

BAB II

TINJAUAN LITERATUR

2.1 Studi Pustaka

Penelitian mengenai desain perancangan dan analisis rangka sepeda khusus penyandang disabilitas ini telah banyak dilakukan sebelumnya. Adapun beberapa penelitian tersebut dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini:

Tabel 2.1 Penelitian sepeda listrik untuk penyandang tuna daksa

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul Penelitian
1	Julhija Ema Siputra	2022	Perancangan Kendaraan Bermotor Roda Tiga untuk Penyandang Tuna Daksa
2	Anita Fricilia, Gian Pratama Putra, Harianto	2019	Rancang Bangun Kendaraan Disabilitas Pengguna Kursi Roda.
3	Eko Sulisty, Rodika	2016	Rancang Bangun Sepeda Listrik Untuk Penderita Cacat Kaki.

2.2 Ketentuan Sepeda Listrik di Indonesia

Sepeda listrik atau juga disebut *e-bike* adalah sepeda dengan sistem tambahan motor listrik sebagai sumber tenaga penggerak selain pedal. Ada berbagai macam varian sepeda listrik salah satunya pedal yang memiliki sistem motor kecil hingga sepeda listrik dengan kecepatan yang hampir sama dengan sepeda motor bertenaga mesin. Sepeda listrik menggunakan tenaga baterai yang dapat diisi ulang dengan kecepatan rata-rata 25-30 km/jam^[3].

Motor Listrik merupakan alat transportasi yang menggunakan perangkat elektromagnetik yang mengubah/*convert* sistem kerja listrik menjadi gaya gerak atau

mekanik. Energi mekanik ini sering digunakan untuk kehidupan sehari-hari misal; memutar impeller kipas angin, mesin cuci, pipa air, mixer, bor, dan lain-lain. Motor listrik sering disebut dengan “kuda kerja” nya industri sebab motor motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total dalam industri. Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor DC disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik .

Konsep awal dari sepeda listrik hampir sama dengan motor listrik, tetapi ada perbedaan spesifikasi dan ketentuan dari pemerintah. Seperti Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 45 Tahun 2020 tentang Kendaraan Tertentu dengan Menggunakan Penggerak Motor Listrik. Pada Pasal 1 ayat 7 ditetapkan sepeda listrik adalah kendaraan tertentu yang memiliki roda dua dilengkapi dengan peralatan mekanik berupa motor listrik^[4]. Lalu pada Pasal 3 ayat 2 diatur sepeda listrik harus memenuhi persyaratan keselamatan meliputi harus dilengkapi dengan:

- a. Pengguna kendaraan harus berumur lebih dari 12 tahun.
- b. Menggunakan alat keselamatan berupa helm sepeda dan lainnya.
- c. Sistem rem yang berfungsi dengan baik.
- d. Digunakan di tempat tertentu(pemukiman,car freeday,area diluar jalan)
- e. Maksimal Kecepatan paling tinggi 25 km/jam (dua puluh lima kilometer per jam)^[4].

2.3 Perancangan Sepeda Listrik Roda Tiga Untuk Penyandang Tuna Daksa

Perancangan adalah proses untuk mendefinisikan sesuatu yang akan dikerjakan dengan menggunakan teknik yang bervariasi serta didalamnya melibatkan deskripsi mengenai detail dan komponen terkait dan juga keterbatasan yang dialami dalam pengerjaannya^[5].

Perancangan adalah suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, menilai, memperbaiki, dan menyusun suatu sistem, baik sistem fisik maupun non fisik yang optimum untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada ^[6].

Jadi Perancangan Sepeda Listrik roda Tiga Untuk Penyandang Tuna Daksa adalah perencanaan atau langkah pertama dari pembuatan dari suatu alat atau produk dalam hal ini sepeda listrik yang diperuntukan untuk penyandang tuna daksa dalam bentuk tulisan atau pun gambar yang disertakan dengan ukuran dan analisisnya yang menggambarkan



Gambar 2.1 Sepeda listrik Roda Tiga Untuk Penyandang Tuna Daksa.

Keterangan:

- | | |
|------------------------------------|--------------------------|
| 1. Rangka | 8. Rem |
| 2. Motor listrik | 9. Roda sepeda |
| 3. Baterai | 10. Kemudi/setang sepeda |
| 4. Kontroler/ <i>controler</i> | 11. Pedal |
| 5. Grip gas dan <i>speedometer</i> | 12. Suspensi |
| 6. Gir/sproket freewheel | 13. Jok/kursi pengemudi |
| 7. Rantai | |

2.4 Prinsip Kerja Sepeda Listrik

Mekanisme kerja dari sepeda listrik yang dirancang dibagi menjadi dua yaitu dengan mekanisme konvensional dengan menggunakan pedal assist dan menggunakan full tenaga dari motor listrik untuk menggerakkannya, berikut adalah penjelasan dari prinsip kerja sepeda listrik:

A. Pedal

Jenis pedal adalah jenis yang paling umum ditemui dalam pengoperasian sepeda pada umumnya, jenis pedal hanya dapat dioperasikan dengan cara dikayuh seperti sepeda konvensional pada umumnya, sementara motor listrik merupakan jenis sepeda ini berfungsi untuk membantu mengurangi berat dan beban mengayuh pedal sepeda sehingga terasa lebih ringan. Sistem ini bekerja dengan sensor yang terletak pada bagian pedal tanpa menggunakan tuas agar lebih efektif dalam penggunaan motor listrik yang membuat baterai akan semakin irit [7].

