

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Di bagian ini akan dibahas tentang pengertian sepeda, prinsip cara kerja sepeda, bagian-bagian sepeda, magnet, prinsip medan magnet permanen, kemagnetan listrik, generator listrik, akumulator, penyearah, dan mempelajari model sepeda elektrik yang sudah ada di pasaran serta dijelaskan model rancang bangun sepeda elektrik yang akan dibuat. Semua bagian tersebut merupakan landasan pendukung dalam pembuatan sepeda semi elektrik kapasitas 85 kg.

2.1 Pengertian 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.



Gambar 2.1 Sepeda Ontel

Sumber: (1)

1. 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° atau 2π radian), maka kecepatan sudut roda sepeda $\omega = 2\pi n/60$ (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.

2. 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*.

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 (*tyre*), 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*).

3. Magnet

Magnet ialah sejenis logam yang juga dikenali dengan nama besi berani. Magnet mempunyai kuat medan yang dapat menarik butir-butir besi lain ke

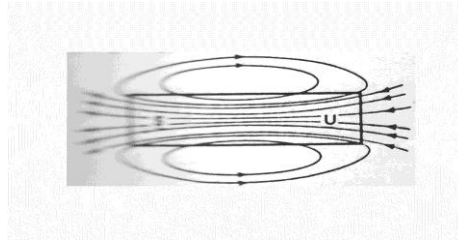
arahnya. Selain sifat khasnya dapat menarik benda-benda berunsur besi. Magnet selalu memiliki dua kutub yaitu Utara dan Selatan, dari kedua kutub tersebut mengalir garis gaya magnet. Jika kutub yang sama didekatkan maka akan saling menolak, dan jika kutub yang berlainan didekatkan akan saling menarik.

Bahan yang dapat dimagnetisasi disebut *ferromagnetik* yaitu bahan yang memiliki sifat ketertarikan terhadap magnet. Bahan-bahan ini ialah berupa logam murni dan logam paduan. Logam murni yang merupakan bahan *ferromagnetik* adalah besi, baja, nikel, dan kobalt. Bahan ini sangat banyak digunakan terutama untuk magnet sementara. Adapun logam paduan yang termasuk bahan *ferromagnetik* adalah baja-kobalt, baja-nikel, aluminium-nikel-kobalt (alnico), besi-nikel (permalloy), besi-nikel-kobalt (perminvar), dan sebagainya. Alnico banyak macamnya tergantung banyaknya bagian-bagian dari paduan, diantara bahan-bahan tersebut, yang paling mudah dipengaruhi oleh kekuatan magnet yaitu besi dan baja lunak. Kedua macam bahan ini sangat banyak digunakan untuk magnet sementara, seperti untuk bel listrik, kutub elektromagnet motor listrik, dan sebagainya. Tetapi, dalam industri bahan ini dapat juga dijadikan magnet permanen.

4. Prinsip Medan Magnet Permanen

Apabila sepotong bahan magnetik keras mengalami suatu gaya pemagnetan yang kuat, domain-domainnya akan tersusun secara teratur pada arah yang sama. Jika gaya pemagnetan dihilangkan, maka sebagian besar domain tetap dalam kedudukan yang teratur dan dihasilkan suatu magnet permanen. Kutub utara merupakan tempat keluarnya garis gaya magnetik dari magnet dan kutub selatan merupakan tempat garis masuk ke magnet.

Telah diterangkan bahwa garis gaya yang mengelilingi kawat pembawa arus akan saling tolak menolak jika garis-garis tersebut mempunyai arah yang sama. Magnet tersebut akan saling tarik menarik jika mempunyai arah yang berlawanan. Hal tersebut berlaku pula pada medan magnet permanen.

