

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Di bagian ini akan dibahas tentang pengertian sepeda yang meliputi prinsip cara kerja sepeda, bagian-bagian sepeda, pratinjau model sepeda gerobak serba guna yang sudah ada di pasaran serta dijelaskan model rancang bangun sepeda gerobak yang akan dibuat. Semua bagian tersebut merupakan landasan pendukung dalam pembuatan sepeda roda tiga dengan kapasitas beban maksimum 100 Kg.

#### **2.1 Jenis dan Manfaat Sepeda**

Sepeda adalah alat transportasi yang sederhana pada awalnya, namun seiring perkembangan zaman sepeda sekarang telah ada yang menggunakan tenaga listrik, yang disebut sepeda elektrik. Seperti ditulis Ensiklopedia Columbia, nenek moyang sepeda diperkirakan berasal dari Perancis. Menurut kabar sejarah, negeri itu sudah sejak awal abad ke-18 mengenal alat transportasi roda dua yang dinamai *velocipede* (Sumber: 1, 2013). “Velo” artinya cepat dan “Pede” artinya kaki, jadi “*velocipede*” artinya kaki yang (melangkah atau mengayuh). Bertahun-tahun, *velocipede* menjadi satu-satunya istilah yang merujuk hasil rancang bangun kendaraan dua roda.



Gambar 2.1 Sepeda Ontel  
Sumber: (2)

## Prinsip kerja sepeda

Roda sepeda (yang belakang) dihubungkan dengan rantai ke *gear* yang digerakkan oleh pedal. *Gear* ini lebih kecil dari pada roda, tapi kecepatan linier roda pasti lebih besar dari pada kecepatan linier *gear*, sehingga untuk menggerakkan roda yang besar diperlukan usaha mengayuh yang kecil saja. Prinsip Bergeraknya sepeda adalah gerak rotasi roda terhadap porosnya di lintasan (jalan) akan menyebabkan gerak translasi juga (melaju di jalan). Misal tiap detiknya terjadi satu putaran ( $360^\circ$  atau  $2\pi$  radian), maka kecepatan sudut roda sepeda  $\omega = 2\pi / T = 2\pi$  rad/detik.

Kecepatan sudut ini tentunya menghasilkan kecepatan linier, kecepatan ban bergerak yaitu  $v = \omega.R$  misal radius roda sepeda 0,25 meter, maka kecepatan liniernya,  $v = 1,57$  m/s. Karena permukaan ban bersinggungan dengan jalan maka roda akan bergerak di jalan.

## Gambar bagian-bagian dari sepeda

Mengetahui lebih mendalam bagian-bagian penting dari sepeda bertujuan jika ada masalah pada salah satu komponen sepeda, maka akan dapat diketahui dengan detail penyebab masalah tersebut dan bahkan mungkin memperbaikinya.

Bagian utama dari sepeda adalah *Handlebar, Headset, Stem, V-brakes, Rim, Hub, Spokes, Forks, Crank, Bottom Bracket, Chain, Seat post, Saddle, Rear Mechanic, Wheel, Down Tube, Tyre, Inner Tube Valve, Schrader, Freewheel/Cassette, Brake/Gear cables, Pedal, dan Top Tube*, seperti terlihat pada gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2.2 Bagian-bagian Sepeda

Sumber: (3)

Stang sepeda yang berfungsi untuk mengarahkan sepeda (*handlebar*), tiang penahan bagian stang sepeda (*headset*), penghubung tiang garpu depan ke stang sepeda (*stem*), rem konvensional dengan karet (*v-brakes*), velg roda (*rim*), *gear* bagian tengah roda yang menyambung ke badan sepeda dan garpu depan (*hub*), jari jari sepeda (*spokes*), garpu depan (*forks*), gigi depan terhubung ke pedal sepeda (*crank*), silinder untuk penahan gigi depan (*bottom bracket*), rantai sepeda (*chain*), tiang penahan *saddle* (*seat post*), tempat duduk sepeda (*saddle*), alat pemindah gigi (*rear mechanic*), roda sepeda termasuk bagian hub (*wheel*), batang penyangga sepeda (*down tube*), ban luar (*tire*), ban dalam (*inner tube valve*), pentil ban sepeda (*schrader*), gigi belakang sepeda (*freewheel/cassette*), tali rem sepeda (*brake/gear cables*), penggerak *gear* (*pedal*), batang sepeda bagian atas (*top tube*).

### **Model Dan Fungsi Sepeda Roda Tiga Yang Sudah Ada**

Sebelum melakukan rancang bangun sepeda roda tiga dengan kapasitas beban angkat maksimal 100 Kg, harus diperhatikan bentuk atau model sepeda pengangkut beban yang sudah ada sehingga nantinya sepeda roda tiga yang dibuat mempunyai bentuk dan fungsi yang berbeda. Di bawah ini adalah pratinjau beberapa gambar sepeda roda tiga yang sudah ada di pasaran.



Gambar 2.3 Sepeda Roda Tiga dengan Gerobak Didepan  
Sumber: (4)

Dari gambar 2.3 sepeda pengangkut barang ini didesain dengan gerobak di depan dan sepeda di belakang. Ditinjau dari segi fungsi sepeda ini hanya

digunakan untuk mengangkut makanan lebih tepatnya untuk berjualan seperti makanan dan sayuran.



