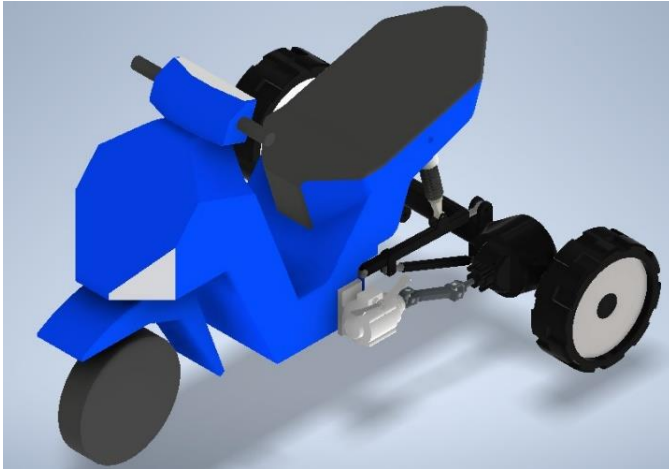


4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Konsep Desain



Gambar 4.1 Konsep Desain Sepeda Motor Roda Tiga



Gambar 4.2 Hasil Pembuatan Sepeda Motor Roda Tiga

Konsep desain yang digunakan dalam pembuatan sepeda motor roda tiga ini yaitu memodifikasi motor Suzuki Shogun R 110. Pengembangan yang dilakukan pada sepeda motor adalah mengubah bagian belakang sepeda motor dengan penggerak 2 roda belakang. Pemikiran awal pembuatan sepeda motor roda tiga karena melanjutkan project yang sudah dikerjakan pada LEAP RENI. Dengan adanya 2 roda belakang akan membuat kendaraan lebih mudah dalam bergerak maju dan mundur akibat komponen yang sesuai dengan 2 roda belakang memiliki *reverse gearbox*. Tujuan dari perancangan ini adalah dapat mendesain sepeda motor roda tiga dan menentukan sistem pemindah daya yang tepat untuk dapat membuat sepeda motor roda tiga ini bergerak maju dan mundur serta menentukan pengendalian yang digunakan. Agar bisa

membuat sepeda motor ini dapat bergerak maju dan mundur maka dipilih 1 roda depan dan 2 roda belakang.

Gearbox maju atau mundur ini biasanya sering kali ditemui pada motor roda tiga untuk mengangkut barang seperti Viar. Perangkat yang tersambung pada *gearbox* disalurkan oleh as kopel untuk diteruskan ke gardan. Gardan berfungsi untuk mengirimkan putaran mesin dari transmisi motor ke roda penggerak sehingga memungkinkan sepeda motor roda tiga untuk bergerak maju atau mundur. Penggunaan gardan juga dapat ditemui selain pada mobil juga terdapat pada motor roda tiga pengangkut barang seperti Viar.

Pemilihan komponen yang digunakan harus diperhatikan agar bisa sesuai dengan tujuan agar bisa membuat kendaraan ini bergerak maju dan mundur secara otomatis. Komponen yang akan terpasang pada kendaraan ini adalah sistem pemindah daya dan pengendalian yang ada pada Viar 150cc karena fungsi komponennya sesuai dengan tujuan tugas akhir ini. Dan juga pembelian komponen disesuaikan dengan budget yang ada sehingga membeli barang bekas. Untuk bisa membuat sepeda motor roda tiga membutuhkan komponen penunjang sebagai berikut:

1) *Gearbox* Viar



Gambar 4.3 *Gearbox* Viar

Gearbox berfungsi untuk mengatur arah gerak putaran mesin. *Gearbox* ini bisa mengatur proses gerak berbalik putaran yang mengubah kondisi gear saat transmisi berada pada gigi mundur untuk membuat kendaraan bergerak mundur. Pemilihan *gearbox* viar menjadi komponen utama untuk bisa mencapai tujuan agar sepeda motor roda tiga dapat bergerak maju dan mundur secara otomatis.

