

ANALISA SISTEM PENGGEREMAN DAN STEERING
PADA KENDARAAN GOKART DENGAN DAYA
PENGGERAK 5 PK

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*



DISUSUN OLEH :

NANDA PRATAMA.S
133310423

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2019

HALAMAN PERSETUJUAN

TUGAS SKRIPSI

ANALISA SISTEM PENGGEREMAN DAN *STEERING* PADA
KENDARAAN GOKART DENGAN DAYA PENGGERAK 5 PK

Disusun Oleh :

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

NANDA PRATAMA,S
13.331.0423

Diperiksa Dan Disetujui Oleh :

PEKANBARU

Ir. Syawaldi, M.Sc
Dosen Pembimbing I

Tanggal : 16/4-2019

Dody Yulianto, ST,MT
Dosen Pembimbing II

Tanggal : 16/4-2019

Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS SKRIPSI

ANALISA SISTEM Pengereman dan *STEERING* PADA
KENDARAAN GOKART DENGAN DAYA PENGGERAK 5 PK

Disusun Oleh :

UNIVERSITAS ISLAM RIAU
NANDA PRALAM
13.331.0423

Disetujui Oleh :

PEMBIMBING I

PEMBIMBING II


Ir. Syavalli, M.T.


Dody Yulianto, ST., MT.

Disetujui Oleh :



Ir. H. ASD. KHUS ZAINI, MT., MS., TR.

KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK MESIN


DODY YULIANTO, ST., MT.

ANALISA SISTEM Pengereman dan Steering pada KENDARAAN GOKART dengan Daya Penggerak 5 PK

Nanda Pratama.S, Syawaldi, Dody Yulianto

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
Jl. Kaharuddin Nasution Km 11No. 113 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru
Telp. 0761-674635 Fax. (0761)674834
Email : nanda.pratama210595@gmail.com

ABSTRAK

Rem merupakan salah satu komponen yang terdapat pada kendaraan yang berfungsi sebagai menghentikan putaran poros, memperlambat poros, dan mencegah putaran yang tidak dikehendaki. Dan sistem kemudi (steering) merupakan suatu komponen yang ada pada kendaraan, fungsi steering sebagai pengatur arah roda kendaraan. Namun dimasa sekarang sering terjadinya permasalahan pada bagian rem. Melihat permasalahan itu penulis melakukan analisa perlambatan dengan memvariasikan pada kecepatan 20,30,dan 40km/jam pada pengereman. Kemudian menghitung gaya pengereman, torsi pengereman,, tekanan hidrolis. Dan pada sistem steering dilakukan analisa pada radius putar gokart, dan gaya traksi kendaraan. Hasil analisa sistem pengereman disimpulkan bahwa perlambatan pada kecepatan 20km/jam adalah $6,52 \text{ m/s}^2$, pada kecepatan 30km/jam adalah $7,93 \text{ m/s}^2$, dan pada kecepatan 40km/jam adalah $9,23 \text{ m/s}^2$. dan gaya pengereman sebesar 1474.98 N, torsi pengereman sebesar 288.6 N.m, tekanan hidrolis sebesar 37.988 kg/cm^2 . Dan gokart mempunyai radius putar sepanjang 6.48 meter serta gaya traksi sebesar 344.9 N. Sistem pengereman yang digunakan adalah sepeda motor. Dari hasil yang sudah didapat maka analisa sistem pengereman dan steering pada gokart dapat dinyatakan masih batas normal dan aman bagi pengemudi.

Kata kunci : Analisa, Rem, Kemudi

ANALYSIS OF BRAKING SYSTEM AND STEERING ON A GOKART VEHICLE WITH A POWER 5 PK

Nanda Pratama.S, Syawaldi, Dody Yulianto
Mechanical Engineering Study Program Of Technical Faculty, Islamic University of
Riau

Jl. Kaharuddin Nasution Km 11No. 113 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru
Telp. 0761-674635 Fax. (0761)674834
Email : nanda.pratama210595@gmail.com

ABSTRACT

Brakes are one of the components contained in a vehicle that functions as a stop rotation of the shaft, slowing the shaft, and preventing unwanted rotation. And the steering system is a component that is in the vehicle, steering functions as a regulator of the direction of the vehicle wheels. But nowadays there are often problems with the brake. Looking at the problem, the authors conducted a deceleration analysis by varying the speed of 20,30 and 40km/hours on braking. Then calculate the braking force, braking torque, hydraulic pressure. And in the steering system an analysis is carried out on the kart's turning radius, and the vehicle traction force. The results of the braking system analysis concluded that the slowdown at the speed of 20km/h was $6,25 \text{ m/s}^2$, at the speed of 30km/h is $7,93 \text{ m/s}^2$, and at a speed 40km/h is $9,23 \text{ m/s}^2$. And braking force of 1474.98 N, Braking torque of 288.6 N.m, hydraulic pressure of 37.988 kg/cm^2 . And kart has a turning radius of 6.48 m and traction force of 344.9 N. The brakign system used is a motorcycle. From the result obtained, the analysis of the braking system and steering on the kart can be declared normal and safe for the driver.

keywords : Analysis, Brake, steering

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Pertama dan utama sekali penulis mengucapkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT. Dimana penulis telah dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “ANALISA SISTEM PENEREMAN DAN STEERING PADA KENDARAAN GOKART DENGAN DAYA PENGGERAK 5 PK “

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan waktunya dalam bimbingan untuk menyusun tugas akhir ini yakni :

1. Ayahanda Syafnir Dan Ibunda Sarwis Yang Tiada Henti- Hentinya Selalu Memberikan Doa, Dan Dukungan Yang Telah Menghantarkan Penulis Seperti Sekarang Ini, Beserta Kakak/Adik Sepupu Saya yang Telah Memberikan Semangat Dan Terkhusus Untuk Keluarga Besar.
2. Bapak Ir. H Abdul Kudus. Z, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Bapak Ir. Syawaldi, M.Sc selaku dosen pembimbing I atas segala bimbingan, kesabaran, serta arahan yang diberikan kepada penulis selama penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Dody Yulianto, ST., MT selaku dosen pembimbing II atas segala bimbingan serta arahan yang diberikan kepada penulis selama penyusunan tugas akhir ini.

5. Bapak Dody Yulianto, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
6. Bapak Dr. Dedi Karni, ST., M.Sc selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
7. Bapak dan Ibu dosen Pembina pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
8. Teman – teman seangkatan yang telah membantu memberikan ide, gagasan dan masukan - masukan yang sangat bermanfaat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Demikian yang dapat penulis sampaikan, penulis mengucapkan terima kasih, semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi yang membaca dan memerlukannya.

Pekanbaru, April 2019

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR NOTASI	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Kendaraan.....	6
2.2 Gokart.....	7
2.3 Sistem Pengereman	8
2.4 Fungsi Rem.....	9
2.5 Prinsip Pengereman.....	10
2.6 Tipe-Tipe Rem.....	11
2.6.1 Fungsi Rem Dan Lokasi Pemasangannya.....	11
2.6.2 Cara Kerja Pengereman	12

2.6.3 Cara Kerja Komponen Penggerak Rem.....	14
2.7 Jenis-Jenis Rem	17
2.7.1 Rem Cakram	17
2.7.2 Rem Tromol	21
2.8 Analisa Perlambatan Sistem Pengereman	25
2.9 Perhitungan Sistem Rem	25
2.9.1 Gaya Pengereman.....	26
2.9.2 Torsi Pengereman.....	26
2.9.3 Perbandingan Pedal Rem.....	26
2.9.4 Gaya Pada Pedal Rem.....	27
2.9.5 Tekanan Hidrolik.....	27
2.10 Sistem Kemudi(Steering)	28
2.11 Sistem Kemudi Manual.....	32
2.12 Bagian Utama Sistem Kemudi Manual.....	32
2.12.1 Roda Kemudi(Steering Wheel)	32
2.12.2 Steering Column.....	34
2.12.3 Steering Gear.....	35
2.12.4 Steering Linkage.....	36
2.12.5 Lengan Pitman.....	38
2.12.6 Tie Rod.....	39
2.12.7 Kingpin.....	39
2.13 Perhitungan Sudut Belok Kanan Dan kiri	40
2.14 Perhitungan Momen Sistem Kemudi	42

2.14.1 Radius Polar	42
2.14.2 Tinggi Efektif	42
2.14.3 Momen Kingpin.....	43
2.14.4 Gaya Traksi Kendaraan.....	43
BAB III METODE PENELITIAN.....	46
3.1 Diagram Alir Pengujian.....	46
3.2 Studi Pustaka.....	47
3.3 Waktu Dan Tempat Pengujian	47
3.3.1 Waktu Pelaksanaan Pengujian.....	47
3.3.2 Tempat Pelaksanaan Pengujian.....	47
3.4 Alat Dan Bahan	48
3.4.1 Alat	48
3.4.2 Bahan	51
3.5 Tahapan Pengujian	55
3.6 Tabel Data Pengukuran	56
3.6.1 Tabel Data Pengukuran Sistem Pengukuran	57
3.6.2 Tabel Data Pengukuran Sistem Kemudi.....	57
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	58
4.1 Analisa Perlambatan Sistem Pengereman	58
4.1.1 Kecepatan 20km/jam	58
4.1.2 Kecepatan 30km/jam	60
4.1.3 Kecepatan 40km/jam	61
4.2 Perhitungan Sistem Rem.....	63

4.2.1 Gaya Pengereman	63
4.2.2 Torsi Pengereman	64
4.2.3 Perbandingan Pedal Rem	64
4.2.4 Gaya Pada Pedal Rem.....	66
4.2.5 Tekanan Hidrolik.....	67
4.3 Radius Putar Gokart	68
4.4 Perhitungan sudut Belok Kanan Dan Kiri	69
4.5 Perhitungan Momen Sistem Kemudi.....	71
4.5.1 Radius Polar (k).....	71
4.5.2 Tinggi Efektif (h).....	72
4.5.3 Momen Kingpin (M_k)	73
4.5.4 Gaya Traksi Kendaraan (F_k)	74
BAB V PENUTUP	76
5.1 Kesimpulan	76
5.2 Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA.....	79
LAMPIRAN.....	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mobil.....	6
Gambar 2.2 Gokart.	7
Gambar 2.3 Sistem pengereman pada mobil.....	8
Gambar 2.4 Fungsi pengereman.....	10
Gambar 2.5 Prinsip pengereman.	11
Gambar 2.6 Internal brake type.	12
Gambar 2.7 External shrinkage type.....	13
Gambar 2.8 Disc type	13
Gambar 2.9 Sistem rem mekanik	14
Gambar 2.10 Rem hidrolik.....	15
Gambar 2.11 Hydro vacuum brake.....	16
Gambar 2.12 Hydro air vacuum brake.....	16
Gambar 2.13 Rem cakram pada mobil	17
Gambar 2.14 Piringan cakram.....	18
Gambar 2.15 Caliper rem.....	19
Gambar 2.16 Bantalan rem cakram	19
Gambar 2.17 Master rem.....	20
Gambar 2.18 Rem tromol.....	21
Gambar 2.19 Backing plate.....	22
Gambar 2.20 Kanvas rem.....	23
Gambar 2.21 Return spring	23

Gambar 2.22 Tromol rem.....	24
Gambar 2.23 Parimeter sistem pengereman.....	25
Gambar 2.24 Perbedaan 2ws dan 4ws	29
Gambar 2.25 Sudut belok pada kendaraan	30
Gambar 2.26 Knuckle arm	31
Gambar 2.27 Sistem kemudi rack and pinion manuaal	31
Gambar 2.28 Bagian utama sistem kemudi manual	32
Gambar 2.29 Steering wheel	33
Gambar 2.30 Skema pengembangan airbag.....	33
Gambar 2.31 Bagian-bagian dari steering column	34
Gambar 2.32 Tilt steering dan telescopic.....	35
Gambar 2.33 Perbedaan penggunaan steering gear.....	36
Gambar 2.34 Komponen dari steering linkage untuk suspensi rigid.....	37
Gambar 2.35 Komponen dari steering linkage untuk suspensi independen	38
Gambar 2.36 Lengan pitman	38
Gambar 2.37 Tie rod.....	39
Gambar 2.38 Kingpin pada gokart.....	40
Gambar 2.39 Geometri ackerman.....	40
Gambar 3.1 Diagram alir pengujian	46
Gambar 3.2 Roll meter.....	48
Gambar 3.3 Jangka sorong	49
Gambar 3.4 Busur derajat	50
Gambar 3.5 Stopwatch.....	50

Gambar 3.6 Aplikasi digiHUD Speedometer.....	51
Gambar 3.7 Tampak samping gokart.....	52
Gambar 3.8 Tampak atas gokart.....	52
Gambar 4.1 Dimensi pedal rem gokart pada tampak samping.....	65
Gambar 4.2 Hasil pengujian besaran gaya yang menekan pedal rem.....	66
Gambar 4.3 Radius putar gokart.....	69
Gambar 4.4 Dimensi gokart.....	69



DAFTAR NOTASI

Nama	Simbol	Satuan
1. Perlambatan	a	m/s^2
2. Gaya	F	N
3. Kecepatan	V	m/s
4. Gaya pengereman	F_{rem}	N
5. Massa	m	kg
6. Torsi	T	N.m
7. Perbandingan pedal rem	i_P	cm
8. Gaya pedal rem	F_k	kg.cm
9. Sudut roda		deg°
10. Jarak roda	L	cm
11. Radius polar	k	m
12. Koefisien gesek	μ	
13. Koefisien tahanan rolling	f_r	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Koefisien adhesi jalan	44
Tabel 2.2 Tahanan rolling	44
Tabel 3.1 Spesifikasi gokart	53
Tabel 3.2 Spesifikasi rem cakram.....	53
Tabel 3.3 Spesifikasi sistem kemudi gokart.....	54
Tabel 3.4 Data hasil pengujian sistem pengereman.....	57
Tabel 3.5 Data hasil pengujian sistem kemudi.....	57
Tabel 4.1 Kecepatan 20 km/jam.....	58
Tabel 4.2 Kecepatan 30 km/jam.....	60
Tabel 4.3 Kecepatan 40 km/jam.....	61
Tabel 5.1 Hasil analisa perlambatan sistem pengereman	76
Tabel 5.2 Hasil analisa parameter sistem pengereman.....	77
Tabel 5,2 Hasil analisa parameter sistem kemudi.....	77

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Gokart	80
Lampiran 2. Dokumentasi Pengujian.....	83



Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan ilmu pengetahuan dalam bidang otomotif, merupakan suatu kemajuan yang sangat diperlukan dimasa sekarang ini. Hal ini dikarenakan kegiatan otomotif merupakan suatu kegiatan yang bertaraf nasional maupun internasional. Saat ini program studi teknik mesin sendiri belum mampu mengembangkan inovasi kendaraan kecil beroda empat seperti halnya gokart.