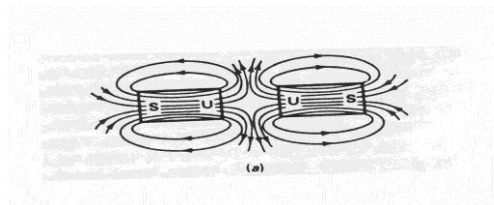


Gambar 2.2 Kutub-kutub pada medan magnet permanen

Sumber: (6)

Pada gambar 2.2 ditentukan dari arah garis-garis gaya keluar melalui utara, masuk ke selatan. Jika kutub yang sama didekatkan satu sama lain, maka garis-garis yang sama arah akan saling berlawanan, sehingga cenderung untuk saling memisahkan kedua magnet secara fisik.

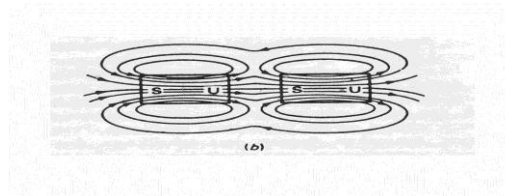
Kutub-kutub yang berlainan jika didekatkan satu sama lain akan menghasilkan suatu efek tarik-menarik secara fisik karena garis-garis gaya dari kedua magnet akan bergabung menjadi simpul (*loop*) panjang yang menyatu. Medan dengan garis-garis yang sama mendorong dan memisahkan kedua magnet. Garis-garis yang tidak sama akan tarik-menarik, bergabung dan menarik magnet secara bersama-sama.



Gambar 2.3 Kutub magnet yang sama akan tolak menolak

Sumber: (6)

Medan dengan garis-garis yang sama mendorong dan memisahkan kedua magnet.



Gambar 2.4 Kutub magnet yang tidak sama akan tarik-menarik

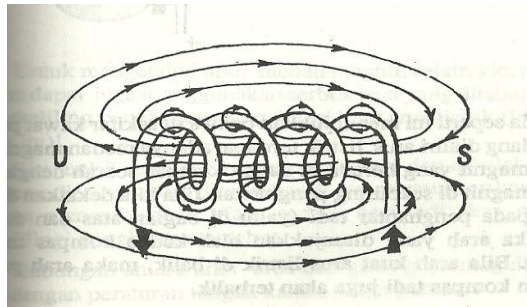
Sumber: (6)

Garis-garis yang tidak sama akan tarik-menarik, bergabung dan menarik magnet secara bersama-sama.

5. Kemagnetan Listrik

Kemagnetan listrik ialah kemagnetan yang dibangkitkan oleh kuat arus listrik. Sebagai contoh jika ada kuat arus mengalir di dalam kawat penghantar atau konduktor, maka kuat arus ini akan membangkitkan medan magnet di sekeliling penghantar tersebut.

Jika penghantar itu berbentuk lilitan atau kumparan kawat dan dialiri arus listrik maka timbul medan magnet. Salah satu ujung menjadi kutub utara (U) sedangkan ujung yang lain menjadi kutub selatan (S).



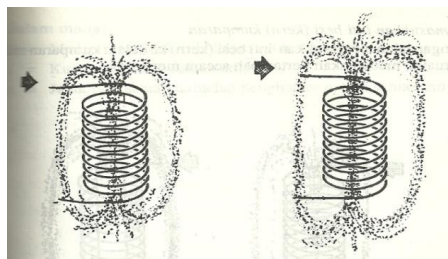
Gambar 2.5 Prinsip kemagnetan listrik

Sumber: (6)

Ada 3 faktor yang sangat mempengaruhi medan dari kumparan kawat atau lilitan antara lain adalah :

1) Kuat arus

Penambahan besarnya arus yang mengalir ke dalam kumparan ini berarti memperbesar kuat medan atau dengan kata lain kekuatan medan akan bertambah bila intensitas arus listriknya bertambah.