Gambar 2.4 Sepeda Roda Tiga Dengan Gerobak disamping  
Sumber: (5)

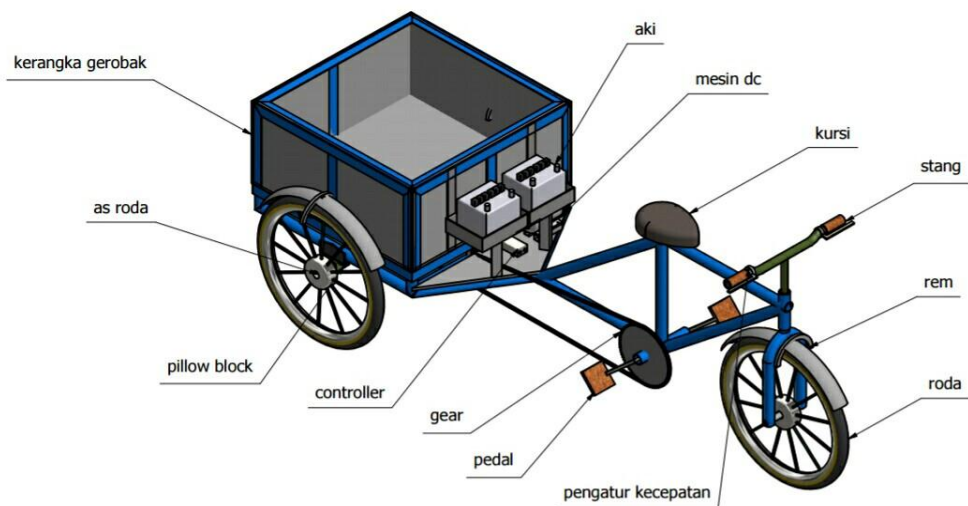
Dari gambar 2.4 dapat kita simpulkan bahwa fungsi dari sepeda ini hampir sama dengan sepeda yang ada pada gambar 2.3, tetapi yang menjadikan perbedaannya yaitu sepeda ini didesain dengan sepeda dan gerobak disamping dan sudah dilengkapi setang sehingga pengemudi dapat mengarahkan gerobak tersebut dengan mudah. Dari hasil pengamatan bisa kita lihat fungsi sepeda ini di buat hanya untuk mengangkut beban ringan seperti makanan dengan desain gerobak di samping dengan satu orang pengemudi.

## 2.2 Perancangan Sepeda Roda Tiga Berkapasitas Beban 100 Kg

Sepeda roda tiga merupakan sebuah alat bantu yang dirancang untuk membantu pengangkatan barang perbengkelan dan mengangkat kotak sampah khususnya di teknik mesin atau untuk angkutan dengan memperhatikan penggunaan yang mudah dioperasikan ke mana-mana menggunakan tenaga manusia. Sepeda ini dirancang khusus untuk mengangkat peralatan bengkel yang didesain dengan sepeda berada didepan dan gerobak dibelakang. Karena sepeda ini menggunakan gerobak dibelakang maka sepeda didesain menggunakan dua roda dibelakang. Dalam perancangannya, dari dua roda tersebut hanya salah satu roda

yang dikencangkan mur dan baut sehingga putaran roda kiri dan kanan roda berbeda yang akan membuat kedua ban stabil saat akan berbelok.

Penggunaan alat ini dilakukan dengan prinsip pedal, dimana sepeda ini digerakan oleh satu orang pengemudi dengan prinsip mengayuh pedal sebagai tenaga penggerakny. Terdapat mesin DC pada sepeda ini, dengan prinsip dimana aki yang menjadi sumber energi dari mesin DC dengan dihubungkan *controller* sebagai pusat kendali lalu terdapat sambunngan *handle gas* yang berfungsi mengatur kecepatan sepeda saat tidak berisi muatan. Desain dari sepeda roda tiga ini yaitu dengan satu pengayuh yang bisa digerakan oleh satu orang operator dengan tambahan mesin DC. Berikut desain dan bagian-bagian Sepeda Roda Tiga Dengan Kapasitas Beban Angkat Maksimal 100 kg:



Gambar 2.5 Rancangan Sepeda Roda Tiga dengan Kapasitas Beban Angkat Maksimal 100 Kg

#### 1. Mesin DC

Mesin DC berfungsi sebagai penggerak lain pada sepeda roda tiga.

#### 2. *Controller*

*Pada Controller* terdapat bermacam fitur yang berupa kabel dimulai dari kabel penghubung ke aki, pengatur kecepatan, rem, sampai kabel yang dihubungkan ke mesin DC.

### 3. *Accu*

*Accu* atau aki berfungsi sebagai sumber tenaga ke mesin DC.

### 4. Rangka Gerobak

Rangka gerobak berfungsi untuk wadah untuk muatan sepeda roda tiga, namun pada rangka gerobak muatan maksimum yaitu 100 kg.

### 5. Bantalan dan Poros

Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban sehingga putaran atau gerak bolak-balik dapat bekerja dengan aman, halus dan tahan lama.

