

**ANALISA STUDI KASUS SISTEM REM
MOBIL HEMAT ENERGY SHELL ECO
MARATHON ASIA EMISIA BORNEO 01**

SKRIPSI

BIDANG MANUFAKTUR

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
gelar sarjana Teknik



Oleh :

NAMA : AREL ANUS OKA

NIM : [151210717]

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS MUHAMADYIAH
PONTIANAK TAHUN 2018**

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISA SISTER REM MOBIL HEMAT ENERI SHELL ECO
MARATHON ASIA EMISIA BORNEO 01
SKRIPSI
BIDANG MANUFAKTUR

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
Memperoleh gelar Sarjana Teknik



AREL ANUS OKA
NIM. 151210717

Skripsi ini telah direvisi dan dan disetujui oleh para dosen
Pada tanggal 08 Agustus 2018

Dosen Pembimbing I

(Gunarto, ST., M.Eng)
NIDN. 00,0909,7301

Dosen Pembimbing II

(Fuazen , ST., MT)
NIDN. 11,2207,7301

Dosen Penguji I

(Eko Sarwono,ST., MT)
NIDN. 00,1810,6901

Dosen Penguji II

(Doddy Irawan, ST., M.Eng)
NIDN. 11,2110, 8001

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik

(Waspodo, ST.,MT.)
NIDN. 1114067602

LEMBAR PERUNTUKAN

*Teriring Ucapan Terima Kasih Kepada
Tuhan Yang Maha Esa Dan Kedua orang tua
dan adik kakak tercinta*

PERNYATAAN ORIENTASI SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas didalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yan pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi , dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh oranglain , kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah Skripsi ini dapat di buktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan , serta diproses sesuai perundang-undang yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70)

Pontianak, 08 Agustus 2018

Mahasiswa,



Arel Anus Oka
NIM. 151210717

LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI

JUDUL SKRIPSI :

ANALISA STUDI KASUS SISEM SHELL ECO MARATHON ASIA EMISIA BORNEO 01

Nama Mahasiswa : Arel Anus Oka
NIM : 151210717
Program Studi : Teknik Mesin

DOSEN PEMBIMBING :

Dosen Pembimbing I : Gunarto, ST., M.Eng
Dosen Pembimbing II : Fuazen , ST., MT

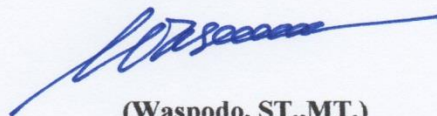
TIM DOSEN PENGUJI :

Dosen Penguji I : Eko sarwono, ST., MT
Dosen Penguji II : Doddy Irawan, ST., M.Eng
Tanggal Ujian : 08 Agustus 2018

Pontianak , 08 Agustus 2018

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik



(Waspodo, ST.,MT.)
NIDN. 1114067602

RINGKASAN

Arel Anus Oka, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhamadiyah Pontianak , Agustus 2018, Analisa Studi Kasus Sistem Rem Mobil Shel Eko Marathon Asia Emisia Borneo 01., Dosen Pembimbing, Gunarto., ST.,M.eng dan Fuazen., ST., MT

Shell Eco-Marathon (SEM) adalah sebuah kompetisi yang di adakan di perusahaan shell yang melombakan kendaraan dengan konsumsi bahan bakar yang paling irit. Dalam kompetensi ini, terdapat dua kategori kendaraan secara umum, yaitu kendaraan prototype dan kendaraan urban konsep. Untuk kategori prototype, peserta kompetensi ditantang untuk mendesain, membuat dan melombakan kendaraan dengan bentuk bodi dengan gesekan udara sekecil mungkin namun tetap mengutamakan keselamatan dan keamanan pengendara serta kendaraan lainnya, sedangakn untuk kategori urban konsep peserta kompetisi di tantang untuk mendesain ,membuat dan melombakan mobil yang lebih realitis yang dapat memenuhi kebutuhan pengemudi jaman sekarang. Mobil dengan kategori urban konsep ini memiliki desain dan kelengkapan lalu lintas yang menyerupai mobil pada umumnya, dalam Shell Eco-Marathon 2018 Tim Mesin UM Pontianak melombakan kendraan urban konsep dengan nama ‘’Emisia Borneo 01’’sebagai kendaraan urban konsep memiliki empat buah roda dengan kapasitas angkut satu orang yaitu pengemudi kendaraan itu sendiri. Salah satu bagian penting pada kendaraan tersebut adalah sistem rem yang di gunakan untuk mengurangi kecepatan serta menghentikan kendaraan.

Kata kunci : Shell Eco Marathon Asia 2018, Emisia Borneo 01

SUMMARY

The Shell Eco-Marathon (SEM) is a competition held in a shell company that competes vehicles with the most economical fuel consumption. In this competency, there are two categories of vehicles in general, namely prototype vehicles and urban concept vehicles. For the prototype category, competency participants are challenged to design, create and race vehicles with a small body shape with air friction but still prioritize the safety and security of drivers and other vehicles, while for the urban concept category competition participants are challenged to design, create and race cars that more realistic that can meet the needs of today's drivers. Urban-type cars with this concept have traffic designs and completeness that resemble cars in general, in the Shell Eco-Marathon 2018 UM Pontianak Engine Team contests urban concept vehicles with the name "Emisia Borneo 01" as an urban concept vehicle having four wheels with the capacity of one person is the driver of the vehicle itself. One important part of the vehicle is the brake system that is used to reduce speed and stop the vehicle.

Keywords: Shell Eco Marathon Asia 2018, Emisia Borneo 01

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini motto dari penulis sendiri adalah “Berjuang Keras Menggapai Cita-Cita “ penulis terinspirasi dari kehidupan semut dimana perjuangan mereka mengumpulkan makanan untuk kehidupan di hari berikutnya yang selalu bekerja sama dan selalu berusaha walau beratnya memikul beban tersebut, maka penulis juga berusaha mengumpulkan ilmu sebanyak - banyak nya agar kelak berguna di hari kedepannya tanpa ada penyesalan, karena ada pepatah mengatakan tiada gading yang tidak retak, tiada ranting yang tidak patah, dan tuntut lah ilmu sampai ke negeri Cina, seperti itulah penulis menggambarkan diri sendiri.

Seperti ada tertulis di dalam Alkitab yang terdapat dalam, Amsal pasal 6 ayat 6 yang berbunyi “Hai pemalas, pergilah kepada semut, perhatikanlah dan lakukanlah dengan bijak”

PRAKATA

Dengan memanjatkan Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmad dan karunianya kepada penulis sampai saat ini masih diberi kesempatan serta kemampuan untuk menyelesaikan tugas proposal Tugas Akhir ini dengan baik.

Adapun tujuan dan maksud dari penulisan Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan mata kuliah Tugas Akhir serta salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Serjana S1 Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhamadiyah Pontianak. Adapun judul dari Tugas Akhir ini adalah Analisa Studi Kasus Sistem Rem Mobil Shell Eco-Marathon Asia 2018 Emisia Borneo-01. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, banyak hambatan dan rintangan yang penulis alami, namun berkat adanya bantuan dari berbagai pihak, Tugas Akhir ini dapat di selesaikan dengan baik oleh karena itu di dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih sedalam-dalamnya terutama kepada ;

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya.
2. Ayah dan Ibu tercinta yang telah membesarkan dan mendidik saya serta memberikan dorongan baik material maupun mental spiritual.
3. Bapak Fuazen ST.MT selaku dosen pembimbing Akademik dan Pembimbing II serta Dekan Teknik Mesin.
4. Bapak Gunarto ST.,M.Eng selaku Pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu dalam proses bimbingan skripsi ini.
5. Bapak Waspodo ST.MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin dan dosen pembimbing Shell 2018
6. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Muhamadiyah Pontianak khususnya angkatan 2015 serta semua pihak yang telah membantu dan menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Laporan Tugas Akhir ini merupakan sumbangan pendidikan untuk menambah perbendaharaan dalam ilmu pengetahuan. Penulis menyadari didalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kesalahan dan kekurangan yang penulis tidak ketahui, untuk itu penulis mengharapkan keritik dan saran yang bersifat membangun guna untuk penyempurnaan.

Harapan penulis Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi Kampus Muhamadiyah Pontianak khususnya dan para pembaca pada umumnya

Pontianak, Juli 2018

Penulis

Daftar Isi

COVER	
LEMBAR PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERUNTUKAN	iii
PERNYATAAN ORIENTASI SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	viii
PRAKATA	ix
Daftar Isi	xi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Metode Penulisan	3
1.7 .Sistematika Penulisan.....	4
BAB II	5
LANDASAN TEORI.....	5
1.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2. Teori Dasar.....	6
2.2.1.Komponen-komponen Rem cakram	7
2.2.2 Prinsip Kerja Sistem Rem	14
2.2.3 Teori Tentang Roda.....	15
2.2.3. Energi yang di serap oleh sebuah Rem / Panas dari kampas rem.....	17
2.3 Rem Cakram	20
BAB III	22
METODE PELAKSANAAN.....	22
3.1 Diagram Alir Perencanaan Sistem Rem (Mobil Shell Eco Marathon Asia)	UM
Pontianak.....	22

3.2 .Komponen pendukung perencanaan sistem rem (Mobil Hemat Energy ShellEco Marathon Asia).....	23
3.3 Bagian-bagian Rem	24
3.4 Tempat dan Spesifikasi Rem Yang Diuji	24
A. Tempat Penelitian.....	24
B. Spesifikasi Rem Yang Diuji	25
3.5. Bahan Dan Peralatan Yang Digunakan	26
3.6. Metode Analisa	26
3.7. Prosedur Penelitian.....	26
3.1.3 Proses Pengujian Pengereman Dengan Jarak 150 Meter	31
3.1.4 Hasil Pengujian Pengereman 150 Meter	31
BAB IV	33
PERHITUNGAN DAN ANALISA DATA	33
4.1. Menghitung Gaya-Gaya yang bekerja pada kendaraan.....	33
4.2. Gambar Perancangan.....	38
4.3. Hasil Perancangan Dalam Bentuk Tabel	39
Tabel 4.5 Gaya yang diberikan pada pedal terhadap gesek ped rem	42
Grafik 4.4 Gaya yang diberikan pada pedal terhadap gesek ped rem	43
4.4 Perhitungan Biaya Bahan/Material	43
BAB V	46
PENUTUP	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Shell Eco-Marathon (SEM) adalah sebuah kompetisi yang di adakan di perusahaan shell yang melombakan kendaraan dengan konsumsi bahan bakar yang paling irit. Dalam kompetensi ini, terdapat dua kategori kendaraan secara umum, yaitu kendaraan prototype dan kendaraan urban konsep. Untuk kategori prototype, peserta kompetensi ditantang untuk mendesain, membuat dan melombakan kendaraan dengan bentuk bodi dengan gesekan udara sekecil mungkin namun tetap mengutamakan keselamatan dan keamanan pengendara serta kendaraan lainnya, sedangkan untuk kategori urban konsep peserta kompetisi di tantang untuk mendesain ,membuat dan melombakan mobil yang lebih realitis yang dapat memenuhi kebutuhan pengemudi jaman sekarang. Mobil dengan kategori urban konsep ini memiliki desain dan kelengkapan lalu lintas yang menyerupai mobil pada umumnya, dalam Shell Eco-Marathon 2018 Tim Mesin UM Pontianak melombakan kendaraan urban konsep dengan nama ‘Emisia Borneo 01’ sebagai kendaraan urban konsep memiliki empat buah roda dengan kapasitas angkut satu orang yaitu pengemudi kendaraan itu sendiri. Salah satu bagian penting pada kendaraan tersebut adalah sistem rem yang di gunakan untuk mengurangi kecepatan serta menghentikan kendaraan.

Sistem rem ini dirancang untuk mengurangi kecepatan (memperlambat) dan menghentikan kendaraan. Peralatan ini sangat penting pada kendaraan dan berfungsi sebagai salah satu alat keselamatan dan menjamin untuk kendaraan yang aman. Rem ini membutuhkan master *cylinder* untuk meneruskan tekanan pada saat pengereman berlangsung. Kendaraan yang menggunakan sistem rem hidrolik banyak sekali komponen-komponen yang terkait didalamnya salah satu diantaranya master *cylinder* dan *caliper (cylinder body)*.

Master silinder berguna untuk meneruskan tekanan dari pedal ke *caliper (cylinder body)* melalui pipa-pipa rem sesuai dengan tekanan pengereman. Caliper (*cylinder body*) berfungsi untuk meneruskan tekana *hidrolik* ke ped rem sehingga terjadi pengereman. Namun pada saat kita menginjak pedal rem mobil yang sedang berjalan tidak akan langsung berhenti. Melainkan akan memperlambat kecepatan sampai kecepatan sangat rendah sehingga mobil berhenti dengan sempurna.

Dengan dirancang suatu sistem rem pada kendaraan yang kami buat maka perlu dilakukan analisa mengenai sistem rem dan komponen apa saja yang sesuai untuk di gunakan pada kendaraan Emisia Borneo 01, agar sistem rem ini dapat berfungsi dengan baik, dan sesuai dengan bahan yang tersedia ditoko atau daerah Kalimantan Barat maka perlu dilakukan analisa bahan yang digunakan pada sistem pengereman yang akan di gunakan.

Mengingat pentingnya permasalahan tersebut, dimana analisa sistem rem ini harus benar-benar matang karena menyangkut keselamatan dari *driver* dan pengendara yang lainnya, maka dari itu penulis mengangkat judul **Analisa Studi Kasus Sistem Rem Mobil Hemat Energy Shell Eco Marathon Asia “EMISIA BORNEO 01”**

1.2 Perumusan Masalah

Untuk memperjelas dan memberikan arahan dalam Tugas Akhir ini penulis memberikan rumusan masalah analisa sistem pengereman pada mobil shell eco marathon.

- a. seberapa besar pengaruh penggunaan sistem rem pada motor yang akan diaplikasikan pada kendaraan urban concept Shell Eco Marathon Asia 2018 (EMISIA BORNEO 01)
- b. Seberapa besar gaya yang di berikan pada pedal rem yang dirancang sesuai dengan aturan yang di berikan dari Shell Eco Marathon Asia 2018 (*Rules*) agar dapat menghentikan kendaran Emisia Borneo 01
- c. Pada saat perakitan sistem rem mobil Emisia Borneo 01 menggunakan 4 master cylinder rem, sedangkan sesuai standar ruls sistem rem menggunakan maximum 2 master cylinder.