Cara kerja sepeda dengan pedal:

- 1) Sepeda dinaiki oleh pengendara dan disesuaikan dengan postur pengendara melalui sandaran yang bisa disesuaikan dan tidak lupa sabuk pengaman/*seatbelt* yang tersedia.
- 2) Melalui sebuah Pedal yang berada dibawah stang kemudi sepeda bisa digerakan maju.
- 3) Pedal terhubung dengan 3 buah gir rasio yang terhubung melalui rantai sampai dengan gir di roda belakang.
- 4) Pedal digunakan dengan bantuan tangan dikarenakan sepeda diperuntukan untuk penyandang tuna daksa yang memiliki keterbatasan pergerakan kaki.

B. Throttle

Jenis sepeda listrik satu ini, mirip dengan sepeda motor yang memiliki *throttle* atau gas di *handlebars* untuk mengaktifkan motor listriknya. Namun, dengan adanya keberadaan *throttle*, jenis sepeda ini juga tetap dapat digerakkan menggunakan pedal, apabila tersedia. Pada sepeda listrik jenis *throttle* biasanya kecepatan yang dihasilkan dibatasi hanya sekitar 15-25 km/jam atau sesuai dengan kebijakan di negara masing-masing. Contoh sepeda listrik jenis *throttle* di Indonesia adalah sepeda listrik merek migo^[8].

Cara kerja sepeda listrik dengan menggunakan motor listrik motor brushless DC (BLDC):

- 1) Pastikan rangkaian kelistrikan motor terpasang dengan benar.
- 2) Pastikan baterai terisi melalui panel *display*.
- 3) Sepeda dinaiki oleh pengendara dan disesuaikan dengan postur pengendara melalui sandaran yang bisa disesuaikan dan tidak lupa *seatbelt* yan tersedia.

- 4) Aktifkan motor listrik dengan kontak dan pilih gear atau percepatan yang akan dialirkan.
- 5) Putar grip gas sampai motor listrik bergerak.
- 6) Perlu diperhatikan motor listrik yang digunakan tidak menggunakan rantai dan tidak bisa langsung di gas dengan kencang dikarenakan dikhawatirkan akan mengalami percepatan yang berlebih dan kurang aman untuk pengendara.

Secara komponen mekanisme kerja sepeda listrik ini memiliki urutan sebagai berikut^[8] :

- 1) Baterai dan charger, baterai atau akumulator pada sepeda listrik adalah sumber energi listrik penggerak dinamo. Baterai yang ada di sepeda listrik tentunya adalah baterai yang bisa diisi ulang.
- 2) Dinamo, adalah alat pada sepeda listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Prinsip kerja dinamo sama dengan generator yaitu memutar kumparan didalam medan magnet atau memutar magnet didalam kumparan. Bagian dinamo yang berputar disebut rotor, sementara bagian dinamo yang tidak bergerak disebut stator.
- 3) Controller, berfungsi untuk mengendalikan kecepatan dari sepeda listrik.
- 4) Panel Display, pada sebuah sepeda listrik ini biasanya adalah sebuah layar liquid crystal display (LCD) yang menampilkan kondisi dari sepeda listrik tersebut. Beberapa yang ditampilkan dalam panel display ini diantaranya adalah kecepatan sepeda, suhu dari dinamo dan kondisi baterai.
- 5) Handle gas, terdapat 2 (dua) jenis variasi pada handle gas yaitu model handle gas tarik dan model thumb throttle. Handle gas tarik berbentuk full grip

seperti yang ada pada sepeda motor pada umumnya, sementara handle gas thumb throttle merupakan tuas kecil yang tertelak dibawah bilah pegangan kemudi sebelah kanan yang dioperasikan dengan menggunakan tangan ^[9] .

