

BAB III

KONSEP PERANCANGAN

Sistem rem merupakan piranti yang digunakan untuk memperlambat atau menghentikan gerakan roda. Karena gerak roda diperlambat, secara otomatis gerak kendaraan menjadi lambat. Energi kinetik yang hilang diubah menjadi panas karena gesekan. Fungsi dari sistem rem adalah untuk memperlambat kecepatan atau menghentikan gerakan roda kendaraan, mengatur kecepatan selama berkendara dan menahan kendaraan saat parkir atau berhenti pada jalan yang menurun atau menanjak.

Pembuatan sistem rem pada Mobil Garuda Urban Gasoline UNY 18 merupakan sebuah riset lanjutan dari sistem rem Mobil Garuda Urban Gasoline UNY 17. Pembuatan sistem rem ini dimaksudkan untuk menciptakan rancangan sistem rem yang dapat bekerja dengan baik pada setiap komponen dan mampu bekerja sebagaimana mestinya. Pembuatan sistem rem meliputi pembuatan *pedal box*, *hand rem*, dan proses *assembly* pada mobil UG 18. Pada sistem rem ini *pedal box* dibuat menyatu dengan rangka, hal ini dilakukan untuk menciptakan mobil yang lebih ringan sehingga tidak membebani *engine* saat melakukan *start* awal. Pada sistem rem ini dibagi menjadi dua sirkuit yakni sirkuit rem roda depan dan sirkuit roda belakang, hal ini dilakukan untuk mengantisipasi jika salah satu sirkuit rem bermasalah sirkuit yang lain masih dapat melakukan pengereman.

A. Analisis Kebutuhan

Mobil UG 18 ini memiliki sistem utama yang terdiri dari beberapa komponen utama yaitu: *body*, *chassis*, *engine*, sistem pemindah tenaga, sistem penggerak, sistem kemudi, dan sistem rem. Kebutuhan sistem rem yang diperlukan untuk mengikuti kompetisi SEM adalah sebagai berikut:

- a. Kendaraan harus dilengkapi dengan sistem rem hidrolis empat cakram, dengan pedal rem tunggal, yang memiliki luas permukaan minimum 2500 mm². Pedal rem harus mengoperasikan master silinder baik secara langsung atau melalui tautan mekanis yang kaku. Sistem rem yang tersedia secara komersial (cakram dan kaliper) dengan ketebalan cakram minimum 3 mm wajib.
- b. Rem harus beroperasi secara independen di gandar depan dan belakang atau dalam pola X (depan kanan roda dengan roda belakang kiri, dan roda depan kiri dengan roda belakang kanan).
- c. Silinder master tunggal dapat digunakan asalkan memiliki sirkuit ganda. Maksimal dua master silinder diizinkan.
- d. Kendaraan harus tetap tidak bergerak dengan pengemudi di dalam ketika ditempatkan pada kemiringan 20 persen. Selain itu, inspeksi dinamis dapat dilakukan pada jalur penanganan kendaraan.
- e. Fungsi rem parkir diperlukan untuk menjaga stasioner mobil selama inspeksi teknis dan pengukuran bahan bakar. Sistem rem harus memberikan kekuatan rem setidaknya 50 N.

- f. Sistem rem diharapkan dapat meningkatkan *low rolling resistance* dan mengoptimalkan daya gelinding kendaraan.

Oleh karena sistem rem yang akan digunakan adalah sistem rem hidrolik empat cakram yang terpasang pada keempat roda, dengan dua master silinder sebagai penerus tekanan yang dihasilkan dari pedal rem. Sistem rem pada mobil UG 18 ini dirangkai dengan independen pada gandar depan dan belakang. Sedangkan untuk meningkatkan *low rolling resistance* dan mengoptimalkan daya gelinding pada kaliper dibuat sebuah komponen yang dapat mengembalikan kampas rem secara cepat yaitu *return spring*. *Return spring* ini membantu kerja seal piston saat mengembalikan kampas rem, *return spring* ini terpasang diantara kedua kampas rem yang telah dibuat alur terlebih dahulu. Dalam pembuatan sistem rem ini dibutuhkan perencanaan yang matang seperti desain, anggaran dana dan kebutuhan penunjang lainnya.