2) *Swing arm*



Gambar 4.4 *Swing Arm*

Swing arm merupakan bagian dari sistem suspensi yang sangat penting. *Swing arm* memiliki fungsi sebagai penahan penggerak roda belakang dan juga sebagai tumpuan *shock breaker*.

3) *Cross joint*



Gambar 4.5 *Cross Joint*

Cross joint merupakan komponen penghubung antara gearbox menuju gardan bagian belakang sepeda motor melalui as kopel. Fungsi dari *cross joint* yaitu apabila sepeda motor roda tiga dalam keadaan berjalan, as kopel yang terhubung pada *cross joint* dapat bergerak naik atau turun dan berputar mengikuti gardan yang bergerak naik turun menyesuaikan kondisi jalan.

4) Gardan



Gambar 4.6 Gardan

Gardan berfungsi untuk mengirimkan putaran mesin dari transmisi ke 2 roda belakang sepeda motor roda tiga.

5) Suspensi



Gambar 4.7 Suspensi Depan Suzuki Shogun



Gambar 4.8 Suspensi Belakang Suzuki Shogun

Suspensi memiliki fungsi utama adalah sebagai peredam getaran. Selain itu juga berfungsi untuk menjaga kenyamanan dalam berkendara. Suspensi depan dan belakang yang terpasang pada sepeda motor roda tiga ini menggunakan suspensi Suzuki Shogun 110.

6) Rod end



Gambar 4.9 Rod End

Komponen ini dipasang pada bagian belakang *swing arm* yang memiliki fungsi sebagai tumpuan agar bisa membuat body sepeda motor roda tiga ini dapat miring pada saat berbelok.

7) Adaptor Swing Arm



Gambar 4.10 Adaptor *Swing Arm*

Komponen ini terpasang pada *swing arm* dan disambungkan dengan gardan sebagai penahan agar gardan tidak berpindah posisi pada saat sepeda motor roda tiga berjalan. Pada *swing arm* terdapat rod end dan adaptor *swing arm* juga memiliki rod end yang berguna untuk lebih memudahkan memiringkan bodi motor pada saat berbelok.

8) As kopel



Gambar 4.11 As Kopel Viar 150cc

As kopel merupakan komponen yang memiliki fungsi sebagai penyalur dari *cross joint* menuju ke gardan atau *differential gear*.

4.2 Perhitungan Kekuatan pada *Cross Joint*

Putaran dari *engine* kemudian ditransmisikan melalui *gearbox* viar yang memiliki 2 buah sambungan roda gigi bevel untuk maju dan mundur. Pada sambungan ini roda gigi pinion memiliki 13 gigi sedangkan roda gigi yang tersambung pada *shaft output* memiliki 16 gigi. Jumlah gigi ini menghasilkan rasio 13:16 yang mengubah rpm dan torsi. Data torsi dan rpm Suzuki Shogun 110 ini menggunakan data spesifikasi dari Suzuki smash 110. Dikarenakan dari beberapa sumber yang ada dan juga informasi dari melihat orang yang sudah pernah membetulkan mesin

Suzuki Shogun 110 mengatakan bahwa mesin yang terpasang pada Suzuki Shogun 110 sama dengan Suzuki smash 110 hanya berbeda pada CDI untuk pengapiannya. Dari data tersebut didapatkan torsi maximum sebesar 7.9 pada rpm maximum 5500 rpm.

Spesifikasi Teknik [sunting | sunting sumber]

- Mesin: 4-stroke, SOHC, 1 cylinder
- Kapasitas mesin: 109,1 cc (110)
- Bore x stroke: 53,5 x 48,8 mm
- Max. power: 7,7 ps @ 7000 rpm
- Max. torsi: 0,81 kg-m @ 5500 rpm
- Sistem Pendingin: pendinginan udara
- Karburator: Mikuni VM 17SS
- Filter Udara: elemen kertas
- Pelumasan: SALCS (Suzuki Advanced Lubrication and Cooling System)
- Transmisi: 4-speed (N-1-2-3-4)
- Kopling: basah, otomatis, PECS (Power Engagement Clutch System)
- Rantai: 98 mata
- Pengapian: Suzuki DC-CDI
- Busi: NGK C6HS - ND U20FS-U
- Battery/accu: 12v-5Ah
- Starter: electric dan kick

