

PERANCANGAN SISTEM KEMUDI GOKAR LISTRIK

Judhistira Freily Mamahit¹⁾, Stenly Tangkuman²⁾, Michael Rembet³⁾

Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi

ABSTRAK

Sistem kemudi berfungsi untuk membelokan atau merubah arah roda. Pada perancangan ini bertujuan mendapatkan sistem kemudi yang sederhana. Selain itu dilakukan juga perhitungan tegangan, yang bertujuan mendapatkan hasil tegangan geser akibat beban puntir, menghitung tegangan normal akibat beban aksial serta beban lentur, sehingga bisa diketahui kekuatan dari mekanisme material tersebut.

Dari hasil perhitungan tegangan geser akibat beban puntir tersebut telah didapat hasil 4,11 Pa, kemudian dari perhitungan tegangan normal akibat beban aksial didapat hasil 0,206 Pa. Selain itu telah dianalisa sudut kemudi rata-rata pada sistem kemudi.

Hasil perancangan sistem kemudi gokar listrik dapat dibuat dalam gambar teknik sesuai dengan dimensi rancangan.

Kata kunci : Perancangan, Sistem Kemudi, Tegangan , dan Beban

ABSTRACT

The function of steering system is to change the directions of wheel. The purpose of this design is to be obtained a simple steering system. Beside that, in this work have been determined stresses, they are shear stress due to torsion and normal stress due to axial load and bending. Therefore, the strength of mechanism can be obtained.

Based on the calculation, maximum shear stress induce in steering system is 4,11 Pa and maximum normal stress is 0,206 Pa. moreover this design have been obtained steering angle for some values of angle.

The final result of this design is some technical drawing that presented detail dimension of components.

Keywords : Design, Steering System, Stress

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gokar adalah mobil balap kecil yang tidak bertenda. Penggerak gokar dapat berupa motor listrik. Penggunaan motor ini tidak menimbulkan polusi udara (Aji, 2013). Kendaraan gokar memiliki banyak komponen pendukung. Komponen tersebut dirancang sehingga fungsi tiap komponen saling berkaitan. Keterkaitan tiap komponen disebut sistem. Salah satu sistem yang penting adalah sistem kemudi. Sistem kemudi berfungsi agar arah kendaraan dapat diubah. Ini karena lintasan kendaraan tidak tetap.

Terdapat banyak jenis sistem kemudi. Salah satu sistem ini adalah sistem kemudi sederhana dengan *tie-rod*. Sistem ini lebih murah dibandingkan dengan sistem kemudi lainnya. Sistem kemudi sederhana dengan *tie-rod* terdiri dari sembilan bagian utama. Kesembilan bagian tersebut adalah sebuah roda kemudi, tiga buah batang penghubung, sebuah penghubung konfigurasi V dan empat buah *tie-rod*. Kesembilan

bagian tersebut harus mampu menopang beban saat kendaraan bergerak. Beban terbesar yang harus ditopang adalah beban saat kendaraan berbelok (Teknologi kendaraan, 2002).

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dijabarkan berdasar pada latar belakang di atas. Berdasarkan latar belakang di atas, perancangan gokar listrik perlu dilakukan perancangan sistem kemudi. Pada perancangan sistem kemudi, rancangan sistem dipilih sesuai dengan tujuan rancangan. Selain itu, komponen sistem tersebut harus mampu menahan beban maksimum.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ditentukan dengan dasar rumusan masalah di atas. Pada penelitian ini, terdapat dua tujuan penelitian. Perancangan sistem kemudi gokar listrik yang dibuat di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi adalah tujuan penelitian pertama. Selain itu, tujuan penelitian kedua adalah perhitungan

beban yang akan ditopang oleh komponen sistem kemudi yang akan dirancang.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini dijabarkan dalam beberapa batasan. Batasan pertama adalah sistem kemudi pada perancangan ini adalah sistem kemudi sederhana dengan *Tie-Rod* sistem kemudi tersebut dibuat di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi. Batasan masalah yang berikutnya adalah pengaruh terhadap beban dari sudut *chamber* dan *caster* di roda, diabaikan. Kemudian, terdapat empat kriteria seleksi pada matriks perancangan merupakan batasan masalah terakhir.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian diuraikan dalam empat manfaat. Manfaat pertama adalah sistem kemudi sederhana dengan *tie-rod* yang dirancang, dapat dibuat di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi. Penelitian ini dapat dijadikan referensi pada perancangan sistem

kemudi sederhana yang lain adalah manfaat penelitian yang kedua. Perancangan sistem kemudi sederhana pada gokar listrik dalam penelitian ini, dapat dijadikan sebagai acuan pembuatan kendaraan ringan di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi. Manfaat yang keempat adalah sebagai sarana penerapan ilmu perancangan teknik mesin.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Sistem Kemudi