2.5 Komponen- Komponen Utama Sepeda Listrik

Dalam perancangan sepeda listrik, perlu diketahui bahwa sistem yang bekerja pada sepeda listrik mulai dalam keadaan diam maupun pada saat sepeda beroperasi. Berikut adalah sistem yang bekerja pada sepeda listrik ^[10] :

A. Rangka Sepeda

Rangka sepeda merupakan salah satu komponen terpenting dari sebuah sepeda, berfungsi sebagai penyangga utama yang menjadi tempat berpusatnya semua resultan gaya dari semua komponen. Rangka sepeda harus dapat memikul beban dari komponen lain dan pengendara serta tahan terhadap getaran-getaran, guncangan-guncangan yang kuat yang disebabkan keadaan permukaan jalan yang tidak rata, dan selain itu rangka harus ringan dan kukuh. Bentuk geometri dari rangka sepeda sangatlah penting, karena menentukan kenyamanan dari sepeda itu sendiri. Sehingga untuk mengatasi kelelahan material ^[11] .

Jenis ranka/frame yang digunakan unruk membuat suatu mesin terdapat 1 jenis saja yaitu besi hollow, besi hollow adalah besi yang berbentuk pipa kotak, besi hollow biasanya berbahan besi galvanis, stainless atau besi baja. Besi hollow memiliki kelebihan dan kekurangan sebagai berikut:

- 1) Kelebihan besi hollow :
 - a. Material dan kontruksi kuat.
 - b. Pemasangan praktis.

- c. Mudah dibuat.
 - d. Tahan api.
- 2) Kekurangan besi hollow:
- a. Harga sedikit mahal.
 - b. Beratnya lebih dibanding pipa dan jenislainnya.



Gambar 2.2 Rangka sepeda menggunakan hollow.

Rumus yang digunakan untuk perancangan rangka inti sebagai berikut^[12]:

1. Gaya pembebanan

$$F = m \times g \quad (2.1)$$

Keterangan :

F = Beban (N)

m = Massa (Kg)

g = Percepatan Gravitasi (9,81m/s)

2. Perhitungan luas permukaan

$$A = P \times L \quad (2.2)$$

Keterangan :

A = Luas Penampang (mm^2) L = Lebar (mm)

P = Panjang (mm)

3. Perhitungan mencari nilai persamaan momen bentuk hollow

$$M = F \times L \quad (2.3)$$

Keterangan :

M = Momen

F = Beban (N)

L = Lebar (mm)

4. Titik berat siku

$$y = \frac{h}{2} \quad (2.4)$$

Keterangan:

M = Momen L = Lebar (mm)

F = Gaya (N)

5. Momen inersia

$$I = \frac{b \times h^3}{36} \quad (2.5)$$

Keterangan:

I = Momen inersia (mm⁴)

B,h,r = Panjang/diameter penampang (mm)

6. Tegangan geser sumbu

$$r_{xy} = \frac{M}{2 \times A \times t} \quad (2.6)$$

Keterangan:

R_{xy} = Tegangan geser

A = Luas (mm²)

t = Tebal profil (mm)

7. Tegangan Normal

$$\sigma_t = \frac{M \times y}{I} \quad (2.7)$$

Keterangan:

M = Momen bahan

I = Momen inersia

Y = Titik berat bahan

8. *Von Misses* stress

$$\sigma_{max} = \frac{\sigma_y + \sigma_x}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_y - \sigma_x}{2}\right)^2 + (\tau_{xy})^2} \quad (2.8)$$

Keterangan:

σ_y = Tegangan normal

τ_{xy} = Tegangan geser sumbu

9. Presentase galat *von misses*

$$n = \frac{\text{Von Misses teori} - \text{Von Misses simulasi}}{\text{Von Misses simulasi}} \times 100\% \quad (2.9)$$

10. Defleksi pada rangka

$$\delta = \frac{P \times L}{48 \times E \times I} \quad (2.10)$$

Keterangan :

A = Luas penampang (mm²)

L = Lebar (mm)

E = Modulus elastisitas

I = Momen inersia

11. Presentasi galat *Displacement*

$$n = \frac{\text{Displacement teori} - \text{Displacement simulasi}}{\text{Displacement simulasi}} \times 100\% \quad (2.11)$$