Gambar 4.12 Spesifikasi Suzuki Smash 110

Sumber: *Suzuki Smash*. (2023, February 16). https://id.wikipedia.org/wiki/Suzuki_Smash

$$\tau_{gbox(max)} = \tau_{engine} \times \frac{\text{ratio gear output dari mesin sepeda motor}}{\text{ratio gear output gearbox}} \quad (4.1)$$

$$\tau_{gbox(max)} = \tau_{engine} \times \frac{16}{13}$$

$$\tau_{gbox(max)} = 7,9 \text{ Nm} \times \frac{16}{13} = 9,73 \text{ Nm}$$

$$\omega_{gbox(max)} = \omega_{engine} \times \frac{\text{ratio gear output gearbox}}{\text{ratio gear output mesin sepeda motor}} \quad (4.2)$$

$$\omega_{gbox(max)} = \omega_{engine} \times \frac{13}{16}$$

$$= 5500 \text{ rpm} \times \frac{13}{16} = 4469 \text{ rpm}$$

Dimana:

τ_{engine} = Torsi ouput maximum engine

ω_{engine} = Rpm output maximum engine

τ_{gbox} = Torsi output gearbox viar

ω_{gbox} = Rpm output gearbox viar



Gambar 4.13 Cross Joint



Gambar 4.14 Pin Cross Joint

Sumber: *Mengenal Cross Joint Mobil, Fungsi, Hingga Cara Menggantinya*. (2023, September 20). <https://www.hyundai.com/id/en/hyundai-story/articles/mengenal-cross-joint-mobil,-fungsi,-hingga-cara-menggantinya-0000000440>

Torsi dan RPM tersebut disalurkan menggunakan *cross joint* melalui *propeller shaft* ke gardan. Karena joint ini merupakan mekanisme yang tidak mengubah kecepatan, maka gaya yang diterima pada kedua joint pada ujung gearbox dan gardan sama. Biasanya sisi lemah pada *cross joint* adalah pada bagian area $W_{pin} \times H_{pin}$. Hal ini dikarenakan apabila dilihat secara visual bagian tersebut memiliki luas penampang yang terkecil.

Diketahui:

$$W_{pin} = 20 \text{ mm}$$

$$H_{pin} = 6 \text{ mm}$$

$$L_{pin} = 50 \text{ mm}$$

$$\sigma_{pin} = \frac{F}{A} = \frac{\tau_{gbox} / L_{pin}}{2 \times H_{pin} \times W_{pin}} \quad (4.3)$$

$$\sigma_{pin} = \frac{9.73 \text{ Nm} / 0.05 \text{ m}}{2 \times 6 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}} = 0.81 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{pin} = 0.81 \text{ MPa} \ll 149 \text{ MPa (Shear Strength)}$$

Tabel 4.1

Mechanical Properties Cast Iron

Overview of materials for Cast Iron		
Categories: Metal Castings Metal Castings		
Material:	This property data is a summary of similar materials in the MatWeb database for the category "Cast Iron". Each property range of values has average value, and number of data points used to calculate the average. The values are not necessarily typical of any specific grade, except where noted.	
Vendors:	Click here to view all available suppliers for this material.	
	Please click here if you are a supplier and would like information on how to add your listing to this material.	
	Print DataSheet Download as PDF Download to Excel Download to Word Download to PowerPoint	
Physical Properties	Metric	English
Density	5.54 - 7.81 g/cc	0.200 - 0.282 lb/in ³
Mechanical Properties	Metric	English
Hardness, Brinell	110 - 307	110 - 307
Hardness, Rockwell C	102 - 300	102 - 300
Hardness, Rockwell B	40.6 - 193	40.6 - 193
Hardness, Vickers	11.4 - 85.0	11.4 - 85.0
Tensile Strength, Ultimate	90.0 - 1650 MPa	13100 - 240000 psi
Tensile Strength, Yield	65.5 - 1450 MPa	9500 - 210000 psi
Elongation at Break	0.200 - 46.0 %	0.200 - 46.0 %
Reduction of Area	7.88 - 10.0 %	7.88 - 10.0 %
Modulus of Elasticity	67.1 - 210 GPa	9600 - 30300 ksi
Flexural Yield Strength	240 - 655 MPa	34800 - 95000 psi
Compressive Yield Strength	220 - 2520 MPa	31900 - 365000 psi
Poisson Ratio	0.240 - 0.310	0.240 - 0.310
Fatigue Strength	68.9 - 510 MPa	10000 - 74000 psi
Fracture Toughness	44.0 - 110 MPa-m ^{1/2}	40.0 - 100 ksi-m ^{1/2}
Machinability	0.000 - 125 %	0.000 - 125 %
Shear Modulus	27.3 - 87.6 GPa	3920 - 9600 ksi
Shear Strength	140 - 1400 MPa	21000 - 210000 psi

