

**ANALISIS KINERJA REM CAKRAM PADA KENDARAAN BERMOTOR
HONDA BEAT 110 cc**

***PERFORMANCE ANALYSIS OF DISC BRAKES ON HONDA BEAT 110 cc
MOTOR VEHICLES***

¹Sahrul Alam Azis, ²Alfian Ady Saputra, ³Wahid Hasim, ⁴Widarto, ⁵Resa Hardianto

^{1,2,3,4,5}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang
Jl. Raya Jakarta Km 5 No.6, Kalodran, Kec. Walantaka, Kota Serang, Banten 42183

email : sahrulalamazis1@gmail.com

ABSTRAK

Pertumbuhan jumlah penduduk secara langsung memengaruhi peningkatan jumlah kendaraan bermotor di jalan raya, yang pada akhirnya menuntut sistem keselamatan berkendara yang lebih optimal. Salah satu komponen penting dalam menjamin keselamatan tersebut adalah sistem pengereman, di mana rem cakram menjadi pilihan utama karena efisiensi dan kemampuannya dalam disipasi panas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performa sistem rem cakram pada sepeda motor berkapasitas 110cc, dengan fokus pada hubungan antara gaya pengereman dan berbagai parameter teknis. Analisis dilakukan pada rentang kecepatan 40 hingga 80km/jam serta jarak pengereman antara 5 hingga 40 meter. Perhitungan mempertimbangkan diameter piston master silinder sebesar 12 mm dan piston kaliper 24 mm, serta gaya tekan tangan pengendara mulai dari 50 N hingga 397 N. Hasil studi menunjukkan bahwa peningkatan gaya pada tuas rem akan meningkatkan tekanan hidrolik dan gaya gesek antara kampas rem dan cakram, yang berdampak pada pemendekan jarak pengereman. Namun, gaya melebihi 397 N berpotensi menimbulkan ketidaknyamanan bagi pengendara. Temuan ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan sistem pengereman sepeda motor yang mengutamakan efektivitas dan kenyamanan pengguna.

Kata Kunci : Jarak Pengereman, Rem Cakram, Gaya Pengereman

ABSTRACT

The growth of the population directly affects the increasing number of motor vehicles on the road, which ultimately demands a more optimal driving safety system. One of the critical components in ensuring safety is the braking system, with disc brakes being the preferred choice due to their efficiency and heat dissipation capabilities. This study aims to analyze the performance of the disc brake system on a 110cc motorcycle, focusing on the relationship between braking force and various technical parameters. The analysis was conducted within a speed range of 40 to 80 km/h and a braking distance between 5 to 40 meters. Calculations took into account a master cylinder piston diameter of 12 mm and a caliper piston diameter of 24 mm, along with rider hand-applied force ranging from 50 N to 397 N. The results of the study show that an increase in the brake lever force leads to higher hydraulic pressure and frictional force between the brake pad and disc, resulting in a shorter braking distance. However, forces exceeding 397 N may cause discomfort to the rider. These findings provide valuable insight into the development of motorcycle braking systems that prioritize both effectiveness and user comfort.

Keywords : Braking Distance, Disc Brake, Braking Force

I. PENDAHULUAN

Di zaman sekarang yang penuh dengan mobilitas tinggi, kendaraan bermotor sudah menjadi kebutuhan penting bagi banyak orang. Agar kendaraan bisa berfungsi dengan optimal, semua sistem pendukungnya harus berjalan dengan baik. Salah satu sistem paling krusial dalam hal ini adalah sistem pengereman. Rem bekerja dengan cara memberikan tekanan yang menahan putaran roda, dan proses ini melibatkan beberapa faktor teknis. Efek dari pengereman terjadi karena adanya gesekan antara dua komponen, yang kemudian memperlambat hingga menghentikan laju kendaraan. Jika mesin kendaraan mengubah energi panas menjadi energi gerak (energi kinetik) untuk membuat kendaraan melaju, maka rem justru melakukan kebalikannya mengubah energi gerak menjadi panas agar kendaraan bisa berhenti. Uniknya, energi kinetik

