

BAB IV

HASIL PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN

1.1. Perencanaan Mekanikal

1.1.1. Desain Prototipe Sepeda

a. Frame (Body) Sepeda

Tabel 4.1. Spesifikasi Frame (Body) Sepeda

Spesifikasi Frame (Rangka) Sepeda	
Model	MTB (Mountain Bike)
Jenis	Hard Tail (Rigid / kaku)
Bahan	Hi-Ten Steel (Baja)
Ukuran	L (506 mm)

b. Garpu Sepeda

Tabel 4.2. Spesifikasi Garpu Sepeda

Spesifikasi Garpu Sepeda	
Model / Jenis	Hard Tail (Rigid / kaku)
Bahan	Hi-Ten Steel (Baja)

1.1.2. Pemilihan Komponen Sepeda

Tabel 4.3. Komponen Sepeda

No	Nama Komponen	Tipe / Jenis / Model
1	Setang / Setir	MTB (Alumunium)
2	Handle Rem	Mekanik
3	Rem	Linier-Pull Brake (V-Brake)
4	Handle Operan	Thumb Shifter
5	Gear Operan	Depan 3, Belakang 7
6	Ban	Cross Country
7	Velg	Jari-jari (Alumunium)
8	Sadel	MTB
9	Diameter Roda	26 inc (0,33 m)
10	Spedometer	Digital
11	Lampu	LED

1.1.3. Perakitan Komponen Sepeda

Berat total sepeda dan komponen sepeda adalah 13 kg

Di dapat dari hasil pengukuran:

Tabel 4.4. Berat total sepeda

Berat Total Sepeda		
No	Komponen	Berat
1	Frame & Garpu	11 kg
2	Komponen sepeda	2 kg
Berat Total		13 kg

1.1.4. Pemilihan Komponen Elektrikal

a. Motor Listrik

Tabel 4.5. Spesifikasi Motor Listrik

Spesifikasi Motor Listrik	
Model	Brushed Motor DC
Tipe	JTEK 12 volt
Daya	120 Watt
Suplai tegangan	12-24 volt
Arus	1-5 ampere
Torsi	70 kg.m
Speed	1500 rpm
Berat	3 kg

b. Baterai

Tabel 4.6. Spesifikasi Baterai

Spesifikasi Baterai	
Model	Accu / Aki
Tipe	Basah
Jenis	Deep Cyle Battery
Voltase	12 Volt
Ampere	5 ampere
Berat	1,5 kg @ pcs
Jumlah	2 pcs

c. Kontroler

Tabel 4.7. Spesifikasi Kontroler

Spesifikasi Kontroler	
Model / Tipe	PWM Speed control regulator controller
Input Tegangan	DC 9-60 volt
Output tegangan	Linier under load
Maximum current	20 ampere
Continous current	18 ampere

Speed control range	0% - 100%
Overload protection	Fuse
Speed control mode	Use potensiometer

d. Grip Gas

Tabel 4.8. Spesifikasi Grip Gas

Spesifikasi Grip Gas	
Model / Tipe	Manual (putar)

e. Generator Listrik

Tabel 4.9. Spesifikasi Generator DC

Spesifikasi Generator Listrik	
Model	Brushed Generator DC
Tipe	JTEK 12
Output Voltage	DC 5 – 30 volt
Output Current	1-5 ampere
Berat	3 kg

f. Stabilizer module (regulator untuk pengisian)

Tabel 4.10. Spesifikasi Stabilizer module

Spesifikasi Stabilizer module	
Model	DC Automatic Step up step down regulator
Tipe	LTC 3780
Tegangan input	DC 5 - 32 volt
Tegangan output	DC 1 – 30 volt
Arus output	Max 10 Ampere
Daya output	Max 130 W

1.1.5. Pengujian Komponen Elektrikal

Pada Tahap ini akan dilakukan proses pengujian elektrikal kit dengan beban motor tidak terbebani, dan juga pengujian generator listrik.

a. Elektrikal Kit

Tabel 4.11. Pengujian Elektrikal Kit

Pengujian Elektrikal Kit		
No	Komponen	Hasil Pengujian

1	Baterai	24 Volt	
2	Motor Listrik	Gas ditarik penuh	1500 rpm

b. Generator listrik

Untuk pengujian generator listrik, keluaran arus listriknya akan dihubungkan ke stabilizer module sebelum di hubungkan ke accu, dengan tujuan agar nilai tegangan mencapai 26 volt agar bisa mengisi daya accu yang bertegangan 24 volt. Dengan menyetel stabilizer module di dapat hasil seperti di bawah ini :

Tabel 4.12. Pengujian Generator Listrik

Pengujian Generator Listrik			
No	Kecepatan sepeda	Output Voltage	Output Current
1	Minimal 5 km/jam	26 volt	3 ampere

1.2. Integrasi Elektrikal

- Sepeda MTB



Gambar 4.1. Sepeda MTB

Sumber : Dokemuntasi pribadi

- Komponen elektrikal



Gambar 4.2. Komponen elektrikal

Sumber : Dokemuntasi pribadi

1.3. Uji Coba Prototipe

Di asumsikan prototype diuji pada jalan yang datar, pengujian dilakukan masing-masing 3 kali percobaan dengan 2 jenis percobaan.