1.3 Batasan Masalah

- a. Rem yang digunakan adalah Rem cakram Supra-x 125
- b. Perhitungan gaya pengereman dan torsi pengereman
- c. Masalah yang timbul saat perakitan mobil Emisia Borneo 01
- d. Merancang sistem rem dengan 2 master cylinder pada mobil Emisia Borneo 01
- e. Perhitungan satu beban roda pada kendaraan
- f. Perhitungan dilakukan dengan jarak 100 m dan 150 m

1.4 Tujuan

Melihat permasalahan yang telah di paparkan diatas maka adapun tujuan dari Analisa Studi Kasus sistem pengeraman Mobil Shell Eco Marathon adalah sebagai berikut :

- a. penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jarak pengereman dan besarnya gaya pengereman yang dibutuhkan untuk mencapai jarak henti yang sesuai standar regulasi yang berlaku, guna meningkatkan sistem keselamatan dan keamanan mobil Emisia Borneo 01 terutama dalam sistem pengereman.
- b. Mengetahui jarak berhenti mulai dari pengendara mengoperasikan rem dengan kecepatan yang sudah di tentukan sebelumnya.
- c. Efektifitas kegunaan sistem rem pada mobil Emisia Borneo 01
- d. Memenuhi standar yang sesuai dengan *rules* SEM 2018

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari pembuatan proposal dengan judul **Analisa Studi Kasus Sistem Rem Mobil Hemat Energy Shell Eco Marathon Asia “EMISIA BORNEO 01”** adalah sebagai berikut :

- a. Sebagai pedoman dalam membuat sistem Rem.
- b. Agar tidak menimbulkan kesalahan yang fatal pada kendaraan.
- c. Dengan adanya perhitungan dan perencanaan ini agar memberikan rasa nyaman terhadap pengendara.

1.6 Metode Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis menggunakan dua metode yaitu:

1. Metode literature

Penulis mengambil beberapa dasar teori dari berbagai buku dan jurnal penelitian sebelumnya yang bisa di pertanggung jawabkan ,dasar teori ini digunakan untuk membahas permasalahan yang sudah di sebutkan diatas.

2. Metode observasi

Dalam hal; ini penulis melakukan pengamatan dan pengujian langsung uji coba menggunakan rem cakram yang telah di pilih pada kendaraan shell eco marathon asia 2018 Emisia Borneo 01.

1.7 .Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan penulis dalam penulisan Tugas Akhir ini, maka perlu adanya sistematika penulis yang di gunakan sebagai berikut :

BAB I : Pendahuluan

Berisi tentang Latar Belakang, Permasalahan, Perumusan Masalah, Pembatasan Masalah, Tujuan dan Manfaat Perancangan, dan Metode Penulisan.

BAB II : Landasan Teori

Berisi tentang, Tinjauan Pustaka Perancangan Perbandingan Alat yang di Rancang dengan Alat yang Sudah Ada atau yang Sejenis (jika ada) Bentuk dan Konstruksi Alat yang Dirancang Prinsip Kerja Alat yang Dirancang Rumus-rumus Dasar untuk Perhitungan Perancangan

BAB III : Metode Penelitian

Diagram Alir (*Flow Chart*), Spesifikasi atau Data Teknis Mesin yang Dirancang, Perhitungan Kekuatan Bagian/Alat/Komponen yang Dirancang, Perhitungan Biaya Bahan/Material, Gambar Bagian/Alat/Komponen yang Dirancang

BAB IV : Perhitungan dan Proses Pembuatan

berisi tentang perhitungan dari data yang telah didapatkan dari penelitian dan perencanaan dan dari data yang di peroleh.

BAB V : Penutup

Adapun isi dari bab ini adalah kesimpulan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

LANDASAN TEORI

1.1 Tinjauan Pustaka

Ian Hardianto Siahian ,2008, dengan judul menganalisa kinerja rem cakram pada kendaraan roda dua pada pengujian stationer. Pengujian sistem rem dilakukan pada perangkat remcakram standar pada model kendaraan roda dua yang ditentukan yaitu pada sepeda motor dengan kecepatan dan tekanan dengan rem variable dari hasil pengujian dapat disimpulkan pada kecepatan kendaraan yang tinggi dan tekanan pedal rem masing masing 4 kg dan 6 kg baru terlihat perbedaan yang signifikan pemakaian rem cakram pada pengujian stationer untuk mengetahui tingkat keamanannya..

Abdu Mustalib Aunaka ,2013, dengan judul menganalisa pengaruh kapasitas pengereman dan variasi kecepatan kendaraan terhadap kinerja pengereman motor pupra x 100 cc. dari hasil pengujian rem cakram dengan memvariasikan kecepatan kendaraan 30 km/h, 40 km/h,50 km/h dan pengereman pada roda depan dihitung melalui kapasitas pengereman 9,859 N.m , 14.286 N.m dan 19,125 N.m memperlihatkan semakin besar kecepatan awal pengereman kendaraan pada kapasitas pengereman konstan semakin besar pula waktu yang dibutuhkan sampai kendaraan berhenti.

Jossy K.M ,2011 pada dasarnya kendaraan tidak dapat segera berhenti walaupun katup gas ditutup penuh dan mesin tidak lagi dihubungkan dengan pemindah daya , akan tetapi akan tetap bergesek karena ada kelembamannya. Kelemahan ini harus diatasi untuk menurunkan atau mengurangi kecepatan kendaraan hingga berhenti. Solusi dalam mengatasi kelemahan tersebut sistem rem dirancang untuk mengontrol kecepatan kendaraan dengan tujuan meningkatkan keselamatan dan untuk memperoleh pengendara yang aman.

Andun,Dkk,2005 Rem cakram dewasa ini sangat banyak digunakan hampir disemua produsen otomotif menggunakan rem cakram pada sistem pengeremannya dan merupakan standar pada kendaraan model baru. Kontruksi rem cakram pada umumnya terdiri atas cakam (disc Rotor) yang terbuat dari besi tuang yang berputar dengan roda,bahan gesek Disc pad yang menjepit dan mencengkram cakram, serta caliper rem yang berfungsi untuk menekan dan mendorong bahan gesek.Kontruksi rem cakram

hampir sama dengan rem tromol, dimana tromolnya ditiadakan dan sebagai gantinya dipasang sekeping cakram pada rem cakram dilengkapi dengan sepatu rem, cara kerja rem ini secara hidrolik .Daya pengereman terjadi karena adanya gaya gesekan antara cakram dengan pad,sehingga pengereman terjadi.

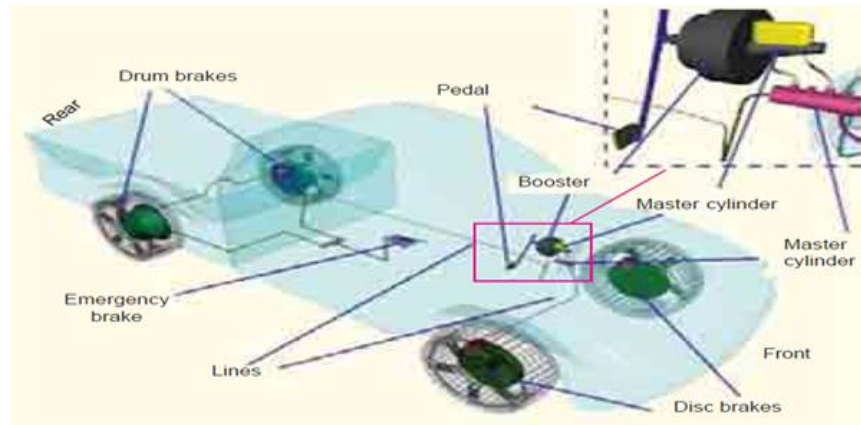
Ryan Bagas Wicaksono, Dkk, 2000 Prinsip kerja sistem rem adalah dengan memanfaatkan gesekan antara dua permukaan benda yang menyebabkan perlambatan pada benda/objek yang berputar, dalam hal ini adalah roda. Prinsip kerja sistem rem berawal dari gaya yang diberikan pada pedal rem kemudian gaya diteruskan melalui media penghantar menurut jenis sistem rem itu sendiri, pada mekanik maka digunakan batang penghantar gaya pada hidrolik digunakan fluida cair, dan pada sistem rem pneumatik digunakan fluida gas. Setelah gaya tersebut diteruskan maka pad/kampas rem akan terdorong dan menekan diskatau tromol untuk bergesekan sehingga menghasilkan perlambatan kecepatan pada kendaraan

2.2. Teori Dasar

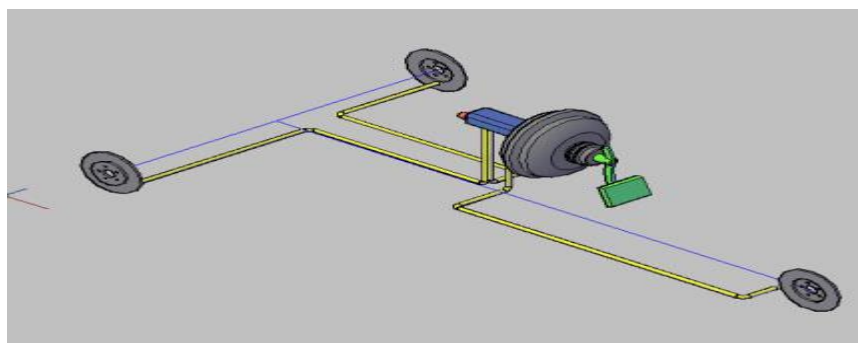
Rem dirancang untuk mengurangi kecepatan (memperlambat) dan memberhentikan kendaraan atau parkir pada tempat yang menurun . peralatan ini sangat penting pada kendaraan yang berfungsi sebagai alat keamanan dan menjamin untuk pengendara yang aman ,dewasa ini menurut para ahli permobilan,rem adalah kebutuhan sangat penting untuk keamanan berkendara dan juga dapat berhenti dimana pun ,dan dalam berbagai kondisi dapat berfungsi dengan baik,dan aman,fungsi sistem rem pada kendaraan adalah untuk memperlambat dan menghentikan kendaraan dalam jarak dan waktu yang memadai dengan cara terkendali dan terarah.

Sebuah rem adalah perangkat dengan cara yang tahan gesek buatan diterapkan pada anggota mesin bergerak, untuk memperlambat atau menghentikan gerakan mesin,dalam proses melakukan fungsi ini ,rem menyerap baik energy kinetic dari anggota kendaraan yang bergerak atau energy potensial yang di berikan oleh objek, energi yang diserap oleh rem disipasikan dalam bentuk panas ,Panas ini hilang di udara sekitarnya.

Adapun keterangan lebih jelas tentang sistem gambar komponen rem dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.0 bagian sistem rem (Sumber: Holifield, 2009:2)



Gambar 2.1 Komponen system rem dan aliran fluida (Sumber: Holifield, 2009:2)

Rem cakram terdiri atas sebuah cakram baja yang dijepit oleh lapisan rem dari kedua sisinya pada waktu pengereman. Rem ini mempunyai sifat-sifat yang baik seperti mudah dikendalikan, pengereman yang stabil serta radiasi panas yang baik sehingga banyak digunakan untuk roda depan.

2.2.1. Komponen-komponen Rem cakram

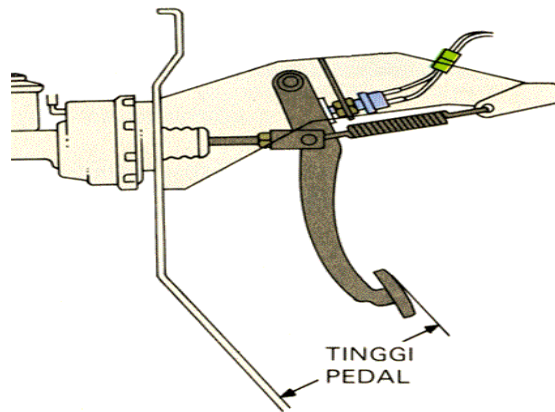
1. Pedal Rem

Pedal rem adalah komponen pada sistem rem yang dimanfaatkan oleh pengemudi untuk melakukan pengereman.

- Fungsi pedal rem memegang peranan yang penting didalam sistem rem. Tinggi pedal harus dalam tinggi yang ditentukan. Jika terlalu tinggi, diperlukan waktu yang lebih banyak bagi pengemudi untuk menggerakkan dari pedal gas ke pedal

rem, yang mengakibatkan pengereman akan terlambat. Sebaliknya jika tinggi pedal terlalu rendah, akan membuat jarak cadangan yang kurang yang akan mengakibatkan gaya pengereman yang tidak cukup.

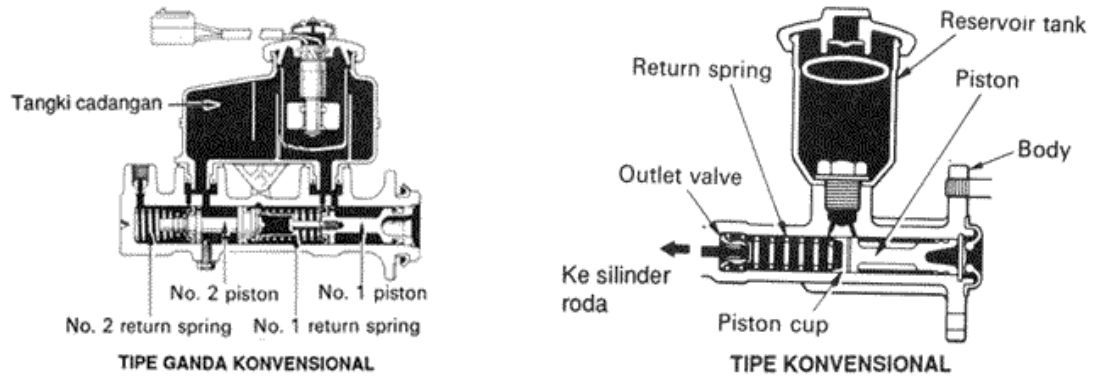
- Pedal Rem juga harus mempunyai gerak bebas yang cukup. Tanpa gerak bebas ini, piston master silinder akan selalu terdorong keluar dimana mengakibatkan rem akan bekerja terus dikarenakan adanya tekanan hidrolis yang terjadi pada sistem rem.
- Disamping itu, harus terdapat jarak cadangan pedal yang cukup pada waktu pedal rem ditekan; kalau tidak akan terdapat hambatan dalam pengereman.



