

PERANCANGAN SISTEM TRANSMISI GOKAR LISTRIK

Jerry Rapar Pangayow¹⁾, Stenly Tangkuman²⁾, Michael Rembet³⁾
Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi

ABSTRAK

Perkembangan dunia otomotif saat ini sangat cepat karena setiap tahun pasti selalu ada sesuatu yang baru. Penelitian ini bertujuan merancang kendaraan hemat bahan bakar dan ramah lingkungan, khususnya transmisi yang di gerakkan oleh motor listrik yang menggunakan sistem transmisi sproket rantai yang di terapkan pada gokar listrik.

Dari hasil penelitian ini diperoleh transmisi yang dapat digunakan pada gokar listrik sederhana adalah sistem transmisi sproket rantai jenis rol baris tunggal, yang terdiri dari 2 sproket dan 1 rantai pada putaran 750 rpm dan daya motor 2 hp. Dimensi yang diperoleh yaitu sproket kecil diameter 35 mm dengan jumlah gigi 9 buah, sproket besar diameter 250 mm dengan jumlah gigi 62 buah dan panjang rantai 1.243 mm dengan jarak sumbu poros 381 mm.

Kata Kunci : Perancangan, Transmisi Rantai, Gokar Listrik

ABSTRACT

The Development of automotive todays is very fast because every single year there is always something new. This research aims to design fuel-efficient vehicles and environmentally friendly, especially the transmission is driven by an electric motor that used a chain sprocket transmission system is applied to the electric gocart.

From the results of this research shows that the transmission can be used on a simple electric gocart transmission system chain sprocket is roll type single line, which consists of two sprocket and chain on rotation 1 750 rpm and 2 hp motor power. Dimensions obtained by the small sprocket diameter 35 mm with a number of teeth 9 pieces, large sprocket diameter 250 mm with a number of teeth 62 fruit and chain length of 1,243 mm at a distance of 381 mm spindle axis.

Keywords: Design, Transmission Chain, Electric Gocart

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gokar listrik adalah kendaraan kecil yang tidak bertenda dan digerakkan oleh motor listrik. Penggunaan motor listrik dimaksudkan agar gokar tersebut tidak menimbulkan polusi udara. Selain itu, penggunaan motor listrik lebih murah dibandingkan dengan penggunaan motor pembakaran dalam. Di lain pihak, kecepatan motor listrik lebih rendah dibandingkan dengan motor pembakaran dalam. Agar torsi dan kecepatan motor dapat disalurkan sehingga gokar listrik dapat bergerak, maka pada gokar tersebut terdapat sistem transmisi (Aji, 2013).

Terdapat banyak sistem transmisi yang dapat digunakan pada gokar listrik, antara lain: transmisi sproket dan rantai, transmisi sabuk dan puli, transmisi poros langsung, dan transmisi roda gigi. Salah satu sistem yang sering digunakan pada gokar listrik adalah sistem transmisi rantai. Sistem transmisi rantai lebih murah dibandingkan dengan sistem transmisi roda gigi. Selain itu, sistem transmisi rantai dapat menyalurkan daya lebih besar dibandingkan dengan sistem transmisi sabuk dan puli. Sistem transmisi rantai juga dapat digunakan pada sistem yang menyalurkan daya pada motor berkecepatan rendah.

Pada sistem transmisi rantai sederhana, terdapat dua komponen utama, yaitu sproket dan rantai. Kedua komponen ini harus mampu menahan beban. Gaya gesek pada roda adalah salah satu beban yang harus ditahan oleh transmisi. Ini agar gokar dapat bergerak dengan kecepatan tetap.

UNSRAT adalah salah satu Universitas terkemuka di Sulawesi Utara, sudah saatnya memberikan sumbangsih dalam pengembangan kendaraan bermotor. Dapat dimulai dengan perancangan jenis kendaraan ringan roda

empat yaitu berupa gokar merupakan varian dari kendaraan ringan beroda empat. Hal yang paling utama dibutuhkan adalah keberanian untuk memulai menciptakan inovasi-inovasi terkait teknologi kendaraan. Dengan langkah inovasi ini diharapkan dapat memunculkan kepercayaan diri bagi Mahasiswa Universitas Sam Ratulangi untuk menuju universitas yang menjunjung tinggi budaya riset dalam mendukung pembangunan.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah ini dijabarkan dalam dua rumusan. Rumusan masalah yang pertama adalah tentang perancangan sistem transmisi pada gokar listrik sederhana. Selanjutnya pada rumusan masalah yang kedua adalah dimensi sistem transmisi yang dirancang.

