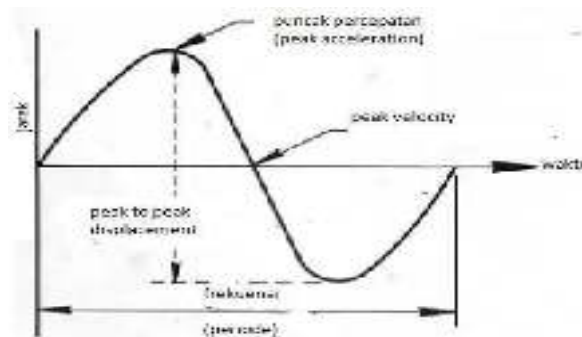
### 2. Frekuensi

Frekuensi yaitu banyaknya jumlah getaran gelombang dalam suatu putaran waktu. Frekuensi dari pengukuran vibrasi dapat mengartikan jenis gangguan yang terjadi. Frekuensi juga biasanya ditunjukkan dalam satuan hertz (Hz)

### 3. Fase Vibrasi

Phase merupakan penggambaran akhir dari karakteristik suatu getaran atau vibrasi pada suatu benda atau mesin yang sedang bekerja. Phase merupakan perpindahan posisi dari bagian-bagian yang bergetar secara relative untuk menentukan titik referensi atau titik awal pada bagian lain yang bergetar.

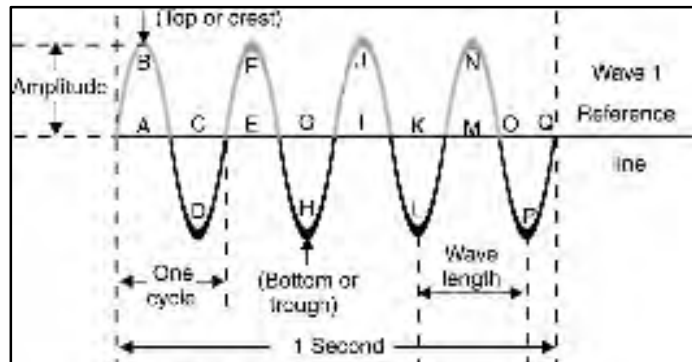
Karakteristik getaran digunakan untuk mengetahui masalah dari pengukuran getaran suatu benda atau media seperti gambar ini.



**Gambar 2.4** Karakteristik Getaran

## 2.2 Karakteristik Getaran

Mengacu pada pergerakan pegas, karakteristik dapat dipelajari dengan memetakan pergerakan pegas sebagai fungsi waktu. Karakteristik getaran yang penting antara lain adalah:

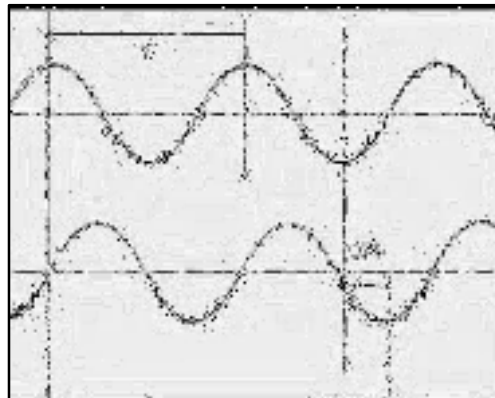


**Gambar 2.5** Karakteristik Getaran (Scheffer dan Girdhar, 2004)

1. Frekuensi getaran (*vibration displacement*) menunjukkan jumlah gerakan bolak-balik (satu siklus lengkap) per unit waktu. Hubungan antara frekuensi dan periode getaran dapat dinyatakan dengan rumus sederhana:  $\text{frekuensi} = 1 / \text{periode}$ . Frekuensi getaran biasanya dinyatakan sebagai jumlah siklus getaran yang terjadi setiap menit (CPM = Siklus per menit). Misalnya, mesin bergetar 60 kali (siklus, dalam 1 menit frekuensi getaran motor adalah 60 CPM, frekuensi yang dapat dinyatakan dalam CPS (siklus per detik) atau dalam Hertz (Hz).
2. Perpindahan Getaran (*vibration displacement*) adalah jarak yang ditempuh dari satu puncak ke puncak getaran lainnya. Perpindahan biasanya dinyatakan dalam satuan mikron ( $\mu\text{m}$ ) atau mil. ( $1\mu\text{m} = 0.001 \text{ mm}$  dan  $1 \text{ mils} = 0.001 \text{ inch}$ ).
3. Kecepatan Getaran (*vibration velocity*). Karena getaran adalah gerakan. Sehingga memiliki kecepatan. Dalam gerak periodik kecepatan maksimum terjadi pada saat posisi netral, sedangkan kecepatan minimum adalah pada saat posisi puncak (*peak*). Kecepatan getaran ini biasanya dinyatakan dalam mm/det. Karena kecepatan ini selalu berubah secara sinusoidal, mm/detik (nilai rms) sering