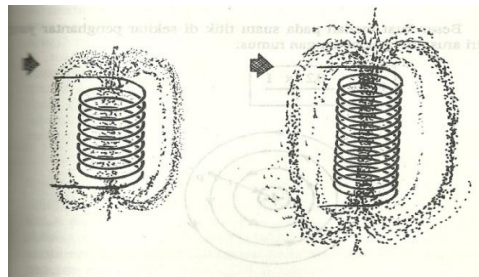


Gambar 2.6 Kuat arus mempengaruhi kekuatan medan dari lilitan

Sumber: (6)

2) Menambah jumlah gulungan

Besarnya intensitas kuat arus yang tetap, maka kekuatan medan akan bertambah bila jumlah gulungan ditambah atau dengan kata lain menambah jumlah gulungan atau lilitan ini berarti akan memperbesar kekuatan medan.

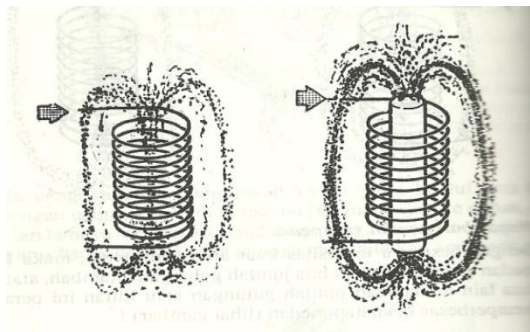


Gambar 2.7 Menambah jumlah gulungan memperbesar kekuatan medan

Sumber: (6)

3) Memasukan inti besi (*kern*) kumparan

Memasukkan inti besi (*kern*) ke dalam kumparan maka kekuatan medan akan bertambah secara menyolok.



Gambar 2.8 Memasukan inti besi (*kern*) kumparan

Sumber: (6)

6. Generator Listrik

Generator adalah suatu mesin yang mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik. Tenaga mekanis, di sini digunakan untuk memutar kumparan kawat penghantar dalam medan magnet ataupun sebaliknya memutar magnet diantara kumparan kawat penghantar. Tenaga mekanis dapat berasal dari tenaga panas, tenaga potensial air, motor diesel, motor bensin bahkan ada yang berasal dari motor listrik.

Tenaga listrik yang dihasilkan oleh generator tersebut bisa arus searah atau arus bolak balik, hal ini tergantung dari susunan / konstruksi generator dan sistem pengambilan arusnya.

Oleh sebab itu ada 2 macam generator :

- a. Generator arus searah (DC)
- b. Generator arus bolak balik (AC)

Salah satu percobaan yang erat hubungannya dengan prinsip generator adalah percobaan Faraday. Ujung-ujung kumparan dihubungkan dengan galvanometer. Apabila batang magnet didorongkan, jarum galvanometer akan bergerak dan kembali diam bila batang magnet tadi dihentikan mendorongnya. Apabila batang magnet diubah arah geraknya (ditarik) jarum galvanometer juga bergerak sesaat dan kembali diam seperti semula bila batang magnet dihentikan menariknya. Arah penunjukan berlawanan dengan arah penunjukan jarum galvanometer dari percobaan yang pertama.

Bergeraknya jarum tersebut disebabkan oleh timbulnya gaya gerak listrik induksi (GGL induksi) pada kumparan dinyatakan dengan rumus :

$$e = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \text{ volt} \quad \dots\dots\dots(1. 6. 1996)$$

dengan :

- e = Tegangan yang timbul dalam suatu penghantar (Volt)
- N = Banyak lilitan dari kumparan
- $\Delta\Phi$ = Perubahan fluks magnet dalam satuan (Weber)
- Δt = Perubahan waktu dalam satuan detik (dt)

