

Desain Pengganti Penggerak Motor Bakar Torak (110 CC) pada Sepeda Motor Otomatic dengan Motor Listrik *Type* BLDC (Brushless DC)

Dr. Ir. Indra Hasan MT¹, Legisnal Hakim ST, MT², Ir. Denur, MM³

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Riau

³Program Studi Mesin Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Riau

E-mail : indrahasan@umri.ac.id¹, legisnalhakim@umri.ac.id², denur@umri.ac.id³

Abstract

This study focuses on the design of electric motorcycle propulsion in which a motorcycle driven by a combustion motor is converted into a motorcycle driven by a bldc electric dynamo and calculates the torque and power generated by the bldc dynamo. The first step is a literature study and concept selection in which an automatic type motorcycle driven by a combustion motor is converted into a motor driven by a bldc electric dynamo. The design the electric motor drive position frame using a design application, then design the electric motor drive, the electric motorcycle wiring and body. The results obtained on the bldc motor torque is 3.8 n.m, and the power on the bldc motor is 2.7 hp, and the rotation of the bldc motor is 3750 rpm. Then the torque on the pulley is 6.3 n.m and the torque on gear 2 is 22.3 n.m and the torque on gear 4 is 79.19 n.m. The conclusion in this study is the design of an electric motorcycle drive conversion with several design sequences including, frame position design, electric drive design, wiring and body design.

Keywords: motorcycle drive, electric motor, bldc, torque, power.

Abstrak

Penelitian ini berfokus pada desain penggerak sepeda motor listrik dimana sepeda motor yang digerakkan oleh motor bakar dikonversi menjadi sepeda motor yang digerakkan oleh dinamo listrik BLDC (*Brushless Direct Current*) serta menghitung berapa torsi dan daya yang dihasilkan pada dinamo bldc. Langkah pertama adalah studi literatur dan pemilihan konsep yang dimana sepeda motor tipe matic yang digerakkan dengan motor bakar di konversikan menjadi penggerak yang digerakkan oleh dinamo listrik bldc. Mendesain rangka kedudukan penggerak motor listrik menggunakan aplikasi desain, kemudian mendesain penggerak motor listrik, mendesain *wiring* sepeda motor listrik. Hasil yang didapatkan pada torsi motor bldc adalah 3.8 n.m, dan daya pada motor bldc adalah 2.7 hp, dan putaran pada motor bldc ialah 3750 rpm, torsi pada pulley adalah 6.3 n.m dan torsi pada gear 2 adalah 22.3 n.m dan torsi pada gear 4 adalah 79.19 n.m. Hasil akhir pada penelitian ini adalah pembuatan desain konversi penggerak sepeda motor listrik dengan beberapa urutan desain meliputi, desain kedudukan rangka, desain penggerak listrik, desain wiring dan bodi.

Kata kunci: penggerak sepeda motor, motor listrik, bldc, torsi, daya motor

1. Pendahuluan

Pengembangan kendaraan listrik di Indonesia merupakan salah satu usaha pemerintah dalam upaya meningkatkan kemandirian Energi Nasional sehingga kedepannya Indonesia tidak tergantung dengan impor minyak mentah. Saat ini, kendaraan listrik yang mendapat perhatian dari pemerintah Indonesia adalah sepeda motor listrik. Salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam proses pengembangan sepeda motor listrik

adalah desainnya sehingga dapat meningkatkan nilai produk dan nilai kompetitif di pasaran. Pengembangan desain produk yang mempertimbangkan keinginan, kebutuhan, dan emosi konsumen diharapkan mampu melahirkan produk yang baik dan bernilai sehingga meningkatkan minat konsumen untuk memiliki produk tersebut [1].

Kendaraan Listrik adalah salah satu alat transportasi masa depan karena efisiensi yang tinggi dan polusi yang rendah [2]. Efisiensi yang tinggi disebabkan karena tidak adanya gesekan oleh brush [3].

Motor listrik BLDC merupakan motor yang memiliki efisiensi baik, lebih handal, umur lebih panjang dan murah. Motor yang memiliki bagian rotor berupa magnet permanen dan bagian stator berupa belitan untuk menghasilkan medan magnet. Perubahan polaritas motor BLDC dilakukan secara elektronik menggunakan sensor hall-effect dan rotary encoder. Karena pada sepeda motor listrik hampir bebas perawatan, tidak membutuhkan minyak, busi baru atau perbaikan rutin lainnya seperti yang dilakukan motor bakar [4].