Gambar 2.2 Pedal Rem (Sumber: Holifield, 2009:2)

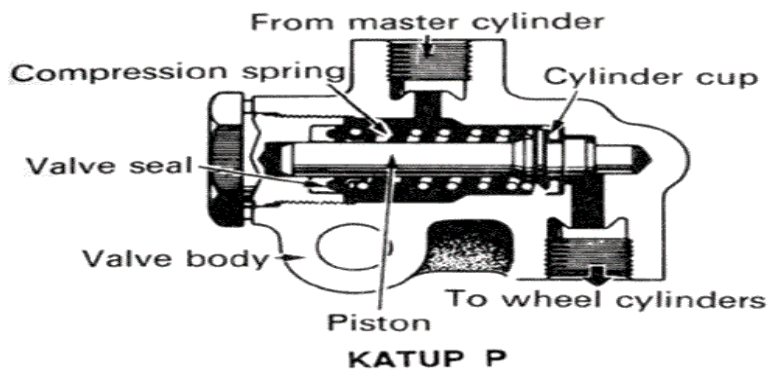
2. **Master Silinder** mengubah gerak pedal rem ke dalam tekanan hidrolis. Master silinder terdiri dari resevoir tank yang di beri minyak rem, demikian juga piston dan siliner yang membangkitkan tekanan hidrolis.

- Master silinder ada 2 type yaitu :
 1. Tipe Tunggal : Tipe plunjer, Tipe konvensional dan tipe portles
 2. Tipe Ganda : Tipe ganda konvensional dan tipe double konvensional.



Gambabr 2.3 Master Rem (Sumber: Holifield, 2009:2)

- **Katup P (Propotioning Valve/Katup Pengimbang)** berhubung rem depan membutuhkan tenaga pengereman yang lebih besar dari rem,rem belakang sehubungan dengan pemindahan berat kendaraan yang terjadi pada waktu melakukan pengereman yang kuat.

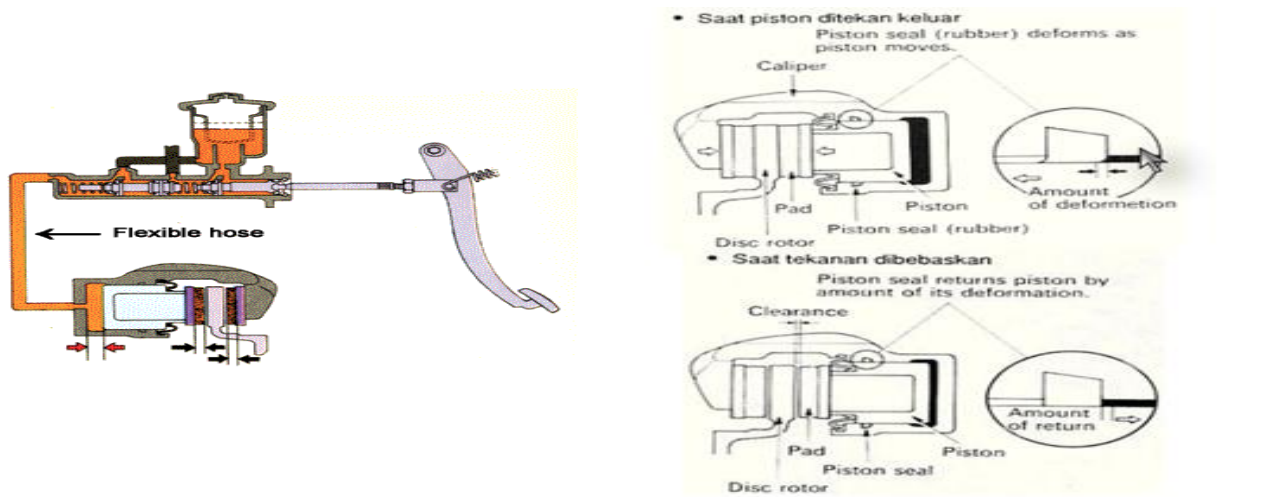


Gambar 2.4 Katup P master Rem (Sumber: Holifield, 2009:2)

3. Flexible hose/slang flesible menghubungkan pipa rem dan rem roda untuk mengimbangi gerakan suspensi.

- pipa rem berfungsi untuk menyalurkan minyak rem dari master silinder ke Master rem yang di gunakan untuk mendorong Piston Pada caliper rem.

- Minyak rem, merupakan fluida yang berfungsi sebagai media penerus gaya pengereman dalam bentuk tekanan hidrolis (hydraulic pressure) ke brake piston pada kaliper. Mekanisme kerja sistem rem cakram penggerak hidrolis dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

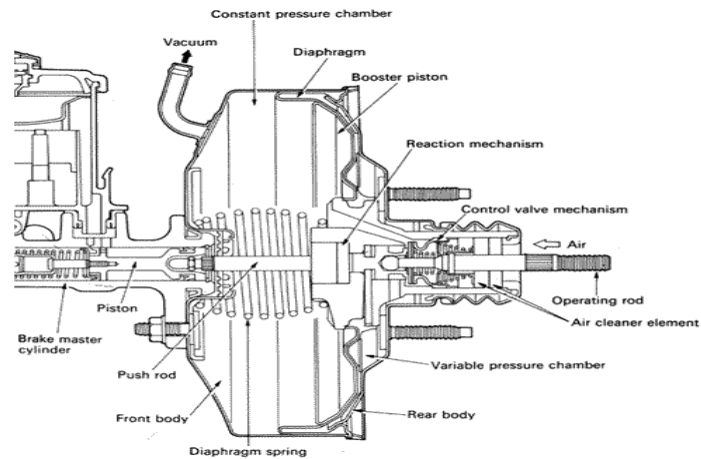


Gambar 2.5 Mekanisme kerja rem cakram hidrolis (Sumber: Beny, 2005:33)

4. **Booster rem** merupakan satu komponen pada sistem yang dipasangkan menjadi satu dengan master silinder dan setelah pedal rem, yang berfungsi untuk mengurangi tenaga yang diperlukan pengemudi dalam pengereman.

- Booster rem yaitu karena adanya kevakuman dari intake manifold.
- Komponen – komponen booster rem :
 1. Piston;
 2. Diaphragm spring;
 3. Push rod;
 4. Diaphragm;
 5. Air cleaner element;

6. Vacuum.



Gambar 2.6 Boster Rem (Sumber: Beny, 2005:33)

5. Brake pad / kampas rem

Brake pad adalah komponen dari sistem pengereman yang sangat penting kedudukannya. Pada brake pada melekat kampas rem atau bahan friksi yang bersinggungan langsung dengan disc serta menerima gaya tekan dari kaliper rem

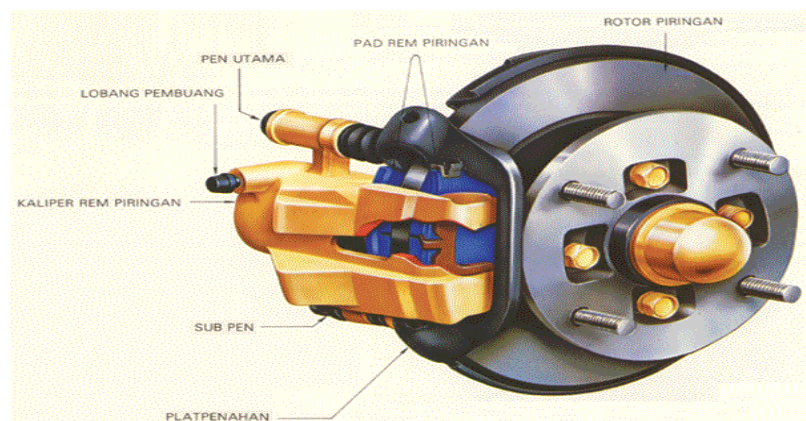
6. Cakram/Rem Piringan

Untuk memberi gaya pengereman kepada setiap roda kendaraan

1. Rem piringan walaupun banyak jenis rem piringan prinsip kerjanya adalah bahwa sepasang pad yang tidak berputar menjepit rotor piringan yang berputar menggunakan tekanan hidrolis, menyebabkan terjadinya gesekan yang dapat memperlambat atau menghentikan kendaraan.
2. Rem piringan efektif karena rotor piringannya terbuka terhadap aliran udara yang dingin dan karena rotor piringan tersebut dapat membuang air dengan segera. Karena itulah gaya pengereman yang baik dapat terjamin walau pada kecepatan tinggi. Sebaliknya berhubung tidak adanya self servo effect, maka dibutuhkan gaya pedal yang lebih besar dibandingkan dengan rem tromol. Karena alasan inilah booster rem biasanya digunakan untuk membantu gaya pedal.

3. Bagian- Bagian rem piringan :

- a) Pen Utama dipasang pada plat penahan memberi tempat bagi kaliper dan memungkinkan silinder bergerak mundur maju di dalam bushing. Pen diberi perapat untuk mencegah masuknya debu dan air;
- b) Pad Rem Piringan menjepit rotor piringan dengan menggunakan piston pada silinder guna menciptakan gesekan yang menyebabkan terjadinya pengereman;
- c) Rotor Piringan dipasang pada hub as, berputar bersama roda;
- d) Lobang Pembuang untuk membuang udara yang masuk kedalam kedalam saluran udara;
- e) Kaliper Rem Piringan melindungi piston dalam silinder dan menekan pad terhadap rotor piringan tatkala piston terdorong oleh tekanan hidrolis;
- f) Sub Pen yang terpasang pada plat torque, bersama - sama denga pen utama, memberi tempat kepada silinder dan memungkinkan silinder bergerak mundur maju melalui bushing;
- g) Plat Penahan terpasang pada bagian dari as, menunjang gerakan silinder yang terjadi pada saat pad menjepit rotor piringan.

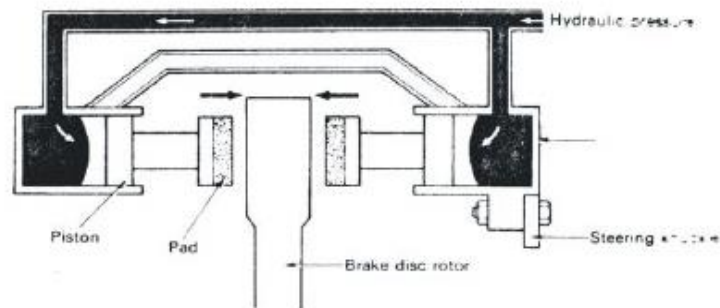


Gambar 2.7 Komponen Piringan Cakram (Sumber: Holifield, 2009:2)

A. Rem cakram (disk brake) terdiri dari dua jenis, yaitu:

a. Tipe fixed caliper

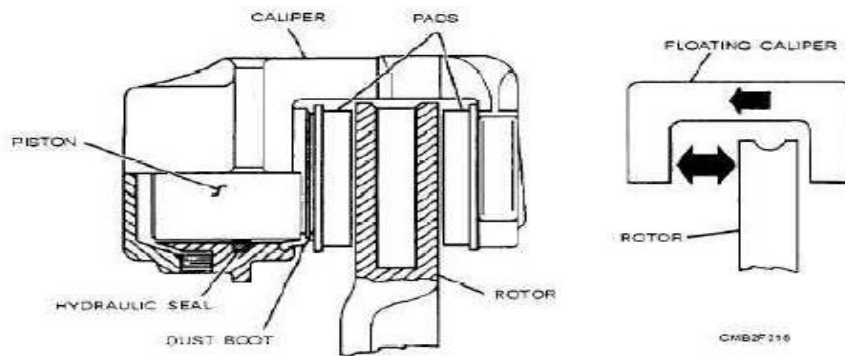
Pada rem cakram tipe ini, caliper tidak ikut bergerak serta terdapat beberapa pasang piston. Letak piston-piston tersebut ada pada kedua sisi dari *disk rotor* -nya. Sehingga ketika fluida dikenai gayatekan, fluida tersebut akan menekan piston dari kedua sisi piringan gesek seperti yang terlihat pada gambar di bawah.



Gambar 2.8 Tipe fixed caliper (Sumber: Holifield, 2009:2)

b. Tipe floating caliper

Pada rem cakram tipe ini, *caliper* ikut bergerak karena reaksi dari gaya tekan fluida, hanya terdapat piston dari satu sisi piringan geseknya. Jadi ketika fluida dikenai gaya tekan, maka fluida tersebut akan menekan piston dan kanvas sebelah kanan, kemudian kaliper akan tertarik ke sebelah kanan, yang membuat kanvas sebelah kiri akan menekan piringan dari sebelah kiri.



Gambar 2.9 Tipe floating caliper (Sumber: Holifield, 2009:2)

2.2.2 Prinsip Kerja Sistem Rem

Ada pun seperti yang tertera di atas bahwa fungsi dari sistem rem adalah untuk memperlambat suatu laju kendaraan serta untuk memberhentikan suatu kendaraan, perinsip kerja rem adalah yang pertama kendaraan tidak dapat berhenti dengan segera apabila mesin di bebaskan (tidak dihubungkan) dengan pemindahan daya ,kendaraan cenderung tetap bergerak, kelemahan ini harus di kurangi dengan maksud untuk menurunkan kecepatan gerak kendaraan hingga berhenti, Mesin mengubah energy panas menjadi *energy kinetic* (energy gerak) untuk menggerakkan kendaraan, sebaliknya.