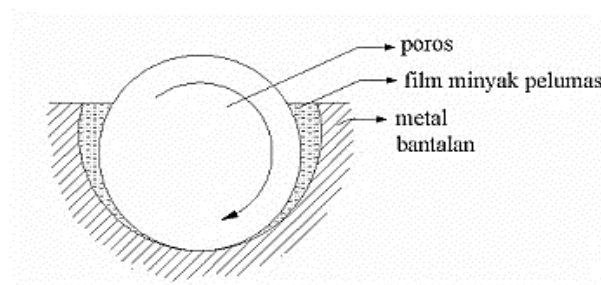
Bantalan harus kokoh untuk memungkinkan poros atau elemen mesin lainnya dapat bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak bekerja dengan baik, maka kerja seluruh sistem akan menurun atau tidak bekerja pada semestinya.

Berdasarkan gerakan bantalan terhadap poros, maka bantalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

#### a. Bantalan luncur

Bantalan luncur mampu menumpu poros berputaran tinggi dengan beban yang besar. Bantalan ini memiliki konstruksi yang sederhana, dapat dibuat dan dipasang dengan mudah.

Bantalan luncur memerlukan momen awal yang besar karena gesekannya yang besar pada waktu mulai jalan. Pelumasan pada bantalan ini tidak begitu sederhana, gesekan yang besar antara poros dengan bantalan menimbulkan efek panas sehingga memerlukan suatu pendingin khusus seperti terlihat pada gambar 2.7 di bawah ini:



Gambar 2.6 Bantalan Luncur  
Sumber: (7)

Lapisan pelumas pada bantalan ini dapat meredam tumbukan dan getaran sehingga hampir tidak bersuara. Tingkat ketelitian yang diperlukan tidak setinggi bantalan gelinding sehingga harganya lebih murah. Macam-macam bantalan luncur adalah bantalan radial, bantalan aksial dan bantalan khusus.

b. Bantalan gelinding

Pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola (Peluru), rol jarum dan rol bulat seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.8.

Bantalan gelinding pada umumnya cocok untuk beban kecil dari pada bantalan luncur, tergantung pada elemen gelindingnya. Putaran pada bantalan ini di batasi oleh gaya sentrifugal yang timbul pada elemen gelinding tersebut.

Bantalan gelinding hanya dibuat oleh pabrik-pabrik tertentu saja karena konstruksinya yang sukar dan ketelitiannya yang tinggi. Harganya pun pada umumnya relatif lebih mahal jika dibandingkan dengan bantalan luncur. Bantalan gelinding diproduksi menurut standar dalam berbagai ukuran dan bentuk, hal ini dilakukan agar biaya produksi menjadi lebih efektif serta memudahkan dalam pemakaian bantalan tersebut.

Keunggulan dari bantalan gelinding yaitu, gesekan yang terjadi pada saat berputar sangat rendah. Pelumasannya pun sangat sederhana, yaitu cukup dengan gemuk bahkan pada jenis bantalan gelinding yang memakai sil sendiri tidak perlu pelumasan lagi.

Meskipun ketelitiannya sangat tinggi, namun karena adanya gerakan elemen gelinding dan sangkar, pada putaran yang tinggi bantalan ini agak gaduh jika dibandingkan dengan bantalan luncur.



Gambar 2.7 Bantalan Gelinding  
Sumber: (7)

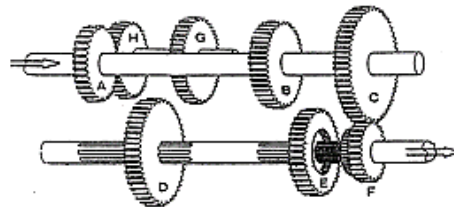
Sedangkan poros berperan meneruskan daya dan putaran. Umumnya poros meneruskan daya melalui sabuk, roda gigi dan rantai.

Macam-macam poros

Ada beberapa macam jenis poros diantaranya yaitu:

a. Poros Transmisi

Poros jenis ini mendapat beban puntir murni dan beban lentur. Daya ditransmisikan kepada poros ini melalui rantai yang berfungsi untuk meneruskan tenaga mekanik ke komponen penggerak yang lain.



Gambar 2.8 Poros Transmisi

Sumber: (9)

b. Spindel

Poros transmisi yang relatif pendek, seperti poros utama mesin perkakas, dimana beban utamanya berupa puntiran, disebut spindle. Syarat yang harus dipenuhi poros ini adalah deformasinya yang harus kecil, dan bentuk serta ukurannya harus teliti.



Gambar 2.9 Spindel

Sumber:(10)



c. Gandar

Gandar adalah poros yang tidak mendapatkan beban puntir, bahkan kadang-kadang tidak boleh berputar. Contohnya seperti yang dipasang diantara roda-roda kereta barang.



Gambar 2.10 Gandar

Sumber: (11)

6. Pedal

Pedal berfungsi untuk mentransfer daya untuk menggerakkan roda sepeda.

7. Stang

Stang berfungsi untuk mengarahkan sepeda agar bisa berbelok kekiri dan kanan pada saat berjalan.

8. Kursi

Kursi berfungsi sebagai tempat duduk operator agar nyaman pada saat mengoprasikan sepeda.

9. Roda

Roda depan dan belakang berfungsi sebagai penunjang sepeda untuk dapat berjalan maju dan mundur. Roda belakang sebagai tenaga penerus gerak sepeda yang diterima/didapat dari tenaga yang disalurkan melalui rantai roda. Semakin besar gesekan dan beban kendaraan, maka semakin besar tenaga yang dibutuhkan untuk menggerakkan roda.

