

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Girawan dkk, (2022), telah melakukan penelitian tentang rancang bangun sepeda motor listrik untuk beban 80 kg. Sepeda motor ini mampu melewati kondisi jalan datar dan menanjak pada elevasi 21°. Motor listrik BLDC (*Brushless Direct Current*) dengan daya 2000 watt dan baterai 48V 20Ah dipilih untuk menggerakkan sepeda motor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada kondisi jalan datar, sepeda motor dapat mencapai kecepatan maksimum 35 km/jam dalam waktu 5 detik. Sedangkan pada kondisi jalan menanjak dengan elevasi 21°, sepeda motor dapat mencapai kecepatan maksimum 10 km/jam dalam waktu 10 detik. Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa sepeda motor listrik ini dapat memenuhi kebutuhan untuk melewati jalan yang menanjak. Sepeda motor listrik yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Hasil perakitan (Girawan dkk, 2022)

Nurhadi dkk, (2018), telah melakukan penelitian tentang sepeda motor listrik sebagai sarana transportasi ramah lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan sepeda motor listrik yang lebih berkelanjutan dengan biaya yang lebih murah dan menggunakan sedikit baterai. Penelitian dilakukan dengan merancang dan membuat sepeda motor listrik dengan penggerak motor DC, dan menguji pengaruh variasi berat pengemudi dan kecepatan kendaraan terhadap arus baterai yang digunakan. Hasil penelitian ini adalah prototipe sepeda motor listrik dengan kecepatan maksimal 20 km/jam.

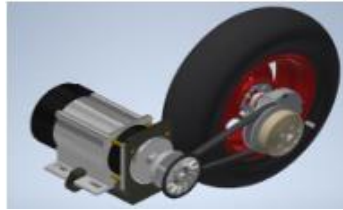
Dalam penelitian tersebut, ditemukan bahwa pada berat pengemudi 19,5-29,4 kg dan kecepatan motor 10-20 km/jam, pemakaian arus baterai mengalami

kenaikan yang relatif linear. Namun, pada berat pengemudi 37,3 kg dan kecepatan 20 km/jam, pemakaian arus baterai melonjak tajam menjadi 31,14 A. Hal ini menunjukkan bahwa sepeda motor listrik lebih efektif digunakan pada kecepatan kurang dari 20 km/jam. Untuk meningkatkan efisiensi, mekanisme transmisi (gear dan rantai) perlu diubah menggunakan gearbox yang lebih mudah dalam membuat perbandingan gigi dan sesuai dengan ukuran rangka untuk mencapai rasio gigi yang besar. Perbandingan gigi yang besar dapat meningkatkan torsi motor dan mengurangi pemakaian arus baterai. Penelitian ini memberikan gambaran bahwa sepeda motor listrik dapat menjadi alternatif transportasi ramah lingkungan dan berkelanjutan, namun perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan teknologi yang lebih efisien dan terjangkau agar dapat diadopsi secara luas oleh masyarakat. Sepeda motor listrik yang telah dibuat ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Konstruksi sepeda motor listrik keseluruhan (Nurhadi dkk, 2018)

Indra dkk, (2022), telah melakukan penelitian yang berfokus pada desain penggerak sepeda motor listrik dengan berjenis transmisi CVT yang digerakkan oleh motor bakar dikonversi menjadi sepeda motor yang digerakkan oleh dinamo BLDC. Hasil yang didapatkan pada torsi motor BLDC adalah 3,8 n.m dan daya pada motor BLDC adalah 2,7 hp/2 kw, dan putaran pada motor BLDC adalah 3750 rpm, torsi pada puli 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 yaitu desain kedudukan rangka, desain penggerak listrik, desain wiring dan bodi. Desain penggerak sepeda motor listrik yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Peletakkan motor BLDC pada penggerak CVT (Indra dkk, 2022)

Adapun parameter pembeda dengan penelitian terdahulu yang telah disebutkan diatas dengan yang akan penulis lakukan adalah pada sepeda motor listrik akan menggunakan sistem transmisi roda gigi (*gearbox*) dan dengan sistem kopling manual, dengan harapan sepeda motor listrik dapat memiliki torsi yang besar serta torsi dan kecepatannya dapat dikendalikan sepenuhnya oleh pengemudi.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Modifikasi