Gokart merupakan suatu kendaraan roda empat yang memiliki spesifikasi sederhana dan kecil untuk memenuhi hobi maupun olahraga. Gokart biasanya dijadikan latihan dasar bagi seseorang yang ingin menekuni balapan roda empat. Gokart dikendarai di sirkuit berskala kecil. Bentuk fisiknya yang kecil dan memiliki daya yang relatif pula, sehingga gokart hanya membutuhkan lintasan yang relatif relatif pendek (Munardi, 2016). Berbicara tentang gokart, sejatinya gokart harus memenuhi unsur kenyamanan dan keselamatan bagi pengendaranya. Hal tersebut sangat vital pada gokart karena menyangkut keamanan dan keselamatan bagi pengendaranya. Diantaranya adalah sistem pengereman dan kemudi juga harus dirancang, sebagaimana fungsi dari gokart tersebut.

Saat dalam kondisi berjalan, meskipun sudah tidak terhubung lagi dengan pemindah tenaga(gigi transmisi netral), atau bahkan mesin dimatikan, kendaraan masih tetap akan bergerak sampai jarak tertentu. Ini dikarenakan adanya gaya inersia. Sistem rem dipasang pada kendaraan salah satunya adalah untuk

menyerap gaya inersia tersebut. Pada gokart, sistem rem termasuk salah satu komponen pengendali, yaitu sebagai alat penjamin keamanan mengendarai kendaraan dengan cara mengurangi kecepatan dan atau bahkan menghentikannya (Rahman, 2010)

Selain sistem pengereman, sistem kemudi (*steering*) juga memegang peran yang relatif vital pada gokart. Mengingat sistem kemudi merupakan suatu sistem pada kendaraan yang berfungsi untuk membelokkan kendaraan atau mengatur arah jalannya kendaraan (lurus atau belok) dengan cara mengatur posisi/arah roda. Roda utama yang diatur arahnya untuk berbelok adalah roda depan (Wakid, 2010)

Pada kendaraan gokart ini, ada permasalahan yang terjadi. Yaitu pada sistem pengeremannya, dimana pada saat pedal rem di injak secara mendadak, rem langsung mengunci ban. sehingga kendaraan kehilangan kendali pada ban bagian belakang. Hal ini sangat membahayakan pengemudi, maka pengereman harus dituntut untuk menghentikan penguncian ban ketika terjadi pengereman mendadak agar tidak terjadi slip pada ban yang mengakibatkan kecelakaan. Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulisan ini mengambil judul “*Analisa Sistem Pengereman Dan Steering Pada Kendaraan Gokart Dengan Daya Penggerak 5 PK*”

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka permasalahan yang diangkat dalam analisa ini adalah :

1. Bagaimana menganalisa perlambatan pengereman pada kendaraan gokart dengan memvariasikan kecepatan akhir.
2. Bagaimana mendapatkan perhitungan yang ada pada sistem pengereman gokart.
3. Bagaimana mendapatkan radius putar suatu sistem kemudi (*steering*) pada kendaraan gokart.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari analisa ini yaitu:

1. Untuk mengetahui perlambatan pengereman dengan beberapa variasi kecepatan.
2. Untuk mendapatkan perhitungan yang ada pada sistem pengereman gokart.
3. Untuk mengetahui radius belokan pada gokart.

1.4 Batasan masalah

Agar tugas akhir ini mengarah dan tidak menyimpang dari materi pembahasan, maka dalam hal ini dibatasi dengan masalah mengenai *Analisa sistem pengereman dan steering pada kendaraan gokart dengan daya penggerak 5 PK*. Dimana pembahasannya meliputi :

1. Pengujian dan pengambilan data dilakukan pada kondisi jalan datar
2. Perhitungan dilakukan pada sistem pengereman dan kemudi (*steering*)
3. Mesin yang digunakan adalah Robin 5 PK

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika pembahasan dalam penulisan tugas akhir ini dikelompokkan kedalam beberapa bab yaitu :

BAB I :Berisi pendahuluan yang menjelaskan latarbelakang analisa, tujuan penulisan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II :Menjelaskan tinjauan pustaka yang memaparkan tentang teori – teori sistem steering pada kendaraan gokart.

BAB III :Metodologi Penelitian berisi desain penelitian, tempat dan waktu penelitian, metode pengumpulan data.

BAB IV :Hasil dan analisa berisikan tentang hasil penelitian, hasil pembahasan dan analisa data penelitian.

BAB V :kesimpulan dan Saran berisi simpulan dari hasil penelitian dan saran-saran yang dapat mendukung pengembangan dalam penelitian selanjutnya. Bagian akhir tugas akhir berisi tentang daftar pustaka dan lampiran-lampiran yang mendukung penjelasan di dalam pembahasan



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Kendaraan

Pada saat ini teknologi berkembang dengan sangat pesat, hal ini bukan hanya pada bidang industri, elektronik, dan *gadged* saja tetapi juga berkembang dalam bidang otomotif. Dimana pada saat ini kendaraan diciptakan bukan hanya sebagai sarana transportasi manusia, melainkan juga sebagai sarana edukasi dalam ilmu pendidikan. Salah satu jenis kendaraan yang berkembang dengan sangat pesat adalah kendaraan roda empat atau mobil. Secara umum, mobil digunakan sebagai alat transportasi yang memudahkan manusia berpindah dari suatu tempat ke tempat lainnya. Selain untuk fungsi diatas, hendaknya mobil memiliki aspek keamanan,kenyamanan,kelincahan dalam mengemudi serta memiliki aspek desain yang *timeless* tentunya. Seperti pada gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Mobil

2.2 Gokart

Gokart merupakan varian dari kendaraan roda empat yang sederhana dan memiliki dimensi yang kecil sebagai sarana olahraga. *Gokart* umumnya dipacu di sirkuit yang relatif kecil. Dimensi gokart yang kecil dipadukan dengan mesin dan kapasitas yang kecil pula, sehingga tidak memerlukan lintasan yang panjang untuk mengemudikannya seperti di lapangan, area parkir atau bahkan sirkuit khusus gokart (Furqan, 2017)



Gambar 2.2 Gokart

(Sumber : www.wallmart.com)

Saat ini gokart telah menyebar ke berbagai belahan dunia, dan berkembang secara pesat. Hal ini dikarenakan dalam dunia balap F1, seorang pembalap harus mengendarai gokart terlebih dahulu sebagai ajang latihan sebelum “Naik kelas”. Di dalam balap gokart yang kompetitif, membutuhkan sebuah gokart yang memiliki performa mesin yang maksimal sehingga dapat melaju dengan cepat tanpa mengurangi keamanan dan kenyamanan pengemudi itu sendiri.

Untuk mendapatkan hal tersebut, para mekanik selalu dituntut untuk melakukan pembaruan atau peningkatan performa pada gokart. Adapun pembaruan yang dilakukan para mekanik untuk mendapatkan kecepatan, keamanan dan kenyamanan adalah pembaruan disektor mesin, rangka, kemudi, rem dan hal lainnya.

2.3 Sistem Pengereman

Sistem pengereman dirancang untuk mengurangi kecepatan atau bahkan menghentikan sebuah kendaraan. Sistem ini memiliki peran yang sangat penting pada tiap-tiap kendaraan, dan berfungsi sebagai alat keselamatan yang menjamin untuk mengemudi secara aman.



Gambar 2.3 Sistem pengereman pada mobil

(Sumber : New Step 1)

Menurut para ahli otomotif, Rem merupakan sebuah kebutuhan yang sangat penting untuk keamanan dalam berkendara dan rem juga dapat berhenti dimanapun dan dalam kondisi yang berfungsi dengan baik dan aman (Motor, 1995)

2.4 Fungsi Rem

Pada saat kondisi berjalan, meskipun sudah tidak terhubung lagi dengan sistem pemindah tenaga (gigi transmisi netral) atau bahkan mesin dimatikan, kendaraan tetap bergerak sampai jarak tertentu. Hal ini dikarenakan adanya gaya inersia, Sistem rem dipasang pada kendaraan salah satu fungsinya adalah untuk menyerap gaya inersia tersebut.

Adanya sistem rem memberikan gaya gesek pada suatu massa yang bergerak sehingga berkurang kecepatannya atau bahkan berhenti. Pemakaian rem umumnya banyak ditemui pada saat sistem mekanik yang kecepatan gerakannya berubah-ubah seperti pada roda kendaraan bermotor, poros yang berputar, dan lain sebagainya. Berarti dapat disimpulkan bahwa fungsi utama rem adalah menghentikan putaran poros, mengatur putaran poros, dan juga mencegah putaran yang tidak dikehendaki (Rahman, 2010) Seperti pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Fungsi pengereman

(Sumber: www.DetikOto.com)

Agar dapat mencapai pengereman yang aman, dibutuhkan beberapa persyaratan (Rahman, 2010), antara lain :

1. Sistem rem tidak mempengaruhi gerak roda pada saat digunakan
2. Dapat bekerja dengan baik dan cepat
3. Sistem rem harus dapat bekerja dengan maksimal pada saat kecepatan tinggi dan atau pada saat beban berat, mempunyai daya pengereman yang sama besar disetiap roda.
4. Pengoperasian sistem rem harus mudah tanpa menguras konsentrasi dan menyebabkan kelelahan pada pengemudi.
5. Harus dapat menghasilkan pengereman yang pasti, dan mudah dalam pengecekan dan pengoperasiannya.

2.5 Prinsip Pengereman

Kendaraan tidak dapat berhenti dengan waktu yang cepat apabila mesin dibebeaskan(tidak dihubungkan) dengan transmisi, dan kendaraan cenderung tetap bergerak. Kelemahan ini harusnya diminimalisir dengan tujuan untuk menurunkan kecepatan gerak kendaraan hingga berhenti. Pada dasarnya mesin mengkonversikan energi panas menjadi energi kinetik atau energi gerak untuk menggerakkan kendaran. Dan sebaliknya rem mengkonversikan energi kinetik menjadi energi panas untuk menghentikan kendaraan. Pada umumnya, rem bekerja diakibatkan oleh adanya sistem gabungan penekanan melawan sistem

gerak putar (Motor, 1995). Efek pengereman diperoleh dari adanya gesekan yang ditimbulkan antara dua objek seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.5



Gambar 2.5 Prinsip pengereman

Sumber : (New Step 1)

2..6 Tipe-Tipe Rem

Rem yang digunakan pada kendaraan bermotor,dapat digolongkan menjadi beberapa tipe.

2.6.1 Fungsi rem dan lokasi pemasangannya

a. Rem roda (*wheel brake*)

Fungsi dari rem roda adalah sebagai rem utama untuk memperlambat atau menghentikan kendaraan. Rem ini menggunakan *brake shoe* atau pad yang digesekkan pada tromol atau cakram, sehingga terjadinya gesekan yang mengakibatkan kendaraan berhenti. Adapun pengoperasian dari rem roda ialah menggunakan tangan (*hand brake*) atau menggunakan pedal yang biasa di injak pada kaki.

b. Rem parkir

Rem parkir biasanya digunakan untuk menahan atau mengunci ban kendaraan agar tidak bergerak pada saat berhenti atau saat parkir.

c. Rem tambahan

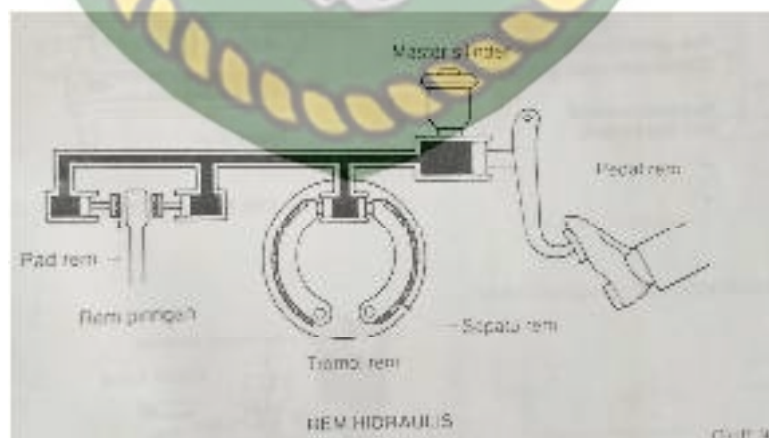
Rem tambahan berfungsi untuk membantu rem roda, umumnya rem tambahan sering dijumpai pada kendaraan besar dan berat. Contoh penggunaan rem ini adalah *engine brake*

2.6.2 Cara kerja pengereman

a. *Internal expansion type*

Cara kerja jenis rem ini yaitu pada saat pengereman menggunakan sepatu rem, sepatu rem tersebut bergerak keluar menekan kerah sisi dalam *brake drum* (tromol) seperti pada gambar

2.6.