10. Mur dan Baut

Mur dan baut adalah alat pengikat yang sangat penting dalm suatu rangkain sepeda gerobak. Jenis mur dan baut beraneka ragam sehingga dalam penggunaannya disesuaikan dengan kebutuhan.

Pemakaian mur dan baut pada kontruksi sepeda gerobak umumnya digunakan untuk mengikat beberapa komponen, antara lain:

a. Pengikat pada bantalan

- b. Pengikat jok pada rangka
- c. Pengikat poros roda pada rangka



Gambar 2.11 Mur dan Baut

Sumber: (12)

Pemilihan mur dan baut sebagai pengikat harus dilakukan dengan teliti untuk mendapatkan ukuran yang sesuai dengan beban yang diterimanya sebagai usaha untuk mencegah kerusakan pada suatu alat. Adapun kerusakan yang dapat ditimbulkan oleh baut antara lain tegangan akibat geser dan permukaan. Rumus dasar perhitungan tegangan geser dan permukaan pada baut sama juga dengan perhitungan tegangan komponen lain.

### 2.3 Karakteristik Dasar Pemilihan Bahan

Dalam setiap perencanaan maka pemilihan bahan dan komponen merupakan faktor utama yang harus di perhatikan jenis dan sifat bahan yang akan digunakan. Misalnya tahan terhadap korosi, tahan terhadap keausan, tekanan dan lain-lain sebagainya.

Kegiatan pemilihan bahan adalah pemilihan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan alat agar dapat ditekan seefisien mungkin di dalam penggunaannya dan selalu berdasarkan pada dasar kekuatan dan sumber penggandaannya.

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan material dan komponen adalah sebagai berikut:

#### 1. Efisiensi Bahan

Dengan memegang prinsip ekonomi dan berlandaskan pada perhitungan-perhitungan yang memadai, maka di harapkan biaya produksi pada tiap-tiap unit

sekecil mungkin. Hal ini dimaksudkan agar agar hasil-hasil produksi dapat bersaing di pasaran terhadap produk-produk lain dengan spesifikasi yang sama.

## 2. Bahan Mudah Didapat

Dalam perencanaan suatu produk perlu di ketahui apakah bahan yang digunakan mudah didapat atau tidak. Walaupun bahan yang di rencanakan sudah cukup baik akan tetapi tidak di dukung oleh persediaan dipasaran, maka perencanaan akan megalami kesulitan atau masalah dikemudian hari karena hambatan bahan baku tersebut. Untuk itu harus terlebih dahulu apakah bahan yang digunakan itu mempunyai komponen penggantian dan tersedia di pasaran.

## 3. Spesifikasi Bahan Yang Dipilih

Penempatan bahan harus sesuai dengan fungsi dan kegunaannya sehingga tidak terjadi beban yang berlebihan pada bahan yang tidak mampu menerima bahan tersebut. Dengan demikian pada perencanaan bahan yang akan digunakan harus sesuai dengan fungsi dan kegunaan suatu perencanaan. Bahan penunjang dari alat yang akan di buat memiliki fungsi yang berbeda dengan bagian yang lainnya, dimana fungsi dan bagian-bagian tersebut akan mempengaruhi antara bagian satu dengan bagian yang lain.

Dalam suatu alat biasanya terdiri dari dua bagian yaitu bagian primer, dan sekunder, dimana bagian tersebut harus dibedakan dalam perletakannya karena dua bagian tersebut memiliki daya tahan yang berbeda dalam pembebanannya, sehingga bagian primer harus di prioritaskan dari pada bagian sekunder. Apabila ada bagian yang rusak atau aus yang disebabkan karena pemakaian, maka bagian sekunderlah yang mengalami kerusakan terlebih dahulu. Dengan demikian proses penggantian hanya dilakukan pada bagian sekundernya dan tidak mengganggu bagian primer.

## 4. Pertimbangan Khusus

Dalam pemilihan bahan ini adalah yang tidak boleh diabaikan mengenai komponen-komponen yang menunjang atau mendukung pembuatan alat itu sendiri. Penyusun alat tersebut terdiri dari dua jenis yaitu komponen yang dapat dibuat sendiri dan komponen yang sudah tersedia dipasaran dan telah distandarkan. Jika komponen tersebut lebih menguntungkan untuk dibuat, maka

lebih baik dibuat sendiri. Apabila komponen tersebut sulit untuk di buat tetapi terdapat di pasaran sesuai dengan standar, lebih baik dibeli karena menghemat waktu pengerjaan.

Dalam pertimbangan ini maka diperlukannya pemahaman khusus untuk menentukan bahan yang akan digunakan, tentang bahan sehingga pembuatan komponen dapat ditekan seefisien mungkin didalam penggunaannya dan sumber pengadaannya baik itu batas kekuatan tariknya, tekanannya maupun kekuatan puntirnya karena itu sangat menentukan tingkat keamanan pada waktu pemakaian.