Penelitian tentang Sepeda Motor Listrik yang membahas tentang perancangan perangkat-perangkat yang digunakan dalam pembuatan sepeda motor listrik (electric motorcycle) yang meliputi charger, baterai 24 volt, controller. Rangkaian pengendali motor ini dibuat menggunakan prinsip *Pulse Width Modulation* (PWM) mengatur kecepatan menggunakan gelombang kotak yang lebar pulsa nya dimodulasi. Sehingga menghasilkan tegangan rata-rata yang bervariasi. Teknik ini memberikan kemudahan dalam pengaturan kecepatan motor, tanpa banyak energi yang terbuang[5]. Struktur rangka sepeda motor listrik sama dengan struktur sepeda motor bakar beat tipe matic. Yang dimana motor stater pada cvt dibuang ,lalu dimensi motor stater di bubut sebesar dimensi motor BLDC tipe BM1481ZXF lalu pulley motor disambungkan dengan pulley poros roda dengan menggunakan belt Penelitian ini hanya berfokus pada desain pengganti atau konversi penggerak motor bakar transmisi otomatis tipe CVT dengan dynamo listrik BLDC untuk sepeda motor Beat 110 cc. Menghitung daya dan torsi motor listrik. Kemudian hal yang menjadi alasan peneliti dalam meneliti topik ini adalah tingginya *cost* dalam perbaikan kendaraan sepeda motor sehingga muncul ide inovasi untuk membuat sepeda motor listrik BLDC.

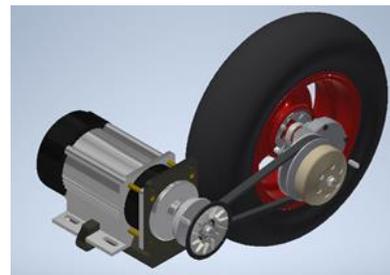
1.1 Konversi Penggerak

Penggerak motor matic yang menggunakan motor bakar lalu di konversikan atau di rubah menjadi penggerak yang menggunakan motor listrik dimana putaran poros pulley digerakan menggunakan motor BLDC dan di kontrol oleh controller pada sepeda motor listrik.



Gambar 1. Penggerak CVT yang digerakan Motor Bakar (a)

Kemudian di konversikan menjadi penggerak CVT yang digerakan Motor listrik BLDC



Gambar 2. Penggerak CVT yang digerakan motor listrik BLDC (b).

1.2 Penelitian sebelumnya

Terdapat beberapa penelitian yang telah diterbitkan pada jurnal ilmiah yang mengangkat topik sepeda motor listrik. Diantara penelitian tersebut adalah :

1. Penelitian oleh Tasdik Darmana, Oktaria Handayani dan Halim Rusjdi [6], berjudul “analisa perbandingan unjuk kerja pemakaian bahan bakar motor konvensional dengan motor listrik ulc pln area cengkareng”. Objek penelitian yang akan dilakukan adalah menguji unjuk kerja sepeda motor listrik yang di gunakan oleh pln area cengkareng untuk kegiatan unit layanan cepat (ulc) dan dibandingkan dengan sepeda motor konvensional berbahan bakar minyak premium.
2. Penelitian oleh Awwal Rahandito [1], berjudul “perbandingan karakteristik rangka sepeda motor pabrikan dengan rangka sepeda motor modifikasi”. Objek penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik getaran dengan membandingkan frekuensi alami, mode shape, kekakuan dan massa rangka sepeda motor dengan tujuan menghindari resonansi yang terjadi akibat putaran mesin. Penelitian ini dilakukan

dengan metode computer aided design dan metode modal analysis untuk simulasi. Perancangan dilakukan menggunakan *software autodesk inventor 2015*. Simulasi dilakukan dengan *software ansys workbench 16.0*. Dalam proses modal analysis, simulasi dilakukan dengan keadaan *free-free boundary*. Penelitian dilakukan dengan variasi geometri dan variasi penambahan stiffener. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada rangka bobber modifikasi dengan penambahan stiffener memiliki frekuensi alami tidak pada rentang frekuensi kerja mesin, serta dapat dikatakan bahwa perancangan ulang desain sepeda motor dari segi massa dan kekakuan dapat menghasilkan rangka dengan nilai frekuensi alami yang lebih baik untuk pengendara.