B. Perancangan

Shell Eco Marathon Asia mengharuskan semua tim untuk merancang dan membuat mobilnya sendiri, dari mulai desain mobil, proses manufaktur dan proses perakitan. Salah satu sistem yang terpenting yang harus ada dalam mobil adalah sistem rem. Sesuai dengan regulasi *Shell Eco Marathon Asia* yang telah dipaparkan pada sub bab analisis kebutuhan, maka sistem rem harus dirancang dengan sebaik mungkin dan teliti supaya sistem rem berfungsi dengan maksimal dan tidak melanggar regulasi yang berlaku.

Konsep dan pelaksanaan pembuatan ini dapat terealisasi dengan baik apabila disertai dengan pemikiran dan perancangan yang matang. Secara garis besar pembuatan sistem rem meliputi perancangan, pembuatan dan *assembly*. Sistem rem yang dirancang ini menggunakan dua master silinder yang masing-masing silinder terhubung ke dua kaliper yang terpasang pada dudukannya. Master silinder yang dipakai merupakan master silinder kopling atas mobil Inova, untuk kaliper menggunakan kaliper Brembo. Untuk roda depan menggunakan kaliper Brembo Rear CNC P2 34 dan untuk roda belakang menggunakan Rear CNC P4 24. Untuk pembagi antara roda kanan dan kiri digunakan sambungan T pembagi dan menggunakan selang rem TDR. Pemilihan komponen sistem rem tersebut dengan beberapa pertimbangan diantaranya adalah komponen yang kecil dan ringan serta sesuai dengan mobil yang didesain. Untuk perancangan desain sistem rem secara keseluruhan menggunakan *software Solidworks*.

Dibawah ini adalah perhitungan awal sistem rem yang akan digunakan pada mobil UG 18. Berikut data sistem rem yang digunakan Garuda Urban Gasoline :

Waktu berhenti : 2 s

Berat kendaraan (m) : 90 kg

Gaya pengereman pada pedal (F) : 15 N

Diameter piston master silinder : 14 mm

Diameter piston kaliper depan: 34mm=0,034m

Diameter piston kaliper belakang: 24mm=0,024m

Radius efektif piringan rem : 120mm=0,12m

Panjang lintasan (l) : 25 m

Grafitasi : 9,81 m/s²

Kecepatan mobil : 50 kmh (14 m/s²)

Mobil dan *driver* : 160 kg

$\mu = 0.6$

Tekanan hidrolik = 15 bar

Deceleration (a) = 14/2 = 7 m/s² (1 g)

Untuk menghitung torsi pengereman maka digunakan persamaan berikut:

$$\text{Torsi Pengereman} = 2R\mu PA$$

R = Radius efektif piringan rem (mm)

μ = Koefisien gesekan

P = Tekanan hidrolik (N)

A = Area piston (m²)

Penyelesaian

$$P = 15 \times 100000$$

$$P = 1500000 \text{ N}$$

Area piston roda depan:

$$A = \text{phi } d^2/4$$

$$A = 3.14 \frac{(0,034)^2}{4}$$

$$A = 9,07 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Area piston roda belakang:

$$A = \text{phi } d^2/4$$

$$A = 3.14 \frac{(0,024)^2}{4}$$

$$A = 4,52 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Torsi pengereman rodada depan

$$= 2 \times 0.12 \times 0.6 \times 1500000 \times (9,07/10000) = 195,91 \text{ Nm}$$

Torsi pengereman rodada belakang

$$= 2 \times 0.12 \times 0.6 \times 1500000 \times (4,52/10000) = 97,63 \text{ Nm}$$

Untuk menghitung efisiensi pengereman maka digunakan persamaan

berikut :

$$\text{Efisiensi Pengereman} = (a/g) \times 100\%$$

a = deceleration (hambatan kendaraan) (g)

g = grafitasi (m/s^2)

Penyelesaian

$$\text{Efisiensi pengereman} = (a/g) \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi pengereman} = (7/9.81) \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi pengereman} = 71 \%$$

Persamaan untuk menghitung gaya total yang dibutuhkan untuk berhenti adalah berikut :

$$F = m \cdot a$$

F = Gaya pengereman (N)

m = massa kendaraan dengan *driver* (kg)