Sumber: Matweb. (n.d.). *Overview of materials for cast iron.*

<https://matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=6291a24572754cae94ff365ed99b96f9>

4.3 Menghitung Sudut Puntir As Kopel

Dari hasil pengukuran, as kopel memiliki diameter 38 mm dengan ketebalan 3mm dan menerima beban puntir yang menghasilkan defleksi radial. Defleksi pada as kopel akan meningkat bersamaan dengan peningkatan jarak antara gardan dan *gearbox*. Defleksi yang besar dapat menyebabkan as kopel mengalami deformasi permanen bahkan hingga patah. Untuk menghitung defleksi yang terjadi diperlukan terlebih dahulu untuk menghitung momen inersia dari as kopel.



Gambar 4.15 Diameter As Kopel

$$D_{in} = D_{out} - (2 \times \text{tebal pipa as kopel}) \quad (4.4)$$

$$D_{in} = 38 \text{ mm} - (2 \times 3 \text{ mm}) = 32 \text{ mm}$$

Setelah menemukan ukuran pipa as kopel, langkah selanjutnya adalah mencari momen inersia dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$J_{as \text{ kopel}} = \frac{\pi}{32} \times (D_{out}^4 - D_{in}^4) \quad (4.5)$$

$$J_{as \text{ kopel}} = \frac{\pi}{32} \times (38^4 - 32^4)$$

$$J_{as \text{ kopel}} = 101712.4 \text{ mm}^4$$

Dimana:

D_{out} = Diameter luar as kopel (mm)

D_{in} = Diameter dalam as kopel (mm)

$J_{as \text{ kopel}}$ = Momen inersia (mm^4)



Gambar 4.16 Dimensi As Kopel

$$\theta_{as \text{ kopel}} = \frac{\tau_{gbox} \times L_{as \text{ kopel}}}{G_{besi} \times J_{as \text{ kopel}}} \quad (4.6)$$

$$\theta_{as \text{ kopel}} = \frac{9.73 \text{ Nm} \times 135 \text{ mm}}{62.1 \text{ GPa} \times 101712.4 \text{ mm}^4} \times \frac{1 \text{ GPa}}{1000 \text{ MPa}} \times \frac{1000 \text{ Nmm}}{1 \text{ Nm}}$$

$$\theta_{as \text{ kopel}} = 0.00020 \text{ Deg}$$

Dimana:

$\theta_{as \text{ kopel}}$ = Sudut puntir ($^{\circ}$)

$\tau_{gearbox}$ = Torsi output gearbox Viar (Nmm)

G_{besi} = Modulus elastisitas besi (GPa)

$L_{as \text{ kopel}}$ = Panjang as kopel (mm)

$J_{as \text{ kopel}}$ = Momen inersia (mm^4)