1.3 Rumus Yang Digunakan Torsi

Yang dimana dalam penelitian ini bertujuan untuk mencari hasil torsi pada motor BLDC yang dimana menggunakan rumus sebagai berikut:

$$T = \frac{5520-HP}{n} \quad (1)$$

Dimana :

T = torsi (N/m)

HP = daya Motor (watt)

n = putaran motor (rpm)

Ketahanan baterai

Untuk menghitung hasil daya baterai pada sepeda motor listrik menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Daya baterai} = v \times \text{ah} \quad (2)$$

Dimana :

V= tegangan pada baterai satuan volt (v)

Ah= Arus satuan ampere (ah)

1.4 Konversi Penggerak

Penggerak motor matic yang menggunakan motor bakar lalu di konversikan menjadi penggerak yang menggunakan motor listrik. Dimana putaran poros pulley digerakan menggunakan motor BLDC dan di kontrol oleh *controller* pada sepeda motor listrik.

a. Motor Bakar

Motor bensin ialah salah satu dari mesin pembakaran dalam ataupun internal *combustion engine*. Pemakaian mesin ini sering digunakan untuk kendaraan-kendaraan umum seperti mobil dan sepeda motor. Motor bensin mempunyai ciri semacam berikut:

1. Pengapian pada busi yang dikendalikan platina ataupun cdi, rasio kompresi pada ruang bakar rendah antara 8- 11: 1.
2. Putaran mesin besar, tenaga serta torsi yang dihasilkan lebih besar dari mesin diesel dengan kapasitas yang sama.
3. Temperatur mesin yang relatif lebih rendah. Prinsip kerja dari motor bensin [7].

Prinsip kerja motor bensin merupakan mesin yang bekerja menggunakan tenaga dari gas panas hasil proses pembakaran, di mana proses pembakaran berlangsung di dalam silinder mesin itu sendiri sehingga gas pembakaran sekalian berperan selaku fluida kerja jadi tenaga ataupun tenaga panas.

b. Speksifikasi Motor Bakar

Berikut speksifikasi pada mesin motor bakar pada sepeda motor matic beat tahun 2014 yang 110 cc, yang dikonversikan menjadi sepeda motor listrik BLDC pada penelitian ini.

Tabel 1.
Speksifikasi Motor Bakar Pada Sepeda Motor Beat 2014

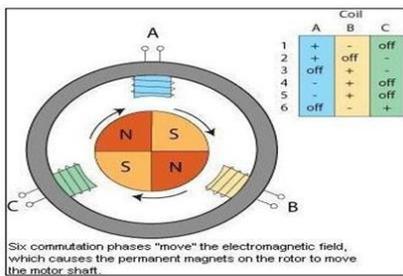
SPEK	KETERANGAN
Mesin	4 langkah, ohc
Kelas	110
Volume langkah	108 cc
Diameter X Langkah	50 X 55 mm
Kompresi	9.2 :1
Daya Maksimum	6.27 kW/8.000 Rpm
Torsi Maksimum	8.68 N.m/6.500 Rpm
Kapasitas pelumas	0.8 lt
Tipe Kopilng	Otomatis, sentrifugal, tipe kering
Tipe Transmisi	Otomatis, V-Matic
Tipe Baterai	12 V-3 Ah
Busi	NGK
Pengapian	Full Transisterized

c. Motor BLDC

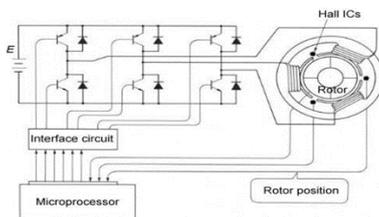
Motor BLDC merupakan motor yang sangat kerap digunakan kendaraan listrik kelas kecepatan menengah. Motor ini tidak lagi memakai brush, motor BLDC magnet permanen yang berperan sebagai rotor. Sebagai pemindah pada phase motor BLDC memerlukan sinyal hall sensor buat mengenali letak posisi magnet. Motor BLDC harus memakai kontroler buat bisa berbalik, dikarenakan memerlukan pengolah informasi yang diberikan oleh hall sensor.