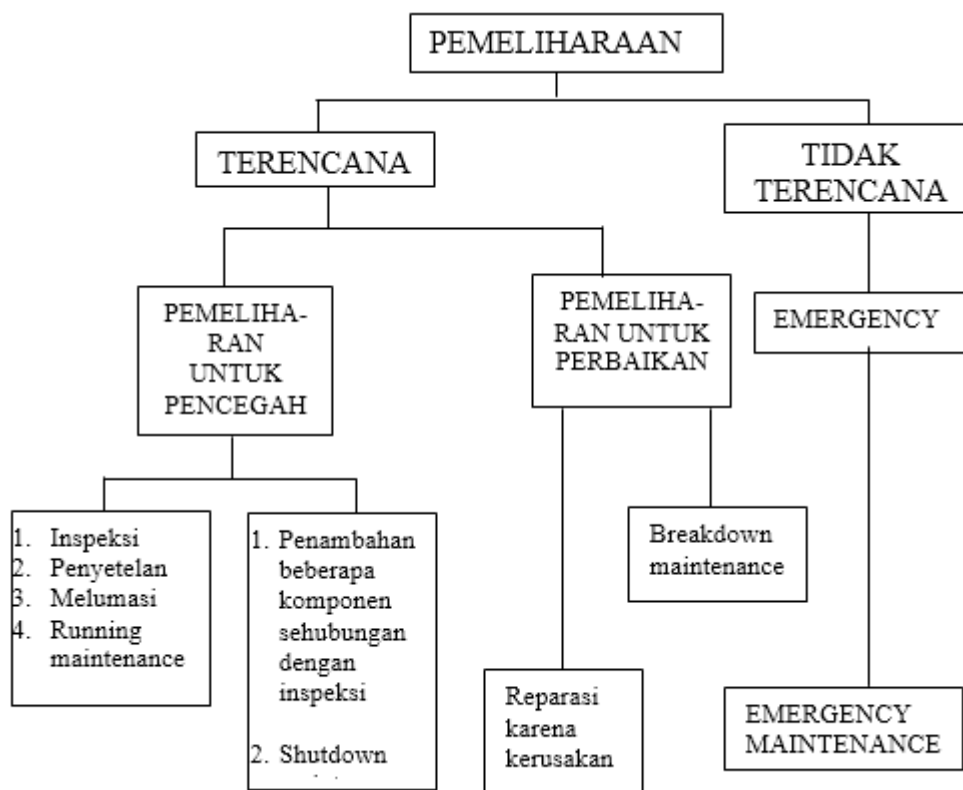
Daftar di bawah ini merupakan komponen-komponen alat dan bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan sepeda roda tiga dengan kapasitas beban angkat 100kg secara garis besar dan belum merupakan patokan awal penentuan harga perancangan Alat ini, karena lebih menyesuaikan terlebih dahulu bahan yang terdapat dilapangan dengan sketsa perancangan.

Tabel 2.1 Spesifikasi Komponen Sepeda Roda Tiga Dengan Kapasitas Beban Angkat Maksimal 100kg

No	Nama komponen	Tipe / Spesifikasi	±Berat (kg)
1	Rangka	Pipa besi Fe 360 ¾"	1 kg/m x 7m = 7
2	Ban sepeda (depan)	Sepeda <i>citybike</i>	6
3	Poros	Ic40	1
4	Ban Belakang	Ban Becak	6 x 2 = 12
6	Stang	Sepeda <i>citybike</i>	0,8
7	Garpu Depan	Sepeda <i>citybike</i>	3
8	Rem Sepeda	Sepeda <i>citybike</i>	0,4
9	Tali Rem	Variasi	0,4
10	Tuas Rem	Sepeda <i>citybike</i>	0,3
11	Pedal	Sepeda <i>citybike</i>	0,5
12	<i>Sprocket</i>	Sepeda <i>citybike</i>	2
13	Bantalan	Variasi	0,5
14	Kerangka Gerobak	Profil siku dan plat	7

## 2.4 Manajemen Perawatan dan Perbaikan

Teknik perawatan berasal dari kata *maintenance engineering*. *Maintenance* dapat diartikan sebagai suatu kegiatan penjagaan suatu hal pada kondisi yang sempurna. *Engineering* dapat diartikan sebagai penerapan prinsip-prinsip ilmu pengetahuan pada praktek berupa perancangan, konstruksi dan operasi struktur, peralatan dan sistem. Dengan demikian teknik perawatan dapat diartikan sebagai penerapan ilmu pengetahuan yang bertujuan untuk menjaga kondisi suatu peralatan atau mesin dalam kondisi yang sempurna. Strategi perawatan yang dewasa ini secara umum diterapkan antara lain, seperti terlihat pada gambar 2.13.



Gambar 2.12 Bagan Sistematika Pemeliharaan

Sumber: (17)

### 1. Perawatan terencana (*preventive maintenance*)

Perawatan terjadwal merupakan bagian dari perawatan preventif yaitu perawatan untuk mencegah kerusakan lebih lanjut. Perawatan terjadwal merupakan strategi perawatan dengan tujuan mencegah terjadinya kerusakan lebih lanjut yang

dilakukan secara periodik dalam rentang waktu tertentu. Strategi perawatan ini disebut juga sebagai perawatan berdasarkan waktu atau *time based maintenance*.

