

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Tebu merupakan salah satu hasil pertanian yang penting. Dimana telah diketahui saat ini tebu merupakan bahan pokok untuk pembuatan gula. Bentuk fisik tanaman tebu dicirikan oleh terdapatnya bulu-bulu dan duri sekitar pelapah dan helai daun. Tinggi tanaman bervariasi tergantung daya dukung lingkungan dan varietas antara 2,5-4 meter dengan diameter batang antara 2-4 cm.

Kebutuhan masyarakat Indonesia akan gula selalu meningkat dari waktu ke waktu untuk berbagai macam keperluan produk seperti gula pasir, gula halus, bahan pencampur minuman. Pada dasarnya bahan utama dari pembuatan produk ini adalah merupakan bahan sari tebu. Proses pengambilan sari air tebu ini dapat dilakukan dengan cara memeras tebu hingga terperas dan hal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan alat pemeras tebu.

Pengolahan tebu yang masih menggunakan cara manual merupakan salah satu pekerjaan yang membutuhkan tenaga yang cukup besar dan biaya yang banyak. Dalam pengolahan tebu secara manual proses pemerasannya menghasilkan produksi yang kurang baik dan tingkat keselamatan kerja yang kurang terjamin. Hal ini disebabkan dengan adanya kekurangan pada alat peras tebu yang menggunakan cara manual dalam proses perasannya dibanding dengan mesin peras tebu yang telah menggunakan mesin penggerak.

Jika dibanding dengan mesin peras tebu dengan pengolahan tebu secara manual, cara tersebut memiliki beberapa kekurangan yaitu tidak menggunakan motor penggerak, tidak menggunakan landasan tebu, serta untuk alat penggerakannya masih memerlukan tenaga manusia.

Dalam pengolahan tebu yang masih menggunakan penggerak mesin sistem mekanik dua roll merupakan salah satu mesin yang dirancang oleh manusia yang bertujuan untuk mempermudah proses peras tebu. Dalam mesin ini memiliki beberapa kelebihan salah satunya menggunakan motor penggerak yang tujuannya mempermudah dan mempercepat perasnya dan menghasilkan hasil produksi yang lebih baik bila dibanding dengan alat peras tebu dengan menggunakan tenaga manusia atau manual.

Tetapi dalam mesin peras tebu ini tingkat keselamatan kerjanya tidak terjamin pula karena mesin ini belum menggunakan landasan tebu. Kekurangan lainnya yang dimiliki mesin ini yaitu hasil produksi tebu yang kotor karena dalam mesin ini tidak terdapat saringan, mesin ini tidak memiliki bak penampung berguna dalam penampung sari tebu serta mesin ini pula tidak memiliki kran air yang berfungsi untuk mengeluarkan sari tebu yang ada di dalam bak penampung.

Dengan adanya kekurangan-kekurangan di atas baik yang menggunakan alat manual maupun mesin penggerak sistem mekanik dua roll, maka dari itu penulis mengembangkan mesin peras tebu ini menjadi mesin yang lebih efisien dari mesin yang telah ada dengan faktor utama dari pengembangan mesin yaitu keselamatan kerja yang dapat terjamin.

## **1.2 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah penelitian yang penulis lakukan meliputi:

1. Melakukan pengukuran besarnya getaran yang timbul pada daerah bantalan poros dan landasan mesin pada putaran 3000 rpm untuk beban tebu 3 kg dan 4 kg.
2. Mengukur besarnya simpangan (amplitudo), kecepatan (velocity) dan percepatan (acceleration) pada tiga titik.

## **1.3 Rumusan masalah**

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan Standart ISO 2372 untuk standart getaran berdasarkan kecepatan sebagai acuan yang dapat dilihat pada gambar berikut.