digunakan. Kadang-kadang juga digunakan dalam satuan inci/detik (*peak*) atau inci /detik (rms). 1 inci = 25,4 mm

4. Percepatan Getaran (*vibration acceleration*) adalah fitur getaran penting lainnya. Pada saat posisi puncak kecepatan getaran sama dengan nol tetapi di bagian ini, akselerasi akan maksimum. Pada saat posisi netral, akselerasi getaran adalah nol. Secara teknis, akselerasi adalah laju perubahan kecepatan. Akselerasi getaran biasanya dinyatakan dalam satuan puncak gs, dimana g adalah akselerasi yang disebabkan oleh gaya gravitasi di permukaan bumi.
5. Phase Getaran. Pengukuran *phase* getaran memberikan informasi untuk menentukan bagaimana suatu bagian bergetar relative terhadap bagian yang lain, atau untuk menentukan posisi suatu bagian yang bergetar pada suatu saat, terhadap suatu referensi atau terhadap bagian lain yang bergetar dengan frekuensi sama.



**Gambar 2.6** Phase Getaran (Scheffer dan Girdhar, 2004)

### 2.3 Jenis Getaran

Getaran dibagi menjadi beberapa klasifikasi, antara lain:

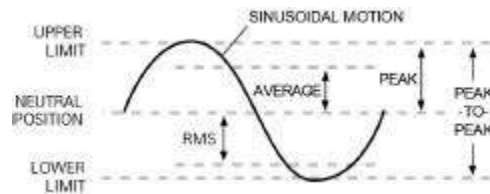
1. Getaran bebas didefinisikan sebagai getaran yang terjadi pada suatu sistem (mekanisme) tanpa adanya pengaruh gaya luar (eksitasi) yang memengaruhinya. Dengan kata lain, eksitasi diberikan pada awal saja, setelah itu benda akan beresilasi.



2. Getaran paksa dapat didefinisikan sebagai getaran yang terjadi pada suatu sistem karena adanya rangsangan gaya luar (eksitasi). Sebagai contoh adalah getaran pada motor diesel. Jika rangsangan tersebut ber-osilasi maka sistem dipaksa untuk bergetar pada frekuensi rangsangan. Jika frekuensi rangsangan sama dengan salah satu frekuensi natural sistem maka akan didapat keadaan resonansi dan osilasi besar dapat menimbulkan bahaya. Kerusakan struktur yang terjadi pada gedung, jembatan, turbin dan sayap pesawat berhubungan dengan fenomena resonansi ini.

## 2.4 Amplitudo Getaran

Didefinisikan sebagai besaran simpangan maksimum dari benda yang bergetar. Amplitudo memiliki elemen-elemen yang digunakan sebagai hasil pembacaan pengukuran, antara lain adalah seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.7 Elemen–elemen pada amplitude getaran

Amplitudo getaran dapat dinyatakan sebagai *displacement*, *velocity* ataupun *acceleration* berikut pengertian dari ketiga karakteristik tersebut:

1. *Displacement* (x)

*Displacement* atau bisa disebut perpindahan adalah perubahan actual dalam jarak atau posisi suatu objek yang relatif terhadap titik referensi. Satuan SI yang digunakan yaitu  $\mu\text{m}$ .