Prinsip kerja rem yang kedua adalah Rem mengubah energy kinetic menjadi energy panas untuk menghentikan kendaraan , umumnya rem bekerja disebabkan oleh adanya sistem gabungan penekan melawan sistem gerak putar, efek pengereman disebabkan karena adanya gesekan yang timbul antara dua objek,

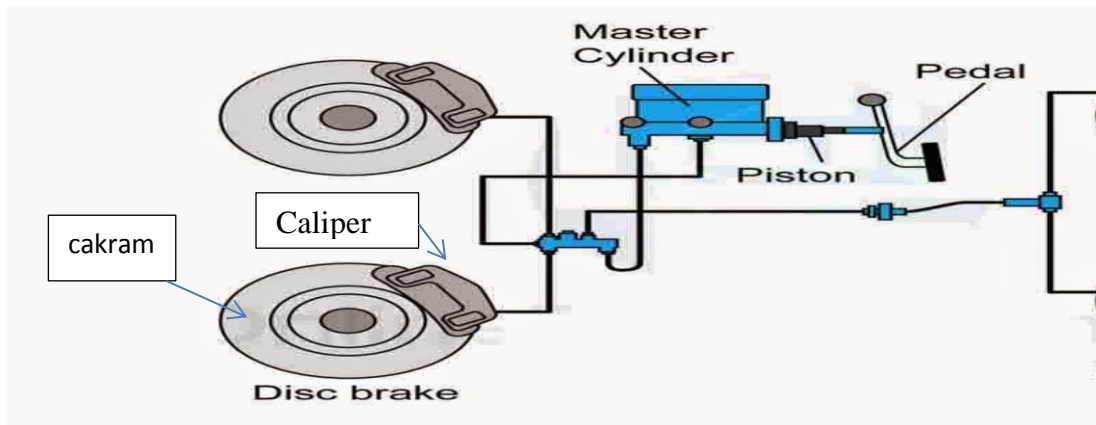
Sistem rem yang digunakan untuk suatu kendaraan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- Dapat bekerja dengan baik dan cepat
- Mempunyai daya gesekan yang baik
- Mempunyai sifat tahan lama ,serta mudah digunakan
- Rem itu harus mudah di periksa dan mudah diatur

Sistem bahan rempun (kampus) rem yang di gunakan harus memiliki syarat sebagai berikut :

- Aman dan tahan terhadap gesekan
- Tahan terhadap temperatur yang tinggi

b. Persamaan yang Digunakan Dalam Perencanaan Rem Cakram



Gambar 2.9 Diagram alir sistem fluida rem (Sumber: Beny, 2005:29)

Sistem rem hidrolis merupakan sistem rem yang menggunakan media cair sebagai media penghantar / penyalur gerakan. Sistem rem hidrolis ini sangat rumit dan perlu perawatan yang berkala karena komponen-komponen sangat rawan terhadap kerusakan, apabila terjadi kerusakan atau kebocoran pada selang atau sambungan-sambungan penyalur fluida maka akan mengganggu siklus aliran atau kerja sistem aliran hidrolis, komponen penting dalam sistem rem hidrolis yaitu Sepatu Rem, Master Cylinder, Actuator Cylinder (Caliper) dan Tuas / Pedal. Sistem rem hidrolis ini bekerja apabila tuas pedal rem diinjak maka tuas akan meneruskan gerakan ke master cylinder terjadi perubahan dari energy kinetic menjadi energy tekanan pada minyak rem yang diteruskan menuju ke caliper melalui selang yang bertekanan tinggi, setelah tekanan sampai di caliper kemudian gaya tekan dirubah kembali menjadi gerakan / kinetic oleh caliper rem untuk menggerakkan sepatu rem untuk menekan piringan cakram supaya terjadi proses pengereman.

c. Gaya Gesek Pengereman (Pv)

$$P_v = W_{tot} \frac{bv}{g} \text{ (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 1997)..... 2.1}$$

Ket

Pv : gaya Pengereman (kg)

Wtot : berat total kendaraan (kg)

g : percepatan gravitasi (m/s²)

bv : perlambatan kendaraan (m/s²)

Gaya pada pedal rem

$$FK = F \frac{a}{b} \text{ (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 1997)..... 2.2}$$

Keterangan :

FK : gaya yang dihasilkan dari pedal rem (Kgf)

F : gaya yang menekan pedal rem (Kgf)

➤ Untuk beban pengereman pada satu roda depan

$$M_r = 1.1 \times P_v \times \frac{d}{2}$$

Dimana P_v : Gaya Inersia (kg)

D : Diameter roda kendaraan (m)

d. Torsi Pengereman (T)

$$T = F_n \times (R - r) \text{ (Sularso dan Kiyokatsu Suga,1997)} \dots\dots\dots 2.3$$

Ket

P_v : gaya gesek pengereman (kg m/s)

R : jari jari piringan cakram (m)

r : jari jari piston master cylinder (m)

❖ Umur kanvas rem (pad)

Umur rem tergantung pada volume material gesek yang boleh aus (V_v), daya gesek rata-rata (N_r) dan satu konstata keausan (q_v). Umur rem :

- Nilai q_v diperoleh dari tabel (29/2) untuk kanvas kategori I
- 1,1 merupakan faktor nilai energi kitetik untuk komponen yang berputar.
- Volume material gesek yang boleh aus (V_v) didapat dari persamaan :

$$V_p = A \cdot S$$

2.2.3. Energi yang di serap oleh sebuah Rem / Panas dari kampas rem

Energy yang di serap oleh rem tergantung pada jenis gerak bodi kendaraan ,energy yang sesuai dengan gerakan ini adalah energi kinetik,gerakan nya adalah sebagai berikut :

a. Ketika gerakan kendaraan konstan

Pertimbangkan masa body (m) bergerak dengan kecepatan V_1 m/s ,biarkan kecepatannya berkurang menjadi V_2 m/s dengan menerapkan rem,oleh karena itu perubahan energi kinetic dari bodi ialah

$$V_t = V_0 \cdot a \cdot t \text{ (Sularso dan Kiyokatsu Suga , 1997)} \dots\dots\dots 2.4$$

Energi ini harus di serap oleh rem,jika body berhenti bergerak setelah menekan rem maka $v_2 = 0$ dan

$$E_1 = \frac{1}{2} m (v_1)^2 \text{ (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 1997)} \dots\dots\dots 2.5$$

b. Ketika gerakan roda kendaraan dengan beban

Sekitar sumbu yang diberikan berputar dengan kecepatan sudut ω_1 rad/s biarkan kecepatan sudut yang di kurangi menjadi ω_2 rad/s setelah menekan rem ,oleh karena itu perubahan energy kinetic, body berputar atau energy kinetic rotasi

$$P_v = \frac{R a \times b v}{g} \text{ Hand cut Lab. Konversi Energi} \dots\dots\dots 2.6$$

Energy ini harus di serap oleh rem ,jika body bergerak kemudian di hentikan setelah menggunakan rem, maka , perhitungan satu beban tumpuan roda dapat dicari dengan rumus sebagai berikut.

$$M_r = 1,1 \times P_v \times \frac{D}{2} \text{ Hand cut Lab. Konversi Energi} \dots\dots\dots 2.7$$

c. Ketika gerakan kendaraan dengan kecepatan tertentu

Pertimbangan kedua penggerak linear dan sudut ,misalnya di lokomotif penggerak roda dari roda bergerak mobil, Dalam kasus tersebut ,total energy kinetic dari body adalah sama dengan jumlah dari kinetic, energy translasi dan rotasi. Total energy kinetic yang diserap oleh rem

$$E = E_1 + E \quad \text{R.S Khurmi} \dots\dots\dots 2.8$$

$$t = I \times a \quad \text{R.S Khurmi} \dots\dots\dots 2.9$$

Kadang kadang rem juga harus menyerap energy potensial yang diberikan oleh objek, yang di turunkan oleh kerekan, master rem, caliper , dan lain lain dengan mempertimbangkan berat kendaraan. oleh karena itu perubahan energy potensial.

$$E_3 = m \cdot g (h_1 - h_2) \text{ (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 1997)} \dots\dots\dots 2.10$$

Jika v_1 dan v_2 m / s adalah kecepatan dari massa sebelum dan sesudah rem diterapkan, maka perubahan energy potensial di berikan oleh :

$$E_3 = m \cdot g \frac{v_1 + v_2}{2} t = m \cdot g \cdot v \cdot t \text{ (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 1997)} \dots\dots\dots 2.11$$

Dengan : $V = \text{kecepatan rata-rata} = \frac{v_1 + v_2}{2}$

$T = \text{Waktu aplikasi pengereman}$

Dengan demikian, Total energy yang di serap oleh rem adalah :

$$E = E_1 + E_2 + E_3$$

- Keterangan : F_t : Gaya pengereman Tangensial atau gaya gesek yang bekerja secara tangensial di permukaan kontak dari ped rem (kg).
- D : Diameter drum rem (cm)
- N_1 : kecepatan drum sebelum rem di tekan (km/s)
- N_2 : kecepatan sesudah rem di tekan (km/s)
- N : kecepatan piringan berhenti.(km/s)

Kita tahu bahwa pekerjaan yang dilakukan oleh pengeremaen atau gaya gesekan memerlukan waktu beberapa detik dan menit.

$$= F_t \times \pi d N \times t \quad (\text{Sularso dan Kiyokatsu Suga,1997}) \dots\dots\dots 2.12$$

$$t = I \times a \quad (\text{Sularso dan Kiyokatsu Suga,1997}) \dots\dots\dots 2.13$$

Karena energy yang diserap oleh rem harus sama ,dengan kata satu pergesekan yang kuat, oleh karena itu :

$$E = F_t \times \pi d N \times t \quad \text{atau} \quad F_t = \frac{E}{\pi d N t} \dots\dots\dots 2.14$$

Besarnya F_t tergantung pada kecepatan akhir (v_2) dan waktu pengereman (t) ,nilai maximum saat $v_2 = 0$,

Kita tahu bahwa torsi yang di serap oleh rem :

$$T = F_t \times r = Ft \times \frac{d}{2} \quad (\text{Sularso dan Kiyokatsu Suga,1997}) \dots\dots\dots 2.15$$

Dimana r = Radius dari cakram Rem

Tekanan hidrolik pada master cylinder (P_e) menggunakan rumus :

$$P_e = \frac{FK}{\frac{1}{4}\pi \cdot dm^2} \quad (\text{Sularso dan Kiyokatsu Suga , 1997}) \dots\dots\dots 2.16$$

Keterangan :

P_e = tekanan hidrolik (Kg/cm²)

FK_b = gaya tekan yang dihasilkan oleh pedal rem (Kgf)

dm = diameter silinder pada master rem (cm)

Menghitung gaya yang di hasilkan dari pedal rem adalah dengan rumus sebagai berikut :

$$F_k = F \times \frac{a}{b} \quad (\text{Sularso dan Kiyokatsu Suga,1997}) \dots\dots\dots 2.17$$

Sedangkan untuk menghitung kapasitas pengereman adalah dengan rumus , namun pada perhitungan ini menggunakan angka yang akan di asumsikan :

$$\epsilon t = I \times a \quad (\text{Sularso dan Kiyokatsu Suga,1997.....2.18})$$

Dan perhitungan jarak pengereman yang sesuai dengan data yang di peroleh dapat di cari dengan rumus :

$$S = \frac{V^2}{2 e .g} \quad (\text{Sularso dan Kiyokatsu Suga,1997.....2.19})$$

Keterangan :

S : Jarak pengereman (m)

V : kecepatan kendaraan saat melaju (km/s)

e : koefisien gesek (0,7)

g : gravitasi (9,81) m/s²

Waktu yang di butuh kan saat pengereman adalah dengan rumus sebagai berikut :

$$T_e = \frac{v}{e . g} \quad (\text{sularso dan kiyokatsu suga 1997 : 91)2.20}$$

$$E_k = (w / 2.g)V^2 \text{ energi kinetis suatu kendaraan dapat di hitung2.21}$$

(Sularso Dan Kiyokatsu Suga 1997 : 89)

2.3 Rem Cakram

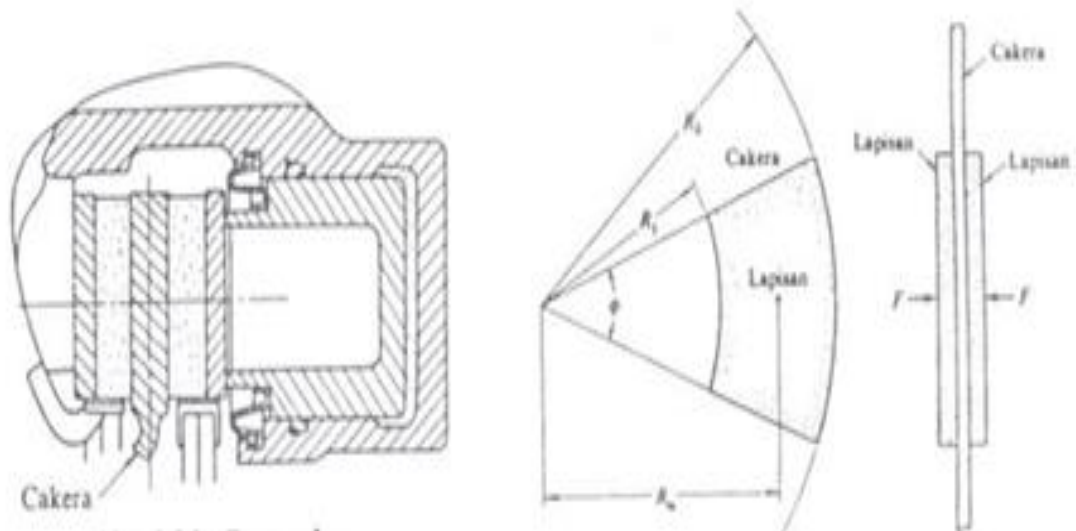
Rem cakram terdiri atas sebuah cakram dari baja yang dijepit oleh lapisan rem dari kedua sisinya pada waktu pengereman, lihat Gambar 2.10 di bawah ini. Rem ini mempunyai sifat-sifat yang baik seperti mudah dikendalikan, pengereman yang stabil, radiasi panas yang baik, dan lain sebagainya.

Adapun kelemahannya umur lapisan yang pendek, serta ukuran silinder rem yang besar pada roda.

Jika lambang-lambang seperti diperlihatkan pada gambar dibawah ini dipakai, maka momen rem T_l (kg.mm) dari satu sisi cakram adalah $T_l = F K_l R_m$, dimana T_l adalah koefisien gesek lapisan, F (kg) adalah hasil perkalian antara luas piston atau silinder roda A_w (cm²) dan tekanan minyak p_w (kg/cm²) .