1. Percobaan dengan generator OFF

Tabel 4.13. Percobaan dengan generator OFF

Percobaan dengan generator OFF			
No	Jarak tempuh	Waktu	Kecepatan
1	25,6 km	58 menit	26,39 km/jam
2	26,1 km	55 menit	28,36 km/jam
3	24,3 km	59 menit	24,79 km/jam
Rata-rata	25,3 km	57 menit	26,5 km/jam

2. Percobaan dengan generator ON

Tabel 4.14. Percobaan dengan generator ON

Percobaan dengan generator ON			
No	Jarak Tempuh	Waktu	Kecepatan
1	33,8 km	78 menit	26 km/jam
2	33,1 km	80 menit	24,89 km/jam
3	34,1 km	81 menit	25,26 km/jam
Rata-rata	33,6 km	79,6 menit	25,4 km/jam

1.4. Penyempurnaan

Sepeda sebelum di sempurnakan



Gambar 4.3. Sepeda sebelum disempurnakan
Sumber :Dokumentasi pribadi

Sepeda sesudah disempurnakan



Gambar 4.4. Sepeda sesudah disempurnakan

Sumber :Dokumentasi pribadi

1.5. Hasil Perancangan

1.5.1. Berat Sepeda dan Orang

Tabel 4.15. Berat Sepeda Keseluruhan

Berat Sepeda Keseluruhan dan Orang		
1	Sepeda	13 kg
2	Komponen elektronik	6 kg
3	Orang	75 kg
4	Berat Total	94 kg

1.5.2. Penentuan Daya Motor

Pada perencanaan sepeda listrik roda dua ini, ada beberapa bagian yang perlu di perhitungkan, diantaranya adalah motor penggerak :

Untuk perhitungan motor penggerak :

a. Momen Puntir (Torsi)

$$Mp = \frac{60 \times P}{2 \times 3,14 \times n}$$

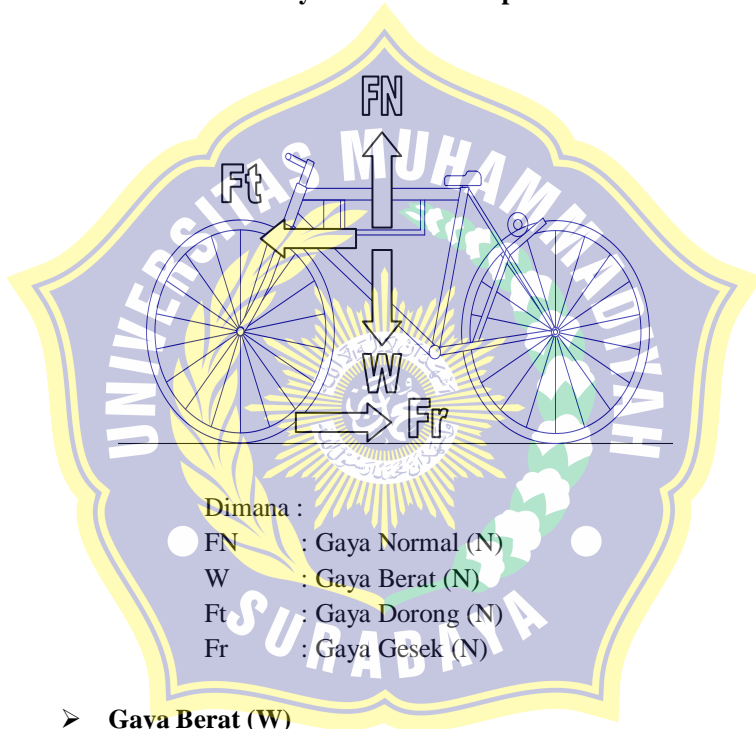
Dimana : P = 120 Watt

: n = 1500 rpm

$$\text{Maka} \quad : Mp = \frac{60 \times 120}{2 \times 3,14 \times 1500}$$

$$= 0,76 \text{ Nm}$$

b. Freebody Pembenananan Sepeda



➤ **Gaya Berat (W)**

M total = Berat total sepeda + Berat Pengendara

$$M \text{ total} = 19 \text{ kg} + 75 \text{ kg}$$

$$= 94 \text{ kg}$$

Dimana : massa total . percepatan gravitasi

$$W \text{ total} = 94 \cdot 9,8$$

$$= 921,2 \text{ N}$$

➤ **Gaya Normal (FN)**

$$\begin{aligned} FN &= M \text{ total} + \text{percepatan gravitasi} \\ &= 94 \text{ kg} + 9,8 \\ &= 921,2 \text{ N} \end{aligned}$$