Gambar 2.6 *Internal brake type*

(Sumber:New Step 1)

b. *External shrinkage type*

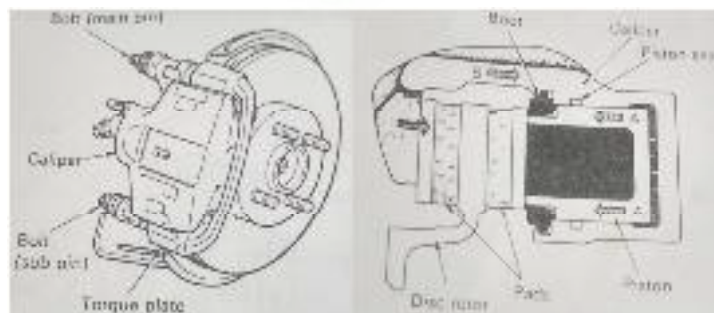
Cara kerja jenis rem ini yaitu menggunakan *brake lining* atau kanvas rem melingkar yang ditarik menekan sisi luar drum. Dan cara kerja ini kebalikan dari cara kerja internal expansion type .seperti yang dijelaskan pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 *External shrinkage type*
(Sumber: .coilku.blogspot.com)

c. *Disk type*

Cara kerja rem jenis ini adalah pada pringan cakram, kanvas rem akan menekan cakram yang berputar (cakram dijepit dari samping) seperti yang terlihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 *Disk type*
(Sumber: New Step 1)

2.6.3 Cara kerja komponen penggerak rem

a. Sistem rem mekanik

Sistem rem mekanik ini merupakan sistem rem yang paling sederhana dan tidak terlalu banyak memakai komponen. Pengoperasian rem ini menggunakan rem baja atau batang besi yang dihubungkan dari handle, tuas, atau pedal (Gambar 2.9). Dikarenakan konstruksinya yang sederhana dan memiliki daya pengereman sangat kecil, sehingga hanya digunakan pada kendaraan seperti sepeda atau sepeda motor dengan kapasitas mesin yang kecil. Pada mobil, sistem mekanik hanya digunakan pada rem parkir.

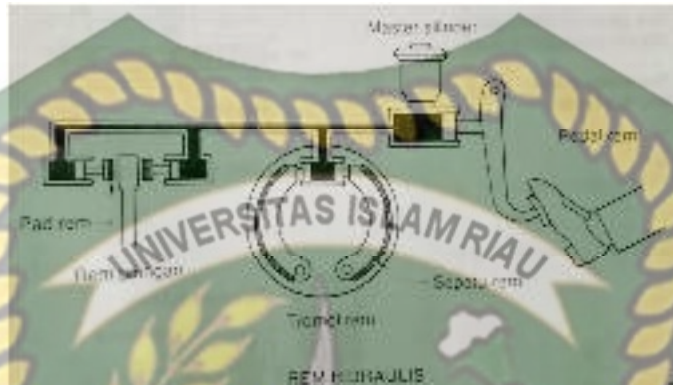


Gambar 2.9. Sistem rem mekanik
(Sumber: www.Willycar.com)

b. Sistem rem hidrolik

Sistem rem mekanik merupakan sistem rem yang menggunakan media fluida cair sebagai media penghantar gerakan. Tekanan pedal atau handle diteruskan melalui tekanan hidrolik berdasarkan hukum Pascal, yang menyatakan bahwa “Tekanan zat cair akan diteruskan

kesegala arah dengan tekanan yang sama besar” seperti ilustrasi pada gambar 2.10.



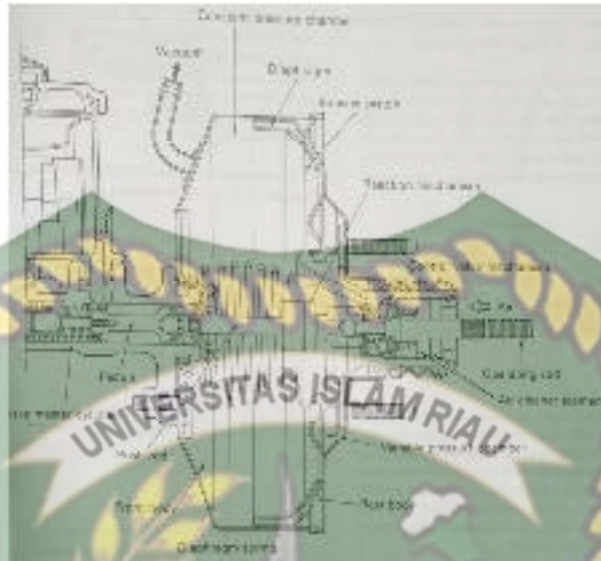
Gambar 2.10 Rem hidrolis
(Sumber: New step 1)

c. Sistem rem pneumatic

Sistem rem ini menggunakan tekanan udara sebagai sistem penggerak atau pendorong dari sistem rem gesek. Ada dua macam sistem rem pneumatic, yaitu:

1) *Hydro vacuum brake*

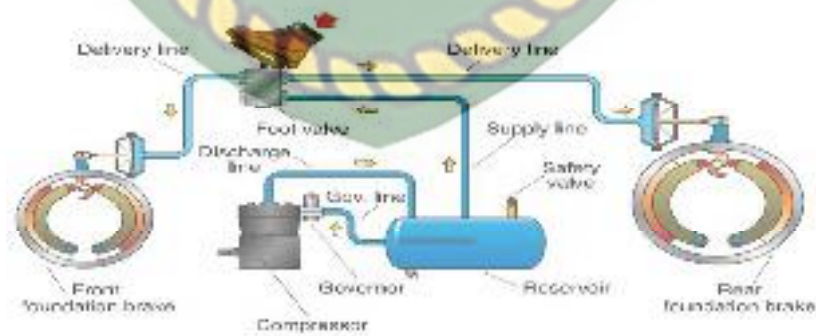
Pada *hydro vacuum brake* (booster rem) terdapat alat tambahan pada sistem hidrolis untuk menambah tenaga pengereman menggunakan perbedaan tekanan antara kevakuman mesin dan tekanan udara luar selama mesin meyal, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Hydro vacuum brake
(Sumber:New Step 1)

2) *Hydro air vacuum brake*

Pada sistem rem ini menggunakan *servo air brake* (servo udara) untuk meringankan injakan pedal saat pengereman dengan memanfaatkan tekanan udara kompresor. Seperti pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 *Hydro air vacuum brake*
(Sumber:www.klasotomotif.com)

2.7 Jenis-Jenis Rem

Menurut jenisnya, secara umum rem terdiri dari 2 jenis. Yaitu rem cakram dan rem tromol

2.7.1 Rem Cakram

Rem cakram terdiri dari sebuah piringan yang terbuat dari baja yang diapit oleh kanvas rem (*brake pad*) di kedua sisinya pada waktu pengereman. Pengereman terjadi karena adanya gaya gesek dari kanvas rem yang ada di kedua sisi, dan mendapatkan tekanan dari piston hidrolik sehingga terjadinya perlambatan. Seperti pada gambar 2.13, dimana kanvas rem menjepit piringan cakram.



Gambar 2.13 Rem cakram pada mobil
(Sumber:New Step 1)

A. Keuntungan dari penggunaan rem cakram adalah:

- 1) Perawatannya lebih mudah dibandingkan rem tromol.
- 2) Pelepasan radiasi panas lebih baik karena adanya lubang pada piringan cakram yang berfungsi untuk melepas panas.
- 3) Menghasilkan pengereman yang yang stabil.

B. Kekurangan dari penggunaan rem cakram adalah:

- 1) Membutuhkan tenaga yang besar untuk menekan pad,hal ini dikarenakan rem cakram memiliki gaya gesek yang relatif kecil
- 2) Dibutuhkan material yang bagus untuk membuat kanvas rem.
- 3) Harga komponen relatif mahal.

C. Komponen rem cakram

- 1) Cakram (*rotor disc*)

Pada umumnya cakram atau piringan (*disc rotor*) terbuat dari logam besi ataupun baja dalam bentuk padat dan mempunyai lubang-lubang untuk ventilasi yang berfungsi untuk memudahkan pelepasan panas pada saat pengereman berlangsung. Seperti pada gambar 2.14



Gambar 2.14 Piringan cakram

- 2) Kaliper

Kaliper juga disebut *cylinder body*, fungsinya sebagai rumah piston-piston dan dilengkapi dengan saluran dimana minyak rem disalurkan ke silinder. Dibagian dalam silinder dilengkapi dengan seal

perapat. Sementara *dust cover* dipasang untuk mencegah agar debu tidak menempel di piston rem. Seperti gambar 2.15.



Gambar 2.15 Caliper rem
(Sumber:www.EssexParts.com)

3) Bantalan rem cakram

Bantalan rem cakram (*brake pad*) adalah komponen dari sistem pengereman yang sangat penting keberadaannya. Pada *brake pad* melekat kanvas rem yang bersinggungan langsung dengan piringan cakram



Gambar 2.16 Bantalan Rem Cakram
(Sumber : New Step 1)

4) Master silinder

Master cylinder mengubah gerak pedal rem kedalam tekanan *hydraulic*. *Master cylinder* terdiri dari piston yang berfungsi sebagai pendorong fluida ke caliper, pegas pembalik, *reservoir tank* untuk menampung minyak rem, minyak rem berfungsi sebagai penyalur tenaga hidrolik dan pipa atau selang rem sebagai penyalur tekanan fluida dari master silinder ke *caliper*. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.17.



Gambar 2.17 Master rem
(Sumber:New-step1-Toyota)

D. Cara kerja rem cakram

Pada saat pedal rem di injak, tekanan pada minyak rem yang berada dalam master silinder akan mendorong piston rem ke kanvas rem dan menjepit piringan tersebut sehingga terjadilah proses pengereman. Saat pedal rem dilepas, piston rem akan dikembalikan lagi ke posisi awal oleh *automatic adjustable* secara otomatis.

2.7.2 Rem Tromol

Rem untuk kendaraan umumnya berbentuk rem tromol. Rem tromol mempunyai ciri lapisan rem yang terlindung, dapat menghasilkan gaya rem yang besar untuk ukuran rem yang kecil, dan umur lapisan rem cukup panjang, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.18



Gambar 2.18 Rem tromol
(Sumber: www.otospeedcar.com)

- A. Keuntungan dari rem tromol adalah
- 1) Membutuhkan tenaga yang sedikit untuk menekan sepatu rem, ini dikarenakan rem tromol gaya geseknya yang besar.
 - 2) Harga terjangkau
 - 3) Umur lapisan rem yang panjang.
- B. Kelemahan dari rem tromol adalah
- 1) Pelepasan panas yang buruk, ini dikarenakan sistem rem tromol yang tertutup.
 - 2) Perawatan dan pemeriksaan yang relatif rumit dibandingkan rem cakram

- 3) Sering terjadinya efek fading atau rem blong, dikarenakan memuainya tromol akibat panas dari gesekan kanvas rem

C. Komponen rem tromol

1) Backing plate

Backing plate terbuat dari baja pres yang dibaut pada rumah poros bagian belakang. *Backing plate* berfungsi sebagai tumpuan yang berguna untuk menahan putaran tromol dan juga untuk kanvas rem dan pegas pengembali



Gambar 2.19 Backing plate
(Sumber:New Step 1)

2) Sepatu rem dan kanvas rem

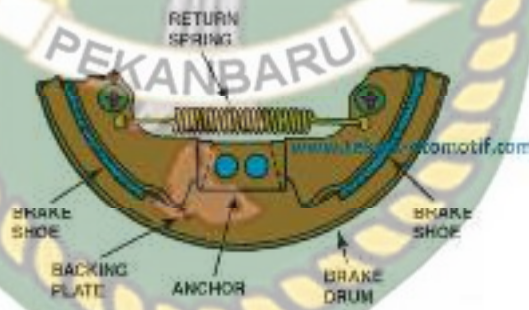
Sepatu rem (*brake shoe*) memiliki bentuk setengah lingkaran. Ini berfungsi untuk menahan putaran brake drum melalui gesekan. Bagian yang digesek disebut kanvas atau lining yang dipasangkan pada rangka yang terbuat dari baja dengan jalan paku keeling (pada kendaraan besar) atau dilem (pada kendaraan kecil).



Gambar 2.20 Kanvas rem Tromol
(Sumber:New Step 1)

3) Pegas pengembali (*return spring*)

Pegas pengembali berfungsi untuk mengembalikan sepatu rem (*brake shoe*) ke posisi semula pada saat tekanan silinder roda turun.

