

Rear Wheel Drive Sprocket Gear Transmission Design for Electric car

Desain Transmisi Gear Sproket Penggerak Roda Belakang mobil Listrik

*Achmad Tohasan¹, Endang Prihastuty², W. Djoko Yudisworo³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Cirebon, Jawa Barat, INDONESIA

INFORMASI ARTIKEL

NASKAH DITERIMA : 16 April 2024

DIREVISI : 14 Juni 2024

DISETUJUI : 15 Juni 2024

*KORESPONDENSI PENULIS :

tohasanachmad1312@gmail.com

Abstract

Electric vehicle engines are the same as vehicles with combustion motors, namely they are an assembly of several mechanisms consisting of three main parts, namely the drive, the power transmission system and the driven part. The electric car used for this research is a conversion of a petrol car, where the drive uses a 3 KW BLDC electric motor. The BLDC motor shaft power is transmitted to the axle pinion shaft using a sprocket gear transmission. So an analysis of the sprocket gear design, both ratio, size (type), strength and age of the sprocket gear to be used needs to be carried out. The initial step is to calculate the design power by looking at the correction factors in the table for the type of electric motor drive, then determining the chain number on the graph by first calculating the torque moment. The linear speed of the chain that occurs is influenced by the size of the gears and the input rotation of the electric motor, the greater the speed, the smaller the torque, so the gear ratio needs to be considered in determining the maximum linear speed. After knowing the chain plan number, it can be tested by calculating whether the chain number technically meets good security or not. In this research, the sprocket chain design, namely chain roller number 40 with a maximum load of 33.74 kg, is good, namely greater than $sf = 6$.

Key words: BLDC electric motor, power transmission, sprocket, axle pinion shaft and axle

Abstrak

Mesin kendaraan listrik sama halnya dengan kendaraan dengan motor bakar yaitu merupakan assembly dari beberapa mekanisme yang terdiri dari tiga bagian utama, yaitu penggerak, sistem penerus daya (transmisi daya) dan bagian yang digerakkan. Mobil listrik yang dipakai untuk penelitian ini adalah mobil konversi dari mobil bensin, dimana penggeraknya menggunakan motor listrik BLDC berdaya 3 KW. Daya poros motor BLDC ditransmisikan ke poros pinion gardan menggunakan transmisi gear sproket. Maka analisis desain gear sproket, baik ratio, ukuran (type), kekuatan dan umur gear sproket yang akan digunakan perlu dilakukan. langkah awal yaitu dengan menghitung daya desain dengan melihat faktor koreksi pada tabel untuk jenis penggerak motor listrik, kemudian menentukan nomer rantai pada grafik dengan menghitung terlebih dahulu besarnya momen torsi. Kecepatan linear rantai yang terjadi dipengaruhi oleh besarnya roda gigi dan putaran input dr motor listrik, semakin besar kecepatannya semakin kecil torsinya, maka ratio roda gigi perlu diperhatikan dalam menentukan kecepatan linier maksimum. Setelah mengetahui nomer rencana rantai, maka dapat diuji dengan menghitung apakah nomer rantai itu secara teknis sudah memenuhi keamanan yang baik atau belum. Dalam penelitian ini desain rantai sproket yaitu dipilih nomer rol rantai 40 dengan beban maksimum 33,74 kg adalah baik yaitu lebih besar dari $sf = 6$.

Kata kunci: motor listrik BLDC, transmisi daya, sproket, poros pinion gardan dan gardan

I. PENDAHULUAN

Indonesia saat ini berkomitmen untuk melaksanakan pembangunan menuju rendah karbon dan ketahanan iklim secara bertahap dengan target transisi mencapai target pengurangan emisi sebesar 31.89% pada tahun 2030 atau 43.2% dengan dukungan internasional serta Net Zero Emission (NZE) pada tahun 2060 atau lebih cepat. Oleh karena itu pengembangan kendaraan listrik merupakan salah satu upaya untuk mengurangi konsumsi bahan bakar fosil dan sekaligus mengurangi polusi udara. Telah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya tentang rancang bangun kendaraan listrik, di mana tujuan utamanya adalah menciptakan kendaraan yang ramah lingkungan.