ISO 2372 - ISO Guideline for Machinery Vibration Severity						
Ranges of Vibration Severity			Examples of Quality judgment for separate classes of machines			
Vibration Velocity Vrms	in/s peak	mm/s rms	CLASS I	CLASS II	CLASS III	CLASS IV
	0.015	0.28	Green	Green	Green	Green
	0.025	0.45	Green	Green	Green	Green
	0.039	0.71	Green	Green	Green	Green
	0.062	1.12	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green
	0.099	1.80	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green
	0.154	2.80	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green
	0.248	4.50	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green
	0.392	7.10	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green
	0.617	11.2	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green
	0.993	18.0	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green
	1.54	28.0	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green
	2.48	45.0	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green
3.94	71.0	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	

A - Good	
B - Acceptable	
C - Still Acceptable	
D - Not Acceptable	

**Gambar 1.1 standar ISO 2372 (<http://image.app.goo.gl/1GkmtHrey8fUuot4A>)**

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa sesuai standart ISO 2372 untuk getaran dikategorikan kepada 4 zona yaitu:

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

Karena luasnya permasalahan, penulis perlu untuk membatasi masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini.

Adapun rumusan masalah yang akan diteliti adalah :

1. Bagaimana pengaruh respon getaran dengan menggunakan roda gigi untuk mesin pemeras tebu.
2. Bagaimana pengaruh respon getaran dengan menggunakan pully untuk mesin pemeras tebu.
3. Bagaimana dampak vibrasi getaran yang dihasilkan pada mesin pemeras tebu jika dibandingkan dengan standard getaran yang diizinkan.

#### **1.4 Tujuan**

Berdasarkan batasan masalah tersebut maka tujuan perancangan mesin pemeras tebu ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui besar getaran pada bantalan poros menggunakan pully dan roda gigi dengan beban tebu.
2. Mengetahui besar getaran pada landasan mesin menggunakan pully dan roda gigi dengan beban tebu.
3. Mengetahui dampak getaran yang dihasilkan menggunakan pully dan roda gigi menurut standard getaran yang diizinkan.

#### **1.5 Manfaat**

Manfaat dari pembuatan mesin pemeras tebu adalah sebagai berikut :

1. Dapat dijadikan referensi untuk mata kuliah Teknik Getaran Terapan di Prodi Teknik Mesin Universitas HKBP Teknik Mesin Universitas HKBP Nommensen.
2. Dapat dijadikan acuan untuk mengembangkan penelitian-penelitian getaran terapan selanjutnya.
3. Untuk mendapatkan desain terbaik dari alat mesin pemeras tebu.
4. Dapat digunakan untuk home industri karena konstruksi mesin yang sederhana dan harga pembuatannya yang cukup murah.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

## 2.1 Getaran

Getaran adalah gerakan bolak-balik dalam suatu interval waktu tertentu. Getaran berhubungan dengan gerak osilasi benda dan gaya yang berhubungan dengan gerak tersebut. Semua benda yang mempunyai massa dan elastisitas mampu bergerak, jadi kebanyakan mesin dan struktur rekayasa (engineering) mengalami gerakan sampai derajat tertentu dan rancangannya biasanya memerlukan pertimbangan sifat osilasinya. Vibrasi dapat terjadi karena adanya massa,kekakuan,dan gaya yang berasal dari dalam (gaya yang dihasilkan oleh mesin tersebut), serta gaya yang berasal dari luar mesin. pada suatu pemesinan, vibrasi yang berlebih disebabkan oleh gaya yang berubah baik besar maupun arahnya. Kondisi mesin dan masalah mekanikal yang terjadi pada mesin-mesin berputar dapat ditentukan dengan pengukuran karakteristik vibrasi.

Gerakan setiap getaran tentu mempunyai kecepatan yang berbeda. Angka yang menyatakan banyaknya getaran dalam setiap detik disebut frekuensi. Jadi frekuensi suatu getaran adalah banyaknya getaran yang dilakukan oleh suatu benda dalam setiap detik (sekon) atau dapat dikatakan satuan dari frekuensi adalah herzt (Hz)

Banyak pengertian tentang getaran yang dikemukakan oleh para ahli, pendapat-pendapat tersebut antara lain:

1. Menurut J.M Harrington, getaran adalah gerakan ossilasi disekitar sebuah titik.
2. Menurut J.F Gabriel, vibrasi adalah getaran, yang dapat disebabkan oleh getaran udara atau getaran mekanik, misalnya mesin atau alat-alat mekanisme lainnya.