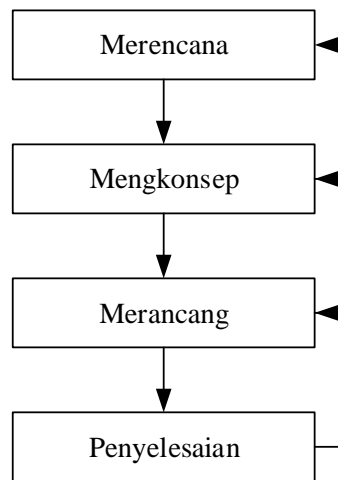
Arti modifikasi secara umum adalah mengubah atau menyesuaikan. Modifikasi adalah cara merubah bentuk barang dari yang kurang menarik menjadi lebih menarik tanpa menghilangkan fungsi aslinya, serta menampilkan bentuk yang lebih bagus dari yang aslinya. Modifikasi dapat diartikan sebagai upaya melakukan perubahan dengan penyesuaian-penyesuaian baik dalam segi fisik material maupun dalam tujuan dan cara (metode,gaya,pendekatan,aturan serta penilaian) (Dr. Syahrudin, 2020).

2.2.2 Perancangan

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 (Suyuti, 2018).

2.2.3 Proses perancangan menurut VDI 2222

VDI merupakan singkatan dari *Verein Deutsche Ingenieur* yang artinya adalah Persatuan Insinyur Jerman. Perancangan menurut VDI 2222 (Pahl dkk, 2007) ditunjukkan pada Gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2.4 Perancangan menurut VDI 2222 (Pahl dkk, 2007)

Urutan tahapan perancangan menurut VDI 2222 adalah sebagai berikut :

a. Merencana

Yaitu merencanakan desain yang akan dibuat. Tahap ini berisi tentang masukan desain dan rencana realisasi desain tersebut. Tahapan ini sama dengan tahap input desain dan rencana desain.

b. Mengkonsep

Memberikan sketsa dan spesifikasi teknis terhadap ide desain yang sudah ditetapkan.

c. Merancang

Memberikan desain wujud dan desain rinci terhadap ide desain. Ide ini sudah melewati analisa, pemilihan dan penentuan ide desain.

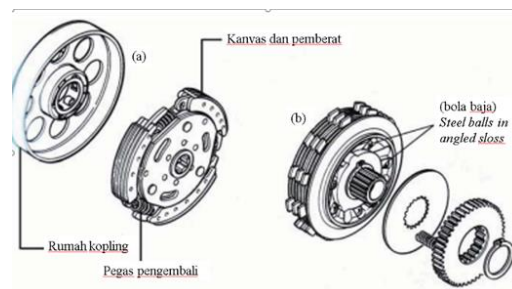
d. Penyelesaian

Melakukan *finishing* terhadap rancangan desain, dengan melakukan verifikasi terhadap konsumen/marketing dan menyiapkan dokumen untuk disampaikan kepada lini produksi (pahl dkk, 2007).

2.2.4 Kopling

Kopling pada sepeda motor berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan putaran antara poros engkol dan transmisi (perseneling) pada saat memindahkan gigi, mulai, atau akan berhenti mesin (Ariana, 2016).

Kopling otomatis adalah jenis kopling yang secara otomatis mengatur pembebasan berdasarkan putaran mesin. Terdiri dari dua unit, yaitu kopling pertama dan kedua. Kopling pertama terletak pada poros engkol dan terdiri dari pasangan sepatu kopling, pemberat sentrifugal, pegas pengembali, dan rumah kopling. Konstruksi kopling otomatis dapat dilihat pada Gambar 2.5 dibawah ini (Ariana, 2016).