Mesin kendaraan listrik sama halnya dengan kendaraan dengan motor bakar yaitu merupakan assembly dari beberapa mekanisme yang terdiri dari tiga bagian utama, yaitu penggerak, sistem penerus daya (transmisi daya) dan bagian yang digerakkan. Mobil listrik yang dipakai untuk penelitian ini adalah mobil konversi dari mobil bensin, dimana penggeraknya menggunakan motor listrik BLDC berdaya 3 KW. Daya poros motor BLDC ditransmisikan ke poros pinion gardan menggunakan transmisi gear sproket. Maka dalam penelitian kali ini, penulis fokus pada analisis desain gear sproket, baik ratio, ukuran (type), kekuatan dan umur gear sproket yang digunakan.

II. KAJIAN PUSTAKA

1. Sistem Penggerak Roda Pada Mobil

Sebuah Mesin Biasanya terdiri dari tiga bagian utama yang saling bekerja sama. Ketiga bagian itu adalah penggerak, sistem penerus daya (tranmisi daya) dan bagian yang digerakkan. Bagian penggerak dalam sebuah mesin umumnya berupa putaran. Elemen yang berputar dalam hal ini adalah poros. Pada bagian yang digerakkan, disinilah fungsi mesin itu terlihat. Modus gerak bisa berupa putaran ataupun gerak linier bolak-balik tergantung pada fungsi dari mesin itu. Untuk menghubungkan antara bagian penggerak dan bagian yang digerakkan terdapat sistem penerus daya atau sistem transmisi daya. (Sumber : Sonawan, Hery. 2010. *Perancangan Elemen Mesin*. Bandung Alfabeta.) Ada beberapa jenis sitem transmisi daya yang sudah dikenal yaitu:

1. Transmisi puli-sabuk
2. Transmisi sproket-rantai
3. Transmisi roda gigi

Untuk meneruskan putaran dari mesin ke arah putaran roda penggerak, dan untuk mengatur kecepatan putaran dan momen yang dihasilkan sesuai dengan yang dikehendaki pengemudi. (sumber : Toyota. 1995, *New step 2 Chasis group*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor) Transmisi mempunyai fungsi :

1. Merubah dan mengatur putaran pada roda penggerak sesuai dengan kebutuhan (posisi 1,2,3,dan r).
2. Memungkinkan kendaraan berjalan mundur (posisi R/mundur).
3. Memungkinkan kendaraan berhenti meskipun mesin dalam keadaan hidup (posisi netral).

2. Sabuk dan Rantai

Jarak yang jauh antara dua buah poros sering tidak memungkinkan transmisi langsung dengan roda gigi. Dalam hal demikian, cara transmisi putaran atau daya yang lain dapat diterapkan, dimana sebuah luwes atau rantai dibelitkan sekeliling puli atau sproket pada poros (Sumber : Sularso dan Suga, K. 2013, *Dasar Dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradnya Paramita.)

3. Transmisi Sabuk (*belt*) dan Puli (*Pulley*)

Transmisi Sabuk (*belt*) dan Puli (*Pulley*) adalah sistem transmisi tenaga atau daya atau momen puntir dari poros yang satu ke poros yang lain melalui sabuk (*belt*) yang melingkar atau melilit pada puli yang terpasang pada puli poros-poros tersebut.

Sabuk-V banyak digunakan karena sabuk-V sangat mudah dalam penanganannya dan murah harganya. Selain itu sabuk-V juga memiliki keunggulan lain dimana sabuk-V akan menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relatif rendah serta jika dibandingkan dengan transmisi roda gigi dan rantai, sabuk-V bekerja lebih halus dan tak bersuara

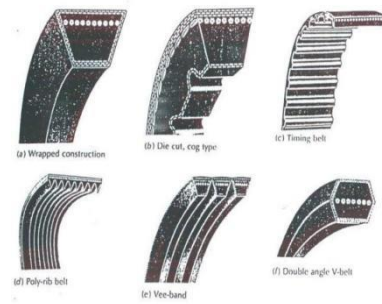
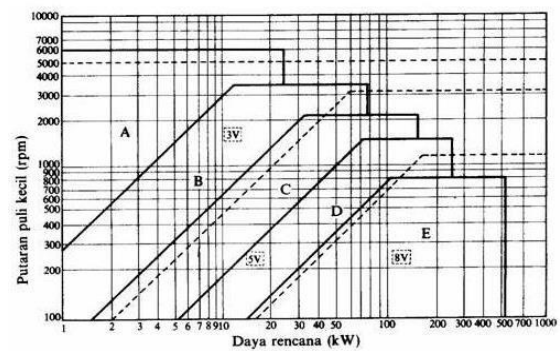