kendaraan sangat dipengaruhi oleh kecepatannya. Rumusnya adalah ($E = \frac{1}{2}mv^2$). yang artinya energi kinetik naik secara eksponensial seiring bertambahnya kecepatan. Jadi, jika kecepatan kendaraan dua kali lebih cepat, maka energi kinetiknya menjadi empat kali lebih besar. Akibatnya, rem juga harus bekerja lebih keras untuk membuang energi itu, dan otomatis jarak pengereman menjadi empat kali lebih jauh. (Saputra and Munandar 2022) .Rem cakram dengan sistem hidrolik jadi salah satu jenis rem yang paling umum dipakai di kendaraan. Cara kerjanya, cairan rem disimpan di master silinder. Saat tuas rem ditekan, cairan ini dipompa lewat selang ke arah piston yang ada di dekat roda. Piston-piston ini lalu terdorong keluar secara berlawanan dan menekan kampas rem ke arah cakram. Kontak antara kampas dan cakram inilah yang menciptakan gaya gesek yang berfungsi untuk menghentikan atau mengurangi kecepatan roda. Ketika tekanan dilepaskan maka cairan yang ada pada *cylinder* roda akan kembali ke *master cylinder*. (Hafizh, Yunus, and Wisnaningsih 2022). penelitian ini akan fokus menganalisis beberapa variabel penting yang memengaruhi kinerja sistem pengereman, seperti jenis kampas rem, kecepatan putar roda, beban kendaraan, serta tekanan pada sistem rem. Untuk memahami keterkaitan antar variabel tersebut, dalam penelitian ini akan dirancang dan digunakan alat uji khusus dengan sistem rem cakram. Pemilihan rem cakram dilakukan karena desainnya yang relatif sederhana serta kemampuannya yang lebih optimal dalam menghasilkan daya pengereman dibandingkan dengan sistem rem lainnya. (Adji Nur Permana and Ahmad Hanif Firdaus 2024)

II. METODE PELAKSANAAN

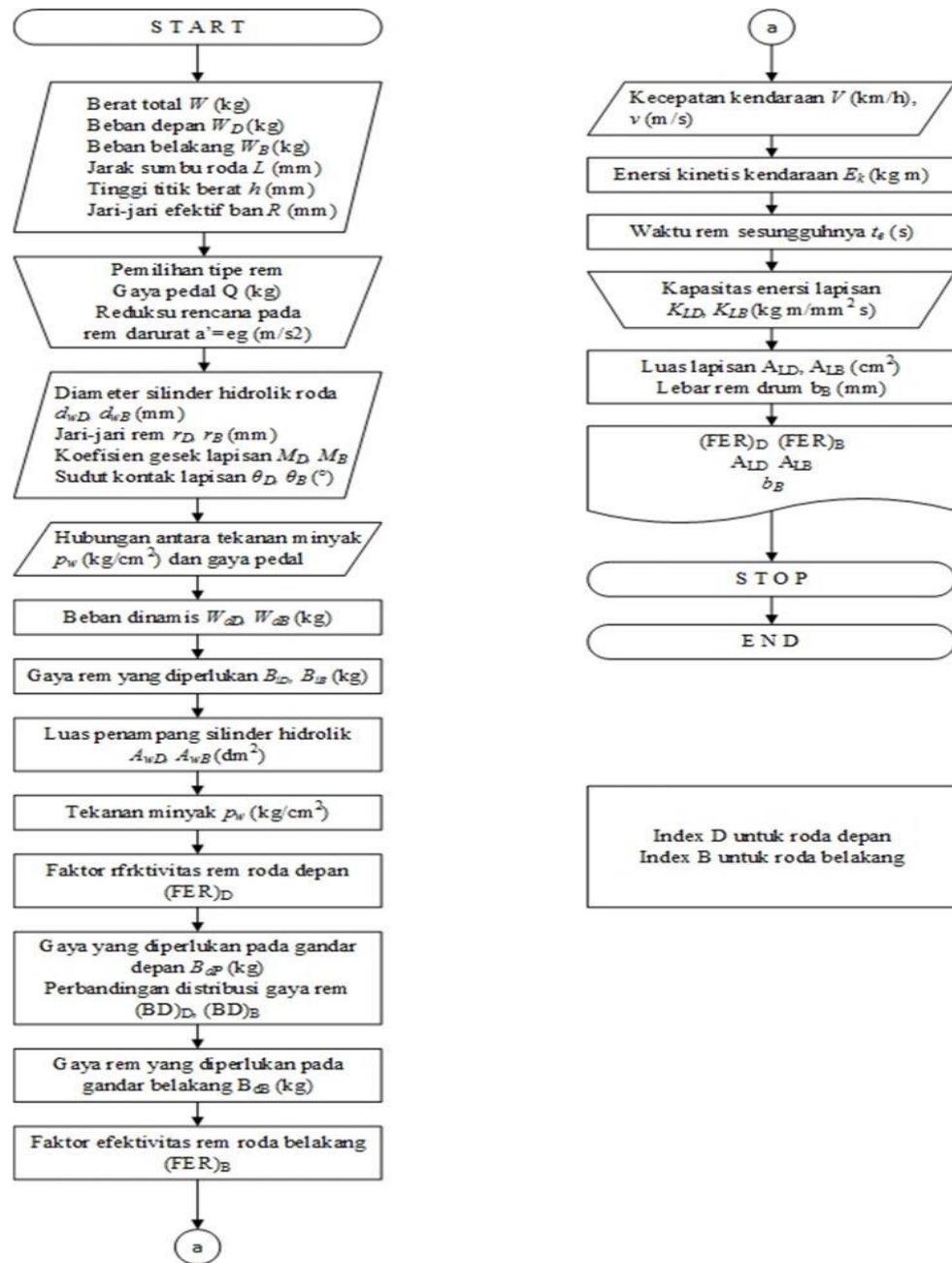
Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen dan pendekatan kuantitatif untuk mengevaluasi kinerja sistem rem cakram pada sepeda motor berkapasitas 110 cc. Fokus utama dari studi ini adalah mengkaji besarnya gaya yang bekerja dalam sistem pengereman dan dampaknya terhadap jarak pengereman pada berbagai tingkat kecepatan kendaraan.