1.3 Batasan Masalah

Ada lima batasan masalah ditetapkan dalam penelitian ini. Batasan pertama adalah terdapat tiga kriteria seleksi pada pemilihan konsep rancangan. Batasan kedua adalah sistem transmisi yang dirancang merupakan transmisi rantai sederhana yang dibuat di Laboratorium Manufaktur dan Otomasi Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi (UNSRAT). Batasan ketiga adalah perhitungan dilakukan hanya pada penentuan ukuran transmisi. Batasan keempat adalah beban akibat hambatan angin diabaikan dan batasan kelima adalah gokar berjalan dengan kecepatan tetap serta bergerak pada lintasan lurus dan datar.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini ada dua. Tujuan pertama adalah merancang sistem transmisi gokar listrik sederhana. Kemudian, menentukan dimensi sproket dan rantai merupakan tujuan kedua.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini ada dua. Manfaat pertama adalah sistem transmisi gokar listrik yang sederhana dan aman dapat dirancang di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi. Manfaat kedua adalah penelitian ini dapat dijadikan referensi pada pembuatan transmisi tersebut.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Transmisi

Transmisi sproket rantai adalah suatu alat untuk meneruskan tenaga dari poros satu ke poros yang lain. Penerusan tenaga tersebut dibantu dengan alat yang sesuai kebutuhan. Transmisi juga berguna agar torsi pada poros penggerak mula dapat diubah sesuai kebutuhan. Ini karena seringkali kebutuhan torsi pada poros mesin jauh lebih besar dari torsi pada poros motor. Transmisi juga digunakan pada beberapa mesin dengan kecepatan berbeda. Ini berarti satu penggerak mula dapat digunakan sebagai penggerak pada beberapa peralatan. Perubahan arah gerak juga dapat dilakukan dengan transmisi. Ini karena pada umumnya motor bergerak berputar sedangkan kadang-kadang mesin harus bergerak lurus. Selain beberapa kegunaan di atas, transmisi digunakan akibat pertimbangan keamanan, kemudahan perawatan, atau dimensi mesin yang tidak memungkinkan mesin ini dihubungkan langsung dengan poros penggerak mula (Aji, 2011).

Terdapat tiga jenis transmisi yang paling banyak digunakan pada kendaraan ringan. Ketiga jenis transmisi tersebut adalah transmisi roda gigi, transmisi sabuk puli dan transmisi sproket rantai.

2.1.1 Transmisi Roda Gigi (Mott, 2004)

Transmisi roda gigi adalah jenis transmisi langsung. Transmisi roda gigi

dapat menyalurkan daya besar pada jarak sumbu poros yang relatif pendek. Dua jenis roda gigi yang banyak digunakan pada gokar listrik adalah roda gigi lurus dan roda gigi kerucut. Contoh roda gigi lurus seperti pada Gambar 2.1. (a). Pada gambar tersebut, terlihat bahwa profil gigi ini beralur lurus dan sejajar dengan sumbu poros yang membawa roda gigi. Gigi-gigi pada roda gigi ini memiliki bentuk involut. Di lain pihak, roda gigi kerucut terlihat seperti pada Gambar 2.1. (b). Roda gigi kerucut mempunyai gigi-gigi yang tersusun sebagai elemen-elemen pada permukaan sebuah kerucut. Gigi sebuah roda gigi kerucut lurus mempunyai bentuk yang sama dengan gigi pada sebuah roda gigi lurus. Namun, gigi pada roda gigi kerucut dibuat tirus. Roda gigi kerucut umumnya bekerja pada dua buah poros yang saling tegak lurus.



(a) Roda gigi lurus

(b) Roda gigi kerucut

Gambar 2.1 Transmisi Roda Gigi (Mott, 2004)

Kelebihan dari transmisi roda gigi dibandingkan dengan jenis transmisi lain adalah tidak terjadi slip. Selain itu, transmisi roda gigi dapat digunakan pada putaran tinggi. Karena transmisi roda gigi dapat menyalurkan daya pada jarak pendek, maka transmisi roda gigi lebih ringkas dibandingkan dengan jenis transmisi lainnya. Namun pada pembuatan dan perawatan transmisi roda gigi, ketelitian tinggi sangat diperlukan. Akibat itu biaya pembuatan dan perawatan menjadi relatif mahal

2.1.2 Transmisi Sabuk Puli (Aji, 2014)

Transmisi sabuk puli adalah sistem transmisi yang menyalurkan tenaga dari poros yang satu ke poros yang lain dengan bantuan sabuk (*belt*). Sabuk

tersebut melingkar pada puli yang terpasang di poros. Karakter gesekan antara sabuk dengan permukaan puli sangat mempengaruhi kemampuan transmisi. Jadi, besar gaya tegang sabuk menentukan besar momen puntir yang ditransmisikan. Contoh sistem transmisi sabuk puli terlihat pada Gambar 2.2. Pada gambar tersebut terlihat sebuah sistem transmisi sabuk puli dengan dua buah puli berbeda ukuran. Pada gambar itu juga terlihat bahwa sistem transmisi sabuk puli yang digunakan adalah sistem transmisi dengan tiga buah sabuk.