Figure 13-3 Examples of V-belt Construction (Dayco Corp., Dayton, Ohio)

Gambar 1. Bentuk kontruksi sabuk

Sabuk-V selain juga memiliki keunggulan dibandingkan dengan transmisi-transmisi yang lain, sabuk-V juga memiliki kelemahan dimana sabuk-V dapat memungkinkan untuk terjadinya slip.



Gambar 2. Diagram pemilihan V-Belt

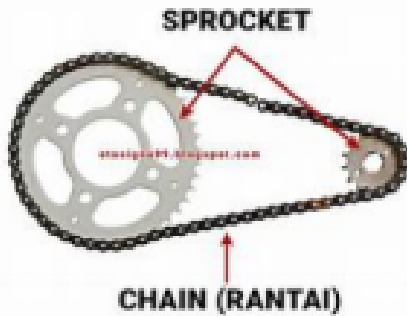
Pully (*puley*) Adalah salah satu transmisi penghubung yang terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. Dalam penggunaannya sabuk-V dibelitkan mengelilingi alur puli yang berbentuk V pula. Bagian sabuk yang membelit pada puli akan mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar (Sularso, 1991:163). Sistem puli (*pulley*) dengan sabuk (*belt*) terdiri dua atau lebih puli yang dihubungkan dengan menggunakan sabuk. Sistem ini memungkinkan untuk memindahkan daya, torsi, dan kecepatan, serta dapat memindahkan beban yang berat dengan variasi diameter yang berbeda.



Gambar 3. Puli Penggerak

4. Transmisi Rantai dan Sproket (*Sprocket*)

Rantai merupakan suatu elemen transmisi daya yang dibuat dari rangkaian mata rantai (*link*) dan pin. Ketika meneruskan daya diantara poros-poros berputar, rantai “menarik” suatu roda bergerigi yang disebut sproket (Sumber : Sonawan, Hery. 2010. *Perancangan Elemen Mesin*. Bandung Alfabeta.).



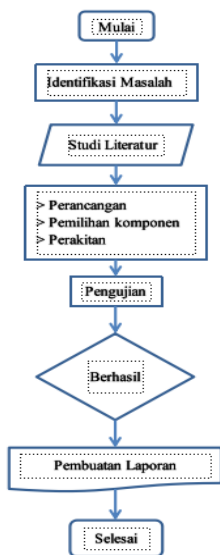
Gambar 4. Transmisi Sproket

III. METODE PENELITIAN

Untuk mempermudah alur panduan pelaksanaan penelitian, maka urutan pelaksanaannya direncanakan sesuai diagram alir sebagai berikut :

1. Perancangan Konsep Produk

Spesifikasi teknis produk hasil fase pertama proses perancangan menjadi dasar fase berikutnya, yaitu fase perancangan konsep produk. Tujuan fase ini adalah menghasilkan alternatif konsep produk sebanyak mungkin. Konsep produk yang dihasilkan fase ini masih berupa skema atau dalam bentuk skets. Pada prinsipnya, semua alternatif semua konsep produk tersebut memenuhi spesifikasi teknik produk. Pada akhirnya fase perancangan konsep produk, dilakukan evaluasi pada hasil rancangan konsep produk untuk memilih satu atau beberapa konsep produk terbaik untuk dikembangkan pada fase ketiga fase perancangan produk.