Gambar 2.5 Konstruksi kopling otomatis, (a) sentrifugal tipe kanvas/sepatu, (b) sentrifugal tipe plat (Ariana, 2016)

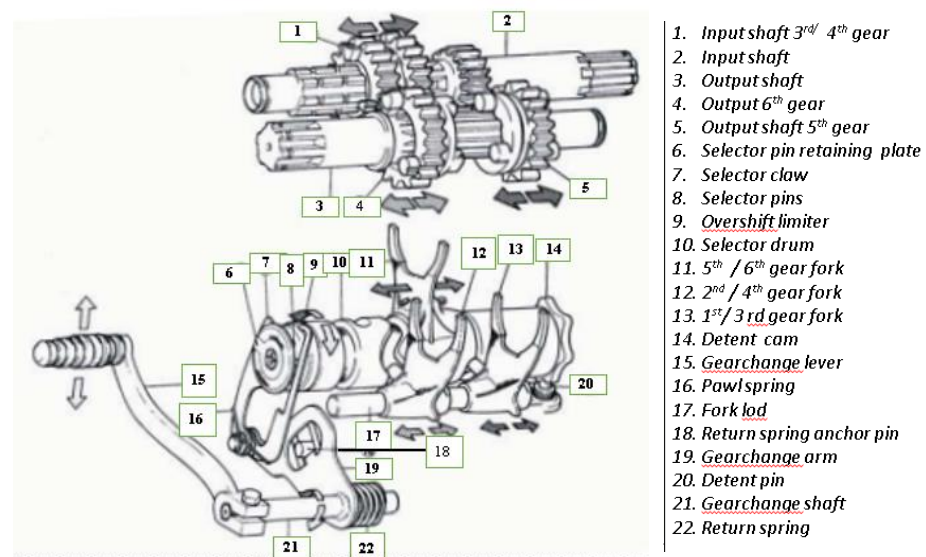
Kopling kedua terdiri dari piringan kopling, pegas, pelat tekan, dan rumah kopling. Saat mesin dalam kecepatan rendah, piringan kopling terjepit oleh pelat tekan dan tidak ada tenaga yang diteruskan ke transmisi. Saat gas ditekan, piringan kopling terlepas dari pelat tekan dan ikut berputar bersama primary driven gear, sehingga tenaga dari mesin diteruskan ke transmisi dan kendaraan mulai bergerak. Saat pedal pemindah gigi dipindahkan, kopling kedua akan dilepaskan oleh pergerakan poros pemindah gigi, sehingga gigi transmisi baru dapat dipilih dan kendaraan dapat melaju dengan kecepatan yang diinginkan (Ariana, 2016).

2.2.5 Transmisi *constant mesh*

Tipe transmisi *constant mesh* pada sepeda motor menggunakan garu pemilih gigi atau garpu persnelling untuk menghubungkan gigi-gigi yang berpasangan. Pada tipe ini, gigi-gigi transmisi selalu terhubung satu sama lain, sehingga tidak memerlukan kopling untuk mengganti gigi. Garu pemilih gigi atau garpu persnelling terletak pada poros *output* dan berfungsi untuk memilih gigi yang akan dihubungkan dengan poros input. Pada saat gigi-gigi yang berpasangan terhubung, mereka akan berputar bersamaan dengan poros input dan output, sehingga putaran mesin akan diteruskan ke roda belakang (Ariana, 2016).

Untuk memilih gigi, pemilih gigi atau garpu persnelling akan memindahkan gigi yang diinginkan ke posisi yang benar agar bisa terhubung dengan gigi yang lain. Pada saat yang sama, garpu persnelling juga akan menggeser garis tengah gigi yang berpasangan agar bisa terhubung secara sempurna. Setelah gigi-gigi terhubung, maka gigi yang lainnya akan tetap diam dan tidak berputar, sehingga putaran mesin akan diteruskan hanya melalui gigi yang terhubung tersebut.

Pada tipe transmisi *constant mesh*, biasanya terdapat gigi netral yang digunakan untuk memutuskan hubungan antara poros *input* dan *output*, sehingga mesin bisa hidup tanpa menggerakkan roda belakang. Gigi netral ini ditempatkan di antara gigi-gigi transmisi dan biasanya dihubungkan dengan garu pemilih gigi yang berbeda dengan gigi-gigi transmisi lainnya. Konstruksi transmisi manual dapat dilihat pada Gambar 2.6 dibawah ini.