➤ **Gaya Gesek (Fr)**

- Gaya Gesek Statis

$$F_s = \mu_s \cdot N$$

Dimana : F_s = Gaya gesek statis
: μ_s = Koefisien gesek statis (0,7)
: N = Gaya Normal

$$\begin{aligned} F_s &= \mu_s \cdot N \\ &= 0,7 \cdot 921,2 \\ &= 644,84 \text{ N} \end{aligned}$$

- Gaya Gesek Kinetik

$$F_k = \mu_k \cdot N$$

Dimana : Koefisien Gesek Kinetik (0,6)

$$\begin{aligned} F_k &= \mu_k \cdot N \\ &= 0,6 \cdot 921,2 \\ &= 552,72 \text{ N} \end{aligned}$$

➤ **Tahanan Aerodinamika (Ra)**

Tahanan aerodinamika adalah tahanan yang dialami oleh sepeda listrik akibat gesekan udara dengan sepeda dan pengendara. Besarnya tahanan aerodinamika (R_a) dapat dinyatakan dari persamaan berikut :

$$R_a = 0,5 \cdot C_d \cdot A \cdot V^2 \cdot \rho$$

Dimana : $C_d = 1,8$ (koefisien tahanan aerodinamika)
 : $A = 1 \times 0,5 = 0,5 \text{ m}^2$
 : $V = 26 \text{ km/jam} = 7,22 \text{ m/s}$
 : $\rho = 1,205 \text{ Kg/m}^3$ (densitas udara)

Maka :

$$R_a = 0,5 \cdot C_d \cdot A \cdot V^2 \cdot \rho$$

$$R_a = 0,5 \cdot 1,8 \cdot 0,5 \cdot (7,22^2) \cdot 1,205 \text{ Kg/m}^3$$

$$= 28,26 \text{ N}$$

➤ **Tahanan Gelinding (RR) :**

Tahanan Gelinding adalah tahanan yang dialami oleh sepeda akibat adanya bentuk yang terjadi pada ban dan permukaan jalan. Besarnya tahanan gelinding (R_r) dapat dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$R_r = W_{\text{total}} \cdot C_r$$

Dimana : $W = \text{Berat total} = 921,2 \text{ N}$
 $C_r = \text{Koefisien Rolling} (0,008)$

$$R_r = W_{\text{total}} \cdot C_r$$

$$= 921,2 \text{ N} \cdot 0,008$$

$$= 7,37 \text{ N}$$

➤ **Gaya Dorong (Ft)**

$$\begin{aligned} Ft &= Fr + Ra + Rr \\ &= 644,83 + 28,26 + 7,37 \\ &= 680,46 \text{ N} \end{aligned}$$

c. Momen Inersia

$$I = m \cdot R^2$$

Dimana : I = Momen Inersia Roda (kg/m²)

m = massa roda (1 kg)

R = Jari-jari roda (m)

$$I = m \cdot R^2$$

$$I = 1 \cdot 0,3302^2$$

$$I = 1 \cdot 0,1090$$

$$= 0,1090 \text{ kg/m}^2$$

d. Menghitung Percepatan

$$a = \alpha \cdot R_{\text{roda}}$$

Dimana :

$$\alpha = T / Ir$$

$$= 0,76 / 0,1090$$

$$= 6,97 \text{ Rad/s}$$

$$a = \alpha \cdot R_{\text{roda}}$$

$$= 6,97 \text{ Rad/s} \cdot 0,3302 \text{ m}$$

$$= 2,3 \text{ m/s}$$

e. Menghitung beban maksimal yang dapat ditopang sepeda

$$\Sigma F_y = 0$$

$$\Sigma F_y = N - W$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_x = F_t - F_r$$

$$m \cdot a = F_t - F_r$$

$$m \cdot a = F_t - (W \cdot Cr)$$

$$m \cdot a = F_t - (m \cdot g \cdot Cr)$$

$$m \cdot 2,3 = 673,1 - (m \cdot 9,8 \cdot 0,7)$$

$$2,3m = 673,1 - 6,86m$$

$$- 4,56m = 673,1$$

$$m = 673,1 / 4,56$$

$$m = 147 \text{ kg}$$

jadi, berat maksimum yang dapat ditopang sepeda listrik adalah 147 kg

f. Sumber Tenaga

Sumber tenaga direncanakan menggunakan accu dengan kapasitas 24 v 5 ampere, sehingga didapat daya sebesar :