Gambar 2.2 Transmisi Sabuk Puli (Aji, 2014)

Kelebihan dari transmisi sabuk-puli dibandingkan dengan jenis transmisi lain adalah transmisi ini dapat meneruskan daya pada jarak sumbu poros yang berjauhan. Selain itu sistem transmisi sabuk puli relatif tidak beris. Pembuatan dan perawatan sistem transmisi sabuk puli tidak memerlukan ketelitian tinggi. Ini berarti, pembuatan dan perawatan transmisi ini relatif murah. Di lain pihak, kelemahan jenis transmisi ini adalah slip sering terjadi. Selain itu, jenis transmisi tersebut tidak dapat digunakan pada putaran tinggi.

2.1.3 Transmisi Sproket Rantai (Aji, 2014)

Transmisi sproket rantai digunakan pada pemindahan tenaga di jarak sedang. Transmisi ini dapat menyalurkan daya yang lebih besar dibandingkan transmisi sabuk puli. Namun, daya yang dipindahkan transmisi ini lebih kecil dari daya yang dipindahkan transmisi roda gigi. Selain itu, transmisi ini dapat meneruskan daya pada perbandingan putaran tetap. Transmisi sproket rantai

terlihat seperti pada Gambar 2.3. Pada gambar ini, transmisi sproket rantai yang terlihat adalah jenis dua baris.



Gambar 2.3 Transmisi Sproket Rantai (Aji, 2014)

Kekurangan transmisi sproket rantai dibandingkan transmisi lainnya adalah transmisi ini memiliki getaran yang tinggi. Selain itu, rantai selalu mengalami pemanjangan. Ini karena terjadi keausan pada rantai dan gear. Keausan terbesar terjadi pada rantai, sebab rantai memiliki banyak bagian komponen.

2.2 **Pemilihan Konsep Produk** (Harsokoesoemo, 2004)

Pemilihan konsep produk dengan metode pengambilan keputusan yang juga dikenal dengan metode *pugh*, terbukti dapat digunakan dengan mudah dan efektif. Konsep produk dibandingkan dengan berdasarkan pada keinginan-keinginan pengguna. Pada tahap ini, beberapa konsep produk saling dibandingkan. Pada perbandingan tersebut masing-masing konsep produk diberi skor sesuai dengan kemampuannya.

Skor yang diperoleh kemudian dijumlahkan. Konsep produk yang dipilih adalah konsep produk yang memiliki skor tertinggi. Jadi, pada pemilihan konsep produk terdapat empat langkah pengambilan keputusan. Keempat langkah tersebut adalah kriteria perbandingan, konsep-konsep produk yang dipertimbangkan, pemberian skor dan penjumlahan skor.

2.2.1 Kriteria Perbandingan

Kriteria perbandingan disusun berdasarkan data keinginan pengguna. Keinginan pengguna dibagi dua kategori yakni keinginan wajib dan keinginan tak

wajib. Kemudian, kriteria tersebut disusun dalam skala prioritas.

Pada penelitian ini, kriteria perbandingan disusun dalam lima kriteria. Kriteria pertama adalah jumlah komponen, kriteria kedua biaya material, kriteria ketiga bobot, kriteria keempat jarak poros dan kriteria kelima putaran. Pada kelima kriteria tersebut akan dibandingkan mana transmisi yang bernilai tinggi adalah transmisi yang memiliki komponen paling sedikit.

2.2.2 Konsep-Konsep Produk yang Dipertimbangkan

Konsep-konsep produk yang dipertimbangkan terdiri dari tiga konsep. Ketiga konsep inilah nantinya akan dibandingkan satu persatu lalu kemudian salah satu akan menjadi konsep yang akan dipilih untuk di rancang.

2.2.3 Pemberian Skor

Pemberian skor dilakukan pada salah satu konsep dengan menggunakan metode datum, kemudian konsep produk lainnya ditetapkan sebagai referensi (datum). Jika kemampuan pada kriteria perbandingan dari konsep yang dinilai lebih dari kemampuan konsep datum, maka konsep tersebut diberi skor (+). Sebaliknya, jika kemampuan pada kriteria perbandingan kurang dari kemampuan konsep datum, maka konsep tersebut diberi skor (-). Jika kedua konsep tersebut memiliki kemampuan yang sama maka diberi skor (s).