## 2.2 Karakteristik Getaran

Kondisi suatu mesin dan masalah-masalah mekanik yang terjadi dapat diketahui dengan mengukur karakteristik getaran pada mesin tersebut. Karakteristik-karakteristik getaran yang penting antara lain:

1. frekuensi getaran,

2. perpindahan getaran (vibration displacement),
3. kecepatan getaran (vibration velocity),
4. percepatan getaran (vibration acceleration),
5. phase getaran.

### 2.3 Getaran Bebas

Getaran bebas terjadi jika sistem berisolasi karena bekerjanya gaya yang ada dalam sistem itu sendiri (inherent) dan apabila tidak ada gaya luar yang bekerja.

Secara umum gerak harmonic dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$X = A \sin 2\pi t / \tau \dots\dots\dots \text{Literatur 1 hal 2... (2.1)}$$

Dimana : A adalah amplitude osilasi yang diukur dari posisi setimbang massa,  $\tau$  adalah periode dimana gerak diulang pada  $t = \tau$ , gerak harmonic sering dinyatakan sebagai proyeksi suatu titik yang bergerak melingkar dengan kecepatan yang tetap pada suatu garis lurus seperti terlihat dengan kecepatan sudut garis OP sebesar  $\omega$ , maka perpindahan simpangan x dapat dituliskan sebagai :

$$x = A \sin \omega t \dots\dots\dots \text{Literatur 1 hal 3... (2.2)}$$

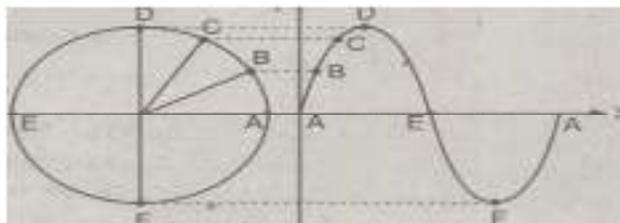
Oleh karena gerak berulang dalam  $2\pi$  radian, maka didapat

$$\omega = 2\pi / \tau = 2\pi \cdot f \dots\dots\dots \text{Literatur 1 hal 3... (2.3)}$$

Dengan menggunakan notasi titik untuk turunannya, maka didapat :

$$x = \omega A \cos \omega t = \omega A \sin (\omega t + \pi/2) \dots\dots\dots \text{Literatur 1 hal 3... (2.4)} \quad x = \omega A \sin \omega t$$

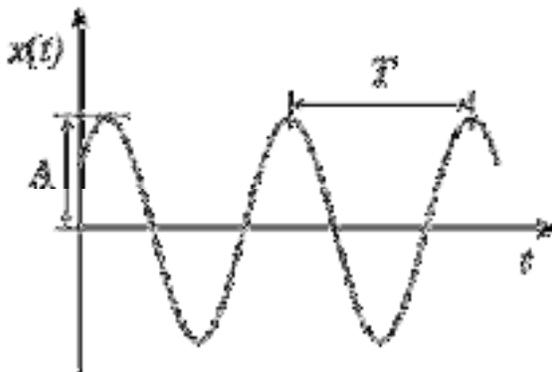
$$= \omega^2 A \sin (\omega t + \pi) \dots\dots\dots \text{Literatur 1 hal 3... (2.5)}$$