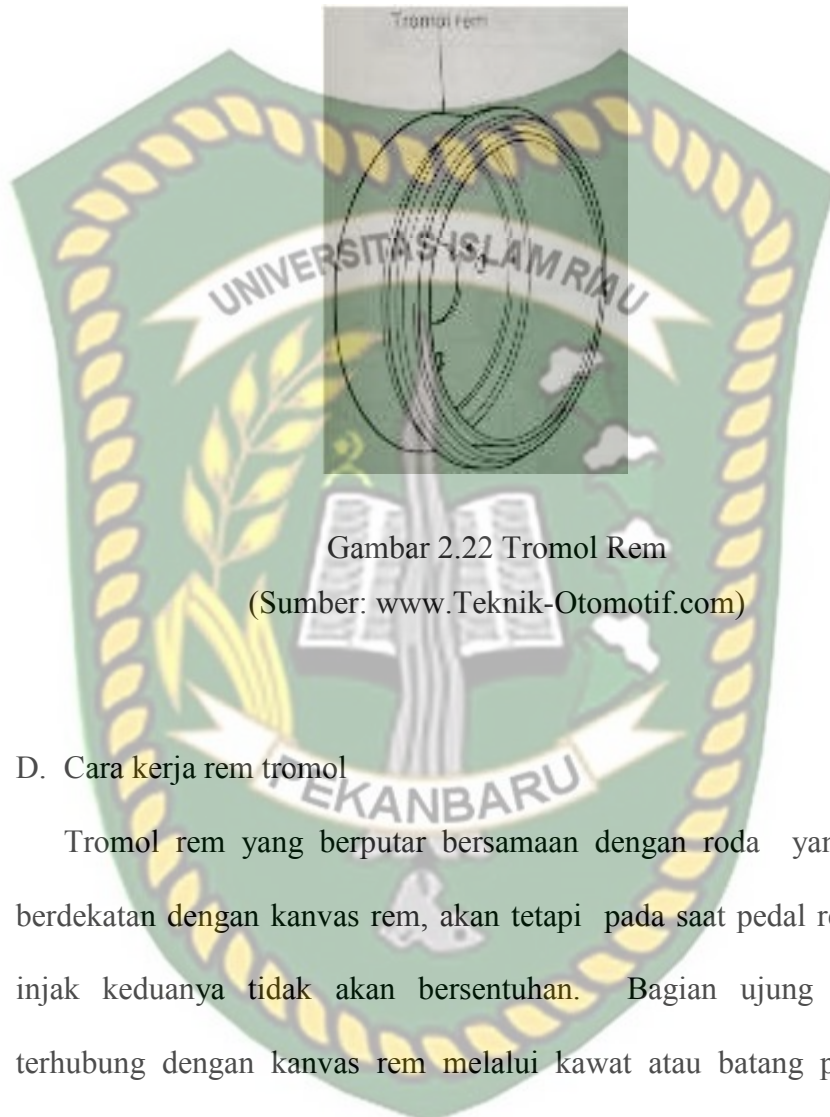


Gambar 2.21 Return spring
(Sumber: www.Teknik-Otomotif.com)

4) Tromol rem

Pada umumnya tromol terbuat dari besi tuang (*gray cast iron*). Bagian sisi dalam tromol merupakan bidang gesek dengan kanvas sepatu rem pada saat pedal rem ditekan. Bila tekanan pedal rem

dilepas, sisi dalam tromol dengan kanvas rem posisinya tidak bersentuhan



Gambar 2.22 Tromol Rem
(Sumber: www.Teknik-Otomotif.com)

D. Cara kerja rem tromol

Tromol rem yang berputar bersamaan dengan roda yang letaknya berdekatan dengan kanvas rem, akan tetapi pada saat pedal rem tidak di injak keduanya tidak akan bersentuhan. Bagian ujung pedal rem terhubung dengan kanvas rem melalui kawat atau batang penghubung sehingga jika pedal rem di injak, maka batang penghubung akan menarik kanvas rem sehingga kanvas rem mengembang maka terjadilah pengereman pada kendaraan.

2.8 Analisa perlambatan Sistem Pengereman

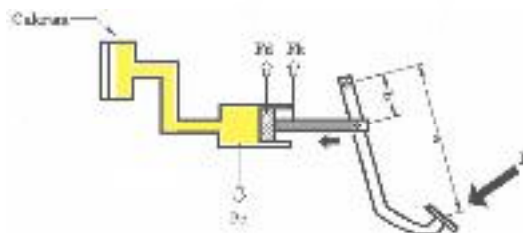
Permasalahan yang ada pada gokart saat ini adalah, terjadinya pengereman yang tidak normal. Maksud dari tidak normal sendiri adalah terjadinya suatu proses pengereman yang berhenti secara cepat, Hal ini tentu sangat membahayakan pengemudi maupun kendaraan sekitar ketika rem langsung mengunci piringan cakram tersebut.

Maka dari itu, analisa perlu dilakukan untuk mengetahui seberapa cepat perlambatan berlangsung. Adapun persamaan yang dapat mengukur perlambatan pengereman dapat dilihat dibawah ini.

$$a = \frac{V k^2}{2 \times St} \dots\dots\dots (1.1)$$

2.9 Perhitungan Sistem Rem

Pada setiap komponen-komponen yang ada pada kendaraan, tentunya ada beberapa parameter-parameter yang memiliki perhitungan. Adapun perhitungan yang ada pada gokart meliputi: Gaya pengereman, Torsi pengereman, Tekanan kampas rem yang diperlukan, Gaya tekan piston pada kampas, Tekanan Hidrolik, Gaya piston master tem, Gaya gesek pengereman. Untuk mengetahui lebih jelas tentang parameter tersebut, dapat dilihat pada gambar 2.23.



Gambar 2.23 Parameter Sistem pengereman

2.9.1 Gaya Pengereman

Gaya pengereman adalah suatu gaya/usaha untuk melakukan proses pengereman, adapun persamaan yang digunakan untuk menentukan gaya pengereman adalah:

$$F = m \times \alpha \dots\dots\dots (1.2)$$

Dimana F = Gaya pengereman (N)
 m = massa gokart+massa pengemudi (kg)
 α = Perlambatan (m/s^2)

2.9.2 Torsi Pengereman

Torsi merupakan suatu kemampuan puntir yang yang diberikan pada suatu benda, sehingga benda tersebut dapat berputar. Adapun persamaan yang digunakan untuk menentukan torsi pengereman adalah:

$$T = 1,1 \times F \times \frac{D_{ban}}{2} \dots\dots\dots (1.3)$$

Dimana T = Torsi pengereman (N.m)
 F = Gaya pengereman (N)
 D_{ban} = Diameter ban (m)

2.9.3 Perbandingan Pedal Rem

Adapun persamaan yang digunakan untuk mendapatkan perbandingan pedal rem adalah:

$$iP = \frac{a}{b} \dots\dots\dots (1.4)$$

- Dimana :
- iP = Perbandingan pedal rem (cm)
 - a = Jarak dari pedal rem ke tumpuan (cm)
 - b = Jarak dari pusrod ke tumpuan (cm)

2.9.4 Gaya Pada Pedal Rem

Adapun persamaan yang digunakan untuk menentukan Gaya pada pedal rem pada saat di injak yang adalah:

$$F_k = F \cdot \frac{a}{b} \dots\dots\dots (1.5)$$

- Dimana :
- F_k = Gaya yang keluar dari pedal rem (kgf)
 - F = Gaya yang menekan pedal rem (kgf)
 - a = Jarak dari pedal rem ke tumpuan (cm)
 - b = Jarak dari pusrod ke tumpuan (cm)

2.9.5 Tekanan Hidrolik

Tekanan hidrolik adalah suatu usaha yang dilakukan oleh master rem akibat tekanan yang diberikan oleh pengemudi, dan tekanan tersebut diteruskan ke piston rem melalui master rem yang berisikan aliran fluida. Adapun persamaan yang digunakan untuk menentukan tekanan hidrolik adalah:

$$P_e = \frac{F_k}{\frac{1}{4} \times \pi \times d^2} \dots\dots\dots (1.6)$$

Dimana : P_e = Tekanan hidrolik (kg/cm²)
 F_k = Gaya yang dihasilkan dari pedal rem (kgf)
 d = Diameter piston silinder (cm)

2.10 Sistem Kemudi (steering)

Fungsi sistem kemudi adalah sebagai pengatur arah kendaraan dengan cara membelokkan roda depan. Pada saat roda kemudi diputar, steering column akan meneruskan tenaga putarnya ke steering gear, dan steering gear pun memperbesar tenaga putar ini sehingga dihasilkan momen yang lebih untuk menggerakkan roda depan melalui steering linkage (Motor, 1995)

Sistem kemudi yang baik harus memenuhi beberapa syarat, antara lain:

1. Mampu membelokkan kendaraan pada semua kondisi pengendalian dengan stabil.
2. Operasionalnya mudah dan ringan.
3. Konstruksinya tidak membahayakan pengemudi.



A B
Gambar 2.24 Perbedaan 2ws dan 4ws

(Sumber www.Flicker.com)

Pengaturan belok dilakukan dengan 2 skema dasar seperti yang terlihat pada gambar 1.24 Gambar A adalah sistem kemudi 2 roda (2 wheel steering “2ws”), dimana hanya roda depan saja yang diatur untuk keperluan belok. Gambar B adalah sistem kemudi 4 roda (4 wheel steering “4ws”), dimana roda depan dan belakang diatur untuk keperluan belok. Pada gambar B roda belakang pengaturannya berlawanan arah dengan roda depan saat berbelok.

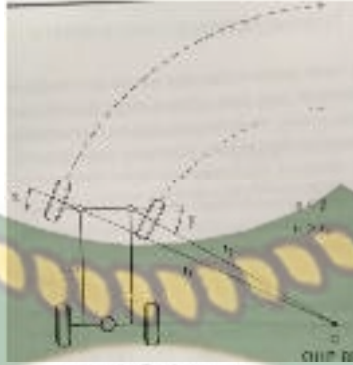
Pengaturan arah roda depan saja untuk berbelok mempunyai kelemahan pada saat belok bisa terjadi kondisi *oversteer* ataupun *understeer*. Kondisi *oversteer* adalah kondisi belok yang terlalu responsive atau lebih besar dari yang diharapkan akibat dari efek kelajuan kendaraan. *Oversteer* cenderung terjadi pada kecepatan tinggi karena efek dari kelajuan kendaraan dimana titik berat kendaraan seolah bergeser lebih ke belakang, sehingga sudut slip roda belakang lebih besar dibandingkan roda depan.

Kondisi *understeer* adalah dimana kendaraan sulit berbelok akibat dari sudut slip roda depan lebih besar dibandingkan roda belakang. Pada kondisi *understeer*, kendaraan memerlukan sudut belok yang lebih besar untuk berbelok pada kondisi-kondisi tertentu. Untuk mengatasi kelemahan dari kemudi dua roda, maka dikembangkan kemudi 4 roda. Belokan roda belakang digunakan untuk mengatasi kondisi *oversteer* dan *understeer* (Wakid, 2010)



Gambar 2.25 Sudut belok pada kendaraan
(Sumber: New Step 1)

Sudut belok roda antara roda kanan dan roda kiri pasti dibuat berbeda, supaya kendaraan bisa berbelok dengan baik tanpa terjadi slip pada ban. Pada gambar 2.25 memberikan ilustrasi tentang perbedaan sudut belok tersebut. Sudut A lebih kecil dari sudut B. untuk mendapatkan kondisi tersebut kondisi knuckle arm tidak dibuat sejajar. Namun mendorong ke dalam, seperti yang terlihat pada gambar 2.26 dimana knuckle arm menyerong ke dalam mempunyai efek pada saat belok, roda mempunyai sudut yang berbeda.



Gambar 2.26 knuckle arm

(Sumber : New Step 1)

Sistem kemudi ada beberapa jenis, yaitu manual, *power steering* (*hydraulic and electric*) dan *steer by wire*. Sistem kemudi manual adalah sistem kemudi yang sumber tenaga kemudi murni dari tenaga kemudi saja. Tenaga pengemudi dipindahkan dari roda kemudi ke poros kemudi, roda gigi kemudi, batang-batang kemudi dan ke knuckle arm. Sistem kemudi dengan *power steering* adalah kemudi manual ditambah dengan sistem hidrolis dan atau elektronik sebagai bantuan sumber tenaga gerak. Gerakan dari pengemudi dijadikan gerakan awal dan merupakan pengirim sinyal bagi sistem tenaga, baik itu hidrolis maupun elektronik (Wakid, 2010)



Gambar 2.27 Sistem kemudi rack and pinion manual

(Sumber: New Step 1)

2.11 Sistem Kemudi Manual

Sistem kemudi manual, sebagaimana yang telah disebutkan diatas ialah sistem kemudi yang sumber tenaga kemudinya murni dari tenaga pengemudi saja. Komponennya terdiri dari 4(empat) bagian utama, yaitu roda kemudi, poros kemudi dan column, roda gigi kemudi, dan batang-batang kemudi. Tenaga pengemudi dipindahkan dari roda kemudi ke poros kemudi, roda gigi kemudi, batang-batang kemudi dan ke knuckle arm (Wakid, 2010). Seperti skema pada gambar 2.28



Gambar 2.28 Bagian utama sistem kemudi manual

(Sumber: New Step 1)

2.12 Bagian Utama Sistem Kemudi Manual

Pada umumnya sistem kemudi terdiri dari (7) tujuh bagian utama,yaitu:

2.12.1 Roda kemudi (*steering wheel*)

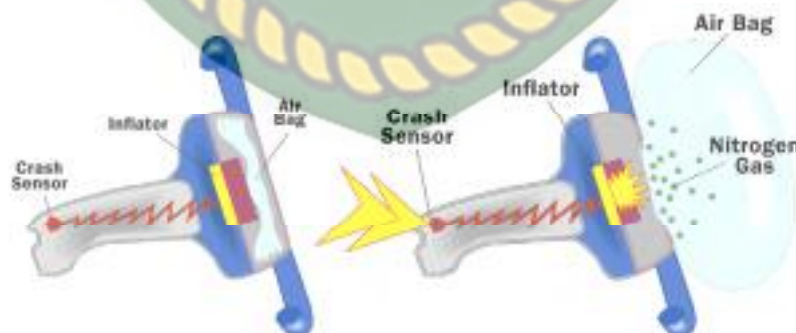
Roda kemudi merupakan bagian sistem kemudi yang bersentuhan langsung dengan pengemudi. Ia mempunyai fungsi untuk memperbesar tenaga pengemudi. Semakin besar diameter roda kemudi, kemudi semakin terasa ringan, demikian juga sebaliknya, semakin kecil diameter roda kemudi, semakin berat dalam memutar kemudi. Semakin besar

diameter roda kemudi semakin besar pula tenaga kemudi ditingkatkan, namun ukuran roda kemudi dibatasi oleh ketersediaan ruang pengemudi, faktor ergonomi dan estetika, sehingga ukurannya tidak bisa terlalu besar (Wakid, 2010). Seperti Yang ditunjukkan pada gambar 2.29.



Gambar 2.29 Steering wheel
(Sumber : www.Bmw.m.com)

Roda kemudi selain berfungsi meningkatkan tenaga pengemudi, juga digunakan sebagai dudukan beberapa komponen dan mekanisme, antara lain tombol klakson (*horn pad*) dan kantong udara pengemudi (driver air baig “DAB”). Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.30



Gambar 2.30 Skema pengembangan airbag
(Sumber: www.womenonwheels.co.za)

2.12.2 Steering column

Steering column terdiri dari main shaft yang meneruskan putaran roda kemudi ke steering gear, dan column tube yang mengikat main shaft ke body. Ujung atas dari main shaft dibuat meruncing dan bergerigi, dan roda kemudi diikatkan ditempat tersebut dengan sebuah mur. Steering column juga merupakan mekanisme penyerap energi yang menyerap gaya dorong dari pengemudi pada saat terjadinya tabrakan. Steering column dipasang pada body melalui bracket column tipe breakaway sehingga steering column dapat bergeser turun pada saat terjadinya tabrakan (Toyota step 1). Seperti pada gambar berikut.