12. *Safety of faktor*

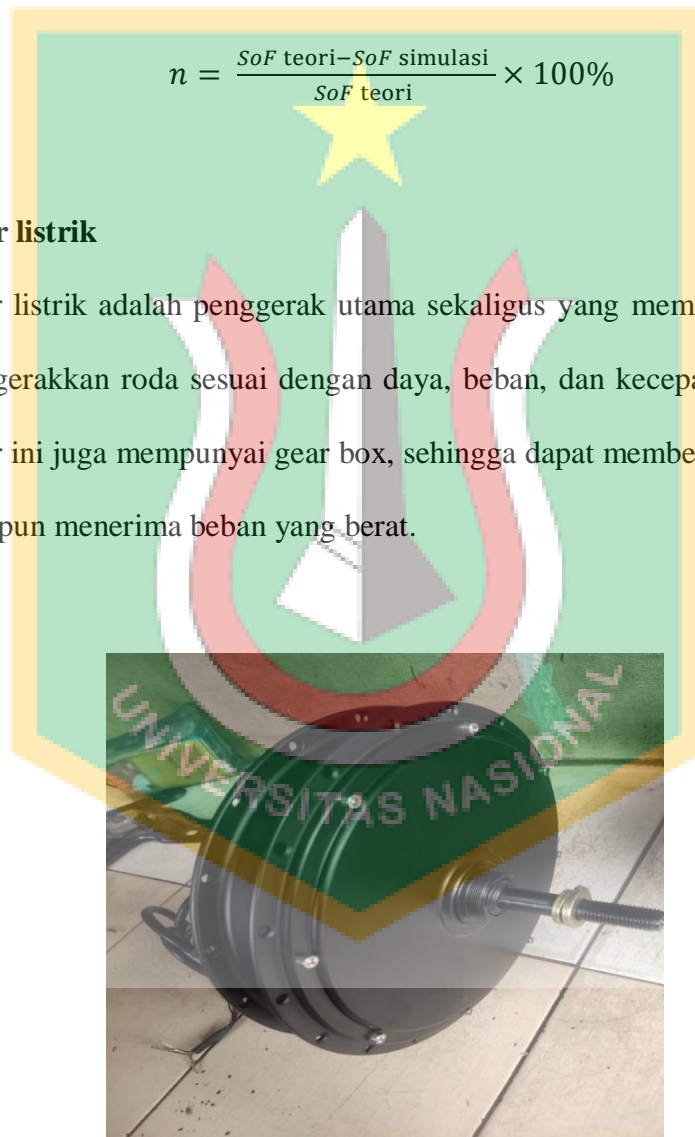
$$SoF = \frac{\text{Yield streht material}}{\text{von misses maksimal } (\sigma)} \quad (2.12)$$

13. Presentasi *safety of faktor*

$$n = \frac{SoF \text{ teori} - SoF \text{ simulasi}}{SoF \text{ teori}} \times 100\% \quad (2.13)$$

B. Motor listrik

Motor listrik adalah penggerak utama sekaligus yang memutar freewell untuk menggerakkan roda sesuai dengan daya, beban, dan kecepatan yang diterima. Motor ini juga mempunyai gear box, sehingga dapat memberikan putaran stabil meskipun menerima beban yang berat.



Gambar 2.3 Hub motor dinamo Brushless DC (BLDC) sepeda listrik 500W 48V

Rumus untuk menentukan motor penggerak yang akan digunakan sebagai berikut^[13]:

1) Perhitungan massa total kendaraan

Massa sistem kendaraan

M_{tot} = berat sepeda + berat peralatan + berat pengendara

$$W_{\text{tot}} = M_{\text{total}} \times \text{gaya gravitas bumi (9,81)} \quad (2.14)$$

Keterangan:

M_{tot} = Massa total sepeda listrik (kg)

W_{tot} = Berat total sepeda listrik (N)

2) Daya mekanik

a. Gaya normal

$$F_N = M_{\text{tot}} \times 9,81 \quad (2.15)$$

b. Gaya gesek statik

$$F_S = F_N \times \mu_S \quad (2.16)$$

c. Gaya gesek kinetik

$$F_K = F_N * \mu_K \quad (2.17)$$

d. Torsi yang diperlukan untuk menggerakkan sepeda harus

lebih besar dari pada,

$$TS > FS * R_{roda} \quad (2.18)$$

- e. Agar sepeda bergerak, maka gaya pedal kaki harus lebih besar dari pada

$$F > TS / RP-S \quad (2.19)$$

- f. Setelah sepeda bergerak, maka gaya (F) yang diperlukan menjadi

$$F = (FK * RP-S) / R_{roda} \quad (2.20)$$

- g. Daya yang dihasilkan motor penggerak

$$P_{out} = 9,8 * \mu * M_{tot} * V_{rata-rata} * \eta \quad (2.21)$$

Keterangan :

M.tot = Massa total sepeda listrik (kg)

μ = Koefisien geser (0,06)

η = Efisiensi kerja mesin

V_{rata-rata} = Kecepatan sepeda (m/s)

h. Torsi motor listrik yang digunakan

$$v = \frac{S}{t} \quad (2.22)$$

Keterangan :

S = Jarak tempuh (m) t = Waktu tempuh (s)

V = Kecepatan sepeda (m/s)

C. Baterai

Baterai adalah suatu proses kimia listrik, dimana pada saat pengisian/charger energi listrik diubah menjadi kimia dan saat pengeluaran/discharger energi kimia diubah menjadi energi listrik. Baterai (dalam hal ini adalah aki; aki mobil/motor) terdiri dari sel-sel dimana tiap sel memiliki tegangan sebesar 2 V, artinya aki mobil dan aki motor yang memiliki tegangan 12 V terdiri dari 6 sel yang dipasang secara seri ($12 \text{ V} = 6 \times 2 \text{ V}$) sedangkan aki yang memiliki tegangan 6 V memiliki 3 sel yang dipasang secara seri ($6 \text{ V} = 3 \times 2 \text{ V}$). Waktu Waktu merupakan ukuran suatu kejadian yang berurutan (ukuran relatif suatu kejadian). Waktu tidak memperhitungkan dalam ilmu mekanika statis^[14].