2.1.1 Berdasarkan Tenaga yang Digunakan

Berdasarkan tenaga yang digunakan pada sistem kemudi, terdapat dua tipe, yang pertama adalah *Manual Steering* atau biasa juga disebut konvensional. Dimana semua tenaga yang diperlukan untuk membelokan roda datang dari pengemudi, yang di transmisikan melalui sistem kemudi.

2.1.2 Berdasarkan Jumlah Roda yang Bergerak

Berdasarkan jumlah roda yang bergerak, terdapat beberapa

penggerak sistem kemudi, yang pertama adalah sistem kemudi penggerak dua roda. Sistem kemudi ini yaitu sistem kemudi yang hanya menggunakan belokan dua roda (roda depan), untuk mengendalikan arah gerakan kendaraan.

2.2 Sistem Kemudi *Rack and*

Pinion

Fungsi sistem kemudi adalah untuk mengatur arah kendaraan dengan cara membelokkan roda-roda depan. Bila roda kemudi diputar, steering column akan meneruskan tenaga putarnya ke *steering gear*. Steering gear memperbesar tenaga putar ini sehingga dihasilkan momen yang lebih besar untuk menggerakkan roda depan melalui *steering linkage*.

2.3 Pemilihan Konsep Produk

Pemilihan konsep produk merupakan metode pengambilan keputusan yang juga dikenal dengan metode *pugh*, Terbukti dapat digunakan dengan mudah dan efektif. Konsep produk dibandingkan berdasarkan keinginan-keinginan pengguna.

2.3.1 Kriteria Perbandingan

Kriteria perbandingan disusun berdasarkan data keinginan-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 empat kriteria. Kriteria pertama adalah jumlah komponen. Pada kriteria ini, sistem kemudi yang bernilai tinggi adalah sistem kemudi yang memiliki komponen paling sedikit. sangat rendah. Ini karena, semakin ringan akan mengurangi beban pada gokar listrik.

2.3.2 Konsep - Konsep Produk yang Dipertimbangkan

Konsep-konsep produk yang dipertimbangkan, terdiri dari tiga konsep ketiga konsep tersebut adalah dari pengembangan konsep produk telah didapat tiga buah konsep produk yang mungkin dibuat. Ketiga konsep inilah nantinya akan dibandingkan dan dipilih. Dimana salah satu konsep akan menjadi referensi atau datum.

2.3.3 Pemberian Skor

Pemberian skor dilakukan pada salah satu konsep produk, sedangkan konsep produk lainnya ditetapkan sebagai referensi (datum). Jika kemampuan pada kriteria perbandingan di konsep yang dinilai lebih dari kemampuan konsep datum, maka konsep tersebut diberi skor (+).

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.

2.3.5 Metode Datum

Metode datum menggunakan matriks dengan konsep-konsep terletak pada satu sumbu dan kriteria-kriteria (tujuan) pada sumbu lainnya, dengan kriteria yang disebutkan dalam PDS. Satu konsep dipilih sebagai datum dan konsep-konsep lain diperbandingkan dengan datum ini. Kategori-kategorinya adalah 'lebih baik dari pada' (+), 'sama dengan' (S), dan 'lebih buruk dari pada' (-). Setelah iterasi pertama,

satu konsep akan muncul sebagai yang paling sesuai untuk kriteria tersebut.