Gambar 5. BLDC 130 WD (Sumber: PT.ATO,2020)



Gambar 3. Skema motor bldc (a) [8]



Gambar 4. Skema motor bldc (b) [8]

Tipe Motor BLDC
Motor BLDC 130 WD (ATO)

Tabel 2.
Spesifikasi pada motor BLDC 130 WD (ATO)

KODE PRODUK	TORSI (N.m)	RPM	DAYA (Kw)	ARUS (A)	TEGANGAN (Volt)	APLIKASI
ATO-130WDM01330-24	1.3	3000	0.4	21.27	24	1.Sepeda listrik 2.Mobil Listrik
ATO-130WDM02420-24	2.4	2000	0.5	26.18	24	1.Sepeda listrik 2.Mobil Listrik
ATO-130WDM02430-24	2.4	3000	0.75	39.27	24	1.Sepeda listrik 2.Mobil Listrik
ATO-130WDM03320-24	3.3	2000	0.69	36	24	1.Sepeda listrik 2.Mobil Listrik
ATO-130WDM01330-48	1.3	3000	0.4	10.63	48	1.Sepeda listrik 2.Mobil Listrik
ATO-130WDM02420-48	2.4	2000	0.5	13.09	48	1.Sepeda listrik 2.Mobil Listrik

1.5 Baterai

Baterai adalah alat yang mengubah energi kimia yang terkandung dalam komponen aktif. Komponen baterai menjadi energi listrik melalui reaksi reduksi dan oksidasi elektrokimia. Reaksi reduksi adalah reaksi yang menambah elektron dan menurunkan bilangan oksidasi, sedangkan reaksi oksidasi adalah reaksi yang melepaskan elektron dan menaikkan bilangan oksidasi. Ada dua klasifikasi jenis baterai, baterai primer dan baterai sekunder. Untuk menghitung lama pengisian baterai (td) dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Daya baterai} = V \times I_h \tag{3}$$

dimana:
Wh = daya baterai dalam satuan jam (Wh)
V = tegangan pada baterai satuan volt (V)
Ih = arus jam dalam satuan ampere hour (Ah)

$$V_A = V \times A \tag{4}$$

Dimana :
V_A = kapasitas pada generator (VA)
V_G = tegangan dalam satuan volt (V)
A_G = arus pada generator (A)

$$T_d = \frac{Wh}{V_A} \tag{5}$$

dimana :
T_d = lama pengisian baterai dalam satuan jam (h)
Wh = daya baterai dalam satuan hour (Wh)
V_A = kapasitas pada generator (V_A)



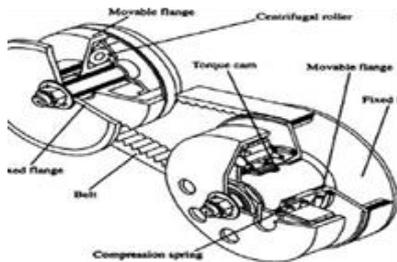
Gambar 6. baterai smt 12 volt (Sumber : PT.mega teknologi, 2021)

1.6 Transmisi Otomatis Tipe CVT

Prinsip kerja transmisi ini adalah mengubah rasio transmisi puli, di mana diameter puli penggerak dan diameter puli yang digerakkan dapat diubah satu sama lain untuk mendapatkan rasio kecepatan yang sangat bervariasi. Roda gigi digantikan oleh belt dan puli, yang diameter penggeraknya dapat diubah, dan dengan demikian rasio rotasi kedua puli.

Dari sistem CVT yang diterapkan pada transmisi, perpindahan akselerasi (rasio) sangat halus seperti motor CVT.

Perubahan rasio ini akan bervariasi sesuai dengan beban mobil, pedal akselerator, kecepatan mesin, dll, untuk tenaga yang optimal dan efisiensi bahan bakar yang tinggi.

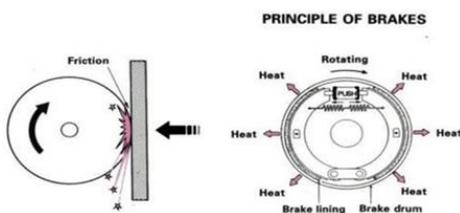


Gambar 7. Transmisi otomatis type cvt [9]

1.7 Rem

Jika mesin dilepaskan melalui transmisi tenaga, cenderung terus bergerak, kendaraan tidak bisa langsung berhenti. Kelemahan ini harus dikurangi untuk memperlambat kendaraan sampai berhenti. Mesin mengubah energi panas menjadi energi kinetik (energi kinetik) untuk menggerakkan kendaraan. Sebaliknya, rem mengubah energi kinetik kembali menjadi panas untuk menghentikan kendaraan. Biasanya, rem ikut bermain karena adanya sistem tekanan gabungan untuk sistem gerak putar. Efek pengereman berasal dari gesekan antara dua benda [9]. Jadi dari prinsip kerjanya sistem rem mempunyai fungsi untuk :

1. Mengurangi kecepatan kendaraan.
2. Menghentikan kendaraan yang sedang berjalan dan, menjaga kendaraan agar tetap berhenti.