2. *Velocity*

*Velocity* atau kecepatan adalah laju perubahan perpindahan terhadap waktu atau seberapa cepat suatu komponen bergerak untuk menempuh suatu perpindahan (*displacement*). Satuan SI yang digunakan yaitu  $\text{mm/s}$

### 3. *Acceleration*

*Acceleration* atau akselerasi adalah laju perubahan kecepatan terhadap waktu. Akselerasi umumnya dinyatakan dalam konstanta gravitasi (g) dengan 1 g adalah 32,17 ft/s atau 9,81 m/s<sup>2</sup>.

Untuk pengukuran nilai getaran yang bisa digunakan adalah velocity dengan interval 10 – 1.000 hz, sedangkan displacement digunakan untuk frekuensi <10 hz dan acceleration digunakan pada frekuensi >1.000 Hz (ALENA BILOŠOVÁ, 2012).

## **2.5 Pengukuran Getaran**

Dalam suatu pengukuran getaran mesin tujuan utama adalah untuk mendapatkan data dimana dengan melalui pemantulan sinyal getaran secara berkala dapat mengetahui kondisi mesin yang sebenarnya. Data-data tersebut merupakan sumber informasi yang sangat berharga tentang kelainan atau kerusakan yang diketahui beserta spectrum getarannya. Dengan demikian kerusakan dan kelainan yang sama yang pernah terjadi akan dapat diidentifikasi dengan cepat. Selain itu data-data juga dimanfaatkan untuk mengubah spesifikasi rancangan sehingga tingkat keandalan mesin dapat dinaikkan.

### **2.5.1 Jenis Pengukuran Getaran**

Pengukuran getaran permesinan dapat dikelompokkan sebagai berikut:

#### 1. Pengukuran untuk mengetahui level getaran

Pengukuran ini umumnya melibatkan data sinyal getaran dalam domain waktu. Dari pengukuran tersebut diperoleh informasi level getaran yang stabil dalam besaran rms (root mean square). Hasil pengukuran level getaran umumnya untuk dibandingkan dengan besaran standar (standar ISO) sehingga dapat diketahui getaran mesin tersebut dalam batas aman atau tidak.

## 2. Pengukuran untuk analisis getaran

Pengukuran ini lebih rumit daripada pengukuran level getaran karena melibatkan sinyal getaran dalam domain waktu maupun dalam domain frekuensi. Alat ukur yang digunakan adalah jenis CSI (Computational System Incorporated) sehingga dapat dilakukan proses konversi dari data domain waktu ke domain frekuensi. CSI ini dapat juga dilakukan untuk pengolahan data lebih lanjut yang mana nantinya berguna untuk analisis sinyal getaran untuk memperoleh keperluan diagnosa kemungkinan kegagalan dalam mesin tersebut. Pengukuran ini biasanya dilakukan untuk mencari kerusakan secara detail.

### **2.5.2 Teknik Pengukuran Getaran Mesin**

Posisi dan arah pengukuran getaran pada suatu mesin secara normal diambil pada bearing dari mesin tersebut. Transduser sebaiknya harus ditempatkan sedekat mungkin dengan bearing mesin karena melalui bearing tersebut gaya dari mesin ditransmisikan. Gerakan bearing adalah merupakan hasil reaksi gaya dari mesin tersebut. Disamping karakteristik getaran seperti amplitude, frekuensi dan phase ada karakteristik lain dari getaran yang juga mempunyai arti yang sangat penting yaitu arah dari gerakan getaran, hingga perlu untuk mengukur getaran dari berbagai arah. Berdasarkan fungsinya arah pengukuran menunjukkan bahwa ada tiga arah pengukuran yang sangat penting yaitu horizontal, vertikal dan axial. Arah horizontal dan vertikal bearing disebut dengan arah radial. Arah pengukuran ini biasanya didasarkan pada posisi sumbu transduser terhadap sumbu putaran dan shaft mesin. Arah ini juga sangat penting artinya dalam analisa suatu getaran.

### 2.5.3 Alat Pengukur Getaran

Dalam pengambilan data suatu getaran agar supaya informasi mengenai data getaran tersebut mempunyai arti. Ada beberapa alat standard yang biasanya digunakan dalam suatu pengukuran getaran antara lain:

#### 1. Vibrationmeter

Vibration meter biasanya bentuk kecil dan ringan sehingga mudah dibawa dan dioperasikan dengan battery serta dapat mengambil data getaran pada suatu mesin dengan cepat. Pada umumnya terdiri dari sebuah probe, kabel dan meter untuk menampilkan harga getaran. Alat ini juga dilengkapi dengan switch selector untuk memilih parameter getaran yang akan diukur.