2.3.4 Penjumlahan Skor

Penjumlahan skor dilakukan agar konsep produk terbaik dapat diperoleh. Skor (+) bernilai satu, skor (s) bernilai nol dan skor (-) bernilai negatif satu. Jika konsep produk memiliki skor lebih dari nol maka konsep produk tersebut terpilih sebagai produk yang akan dibuat. Sebaliknya jika konsep produk memiliki nilai lebih kecil dari nol maka konsep produk datum

dipilih sebagai produk yang akan dibuat. Sedangkan jika konsep produk memiliki skor sama dengan nol maka konsep produk yang akan dibuat dapat dipilih dari antara kedua konsep produk yang dipertimbangkan.

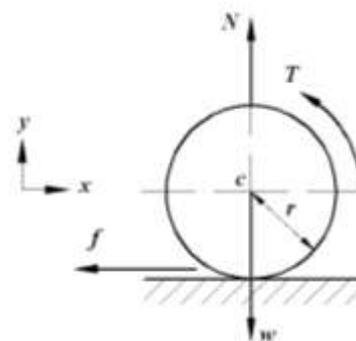
2.3 Perancangan Transmisi Rantai

Perancangan transmisi rantai mula-mula dilakukan pada perhitungan torsi dan daya. Ini karena besar torsi dan daya mempengaruhi ukuran umum sproket dan rantai.

2.3.1 Torsi (Martin, 1994)

Torsi adalah momen yang bekerja terhadap sumbu longitudinal suatu elemen struktur. Torsi dapat terjadi akibat beban eksentrik yang bekerja pada elemen tersebut. Namun torsi hanya dapat terjadi jika beban memiliki jarak terhadap sumbu elemen.

Torsi roda yang bergerak pada bidang datar dapat dilihat pada Gambar 2.4. Pada gambar tersebut torsi dilambangkan dengan T . Bobot roda, gaya gesek, jari-jari roda dan gaya normal bidang berturut-turut dilambangkan sebagai W , f , r dan N . Titik pusat roda berada di titik c .



Gambar 2.4 Torsi pada Roda di Bidang Datar (Martin, 1994)

Besar torsi dapat dihitung berdasarkan penjumlahan seluruh momen yang bekerja pada titik c . Jika M_c adalah momen terhadap titik c dan torsi inersia diabaikan, maka penjumlahan seluruh momen terhadap titik c :

$$\begin{aligned} \sum M_c &= 0 \\ f.r - T &= 0 \\ T &= f.r \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

Jika koefisien gesek dilambangkan dengan (μ), maka gaya gesek dapat dihitung sebagai berikut :

$$f = \mu.N \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

Roda di atas hanya bergerak horizontal. Ini berarti roda tersebut tidak bergerak vertikal. Akibat itu, jika gaya di sumbu vertikal yang bekerja pada roda dilambangkan dengan F_y , maka jumlah seluruh gaya vertikal dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \sum F_y &= 0 \\ N - w &= 0 \\ N &= w \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

Berdasarkan Persamaan (2.2) dan (2.3), maka persamaan (2.4) dapat dituliskan sebagai berikut :

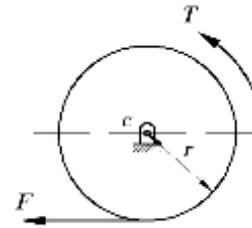
$$T = \mu.w.r \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

Torsi dapat pula terjadi pada roda yang berputar pada sumbu putarnya. Torsi tersebut dapat digambarkan seperti pada Gambar 2.5. Pada gambar tersebut terlihat bahwa gaya gesek diabaikan. Ini berarti gaya normal bidang dan bobot roda tidak diperhitungkan. Jika F adalah gaya tarik, maka torsi di roda yang berputar pada sumbunya dapat dihitung seperti pada persamaan berikut ini :

$$\begin{aligned} \sum M_c &= 0 \\ F.r - T &= 0 \\ T &= F.r \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

Jika Persamaan (2.5) tersebut diperlukan pada perhitungan gaya tarik, maka persamaan ini dapat dituliskan sebagai berikut :

$$F = \frac{T}{r} \quad \dots\dots\dots (2.6)$$



Gambar 2.5 Torsi di Roda yang Berputar pada Sumbu Putarnya (Martin, 1994)