## 2. Perawatan tidak terencana (*Predective maintenance*)

Perawatan prediktif juga merupakan bagian perawatan preventif. Perawatan prediktif ini dapat diartikan sebagai strategi perawatan yang mana perawatannya didasarkan atas kondisi mesin itu sendiri. Untuk menentukan kondisi mesin dilakukan pemeriksaan atau *monitoring* secara rutin. Jika terdapat tanda gejala kerusakan segera diadakan tindakan perbaikan untuk mencegah kerusakan lebih lanjut. Jika tidak terdapat gejala kerusakan, *monitoring* terus dilanjutkan supaya jika terjadi gejala kerusakan segera diketahui sedini mungkin.

Perawatan prediktif disebut juga sebagai perawatan berdasarkan kondisi atau *condition based maintenance*, disebut juga sebagai *monitoring* kondisi mesin atau *machinery condition monitoring*. *Monitoring* kondisi mesin dapat diartikan sebagai penentu kondisi mesin dengan cara memeriksa mesin secara rutin. Dengan cara pemeriksaan secara rutin kondisi mesin dapat diketahui sehingga keandalan mesin dan keselamatan kerja dapat terjamin.

Secara garis besar ada beberapa metode dalam *monitoring* atau pemantauan kondisi mesin antara lain:

### 1. *Monitoring visual*

*Monitoring visual* diartikan sebagai menaksir atau menentukan kondisi mesin dengan cara menggunakan kemampuan panca indera yang meliputi rasa, bau, pandang, dengar, dan sentuh. Karena telah makin berkembangnya peralatan *monitoring*, *monitoring* visual dapat dilengkapi dengan mikroskop, boroscope/fiberscope, fotografi, termografi dan lain-lainnya. Mikroskop digunakan untuk membantu partikel yang sangat kecil. Boroscope/fiberscope untuk melihat bagian komponen yang letaknya sulit dilihat secara langsung, sedangkan fotografi untuk membuat dokumen gambar. Peralatan ini digunakan untuk membantu *monitoring* visual agar dapat mendeteksi kondisi mesin dengan lebih tepat.

### 2. *Monitoring* minyak pelumas

*Monitoring* minyak pelumas merupakan salah satu bagian sistem pelumasan yang cukup penting. Fungsi minyak pelumas sebagai darahnya mesin, disamping

berfungsi sebagai pendingin, pencegah gesekan, memisahkan elemen, sebagai perapat, pencegah korosi, mengurangi getaran, juga berfungsi sebagai pembawa kontaminan atau kotoran yang terjadi di dalam mesin. Kotoran tersebut dapat berasal dari dalam maupun dari luar mesin itu sendiri yang disebabkan oleh geram akibat gesekan elemen mesin. Kotoran atau kontaminan yang berasal dari dalam dan timbul sewaktu operasi dan perawatan misalnya partikel-partikel yang masuk melalui filter, bahan bakar, minyak pelumas dan partikel masuk pada saat perawatan dan perbaikan.

### 3. *Monitoring* kinerja

*Monitoring* kinerja (*performance monitoring*) merupakan teknik *monitoring* yang mana kondisi mesin ditentukan dengan cara memeriksa atau mengukur parameter kinerja mesin tersebut. antara lain temperatur, tekanan, debit, kecepatan, torsi, dan tenaga. *Monitoring* ini dapat dilakukan pada mesin yang sedang berjalan, mesin yang baru atau mesin yang telah selesai dirakit atau mesin yang telah selesai *dioverhaul* atau diperbaiki. Untuk menentukan kondisi mesin dengan memonitor kinerjanya, analisis dilakukan dengan cara dibandingkan dengan kinerja yang telah distandarkan. Jika hasil *monitoring* lebih kecil dari standar, maka diperlukan pemeriksaan kembali untuk mengetahui kesalahan-kesalahan yang terjadi.

### 4. *Monitoring* geometris

*Monitoring* geometris merupakan teknik *monitoring* yang bertujuan untuk mengetahui penyimpangan geometris yang terjadi pada mesin. Secara operasional *monitoring* geometris meliputi pengukuran kedataran (*levelling*), pengukuran kesebarisan (*alignment*) dan kesejajaran (*paralellisme*). Pada mesin perkakas *monitoring* geometris meliputi *levelling*, kerataan, kesejajaran, ketegaklurusan, *run out*, konsentrisitas dan lain sebagainya. *Monitoring* geometris pada instalasi pompa sentrifugal antara lain kerataan pada kopling, konsentrisitas poros penggerak dan poros pompa, ketegaklurusan pompa dan kopling. Pada motor pembakaran dalam yang diperlukan *monitoring* geometris antara lain pada poros engkol. Pipi engkol dan *run out* roda penerus dan konsentrisitas roda penerus.

## 5. *Monitoring* getaran

*Monitoring* getaran yaitu memeriksa dan mengukur parameter getaran secara rutin dan terus menerus. Getaran dapat terjadi karena adanya kerusakan pada poros, bantalan, roda gigi, kurang kencangnya sambungan, kurang lancarnya pelumasan, kurang tepatnya pemasangan transmisi dan juga disebabkan karena ketidakseimbangan elemen mesin yang berputar. Kerusakan-kerusakan seperti ini akan menimbulkan getaran yang cukup besar. Dengan memonitor getaran yang terjadi, kerusakan mesin dapat dideteksi secara dini dan akhirnya kerusakan yang lebih jauh dapat dicegah.