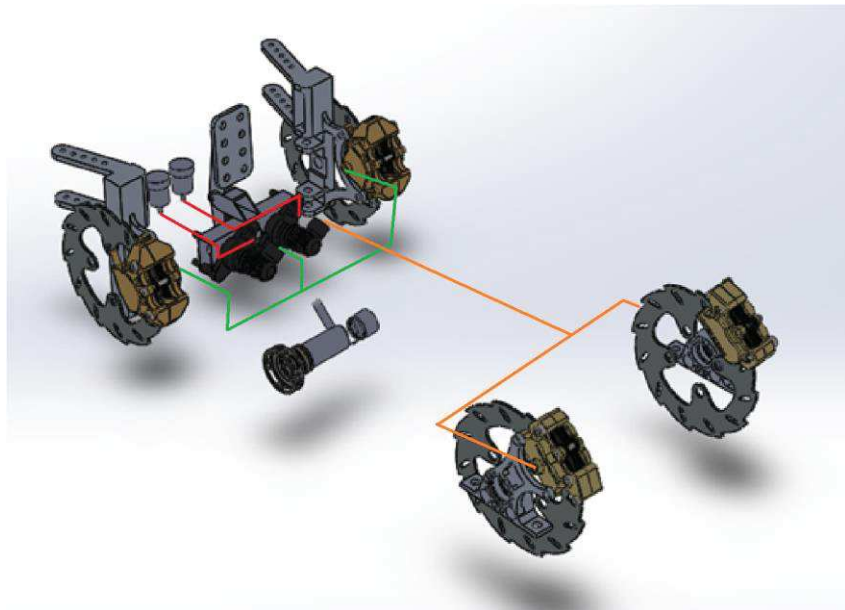
a = deceleration (g)

Penyelesaian

$$F = 160 \text{ kg} \times 7 \text{ m/s} = 1120 \text{ N}$$

Gaya yang dibutuhkan untuk menghentikan semua roda adalah sebesar 1120 N.

Perhitungan diatas digunakan sebagai salah satu acuan dalam proses perancangan dan desain sistem rem pada mobil UG 18. Dibawah ini merupakan desain sistem rem pada mobil UG 18.



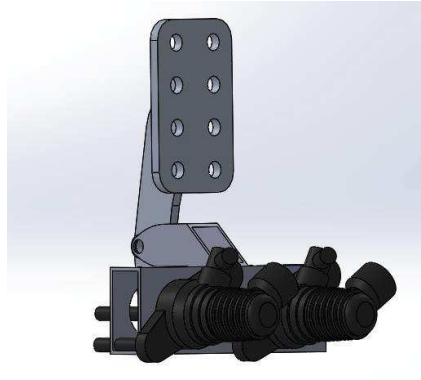
Gambar 30. Konfigurasi sistem rem UG 18

Perancangan sistem rem ini meliputi pembuatan dan pemasangan komponen-komponen meliputi pedal box, master silinder, selang rem, kaliper, dan cakram. Proses perancangan sistem rem tersebut adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan *pedal box*

Pada pembuatan mobil UG 18 ini salah satu *goals* yang akan dicapai adalah penurunan berat mobil dari tahun sebelumnya, untuk mencapainya maka pada mobil UG 18 *pedal box* akan dibuat langsung menyatu dengan rangka mobil. Pembuatan *pedal box* dimulai dengan pemilihan material, pedal box menggunakan beberapa material yakni: aluminium hollow dengan dimensi 25mmx50mmx2mm untuk dudukan master silinder, aluminium hollow dengan dimensi 25mmx25mmx2mm untuk dudukan pedal rem dan plat dengan tebal 2mm serta 5mm untuk pedal rem.

Untuk pembuatan *spacer* pedal rem menggunakan material kuningan pejal yang dibubut untuk mendapatkan bentuk sesuai dengan desain. *Spacer* pedal rem sendiri terbagi menjadi atas dan bawah, *spacer* bagian atas berfungsi untuk menempatkan pedal rem tetap berada ditengah dudukan supaya dapat bekerja optimal. Untuk *spacer* bagian bawah hampir sama fungsinya dengan *spacer* bagian atas bedanya *spacer* ini mempertahankan posisi tuas rem ditengan antara tuas master silinder rem kiri dan kanan.