Perhitungan ini dilakukan untuk membuat keausan lapisan yang seragam baik didekat poros maupun diluar poros, dengan jalan mengusahakan tekanan kontak yang merata.

Dalam hal otomobil , karena satu gandar mempunyai dua roda dengan jari-jari R , maka gaya rem pada diamete luar roda adalah $2 FER$.

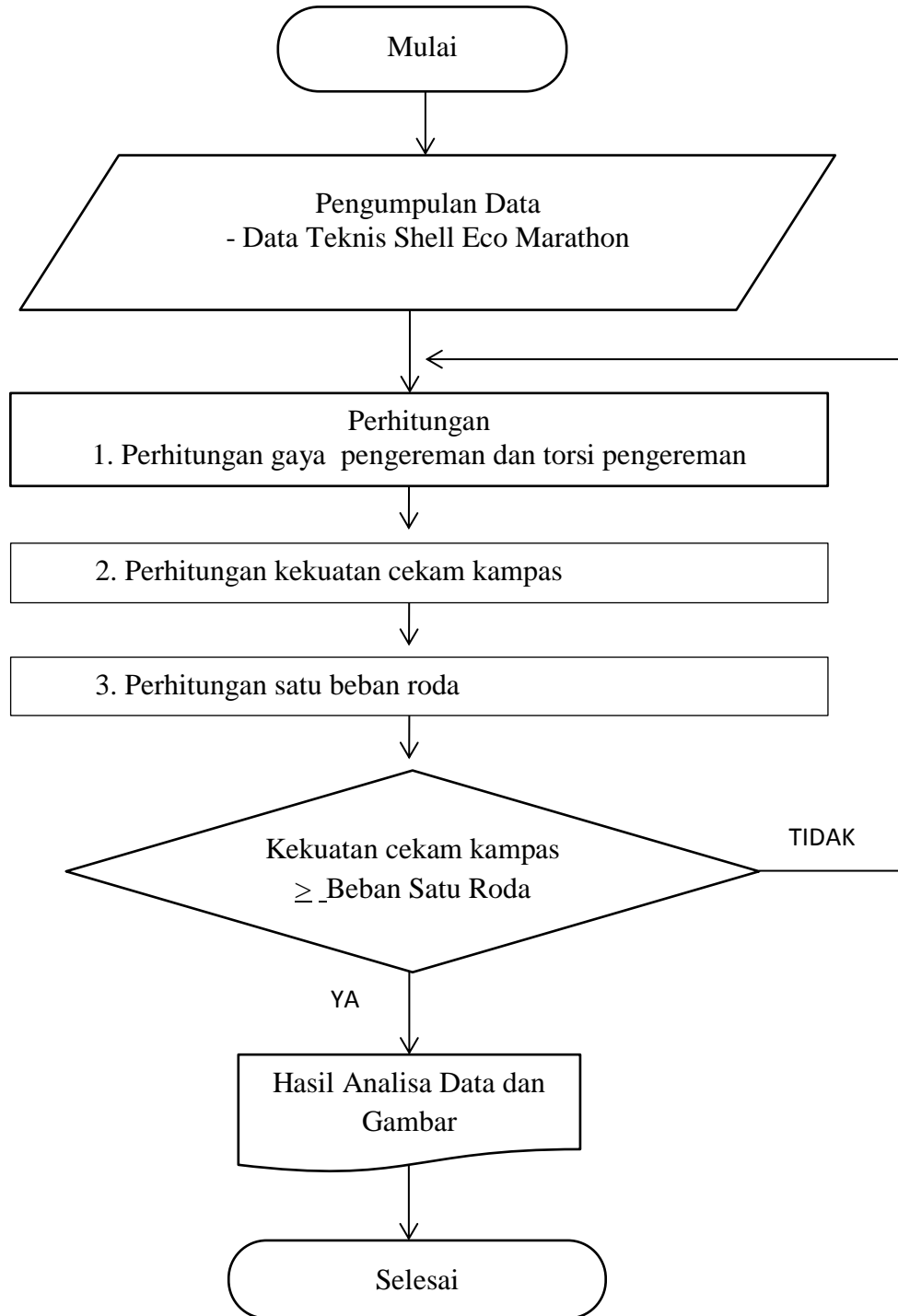


Gambar. 2.10 Notasi Untuk Rem Cakram (Sumber Mohamed Watany, 2014)

Faktor efektivitas rem diberikan seperti pada Gambar 2.10 di atas. Di bandingkan dengan macam rem yang lain., rem cakram mempunyai harga FER terendah karena pemancaran panas yang sangat baik, sehingga banyak dipakai.

BAB III
METODE PELAKSANAAN

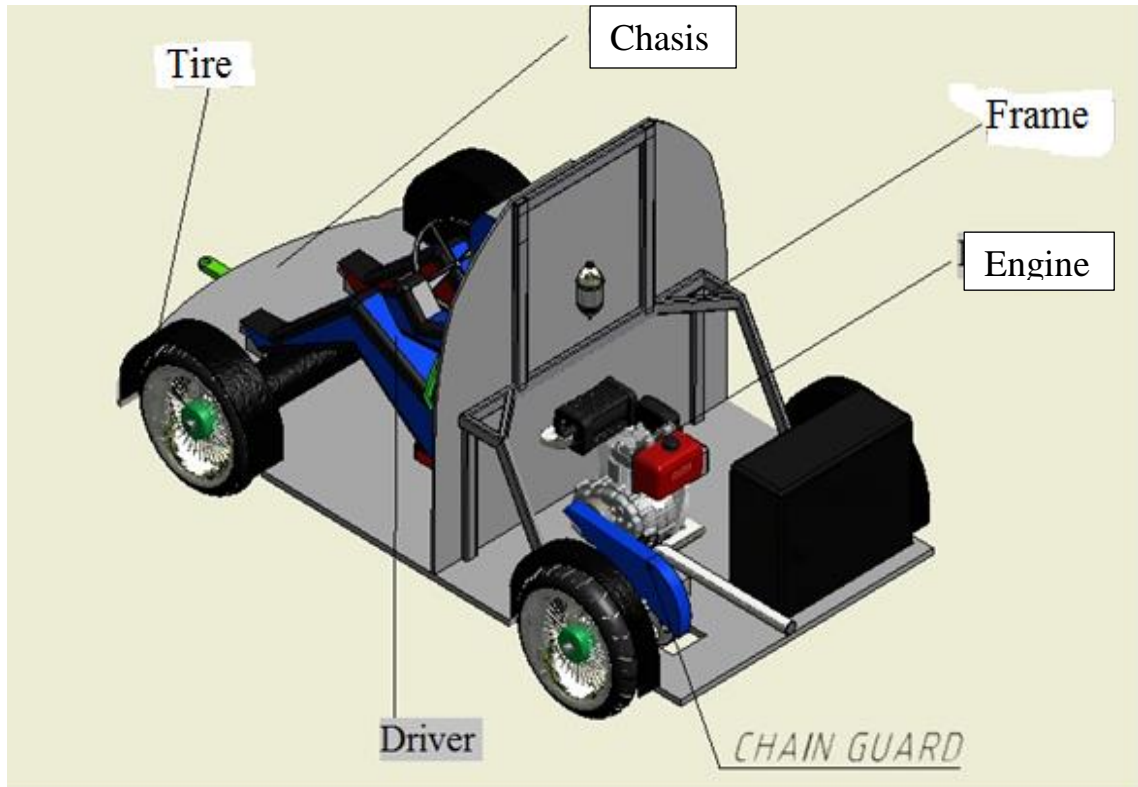
**3.1 Diagram Alir Perencanaan Sistem Rem (Mobil Shell Eco Marathon Asia)
UM Pontianak**



Gambar 3.1 Diagram alir

3.2 .Komponen pendukung perencanaan sistem rem (Mobil Hemat Energy Shell Eco Marathon Asia)

Adapun salah satu faktor dimana untuk menentukan perancangan suatu sistem pengeraman adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Komponen Dalam Mobil

Keterangan :

1. Body Kendaraan
2. Sasis Kendaraan
3. Ban Kendaraan
4. Driver Kendaraan
5. Engine Kendaraan

Dari data yang telah terpapar di atas bahwa berat dari setiap data diatas harus di perhitungkan, karena sangat mempengaruhi dari daya kerja rem yang di gunakan, serta kemampuan rem untuk memperlambat laju kendaraan serta memberhentikan suatu kendaraan, dengan waktu yang di tentukan.

3.3 Bagian-bagian Rem

Dapat dilihat pada gambar di bawah ini adalah komponen dari Rem :



Gambar 3.2 Bagian Rem (Sumber :Automotif 2006)

Pada umumnya sebuah rem mempunyai komponen – komponen sebagai berikut :

- Backing plate
- Silinder penyetel sepatu rem
- Sepatu rem
- Pegas pembalik
- Kanvas rem
- Silinder roda
- Disc Break

3.4 Tempat dan Spesifikasi Rem Yang Diuji

A. Tempat Penelitian

Tempat penelitian merupakan lokasi dimana informasi diperoleh untuk menyatakan kebenaran penelitian adapun lokasi yang di lakukan adalah :

- a. Laboratorium Universitas Muhamadiyah Pontianak Program studi teknik mesin merupakan tempat pembuatan atau perakitan mobil hemat energy Shell Eco Marathon Asia 2018 (EMISIA BORNEO 01), dan juga merupakan lokasi untuk proses assembling hingga sistem rem siap pakai, serta melakukan penelitian dan uji coba sistem rem yang sudah di rancang sedemikian rupa denagn melihat perbandingan cekam kampas, master, pedal dan caliper.

- b. Change Expedition Center yang beralamat di Singapura dimana di sini juga di lakukan uji tes pengereman (REM) kendaraan yang akan diikuti sertakan diajang kontes mobil hemat energy Asia Tahun 2018. Tempat tersebut dipilih dengan alasan bahwa proses konsultasi dan pengujian dapat dilakukan dengan baik sehingga mempermudah mobilisasi penelitian dan apabila dikaitkan dengan pokok permasalahan yang akan diteliti telah memenuhi syarat.

B. Spesifikasi Rem Yang Diuji

Data umum Kendaraan

- a) Nama Tim : Mesin UM Pontianak Team
- b) Nama Kendaraan : *Emisisa Borneo 01*
- c) Nama Kampus : Universitas Muhamadiyah Pontianak
- d) Tim Dari : Indonesia
- e) Jenis Kendaraan : *Urban Concept*
- f) Generasi Mobil : Generasi ke-01
- g) *Team Members* : *8 Persons*

Data-data yang di peroleh.

- Nama Kendaraan : *Emisisa Borneo 01* Generasi ke 1
- Total Berat Kendaraan : 146 kg
- Berat Depan (kosong) : 50 kg
- Berat Belakang (kosong) : 96 kg
- Kecepatan Maximum (V_0) : 55 km/h = 15,27 m/s (conversi satuan)
- Kecepatan akhir (V_t) : 0 m/s
- Panjang Kendaraan : 2200 mm = 2,2 m
- Lebar Kendaraan : 1200 mm = 1,2 m
- Berat Minimal *Driver* : 70 Kg
- Jari-jari pengereman cakram : 0,1005m = 10,05 cm (Supra X 125 R)
- Diameter Master cylinder : 1,58 cm
- Diameter cylinder cakram : 2,20 cm
- Minyak rem yang di gunakan : DOT 4 BRAKE FLUID
- Selang yang di gunakan : selang Cakram Yamaha mio bertekanan tinggi.
- Koevisien Gesek kampas : 0,5 (Dari Tabel)

- Jari-jari Roda : 17" = 0,43 m
- Nilai efisiensi Rem : 0,2 (Supra X 125 R)
- Massa Rem Cakram : 5 kg (Supra X 125 R)
- Pedal Rem kendaraan : a. 45 mm = 4.5 cm
b. 185 mm = 18.5 cm

3.5. Bahan Dan Peralatan Yang Digunakan

Dalam hal ini tidak lepas dari bahan dan alat yang digunakan yang mendukung untuk tercapainya hasil penelitian ,adapun bahan dan peralatan yang digunakan adalah sebahagi berikut :

- a. Kendaraan dengan spesifikasi yang telah di tentukan (EMISIA BORNEO 01)
Dengan type mesin 4 Tak,sistem pengapian EFI, perbandingan Kompresi 9,3 : 1
- b. Stopwatch
- c. Tool set
- d. Meter rol
- e. Rem Cakram (spesifikasi ditentukan)

3.6. Metode Analisa

Untuk menganalisa hasil pengujian maka di lakukan analisa metode semi empiris data yang di peroleh dari hasil pengujian digunakan untuk menghitung kapasitas pengereman pada kendaraan Rakitan Mesin UM Pontianak EMISIA BORNEO 01

3.7. Prosedur Penelitian

Adapun langkah-langkah .dalam penelitian yang dilakukan untuk mendapatkan data,yang selanjutnya dilakukan untuk menghitung kapasitas pengeraman yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan kendaraan yang akan dipakai dalam penelitian terutama sistem transmisi,dan sistem pengeraman.
2. Hidupkan dan jalankan kendaraan pada jarak tertentu sehingga ada kesempatan untuk mendapatkan kecepatan maksimum 55 KM/h
3. Lakukan uji ulang dengan menggunakan ukuran beban pengeraman yang lain..

❖ Pengujian yang dilakukan gaya pada tekanan hidrolik rem cakram dengan rem cakram double caliper motor Supra-X 125 dengan mempersiapkan alat alat dan bahan seperti papan dengan kemiringan 5° , dengan syarat sistem pengereman sudah di atur sedemikian rupa agar aman dilakukan pengujian.

Adapun data yang di ambil adalah :

- a. Perhitungan gaya pengereman
- b. Perhitungan torsi pengereman
- c. Perhitungan gaya tekan kanvas dengan gaya piston
- d. Perhitungan gaya tekanan pada pedal tangan

Dengan data yang diperoleh dapat dilakukan untuk persiapan menghitung Perhitungan kekuatan cekam kampas terhadap piringan cakram, dengan cara pengujian jarak pemberhentian kendaraan.