Gambar 2.4 Gambar baterai lithium motor listrik sepeda dengan BMS + 2A pengisi baterai

Rumus yang digunakan untuk menentukan besaran baterai yang dipakai adalah :

Kapasitas baterai

$$P = V \times I$$

(2.23)

Keterangan:

P = Daya listrik (watt)

V = Tegangan (volt)

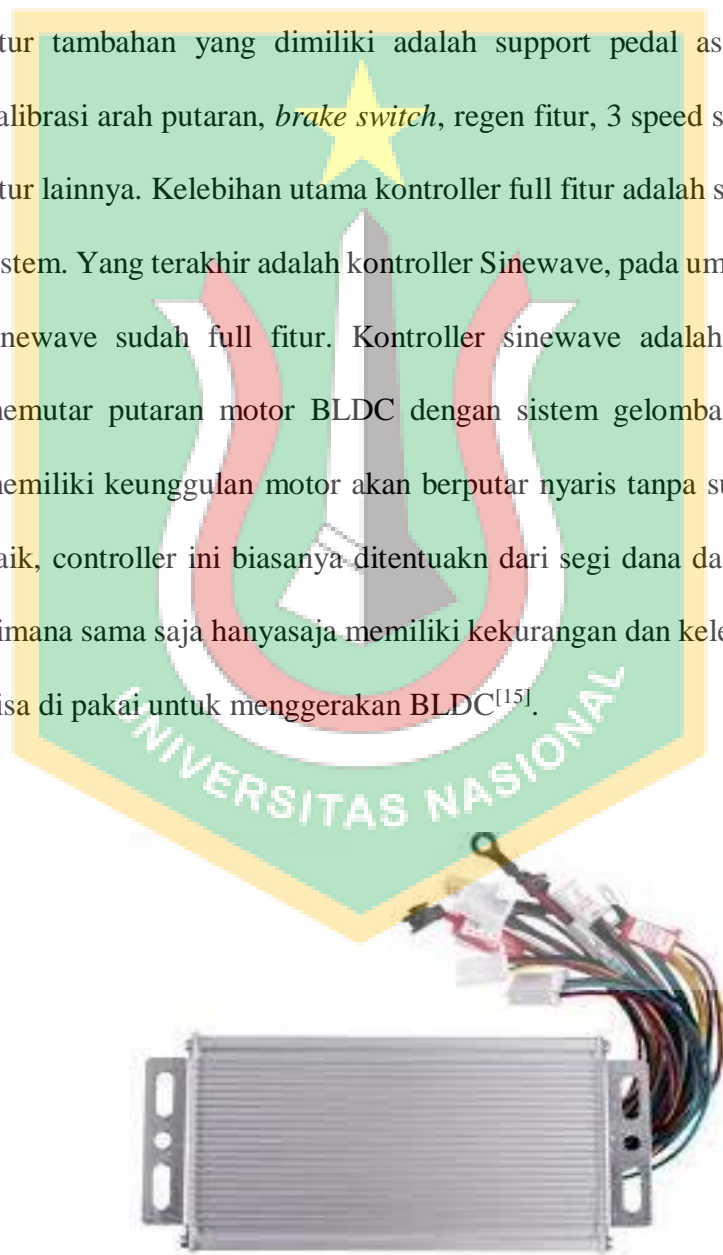
I = Kuat arus (A)

D. Kontroler

Kontroler (*Controller*) adalah sebuah perangkat yang berperan sebagai pengendali atau mengatur jumlah daya yang diberikan ke motor penggerak sesuai perintah perangkat grip gas (alat pengatur kecepatan motor listrik).