Vibration meter ini hanya membaca harga overall (besarnya level getaran) tanpa memberikan informasi mengenai frekuensi dari getaran tersebut. Pemakaian alat ini cukup mudah sehingga tidak diperlukan operator yang harus ahli dalam bidang getaran. Pada umumnya alat ini digunakan untuk memonitor “trend getaran” dari suatu mesin. Jika trend getaran suatu mesin menunjukkan kenaikan melebihi level getaran yang diperbolehkan, maka akan dilakukan analisa lebih lanjut dengan menggunakan alat yang lebih lengkap

#### 2. Vibration Analyzer

Alat ini mempunyai kemampuan untuk mengukur amplitudo dan frekuensi getaran yang akan dianalisa. Karena biasanya sebuah mesin mempunyai lebih dari satu frekuensi getaran yang ditimbulkan, frekuensi getaran yang timbul tersebut akan sesuai dengan kerusakan yang terjadi pada mesin tersebut. Alat ini biasanya dilengkapi dengan meter untuk membaca amplitudo getaran yang biasanya juga menyediakan beberapa pilihan skala. Alat ini juga memberikan informasi mengenai data spektrum dari getaran yang terjadi, yaitu data amplitudo terhadap frekuensinya, data ini sangat berguna untuk analisa kerusakan suatu mesin. Dalam pengoperasiannya vibration analyzer ini membutuhkan seorang operator yang sedikit mengerti mengenai analisa vibrasi.

### 3. Shock Pulse Meter

Shock pulse meter adalah alat yang khusus untuk memonitoring kondisi antifriction bearing yang biasanya sulit dideteksi dengan metode analisa getaran yang konvensional. Prinsip kerja dari shock pulse meter ini adalah mengukur gelombang kejut akibat terjadi gaya impact pada suatu benda, intensitas gelombang kejut itulah yang mengindikasikan besarnya kerusakan.

### 4. Osciloskop

Osciloskop adalah salah satu peralatan yang berguna untuk melengkapi data getaran yang akan dianalisa. Sebuah osciloskop dapat memberikan sebuah informasi mengenai bentuk gelombang dari suatu getaran mesin.

## **2.6 Standar Vibration ISO 10816**

Standar ini dapat digunakan untuk menentukan tingkat getaran yang dapat diterima bagi berbagai kelas permesinan. Dengan demikian, untuk menggunakan standar ini, pertama-tama perlu mengklasifikasikan permesinan yang akan diuji sesuai Tabel 2.2 yang menunjukkan pedoman bagi kelayakan permesinan ISO (10186-1:1995).

**Tabel 2.2** Standar Vibrasi ISO 10816

VIBRATION SEVERITY PER ISO 10816					
Machine		Class I small machines	Class II medium machines	Class III large rigid foundation	Class IV large soft foundation
	In/s	mm/s			
Vibration Velocity Vrms	0.01	0.28			
	0.02	0.45			
	0.03	0.71		good	
	0.04	1.12			
	0.07	1.80			
	0.11	2.80		satisfactory	
	0.18	4.50			
	0.28	7.10		unsatisfactory	
	0.44	11.2			
	0.70	18.0			
	0.71	28.0		unacceptable	
1.10	45.0				

Dengan membaca table diatas kita dapat mengkaitkan kondisi kerusakan permesinan dengan getaran sebagai monitoring perawatan berbasisi kondisi. Standar yang digunakan adalah parameter kecepatan (rms) untuk mengidikasikan kerusakan. Warna-warna seperti terlihat pada tabel mengklasifikasikan tingkat keparahan sesuai denga kelas permesinan, sebagai berikut:

1. Zona Good, getaran dari mesin sangat baik dan dibawah getaran yang diizinkan.
2. Zona Satisfactory, getaran dari mesin baik dan dapat dioperasi karena masih dalam batas yang diizinkan.
3. Zona Unsatisfactory, getaran dari mesin dalam bats toleransi dan hanya dioperasikan dalam waktu terbatas.
4. Zona unncceptable, getaran dari mesin dalam batas berbahaya dan kerusakan dapat terjadi pada mesin.
5. Class I, bagian mesin dan motor listirk terpisah, secara integral bagian mesin dikaitkan sebagai permesinan lengkap dalam kondisi pengoperasian normal (motor listirk sampai 15 dengan fondasi khusus kW).