Gambar 2.31. Bagian-bagian dari steering column

(Sumber: New-Step1-Toyota)

Bagian bawah main shaft dihubungkan pada steering gear melalui flexible joint atau universal joint yang berfungsi untuk memperkecil pengiriman kejutan yang diakibatkan oleh keadaan jalan dari steering gear ke roda kemudi. Disamping mekanisme penyerap energi, pada steering column kendaraan tertentu terdapat sistem control kemudi. Misalnya

mekanisme steering lock untuk mengunci main shaft, seperti pada gambar 2.32 mekanisme tilt steering untuk memungkinkan pengemudi menyatel posisi vertikal roda kemudi, telescopic steering untuk mengatur panjang man shaft, agar diperoleh posisi yang sesuai dan sebagainya.



Gambar 2.32 Tilt steering dan Telescopic
(Sumber: New Step 1)

2.12.3 Steering Gear

Steering gear tidak saja berfungsi untuk mengarahkan roda depan, tetapi dalam waktu yang bersamaan juga berfungsi sebagai gigi reduksi untuk meningkatkan momen agar kemudi menjadi ringan. Untuk itu diperlukan perbandingan reduksi yang disebut juga perbandingan steering gear, dan biasanya perbandingan steering gear antara 18 sampai 20 : 1. Perbandingan yang semakin besar akan menyebabkan kemudi menjadi semakin ringan akan tetapi jumlah putarannya akan bertambah banyak, untuk sudut belok yang sama.

Ada beberapa tipe steering gear, tetapi yang banyak digunakan saat ini adalah tipe recirculating ball dan rack & pinion. Tipe yang pertama, digunakan pada mobil penumpang ukuran sedang sampai besar dan mobil komersil. Sedangkan tipe kedua, digunakan pada mobil penumpang ukuran kecil sampai sedang (Motor, 1995)



Gambar 2.33 Perbedaan penggunaan steering gear
(Sumber: New Step 1)

2.12.4 Steering Linkage

Steering linkage terdiri dari rod dan arm yang meneruskan tenaga gerak dari steering gear keroda depan. Walaupun mobil bergerak naik-turun, gerakan roda kemudi harus diteruskan ke roda-roda depan dengan sangat akurat setiap saat. Ada beberapa tipe steering linkage dan konstruksi joint yang dirancang untuk tujuan tersebut. Bentuk yang tepat sangat mempengaruhi kestabilan pengendalian. Steering linkage terbagi dalam beberapa jenis, yaitu:

a) Steering linkage untuk suspensi rigid

Steering linkage tipe ini terdiri dari pitman arm, drag link, knuckle arm, tie-rod end. Tie rod mempunyai pipa untuk menyetel panjangnya rod.



Gambar 2.34 komponen dari steering linkage untuk suspensi rigid
(Sumber: New Step 1)

b) Steering linkage untuk suspensi independen.

Pada tipe ini terdapat sepasang tie rod yang disambungkan dengan relay rod (pada tipe rack dan pinion, rack berfungsi sebagai relay rod). Sebuah pipa dipasang diantara tie rod dan tie rod end untuk menyetel panjangnya rod.



Gambar 2.35 Komponen dari steering linkage untuk suspensi independen
(Sumber : new-step1-toyota)

2.12.5 Lengan Pitman

Lengan pitman meneruskan gerakan gigi kemudi ke batang *tie rod*. Berfungsi untuk merubah gerakan putar poros utama kemudi menjadi gerakan maju mundur (Nasution, 2017). Berikut adalah gambar lengan pitman pada kendaraan dengan roda gigi jenis *recirculating gear*.



Gambar 2.36 Lengan Pitman

2.12.6 Tie rod

Tie rod adalah komponen steering linkage yang berfungsi untuk meneruskan putaran kemudi sehingga roda depan bisa belok ke kanan dan ke kiri. Seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.37 Tie rod
(Sumber : New Step 1)

Tie rod ini memiliki fungsi utama yaitu untuk meneruskan putaran kemudi dari setir yang dihubungkan ke rackgear menuju roda sehingga roda depan pada mobil dapat dibelokkan. Untuk *Tie rod* ini sendiri masih dibagi kedalam 2 jenis part yakni *tie rod* pendek dan *tie rod* panjang. *Tie rod* pendek adalah bagian yang menempel pada ujung dudukan knukle yang dihubungkan dengan sebuah joint. Sedangkan *tie rod* panjang ini terhubung langsung ke *rack steer* (Nasution, 2017)

2.12.7 Kingpin

kingpin atau *Steering knuckle* berfungsi untuk menahan beban yang diberikan pada roda-roda depan dan juga sebagai poros putaran roda. Roda akan berputar dengan tumpuan *ball joint* atau king pin dari

suspension arm (Nasution, 2017). Berikut adalah gambar geometri king pin pada kendaraan. Seperti yang terlihat pada gambar 2.38.

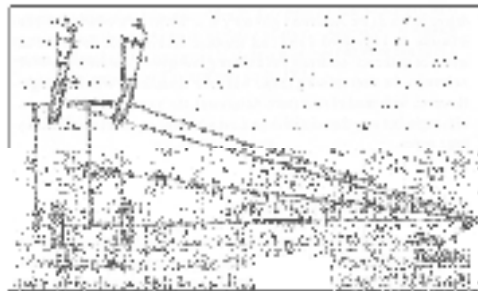


Gambar 2.38 Kingpin pada gokart

(Sumber:Nasution,2017)

2.13 Perhitungan Sudut Belok Kanan (δ_i) dan Kiri(δ_o)

Perilaku Ackerman merupakan perilaku belok kendaraan yang ideal, kendaraan akan berbelok mengikuti gerakan Ackerman dimana tidak terjadi sudut slip pada setiap roda. Pada kecepatan yang rendah roda tidak memerlukan gaya lateral sehingga pada saat membelok belum menimbulkan sudut slip. Pusat belok dari kendaraan merupakan perpotongan garis yang berhimpit dengan poros belakang dengan garis tegak lurus terhadap sudut belok roda depan (δ_o dan δ_i). Bila digambarkan gerakan Ackerman akan terlihat pada gambar 2.39.



Gambar 2.39 Geometri Ackerman

Adapun persamaan yang digunakan untuk mengukur sudut belok roda depan kanan dapat menggunakan persamaan berikut

$$\delta_i = \tan^{-1} \frac{L}{(R - \frac{t}{2})} \dots \dots \dots (1.7)$$

Dimana δ_i = Sudut roda kanan (deg)

L = Jarak roda (L)

R = Jari Jari Belok

t = Lebar Jarak Roda (t)

Dan persamaan yang digunakan untuk mengukur sudut belok roda depan kiki dapat menggunakan persamaan berikut

$$\delta_o = \tan^{-1} \frac{L}{(R + \frac{t}{2})} \dots \dots \dots (1.8)$$

Dimana δ_o = Sudut roda kanan (deg)

L = Jarak roda (L)

R = Jari Jari Belok

t = Lebar Jarak Roda (t)

2.14 Perhitungan Momen Sistem Kemudi

Momen pada sistem kemudi berasal dari apa yang dihasilkan antara muka jalan dengan ban. Dalam perancangan ini ada beberapa parameter yang harus dihitung, diantaranya: radius polar (k), tinggi efektif (h), dan momen kingpin (M_k).

2.14.1 radius Polar(k)

Radius polar merupakan suatu kordinat dimana setiap titik pada bidang ditentukan dengan jarak dari suatu titik yang telah ditetapkan dan sudut dari suatu arah yang telah ditetapkan. Dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$k^2 = \frac{b^2}{8} \dots\dots\dots (1.9)$$

Dimana : k = Radius polar (m)
 b = Lebar ban (m)

2.14.2 Tinggi Efektif (h)

Pusat rotasi adalah persimpangan hipotetik dari kingpin dengan tanah, biasanya terletak pada jarak e dari pusat kontak ban dengan permukaan tanah. Komponen yang berputar akan meningkat dengan nilai e yang besar lengan torsi yang efektif dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$h = \sqrt{e^2 + k^2} \dots\dots\dots (1.10)$$

Dimana : h = momem efektif (m)
 e = kingpin offset (m)
 k = Radius polar (m)

2.14.3 Momen kingpin (M_k)

Momen pada kingpin merupakan akumulasi gaya puntir dari ban yang menumpu beban dari kendaraan, untuk mengetahui kondisi aktual pada mobil dapat pula dihitung dengan :

$$M_k = \mu \cdot W \cdot h \dots\dots\dots (1.11)$$

Dimana : M_k = Momen kingpin (Nm)
 μ = Koefisien gesek
 W = Beban Kendaraan (N)
 h = Tinggi efektif (m)

2.14.4 Gaya Traksi Kendaraan (F_x)

Gaya traksi adalah gaya gesek maksimum yang bisa dihasilkan antara dua permukaan tanpa mengalami slip. Dalam menentukan gaya traksi maksimum oleh tumpuan ban dengan jalan dapat ditentukan dari koefisien adhesi jalan dan parameter berat kendaraan, Adapun besaran dan nilai dari koefisien adhesi jalan dan tahanan rolling dapat dilihat pada tabel 2.2 dan tabel 2,3 .

Tabel 2.1 Koefisien Adhesi Jalan

Permukaan	Nilai Tertinggi	Nilai Geser
Aspal Dan Beton(Kering)	0,8-0,9	0,75
Aspal (Basah)	0,5-0,7	0,45-0,60
Beton(Basah)	0,8	0,7
Kerikil	0,6	0,55
Jalan Tanah (Kering)	0,68	0,65
Jalan Tanah (Basah)	0,55	0,4-0,5
Salju (Keras)	0,2	0,15
Es	0,1	0,07

Sumber: *Agustinus Herdianto, Universitas Kristen Petra*

Tabel 2.2 Tahanan Rolling

Jenis Jalan	<i>f</i> (nilai rata-rata)	
Aspal beton dan beton cor	Kondisi bagus	0,014-0,018
	Kondisi halus	0,018-0,020
Jalan Paving Blok	0,023-0,030	
Jalan Berbatu	0,020-0,025	
Jalan Tanah	Kering	0,025-0,035
	Becek	0,050-0,015
Jalan Berpasir	0,10-0,30	
Jalan bersalju	0,07-0,10	

Sumber: *Agustinus Herdianto, Universitas Kristen Petra*

Untuk mengetahui nilai gaya traksi dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$F_x = \frac{\mu \cdot w (Lf - fr)/L}{1 - \mu/L} \dots\dots\dots (1.12)$$

Dimana : F_x = Gaya traksi (N)

μ = koefisien gesek

W = berat total kendaraan (N)

L_f = Selisih antara *peak value* dan *sliding value*

L = jarak roda depan – belakang (m)

f_r = Koefisien tahanan rolling



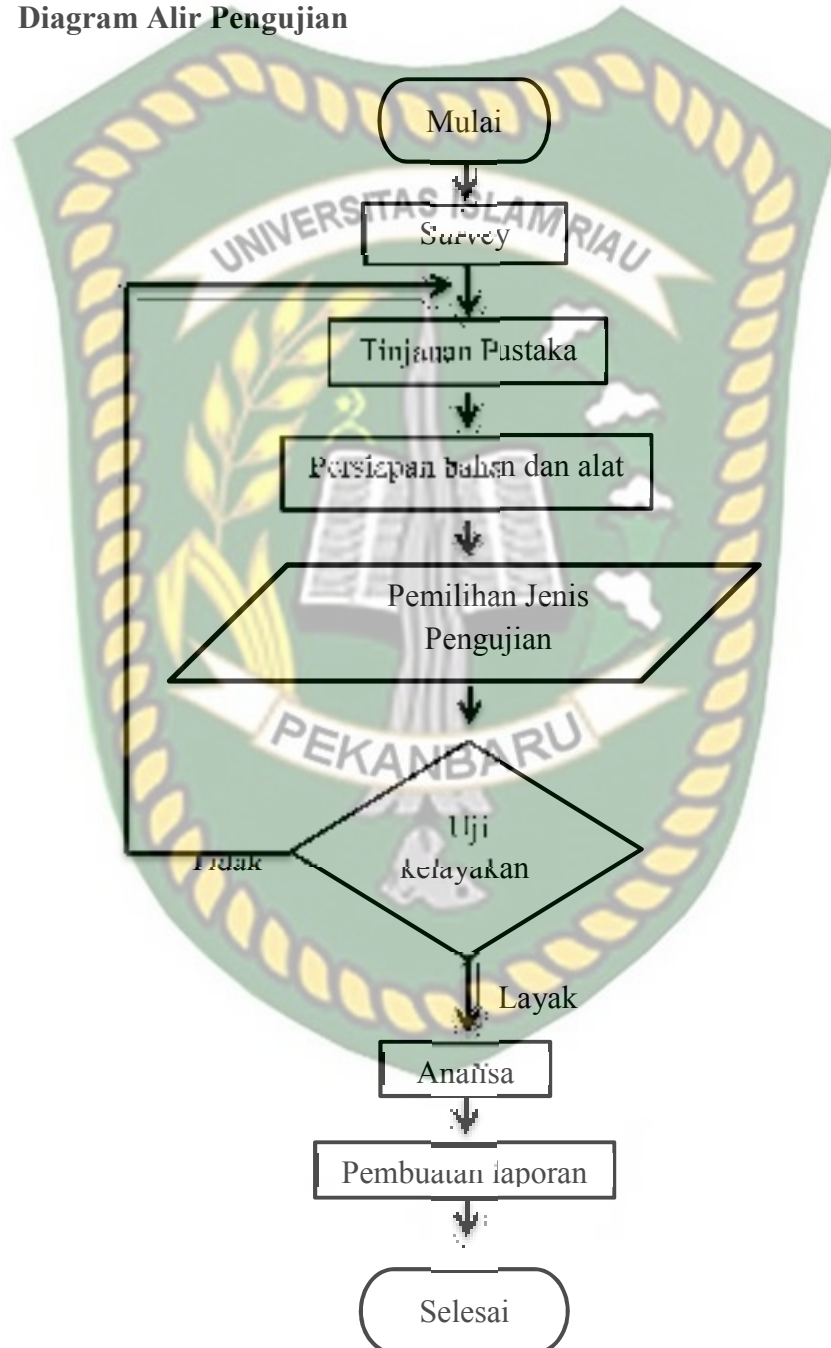
Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB III

METODOLIGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Pengujian



Gambar 3.1 Diagram Alir Pengujian

3.2 Studi Pustaka

Studi pustaka adalah adalah proses mencari atau manemukan teori yang berkaitan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan. Beberapa referensi tersebut berisikan tentang :

- a) Penjelasan dari komponen-komponen.
- b) Pengujian pada kendaraan.
- c) Analisa pada kendaraan.