Controler ini memiliki berbagai jenis contohnya *controller* standar,

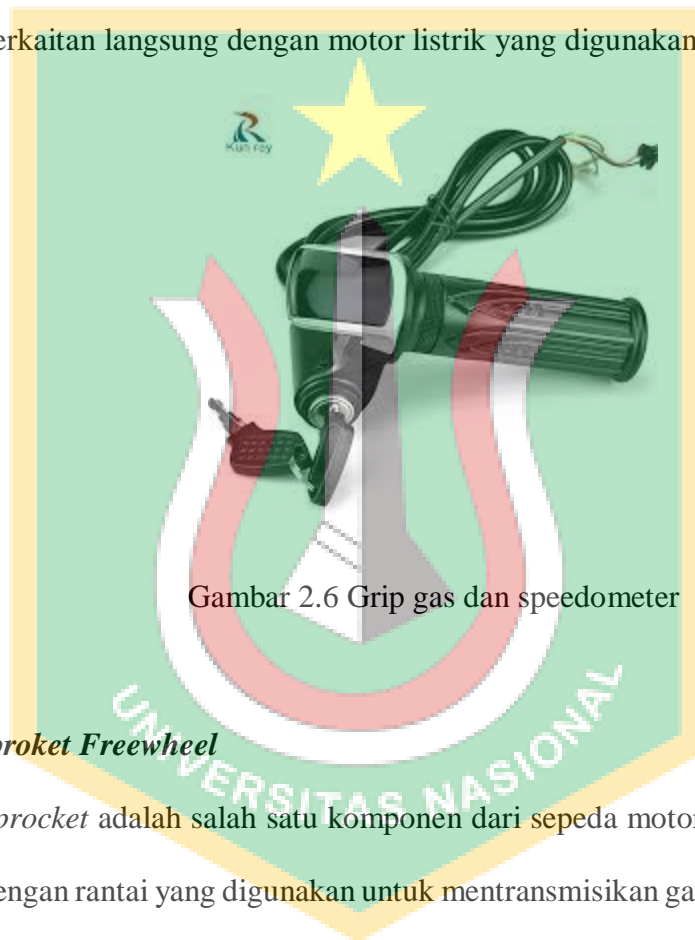
controller LED Function, *kontroller full fitur*, dan *kontroller sinewave*. *Controller* standar pada umumnya memiliki fitur yang minimalis dan tidak memiliki fitur yang lengkap. *Kontroller LED/LCD function* adalah *kontroller* yang support dengan panel display, pada panel display juga memiliki fitur yang bervariasi, selengkapnya akan dibahas pada bagian panel display. *Kontroller full fitur* adalah *kontroller* memiliki banyak fitur, fitur tambahan yang dimiliki adalah support pedal assist sensor, auto kalibrasi arah putaran, *brake switch*, regen fitur, 3 speed shifting, dan fitur-fitur lainnya. Kelebihan utama *kontroller full fitur* adalah support sensorless sistem. Yang terakhir adalah *kontroller Sinewave*, pada umumnya *kontroller sinewave* sudah full fitur. *Kontroller sinewave* adalah *kontroller* yang memutar putaran motor BLDC dengan sistem gelombang sinus, hal ini memiliki keunggulan motor akan berputar nyaris tanpa suara, power lebih baik, *controller* ini biasanya ditentukan dari segi dana dan segi fungsional dimana sama saja hanya saja memiliki kekurangan dan kelebihan yang sama bisa di pakai untuk menggerakkan BLDC^[15].



Gambar 2.5 Controller BLDC untuk motor listrik 500 Watt.

E. Grip Gas

Grip gas berfungsi untuk mengatur kecepatan pada saat kendaraan dioperasikan di jalan lewat putaran grip gas yang disalurkan melalui kabel listrik ke controler dan disalurkan lagi ke motor listrik. Grip gas biasanya terintegrasi dengan layar display untuk menunjukkan informasi dari kecepatan dan sisa baterai. Grip gas dikatakan komponen utama karena berkaitan langsung dengan motor listrik yang digunakan.



Gambar 2.6 Grip gas dan speedometer

F. Sproket Freewheel

Sprocket adalah salah satu komponen dari sepeda motor yang berpasangan dengan rantai yang digunakan untuk mentransmisikan gaya putar dari engine ke roda belakang. Pada sepeda bermotor, pembakaran pada mesin menghasilkan putaran yang diteruskan oleh kopling dari poros penggerak ke poros penerus. sproket ini berfungsi untuk menghubungkan putaran ke rantai yang akan diteruskan ke freewheel, sesuai dengan putaran yang akan diterima. Sedangkan freewheel adalah sistem gir belakang yang memberikan

kebebasan roda belakang berputar secara bebas dari pedal, dapat diilustrasikan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.7 *Sproet freewheel* khusus sepeda listrik

G. Rantai

Rantai adalah komponen mesin yang kuat dan bisa diandalkan dalam menyalurkan daya melalui gaya tarik dari sebuah mesin. Rantai terutama digunakan dalam power transmission dan sistem *konveyor*. Rantai paling sering digunakan sebagai komponen hemat biaya dari mesin power transmission untuk beban berat dan kecepatan rendah. Rantai lebih sesuai untuk aplikasi tanpa henti dengan masa operasional jangka panjang dan penyaluran daya dengan fluktuasi torsi terbatas. Bagaimanapun juga, rantai juga bisa digunakan dalam kondisi berkecepatan tinggi, misalnya, di sepeda motor dan di penggerak *camshaft* mesin mobil^[16].