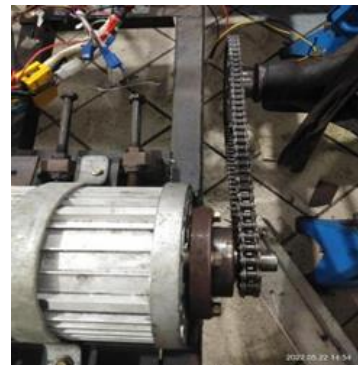
Gambar 5. Alur Penelitian

2. Perancangan Produk

Fase Perancangan produk merupakan pengembangan alternatif dalam bentuk skema atau skets menjadi produk atau benda teknik yang bentuk, material dan dimensi elemen-elemennya ditentukan. Fase perancangan mesin mixer diawali dengan penyesuaian kebutuhan, selanjutnya dilakukan skets/gambar awal, diakhiri dengan perancangan detail elemen-elemen produk, yang kemudian dituangkan dalam gambar-gambar detail untuk proses pembuatan. Untuk gambar detail dibuat menggunakan software Solidwork 2019.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Desain transmisi gear sproket pada poros pinion gardan



Gambar 6. Rangkaian transmisi sproket pada poros pinion gardan

B. Perancangan ukuran rantai

1. menghitung daya rencana

Menghitung daya rencana P_d dapat diketahui dengan menggunakan persamaan (2.1). dengan Daya yang di transmisikan dari Tabel 3.4 nilai $p = 3\text{kw}$ Sedangkan nilai f_c dari tabel 2.2 faktor koreksi nilai = 1,5 karena motor listrik termasuk kedalam transmisi berat yang dapat dibalik. Sehingga daya rencana didapatkan :

$$p_d = f_c p \dots\dots\dots(1)$$

$$p_d = 1,5 \times 3 \text{ kw}$$

$$p_d = 4,2 \text{ kw}$$

2. Menghitung momen & memilih nomor rantai rol. digunakan persamaan (2.2) dengan nilai daya rencana $p_d = 4,2 \text{ kw}$, sedangkan nilai $n_1 = 4000 \text{ rpm}$ terdapat pada tabel 3.4 Spesifikasi motor penggerak motor listrik 3 KW

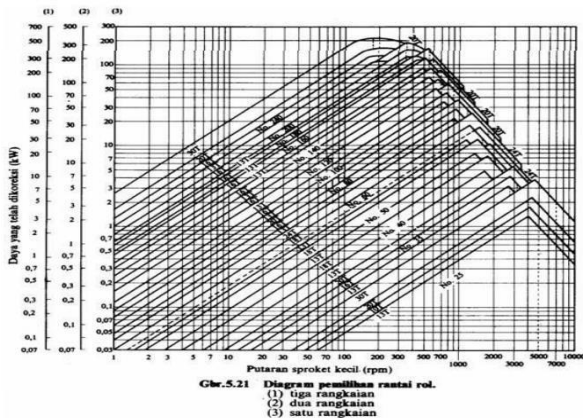
$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \times \frac{p_d}{n_1}$$

$$= 9,74 \times 10^5 \times \frac{4,2 \text{ kw}}{4000 \text{ rpm}}$$

$$= 1022,7 \text{ kgf mm}$$

Pemilihan nomor rantai untuk penggerak motor listrik BLDC 3 KW berdasarkan pada daya desain p_d sebesar 4,2 kw, T sebesar 1022,7 Kgfmm, maka dapat ditarik kesimpulan sesuai

dengan gambar 2.9 Diagram pemilihan rantai rol ukuran rantai yang didapat adalah no.40 (satu rangkaian).



Gambar 7. Diagram pemilihan rantai rol

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pada daya yang di transmisikan nilai $p = 3kw$ Sedangkan nilai faktor koreksi $f_c = 1,5$ karena motor listrik termasuk kedalam transmisi berat yang dapat dibalik . Sehingga dihasilkan daya desain p_d sebesar 4,2 kw, momen rencana T sebesar 1022,7 kgfmm sesuai dengan diagram pemilihan rantai rol ukuran rantai yang digunakan adalah ukuran rantai rol no.40 (satu rangkaian). Beban yang bekerja pada rantai mobil listrik 3KW pada penelitian kali ini didapatkan $F = 33,74$ (kg). Untuk perbandingan nilai S_f didapatkan dari tabel ukuran rantai rol yaitu batas kekuatan tarik rata rata (kg) nomor rantai rol no.40 = 1950 (kg), sehingga faktor keamanan $S_f = 1950$ (kg)/ $33,74$ (kg) jadi $S_f = 57,79 > 6$ baik, dan beban maksimum yang di ijinakan pada nomor rantai rol no.40 = 300 (kg) $> 33,74$ (kg) baik.