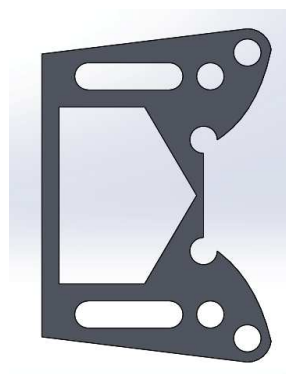


Gambar 31. Desain pedal box

2. Pembuatan rem depan

a. Dudukan kaliper roda depan

Dudukan kaliper roda depan didesain menyatu dengan *upright*, dudukan kaliper ini menggunakan bahan plat aluminium dengan tebal 5mm. Pada proses pengerjaannya dudukan kaliper tidak di CNC bersama dengan *upright* namun hanya dilakukan dengan pemotongan dan pengeboran. Selanjutnya setelah *upright* dan dudukan kaliper sudah jadi maka dilakukan proses pengelasan.



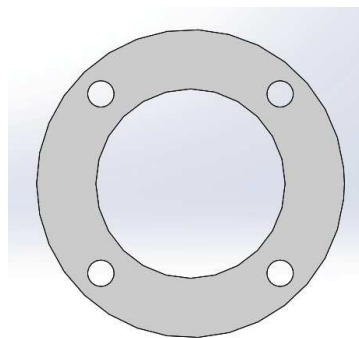
Gambar 32. Desain dudukan kaliper roda depan

b. Modifikasi kaliper

Kaliper yang digunakan untuk roda depan adalah kaliper Brembo REAR CNC P2 34, modifikasi kaliper pada mobil UG 18 bertujuan untuk mengoptimalkan pengembalian piston pada kaliper untuk meminimalisir hambatan yang dihasilkan antar kampas dan cakram saat pedal rem tidak dioperasikan. Modifikasi ini meliputi pembuatan *return spring* serta pengikisan kampas rem untuk dijadikan dudukan *return spring*. Proses pengikisan kampas rem tersebut dilakukan dengan menggunakan mesin *milling* agar mendapatkan hasil yang rata. Sedangkan untuk *return spring* dibuat dengan menggunakan kawat stainless steel dengan ketebalan 2 mm.

c. Pembuatan *spacer disk brake*

Spacer disk brake berfungsi untuk menempatkan *disk brake* rem untuk berada ditengah kedua kampas rem secara tetap. Tebal *spacer* ini disesuaikan dengan kebutuhan yang diperlukan untuk mengoptimalkan kerja cakram.

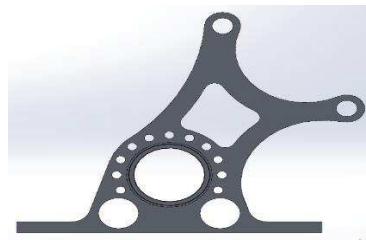


Gambar 33. Desain *spacer* cakram

3. Pembuatan rem belakang

a. Dudukan kaliper roda belakang

Dudukan kaliper roda belakang ini terbuat dari aluminium balok pejal serie 7075 , pada proses pengerjaan kaliper ini sedikit berbeda dengan dudukan kaliper roda depan. Proses pertama adalah design bentuk dudukan kaliper, pembuatan program untuk proses *Computer Numerical Control* (CNC), yang terakhir adalah proses CNC. Setelah semua dudukan kaliper selesai selanjunya lakukan proses *assembly*.



Gambar 34. Desain dudukan kaliper roda belakang

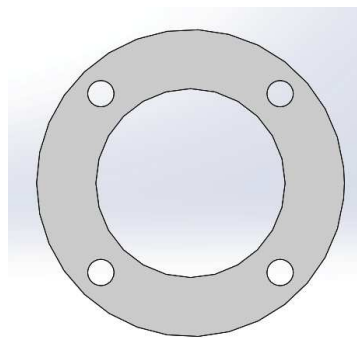
b. Modifikasi kaliper

Kaliper yang digunakan untuk roda depan adalah kaliper Brembo REAR CNC P2 34, modifikasi kaliper pada mobil UG 18 bertujuan untuk mengoptimalkan pengembalian piston pada kaliper untuk meminimalisir hambatan yang dihasilkan antar kampas dan cakram saat pedal rem tidak dioperasikan. Modifikasi ini meliputi pembuatan *return spring* serta pengikisan kampas rem untuk dijadikan dudukan *return spring*. Proses pengikisan kampas rem tersebut dilakukan dengan menggunakan mesin *milling* agar mendapatkan hasil yang rata. Sedangkan untuk *return spring* dibuat

dengan menggunakan kawat stainless steel dengan ketebalan 2 mm.

c. Pembuatan *spacer disk brake*

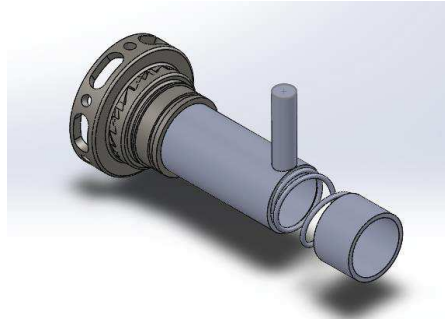
Spacer disk brake berfungsi untuk menempatkan *disk brake* rem untuk berada ditengah kedua kampas rem secara tetap. Tebal *spacer* ini disesuaikan dengan kebutuhan yang diperlukan untuk mengoptimalkan kerja cakram.