Gambar 8. Prinsip dari rem [9]

1.8 Poros

Poros dalam sebuah mesin berfungsi untuk meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Setiap elemen mesin yang berputar, seperti cakara tali, puli sabuk mesin, piringan kabel, tromol kabel, roda jalan dan roda gigi, dipasang berputar terhadap poros dukung yang tetap atau dipasang tetap pada poros dukung yang berputar.



Gambar 9. poros sepeda motor matic (Sumber : PT.Astra Motor, 2019)

1.9 Torsi BLDC

1. Perhitungan torsi :

$$\text{Torsi motor} = T = \frac{5252 \times P}{N} \tag{6}$$

dimana :

T = torsi (N.m)

P = daya motor(Watt)

N = putaran motor (Rpm)

2. Putaran pada pulley CVT motor listrik BLDC

$$\frac{D1}{N1} = \frac{D2}{N2} \tag{7}$$

dimana :

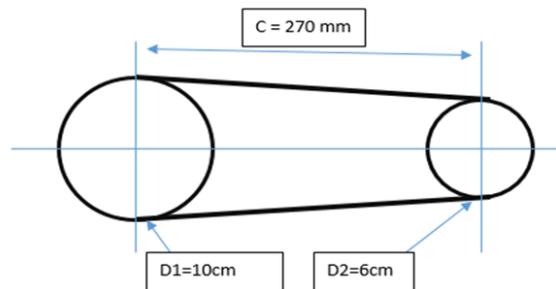
D1 = diameter pulley 1

D2 = diameter pulley 2

N1 = putaran motor 1 (rpm)

N2 = putaran motor 2 (rpm)

Gambar 10. Motor BLDC dan pulley pada motor matic



3. Perhitungan pada gear box :

Gear 1 = 11 gigi

N1 = Putaran Gigi

T1 = Torsi Gigi
 Maka putaran pada gear 2

$$\frac{D1}{N1} = \frac{D2}{N2} \tag{8}$$

Maka torsi pada gear 2

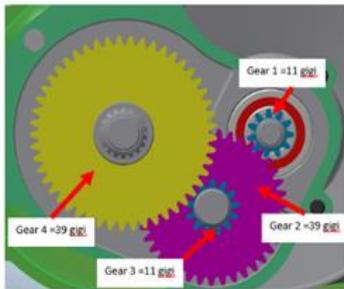
$$\frac{D1}{D2} = \frac{T1}{T2} \tag{9}$$

Maka putaran pada gear 4

$$\frac{D3}{D4} = \frac{N3}{N4} \tag{10}$$

Maka torsi pada gear 4

$$\frac{D3}{D4} = \frac{T3}{T4} \tag{11}$$



Gambar 11. gear pada penggerak motor matic

1.10 Perhitungan Beban Rangka

Sebelum pembuatan sepeda motor listrik peneliti menghitung beban daya tamping rangka sepeda motor dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

a. Gaya Berat
 $F = \text{Massa} \times \text{Gravitasi} \tag{12}$
 $F = \text{Kg} \times m/s^2$
 $F = \text{N (Newton)}$

b. Gaya Berat Penumpang
 Berat Pengemudi = 120 Kg
 Maka Gaya Berat yang di timbulkan
 $F = \text{massa} \times \text{Gravitasi}$

c. Gaya Berat Batrai dan Komponen Kelistrikan
 Berat Batrai = 3 Kg
 Berat Motor = 2 Kg
 Berat Total = 5 Kg

d. Gaya Berat Batrai dan Komponen Kelistrikan
 $F = \text{Massa} \times \text{Gravitasi}$

1.11 Aplikasi Desain (solidworks)

Solidworks pertama kali diperkenalkan pada tahun 1995 sebagai pesaing program cad seperti pro-engineer, siemens nx, i-deas, unigraphics, autodesk inventor, autodesk autocad, dan catia.