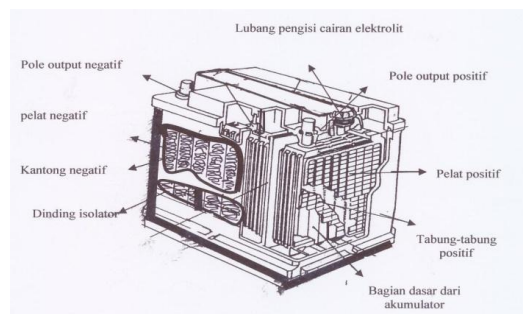
GGL induksi yang terbentuk dalam kumparan (e) tandanya negatif. Hal ini sesuai dengan hukum Lenz yang mengatakan bahwa “Arah dari arus induksi adalah sedemikian rupa sehingga melawan sebab yang menimbulkannya”. Percobaan Faraday tersebut mengadung pengertian bahwa apabila sepotong kawat penghantar listrik berada dalam medan magnet berubah-ubah, maka di dalam kawat tersebut akan terbentuk GGL induksi. Demikian pula sebaliknya bila sepotong kawat penghantar listrik digerak-gerakkan dalam medan magnet, maka dalam kawat penghantar tersebut juga terbentuk GGL induksi.

7. Akumulator

Akumulator adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia sehingga dapat digunakan pada tempat atau waktu yang lain. Aki termasuk sel sekunder, karena selain menghasilkan arus listrik, aki juga dapat diisi arus listrik kembali. Ini karena reaksi kimia dalam sel dapat dibalikkan arahnya. Jadi sewaktu sel dimuati, energi listrik diubah menjadi energi kimia, dan sewaktu sel bekerja, energi kimia diubah menjadi energi listrik.

Secara sederhana aki merupakan sel yang terdiri dari elektrode Pb sebagai anode dan PbO₂ sebagai katode dengan elektrolit H₂SO₄. Di dalam standar internasional setiap satu cell akumulator memiliki tegangan sebesar 2 volt, sehingga aki 12 volt, memiliki 6 cell sedangkan aki 24 volt memiliki 12 cell.

Jenis akumulator yang sering dipakai adalah akumulator timbal. Akumulator ini terdiri dari dua kumpulan pelat yang dicelupkan dalam larutan asam-sulfat encer. Kedua kumpulan pelat dibuat dari timbal, sedangkan lapisan timbal dioksida akan dibentuk pada pelat positif ketika lembaran pertama kali dimuati. Letak pelat positif dan negatif sangat berdekatan tetapi dicegah tidak langsung menyentuh oleh pemisah yang terbuat dari bahan penyekat (isolator).



Gambar 2.9 Konstruksi akumulator

Sumber: (7)

8. Penyearah (*Rectifier*)

Penyearah atau *rectifier* adalah rangkaian elektronika yang berfungsi menyearahkan gelombang arus listrik. Arus listrik yang semula berupa arus bolak-balik (AC) jika dilewatkan rangkaian Penyearah akan berubah menjadi arus searah (DC). Gelombang AC yang berbentuk gelombang sinus hanya dapat dilihat

dengan alat ukur *osilloscope*. Rangkaian *rectifier* banyak menggunakan transformator step down yang digunakan untuk menurunkan tegangan sesuai dengan perbandingan transformasi transformator yang digunakan. Penyearah dibedakan menjadi 2 jenis :

- a. *Half Wave Rectifier* (penyearah setengah gelombang)
- b. *Full Wave Rectifier* (penyearah satu gelombang penuh)

9. Model dan fungsi Sepeda Elektrik yang Sudah Ada

Sebelum melakukan rancang bangun sepeda semi elektrik, harus diperhatikan bentuk atau model sepeda elektrik yang sudah ada sehingga nantinya sepeda elektrik yang dibuat mempunyai bentuk dan fungsi yang berbeda. Di bawah ini adalah pratinjau beberapa gambar sepeda elektrik yang sudah ada di pasaran.



Gambar 2.10 Sepeda elektrik anak-anak

Sumber: (15)

Dari gambar 2.10 sepeda elektrik ini didesain seperti sepeda anak-anak pada umumnya. Ditinjau dari segi fungsi sepeda elektrik ini digunakan oleh anak-anak untuk bermain di tempat-tempat rekreasi, tempat bermain, dan di taman.