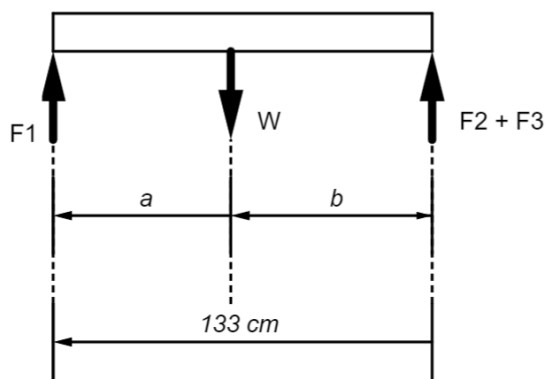
4.4 Mencari Titik Berat Sepeda Motor Roda Tiga

Mencari titik berat dari sepeda motor roda tiga ini membutuhkan salah satunya yaitu berat total dari kendaraan tersebut. Berat sepeda motor dapat ditimbang dengan meletakkan 3 buah

timbangan pada masing masing roda. Ketiga berat ini juga nantinya dapat ditemukan pusat massa dari motor. Dari hasil penimbangan ditemukan bahwa berat di roda depan (m_1) adalah 47.5 kg, berat di roda kiri belakang (m_2) adalah sebesar 45 kg dan kanan belakang (m_3) adalah sebesar 48 kg. Total panjang kendaraan dari as roda depan sampai dengan as roda belakang adalah 133 cm. Untuk mencari titik berat speeda motor roda tiga dari tampak samping dapat menggunakan rumus sebagai berikut:



Gambar 4.17 Tampak Samping Sepeda Motor Roda Tiga



Gambar 4.18 Diagram Gaya dari Tampak Samping Sepeda Motor Roda Tiga

$$\sum M_x = 0 = M_1 - M_2 - M_3 \quad (4.7)$$

$$0 = F_1 \times a - F_2 \times b - F_3 \times b$$

$$F_1 \times a = (F_2 + F_3) \times b$$

$$\frac{m_1 \times g \times a}{g} = \frac{m_2 \times g \times b}{g} + \frac{m_3 \times g \times b}{g}$$

$$47.5 \text{ kg} \times a = (48 \text{ kg} + 45 \text{ kg}) \times (133 \text{ cm} - a)$$

$$47.5a = 12396 - 93a$$

$$140.5a = 12369$$

$$a = \frac{12369}{140.5} = 88 \text{ cm}$$

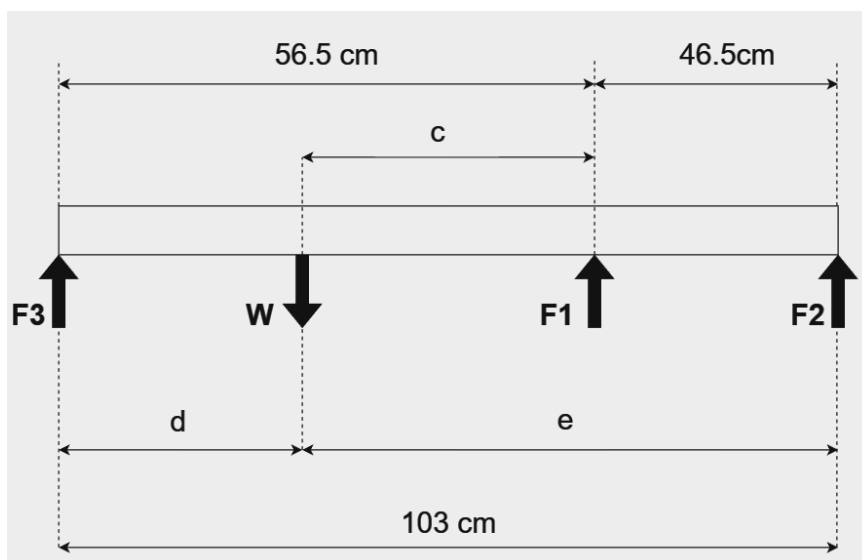
$$b = 133 \text{ cm} - a = 133 \text{ cm} - 88 \text{ cm} = 45 \text{ cm}$$

Jadi, pusat massa sepeda motor roda tiga apabila dari tampak samping berada 88 cm dari as roda depan. Sehingga berada hampir dekat dengan roda belakang.