2.3.2 Daya Motor (Mott, 2004)

Daya motor listrik yang dilambangkan dengan P dapat dihitung berdasarkan torsi dan kecepatan sudut. Jika kecepatan sudut dilambangkan dengan ω , maka daya motor dapat dihitung seperti pada persamaan berikut ini :

$$P = \frac{T.\omega}{735} \quad \dots\dots\dots (2.7)$$

2.3.3 Ukuran Umum Sproket Rantai (Mott, 2004)

Ukuran umum sproket rantai yang ditentukan meliputi, antara lain yaitu nomor rantai, jumlah gigi sproket, jarak pusat antara sproket, panjang utuh rantai, jarak sumbu poros dan sudut kontak sproket. Pemilihan nomor rantai yang akan digunakan dalam perancangan dilakukan dengan mempertimbangkan faktor ekonomis. Berdasarkan Lampiran dua dipilih nomor rantai dengan jarak bagi yang dilambangkan dengan p . Jika diameter jarak bagi sproket kecil yang dilambangkan dengan D_1 , maka untuk menentukan jumlah gigi dari sproket yang dilambangkan dengan N_1 , dapat digunakan persamaan berikut ini :

$$N_1 = \frac{180}{\sin^{-1}\left(\frac{p}{D_1}\right)} \quad \dots\dots\dots (2.8)$$

Jika persamaan untuk menghitung diameter sproket kecil diketahui, maka persamaan untuk menghitung diameter jarak bagi sproket besar yang dilambangkan dengan N_2 dapat juga diketahui dengan persamaan berikut :

$$N_2 = \frac{180}{\sin^{-1}\left(\frac{p}{D_2}\right)} \dots\dots\dots (2.9)$$

Jarak pusat yang dipilih adalah 30–50 kali jarak bagi rantai. Jika dibutuhkan jarak minimum, jarak pusat paling tidak ½ jumlah diameter luar kedua sproket. Jarak pusat minimum rekomendasi yaitu diameter jarak bagi sproket besar ditambah ½ diameter jarak bagi sproket kecil. Jarak pusat maksimum yaitu 80 kali *pitch* rantai. Jika panjang utuh rantai dilambangkan dengan *L*, maka persamaan yang digunakan menjadi seperti berikut ini :

$$L = 2.C + \frac{N_2 + N_1}{2} + \frac{(N_2 - N_1)^2}{4.\pi^2.C} \dots\dots(2.10)$$

Untuk menghitung jarak sumbu poros yang dilambangkan dengan *C* dapat digunakan persamaan berikut ini :

$$C_s = \frac{1}{4} \left[L - \frac{N_2 + N_1}{2} + \sqrt{\left(L - \frac{N_2 + N_1}{2} \right)^2 - \frac{8(N_2 - N_1)^2}{4.\pi}} \right] \dots\dots\dots (2.11)$$

Sudut kontak sproket yang dilambangkan dengan θ dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$\theta = 180 \pm 2 \sin^{-1} \left(\frac{D_2 - D_1}{2.C_s} \right) \dots\dots\dots (2.12)$$

III. METODOLOGI PENELITIAN

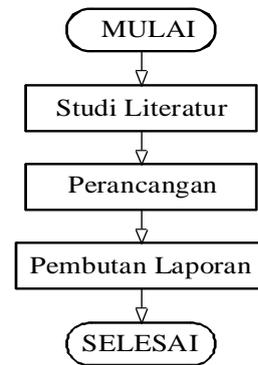
3.1 Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian dilakukan pada tempat dan waktu. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi, pada bulan Mei sampai bulan Juli tahun 2015.

3.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan seperti pada Gambar 3.1. Pada gambar tersebut terlihat bahwa prosedur dilakukan dalam tiga tahapan. Ketiga

tahapan tersebut adalah studi literatur, perancangan dan pembuatan laporan.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Studi Literatur

Data dari studi literatur dipakai sebagai data awal. Data tersebut adalah bobot keseluruhan dari setiap komponen yang akan mampu digerakkan oleh transmisi yang akan dirancang. Bobot yang akan digerakkan oleh transmisi adalah sebesar 141 kg. Bobot tiap komponen dicantumkan dalam Tabel 4.1. Data yang diperlukan dalam perancangan yaitu diameter jarak bagi sproket kecil D_1 35 mm, diameter jarak bagi sproket besar D_2 250 mm, jari-jari jarak bagi sproket kecil r_{sk} 17,5 mm, jari-jari jarak bagi sproket besar r_{sb} 125 mm, diameter roda belakang D_{rb} 300 mm, jari-jari roda belakang r_{rb} 150 mm dan jarak sumbu poros mendatar x 240 mm.