A. Objek Penelitian

- a. Penelitian ini berfokus pada sistem rem cakram sepeda motor 110 cc. Komponen yang menjadi perhatian dalam analisis meliputi: Kaliper rem (piston bawah) dengan diameter 24 mm
- b. Master silinder (piston atas) berdiameter 12 mm

- c. Handle rem sebagai pengendali utama sistem pengereman
- B. Variabel Penelitian Variabel-variabel yang dianalisis dalam studi ini meliputi:
 - a. Kecepatan kendaraan 40 km/h, 60 km/h, 80 km/h
 - b. Jarak pengereman Dicatat pada interval 5m, 10m, hingga 15m
 - c. Gaya pada pedal rem Variasi beban diberikan untuk melihat pengaruhnya terhadap sistem pengereman
- C. Gaya-Gaya yang Terlibat dalam Sistem Rem
 - a. Gaya tekan awal pada master rem (F)
 - b. Gaya tekanan fluida hidrolik dalam sistem rem (Poli) tekanan yang dihasilkan oleh cairan rem (biasanya minyak rem) saat tuas atau pedal rem ditekan, yang kemudian diteruskan ke piston caliper untuk menekan pad rem ke cakram.
 - c. Gaya tekan yang bekerja pada pad rem (S) gaya yang diberikan oleh sistem rem (baik hidrolik maupun mekanik) untuk menekan kampas rem terhadap cakram atau tromol, sehingga terjadi gaya gesekan yang memperlambat kendaraan.
 - d. Gaya gesekan antara pad dan cakram (f) gaya yang muncul ketika kampas rem (brake pad) menekan cakram rem (disc brake) sehingga kendaraan bisa melambat atau berhenti.
 - e. Gaya tangan yang diterapkan pada handle rem Gaya tangan pada handle rem merujuk pada cara dan besarnya gaya yang diberikan oleh tangan pengendara saat menarik tuas rem. Ini penting karena berpengaruh pada efisiensi pengereman dan keselamatan.
- D. Teknik Pengumpulan Data
 - a. Data dikumpulkan melalui rangkaian eksperimen menggunakan sepeda motor 110 cc
 - b. Pengujian kecepatan kendaraan dilakukan pada berbagai tingkat kecepatan (40 km/h hingga 100 km/h) untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap efektivitas pengereman
 - c. Pengukuran jarak pengereman dilakukan untuk setiap kecepatan, dengan rentang jarak 5 hingga 40 meter guna memahami hubungan antara gaya rem dan jarak henti