Solidworks corporation didirikan pada tahun 1993 oleh jon hirschtick, yang merekrut tim insinyur profesional, mendirikan perusahaan yang mengembangkan perangkat lunak cad 3d, yang berkantor pusat di concord, massachusetts, dan merilis produk pertamanya, solidworks 95, pada tahun 1995. Pada tahun 1997 dassault systemes, yang terkenal dengan catia cad software, mengakuisisi perusahaan dan sekarang ini memiliki 100% dari saham solidworks. Solidworks dipimpin oleh john mceleney dari tahun 2001 hingga juli 2007, dan sekarang dipimpin oleh jeff ray.

2. Metodologi

2.1 Perancangan Konversi Motor Bakar Menjadi Motor Listrik

Penelitian ini melakukan perancangan desain konversi, yang dimana penggerak motor bakar torak tipe matic pada sepeda motor di rubah menjadi berpenggerak motor listrik tipe BLDC. Pada penelitian ini objek yang diteliti adalah sepeda motor matic beat 2014 yang dikonversikan menjadi sepeda motor listrik dimana sepeda motor matic beat memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 3.

Speksifikasi Motor Beat 2014

SPEKSIFIKASI	KETERANGAN
Mesin	4 langkah, ohc
Kelas	110
Volume langkah	108 cc
Diameter X Langkah	50 X 55 mm
Kompresi	9.2 : 1
Daya Maksimum	6.27 kW/8.000 Rpm
Torsi Maksimum	8.68 N.m/6.500 Rpm
Kapasitas pelumas	0.8 lt
Tipe Kopling	Otomatis, sentrifugal, tipe kering
Tipe Transmisi	Otomatis, V-Matic
Tipe Baterai	12 V-3 Ah
Busi	NGK
Pengapian	Full Transisterized



Gambar 12. Sepeda motor beat 2014 110 cc



Gambar 13. Penggerak sepeda motor berbahan bakar *fuel*

Gambar 13 diatas merupakan penggerak motor bakar pada sepeda motor beat 2014 FI, yang memiliki volume langkah 108 cc yang digenapkan menjadi 110 cc, torsi maksimum 8.68 N.m dan daya maksimum 6.27 kW serta memiliki jarak sumbu roda 1.255 mm.



Gambar 14. Motor BLDC (Sumber : PT.Yalu Motor,2019)

1. Perhitungan pada motor listrik

Dalam penelitian ini perhitungan yang dicari adalah torsi pada motor BLDC umum tipe BM1418ZXF yang dimana memakai rumus :

$$\text{Torsi motor} = T = \frac{5252 \times P}{N} \quad (13)$$

2. Desain perancangan

Membuat desain perancangan sepeda motor listrik menggunakan aplikasi desain solid works untuk merancang desain konversi penggerak sepeda motor listrik. dalam penelitian ini desain-desain yang akan dibuat adalah Rangka kedudukan Penggerak motor listrik BLDC, wiring sepeda motor listrik dan desain keseluruhan sepeda motor listrik. Dengan memasukan rumus-rumus berat penumpang, berat baterai dan komponen listriknya, sebagai berikut :

a. Gaya Berat

$$F = \text{Massa} \times \text{Gravitasi}$$

$$F = \text{Kg} \times m/s^2$$

$$F = \text{N (Newton)}$$

b. Gaya Berat Penumpang

Berat Pengemudi = 120 Kg
Maka Gaya Berat yang di timbulkan
 $F = \text{massa} \times \text{Gravitasi}$

c. Gaya Berat Batrai dan Komponen Kelistrikan

Berat Batrai = 3 Kg

Berat Motor = 2 Kg

Berat Total = 5 Kg

d. Gaya Berat Batrai dan Komponen Kelistrikan

$F = \text{Massa} \times \text{Gravitasi}$

2.2 Diagram alir Pembuatan Sepeda Motor Listrik



Gambar 15. Diagram Alir

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pemilihan dan perhitungan

Dalam bab ini menjelaskan pemilihan motor listrik BLDC yang digunakan dalam penelitian, perhitungan torsi motor listrik BLDC yang digunakan, desain-desain perancangan pada sepeda motor listrik yang dikonversikan yaitu desain awal, desain rangka yang sudah di pasang penggerak dan motor BLDC, desain sepeda motor yang telah dipasangkan ban dan velg, desain sistem sepeda motor listrik, desain keseluruhan sepeda motor listrik.

3.2 Pemilihan Tipe Motor BLDC

Peneliti menggunakan motor BLDC umum dengan tipe BM1418ZXF karena tidak perlu merubah rangka dan tidak banyak memodifikasi pada posisi penggerak dan mendekati spesifikasi pada sepeda motor beat tipe motor bakar 4 tak 2014 dengan kelas 110 cc.