Tabel 4.1 Asumsi perkiraan bobot komponen-komponen gokar listrik

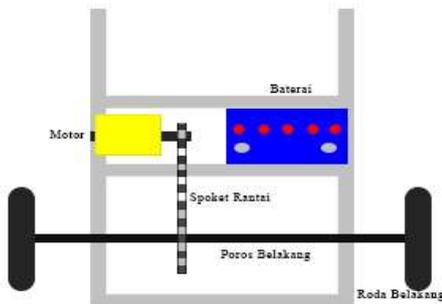
No	Nama Komponen	Berat (kg)
1.	Motor Listrik	30
2.	Baterai	20
3.	Poros	5
4.	Setir dan batang kemudi	3
5.	Pengemudi	80
6.	Pedal gas dan rem	1
Total (∑)		141 kg

4.2 Penentuan Konsep Transmisi

Konsep transmisi gokar listrik sederhana yang dipilih adalah sistem transmisi sproket rantai dengan pertimbangan bahwa sistem transmisi sproket rantai memiliki transmisi tanpa slip, dapat meneruskan daya menengah, tingkat keausan kecil dan biaya terjangkau. Berikut ini ada tiga konsep transmisi, namun dari ketiga transmisi tersebut akan dipilih salah satu dari dari tiga konsep.

4.2.1 Konsep produk pertama

Konsep produk pertama pada sistem transmisi ini dapat dilihat pada Gambar 4.1. Konsep sistem transmisi sproket rantai ini menggunakan dua buah sproket yang berbeda ukuran dan sebuah rantai. Sproket kecil berada pada motor listrik dan sproket besar dipasang pada poros roda belakang dengan rantai sebagai penghubung.



Gambar 4.1 Konsep Produk Pertama Sproket Rantai

4.2.2 Konsep produk kedua

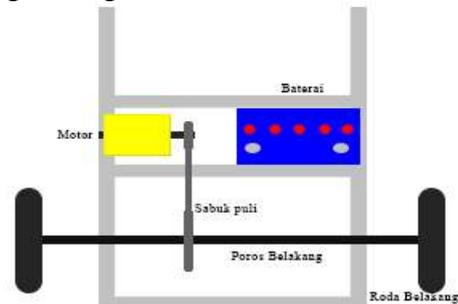
Konsep produk kedua sistem transmisi roda gigi ini dapat dilihat pada Gambar 4.2. Konsep ini menggunakan roda gigi yang berbeda ukuran. Pada konsep ini, jumlah roda gigi yang dipakai tergantung pada jarak poros. Semakin panjang jarak poros, maka semakin banyak jumlah roda gigi yang akan digunakan.



Gambar 4.2 Konsep Produk Kedua Roda Gigi

4.2.3 Konsep produk ketiga

Konsep produk ketiga dari sistem transmisi ini dapat dilihat pada Gambar 4.3. Konsep sistem transmisi sabuk puli ini menggunakan dua buah puli yang berbeda ukuran dan sebuah sabuk. Posisi puli kecil berada pada motor listrik dan puli besar dipasang pada poros roda belakang dengan sabuk sebagai penghubung.



Gambar 4.3 Konsep Produk Ketiga Sabuk Puli

4.3 Pemilihan Konsep Transmisi Menggunakan Metode Datum

Pemilihan konsep transmisi dari ketiga konsep di atas dilakukan menggunakan Metode Datum. Pemilihan ini dilakukan seperti pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Matriks Pengambilan Keputusan

No	Kriteria seleksi	Konsep		
		1	2	3
1	Material		-	5
2	Biaya material		-	-
3	Beban	Referensi	-	+
4	Jarak poros		-	5
5	Putaran		+	-

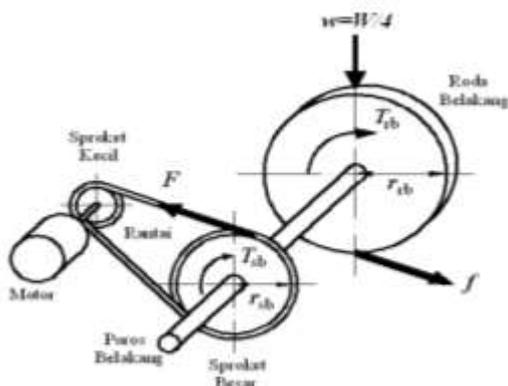
Pada Tabel 4.2 terlihat bahwa konsep produk pertama sebagai referensi. Konsep produk kedua memiliki empat nilai negatif (-) dan satu positif (+), dan konsep ketiga memiliki dua nilai negatif (-), dua nilai sama (s) dan satu nilai (+). Konsep pertama dijadikan referensi. Ini berarti konsep produk pertama lebih unggul dibandingkan dengan konsep kedua dan ketiga. Oleh karena itu, konsep produk pertama dipilih. Konsep tersebut dibuat di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi.