6. Class II, peralatan permesinan berukuran sedang (motor listrik dengan output 15-75 kW) tanpa fondasi khusus, mesin terpasang mati (hingga 300 kW) dengan fondasi khusus.
7. Class III, mesin dengan penggerak utama yang lebih besar dan mesin-mesin besar lainnya dengan *rotating masses* terpasang mati pada fondasi padat dan fondasi berat indikatornya sulit bagi penjalaran getaran.
8. Class IV, mesin dengan penggerak utama yang lebih besar dan mesin-mesin besar lainnya dengan *rotating masses*-terpasang pada fondasi yang indikatornya mudah bagi pengukuran getaran.

## **2.7 Predictive maintenance**

Predictive maintenance adalah salah satu teknik perawatan yang bersifat prediksi. Predictive maintenance atau pemeliharaan prediktif adalah teknik yang dirancang untuk membantu menentukan kondisi peralatan untuk memprediksi kapan pemeliharaan harus dilakukan. Perawatan ini menjanjikan penghematan biaya lebih dari pemeliharaan rutin atau berbasis waktu, karena tugas dilakukan hanya bila dilakukan sesuai data prediksi. Keuntungan predictive maintenance adalah untuk memungkinkan penjadwalan pemeliharaan korektif, dan untuk mencegah kegagalan peralatan yang tak terduga. Dengan mengetahui peralatan butuh pemeliharaan, pekerjaan pemeliharaan dapat lebih terencana sehingga meningkatkan ketersediaan industry. Keuntungan potensial lainnya termasuk peningkatan umur hidup penggunaan alat, peningkatan keselamatan instalasi, menurunkan tingkat kecelakaan kerja, dan meningkatkan produktivitas kerja.

Predictive maintenance berbeda dari preventive maintenance terutama pada kebutuhan pemeliharaannya, jika predictive maintenance berdasarkan kondisi mesin yang sebenarnya, sedangkan preventive maintenance berdasarkan jadwal yang telah ditetapkan.

Pada industri yang memiliki banyak mesin penting dan sebagian besar tidak memiliki mesin cadangan atau jika terjadi terhentinya produksi yang tidak terjadwal

akan menimbulkan kerugian yang besar, predictive maintenance dengan pola condition-based maintenance (CBM) dianggap lebih efektif dan efisien pada karena pemeliharaan dilakukan berdasarkan hasil pengamatan (monitoring) dan analisa untuk menentukan kondisi dan kapan pemeliharaan akan dilaksanakan. Berbeda dengan pola pemeliharaan time-based maintenance (TBM) yang pemeliharaannya dilakukan berdasarkan pada jam operasi.

peralatan / komponen tanpa mempertimbangkan peralatan / komponen tersebut masih baik atau tidak, contohnya: mesin dilakukakn pemeliharaan setiap 3000 jam operasi/sekali setahun).

Pemeliharaan Berbasis Kondisi (CBM) adalah perawatan yang digunakan oleh industri secara aktif mengelola kondisi kesehatan aset untuk melakukan pemeliharaan ketika dibutuhkan dan paling tepat waktu. CBM dapat mengurangi biaya perawatan dan meningkatkan keamanan aset yang membutuhkan pemeliharaan. Pemeliharaan korektif / reaktif dapat dilakukan dengan pencegahan / pemeliharaan terjadwal menggantikan bagian sebelumnya akhir dari masa manfaatnya. CBM mengoptimalkan tradeoff antara biaya pemeliharaan dan biaya kinerja dengan meningkatkan ketersediaan dan keandalan sambil menghilangkan yang tidak perlu kegiatan pemeliharaan.

### **2.7.1 Manfaat dan Tujuan Predictive Maintenance**

Manfaat dari predictive maintenance adalah:

#### **1. Memperpanjang umur operasi mesin**

Dengan mengetahui kerusakan mesin sejak dini melalui predictive maintenance, maka perawatan dapat dilakukan jauh sebelum kondisi mesin turun. Ketika kondisi mesin sudah jauh dari kondisi normalnya dapat mempengaruhi produktifitas yang dihasilkan.