Referensi ini dapat ditemukan dari sumber yang terpercaya seperti, buku, artikel, jurnal, laporan penelitian, dan juga hasil data pada saat proses survey langsung dilapangan dan terdapat juga pada beberapa situs di internet. Output dari studi literatur ini adalah terkumpulnya beberapa referensi yang berkaitan dengan perumusan masalah.

3.3 Waktu dan tempat pengujian

3.3.1 Waktu Pelaksanaan Pengujian

Waktu pelaksaan pengujian gokart dilakukan pada bulan September 2018 sampai bulan November 2018.

3.3.2 Tempat Pelaksanaan Pengujian

Tempat pengujian gokart untuk penelitian adalah sebagai berikut.

1. Proses perakitan sistem rem dan kemudi dilakukan di bengkel las dijalan amanah pada bulan januari 2018.

2. Proses pengujian dan penelutian dilakukan di Laboratorium Teknik Univeersitas Islam Riau.
3. Dan proses pengambilan data, dilakukan pada jalan didepan Laboratorium Teknik Universitas Islam Riau.

3.4 Alat Dan Bahan

3.4.1 Alat

Alat-alat yang digunakan untuk pengujian atau analisa sistem pengereman dan kemudi pada gokart adalah sebagai berikut:

a. Roll meter

Roll meter atau yang sering disebut dengan meteran merupakan alat yang berfungsi untuk mengukur panjang. Satuan yang biasa dipakai pada roll meter yaitu millimeter, centimeter, feet dan juga inchi. Pada proses analisa sistem pengereman, roll meter berfungsi untuk mengukur jarak pengereman. Sedangkan pada sisrem kemudi, roll meter berfungsi untuk mengukur radius putar pada gokart.



Gambar 3.2 Roll meter

b. Jangka sorong

Jangka sorong atau Vernier caliper adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengukur panjang atau kedalaman pada suatu benda. Pada pengujian dan analisa sistem rem, jangka sorong berguna untuk mengukur ketebalan dari pringan cakram dan juga untuk mengukur komponen-komponen kecil lainnya. Sedangkan pada pengujian sistem kemudi, jangka sorong berfungsi untuk mengukur diameter roda kemudi dan juga komponen-komponen yang ada pada sistem kemudi.



Gambar 3.3 Jangka sorong

c. Busur derajat

Busur derajat adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur dan menggambar sudut. Pada pengujian ini busur derajat digunakan untuk mengukur sudut belok pada gokart.



Gambar 3.4 Busur derajat

d. Stopwatch

Stopwatch adalah alat yang digunakan untuk mengukur lamanya waktu yang digunakan dalam suatu kegiatan. Stopwatch terbagi atas dua macam yaitu stopwatch analog dan stopwatch digital. Pada pengujian sistem rem, stopwatch berfungsi untuk mengukur lamanya proses pengereman yang terjadi.



Gambar 3.5 Stopwatch

e. Aplikasi DigiHUD Speedometer

Aplikasi HUD Speedometer adalah sebuah aplikasi Speedometer online yang berbasis GPS dan dapat dibaca pada gadget. Penggunaan aplikasi ini dikarenakan tidak adanya speedometer yang ada pada gokart, dan tingkat akurasi aplikasi ini dapat mencapai 90% jika koneksi jaringan bagus. Penggunaan aplikasi DigiHUD Speedometer bertujuan untuk mengetahui kecepatan akhir pada gokart sebelum proses pengereman.



Gambar 3.6 Aplikasi DigiHUD Speedometer

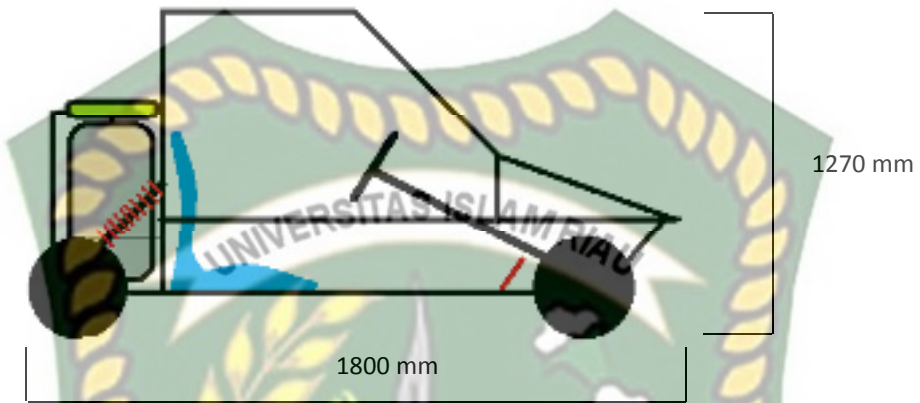
3.4.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk pengujian atau analisa sistem pengereman dan kemudi pada gokart adalah sebagai berikut:

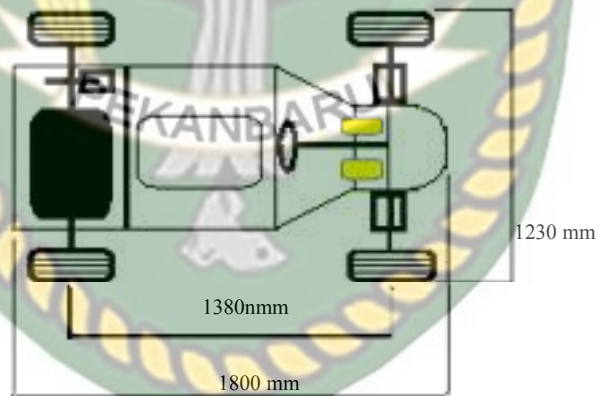
a. Gokart

Dalam analisa ini, gokart yang digunakan adalah gokart yang ada di program studi teknik mesin Universitas Islam Riau. Gokart tersebut telah selesai dilakukan proses perakitan pada bulan maret 2018 lalu, adapun

dimensi ukuran yang ada pada gokart dapat dilihat pada gambar 3.7 dan 3.8



Gambar 3.7 Tampak samping gokart



Gambar 3.8 Tampak atas gokart

Dan untuk spesifikasi teknis yang ada pada gokart dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Spesifikasi gokart

Spesifikasi Teknis	Keterangan
Dimensi	
Panjang x Lebar x Tinggi (mm)	1800 X 1230 X 1270
Jarak sumbu roda (mm)	1380
Tinggi dari tanah (mm)	200
Kapasitas penumpang (orang)	1
Berat total (kg)	126 Kg
Mesin	
Jenis mesin	EY 20DJ
Merk mesin	Robin
Tenaga mesin	5 Hp
Torsi maksimum mesin (Nm/rpm)	9.3 Nm/2800 Rpm
Diameter x langkah piston (mm)	67 x 52 mm
Kapasitas mesin (cc)	183 cc
Berat mesin (kg)	35 kg
Ban	
Diameter velg	8 inchi/20,3 cm
Tebal ban	7,4 cm
Diameter ban	35,6 cm
Lebar Ban	8.5 cm
Sistem rem	
Type	Custom
Sistem pengereman	
Type	piringan cakram

Dan untuk mengetahui tentang spesifikasi rem cakram yang digunakan pada gokart, dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Spesifikasi rem cakram

Spesifikasi rem gokart	Keterangan
Tipe	Piringan dengan Ventilasi
Diameter Piringan (mm)	190 mm
Ketebalan Piringan (mm)	7 mm
Jumlah baut	4 buah
Bahan	Besi tuang
Jari-jari Cakram Luar	9.5 cm
Jari-Jari Cakram Dalam	6.5 cm
Sudut Cakram	40°

Caliper rem	
Jumlah piston rem	2
Diameter piston rem (mm)	2.5 cm
Jumlah kanvas rem	2
Ketebalan kanvas rem (mm)	8 mm
Jenis minyak rem	DOT 3
Master Rem	
Diameter Saluran Master Rem	2.1 cm
Pedal Rem	
Jarak dari pedal ke tumpuan	18.4 cm
Jarak dari pusrod ke Tumpuan	4.8 cm

Adapun untuk mengetahui tentang spesifikasi sistem kemudi pada gokart, dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Spesifikasi sistem kemudi gokart

Spesifikasi kemudi	Keterangan
Roda kemudi	
Diameter roda kemudi (mm)	290 mm
Panjang steering main shaft (mm)	600 mm
Diameter steering main shaft (mm)	16 mm
Kaki-Kaki	
Jarak Roda (Depan-Belakang)	138 cm
Lebar Jarak Roda (Kiri-Kanan)	108 cm
Pitman	
Lebar lengan pitman (mm)	40 mm
Panjang poros pitman atas (mm)	450 mm
Diameter poros pitman atas (mm)	10 mm
Panjang tie rod (mm)	880 mm
Diameter tie rod (mm)	16 mm
Kingpin	
Tinggi kingpin (mm)	60 mm
Panjang lengan kingpin (mm)	120 mm
Radius Putar	
Diameter Radius Putar	6.48 cm
Jari-Jari Radius Putar	3.24 cm

3.5 Tahapan pengujian

Dalam melakukan eksperimen terdapat dua pengujian yang dilakukan, yaitu pengujian jarak pengereman pada gokart dan pengujian radius putar pada gokart. Berikut adalah tahapan pengujian jarak pengereman pada gokart :

1. Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan pada pengujian sistem rem tersebut.
2. Persiapkan objek yang akan diuji, yaitu gokart.
3. Nyalakan mesin gokart.
4. Posisikan gokart pada jalan yang lurus dan datar.
5. Persiapkan alat DigiHUD Speedometer untuk mengukur kecepatan gokart
6. Kemudikan gokart dengan kecepatan akhir 10 km / jam dan jika telah mencapai kecepatan tersebut, injak pedal rem dan ukur jarak pengereman yang terjadi pada rem. Setidaknya dilakukan hingga tiga kali pengujian untuk mendapatkan hasil rata-rata.
7. Ulangi pengujian pada variasi kecepatan kedua 20 km/jam, dan ketiga 30km/jam.
8. Setelah mendapatkan hasil pengukuran, catat hasil pengukuran dari °pengujian pertama hingga akhir lalu ambil kesimpulan.

Sedangkan tahapan pengujian sudut belok pada sistem kemudi adalah sebagai berikut:

1. Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pengujian pengukuran sudut belok.

2. Persiapkan gokart sebagai objek yang akan diuji.
3. Posisikan gokart pada jalanan yang sepi agar tidak mengganggu pengendara lainnya.
4. Nyalakan gokart terlebih dahulu.
5. Kemudian putar roda kemudi ke kanan terlebih dahulu dan jalankan gokart dengan kecepatan sekitar 10 km/jam. Lakukan pada setengah putaran (180°).
6. Setelah mencapai sudut 180° , hentikan gokart tersebut.
7. Kemudian lakukan pengukuran pada posisi awal hingga posisi akhir dengan mengambil garis lurus pada putaran tersebut dengan menggunakan roll meter.
8. Ulangi pengujian tersebut sebanyak tiga kali untuk mendapatkan hasil pengukuran rata-rata.
9. Kemudian catat hasil pengukuran tersebut dan ambil kesimpulan.

Dari kesimpulan yang didapatkan maka akan disimpulkan akurasi kecepatan dan variasi pengereman dan pengukuran sudut belok yang baik akan meminimalisir kesalahan pengukuran dalam pengujian tersebut. Oleh sebab itu pengujian dilakukan berulang kali pada tiap set up variasi parameter agar data yang dihasilkan terakumulasi dengan baik.

3.6 Tabel Data Pengukuran

Tabel data pengukuran adalah tabel yang berisikan tentang data hasil pengukuran yang telah dilakukan pada sistem pengereman maupun sistem kemudi. Tabel ini berisi tentang informasi pengukuran kinematic sistem pengereman dan

sistem kemudi yang bertujuan untuk menyimpulkan data pengukuran dan memudahkan dalam melakukan perbandingan pengujian.

3.6.1 Tabel Data Pengukuran Sistem Pengereman

tabel data pengukuran sistem pengereman berisikan kecepatan, jarak berhenti dan waktu pengukuran. Dapat dilihat pada tabel 3.4 .

Tabel 3.4. Data hasil pengukuran sistem pengereman

Kecepatan	Jarak berhenti	Waktu berhenti
10 km/jam		
20 km/jam		
30 km/jam		

3.6.2 Tabel Data Pengujian Sistem Kemudi

Tabel data pengujian sistem kemudi berisikan tentang arah belokan, sudut belokan serta radius putar pada gokart. Dapat dilihat pada tabel 3.5

Tabel 3.5 Data hasil pengujian sistem kemudi

Arah belok	Sudut belok	Radius putar
Kanan		

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Perlambatan Sistem Pengereman

Analisa perlambatan yang dilakukan pada sistem pengereman yang ada pada gokart, bertujuan untuk mengetahui seberapa perlambatan yang didapatkan pada saat pengereman berlangsung. Hal ini juga bersangkutan dengan permasalahan yang ada pada gokart, yaitu terjadinya pengereman yang sangat spontan. Pengereman harus dituntut untuk mengerem secara baik dan perlahan, dan pengereman secara spontan juga membahayakan pengemudi dan pengendara lain. Adapun hasil dari pengujian yang dilakukan dengan cara memvariasikan kecepatan.