4.4 Perancangan Sistem Transmisi

Perancangan sistem transmisi sproket rantai ini harus mampu menanggung beban utama yaitu tarikan pada rantai yang diakibatkan oleh daya dan putaran motor listrik penggerak. Selain itu, sistem transmisi ini juga harus mampu menggerakkan roda belakang gokar.

4.4.1 Torsi Sproket Belakang dan Roda Belakang

Torsi sproket belakang dan roda belakang pada gokar listrik sederhana yang dirancang, masing-masing roda menerima beban seperempat dari berat total gokar. Pada poros belakang terdapat transmisi sproket rantai untuk menggerakkan gokar tersebut sehingga terjadi torsi pada roda belakang, torsi pada sproket dan gaya tarik, seperti terlihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Torsi pada Sproket belakang dan Roda belakang

Torsi pada roda belakang dan sproket besar seperti dirumuskan pada Persamaan (2.4).

$$T_{rb} = \mu \cdot w \cdot r_{rb}$$

Berat gokar pada salah satu roda belakang w telah diketahui 35,250 kg (Putro H, 2015). Sedangkan r_{rb} adalah jari-jari jarak bagi roda belakang, dimana pada perancangan ini ditetapkan yaitu 150 mm = 0,15 m. Jika koefisien gesek μ diketahui 0,67 (Lampiran 4), maka torsi pada salah satu roda belakang dapat dihitung :

$$\begin{aligned} T_{rb} &= 0,67 \times 35,250 \times 0,15 \\ &= 3,543 \text{ kg.m} \\ &= 34,753 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Torsi pada sebuah roda belakang, sesungguhnya harus dapat menggerakkan gokar. Oleh karena itu torsi pada sproket besar harus dapat mengatasi semua torsi pada roda-roda gokar.

$$\begin{aligned} T_{rb} &= \mu \cdot W \cdot r_{rb} \\ &= 0,67 \times 141 \times 0,15 \\ &= 14,171 \text{ kg.m} \\ &= 139,013 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Gaya tarik pada rantai yang dilambangkan dengan F dari Persamaan (2.6).

$$\begin{aligned} F &= \frac{T_{sb}}{r_{sb}} \\ &= \frac{150}{0,125} \\ &= 1200 \text{ Newton} \end{aligned}$$

Torsi sproket kecil yang dilambangkan dengan T_{sk} dari Persamaan (2.5).

$$\begin{aligned} T_{sk} &= F \cdot r_{sk} \\ &= 1200 \times 0,0175 \\ &= 21 \text{ Nm.} \end{aligned}$$

4.4.2 Penentuan Daya dan Putaran Motor Listrik

Untuk menentukan daya dapat diketahui melalui Persamaan (2.7).

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{T_{sk} \cdot \omega}{735} \\
 &= \frac{21 \times 78,540}{735} \\
 &= 2 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

4.4.3 Penentuan Ukuran Utama Sproket Rantai

Penentuan ukuran utama sproket rantai ini berdasarkan nomor rantai pada Lampiran 2. Nomor rantai yang dipilih 40 jenis rantai rol baris tunggal, dengan jarak bagi p 0,5 in = 0,0127 m, maka digunakan Persamaan (2.8) dan (2.9), dapat dihitung:

$$\begin{aligned}
 N_1 &= \frac{180}{\sin^{-1}\left(\frac{0,0127}{0,035}\right)} \\
 &= 8,460 \\
 &\approx 9 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_2 &= \frac{180}{\sin^{-1}\left(\frac{0,0127}{0,250}\right)} \\
 &= 61,816 \\
 &\approx 62 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Menentukan jarak sumbu poros nominal, maka disarankan (30 – 50) dikalikan jarak bagi (0,5). Diambil nilai bawah yaitu (30), dapat dihitung seperti berikut ini :

$$30 \times 0,5 = 15 \text{ in.}$$

Untuk mendapatkan panjang utuh rantai digunakan Persamaan (2.10).

$$\begin{aligned}
 L &= 2.c + \frac{N_2 + N_1}{2} + \frac{(N_2 - N_1)^2}{4 \times \pi^2 \times c} \\
 &= 2 \times 30 + \frac{(62 + 9)}{2} + \frac{(62 - 9)^2}{4 \times \pi^2 \times 30} \\
 &= 97,872 \text{ in.}
 \end{aligned}$$

Sedangkan panjang utuh rantai yang diperlukan dikali dengan jarak bagi (0,5), yaitu seperti berikut: $97,872 \times 0,5 = 48,936 \text{ in} = 1243 \text{ mm}$.