III. METODOLOGI

PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

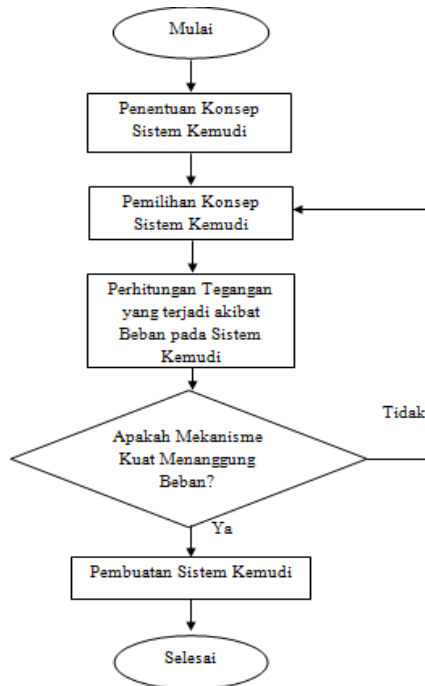
Tempat penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi. Kemudian, waktu penelitian dilakukan pada bulan Januari sampai Mei 2015.

3.2 Prosedur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2.1 Diagram Alir Perancangan



Gambar 3.2 Diagram Alir Perancangan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengamatan

Hasil pengamatan pada penelitian perancangan sistem kemudi gokar listrik, ada beberapa hal yang perlu diketahui. Dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Komponen pada Sistem Kemudi

| No | Nama Komponen | Ukuran | |
|----|--------------------------|------------------|---------|
| | | Diameter | Panjang |
| 1. | Kemudi | $\phi = 33$ cm | 33 cm |
| 2. | Batang Penghubung | $\phi = 2.54$ cm | 70 cm |
| 3. | Batang penggerak 1 dan 2 | $\phi = 1$ cm | 30 cm |
| 4. | Konfigurasi V | $\phi = 1$ cm | 5 cm |
| 5. | Poros depan | $\phi = 2.54$ cm | 65 cm |

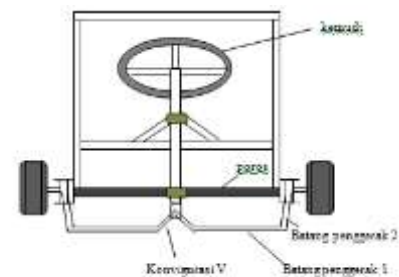
4.1.1 Data Studi Literatur

Asumsi bobot komponen-komponen pada gokar listrik adalah sebesar 140 kg. Bobot tiap komponen dicantumkan dalam Tabel 4.2.

| No | Nama Komponen | Berat |
|----|-------------------------|---------------|
| 1. | Motor Listrik | 30 kg |
| 2. | Baterai | 20 kg |
| 3. | Poros | 5 kg |
| 4. | Setir dan batang kemudi | 3 kg |
| 5. | Pengemudi | 80 kg |
| | Total | 140 kg |

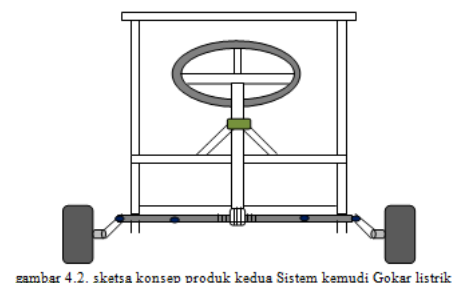
4.1.2 Konsep Produk

4.1.2.1 Konsep Produk Pertama



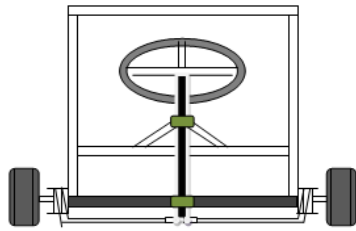
Gambar 4.1. Sketsa konsep produk pertama sistem kemudi gokar listrik.

4.1.2.2 Konsep Produk Kedua



sambar 4.2. sketsa konsep produk kedua Sistem kemudi Gokar listrik

4.1.2.3 Konsep Produk Ketiga



Gambar 4.3. Sketsa konsep produk ketiga sistem kemudi gokar listrik

4.2 Perancangan Dengan Metode Datum

Perancangan dengan metode datum dilakukan pada tiga konsep. Pemilihan ini dilakukan seperti pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Matriks Pengambilan Keputusan

| No | Kriteria Sketsa | Konsep | | |
|----|---------------------|--------|---|-----------------------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Jumlah Komponen | S | S | D A T U M |
| 2 | Biaya Material | + | - | |
| 3 | Biaya Produksi | S | - | |
| 4 | Berat Sistem Kemudi | + | - | |

4.2.1 Jumlah Komponen

Jadi bisa dilihat dari ketiga konsep tersebut jumlah komponen konsep yang pertama, kedua dan ketiga memiliki jumlah komponen yang sama.