4.1.1 Kecepatan 20 km/jam

Pada variasi kecepatan tahap pertama dilakukan adalah pada kecepatan 20 km/jam. Adapun hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Kecepatan 20km/jam

Kecepatan	Waktu pengereman	Jarak Henti
20 km/jam	2,34 Detik	2,52 meter
20 km/jam	1,91 Detik	2,17 meter
20 km/jam	2,18 Detik	2,27 meter
Rata-Rata	2,14 Detik	2,32 meter

Setelah didapat rata-rata pada waktu pengereman di angka 2,14 Detik dan jarak henti pengereman pada 2,32 meter. Maka selanjutnya dapat menentukan perlambatan yang ada pada pengereman tersebut. Adapun Perlambatan adalah sebagai berikut

$$a = \frac{V_k^2}{2 \times St}$$

Dimana ;
a = Perlambatan (m/s²)
V_k = Kecepatan Kendaraan (km/jam)
= 20 km/jam = 5,5 m/s
St = Jarak Pengereman (m)
= 2,32 m

Maka,

$$a = \frac{V_k^2}{2 \times St}$$

$$a = \frac{(5,5 \text{ m/s})^2}{2 \times 2,32 \text{ m}}$$

$$a = \frac{30,25 \text{ m/s}^2}{4,64 \text{ m}}$$

$$a = 6,52 \text{ m/s}^2$$

Jadi, perlambatan yang dihasilkan gokart pada kecepatan 20km/jam adalah 6,25 m/s²

4.1.2 Kecepatan 30 km/jam

Pada variasi kecepatan tahap kedua dilakukan pada kecepatan 30 km/jam. Adapun hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Kecepatan 30km/jam

Kecepatan	Waktu pengereman	Jarak Henti
30 km/jam	3,54 Detik	4,32 meter
30 km/jam	3,35 Detik	4,11 meter
30 km/jam	4,15 Detik	4,60 meter
Rata-Rata	3,68 Detik	4,34 meter

Setelah didapat rata-rata pada waktu pengereman pada 3,68 detik dan jarak henti pengereman pada 4,34. Maka selanjutnya dapat menentukan perlambatan yang ada pada pengereman tersebut. Adapun Perlambatan adalah sebagai berikut

$$a = \frac{Vk^2}{2 \times St}$$

Dimana ; a = Perlambatan (m/s²)

Vk = Kecepatan Kendaraan (km/jam)

$$= 30 \text{ km/jam} = 8,3 \text{ m/s}$$

St = Jarak Pengereman (m)

$$= 4,34 \text{ m}$$

Maka,

$$a = \frac{V_k^2}{2 \times St}$$

$$a = \frac{(8,3 \text{ m/s})^2}{2 \times 4,34 \text{ m}}$$

$$a = \frac{68,89 \text{ m/s}^2}{8,68 \text{ m}}$$

$$a = 7,93 \text{ m/s}^2$$

Jadi perlambatan yang dihasilkan gokart pada kecepatan 30km/jam adalah 7,93 m/s²

4.1.3 Kecepatan 40km/jam

Pada variasi kecepatan tahap kedua dilakukan pada kecepatan 40 km/jam. Adapun hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Kecepatan 40km/jam

Kecepatan	Waktu pengereman	Jarak Henti
40 km/jam	5,38 Detik	6,77 meter
40 km/jam	4,93 Detik	6,15 meter
40 km/jam	5,55 Detik	7,13 meter
Rata-Rata	5,28 Detik	6,68 meter

Setelah didapat rata-rata pada waktu pengereman di angka 5,28 detik dan jarak henti pengereman pada 6,68 meter. Maka selanjutnya dapat

menentukan perlambatan yang ada pada pengereman tersebut. Adapun Perlambatan adalah sebagai berikut

$$a = \frac{V_k^2}{2 \times St}$$

Dimana ; a = Perlambatan (m/s²)

V_k = Kecepatan Kendaraan (m/s)

$$= 40 \text{ km/jam} = 11,11 \text{ m/s}$$

St = Jarak Pengereman (m)

$$= 6,68 \text{ m}$$

Maka,

$$a = \frac{V_k^2}{2 \times St}$$

$$a = \frac{(11,11 \text{ m/s})^2}{2 \times 6,68 \text{ m}}$$

$$a = \frac{123,4 \text{ m/s}^2}{13,36 \text{ m}}$$

$$a = 9,23 \text{ m/s}^2$$

Maka perlambatan yang dihasilkan gokart pada kecepatan 40km/jam adalah 9,23 m/s²

4.2 Perhitungan Sistem Rem

Dalam analisa sistem pengereman yang ada pada gokart, ada beberapa parameter dari sistem pengereman yang dapat dilakukan perhitungan. Hal tersebut dilakukan agar dapat mengetahui bilangan yang ada pada parameter rem tersebut. Adapun parameter tersebut adalah:

4.2.1 Gaya Pengereman

Untuk mengetahui besarnya Gaya pengereman, dapat menggunakan persamaan berikut

$$F_{\text{rem}} = m \times \alpha$$

dimana : F_{rem} = Gaya pengereman (N)

$$m = \text{massa gokart } 126\text{kg} + \text{massa pengemudi } 60\text{kg} \\ = 186 \text{ kg}$$

$$\alpha = \text{Perlambatan } 7,93 \text{ m/s}^2 \text{ (menggunakan } \\ \text{kecepatan } 30\text{km/jam)}$$

maka,

$$F = m \times \alpha$$

$$F = 186 \text{ kg} \times 7,93 \text{ m/s}^2$$

$$F = 1474.98 \text{ N}$$

Maka gaya pengereman pada gokart adalah 1474.98 N

4.2.2 Torsi Pengereman

Untuk mengetahui besarnya Torsi pengereman, dapat menggunakan persamaan berikut

$$T = 1,1 \times F \times \frac{D_{ban}}{2}$$

Dimana T = Torsi pengereman (N.m)

F = Gaya pengereman = 1474(N)

D_{ban} = Diameter ban = 35,6 cm (0,356 m)

maka,

$$T = 1,1 \times F \times \frac{D_{ban}}{2}$$

$$T = 1,1 \times 1474 \text{ N} \times \frac{0,356 \text{ m}}{2}$$

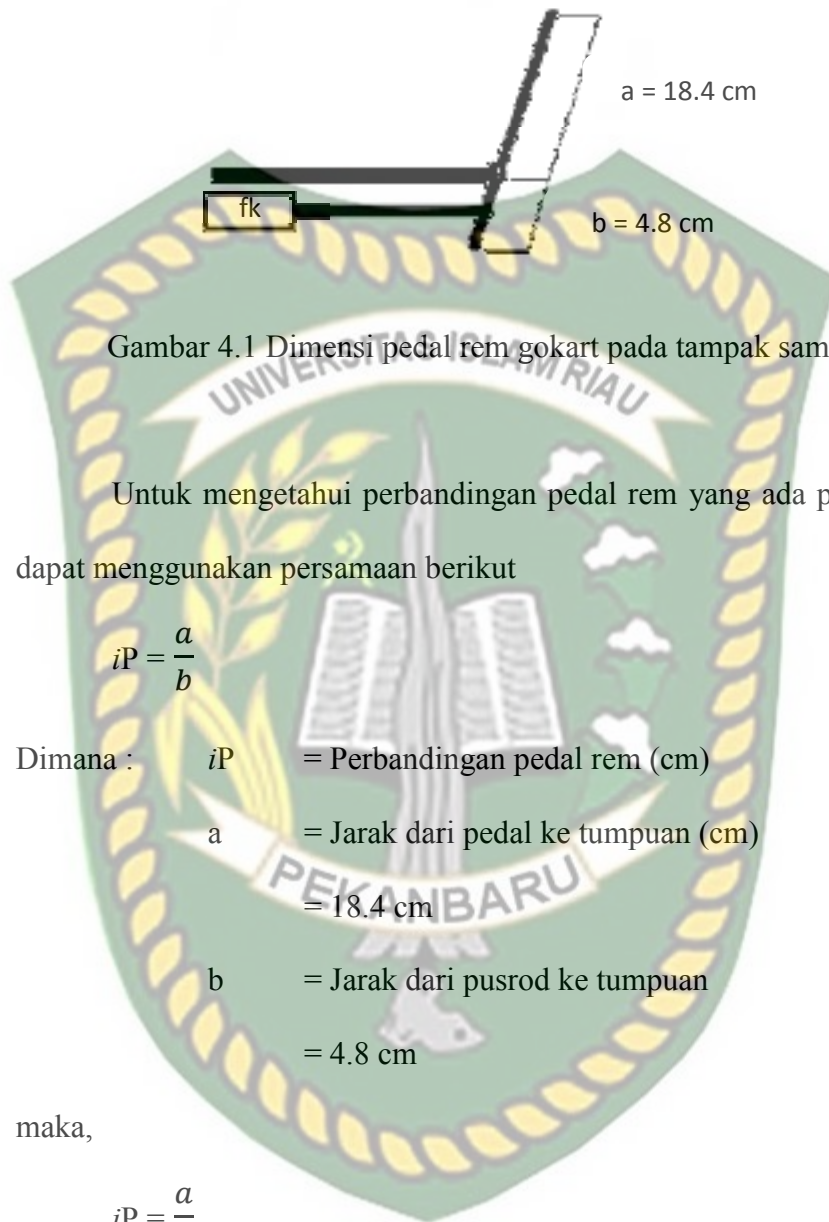
$$T = 1,1 \times 1474,98 \text{ N} \times 0,178 \text{ m}$$

$$T = 288,8 \text{ N.m}$$

Adapun Torsi pengereman pada gokart adalah 288.6 N.m

4.2.3 Perbandingan Pedal Rem

Sebelum mengetahui perbandingan pedal rem yang ada pada gokart, dapat dilihat dimensi yang ada pada pedal rem pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Dimensi pedal rem gokart pada tampak samping

Untuk mengetahui perbandingan pedal rem yang ada pada gokart, dapat menggunakan persamaan berikut

$$iP = \frac{a}{b}$$

- Dimana :
- iP = Perbandingan pedal rem (cm)
 - a = Jarak dari pedal ke tumpuan (cm)
= 18.4 cm
 - b = Jarak dari pusrod ke tumpuan
= 4.8 cm

maka,

$$iP = \frac{a}{b}$$

$$iP = \frac{18.4 \text{ cm}}{4.8 \text{ cm}}$$

$$iP = 3.83 \text{ cm}$$

Maka, perbandingan pedal rem yang ada pada gokart adalah 3.83 cm

4.2.4 Gaya Pada Pedal Rem

Setelah dilakukan proses pengujian besaran gaya yang menekan pedal rem, didapati hasil yang ditunjukkan pada gambar 4.2



Gambar 4.2 Hasil pengujian besaran gaya yang menekan pedal rem

Setelah mengetahui perbandingan pedal rem sebesar 3.83 cm, maka dapat ditentukan gaya yang keluar dari pedal rem pada saat di injak. Adapun persamaannya adalah :

$$F_k = F \times \frac{a}{b}$$

Dimana :

F_k = Gaya yang keluar dari pedal rem (kg.cm)

F = Gaya yang menekan pedal rem (kgf)
= 34.32 kgf

a = Jarak dari pedal ke tumpuan (cm)
= 18.4 cm

b = Jarak dari pusrod ke tumpuan
= 4.8 cm

maka,

$$F_k = F \times \frac{a}{b}$$

$$F_k = 34.32 \text{ kgf} \times \frac{18.4 \text{ cm}}{4.8 \text{ cm}}$$

$$F_k = 34.32 \text{ kgf} \times 3.83$$

$$F_k = 131.44 \text{ kgf}$$

Maka, gaya yang keluar dari pedal rem sebesar 131.44 kgf

4.2.5 Tekanan Hidrolik

Setelah mengetahui hasil dari gaya yang keluar dari pedal rem sebesar 126.39 kg.cm, selanjutnya dapat menghitung tekanan hidrolik yang ada pada rem. Adapun persamaan yang digunakan dalam menentukan tekanan hidrolik adalah:

$$P_e = \frac{F_k}{\frac{1}{4} \times \pi \times d^2}$$

Dimana : P_e = Tekanan hidrolik (kg/cm^2)

F_k = Gaya yang dihasilkan dari pedal rem (kgf)
= 131.44 kgf

d = Diameter silinder pada master silinder (cm)
= 2.1 cm

maka,

$$P_e = \frac{F_k}{1/4 \times \pi \times d^2}$$

$$P_e = \frac{F_k}{\frac{3,14}{4} \times (2.1 \text{ cm})^2}$$

$$P_e = \frac{131.44 \text{ kgf}}{0.785 \times 4.41 \text{ cm}^2}$$

$$P_e = \frac{131.44 \text{ kgf}}{3.46 \text{ cm}^2}$$

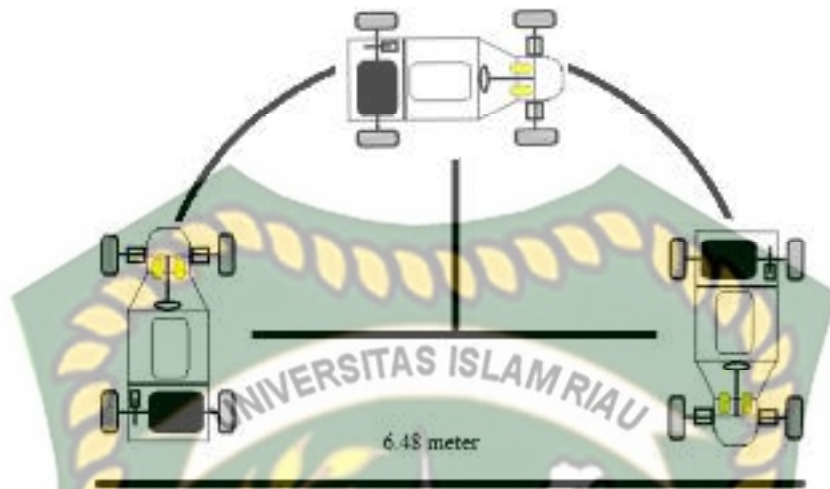
$$P_w = 37.988 \text{ kg/cm}^2$$

Maka, tekanan hidrolik yang ada pada rem pada saat di injak adalah sebesar 37.988 kg/cm²