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

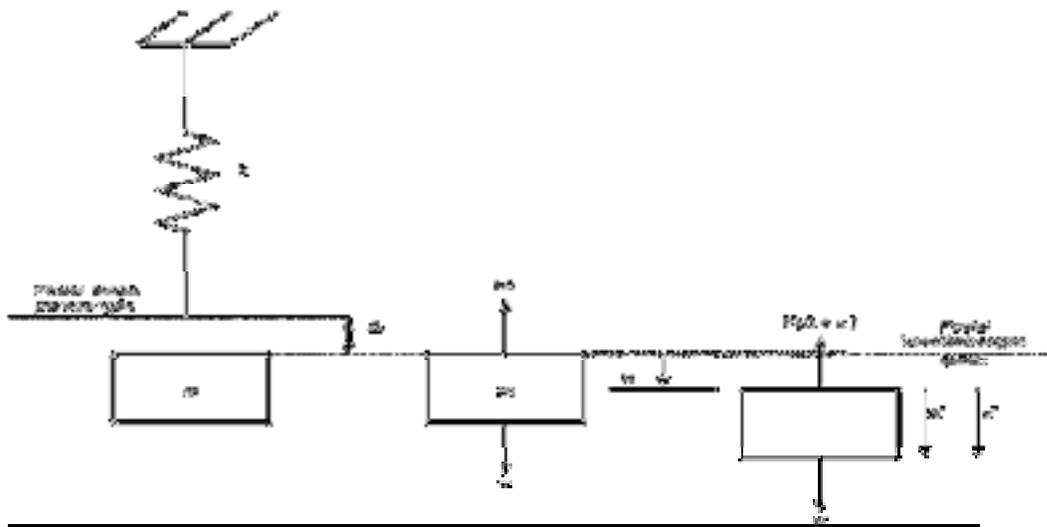
Sistem yang berputar bebas akan bergetar pada satu atau dua lebih frekuensi yang merupakan sifat dinamika yang dibentuk oleh distribusi massa dan kekakuannya.

Pada getaran biasanya beberapa frekuensi yang berbeda ada secara bersama-sama. contoh, getaran dawai biola terdiri dari frekuensi 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 member 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 getaran yang merupakan sifat dinamika yang dibentuk oleh distribusi massa dan kekakuannya.

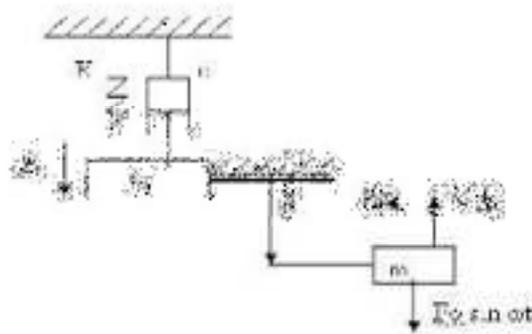


*Gambar 2.3 Sistem pegas-massa dari diagram benda bebas*

## 2.4 Getaran Paksa (Forced Vibration)

Eksitasi harmonic sering dihadapi dalam sistem rekayasa yang biasanya dihasilkan oleh ketidakseimbangan pada mesin-mesin yang berputar. Eksitasi harmonic 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 eksistensi harmonic*

Persamaan differensialnya adalah :

$$m \cdot \ddot{x} + kx = F_0 \sin \omega t \dots\dots\dots \text{Literatur 1 hal 50... (2.6)}$$

## 2.5 Landasan Teori Pengujian Getaran Mesin

Getaran yang timbul pada mesin pemeras tebu arah vertikal, horizontal dan longitudinal berdasarkan time domain didasarkan oleh putaran mesin ataupun motor melalui pully dan roda gigi sehingga dapat dianalisa sesuai dengan gerak yang timbul.

Dalam kondisi ini dapat diasumsikan bahwa akan terjadi torsi yang dihasilkan motor melalui mekanisme kopling, getaran yang ditimbulkan oleh mesin ketika beroperasi merupakan

sumber getaran yang dapat mengeksitasi dan beresonansi dengan getaran benda lain disekitarnya. Semakin besarnya energy yang dihasilkan oleh mesin maka getaran yang dihasilkan akan semakin kuat.