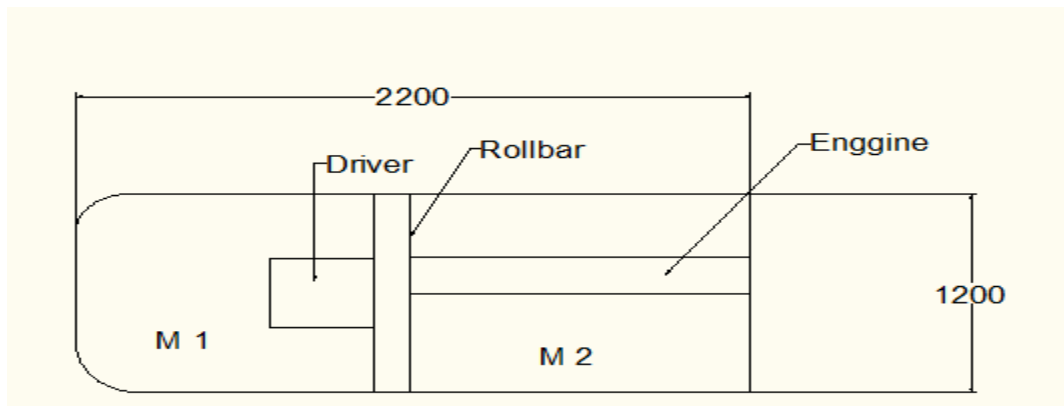
❖ Pengujian dengan jarak 100 m dan 150 m

- a. Menyiapkan mobil emisia borneo 01
 - b. Posisikan mobil pada belakang garis star
 - c. Ukurlah jarak 100 m lalu beri tanda garis finis sebagai tanda untuk pengereman
 - d. Mengisi bahan bakar
 - e. Menyalakan engine
 - f. Memasukan tranmisi pada gigi 1,kemudian di gas, dilanjutkan gigi 2,dan terakhir sampai gigi 3
 - g. Setelah persiapan selesai di lakukan siap dilakukan pengujian pengereman pada kendaraan Emisia Borneo 01.
 - h. Dengan jarak yang ditentukan pada garis 100m dilakukan pengereman menuju garis finis dengan kecepatan 45 km/h pengemudi menginjak pedal rem tepat di garis finis.
 - i. Setelah itu ambil data jarak pengereman dari garis finis sampai jarak pemberhentian mobil dihitung dengan melihat bagian body paling depan
 - j. Lakukan dengan beban yang berbeda untuk mengetahui jarak dari pengeraman mobil Emisia Borneo 01.
 - k. Lakukan hal yang sama dengan jarak 150 m.
- c). Langkah Perhitungan

Dalam melakukan perhitungan sistem pengereman penulis menggunakan sket sebagai membantu dalam proses perhitungan .

➤ Mencari titik berat kendaraan

Dalam (mm)

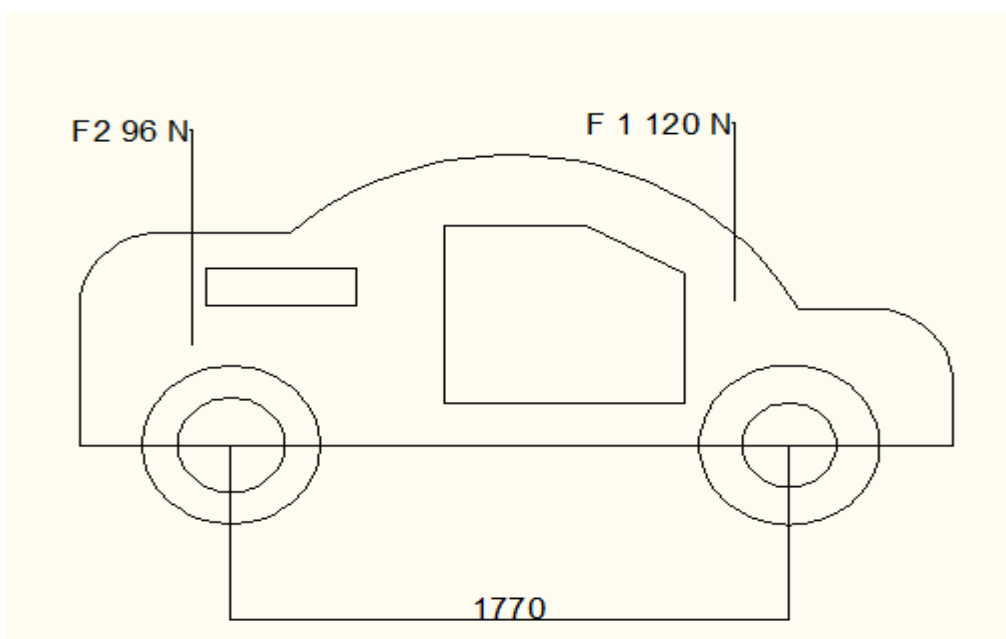


Gambar Posisi pembebanan mobil Emisia Borneo 01

Diketahui : M1 : Driver : 70 kg
 Berat kosong : 50 kg
 M2 : Berat kosong + Engine : 96 kg

Ditanya RBY (Titik berat kendaraan)?

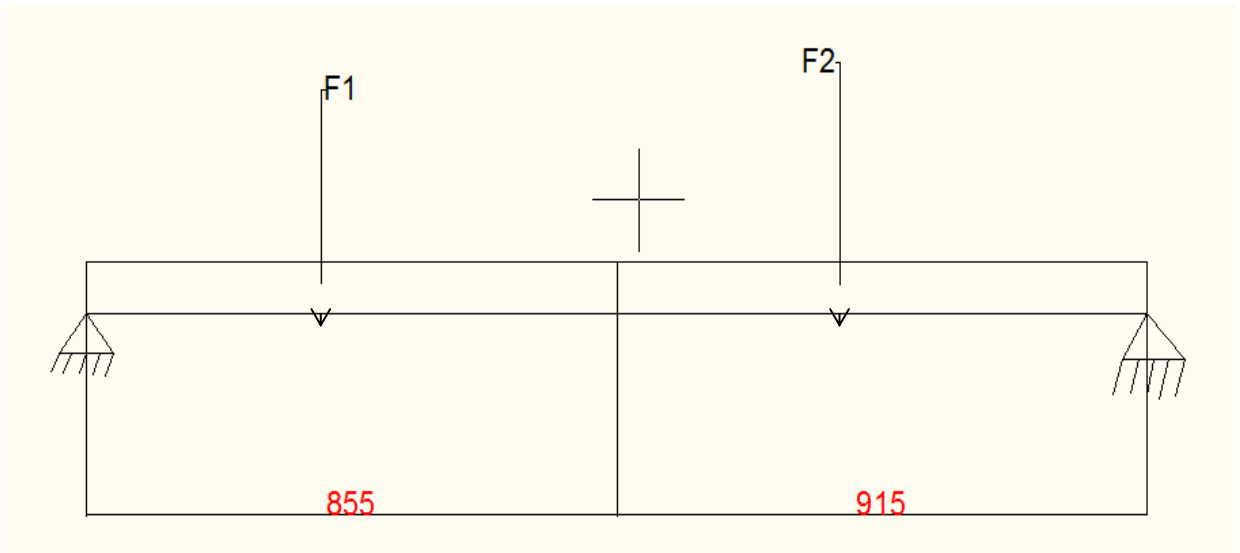
Dalam (mm)



Gambar 3.6 Gaya – gaya pada mobil

Diagram benda bebas :

Dalam (mm)



Gambar 3.7 DBB gaya dan jarak pada mobil

3.7.1. Proses Pengujian Pengereman

- pengujian system rem dilakukan dengan kemiringan papan 40° setelah melakukan persiapan dengan menempatkan mobil di tengah-tengah papan dengan kemiringan 40° mobil Emisia menekan tuas rem oleh *driver* sesuai dengan waktu yang di tentukan oleh pihak Shell Eco Marathon Asia 2018, ketika pedal rem ditekan mobil yang baik system remnya, mobil tidak akan berpindah posisi dan tetap pada posisi awal, dan ketika waktu yang di tentukan sudah tercapai maka di pastikan system rem mobil Emisia berfungsi dengan baik, dan siap untuk di ikut sertakan dalam race di lintasan. Pada Mobil Emisia 01 Universitas Muhamadiyah Pontianak berhasil dalam technical Inspaction pada kompetisi SEM 2018 dan siap turun ke race, ketika di uji cobakan di Changi Exspedision Center, Singapura. Pada kompetisi Shell Eco Marathon Asia 2018.

➤ Proses Pengujian Pengereman Dengan Jarak 100 Meter

Setelah melakukan penyetelan pada sistem rem kemudian persiapkan mobil Emisia dibelakang garis start dan hidupkan mesin. Ukurlah jarak 100 meter lalu beri tanda garis finis sebagai tanda untuk pengereman.



Gambar 3.1. Mobil Berada Dibelakang Garis Start Jarak 100 meter

Saat mobil melaju ke garis finis dengan kecepatan 45 km/jam, pengemudi mengijak pedal rem tepat di garis finis. Setelah itu ambil data jarak pengereman mobil urban Emisia dari garis finis sampai titik pemberhentian mobil, dihitung dengan melihat bodi bagian paling depan.

➤ Hasil Pengujian Pengereman Dengan Jarak 100 Meter

Dari hasil analisa sistem rem Mobil Urban Emisia telah menghasilkan jarak pada tiap-tiap pengujian di jarak 100 meter dilakukan 3x percobaan. Hasil pengereman seperti pada Tabel 3.1.

Percobaan	Jarak Pengereman Setelah Melewati Garis Finish
1	5 Meter

2	3.8 Meter
3	30 cm

TABEL 3.1. HASIL JARAK Pengereman 100 METER

Dari beberapa kali percobaan yang dilakukan mendapatkan hasil yang berbeda dari ketiga percobaan tersebut, dapat penulis jelaskan kenapa hasilnya berbeda sesuai dengan aturan dan cara penelitian didapatkan percobaan pertama dilakukan dengan kecepatan maksimal 55 km/jam dengan menekan pada garis finis rem dengan beban yang diberikan berbeda pada setiap percobaan tersebut maka di dapalah hasil pada tabel diatas.

3.1.3 Proses Pengujian Pengereman Dengan Jarak 150 Meter

Gambar 3.2. Mobil Dibelakang Garis Start Jarak 150 meter



Saat mobil melaju menuju garis finis dengan jarak 150 meter, pengemudi menginjak pedal rem tepat digaris finis. Kemudian ambil data jarak pengereman mobil diambil dari bagian bodi paling depan sampai garis finis.

3.1.4 Hasil Pengujian Pengereman 150 Meter

Dari hasil analisa sistem rem mobil urban Emisia telah menghasilkan jarak pengereman 150 meter dilakukan 3x percobaan. Seperti pada Tabel 3.2 dibawah ini.

Percobaan	Jarak Pengereman Setelah Melewati Garis Finish
1	3 Meter
2	2 meter
3	50 cm

TABEL 3.2. HASIL JARAK Pengereman 150 METER

Dari beberapa kali percobaan yang dilakukan mendapatkan hasil yang berbeda dari ketiga percobaan tersebut, dapat penulis jelaskan kenapa hasilnya berbeda sesuai dengan aturan dan cara penelitian didapatkanlah percobaan pertama dilakukan dengan kecepatan maximal 55 km/jam dengan menekan pada garis finis rem dengan beban yang diberikan berbeda pada setiap percobaan tersebut maka di dapalah hasil pada tabel diatas.

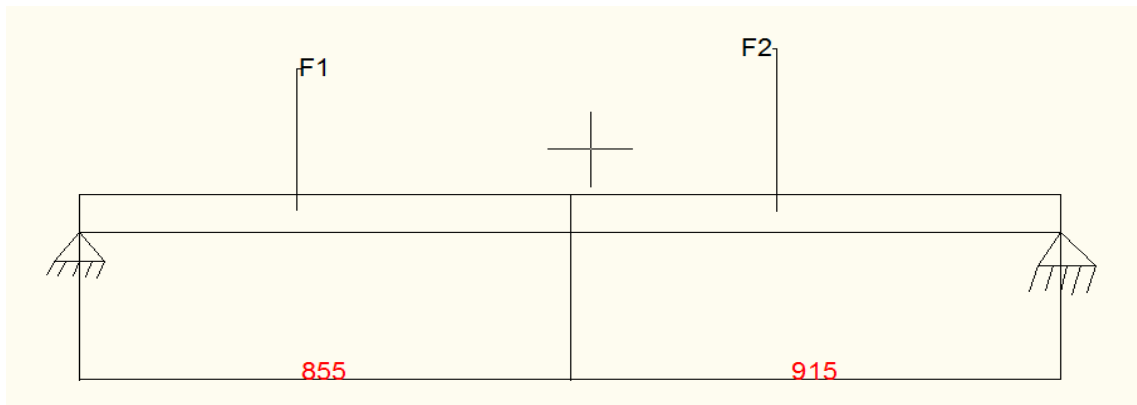
a. Pembahasan

Dari hasil pengujian dengan jarak 100 meter dan 150 meter dengan masing-masing percobaan diulang 3x. Untuk jarak 100 meter dihasilkan jarak pengereman 5 meter, 3.8 meter dan 30 cm. Sedangkan untuk jarak 150 meter dihasilkan jarak pengereman 3 meter, 2 meter dan 50 cm.

Berdasarkan dengan hasil tersebut maka perbandingan antara 100 meter dengan 150 meter, kekuatan pengereman lebih bagus di jarak 100 meter dibandingkan dengan jarak 150 meter, karena semakin jauh jarak tempuh kendaraan dan tingginya kecepatan akan menambah beban pengereman.

BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA DATA

4.1. Menghitung Gaya-Gaya yang bekerja pada kendaraan



$$\begin{aligned} \sum F_y &= 0 & R_{AY} + R_{BY} - F_1 - F_2 \\ R_{AY} + R_{BY} &= 120 \text{ N} + 96 \text{ N} \\ &= 216 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum M_o &= 0 \longrightarrow F_1(855) + F_2(1770) + R_{BY}(1770) \\ R_{BY}(1770) &= 120(855) + 96(1770) \\ &= \frac{272520}{1770} = 153,93 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{AY} + R_{BY} &= 216 \text{ N} \\ R_{AY} &= 216 \text{ N} - 153,93 \text{ N} \\ &= 62,04 \text{ N} \end{aligned}$$

- Gaya normal roda belakang

$$R_{BY} / 2 = \frac{153,93 \text{ N}}{2} = 76,96 \text{ N}$$

- Menghitung total beban kendaraan

$$\begin{aligned} \sum w &= (\text{masa kendaraan} + \text{driver}) \times \text{grafitasi} \\ (146 \text{ kg} + 70 \text{ kg}) \times 9,81 \text{ m/s}^2 &= 832,7 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 \text{ atau N} \end{aligned}$$

- Waktu pengereman

$$T_e = v / a$$

(sularso dan kiyokatsu suga 1997 : 91)

$$a = e \cdot g$$

e = titik singkron dimana nilai e biasanya titik singkron sebesar (0,5 – 0,8) data motor supra x 125 maka dari data di atas penulis mengambil nilai 0,6 sebagai titik singkron

$$\text{Jadi : } Te = \frac{v}{e \cdot g}$$

$$\text{Jadi } Te = \frac{15,27 \text{ m/s}}{0,6 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$Te = \frac{15,27}{5,886} = 7,35 \text{ s}$$

- Menghitung perlambatan pengereman (a)

$$V_t = V_0 + a \times t$$

$$0 = 15,27 \text{ m/s} + a \times 7,35 \text{ s}$$

$$a = \frac{15,27}{7,35} = 2,08 \text{ m/s}^2$$

Jadi waktu perlambatan adalah 2,08 m/s²

V_t : kecepatan akhir (0 m/s)

t : waktu pengereman (7,35 s)

a : perlambatan pengereman (m/s²)

- Perhitungan gaya inersia (P_v) dan beban pengereman

$$P_v = \frac{r_a \times b_v}{g}$$

$$P_v = \frac{25 \times 2,08}{9,81} = 5,300 \text{ kg}$$

r_a = kekuatan gaya yang menekan pedal rem 5kg – 25kg

Penulis mengambil 25 kg

b_v = waktu perlambat yaitu 2,08 m/s

- Untuk beban pengereman pada satu roda depan

$$M_r = 1.1 \times P_v \times \frac{d}{2}$$

$$M_r = 1.1 \times 5,300 \times \frac{0,43}{2}$$

$$M_r = 5,83 \times \frac{0,43}{2} = 1,253 \text{ kg/m}$$

Dimana P_v : Gaya Inersia = 5,300 kg
 D : Diameter roda kendaraan = 0.43 m

➤ .Perbandingan Pedal Rem

Dari data yang diperoleh dan yang diukur adalah sebagai berikut :

- ✚ Jarak dari tumpuan penahan pedal a = 18,50 cm
- ✚ Jarak tumpuan penahan pedal b = 4,50 cm

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

$$K = \frac{18,50}{4,50} = 4.11$$

Dari Hasil pengukuran terhadap Pedal rem yaitu jarak dari pedal rem ke fulkum/ tumpuan $a = 18,5$ cm dan jarak dari fulkum ke tumpuan adalah $b = 4,50$ maka perbandingan pedal rem adalah 4,11, sedangkan gaya yang menekan pedal rem antara 5 kg – 25 kg maka dari data ini penulis mengambil 10 kg

➤ Gaya yang keluar dari pedal rem

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

$$= 10 \text{ kg} \times 4.11 = 41,1 \text{ kg}$$

- Tekanan hidrolik pada master cylinder (P_e)

$$P_e = \frac{F_k}{A}$$

$$P_e = \frac{F_k}{\left(\frac{1}{4} \times 3,14\right) \times D_{mc}^2} = \dots\dots\dots (\text{kg/cm}^2)$$

$$P_e = \frac{41.1}{0,785 \times 1.58^2}$$

$$= 20,97 \text{ kg/cm}^2$$

- Gaya yang menekan Ped rem (F_p)

$$F_p = P_e \times 0,785 \times (d_{mc})^2$$

$$= 20,97 \times 0,785 \times (2,20)^2$$

$$F_p = 79,67 \text{ kg}$$

- Gaya gesek Pengereman

(Sularso dan Kiyokatsu Suga , 1997)

$$P_v = W_{\text{tot}} \frac{b_v}{g}$$

$$P_v = 146 \frac{2,08}{9,81} = 30,956 \text{ kg} \frac{m}{s}$$

Ket

P_v : gaya Pengereman (kg)

W_{tot} : berat total kendaraan (146 kg)

g : percepatan gravitasi (9,81 m/s)

b_v : perlambatan kendaraan (2,08m/s)

- Torsi Pengereman (T)

$$T = P_v \times (R - r)$$

$$T = 30,956 \times (0,10 - 0,079)$$

$$T = 65,0076 \text{ kg}$$

Ket

P_v : gaya gesek pengereman (30,956 kg m/s)

R : jari jari piringan cakram (0,10 m)

r : jari jari piston master cylinder (0,079 m)

- Energy yang diserap oleh rem sampai kendaraan berhenti dengan sempurna

Adapun data-data sebagai berikut :

- Berat kendaraan (m) = 146 kg
- Kecepatan awal / max (V_1) = 55 km/h = 15,27 m/s
- Kecepatan akhir (V_2) = 0 km/h

$$E_1 = \frac{1}{2} m [(V_1)^2 - (V_0)^2]$$

(Rumus Khurmi)

Jika menekan sampai mobil berhenti bergerak maka $V_2 = 0 \text{ km/h}$

Jadi :

$$\begin{aligned} E_1 &= \frac{1}{2} \times m \times (V_1)^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 146 \text{ kg} \times (15,27 \text{ m/s})^2 \\ &= 17.021,62 \text{ kg.m/s} \end{aligned}$$

Jadi besarnya energy yang diserap oleh rem tergantung pada besarnya kekuatan cekam ped rem terhadap piringan cakram, dan jangka waktu pengereman.

- Energi kinetis total kendaraan

$$E_k = (w / 2.g) V^2$$

(Sularso Dan Kiyokatsu Suga 1997 : 89)

$$\begin{aligned} \text{Dimana : } W &= 146 \text{ kg} \\ g &= 9,81 \text{ m/s}^2 \\ V &= 15,27 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_k &= (w / 2.g) V^2 \\ &= (146 \text{ kg} / 2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2) \cdot 15,27^2 \text{ m/s} \\ &= (146 \text{ kg} / 19,6 \text{ m/s}^2) \cdot 233,2^2 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$E_k = 7,448 \times 233,2 \text{ m/s}$$

$$E_k = 1736,87 \text{ kg.m/s}$$

Jadi kinetis total kendaraan sebesar 1736,87 kg.m/s

- Jarak pengereman dapat di hitung

Jadi dengan beban kendaraan dan sistem rem yang di gunakan maka di dapat hasil sebagai berikut :

$$S = \frac{V^2}{2 e .g}$$

(sularso dan kiyokatsu Suga 1997 : 91)

$$S = \frac{15,27^2}{2 \cdot 0,6 \cdot 9,81}$$

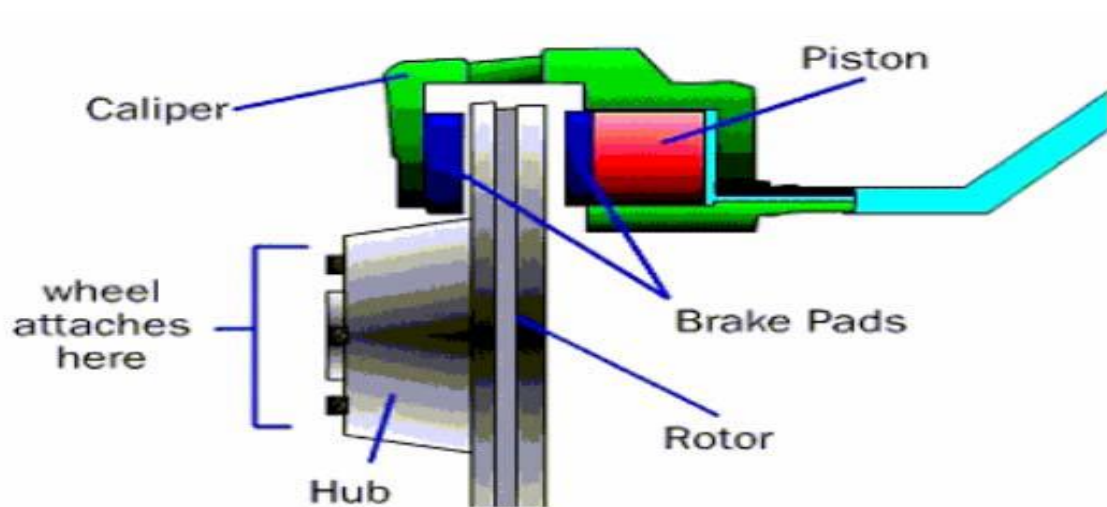
$$S = \frac{233,17}{11,772}$$

$$S = 19,80 \text{ m}$$

Jadi hasil yang di dapat adalah jarak pengereman dengan tekanan pedal konstan menggunakan rem cakram ini adalah 19,80 m.

4.2. Gambar Perancangan

Adapun hasil dari analisa dan perancangan yang telah di buat berikut adalah gambar sistem aliran dan gambar rancangan sistem rem yang akan di gunakan pada kendaraan Mobil Hemat energy Shell Eco Marathon Asia 2018 Emisia Borneo 01 dengan perancangan gambar sebagai berikut dapat dilihat di bawah ini :



Gambar 3.8. Sistem Rem Cakram



Gambar 3.9 .Piringan Cakram

4.3. Hasil Perancangan Dalam Bentuk Tabel

Tabel Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil-hasil pengolahan dan pengambilan data yang di peroleh dari semua percobaan dapat dilihat pada tabel dan grafik sebagai berikut:

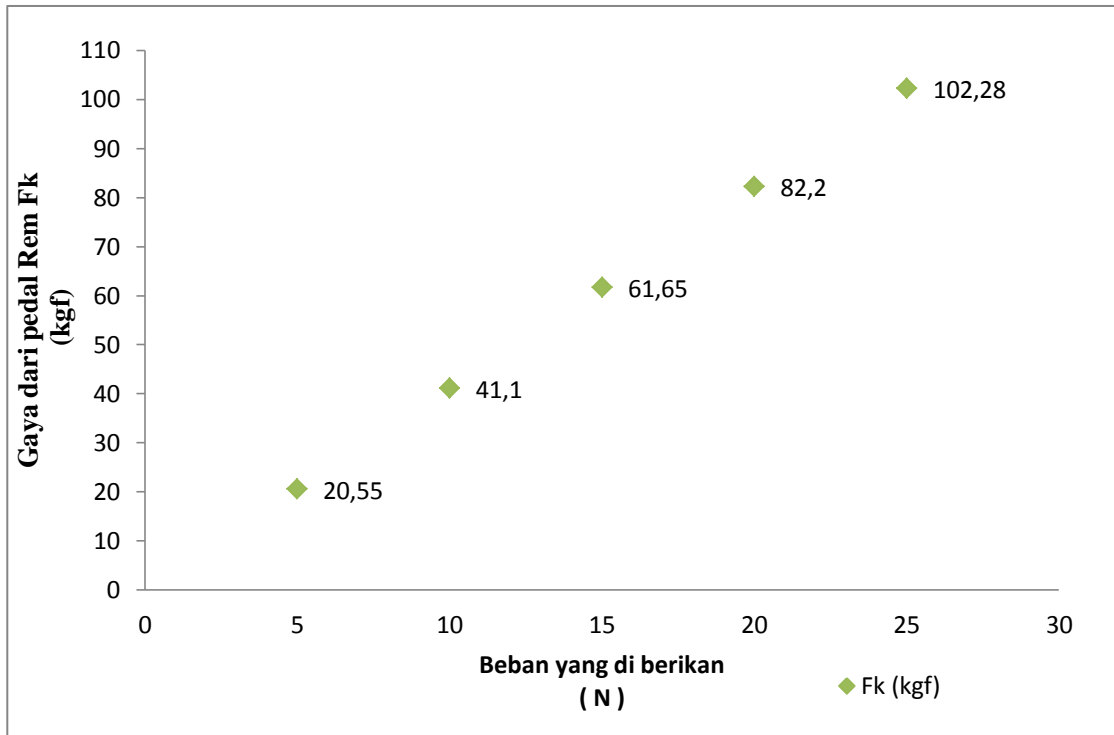
Tabel 4.1 Data hasil Perhitungan

No	Beban yang diberikan	Gaya Dari Pedal Rem Fk (kgf)	Tekanan Hidrolik Pe (kgf)	Gaya Tekan Ped Rem Fp (kgf)	Gaya Gesek Ped Rem F μ (kgf)
1	5	20.55	10.48	39.84	19.92
2	10	41.1	20.97	79.67	39.84
3	15	61.65	31.45	119.52	59.76
4	20	82.2	41.94	159.36	79.68
5	25	102.28	52.43	199.21	99.6

Tabel 4.2 beban yang diberikan terhadap Gaya yang keluar dari pedal rem

No	Beban yang Diberikan (N)	Gaya Dari Pedal Rem Fk (kgf)
1	5	20.55
2	10	41.1
3	15	61.65
4	20	82.2
5	25	102.28