Rumus yang digunakan untuk perancangan transmisi rantai penghubung adalah sebagai berikut:



Gambar 2.7 Rantai pedal

8. Rem

Sistem rem dalam suatu kendaraan sepeda motor termasuk sistem yang sangat penting karena berkaitan dengan faktor keselamatan berkendara. Sistem rem berfungsi untuk memperlambat dan atau menghentikan sepeda motor dengan cara mengubah tenaga kinetik/gerak dari kendaraan tersebut menjadi tenaga panas. Perubahan tenaga tersebut diperoleh dari gesekan antara komponen bergerak yang dipasangkan pada roda sepeda motor dengan suatu bahan yang dirancang khusus tahan terhadap gesekan. Gesekan (*friction*) merupakan faktor utama dalam pengereman. Oleh karena itu komponen yang dibuat untuk sistem rem harus mempunyai sifat bahan yang tidak hanya menghasilkan jumlah gesekan yang besar, tetapi juga harus tahan terhadap gesekan dan tidak menghasilkan panas yang dapat menyebabkan bahan tersebut meleleh atau berubah bentuk^[17].



Gambar 2.8 rem sepeda jenis disc brake/ cakram

2.6 Komponen- Komponen Penunjang Sepeda Listrik

Adapun komponen-komponen penunjang sepeda listrik roda tiga, yang memiliki opsi sesuai kebutuhan dari pemakai kendaraan, diantara lain:

A. Roda Sepeda

Roda sepeda adalah roda yang dirancang khusus untuk sepeda. Roda sepeda awalnya terbuat dari kayu, seiring dengan perkembangan teknologi dan material, roda sepeda sekarang sudah terbuat dari logam, plastik, dan ban karet.

Komponen ban sepeda yaitu:

1) Hub

Hub merupakan pusat dari roda sepeda, berfungsi sebagai tempat tumpuan rangka sepeda. Hub dan rangka sepeda dihubungkan oleh as roda dalam

bentuk baut, mur, atau pin. Hub memiliki bearing yang gunanya agar roda bebas berputar tanpa memutar rangka sepeda.

2) Pelek/Velg

Pelek/Velg (rim) berbentuk lingkaran sebagai rangka dari ban sepeda, yang menghubungkan hub dan jari-jari, dan juga sebagai tempat penahan ban sepeda. Material velg bisa terbuat dari besi, aluminium, plastik atau karbon, yang akan mempengaruhi kekuatan dan beratnya. Velg juga bisa berfungsi sebagai bantalan rem, pada sepeda dengan rem jenis rim brake. Dimensi velg sangat beragam (diameter, lebar, dan bentuk), tergantung jenis sepeda dan jenis ban yang dipakai.

3) Jari-jari

jari-jari tidak hanya sebagai penopang, tetapi juga sebagai penyalur tekanan atau tegangan antara hub dan velg sepeda. Umumnya jari-jari terbuat dari besi atau baja, karena memiliki daya tahan yang kuat, tidak gampang bengkok, dan mudah perawatannya.

4) Ban

Ban sepeda terbuat dari karet yang berisi udara, sebagai bantalan roda sepeda terhadap permukaan jalan, untuk meredam getaran pada sepeda.

B. Kemudi/Stang Sepeda

Stang berfungsi untuk mengarahkan sepeda agar bisa berbelok ke kiri dan kanan pada saat berjalan. Dikatakan komponen penunjang karena disesuaikan dengan pengguna sepeda.

C. Pedal

Pedal berfungsi untuk mentransfer daya untuk menggerakkan roda sepeda. Dikatakan komponen penunjang karena disesuaikan dengan pengguna sepeda.

D. Suspensi

Suspensi merupakan suatu komponen dalam sepeda yang berfungsi untuk meredam kejutan selain ban sepeda, getaran yang terjadi pada kendaraan akibat permukaan jalan yang tidak rata. Suspensi dapat meningkatkan kenyamanan maka dari itu perlunya penyesuaian suspensi dari beban dan karakteristik pengguna.

E. Jok/kursi pengemudi

Kursi berfungsi sebagai tempat duduk operator agar nyaman pada saat mengoperasikan sepeda. Jok dalam pembuatan sepeda listrik ini juga disesuaikan agar faktor keamanan dari pengguna terjamin^[18].