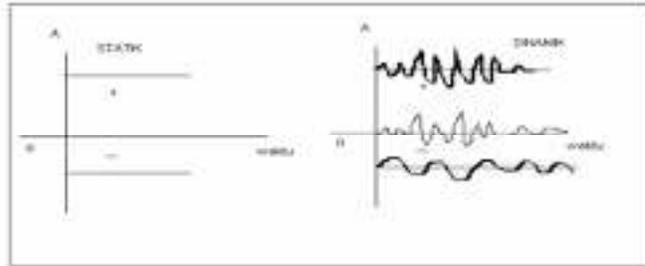
## **2.6 Pengolahan Data Vibrasi**

### **2.6.1 Data Domain Waktu (Time Domain)**

Pengolahan data time domain melibatkan data hasil pengukuran objek pemantauan sinyal getaran, tekanan fluida kerja, temperature fluida kerja maupun aliran fluida kerja. Pada prakteknya pengukuran tekanan dengan menggunakan sensor tekanan tipe *piezoelektrik* memungkinkan mengukur sifat tekanan yang dinamik, sehingga dapat diamati perubahan tekanan dalam ruang bakar atau perubahan tekanan fluida kerja yang mengalir. Dalam kasus pengukuran temperature dengan thermometer 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.

Sinyal static yaitu sinyal yang karakteristik (misalkan amplitudo, arah kerja) yang tidak berubah terhadap waktu. Sinyal dinamik yaitu sinyal yang karakteristiknya berubah terhadap waktu sehingga tidak konstan. Sinyal dinamik yang sering ditemui dalam prakteknya berasal dari sinyal getaran, baik yang diukur menggunakan accelerometer, vibrometer, maupun sensor simpangan getaran.

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*).



**Gambar 2.5 Karakteristik Sinyal Statik dan Dinamik**

### 2.6.2 Data Domain Frekuensi (*Frekuensi Domain*)

Pengolahan data frekuensi domain umumnya dilakukan dengan tujuan :

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

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



**Gambar 2.6 Hubungan Data Time Domain dengan Frekuensi Domain**

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Alat Dan Bahan**

##### **3.1.1 Mesin Pemas Tebu**

Dalam penelitian ini subjek penelitian yaitu berupa mesin pemas seperti pada gambar dibawah ini :



**Gambar 3.1 Mesin Pemeras tebu**

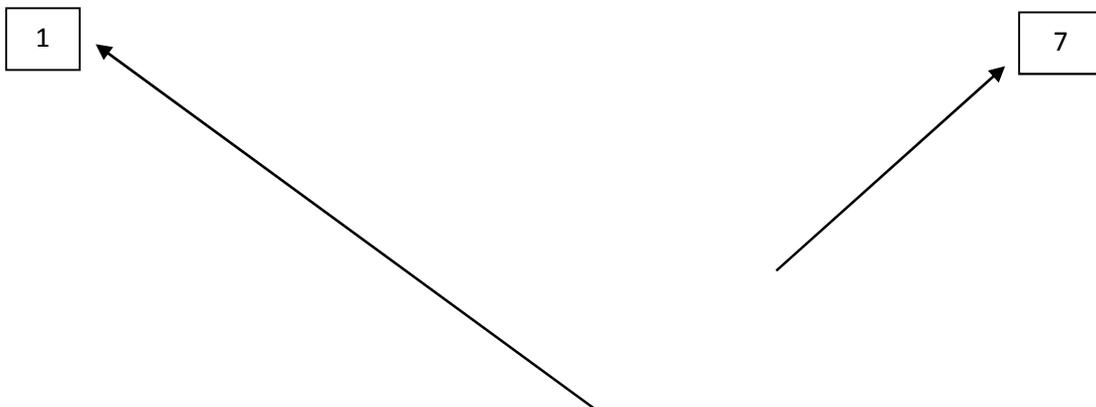
Keterangan gambar :

- |                       |               |
|-----------------------|---------------|
| 1. Mesin penggerak    | 4. Pully      |
| 2. Sabuk pully        | 5. Rantai     |
| 3. Dudukan poros roll | 6. Gigi Tarik |

### **3.2 Peralatan**

#### **1. Vibrometer**

Untuk melakukan pengukuran terhadap tingkat vibrasi yang terjadi pada dudukan mesin generator digunakan instrumen pengukur sinyal vibrasi, yaitu vibro meter digital. Handheld 908B. Seting instrumen pengukur vibrasi ini dilakukan pada saat akan melakukan pengukuran sinyal vibrasi