Gambar 35. Desain *spacer* cakram

4. Pembuatan *hand rem*

Hand rem merupakan salah satu sistem rem yang dioperasikan dengan menggunakan tangan, sistem rem jenis ini berfungsi untuk mempertahankan posisi sistem rem tetap beroperasi. *Hand rem* ini biasanya digunakan untuk keamanan mobil saat diparkirkan supaya mobil mempertahankan posisi dan tidak bergerak. Aplikasi hand rem ini pada saat lomba adalah saat mobil berada di *paddock* dan saat mobil melakukan *Technical inspection*.



Gambar 36. Desain hand rem

5. Komersial *part*

a. Master silinder

Pada unit master silinder pada mobil UG 18, menggunakan master silinder jenis tumpuan depan. Mobil UG 18 menggunakan dua master silinder tumpuan depan, penggunaan master silinder ini karena dalam regulasi mengharuskan setiap mobil memiliki dua master silinder rem.



Gambar 37. Master silinder

b. Kaliper rem

Mobil UG 18 menggunakan *fixed caliper* untuk semua rem di masing-masing roda. Bodi kaliper terbuat dari material aluminium dan piston kaliper terbuat dari *stainless steel*. Untuk kaliper roda depan menggunakan kaliper Brembo REAR CNC P2 34, kaliper ini memiliki dua piston yang berlawanan dengan diameter piston 34mm. Sedangkan untuk kaliper roda belakang menggunakan kaliper Brembo REAR CNC P4 24, kaliper ini memiliki dua pasang piston yang berlawanan dengan diameter piston 24mm. Proses pembuatan kaliper ini dengan proses CNC.



Gambar 38. Kaliper Brembo REAR CNC P2 34



Gambar 39. Kaliper Brembo REAR CNC P4 24

c. *Disk brake*

Disk brake terbuat dari material *steel* dengan diameter 190 mm, pemilihan *disk brake* ini dikarenakan lebih tahan panas, tahan lama karena tidak mudah bengkok dan anti karat.



Gambar 40. *Disk brake*

d. T pembagi

Katup pembagi terbuat dari material kuningan, katup pembagi berfungsi untuk membagi aliran fluida menjadi dua arah dengan sama besar. Aliran fluida diawali dari master silinder ke selang rem kemudian melewati katup T dan fluida di distribusikan ke rem kiri dan kanan.



Gambar 41. T pembagi

e. Selang rem

TDR High Performance mempunyai material yang tahan terhadap suhu panas, tidak mudah terjadi kebocoran dengan material berlapis. Selang rem TDR terbuat dari lembaran *stainless steel* yang dianyam dan diberi finishing PVC pada bagian luar menjamin. Selain konsisten menyalurkan arus searah tekanan ke caliper, selang rem TDR juga tahan terhadap korosi, anti penumpukan sisa kerak dari campuran minyak rem dan udara serta lebih tahan dari tekanan suhu tinggi.



Gambar 42. Selang rem TDR

f. *Reservoir tank*

Fungsi *reservoir* dalam sistem rem hidrolis adalah untuk menyimpan cadangan minyak rem atau fluida yang akan dijadikan sebagai penyalur tenaga. Ini akan menghindari resiko masuk angin, yang kerap menimbulkan rem blong.