Gambar 2.11 Sepeda elektrik dewasa

Sumber: (3)

Dari gambar 2.11 dapat kita simpulkan bahwa fungsi dari sepeda elektrik ini sama saja dengan sepeda elektrik yang ada pada gambar 2.10, tidak bisa digunakan secara terus menerus dikarenakan keterbatasan kapasitas batre dalam menyimpan daya listrik untuk menghidupkan motor penggerak sepeda elektrik. Sepeda elektrik ini biasa digunakan oleh para remaja untuk bersepeda dilokasi-lokasi tertentu seperti taman bermain, dan tempat-tempat lainnya.

2.2 Perancangan Sepeda Semi Elektrik Kapasitas 85 Kg

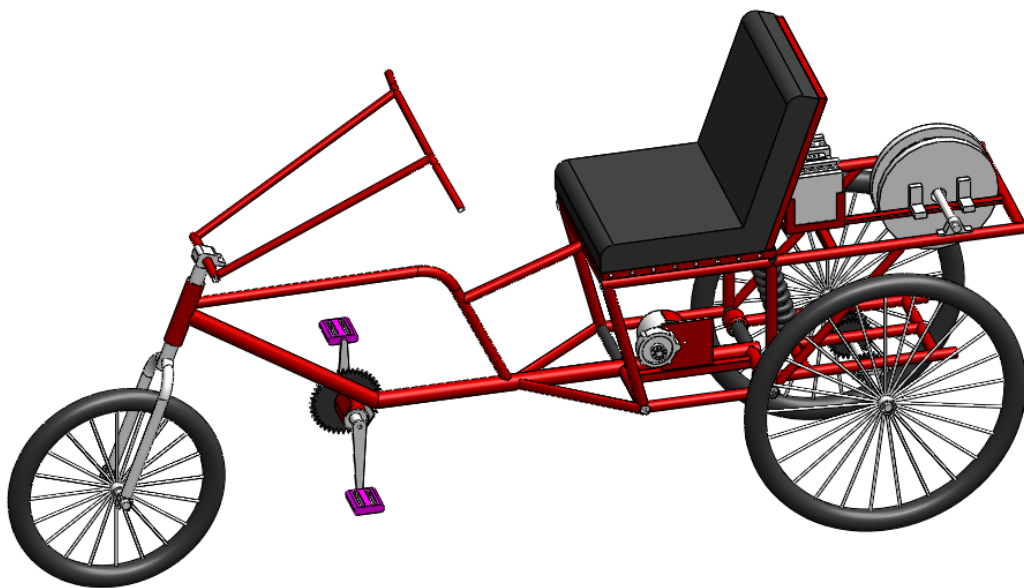
Sepeda elektrik merupakan sebuah alat transportasi alternatif sederhana yang dirancang untuk memperlancar kebutuhan manusia berpergian dari suatu tempat ke tempat lain yang tidak terlalu jauh jarak nya dan juga untuk santai bermain sepeda bersama keluarga ataupun teman di tempat-tempat bermain atau taman-taman bermain dengan memperhatikan penggunaan yang mudah dioperasikan ke mana-mana menggunakan tenaga listrik dan tenaga manusia. Sepeda elektrik ini dirancang untuk usia remaja hingga dewasa dan mudah di gunakan, tenaga listriknya bisa diisi dengan cara di cas dan bisa juga mengisi sendiri saat sepeda berjalan.

Penggunaan alat ini dilakukan dengan prinsip pedal dan kursi tambahan modifikasi sendiri, serta alat-alat tambahan seperti generator, aki dan motor listrik yang dirakit sendiri.

Prinsip kerja sepeda elektrik ini yaitu dengan cara memutar pedal sepeda yang terhubung dengan roda belakang sepeda sehingga roda belakang berputar, kemudian generator juga berputar menghasilkan listrik karena terhubung dengan

roda belakang, listrik yang dihasilkan generator disimpan di dalam aki, kemudian aki digunakan untuk menggerakkan motor listrik yang digunakan untuk memutar roda belakang sepeda kembali. Keuntungan dari sepeda elektrik ini adalah sepeda elektrik ini dapat digunakan dalam waktu yang lebih lama karena sepeda listrik ini dapat mengisi tenaga listrik sendiri menggunakan generator listrik.