$$P = V \cdot I$$

Dimana : P = Daya

: V = Tegangan

: I = Arus

$$P = V \cdot I$$

$$= 24 \cdot 5$$

$$= 120 \text{ Watt}$$

Sehingga kapasitas accu mampu menggerakkan motor listrik dengan daya 120 watt

g. Menghitung Energi Kinetik Total Sepeda

$$\text{EK total} = \text{EK translasi} + \text{EK rotasi}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2 + \frac{1}{2} \cdot I \cdot \omega^2$$

$$\text{EK translasi} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$$

Dimana : m = massa total sepeda (94 kg)

V = Kecepatan rata-rata (2,3 m/s)

$$\begin{aligned} \text{EK translasi} &= \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 94 \text{ kg} \cdot 2,3 \text{ m/s} \\ &= 248,63 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\text{EK rotasi} = \frac{1}{2} \cdot I \cdot \omega^2$$

Dimana : I = momen inersia (0.1090 kg/m²)

ω = Kecepatan sudut

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

Dimana : π = Konstanta Lingkaran (22/7)

F = Frekuensi (putaran / sekon) (1,13)

$$\begin{aligned}\omega &= 2 \cdot \pi \cdot f \\ &= 2 \cdot (22/7) \cdot 1,13 \\ &= 7,1 \text{ Rad/sekon}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{EKrotasi} &= \frac{1}{2} \cdot I \cdot \omega^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot (0,1090 \text{ kg/m}^2 \cdot 7,1^2 \text{ Rad/sekon}) \\ &= 2,74 \text{ J}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{EK total} &= \text{EK translasi} + \text{EK rotasi} \\ &= 248,63 \text{ J} + 2,74 \text{ J} \\ &= 250,73 \text{ J}\end{aligned}$$

Sehingga hubungan antara daya listrik dan daya mekanik adalah

Sumber energi listrik sebesar 120 watt dan daya motor listrik sebesar 120 watt akan menghasilkan daya mekanik sebesar 250,73 J.

1.5.3. Efisiensi system

Jika dilihat dari data hasil uji coba prototype, yaitu :

Tabel 4.16. Hasil uji coba prototipe

Hasil uji coba prototipe		
Keterangan	Generator OFF	Generator ON
Top speed	26,5 Km/jam	25,4 Km/jam
Jarak tempuh	25 Km	33 Km
waktu	57 Menit	80 Menit

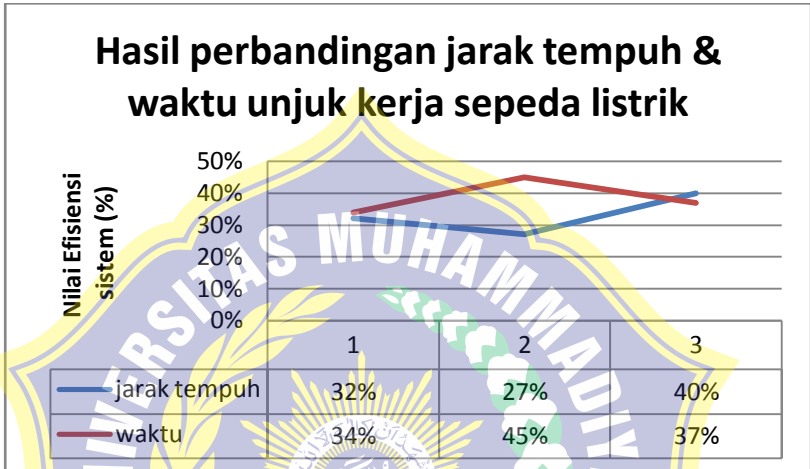
Maka efisiensi sistem nya naik menjadi :

32 % untuk jarak tempuh

40 % untuk waktu ketahanan baterai

4.5. Pembahasan

Grafik perbandingan efisiensi waktu



Jika di lihat dari data grafik diatas, pada percobaan pertama menunjukkan perbedaan efisiensi yang tidak signifikan antara waktu dan jarak tempuh sepeda, hal ini disebabkan oleh kondisi jalan yang rata dan sepi, sehingga kecepatan sepeda bisa mencapai top speed. Sedangkan pada percobaan yang kedua terdapat perbedaan efisiensi yang signifikan antara waktu dan jarak tempuh, yaitu 27 % untuk jarak tempuh dan 45% untuk waktu ketahanan baterai, hal ini disebabkan karena kondisi jalan yang relative ramai dan agak menanjak sehingga kecepatan sepeda tidak bisa mencapai top speed.