Gambar 43. *Reservoir tank*

6. *Assembly*

Assembly merupakan proses pemasangan yang telah dibuat menjadi satu kesatuan system rem yang dapat bekerja. Pemasangan ini dapat dilakukan dengan urutan sebagai berikut:

- a. Memasangudukan kaliper
- b. Memasang cakram rem pada roda
- c. Memasang roda
- d. Merangkai sistem *hidrolik*
- e. Memasang *kaliper* dan *return spring*
- f. Memasang *hand rem*
- g. Melakukan *bleeding*

C. **Kebutuhan Alat Dan Bahan**

Proses pelaksanaan pembuatan sistem rem ini membutuhkan beberapa bahan dan alat penunjang serta komponen-komponen pada sistem rem sepeda motor. Dalam pembuatan sistem rem ini komponen yang digunakan adalah dudukan kaliper, *pedal box*, master silinder, *reservoir tank*, selang rem, T pembagi, kaliper, *disk brake* dan minyak rem. Peralatan

penunjang tersebut digunakan selama proses pembuatan sistem rem hingga proses pengujian sistem rem pada mobil UG 18.

Adapun rancangan alat penunjang dan bahan yang akan digunakan diantaranya:

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1. Tool box | 5. Bor listrik |
| 2. Kunci L set | 6. Las listrik |
| 3. Jangka sorong | 7. Tang snap ring |
| 4. Gerinda potong | 8. Mesin bubut |

Kemudian rancangan komponen yang digunakan dalam pembuatan sistem rem adalah dengan menggunakan komponen sistem rem sepeda motor dan mobil, diantaranya adalah:

- | | |
|----------------------|----------------------------|
| 1. Roda sepeda motor | 7. Master silinder |
| 2. Kaliper | 8. <i>Reservoir tank</i> |
| 3. Selang rem | 9. Selang <i>reservoir</i> |
| 4. T pembagi | 10. <i>Hand rem</i> |
| 5. <i>Disk brake</i> | 11. <i>Clamp</i> |
| 6. Minyak rem | |

D. Jadwal Kegiatan

Proses pembuatan sistem rem ini perlu dibuatkan jadwal pembuatan agar dapat berjalan dengan lancar dan matang, mulai dari tahap pengujian awal, persiapan, pelaksanaan hingga tahap pengujian akhir. Adapun perancangan jadwal pelaksanaan pembuatan sistem rem ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Jadwal Kegiatan

No.	Kegiatan	Waktu											
		Desember 2018				Januari 2018				Februari 2018			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Evaluasi Sistem Rem Mobil UG 17	■											
2	Perencanaan Reduce Beban		■										
3	Perancangan dan Proses Desain			■	■								
5	Pembelian Part Sistem Rem				■	■							
6	Proses Pembuatan Sistem Rem				■	■	■	■					
7	Pengujian Sistem Rem								■	■	■	■	

E. Pembiayaan

Dalam proses pembuatan sistem rem mobil UG 18 ini diperlukan biaya yang digunakan untuk mempersiapkan bahan-bahan maupun komponen yang diperlukan. Hal tersebut tentunya memerlukan biaya yang tidak sedikit oleh karena itu perlu dibuat perancangan anggaran biaya yang diperlukan. Perancangan biaya ini tentunya harus dibuat sebelum proses pembuatan sistem rem supaya persiapan biaya yang digunakan lebih matang. Adapun penjelasan rancangan biaya dalam proses pembuatan sistem rem seperti pembelian komponen yang digunakan selama proses pembuatan adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Pembiayaan Bahan Dalam Pembuatan Proyek Akhir