Gambar 4.19 Tampak Belakang Sepeda Motor Roda Tiga

Pemasangan antara roda kanan dan kiri tidak benar benar simetris karena posisi gardan, maka dari itu hasil uji menemukan sisi kanan lebih berat. Untuk itu dapat dilakukan penimbangan titik berat pada sisi menyamping. Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan, didapatkan lebar total kendaraan adalah 103 cm, lebar kendaraan dari roda belakang kiri sampai tengah kendaraan yaitu 56.5 cm dan dari tengah kendaraan sampai ke roda belakang kanan yaitu 46.5 cm.



Gambar 4.20 Diagram Gaya dari Tampak Belakang Sepeda Motor Roda Tiga

Diketahui:

$$d = 56.5 \text{ cm} - c$$

$$e = 46.5 \text{ cm} + c$$

$$\sum M_y = 0 = M_1 + M_2 - M_3 \quad (4.8)$$

$$0 = F_1 \times c + F_2 \times e - F_3 \times d$$

$$F_3 \times d = F_1 \times c + F_2 \times e$$

$$\frac{m_3 \times g \times d}{g} = \frac{m_1 \times g \times c}{g} + \frac{m_2 \times g \times e}{g}$$

$$45 \times (56.5 - c) = 47.5 \times c + 48 \times (46.5 + c)$$

$$2542.5 - 45c = 47.5c + 2232 + 48c$$

$$c = \frac{310.5}{140.5} = 2.2 \text{ cm}$$

$$e = 46.5 \text{ cm} + c = 48.7 \text{ cm}$$

$$d = 56.5 \text{ cm} - c = 54.3 \text{ cm}$$

Jadi, pusat massa sepeda motor roda tiga apabila dari tampak belakang berada 54.3 cm dari roda belakang kiri. Sehingga pusat massa berada sedikit lebih kiri dari tengah sepeda motor roda tiga.

4.5 Perancangan untuk Mencari Torsi Pengereman

Torsi pengereman dapat dihitung dengan menggunakan koefisien gesek dari bahan tromol. Berdasarkan jurnal yang telah dicari, bahan dari tromol tersebut terbuat dari asbestos dan diketahui bahwa koefisien gesek pada asbes adalah 0.31. Torsi pengereman terjadi karena tekanan pada pedal disalurkan ke tromol menjadi gaya yang menekan tromol melalui selang. Tekanan pada pedal dilakukan oleh kaki manusia sehingga gaya yang terjadi pada pedal tidak dapat diukur dengan akurat. Dalam perhitungan ini diasumsikan gaya tersebut sebesar 200 N.

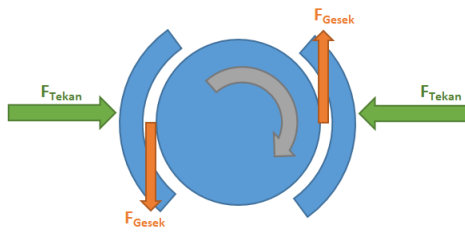
Data Perhitungan

Data – data yang dibutuhkan untuk menghitung rem cakram motor honda beat sporty tahun 2017 adalah sebagai berikut :

• Kecepatan awal motor (v_0)	= 80 km/jam = 22.22 m/s
• Kecepatan akhir motor (v_i)	= 0 m/s
• Koefisien gesek pada asbes (μ)	= 0,31
• Jarak pengereman sampai berhenti (s)	= 50 m
• Diameter kaliper rem ($D_{kaliper}$)	= 32 mm = 0.032 m
• Jarak sumbu roda (L)	= 1.256 mm
• Tinggi kendaraan (h)	= 740 mm
• Berat kendaraan	= 93 kg
• Berat 2 orang penumpang	= 130 kg
• Berat total motor (W)	= 223 kg
• Beban depan (W_{depan}) @2/5 W	= 89.2 kg
• Beban depan ($W_{belakang}$) @3/5 W	= 133.8 kg
• Perlambatan pada titik kunci sinkron (a')	= 0,6 g

Gambar 4.21 Data Koefisien Gesek Asbestos

Sumber: Iwan Nugraha Gusniar, S. A. (2021, November). Analisis gaya pada rem cakram (disk brake) pada kendaraan roda dua (honda beat sporty 2017). *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 8(2), 109-120.