Jarak sumbu poros yang dilambangkan dengan C_s dapat diketahui menggunakan Persamaan (2.11), seperti berikut ini :

$$\begin{aligned}
 C_s &= \frac{1}{4} \left[L - \frac{N_2 + N_1}{2} + \sqrt{\left(L - \frac{N_2 + N_1}{2} \right)^2 - \frac{8 \times (N_2 - N_1)^2}{4 \times \pi}} \right] \\
 &= \frac{1}{4} \left[97,872 - \frac{62 + 9}{2} + \sqrt{\left[97,872 - \frac{62 + 9}{2} \right]^2 - \frac{8 \times (62 - 9)^2}{4 \times \pi^2}} \right] \\
 &= 30 \text{ in (dikalikan jarak bagi)} \\
 &= 15 \text{ in} \\
 &= 381 \text{ mm.}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan Persamaan (2.12), dapat dihitung sudut kontak rantai pada sproket:

$$\begin{aligned}
 \theta_1 &= 180 - 2 \times \sin^{-1} \left[\frac{250 - 35}{2 \times 381} \right] \\
 &= 147^\circ \\
 \theta_2 &= 180 + 2 \times \sin^{-1} \left[\frac{250 - 35}{2 \times 381} \right] \\
 &= 213^\circ
 \end{aligned}$$

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil perancangan sistem transmisi gokart listrik sederhana dapat diambil dua kesimpulan. Kesimpulan pertama adalah transmisi yang dirancang merupakan sistem transmisi sproket rantai jenis rol baris tunggal. Transmisi tersebut terdiri dari 2 sproket dan 1 rantai. Selain itu, transmisi ini bekerja pada putaran max 750 rpm.

Kesimpulan kedua adalah dimensi sproket dan rantai. Diameter jarak bagi sproket kecil adalah 35 mm. Sproket ini memiliki sembilan buah gigi. Di lain pihak, diameter jarak bagi sproket besar adalah sebesar 250 mm. Jumlah gigi

sproket besar adalah 62 buah. Selain itu, panjang rantai yang dirancang adalah 1243 mm. Jarak sumbu roda adalah 381 mm.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut. Pertama, untuk mahasiswa yang hendak melanjutkan perancangan ini terlebih dahulu sebaiknya mempelajari lebih mendalam tentang sistem transmisi agar mempermudah dalam penelitian. Kedua, diharapkan bagi yang ingin melanjutkan penelitian ini, agar lebih menguasai perancangan elemen-elemen mesin. Selanjutnya ketiga, untuk peneliti yang akan melanjutkan penelitian gokar listrik bisa menggunakan hasil penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Mott. L. R. 2004. Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis. ANDI. Yogyakarta.
- Harsokoesoemo, H.D, 2004. Pengantar Perancangan Teknik. ITB Bandung.
- Martin H.G, 1994. Kinematika dan Dinamika Teknik, Erlangga. Jakarta.
- Tangkuman, S, 2014 Mekanika Kekuatan Material. Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Putro H, 2015. Perancangan Rangka Gokar Listrik , Skripsi S1 Teknik Mesin, Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Sigarlaki H, 2015. Aplikasi Metode Elemen Hingga Pada Perancangan Poros Belakang Gokart listrik, Skripsi S1 Teknik Mesin, Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Aji, T. Rancang Bangun Prototipe Kendaraan Roda 4 Sederhana (Gokart) Berbiaya Rendah. Digital Library. Universitas Islam Negri Sunan kalijaga, Yogyakarta.
<http://digilib.uin-suka.ac.id/11845/1/Laporan%20Taufiq%20Aji%20Saintek2.pdf>
30 November 2014 pada jam 22:30 WITA.
- Lapakbelanjaku, 2015. Macam Roda Gigi dan Cara Menghitung Harga Produksi.
<https://lapakbelanjaku.wordpress.com/2015/03/17/macam-roda-gigi-dan-cara-menghitung-harga-produksi/>
04 Februari 2016 pada pukul 12.00 WITA.
- Tokopedia, 2015. Gear Set Motor New Blade.
<https://www.tokopedia.com/grosiroto/gear-set-rantai-roda-kit-motor-new-blade-new-absolute-revo-110?key=eyJvYiI6IjEiLCJwYWdlIjoMSIsInNxIjoibW90b3IIMjBnZWYyIn0&pos=1>
04 Februari 2016 pada pukul 12.30 WITA.