REFERENSI

4. [1]. Sonawan, Hery. 2010. *Perancangan Elemen Mesin*. Bandung Alfabeta
5. [2]. Toyota. 1995, *New step 2 Chasis group*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor
6. [3]. Sularso dan Suga, K. 2013, *Dasar Dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradnya Paramita.)
7. [4]. Sularso. 1980. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Jakarta: P.T PRADNYA PARAMITA.
8. [5]. Sularso. Ir. MSME dan Kiyokatsu Suga, Do,sur Perencunoan da Pemilihan Elemen Mesin, PT. Pradnya Paramita, Jakarta2004.
9. [6]. Khurni, R.S., Gupta, J.K., Chand, S. 2005 *Text of machine design*,S.I Units. Eurasia Publishing House (Pvt) Ltd, New Delhi, India.
10. [7]. Mott, Rober L. 2004, *Machine Elements in Mechanical Design* (Edition 1). Pearson Education, Inc. Upper Saddle River, New Jersey 07458.
11. [8]. Mott, Robert L. (2009).*Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis* Buku 1. Yogyakarta: Andi
12. [9]. Ir. Jack Stolk, C. Kros. 1986. *Elemen Mesin, Elemen Kontruksi Bangunan Mesin*, Jakarta : Penerbit Erlangga.
13. [10]. Niemann. H. Winter, *Elemen l,fesin* Jilid 2. Erlangga. Jakarta 1992
14. [11]. Luthfianto, Andrian. 2017. *Perancangan Ulang Sistem Transmisi Rantai Mobil Nogogeni EVO 3*. Skripsi Fakultas Vokasi Siploma III Departemen Teknik Mesin Industri. Institut Teknologi Sepuluh Nopember:Surabaya.
15. [12]. Saputra, I., Wilis, G., & Hidayat, R. (2023). *Perancangan Mesin Amplas Untuk Bahan Non Logam Dengan Mekanisme Sabuk Menggunakan Motor Listrik*. Mestro, 4(03), 28-32. <https://doi.org/10.47685/mestro.v4i01.390>
16. [13]. Soebyakto, S., Edward, T., Wibowo, A., & Shidiq, M. (2023). *Sistem Transfer Daya Dari Dua Jenis Mesin Yang Berbeda*. Mestro, 4(03), 5-11. <https://doi.org/10.47685/mestro.v4i01.384>

3. Beban yang bekerja pada rantai

A. menghitung kecepatan rantai. Kecepatan rantai dapat dihitung dengan persamaan (2.3) nilai $p=12,70$ didapatkan dari tabel 2.1 ukuran rantai rol no.40, sedangkan jumlah sproket kecil $z_1 = 15T$ dari tabel 3.3 dan nilai $n_1= 4000$ rpm. Persamaan yang digunakan yaitu :

$$v = \frac{p z_1 n_1}{1000 \times 60} \dots\dots\dots(2)$$

$$v = \frac{12,70 \times 15 T \times 4000 \text{ rpm}}{1000 \times 60}$$

$$v = 12,7 \text{ m/s}$$

B. menghitung beban yang bekerja pada suatu rantai F (kg) dan mempertimbangkan faktor keamanan yang baik $S_f : 6$. Beban yang bekerja pada rantai dapat dihitung seperti pada sabuk dengan rumus (2.4) nilai daya rencana $p_d= 4,2$ kw.

$$F = \frac{102}{v} \text{ kg} \dots\dots\dots(3)$$

$$F = \frac{102 \times 4,2 \text{ kW}}{12,7 \text{ m/s}} \text{ kg}$$

$$F = 33,74 \text{ kg}$$

Untuk perbandingan nilai S_f didapatkan dari gambar 7. Diagram pemilihan ukuran rantai rol yaitu batas kekuatan tarik rata rata (kg) nomor rantai rol no. 40 = 1950 (kg), sehingga faktor keamanan $S_f = 1950$ (kg)/ $33,74$ (kg) jadi $S_f = 57,79 > 6$ baik, dan beban maksimum yang di ijinakan pada tabel 2.1 nomor rantai rol no. 40 = 300 (kg) $> 33,74$ (kg) baik.