Gambar 4.22 Diagram Gaya yang Bekerja Pada Rem Tromol

Untuk mencari hasil rancangan torsi pengereman sepeda motor roda tiga ini dapat menggunakan langkah pertama yaitu mencari gaya normal yang ada pada tromol rem dengan rumus sebagai berikut:

$$F_{normal} = \frac{D_{selang\ master\ rem}^2}{D_{selang\ tromol}^2} \times F_{pedal} \quad (4.9)$$

$$F_{normal} = \frac{(0.005\ m)^2}{(0.003\ m)^2} \times 200\ N = 555.56\ N$$

Setelah ditemukan gaya normal, dilanjutkan dengan mencari gaya gesek yang terjadi akibat adanya tekanan dari selang rem untuk menekan tromol sehingga roda berhenti berputar menggunakan rumus sebagai berikut:

$$F_{gesek} = F_{normal} \times \mu_{tromol} \quad (4.10)$$

$$F_{gesek} = 555.56\ N \times 0.31 = 172.22\ N$$

Setelah menemukan gaya gesek yang dihasilkan maka dilanjutkan dengan mencari torsi pengereman menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\tau_{break} = D_{tromol} \times F_{gesek} \quad (4.11)$$

$$\tau_{break} = 0.195\ m \times 172.22\ N = 33.58\ Nm$$

Dimana:

μ_{tromol} = Koefisien gesek sepatu tromol (menggunakan bahan asbestos)

F_{normal} = Gaya tekan yang dihasilkan oleh dorongan selang tromol

F_{gesek} = Gaya gesekan yang dihasilkan oleh gesekan sepatu tromol

τ_{break} = Torsi pengereman yang dihasilkan oleh gaya gesek sepatu tromol

4.6 Hasil Pengujian Sepeda Motor Roda Tiga

Setelah dilakukan perhitungan pada sistem pengereman selanjutnya dilakukan pengujian pengereman yang dibutuhkan untuk berhenti. Pengujian ini dilakukan beberapa kali dengan 1 penumpang dan pengujian dengan 2 penumpang. Diketahui berat total sepeda motor roda tiga adalah 140.5 kg lalu berat penumpang pertama adalah 72.5 kg dan berat penumpang kedua 84 kg.

Tabel 4.2

Pengujian Pengereman Sepeda Motor Roda Tiga

Data percobaan	Satuan	Beban	
		1 Orang	2 Orang
Jarak rem hingga berhenti	cm	31.7	34.1
Durasi rem hingga berhenti	s	1.66	1.91
Berat total	Kg	213	297

Dari hasil pengujian didapatkan hasil untuk 1 penumpang dengan berat kendaraan dan 1 penumpang adalah 213 kg. Pengujian yang pertama dapat membuat sepeda motor roda tiga berhenti dengan durasi waktu pengereman 1.66 detik dan jarak pengereman hingga berhenti sejauh 31.7 cm. Dan pengujian kedua dilakukan dengan 2 penumpang dengan berat keseluruhan adalah 297 kg. Pengujian kedua dilakukan dan membuat sepeda motor roda tiga dapat berhenti dengan durasi waktu pengereman selama 1.91 detik dengan jarak pengereman hingga berhenti sejauh 34.1 cm.

Pengujian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa sistem pengendalian yang digunakan dapat membuat sepeda motor roda tiga bekerja dan berhenti dengan baik tanpa membuat pengendara khawatir. Lalu pengujian jalan sepeda motor roda tiga sudah dilakukan untuk memastikan bahwa komponen sistem pemindah daya bekerja dan berfungsi dengan normal tanpa adanya kerusakan yang terjadi. Dengan uji coba 1 penumpang dan 2 penumpang melewati medan yang tidak baik kondisinya juga masih memiliki tenaga yang cukup dan mumpuni untuk dikendarai. Hal ini berarti bahwa sepeda motor roda tiga aman untuk dikendarai.