Gambar 2.6 Konstruksi transmisi manual (Ariana, 2016)

Cara kerja transmisi manual yaitu pada saat menginjak pedal atau tuas pemindah gigi (nomor 5 pada Gambar 2.6), poros pemindah gigi (21) akan berputar. Saat bersamaan, lengan pemutar *shift drum* (6) akan mengait dan mendorong *shift drum* (10) hingga dapat berputar. Pada *shift drum* dipasang garpu pemilih gigi (11, 12, dan 13) yang dilengkapi dengan pasak. Pasak ini akan mengunci garpu pemilih pada bagian ulir cacing. Agar *shift drum* berhenti berputar pada posisi yang diinginkan, dipasang sebuah roda dengan pegas (16) dan bintang penghenti putaran

shift drum (6) di bagian dekat pemutar *shift drum*. Meskipun penghentian putaran *shift drum* berbeda untuk setiap jenis sepeda motor, prinsipnya sama.

Garpu pemilih gigi terhubung dengan gigi geser (*sliding gear*). Gigi geser ini akan bergerak ke kanan atau kiri mengikuti gerakan garpu pemilih gigi. Setiap pergerakan mengunci gigi kecepatan yang diinginkan dengan poros tempat gigi tersebut berada. Gigi geser, baik pada poros utama (*main shaft*) maupun poros pembalik (*counter shaft/output shaft*), tidak dapat berputar bebas pada porosnya (lihat nomor 4 dan 5 pada Gambar 2.6). Namun, gigi kecepatan (1, 2, 3, 4, dan seterusnya) dapat berputar bebas pada porosnya masing-masing. Oleh karena itu, gigi masuk berarti mengunci gigi kecepatan dengan poros tempat gigi tersebut berada, dan gigi geser digunakan sebagai alat penguncinya (Ariana, 2016).

2.2.6 Bantalan

Bantalan merupakan salah satu bagian dari elemen mesin yang memiliki peranan dalam mekanisme peralatan atau mesin. Dapat dipastikan bahwa terdapat banyak komponen yang bergerak baik dalam bentuk gerakan angular maupun gerakan linear dalam peralatan atau mesin tersebut. Gerakan relatif antar komponen mesin akan menimbulkan gesekan, dimana gesekan ini dapat menurunkan efisiensi mesin, meningkatnya temperatur, keausan, dan berbagai efek negatifnya. Gesekan antara komponen mesin tersebut dapat diminimalkan dengan menggunakan bantalan (*bearing*). Dengan pandangan lain, fungsi dari bantalan sebagai tumpuan sebuah poros agar dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. Bantalan harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta elemen mesin bekerja dengan baik. Bantalan dapat dilihat pada Gambar 2.7 dibawah ini (Nurdin, 2002.).



Gambar 2.7 *Bearing* (Nurdin, 2002.)

2.2.7 Poros

Poros merupakan salah satu bagian terpenting dari setiap mesin. Hampir setiap mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran poros. Peranan utama dalam hal transmisi dipegang oleh poros (Sularso dan Suga, 2008).

Macam-macam poros:

a. Poros transmisi

Poros semacam ini menerima beban puntir murni atau puntir dan lentur. Daya ditransmisikan kepada poros ini melalui kopling, roda gigi, puli sabuk atau *sprocket*, rantai, dll.

b. Poros spindel

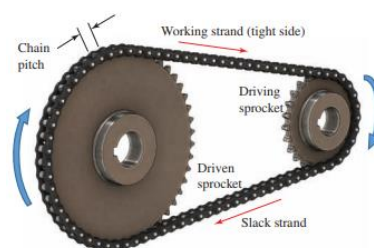
Poros transmisi yang relatif pendek, seperti poros utama pada mesin perkakas, dimana beban utamanya berupa puntiran disebut *spindle*.

c. Poros gandar

Poros jenis ini bisa digunakan diantara roda-roda kereta, dimana tidak mendapat beban puntir, bahkan terkadang tidak boleh berputar. Poros gandar ini hanya mendapatkan beban lentur, kecuali digerakan oleh penggerak mula dimana akan mengalami beban puntir juga.