Penentuan diameter poros, lebar balok, tebal balok, diameter lubang dan sebagainya merupakan pengukuran metrologis. Sedangkan posisi seperti kesejajaran, kelurusan, kerataan, ketegaklurusan dan lain sebagainya disebut sebagai pengukuran geometris. Pengukuran geometris secara lengkap meliputi:

1. Kedataran (*leveling*)
2. Kelurusan (*straightness*)
3. Kerataan (*flatness*)
4. Kesejajaran (*parallelisme*)
5. Kebulatan (*circularity*)
6. Kesindilissitasan (*cylindricity*)
7. Ketegaklurusan (*perpendicularity*)
8. *Run out*
9. Ketidaksatusumbuan (*misalignment*)

## 2.5 Rumus Terkait dalam Perancangan Sepeda Roda Tiga

### Rumus-Rumus dasar perhitungan *sprocket*:

Jumlah gigi *sprocket* yang digerakan (lihat gambar 2.6):

$$\frac{d}{D} = \frac{z_1}{z_2} \quad \dots(2.1, \text{Lit. 6, 1987})$$

dengan:

$d$  = diameter *sprocket* penggerak (mm)

$D$  = diameter *sprocket* yang digerakan (mm)

$z_1$  = jumlah gigi *sprocket* penggerak (buah)



$Z_2$  = jumlah gigi *sprocket* yang digerakan (buah)

Putaran *sprocket*

$$n_2 = \frac{Z_1}{Z_2} \times n_1 \dots \dots \dots (2.2, \text{ Lit. 6, 1987})$$

dengan:

$Z_1$  = jumlah gigi *sprocket* penggerak (buah)

$Z_2$  = jumlah gigi *sprocket* yang digerakan (buah)

$n_1$  = putaran *sprocket* penggerak (rpm)

$n_2$  = putaran *sprocket* yang digerakan (rpm)

Diameter rata-rata *sprocket*

Untuk *sprocket* penggerak

$$D_p = \frac{P}{\sin(180/Z_1)} \dots (2.3, \text{ Lit. 6, 1987})$$

Untuk *sprocket* yang digerakan

$$D_p = \frac{P}{\sin(180/Z_2)} \dots (2.4, \text{ Lit.6, 1987})$$

dengan:

$D_p$  = diameter rata-rata *sprocket* (mm)

$p$  = *pitch* (mm)

$z$  = jumlah gigi buah (buah)

Kecepatan rantai (V, m/s)

$$V = \frac{p \cdot n \cdot Z}{60 \times 1000} \text{ (m/s)} \dots (2.5, \text{ Lit. 6, 1987})$$

dengan:

$n$  = putaran *sprocket* penggerak (rpm)

$z$  = jumlah gigi *sprocket* penggerak

$p$  = *pitch* (mm)

Beban yang ditimbulkan *sprocket* terhadap rantai

$$F = \frac{102 \times d}{v} \text{ kg} \dots (2.6, \text{ Lit. 6, 1987})$$

Kekuatan tarik rantai

$$f_t = S_f \times f \dots (2.7, \text{ Lit. 6, 1987})$$

Nilai  $S_f$  yang yang dipakai untuk kekuatan tarik adalah 10

Panjang mata rantai

$$L_p = \frac{z_1 + z_2}{2} + \frac{2c}{p} + \frac{\{(z_2 - z_1/2\pi)^2\}}{c/p} \quad \dots\dots(2.8, \text{Lit. 6, 1987})$$

dengan:

$L_p$  = panjang rantai

$Z_1$  = jumlah gigi sprocket penggerak

$Z_2$  = jumlah gigi sprocket yang digerakan

$p$  = *pitch* (mm)

$c$  = jarak sumbu sprocket (cm)

Rumus yang berkaitan pada poros pejal

$$T = \frac{\pi}{32} \cdot \sigma_b \cdot d^3 \quad \dots\dots(2.9, \text{Lit. 16, hal. 200})$$

dengan:

$M$  = momen puntir atau torsi (Nmm)

$d$  = diameter poros (mm)

$\sigma_b$  = tegangan bengkok (N/mm<sup>2</sup>)

Tegangan geser yang terjadi ( $\tau_g$ ):

$$\tau_g = \frac{F}{A} \quad \dots\dots(2.10, \text{Lit. 13, 1983})$$

Untuk penampang pada tegangan geser

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \quad \dots\dots(2.11, \text{Lit. 13, 1983})$$

dengan:

$F$  = gaya maksimum yang terjadi (N)

$A$  = luas penampang baut (mm<sup>2</sup>)

$d$  = diameter baut (mm)

Tegangan permukaan yang terjadi ( $\tau_p$ ):

$$\tau_p = \frac{f}{a} \quad \dots\dots(2.12, \text{Lit. 13, 1983})$$

Untuk penampang pada poros pejal tegangan permukaan:

$$A = d \cdot l \quad \dots(2.13, \text{Lit. 13, 1983})$$

dengan:

$d$  = diameter baut (mm)

$l$  = panjang baut (mm)

Rumus kecepatan linear ( $V$ , m/s)

$$V = \frac{s}{t} \quad \dots(2.14, \text{Lit. 14, hal. 19})$$

dengan:

$s$  = jarak yang ditempuh (m, km)

$V$  = kecepatan (km/jam, m/s)

$t$  = waktu tempuh (jam, sekon)