## 2. Menjaga kualitas produksi

Dengan menjaga kondisi mesin secara kontinyu kegiatan produksi dapat berjalan dengan baik dengan peralatan produksi yang baik maka kualitas produk yang dihasilkan dapat sesuai dengan standar yang ditentukan.

## 3. Mengurangi potensi kecelakaan kerja

Kondisi mesin yang tidak dalam kondisi terbaik dapat membahayakan operator yang mengoperasikan mesin. Dengan adanya perawatan secara baik dapat mengurangi potensi bahaya terhadap keselamatan operator.

### **2.8 Engine Mounting**

Engine mounting adalah kompone dari mobil yang bekerja sebagai dudukan mesin sehingga mampu menyangganya, sekaligus penyangga rangka body mobil. Fungsi engine mounting yang utama adalah menahan getaran dari mesin.

Bahan yang digunakan untuk membuat engine mounting secara umum adalah karet yang dilapisi dengan plat baja, namun ada juga yang menggunakan bahan polyurethane. Bahan tersebut hanya bisa digunakan untuk tipe sport dan lebih unggul karena statis saat berjalan di belokan. Pemasangan Engine Mounting biasanya dipasang pada sasis mobil yang berjumlah minimal dua bahkan bisa sampai empat. Pemasangan Engine Mounting harus memiliki jenis yang sama, Engine mountain memiliki dua jenis, yaitu:

#### 1. Tipe Modern

Pada mobil modern lebih tepatnya mobil mewah dengan harga mahal, biasanya menggunakan jenis yang konstuksinya berbentuk tabung hidrolik. Konstruksi ini lebih modern dibandingkan jenis yang satunya, selain itu tipe modern lebih mahal.

#### 2. Tipe Konvensional

Hampir semua jenis mobil memanfaatkan jenis konvensional ini. Bentuknya sendiri lebih sederhana karena terbuat dari plat baja. Bagian sisi satunya bekerja sebagai pengait sasis, sedangkan sisi lainnya akan dikaitkan pada mesin dan membuat getaran tidak tersalurkan pada bodi mobil.

## BAB III

### METODOLOGI 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 Penelitian

##### 3.2.1 Bahan

Dalam penelitian ini subjek penelitian adalah satu unit Mobil Kijang Innova Reborn dengan cc (Cylinder Capacity) 2400 cc seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.1 Toyota Innova Reborn 2400 cc

1. Toyota Innova Reborn G M/T memiliki, Spesifikasi, yaitu:

Tipe mesin	: 2 GD FTV 4 Cylinder in-line, 16 valve DOHC with Intercooler
Isi Slinder	: 2393
Daya Maksimum	: 149 / 3400 ps/rpm
Torsi Maksimum	: 34,9 / 1200 – 2800 kgm/rpm
Sistem Bahan Bakar	: Injection with Common Rail
Tipe Bahan Bakar	: Diesel

## 2. Kelebihan:

Memiliki desain eksterior yang elegan dan sporty

Memiliki desain interior yang classy dan menunjang banyak fitur – fitur inovatif

Konsumsi bahan bakar yang minim khusus untuk tipe mobil yang berbahan bakar diesel

## 3. Kekurangan:

Jarak antara kepala penumpang dan tap kabin kecil pada bangku ketiga, sehingga penumpang yang memiliki tinggi 160 cm atau lebih merasakan ruang yang sempit

Dengan spesifikasi mesin tersebut, mobil ini memiliki daya konsumsi bahan bakar yang tinggi

### 3.2.2 Bahan Bakar

Suatu mekanisme mesin pada mobil 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 bahan bakar yang digunakan pada mobil ini adalah solar.



Gambar 3.2 Biosolar

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

1. Penetapan Tujuan dan Batasan Masalah
2. Menekan pedal gas hingga 1000 rpm, 2500 rpm dan 3000 rpm
3. Pemasangan vibrometer pada titik terdekat pada Engine Mounting dan ruang kabin mobil
4. Pengujian dengan menggunakan vibrometer
5. Pengumpulan data
6. Pengolahan dan Analisa Data
7. Kesimpulan dan hail

### 3.2.3 Peralatan dan Metode

#### 1. Vibrometer

Untuk melakukan pengukuran terhadap tingkat vibrasi yang terjadi pada engine mounting dan ruang kabin mobil digunakan instrumen pengukur sinyal vibrasi, yaitu vibrometer Landtek VM-6360. Setting instrumen pengukur vibrasi ini dilakukan pada saat akan melakukan pengukuran sinyal vibrasi.