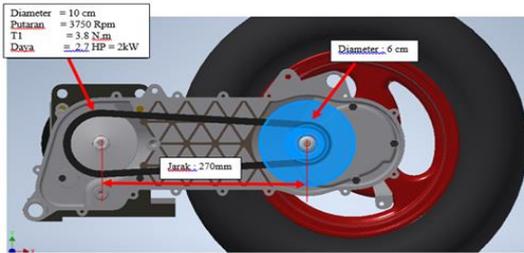
Tabel 4. Speksifikasi Motor BLDC BM1418ZXF

Torsi	15.36 N.m
Rpm Maksimum	3750 Rpm
Daya	2Kw/2.7 Hp
Arus	33 A

Perbandingan Gigi	1:6
Tegangan	24 Volt
Dimensi	19.5 cm
Diameter	14.5cm

3.3 Perhitungan Torsi Dan Daya Pada Sepeda Motor Listrik

Setelah desain perancangan pada sepeda motor listrik selesai, maka selanjutnya penelitian menghitung torsi dan daya yang dihasilkan oleh motor BLDC.



Gambar 16. Penggerak motor listrik BLDC

1. Perhitungan torsi dan daya pada motor BLDC

Data :

- Diameter pulley 1 = 10 cm
- Diameter pulley 2 = 6cm
- Putaran motor (n1) = 3750rpm
- Daya motor (p1) = 2kw = 2.7hp

Maka :

$$\text{Torsi} = T = \frac{5252 \times p1}{N}$$

$$T = \frac{5252 \times 2.7hp}{3750rpm} = 3.8n.m$$

Maka Torsi pada Motor BLDC adalah 3.8 N.m

2. Putaran pada pulley 2 :

$$N2 = \frac{D2 N1}{D1}$$

$$= \frac{6 \times 3750}{10}$$

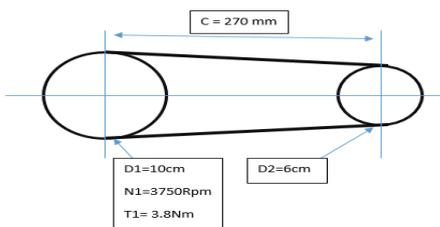
Putaran pulley 2 = 2250 Rpm

3. Torsi pada pulley 2 :

$$\text{Torsi} = T = \frac{5252 \times p2}{N}$$

$$T = \frac{5252 \times 2.7hp}{2250rpm} = 6.3n.m$$

Torsi pulley 2 = 6.3 N.m



Gambar 17. Sistem pulley sepeda motor listrik

4. Perhitungan putaran dan torsi pada gear box CVT :

Gear 1 = 11 gigi

$$N1 = 2250 \text{ rpm}$$

$$T1 = 6.3 \text{ n.m}$$

Maka putaran pada gear 2 :

$$\frac{D1}{N1} = \frac{D2}{N2}$$

$$\frac{11}{39} = \frac{2250 \text{ rpm}}{N2}$$

$$N2 = 7977 \text{ Rpm}$$

Maka torsi pada gear 2 :

$$\frac{D1}{D2} = \frac{T1}{T2}$$

$$\frac{11}{39} = \frac{6.3 \text{ n.m}}{T2}$$

$$T = 22.3 \text{ N.m}$$

Maka putaran pada gear 4 :

$$\frac{D3}{D4} = \frac{N3}{N4}$$

$$\frac{11}{39} = \frac{7977 \text{ rpm}}{N4}$$

$$N4 = 28283 \text{ Rpm}$$

Maka torsi pada gear 4 :

$$\frac{D3}{D4} = \frac{T3}{T4}$$

$$\frac{11}{39} = \frac{22.3 \text{ n.m}}{T4}$$

$$T = 79.129 \text{ N.m}$$

3.4 Perancangan Penggerak Otomatis Listrik

Dalam pembuatan rangka harus memperhitungkan berat rangka yang digunakan dan komponen-komponennya, dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