**Gambar 3.2 Vibrometer**

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 converico compertmeant.*
10. *Jack for RS 232C interface.*
11. *Display.*
12. *Jack for the headphone.*

2. Osiloskop

Osiloskop adalah salah satu peralatan yang berguna untuk melengkapi data getaran yang akan dianalisa. Sebuah osiloskop dapat memberikan sebuah informasi mengenai bentuk gelombang dari getaran suatu mesin. Beberapa kerusakan mesin dapat diidentifikasi dengan melihat bentuk gelombang getaran yang dihasilkan, sebagai contoh, kerusakan akibat unbalance atau misalignment akan menghasilkan bentuk gelombang yang spesifik, begitu juga apabila terjadi kelonggaran mekanis (mechanical looseness), oil whirl atau kerusakan pada anti friction bearing dapat menghasilkan gelombang dengan bentuk-bentuk tertentu.

Osiloskop juga dapat memberikan informasi tambahan yaitu : untuk mengevaluasi data yang diperoleh dari transduser non-contact (proximitor). Data ini dapat memberikan informasi pada kita mengenai posisi dan getaran shaft relatif terhadap rumah bearing, ini biasanya digunakan pada mesin mesin yang besar dan menggunakan sleeve bearing 19 (bantalan luncur) Disamping itu dengan menggunakan dual osciloscop (yang memberikan fasilitas pembacaan vertikal maupun horizontal), dan minimal dua transduser non-contact pada posisi vertikal dan horizontal maka kita dapat menganalisa kerusakan suatu mesin ditinjau dari bentuk orbitnya.



***Gambar 3.3 Osiloskop***

### *3. 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 putaran 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*
2. *Battery compartment*
3. *Surface speed wheel adapter*
4. *Digital LCD screen*
5. Shock Pulse Meter
6. *Measure button*
7. *Memory call button*

### **3.3 Metode Penelitian**

Penelitian ini akan dilakukan dilaboratorium produksi Universitas HKBP Nommensen Medan. Metode penelitian yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian tujuan dan masalah.
2. Pemasangan alat pada perangkat mesin pemeras tebu
3. Pemeriksaan kestabilan putaran mesin pemeras tebu
4. Penggunaan vibrometer.
5. Pengukuran vibrasi arah horizontal, vertikal dan longitudinal menggunakan pully dan roda gigi.
6. Pengumpulan data.
7. Pengolahan data dan analisa data.
8. Kesimpulan dan hasil.

### **3.4 Teknik Pengukuran, Pengolahan dan Analisa Data**

#### **3.4.1 Teknik Pengukuran**

Menyelidiki dan membandingkan sinyal vibrasi yang terjadi akibat berubahnya kecepatan putaran mesin pemeras tebu pada putaran dengan titik pengukurannya searah sumbu *horizontal*, *vertikal* dan *longitudinal* menggunakan pully dan roda gigi. Pengukuran dilakukan pada titik

yang telah ditentukan dengan pengambilan data berdasarkan *time domain*. Pengukuran ketiga arah tadi diukur pada 2 titik yaitu dibandingkan poros dan dudukan mesin.

### 3.4.2 Penentuan Daerah Pengukuran

Pada penelitian ini, mesin pemeras tebu beroperasi dengan kecepatan putaran mesin 3000 rpm dan 3500 rpm dilakukan di Laboratorium Produksi Universitas HKBP Nommensen Medan. Dimana akan membandingkan pengaruh getaran jika menggunakan pully pada mesin pemeras tebu. Dapat diketahui berdasarkan getaran yang timbul, apakah getaran tersebut masih sesuai dengan standard ISO 2372.

### 3.5 Kerangka Konsep

Secara garis besarnya, metode penelitian ini dapat digunakan seperti pada diagram alir dibawah ini :

#### DIAGRAM ALIRAN METODOLOGI PENELITIAN