Rumus akselerasi

$$Vt = Vo + a \cdot t \quad \dots (2.15, \text{Lit.14, hal. 19})$$

dengan

$a$  = jarak yang ditempuh (m, km)

$Vt$  = kecepatan (km/jam, m/s)

$Vo$  = waktu tempuh (jam, sekon)

$t$  = waktu tempuh (jam, sekon)

Sedangkan rumus deselerasi

$$a = \frac{Vt - Vo}{t} \quad \dots(2.16, \text{Lit. 14, hal. 19})$$

dengan:

$a$  = jarak yang ditempuh (m, km)

$Vt$  = kecepatan (km/jam, m/s)

$Vo$  = waktu tempuh (jam, sekon)

$t$  = waktu tempuh (jam, sekon)

Kecepatan di jalan menanjak (lihat gambar 2.13):

$$V = \frac{s.m.a}{w \cdot \cos\alpha \cdot t} \quad \dots(2.17, \text{Lit. 14, hal. 19})$$

dengan:

$s$  = jarak yang ditempuh (m, km)

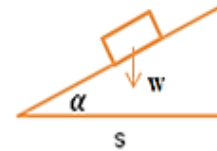
$V$  = kecepatan (km/jam, m/s)

$m$  = berat (kg)

$a$  = percepatan ( $m/s^2$ )

$w$  = beban ( $kgm/s^2$ )

$t$  = waktu tempuh (jam, sekon)



Gambar 2.13 Perpindahan dan waktu menanjak

Kecepatan di jalan menurun (lihat gambar 2.14):

$$V = \frac{h \cdot m \cdot a}{w \cdot \sin\alpha \cdot t} \quad \dots(2.18, \text{Lit. 14, hal. 19})$$

dengan:

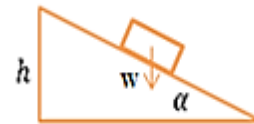
$V$  = kecepatan (km/jam, m/s)

$h$  = ketinggian (m)

$a$  = percepatan ( $m/s^2$ )

$w$  = beban (N)

$t$  = waktu tempuh (jam, sekon)



Gambar 2.14 Perpindahan dan waktu menurun

Rumus hukum kesetimbangan

**Syarat Keseimbangan Translasi**

.....(2.19, Lit. 15, hal. 200)

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

**Syarat Keseimbangan Translasi dan Rotasi**

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$\Sigma \tau = 0$$

**Penguraian Gaya** (lihat gambar 2.15):

$$F_x = F \cos \theta$$

$$F_y = F \sin \theta$$

Keterangan:

$\theta$  = sudut antara gaya F terhadap sumbu X

Momen bengkok poros

$$M = \frac{\pi}{32} \cdot \sigma_b \cdot d^3$$

dengan:

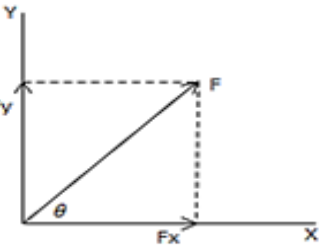
$\sigma_b$  = tegangan bengkok (N/mm<sup>2</sup>)

$M$  = momen bengkok (Nmm)

$d$  = diameter poros (mm)

Rumus Torsi

$$T = (F \cdot r)$$



Gambar 2.15 Penguraian gaya

.....(2.20, Lit. 16, hal. 200)

dengan:

$T$  = torsi (Nm)

$F$  = gaya (N)

$R$  = jari-jari

Bila benda berputar sebanyak  $n$  rpm, maka daya yang dikeluarkan oleh  $F$ :

$$T = 9,55 \frac{P}{n}$$

.....(2.22, Lit. 8, hal. 2)

dengan:

$T$  = torsi (Nm)

$P$  = daya (watt)

$n$  = banyaknya putaran (rpm)

Mesin Bubut:

Putaran mesin:

$$n = \frac{1000 \times Vc}{\pi \times d}$$

.....(2.23, Lit.18, 2013)

dengan:

$n$  = putaran mesin

$vc$  = kecepatan potong

$d$  = diameter poros

Pemakanan melintang:

$$Tm = \frac{r}{Sr \times n} \quad \dots(2.24, \text{Lit.18, 2013})$$

dengan:

$Tm$  = waktu pemanan (menit)

$r$  = jari-jari poros (mm)

$Sr$  = kedalaman poros (mm)

$n$  = putaran mesin (rpm)

Pemakanan memanjang:

$$Tm = \frac{L}{Sr \times n} \quad \dots(2.25, \text{Lit.18, 2013})$$

dengan:

$L$  = panjang pemakanan (mm)

$Tm$  = waktu pemanan (menit)

$Sr$  = kedalaman poros (mm)

$n$  = putaran mesin (rpm)

Mesin Bor:

Putaran mesin:

$$n = \frac{1000 \times Vc}{\pi \times d} \quad \dots(2.26, \text{Lit.18, 2013})$$

dengan:

$n$  = putaran mesin

$vc$  = kecepatan potong

$d$  = diameter poros

Waktu pengerjaan:

$$Tm = \frac{L}{Sr \times n} \quad \dots(2.27, \text{Lit.18, 2013})$$

dengan:

$L$  = panjang pemakanan (mm)

$Tm$  = waktu pemanan (menit)

$Sr$  = kedalaman poros (mm)

$n$  = putaran mesin (rpm)