4.3 Radius Putar Gokart

Radius putar merupakan suatu ukuran yang berguna pada gokart, untuk mengetahui seberapa jarak yang diperlukan gokart untuk berputar dalam bentuk setengah putaran. Pada pengujian yang dilakukan pada area gedung laboratorium teknik, didapat hasil bahwa gokart memerlukan setidaknya 6.46 meter untuk melakukan setengah putaran. Hal ini masih dalam batas wajar, karena gokart memiliki daya mesin yang besar sedangkan pada bagian ban memiliki dimensi yang tidak lebar. Dan mengakibatkan adanya slip pada ban, dan juga dipengaruhi oleh kondisi alur ban yang tipis sehingga tidak memberikan daya cengkram yang cukup pada jalan. Adapun ilustrasi radius putar pada ban dapat dilihat pada gambar

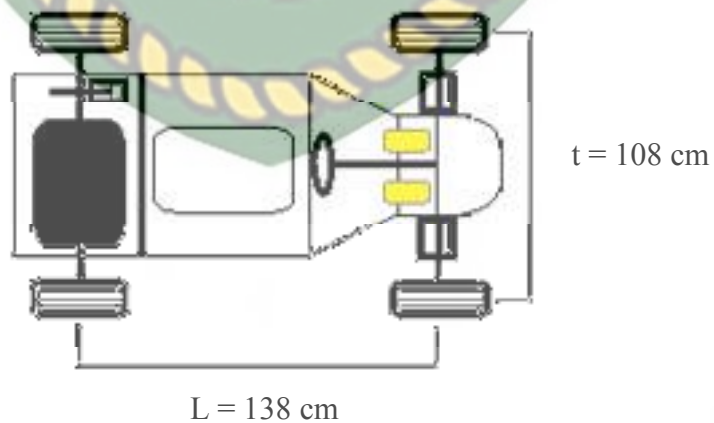
4.1.



Gambar 4.3 Radius putar gokart

4.4 Perhitungan Sudut Belok Kanan (δ_i) dan Kiri(δ_o)

Sebelum menghitung sudut belok kanan dan kiri, terlebih dahulu dapat dilihat dimensi yang ada pada gokart yang ditunjukkan pada gambar 4.4



Gambar 4.4 Dimensi gokart

Sudut belok roda depan mempunyai peranan yang cukup penting dalam rangka membangun kesempurnaan sistem kemudi kendaraan, yang bersangkutan Agar sudut roda bisa diketahui. maka dilakukan perhitungan sebagai berikut:

- Perhitungan sudut belok roda depan kanan (δ_i) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\delta_i = \tan^{-1} \frac{L}{(R - \frac{t}{2})}$$

- Perhitungan sudut belok roda depan kiri (δ_o) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\delta_o = \tan^{-1} \frac{L}{(R + \frac{t}{2})}$$

Dimana :

sudut roda kanan (δ_i) = (deg)

sudut roda kiri (δ_o) = (deg)

jarak roda (L) = 138 (cm)

= 1.38 (m)

Jari Jari Belok (R) = 324 (cm)

= 3.24 (m)

Lebar Jarak Roda (t) = 108 (cm)

= 1.08 (m)

Maka :

$$\bullet \delta_i = \tan^{-1} \frac{1.28}{(3.24 - \frac{1.08}{2})}$$

$$\delta_i = 27^\circ$$

$$\bullet \delta_o = \tan^{-1} \frac{1.28}{(3.24 + \frac{1.08}{2})}$$

$$\delta_o = 20^\circ$$

Dari perhitungan yang di atas maka didapat lah hasil sudut roda yang tidak sama besar antara belokan roda kanan dan kiri.

4.5 Perhitungan Momen Sistem kemudi

Momen pada sistem kemudi berasal dari apa yang dihasilkan antara muka jalan dengan ban. Dalam perancangan ini ada beberapa parameter yang harus dihitung, diantaranya: radius polar (k), tinggi efektif (h), dan momen kingpin (Mk).

4.5.1 Radius polar(k)

Radius polar merupakan suatu kordinat dimana setiap titik pada bidang ditentukan dengan jarak dari suatu titik yang telah ditetapkan dan sudut dari suatu arah yang telah ditetapkan. Dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$k^2 = \frac{b^2}{8}$$

Dimana :

$$\text{Radius polar (k)} = (\text{m})$$

$$\text{Lebar ban (b)} = 85 \text{ (mm)}$$

$$= 0,085 \text{ (m)}$$

Maka :

$$k^2 = \frac{b^2}{8}$$

$$k^2 = \frac{(0,085 \text{ m})^2}{8}$$

$$k^2 = 9.03125 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$k = \sqrt{9.03125 \times 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$k = 0,030 \text{ m}$$

4.5.2 Tinggi Efektif (h)

Pusat rotasi adalah persimpangan hipotetik dari kingpin dengan tanah, biasanya terletak pada jarak e dari pusat kontak ban dengan permukaan tanah. Komponen yang berputar akan meningkat dengan nilai e yang besar lengan torsi yang efektif dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$h = \sqrt{e^2 + k^2}$$

Dimana :

$$\text{Momem efektif (h)} = (\text{m})$$

$$\text{Kingpin offset (e)} = 12 \text{ (cm)}$$

$$= 0,12 \text{ (m)}$$

$$\text{Radius polar (k)} = 0,030 \text{ (m)}$$

Maka :

$$h = \sqrt{e^2 + k^2}$$

$$h = \sqrt{(0,12\text{m})^2 + (0,030\text{m})^2}$$

$$h = 0,123 \text{ m}$$

Jadi, Tinggi efektif pada kingpin adalah 0,123 m

4.5.3 Momen kingpin (M_k)

Momen pada kingpin merupakan akumulasi gaya puntir dari ban yang menumpu beban dari kendaraan, untuk mengetahui kondisi aktual pada mobil dapat pula dihitung dengan :

$$M_k = \mu \cdot W \cdot h$$

Dimana :

$$\text{Momen kingpin (} M_k \text{)} = \text{(Nm)}$$

$$\text{Koefisien gesek (} \mu \text{)} = 0,75 \text{ (dapat dilihat pada tabel 2.1 pada halaman 44)}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Kendaraan (} W \text{)} &= m \cdot g = 186 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \\ &= 1860 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\text{Tinggi efektif (} h \text{)} = 0,123 \text{ (m)}$$

Maka:

$$M_k = \mu \cdot W \cdot h$$

$$M_k = 0,75 \times 1860(\text{N}) \times 0,123(\text{m})$$

$$M_k = 171.6 \text{ N.m}$$

4.5.4 Gaya traksi kendaraan (F_x)

Gaya traksi adalah gaya gesek maksimum yang bisa dihasilkan antara dua permukaan tanpa mengalami slip. Untuk mengetahui nilai gaya traksi dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$F_x = \frac{\mu \cdot w (L_f - f_r)/L}{1 - \mu/L}$$

Dimana :

Gaya traksi (F_x)	= (N)
koefisien gesek (μ)	= 0,75
berat total kendaraan (W)	= 1860 (N)
Selisih antara <i>peak value</i> dan <i>sliding value</i> (L_f)	= 0,15(dapat dilihat pada tabel 2.2 halaman 44)
jarak roda depan – belakang (L)	= 130 cm = 1.30 m
Koefisien tahanan rolling (f_r)	= 0,015(dapat dilihat pada tabel 2.2 halaman 44)

Maka :

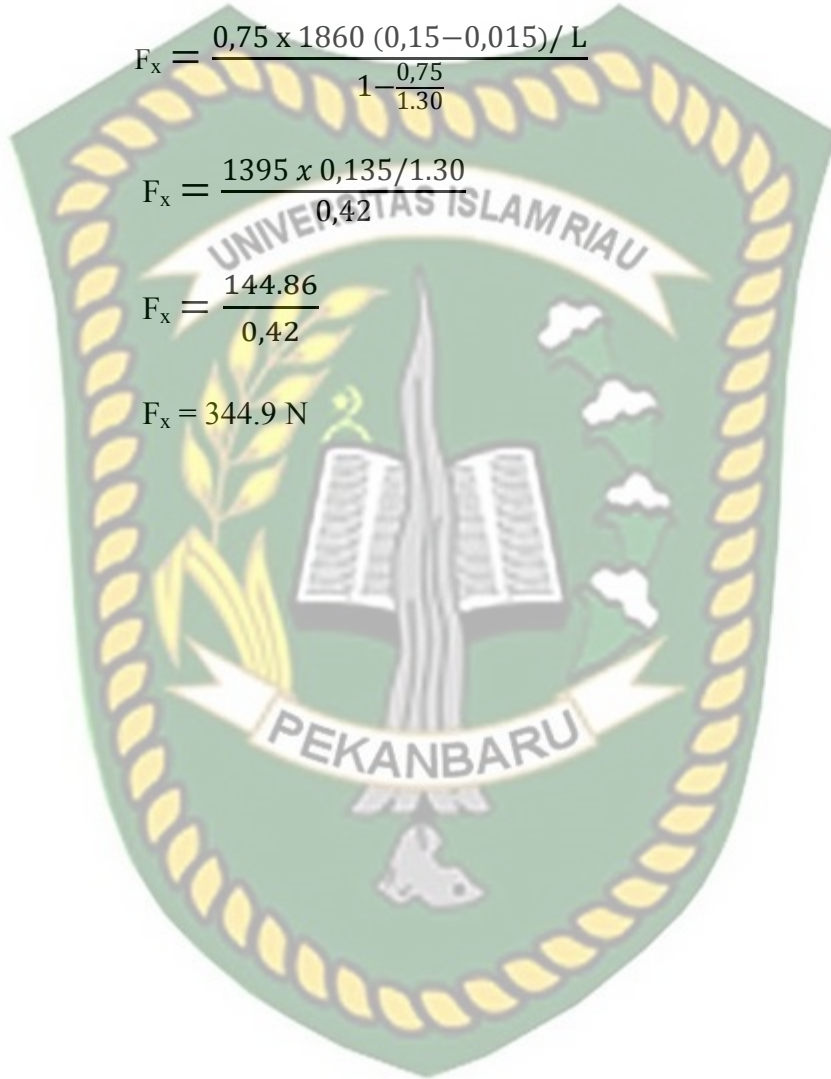
$$F_x = \frac{\mu \cdot w (L_f - f_r) / L}{1 - \mu / L}$$

$$F_x = \frac{0,75 \times 1860 (0,15 - 0,015) / L}{1 - \frac{0,75}{1,30}}$$

$$F_x = \frac{1395 \times 0,135 / 1,30}{0,42}$$

$$F_x = \frac{144,86}{0,42}$$

$$F_x = 344,9 \text{ N}$$



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil dari analisa Analisa Sistem Pengereman Dan Steering Pada Kendaraan Gokart menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah dilakukan pengujian pada sistem pengereman dengan memvariasikan beberapa kecepatan akhir, maka didapat hasil dari perlambatan pada tiap-tiap kecepatan akhir. Adapun hasil tersebut dapat dilihat pada tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil analisa perlambatan Sistem pengereman

Kecepatan	Waktu Pengereman	Jarak Henti	Perlambatan
20 km/jam	2.14 Detik	2.32 Meter	6.52 m/s ²
30 km/jam	3.68 Detik	4.34 Meter	7.93 m/s ²
40 km/jam	5.28 Detik	6.68 Meter	9.23 m/s ²

Dari tabel tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa, semakin tinggi kecepatan gokart maka waktu pengereman dan perlambatan akan semakin lama. Hal ini juga mempengaruhi jarak henti dari pengereman pada gokart tersebut.

2. Hasil pengukuran pada parameter-parameter yang ada pada sistem pengereman pada gokart, telah dirangkum dalam tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil analisa parimeter sistem pengereman

No	Parimeter	Hasil
1	Gaya pengereman	1474 N
2	Torsi pengereman	288.6 N.m
3	Perbandingan pedal rem	3.83 cm
4	Gaya pada pedal rem	126.39 kg.cm
5	tekanan hidrolik	36.528 kg/cm ²

- Setelah dilakukannya proses analisa pada kendaraan gokart, maka didapatkan besaran dari radius putar. Adapun jarak yang diperlukan gokart untuk melakukan putaran sebesar 180° adalah 6.48 meter
- Dan yang terakhir, hasil pengukuran pada parimeter yang ada pada sistem kemudi yang ada pada gokart telah dirangkum pada tabel 5.3

Tabel 5.3 Hasil analisa parimeter sistem kemudi

No	Parimeter	Hasil
1	Sudut belok roda kanan (δ_i)	27°
2	Sudut belok roda kiri (δ_o)	20°
3	Radius polar (k)	0.030 m
4	Tinggi efektif (h)	0.123 m
5	Momen kingpin (Mk)	171.6 N.m
6	Gaya traksi kendaraan (F_x)	344.9 N

5.2 Saran

Pada analisa sistem pengereman dan sistem steering yang ada pada gokart, penulis menemukan beberapa kendala ataupun perlu dilakukan perbaikan pada gokart tersebut. Adapun kendala atau perbaikan yang dilakukan pada masa mendatang meliputi:

- Perbaikan pada penempatan posisi piringan cakram hendaknya dipindahkan ke tengah agar pengereman stabil.

2. Penambahan Speedometer agar dapat mengetahui kecepatan pada gokart.
3. Penggantian ban yang lebih baik agar tidak terjadinya slip pada permukaan jalan.