Model Rancangan Alat Sepeda Semi Elektrik Kapasitas 85 Kg



Gambar 2.12 Rancangan Sepeda Semi Elektrik

Sepeda Semi elektrik ini dirancang untuk umur remaja hingga dewasa dan mudah di gunakan, tenaga listriknya bisa diisi dengan cara di cas dan bisa juga mengisi sendiri saat sepeda berjalan, bertujuan untuk alat transportasi alternatif santai yang sederhana di tempat-tempat bermain dan taman-taman bermain yang ramah lingkungan sebagai pengganti transportasi sepeda motor yang banyak menyebabkan polusi udara yang berbahaya bagi kesehatan.

2.3 Bagian Terpenting dari Sepeda Elektrik

Berdasarkan gambar 2.12 diatas maka bagian-bagian utama dari sepeda semi elektrik adalah sebagai berikut.

1. Kursi

Kursi berfungsi sebagai tempat duduk pengemudi atau operator agar nyaman pada saat mengoperasikan sepeda.

2. Roda

Roda depan dan belakang berfungsi sebagai penunjang sepeda untuk dapat berjalan maju 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.

3. Stang

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

4. Rantai dan *sprocket*

Secara umum Rantai merupakan suatu elemen mesin yang berfungsi memindahkan daya dan putaran dari poros penggerak ke poros yang akan digerakan. Bila jarak antara dua poros relatif dekat maka dapat digunakan roda gigi tetapi apabila jarak antara kedua poros relatif jauh, maka pemindahan daya dapat dilakukan dengan menggunakan rantai.

Untuk memindahkan daya dan putaran yang besar antara dua poros yang cukup terlalu jauh, maka rantai adalah elemen mesin yang tepat untuk digunakan.

5. Motor listrik

Motor berfungsi sebagai alat penggerak sepeda selain pedal sepeda.

6. Generator

Generator berfungsi sebagai alat penghasil tenaga listrik.

7. Aki

Aki berfungsi untuk media penyimpan tenaga listrik dari generator.

8. Bantalan

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.

9. Pedal

Pedal berfungsi untuk mentransfer daya untuk menggerakkan roda sepeda.

10. Poros

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

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan sepeda semi elektrik.

1. Rangka yang akan digunakan
2. Beban yang akan diaplikasikan
3. Motor dan batre yang digunakan
4. Kemudahan pengemudi
8. Mur dan Baut

2.4 Karakteristik Dasar Pemilihan Bahan

Dalam setiap perencanaan maka pemilihan bahan dan komponen merupakan faktor utama yang harus diperhatikan 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 pengandaannya.

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 di maksudkan 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. Komponen-komponen 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 pertimbangan 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.

2.5 Rumus yang terkait dalam perancangan Sepeda Semi Elektrik

1. Rumus dasar perhitungan *sprocket*:

Jumlah gigi *sprocket*:

$$\frac{dp1}{dp2} = \frac{z_1}{z_2} \quad \dots(2. 4. 1987)$$

Ket:

$dp1$ = Diameter *sprocket* penggerak (mm)

$dp2$ = Diameter *sprocket* yang digerakan (mm)

Z_1 = Jumlah gigi *sprocket* penggerak (buah)

Z_2 = Jumlah gigi *sprocket* yang digerakan (buah)

Putaran *sprocket*:

$$\frac{n2}{n1} = \frac{Z_1}{Z_2} \quad \dots(3. 4. 1987)$$

Ket:

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 *sprocket*

Sprocket penggerak

$$D_{P1} = \frac{P}{\sin(180/Z_1)} \quad \dots(4. 4. 1987)$$

Sprocket yang digerakan

$$D_{P2} = \frac{P}{\sin(180/Z_2)} \quad \dots(5. 4. 1987)$$

Ket:

D_p = Diameter *sprocket* (mm)

p = *Pitch* (mm)

Z = Jumlah gigi buah (buah)

2. Rumus dasar perhitungan rantai sepeda:

Panjang rantai

$$L_p = \frac{z_1 + z_2}{2} + \frac{2c}{p} + \frac{\{(z_2 - z_1/2\pi)^2\}}{c/p} \quad \dots(6. 4. 1987)$$

$L = L_p \times p$

Ket:

L = Panjang Rantai (mm)

L_p = Panjang mata rantai (mm)

Z_1 = Jumlah gigi *sprocket* penggerak (buah)

Z_2 = Jumlah gigi *sprocket* yang digerakan (buah)

p = *Pitch* (mm)

c = Jarak sumbu *sprocket* (mm)

3. Hukum kesetimbangan:

Syarat Keseimbangan Translasi

$$\Sigma F_x = 0 \quad \dots(7.9)$$

$$\Sigma F_y = 0$$

Syarat Keseimbangan Translasi dan Rotasi

$$\Sigma F_x = 0 \quad \dots(8.9)$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$\Sigma F_z = 0$$

$$\Sigma M = 0$$

Penguraian Gaya

$$F_x = F \cos \theta \quad \dots(9.9)$$

$$F_y = F \sin \theta$$

Ket:

θ = sudut antara gaya F terhadap sumbu x

4. Momen bengkok poros

$$M = \frac{\pi}{32} \cdot \sigma_b \cdot d^3 \quad \dots(10. 4. 1987)$$

Ket:

σ_b = tegangan bengkok (N/mm²)

M = momen bengkok (Nmm)

d = diameter poros (mm)

5. Mesin Bubut

Putaran mesin:

$$n = \frac{vc \cdot 1000}{\pi \cdot D} \quad \dots(11. 12. 2012)$$

Ket:

n = putaran mesin (rpm)

vc = kecepatan potong

D = diameter poros (mm)

Pemakanan memanjang:

$$T_M = \frac{L}{S_r \cdot n} \quad \dots(12. 12. 2012)$$

Ket:

T_M = waktu pemakanan (menit)

L = panjang pemakanan (mm)

S_r = kedalaman pemakanan (mm)

Pemakanan melintang:

$$T_M = \frac{r}{S_r \cdot n} \quad \dots(13. 12. 2012)$$

Ket:

r = jari-jari poros (mm)

S_r = kedalaman pemakanan (mm)

n = putaran mesin (rpm)

6. Mesin Bor

Putaran mesin:

$$n = \frac{vc \cdot 1000}{\pi \cdot D} \quad \dots(14. 12. 2012)$$

Ket:

n = putaran mesin (rpm)

vc = kecepatan potong

D = diameter mata bor (mm)

Waktu pengerjaan:

$$T_M = \frac{L}{S_r \cdot n} \quad \dots(15. 12. 2012)$$

Ket:

T_m = waktu pemakanan (menit)

L = kedalaman pemakanan (mm)

$$= 1 + 0,3 \cdot d \quad \dots(16. 13. 2013)$$

l = tebal benda (mm)

S_r = kedalaman pemakanan (mm)

2.6 Teknik 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:

1. *Breakdown Maintenance*

Breakdown Maintenance merupakan perawatan setelah terjadi kerusakan adalah pekerjaan perawatan yang hanya dilakukan karena peralatan benar-benar dimatikan dalam kondisi rusak yang disebabkan sudah habis umur pakai, dan untuk memperbaiki yang harus dipersiapkan adalah suku cadang, material, alat-alat dan tenaga kerjanya.

2. Perawatan terjadwal (*scheduled 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*.

3. Perawatan prediktif (*Predictive maintenance*)

Perawatan prediktif juga merupakan bagian dari 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 dan luar maupun dan dalam mesin itu sendiri yang disebabkan oleh geram akibat gesekan elemen mesin. Kotoran atau kontaminan yang berasal dan luar 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 ketidak-seimbangan 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.