4.2.2 Biaya Material

dilihat dari ketiga konsep, konsep yang pertama yang memiliki biaya material murah dari konsep ketiga, sebaliknya dengan konsep kedua memiliki biaya material lebih mahal dari konsep produk ketiga.

4.2.3 Biaya Produksi

Dari ketiga konsep diatas, konsep satu dan tiga memiliki biaya yang sama, sedangkan konsep dua lebih mahal dari konsep ketiga.

4.2.4 Berat Sistem Kemudi

. dari keseluruhan konsep produk, konsep pertama lebih ringan dari konsep ketiga. Dilain pihak konsep kedua lebih berat dari konsep ketiga.

4.3 Kekuatan Rancangan

4.3.1 Perhitungan Tegangan

Geser akibat beban Puntir

Dalam perhitungan tegangan geser akibat beban puntir pada penelitian ini akan dipakai persamaan $\tau = \frac{Tc}{J}$

$$\left(\frac{N}{m^2} \right) \dots \dots \dots (2.1)$$

$$T = F \cdot r \dots \dots \dots (2.2)$$

$$T = 8,25 \text{ kgcm}$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka dapat diketahui berapa torsi yang dibutuhkan, yaitu sebesar 8,25 kgcm. Selain torsi hal selanjutnya yang harus diperhatikan yaitu, menentukan berapa nilai dari momen inersia polar (J), untuk mengetahuinya akan dipakai persamaan.

$$J = 0,5\pi r_o^4 - 0,5\pi r_i^4 \dots\dots\dots (2.3)$$

$$J = 0,25 \text{ cm}^4$$

Langkah selanjutnya yang akan dilakukan adalah menentukan tegangan yang ada dengan memakai persamaan (2.1).

$$\tau = \frac{8,25 \text{ kgcm} \cdot 1,27 \text{ cm}}{0,25 \text{ cm}^4}$$

$$\tau = 4.11 \text{ Pa}$$

selanjutnya mencari tahu bahan atau material yang digunakan. Bahan yang digunakan adalah baja ST 37

$$\tau_{ijin} = \frac{\tau}{SF}$$

$$\tau_{ijin} = 58.75 \text{ MPa atau } 58.75 \times 10^6 \text{ Pa}$$

4.3.2 Perhitungan Tegangan Normal Akibat Beban Aksial

Menurut persamaan diatas dapat diketahui bahwa F_2 adalah:

$$F_2 = \frac{8,25 \text{ kgcm}}{5 \text{ cm}}$$

$$F_2 = 1,65 \text{ kg}$$

adapun persamaan yang akan dipakai

ialah persamaan $\sigma =$

$$\frac{F_2}{A} \dots\dots\dots(2.4)$$

$$A = \pi r^2$$

$$A = 0,785 \text{ cm}^2$$

Langkah selanjutnya yang akan dihitung adalah menentukan tegangan normal akibat beban aksial dengan memakai persamaan (2.4), dengan cara dibawah ini.

$$\sigma = \frac{1,65 \text{ kg}}{0,785 \text{ cm}^2}$$

$$\sigma = 2.10 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = 0.206 \text{ N/m}^2$$

Selanjutnya mencari tahu bahan yang digunakan. Untuk bahan yang digunakan adalah baja tipe ST 37 dengan tegangan luluhnya $\sigma_y = 235 \text{ MPa}$ dan $SF = 0.50$, maka akan bisa diketahui tegangan ijinnya dengan persamaan sebagai berikut:

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma_y}{SF}$$

$$\sigma_{ijin} = 117.5 \text{ MPa atau } 117.5 \times 10^6 \text{ Pa}$$

4.3.3 Menentukan Radius Belok Ideal

$$R_i = \frac{a+b}{\delta_f} 57,29 \dots\dots\dots (2.5)$$

Perhitungan radius belok ideal dengan sudut steer rata rata roda depan dengan nilai 5°

$$\delta_f = 5^\circ$$

$$R_i = 13,17 \text{ m}$$

Perhitungan radius belok ideal dengan sudut steer rata rata roda depan dengan nilai 10°

$$\delta_f = 10^\circ$$

$$R_i = 6,58 \text{ m}$$

Perhitungan radius belok ideal dengan sudut steer rata rata roda depan dengan nilai 15°

$$\delta_f = 15^\circ$$

$$R_i = 4,39 \text{ m}$$

Perhitungan radius belok ideal dengan sudut steer rata rata roda depan dengan nilai 20°

$$\delta_f = 20^\circ$$

$$R_i = 3,29 \text{ m}$$

Perhitungan radius belok ideal dengan sudut steer rata rata roda depan dengan nilai 25°

$$\delta_f = 25^\circ$$

$$R_i = 2,63 \text{ m}$$

Perhitungan radius belok ideal dengan sudut steer rata rata roda depan dengan nilai 30°

$$\delta_f = 30^\circ$$

$$R_i = 2,19 \text{ m}$$

Perhitungan radius belok ideal dengan sudut steer rata rata roda depan dengan nilai 35°

$$\delta_f = 35^\circ$$

$$R_i = 1,88 \text{ m}$$

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Diameter kemudi adalah sebesar 38 cm. Dudukan kemudi berupa besi pipa berdiameter 2,54 cm dan panjang 70 cm. Selain itu, konfigurasi V memiliki ukuran panjang lima centimeter dan diameter satu centimeter. Selanjutnya, batang penggerak dua berdiameter satu centimeter dan panjang 30 cm.

Beban puntir dan aksial maksimum. Beban puntir maksimum bernilai 4,11 Pa. Selain itu, beban aksial maksimum adalah 0,206 Pa.

5.2 Saran

Ada beberapa saran pada penelitian/perancangan ini, yang pertama diharapkan dapat dijadikan referensi bagi mahasiswa yang melakukan perancangan sistem kemudi gokar listrik. Adapun saran lainnya yaitu untuk peneliti yang

ingin melanjutkan penelitian tentang perancangan gokar listrik diharapkan untuk menganalisa lagi sudut slip kendaraan

DAFTAR PUSTAKA

Aji. T. Rancang Bangun Prototipe Kendaraan Roda 4 Sederhana (Gokart) Berbiaya Rendah.

<http://digilib.uin-suka.ac.id/11845/1/Laporan%20Taufiq%20Aji%20Saintek2.pdf>

30 November 2014 pada jam 22:30 WITA.

Sutantra, I N. Sampurno, B. 2012. Teknologi Otomotif Teori dan Aplikasi.

Wayan, U. Sistem Kemudi
<http://digilib.unimus.ac.id/files/disk1/129/jtptunimus-gdl-samtimadhi-6418-3-babii.pdf>

18 Juni 2015 pada pukul 03.15 WITA

William, S. Sistem Kemudi Rack and Pinion

<http://williamsarfat.blogspot.co.id/2013/09/cara-kerja-sistem-kemudi-rack-and-pinion.html>

4 Februari 2016 13.00 WITA

Harsokoesoemo, D. 2004. Pengantar Perancangan Teknik. Institut Teknologi Bandung

Hurst, K. 1999. Prinsip-prinsip Perancangan Teknik. *University of Hull. England.*

Alsensalo. Pengertian Tegangan Geser dan Tegangan Normal

<http://alsensalo.blogspot.co.id/2011/10/tegangan-normal-akibat-beban-aksial.html>

20 Juni 2015 pada pukul 18.00 WITA

Tangkuman. S. Mekanika Kekuatan Material. Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi. Manado

Iwansugiyarto. Pengertian Torsi atau Momen Gaya

<http://iwansugiyarto.blogspot.co.id/2012/01/torsi.html>

31 Mei 2015 pada pukul 02.00 WITA

Berutu, B. 2007. Efisiensi dan Optimalisasi Pemakaian Baja Sebagai Bahan Konstruksi. Universitas Sumatera Utara.

Marsudirini. Fisika Gaya Pegas
<https://fisikamarsud.wordpress.com/2012/08/08/114/>

29 Maret 2016 pada pukul 04.20 WITA