2.2.8 Rantai dan *sprocket*

Rantai adalah elemen mesin daya yang tersusun sebagai sebuah deretan penghubung dengan sambungan pena. Rancangan ini menyediakan fleksibilitas, disamping itu juga memungkinkan rantai mentransmisikan gaya Tarik yang besar. Ketika mentransmisikan daya antara poros-poros yang berputar, rantai berhubungan terpadu dengan roda gigi yang disebut *sprocket*. Rantai dan *sprocket* dapat dilihat pada Gambar 2.8 dibawah ini (Mott dkk, 2018).



Gambar 2.8 Transmisi rantai dan *sprocket* (Mott dkk, 2018)

2.2.9 Roda gigi

Roda gigi adalah roda silindris bergerigi, yang digunakan untuk mentransmisikan gerak dan daya dari sebuah poros berputar ke poros berputar yang lain. Gigi roda gigi penggerak terletak secara akurat antara gigi dan roda gigi yang digerakkan. Gigi penggerak mendorong gigi yang digerakkan dengan gaya yang tegak lurus jari-jari roda gigi. Dengan demikian, suatu torsi ditransmisikan, dan karena roda gigi berputar, maka daya juga ditransmisikan (Mott dkk, 2018).

Jenis- jenis roda gigi;

a. Roda gigi lurus

Roda gigi lurus mempunyai dan tersusun paralel terhadap sumbu poros yang membawa roda gigi. Roda gigi jenis ini digunakan untuk meneruskan putaran dari satu poros menuju poros yang lain yang letaknya sejajar. Roda gigi lurus dapat dilihat pada Gambar 2.9 dibawah ini (Mott dkk, 2018).



Gambar 2.9 Roda gigi lurus (Mott dkk, 2018).

b. Roda gigi miring

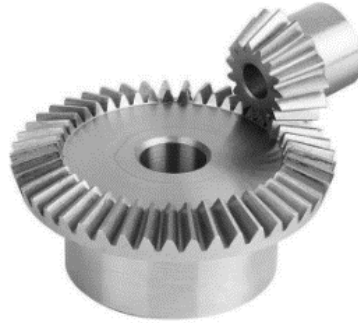
Roda gigi miring tersusun dengan membentuk sudut terhadap sumbu poros. Roda gigi jenis ini dapat digunakan untuk aplikasi yang sama dengan roda gigi lurus. Kelebihan roda gigi ini lebih halus suaranya dibanding roda gigi lurus. Roda gigi miring dapat dilihat pada Gambar 2.10 berikut (Mott dkk, 2018).



Gambar 2.10 Roda gigi miring (Mott dkk, 2018).

c. Roda gigi kerucut

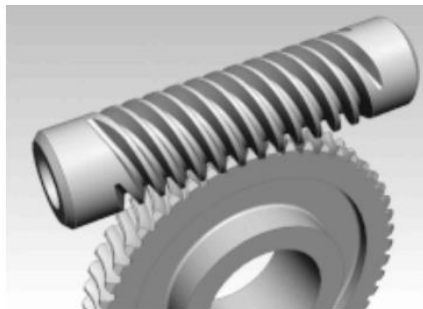
Roda gigi kerucut mempunyai gigi-gigi yang tersusun sebagai elemen-elemen pada permukaan sebuah kerucut. Roda gigi ini digunakan untuk meneruskan putaran pada 2 buah poros yang tegak lurus. Roda gigi kerucut dapat dilihat pada Gambar 2.11 berikut (Mott dkk, 2018).



Gambar 2.11 Roda gigi kerucut (Mott dkk, 2018).

d. Roda gigi cacing

Roda gigi jenis ini umumnya digunakan sebagai transmisi dengan perbandingan reduksi kecepatan yang lebih besar dibandingkan dengan roda gigi jenis lain. Roda gigi ini menyerupai baut. Biasanya dipasangkan dengan roda gigi lurus (*spur gear*). Roda gigi cacing dapat dilihat pada Gambar 2.12 dibawah ini (Mott dkk, 2018).



Gambar 2.12 Roda gigi cacing (Mott dkk, 2018).