No	Nama Barang	Jumlah	Harga Satuan	Harga Total
1	Master Cylinder	2 buah	Rp 500.000,00	Rp 1.000.000,00
2	Brake Line	6 buah	Rp 120.000,00	Rp 720.000,00
3	Brake T Line	3 buah	Rp 50.000,00	Rp 150.000,00
4	Pedal Box	1 buah	Rp 500.000,00	Rp 500.000,00
5	Brake Caliper	6 buah	Rp 200.000,00	Rp 1.200.000,00
6	Reservior Tank	4 buah	Rp 50.000,00	Rp 200.000,00
7	Bolt of Brake T Line	20 buah	Rp 2.000,00	Rp 40.000,00
8	Brake Oil	2 botol	Rp 60.000,00	Rp 120.000,00
9	Upright	2 buah	Rp 500.000,00	Rp 1.000.000,00
10	Dudukan Poros Roda	4 buah	Rp 250.000,00	Rp 1.000.000,00
11	Poros Roda	4 buah	Rp 250.000,00	Rp 1.000.000,00
12	Female Rod End M10	6 buah	Rp 180.000,00	Rp 1.080.000,00
13	Female Rod End M8	4 buah	Rp 100.000,00	Rp 400.000,00
14	Snap Ring External	12 buah	Rp 2.000,00	Rp 24.000,00
15	TBA	2 buah	Rp 5.000,00	Rp 10.000,00
16	Clamp	10 buah	Rp 5.000,00	Rp 50.000,00
17	Reservior Line	2 buah	Rp 20.000,00	Rp 40.000,00
18	Solar Ring	4 pack	Rp 25.000,00	Rp 100.000,00
19	Bolt&Nut	100 buah	Rp 2.000,00	Rp 200.000,00
20	Pelumas	2 Botol	Rp 200.000,00	Rp 400.000,00
21	Brake Cleaner	2 Botol	Rp 100.000,00	Rp 200.000,00
22	Ties Cable	2 Pack	Rp 25.000,00	Rp 50.000,00
23	Hand Brake	1 buah	Rp 500.000,00	Rp 500.000,00
24	Hand Brake Cable	1 buah	Rp 30.000,00	Rp 30.000,00
25	Velg Roda	4 buah	Rp 400.000,00	Rp 1.600.000,00
26	Tromol Roda	4 buah	Rp 300.000,00	Rp 1.200.000,00
27	Ruji Roda	4 Pack	Rp 100.000,00	Rp 400.000,00
28	Ban Luar	4 buah	Rp 250.000,00	Rp 1.000.000,00
29	Ban Dalam	4 buah	Rp 30.000,00	Rp 120.000,00
30	Bearing Hybrid	1 lusin	Rp10.000.000,00	Rp 10.000.000,00
TOTAL				Rp 24.334.000,00

F. Perancangan Pengujian

Pengujian sistem rem pada kendaraan terbagi lagi menjadi pengujian statis dan pengujian dinamis.

1. Pengujian statis

Untuk pengujian statis dibutuhkan papan kayu atau bidang datar lainnya yang dimiringkan 20% dari jalan datar atau sekitar 36° , lalu mobil beserta driver dinaikkan setelah rem dioperasikan mobil dilepaskan dan jika mobil bertahan tanpa bergerak setelah 10 detik berarti sistem rem bekerja dengan baik.

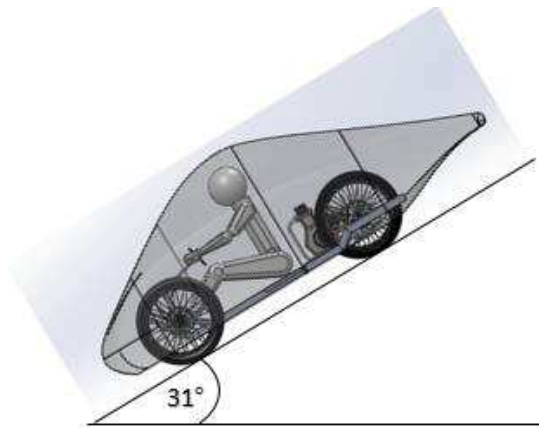
Untuk uji statis yang kedua yakni mengukur celah antara kampas dan piringan setelah pedal rem dilepas sehingga dapat diketahui performa dari kerja pengembalian piston. Hasil pengukuran tersebut dibandingkan saat *return spring* tidak dipasang dan saat *return spring* terpasang.

Dan untuk pengujian yang ketiga adalah pengujian hand rem yang dilakukan dengan memberikan gaya sebesar 50N pada mobil saat hand rem beroperasi, mobil harus dapat mempertahankan posisi dan tidak bergerak.

2. Pengujian Dinamis

Pengujian sistem rem dinamis ini dilakukan lagi di maguwoharjo stadium, dengan dibantu beberapa tim teknis. Beberapa alat dipersiapkan untuk pengujian diantaranya adalah *cone*, meteran sepanjang 50 meter, buku dan pulpen. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah hasil kalkulasi gaya pengereman sudah dapat menghentikan semua roda atau

belum. Pengujian dengan panjang lintasan 25 meter dan *braking area* sepanjang 20 meter. 4 tim teknis masing-masing melihat satu roda dan satu lagi mengukur seberapa jauh mobil terlempar setelah memasuki *braking area*. Setelah mobil berhenti dengan sempurna lalu dicoba mobil dipacu kembali untuk memastikan return spring bekerja dengan baik yang ditandai dengan tidak terjadi gesekan antara cakram dan kampas setelah sistem rem tidak dioperasikan.



Gambar 44. Pengujian rem