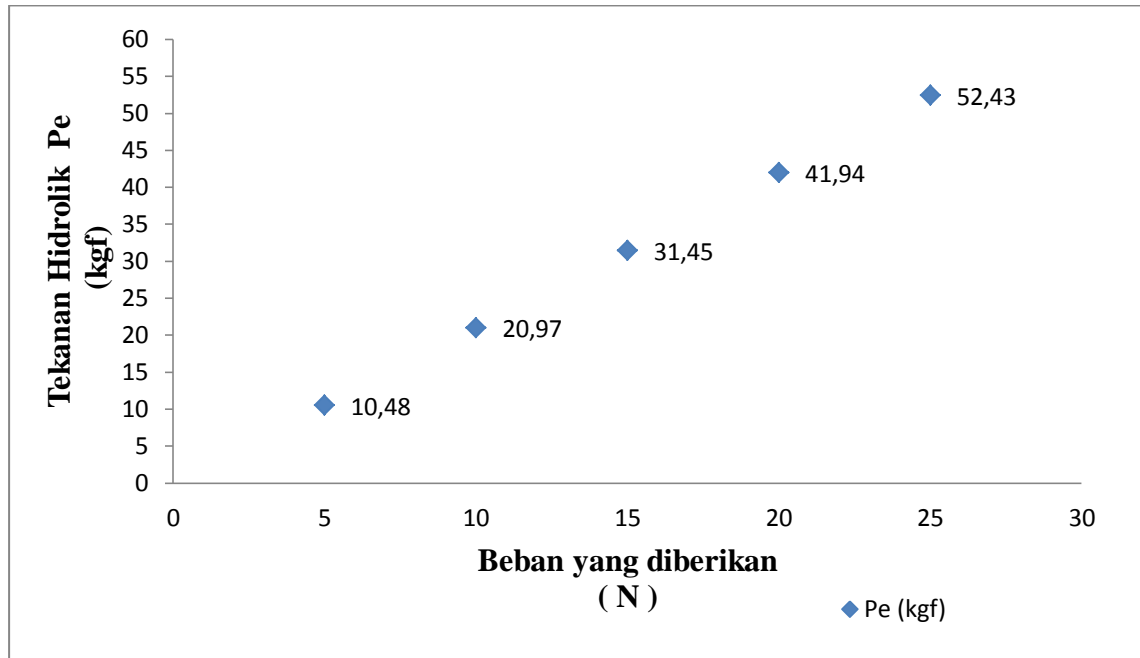
Grafik 4.1 Beban yang diberikan terhadap Gaya yang keluar dari pedal rem



Tabel 4.3 Beban yang diberikan terhadap Tekanan Hidrolik

No	Beban yang diberikan	Tekanan Hidrolik Pe (kgf)
1	5	10.48
2	10	20.97
3	15	31.45
4	20	41.94
5	25	52.43

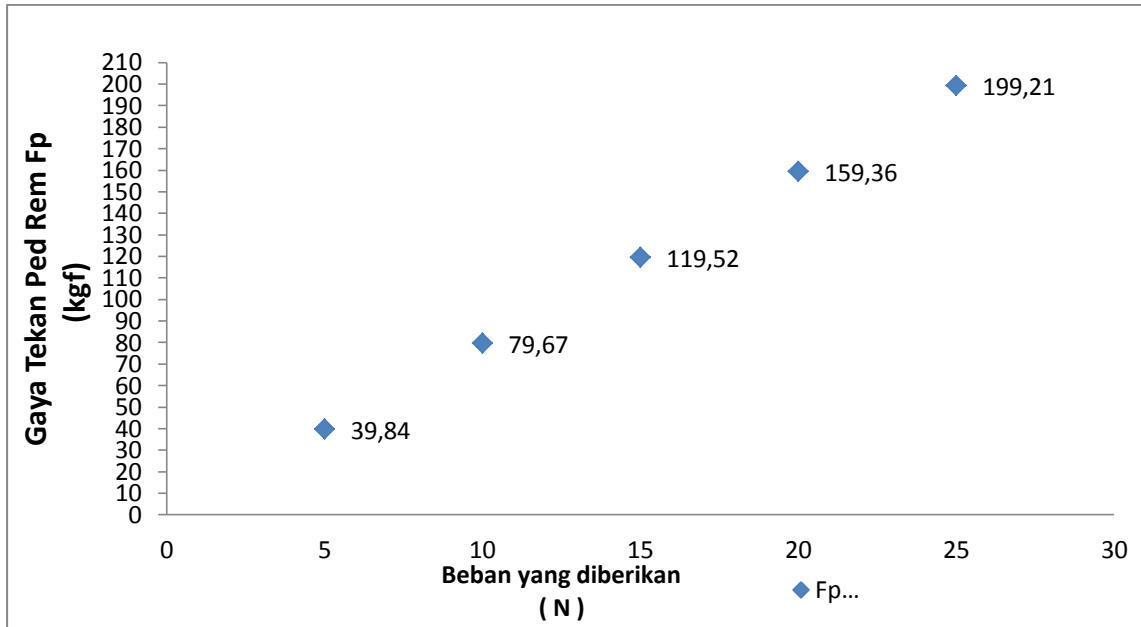
Grafik 4.2 Beban yang diberikan terhadap Tekanan Hidrolik



TABEL 4.4 BEBAN YANG DIBERIKAN TERHADAP GAYA TEKAN PED

No	Beban yang diberikan	Gaya Tekan Ped Rem Fp (kgf)
1	5	39.84
2	10	79.67
3	15	119.52
4	20	159.36
5	25	199.21

Grafik 4.3 Beban Yang diberika terhadap Gaya tekan Ped

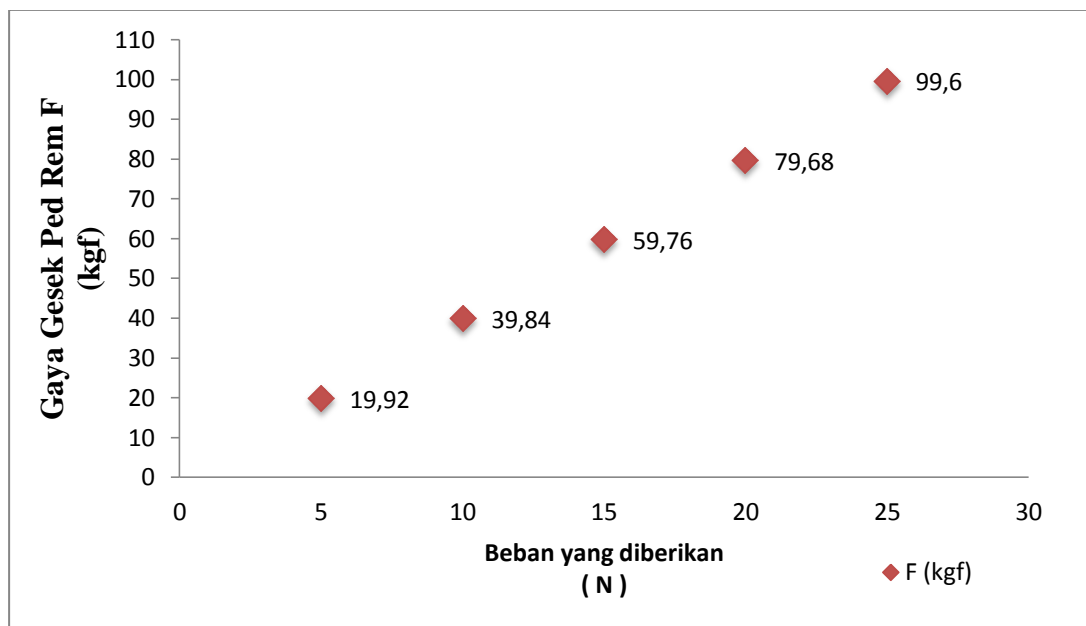


No	Beban yang diberikan	Gaya Gesek Ped Rem F_{μ} (kgf)
1	5	19.92

Tabel 4.5 Gaya yang diberikan pada pedal terhadap gesek ped rem

2	10	39.84
3	15	59.76
4	20	79.68
5	25	99.6

Grafik 4.4 Gaya yang diberikan pada pedal terhadap gesek ped rem



4.4 Perhitungan Biaya Bahan/Material

Adapun rincian biaya dalam perancangan sistem rem mobil Shell Eco Marathon Asia, Emisia Borneo 01 ini adalah sebagai berikut, diantaranya peralatan yang akan digunakan dalam proses pembuatan sistem rem ini meliputi piringan cakram, kampas rem cakram, caliper motor Supra X 125 , minyak rem, pedal rem, sambungan ,selang untuk

aliran minyak rem, tabung minyak rem, baut, dari hasil survey pasar yang telah penulis lakukan didapatkan rincian biaya perkomponen alat - alat yang akan di gunakan untuk merancang rem mobil Shel Eco Marathon Asia diantaranya daftar harga barang perencanaan sistem ini dapat di lihat pada table dibawah ini :

Table 4.6 Daftar rincian biaya

No	Komponen Alat	Jumlah	Harga Satuan	Harga Total
1	Piringan Cakram supra x 125	4 buah	Rp. 100.000	Rp. 400.000
2	Kampas rem cakram	4 set	Rp. 30.000	Rp. 120.000
3	Minyak rem	1 botol	Rp. 35.000	Rp. 35.000
4	Pedal rem	2 buah	Rp. 55.000	Rp. 110.000
5	Sambungan	4 buah	Rp. 15.000	Rp. 60.000
6	Selang aliran fluida	5.6 meter	Rp. 25.000 / m	Rp. 140.000
7	Tabung minyak rem dan caliper	4 buah	Rp. 150.000	Rp. 600.000
8	Baut	20 buah	Rp.1.250/ buah	Rp. 25.000
Total biaya perencanaan :				Rp. 1.490.000

Dapat dihitung untuk pembuatan rem cakram mobil Shell Eco Marathon Asia 2018 adalah Rp.1.490.000. dimana rincian nya adalah caliper ada empat buah, piringan cakram empat buah , kampas rem empat set, selang empat meter, pedal rem nya dua set, maka di jumlahkan di peroleh hasil di atas.

Dari hasil perancangan dan perhitungan di atas bahwa untuk mengetahui apakah rem tersebut mampu untuk menahan beban kendaraan dapat di lihat dari besar nya momen yang di keluarkan, besarnya tekanan hidrolis, besarnya koevisien gesek ped rem, dan daya cekam ped rem terhadap piringan cakram. Jadi dari perhitungan ini sistem rem ini dapat di gunakan pada kendaraan yang akan kami buat yaitu Emisia Borneo 01, Shell Eco Marathon Asia 2018, di Singapura.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan perhitungan sistem rem cakram Tugas Akhir ini penulis dapat disimpulkan bahwa :

1. Tekanan Yang digunakan untuk satu beban roda adalah 1,253 kg/m, sedangkan gaya yang menekan paad rem adalah 79,67 kg, jadi dapat di pastikan rem ini aman digunakan pada mobil Emisia borneo 01
2. Kekuatan cekam rem yang dihasilkan sangat tergantung pada pijakan pedal rem serta tekanan hidrolik.
3. Semakin besar gaya pijak pedal menghasilkan pengereman yang singkat.
4. Piringan cakram yang digunakan menggunakan piringan yang standar kendaraan motor supra x 125 r
5. Semakin tinggi kecepatan roda semakin membutuhkan waktu untuk pengereman bila besar gaya pijak pedal konstan.
6. Kecepatan dan berat suatu kendaraan sangat berpengaruh pada sistem pengereman, semakin laju dan cepat suatu kendaraan membutuhkan waktu yang cukup lama untuk menghentikannya.
7. Jadi hasil yang didapat adalah jarak pengereman dengan tekan pedal konstan menggunakan rem cakram ini adalah 19,80 m.

5.2 Saran

Dari hasil perhitungan dan perancangan yang dicari oleh penulis bahwa masih ada perhitungan yang belum sepenuhnya di cari oleh penulis, yaitu penulis tidak menghitung pada keluaran boster rem menuju ke aliran fluida agar dapat disempurnakan perhitungan sistem rem tersebut diharapkan agar dapat menghitung secara detail keluaran dari boster dan kekuatan sisitem rem yang akan digunakan, agar dapat berfungsi dengan maksimal dan agar pengemudi dapat merasa aman menggunakan rem yang dirancang berikutnya. Serta untuk melihat apakah hasil perhitungan ini sesuai atau tidak dapat di lakukan percobaan namun dalam melakukan percobaan di harapkan betul – betul menggunakan *safety* khusus, agar terhindar dari hal yang tidak diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdu Mustalib Anuaka 2013, menganalisa pengaruh kapasitas pengereman dan variasi kecepatan kendaraan terhadap kinerja pengeraman
- Agustinus Herdianto Jurusan Teknik Mesin Program Otomotif Universitas Kristen Petra.
- Andun, Andahari, Agus 2005; 12 menganalisa sistem konstruksi pengereman yang ada dengan daya gesek antara cakram dan Ped
- Arifin, Ahmad Gaya Pada Rem Tromol (drum brake) Teknologi Industri Universitas Gunadarma
- Hugraha, SWS. 2011. Pengaruh Sistem Rem Cakram Ganda Hasil Modifikasi dan Variasi Kecepatan terhadap Efisiensi Pengereman pada Sepeda Motor. Skripsi. Suarakarta: FKIP Universitas Sebelas Maret.
- K.M Jossy, 2011 perencanaan sistem rem agar pengendara dapat berkendara dengan aman
- Nyoman Sutantra, Ir. MSc. PhD. 2001. *Teknologi Otomotif Teori Dan Aplikasinya*, Penerbit Guna Widya, Cetakan Pertama.
- Punama Putra analisis sistem rem depan Kijang Innova Universitas Pendidikan Indonesia
- R.S Khurmi, Gupta, J.K "EURASIA PUBLISHING HOUSE" 2005
- Shell Eco-Marathon, 2018 "Official Rules 2012" Asia
- Spot, MF., Design of Machine Elements, Prentice – hall, Marubeni, 1986
- Sugi Hartono, "Sistem Kontrol Dan Pesawat Tenaga Hidrolik". Edisi Pertama, Penerbit Tarsito, Bandung, 1988
- Sularso dan Kiyokatsu Suga ' ' PERENCANAAN ELEMEN MESIN ' ' 1997 : 74
- Yanuar., Satyadarma, D. & Noerdin, B. 2010. *Analisis Gaya Pada Rem Cakram (Disk Brake) Untuk Kendaraan Roda Empat*. Jakarta: Teknik Mesin Universitas Gunadarma. Tersediadi, <http://repository.gunadarma.ac.id/398/1/ANALISIS%20GAYA%20PADA%20REM%20CAKRAM%20.pdf> [diakses 17-10-2015]
- [http : / / www. me-mo-tec.de/default.aspx?ID=83](http://www.me-mo-tec.de/default.aspx?ID=83), My Chron 3 XG LOG technical documentasion, gesehen am : 25.10.2008/ 10:05
- [http: www.google.com](http://www.google.com); 26 januari 2007.