1. Gaya Berat

$$F = \text{Massa} \times \text{Gravitasi}$$

$$F = \text{Kg} \times m/s^2$$

$$F = \text{N (Newton)}$$

2. Gaya Berat Penumpang

$$\text{Berat Pengemudi} = 120 \text{ Kg}$$

Maka Gaya Berat yang di timbulkan

$$F = \text{massa} \times \text{Gravitasi}$$

$$= 1200 \text{ N}$$

3. Gaya Berat Batrai dan Komponen Kelistrikan

$$\text{Berat Batrai} = 3 \text{ Kg}$$

$$\text{Berat Motor} = 2 \text{ Kg}$$

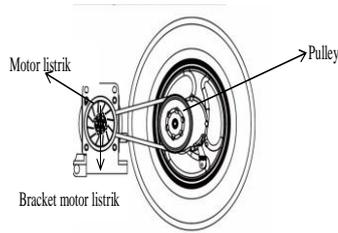
$$\text{Berat Total} = 5 \text{ Kg}$$

4. Gaya Berat Baterai dan Komponen Kelistrikan

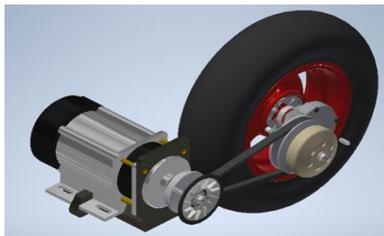
$$F = \text{Massa} \times \text{Gravitasi}$$

$$= 50 \text{ N}$$

3.5 Penggerak yang dikonversikan



Gambar 18. Peletakan motor BLDC pada penggerak CVT

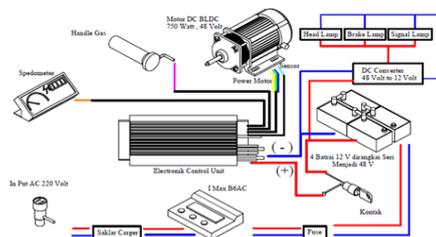


Gambar 19. 3D Peletakan motor BLDC pada penggerak CVT

Pada gambar 2.16 adalah desain 3D penggerak yang dikonversikan dengan motor BLDC dan di tahan oleh bracket motor listrik yang terbuat dari besi ST-37.

3.6 Desain Wiring Sistem Sepeda Motor Listrik

Setelah desain perancangan selesai,peneliti membuat desain wiring untuk sistem pada sepeda motor listrik.



Gambar 20. wiring sistem pada sepeda motor listrik.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil desain maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Pembuatan desain sepeda motor listrik dilakukan dengan beberapa urutan proses.urutan desain meliputi: desain rangka,desain penggerak,desain wiring, desain body.
2. Torsi yang didapat pada desain sepeda motor listrik meliputi: torsi pada motor $3.8.n.m$ torsi pada pulley $26.3n.m$.
3. Penambahan penerangan beberapa lampu akan sangat berguna pada malam hari serta perlu uji *dyno test* agar mengetahui peforma motor listrik.

Daftar Pustaka

- [1] Rahandito, a., Miasa, I Made. Perbandingan karakteristik rangka sepeda motor pabrikasi dengan rangka sepeda motor modifikasi. Yogyakarta (2019).
- [2] Demain, A.L. and Fang, A. (2000) *The Natural Functions of Secondary Metabolites*. In: Fiechter, A., Ed., *History of Modern Biotechnology I, Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*, Vol. 69, Springer, Berlin, 1-39. http://dx.doi.org/10.1007/3-540-44964-7_1
- [3] Bashir Sheikh, Priti. S. (2016). Manware Brushless DC Motor Design for Electric Traction System. *Journal for Research*, pp. 18-22
- [4] Naser Azizi, Reihaneh Kardehi Moghaddam. (2013).*Permanent Magnet Brushless DC Motor optimal design and determination of optimum PID controller parameters for the purpose of speed control by using the TLBO optimization algorithm*. *American Journal of Research Communication*.. pp.294 -313.
- [5] Kurniawan, D.E., (2010), Sepeda Motor Listrik (electric motor sycle), Tugas Akhir, Universitas Gajahmada,Yogyakarta.
- [6] Tasdik Darmana, Oktaria Handayani, Halim Rusjdi. *ENERGI & KELISTRIKAN*, 10(1), 64–69. <https://doi.org/10.33322/energi.v10i1.329>
- [7] Hidayat, Wahyu. *Motor BensinModern*. Jakarta: Rineka Cipta. (2012).
- [8] Burtanto. (2016). *Pengecatan Ulang Body Kendaraan*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press
- [9] Daryanto. 2003. *Dasar-dasar Teknik Mesin*. Jakarta: PT. Bhineka Cipta Jakarta