2.7 Perhitungan Kekuatan Las

Kekuatan las dapat dihitung baik dari segi bahan yang digunakan ketahanan las dan sudut pengelasannya, berikut merupakan rumus perhitungan las^[19]:

- a. Perhitungan panjang las untuk beban statis dan dinamis

$$L = \frac{F}{\sqrt{2} \cdot t \cdot L \cdot \sigma_{max}} \quad (2.23)$$

Keterangan :

F = gaya (N) τ_{max} = tegangan izin maksimum (N/mm²)

t = tebal (mm)

b. Perhitungan tebal minimum las

1) Perhitungan area

$$A = t (2a + 2b) \quad (2.24)$$

2) Tegangan geser langsung

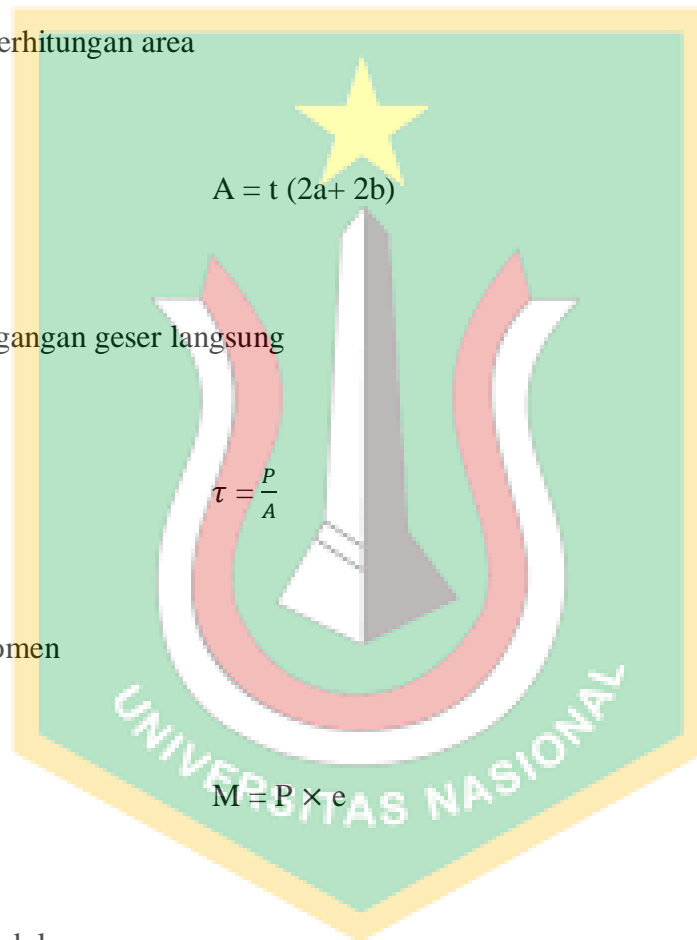
$$\tau = \frac{P}{A} \quad (2.25)$$

3) Momen

$$M = P \times e \quad (2.26)$$

4) Modulus penampang

$$Z = t \left(b \cdot a + \frac{b^2}{3} \right) \quad (2.27)$$



5) Tegangan lentur/puntir

$$\sigma_b = \frac{M}{Z} \quad (2.28)$$

6) Tegangan geser maximal

$$\tau_{ijin\ max} = \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_b^2 + 4 \tau^2} \quad (2.29)$$

Diketahui:

P = Gaya (N)
e = Panjang bahan (mm)
a dan b = Panjang dan lebar bahan (mm)
 $\tau_{ijin\ max}$ = Tegangan izin maximal (N/mm²)

2.8 Perhitungan Slip dan Efisiensi pada Motor Listrik DC

Slip pada motor listrik merupakan perbedaan kecepatan antara medan putar stator dengan rotor tergantung pada besarnya beban dari motor tersebut. Perbedaan putaran ini disebut dengan slip (S) yang dinyatakan dalam (%). Harga slip selalu berubah-ubah tergantung beban yang dipukul yaitu dari 100% saat start sampai dengan 0% saat diam ($N_s=N_r$). Efisiensi motor induksi diartikan sebagai ukuran efisiensi motor induksi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, yang dinyatakan sebagai rasio / rasio daya keluaran terhadap daya masukan. Untuk menentukan slip dan efisiensi pada motor BLDC maka rumus yang digunakan adalah sebagai berikut[20] :

Rumus menghitung kecepatan sinkron:

$$n_s = \frac{120 \cdot F}{P} \quad (2.30)$$

Keterangan :

n_s = Kecepatan sinkron motor (rpm)

F = Frekuensi (Hz)

P = Jumlah kutub motor

Rumus perhitungan slip pada motor

$$\text{Slip} = \frac{n_s - n_r}{n_s} \times 100\% \quad (2.31)$$

Keterangan:

n_s = Kecepatan medan stator (Rpm)

n_r = Kecepatan motor induksi (Rpm)

Rumus perhitungan daya motor DC

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi \quad (2.32)$$

Keterangan:

V = Arus

$\cos\phi$ = Faktor daya (0,88)

I = Tegangan

Rumus perhitungan efisiensi daya motor

$$P_{out} = \sqrt{3}.V.I. eff. \cos\varphi \quad (2.32)$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P} \times 100 \quad (2.33)$$

Keterangan:

P_{out} = daya output motor

η = Efisiensi daya motor

eff = Efisiensi moto