Gambar 3.3 Vibrometer Landtek VM-6360

Keterangan gambar:

1. Accelerometer
2. Display
3. Input Connector
4. Hold Key
5. Power Key
6. Metric/Imperial Key
7. Function key
8. Filter Key
9. Sound Key
10. Headphone Key

## 2. Speedometer

Speedometer adalah sebuah alat pengukur kelajuan kendaraan darat, yang merupakan perlengkapan standar setiap kendaraan yang beroperasi di jalan. Speedometer berfungsi agar pengemudi mengetahui kelajuan kendaraan yang dijalankannya dan dijadikan informasi utama untuk mengendalikan kelajuan di kawasan /jalan agar tidak terlalu lambat atau terlalu cepat, bisa mengatur waktu perjalanan dan mengendalikan kelajuan di jalan yang kelajuannya dibatasi. Speedometer turun bersamaan dengan kelajuan kendaraan.



Gambar 3.4 Speedometer

### 3.3 Variabel Yang Diamati

1. Displacement atau simpangan getaran dari tiga arah pengukuran pada titik terdekat Engine Mounting dan ruang kabin keadaan 1000 rpm, 2500 rpm dan 3000 rpm
2. Velocity atau kecepatan getaran dari tiga arah pengukuran pada titik terdekat Engine Mounting dan ruang kabin keadaan 1000 rpm, 2500 rpm dan 3000 rpm.
3. Acceleration atau percepatan getaran dari tiga arah pengukuran pada titik terdekat Engine Mounting dan ruang kabin keadaan 1000 rpm, 2500 rpm dan 3000 rpm.

### 3.4 Teknik Pengukuran Pengolahan Data Analisa Data

Sebelum melakukan pengukuran vibrasi pada engine mounting dan ruang kabin pada putaran 1000 rpm, 2500 rpm dan 3000 rpm terlebih dahulu melakukan pengukuran kecepatan putaran mesin

#### 3.4.1 Kecepatan Putaran Mesin

Kecepatan putaran mesin harus disesuaikan dengan tujuan penelitian yaitu 1000 rpm, 2500 rpm dan 3000 rpm pengukuran dilakukan pada engine mounting dan ruang kabin mobil.

### 3.4.2 Penggunaan Bahan Bakar

Penggunaan bahan bakar solar pada mesin mobil diesel 2400 cc.

### 3.4.3 Daerah titik pengukuran Engine Mounting

Pengukuran pada arah vertikal

Pengukuran dilakukan dengan menempatkan vibration sensor pada engine mounting secara vertikal



Gambar 3.5 Titik Pengukuran Secara Vertikal

Pengukuran pada arah horizontal

Pengukuran dilakukan dengan menempatkan vibration sensor pada engine mounting secara horizontal



Gambar 3.6 Titik Pengukuran Secara Horizontal

Pengukuran pada arah longitudinal

Pengukuran dilakukan dengan menempatkan vibration sensor pada engine mounting secara longitudinal



Gambar 3.7 Titik Pengukuran Secara Longitudinal

#### **3.4.4 Daerah titik pengukuran ruang kabin**

Pengukuran pada arah vertikal

Pengukuran dilakukan dengan menempatkan vibration sensor pada ruang kabin mobil secara vertikal.



Gambar 3.8 Titik Pengukuran secara Vertikal



Pengukuran pada arah horizontal

Pengukuran dilakukan dengan menempatkan vibration sensor pada ruang kabin mobil secara horizontal.



Gambar 3.9 Titik Pengukuran Secara Horizontal

Pengukuran pada arah longitudinal

Pengukuran dilakukan dengan menempatkan vibration meter sensor pada ruang kabin mobil secara longitudinal.



Gambar 3.10 Titik Pengukuran secara Longitudinal

3.5 Diagram Alir Penelitian