- d. Pengukuran gaya pada pedal rem dilakukan dengan bantuan alat pengukur gaya (load cell) untuk memperoleh data akurat terkait besar gaya yang diberikan dalam berbagai skenario pengereman



Gambar 1 Diagram Alir Perhitungan Rem

Gambar 1 tersebut merupakan diagram alir perhitungan performa sistem rem cakram pada kendaraan bermotor roda dua, khususnya dalam menganalisis distribusi gaya rem antara roda depan dan belakang. Proses dimulai dari penentuan parameter dasar kendaraan, seperti berat total, distribusi beban, dimensi kendaraan (jarak sumbu roda,

tinggi titik berat, dan jari-jari ban). Selanjutnya dilakukan pemilihan tipe rem dan parameter desain rem seperti gaya pedal, percepatan perlambatan, serta dimensi dan sifat fisis komponen hidrolik rem (diameter silinder, koefisien gesek, dan sudut kontak kampas). Diagram ini juga memuat tahapan perhitungan tekanan minyak rem berdasarkan gaya pedal, lalu menghitung beban dinamis dan gaya rem yang diperlukan pada roda depan dan belakang. Dihitung pula luas penampang silinder hidrolik dan tekanan kerja dalam sistem rem. Setelah itu, dilakukan analisis efektivitas rem melalui Faktor Efektivitas Rem (FER) untuk roda depan dan belakang, yang dilanjutkan dengan evaluasi distribusi gaya rem antara gandar depan dan belakang. Pada bagian akhir, dilakukan perhitungan energi kinetik kendaraan, waktu pengereman, kapasitas energi lapisan rem, dan luas area gesek rem. Semua ini ditujukan untuk menilai efektivitas total sistem pengereman terhadap kecepatan kendaraan dan kondisi pengoperasian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Spesifikasi Sistem Rem

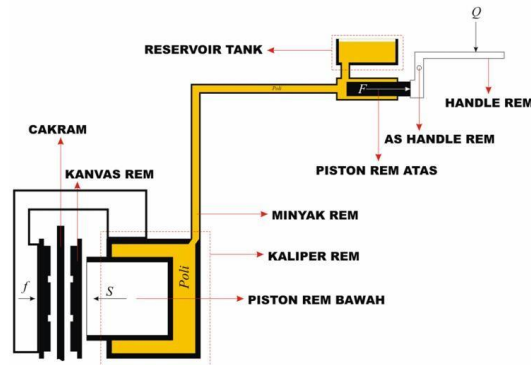
Sistem rem yang di analisa adalah sistem rem pada sepeda motor Honda beat 110cc, dengan spesifikasi sistem rem seperti pada tabel 1. berikut:

Tabel 1 Spesifikasi Sistem Rem

	Notasi	Nilai	Satuan
Berat kendaraan	W	850	N
Kecepatan kendaraan	V	27,78	m/s
Diameter Roda	D_r	0,34	M
Diameter Piringan	D_p	0,22	M
Diameter Piston Atas	D_{pa}	24	Mm
Diameter Piston Bawah	D_{pb}	12	Mm
Luas Piston Atas	A_{pa}	0,45	m ²
Luas Piston Bawah	A_{pb}	3,42	m ²
Jarak Engsek – Ujung <i>Handle</i>	l_a	0,163	M
Jarak Engsel ke Sodokan	l_b	0,04	M
Luas pad/kanvas rem	A_{pad}	1000	mm ²

Sistem rem pada sepeda motor Honda Beat 110cc menggunakan kombinasi rem depan cakram hidrolik dan rem belakang tromol mekanik, yang dirancang untuk memberikan

pengereman optimal dan keselamatan berkendara. Pada rem depan, pengereman dikendalikan melalui tuas rem pada handle kanan, yang ketika ditekan akan menyalurkan gaya tangan ke master silinder. Prinsip kerja sistem ini menggunakan fluida hidrolik, di mana tekanan yang diberikan pada master silinder diteruskan melalui selang rem ke kaliper, sesuai dengan Hukum Pascal. Di dalam kaliper, piston menekan pad rem ke cakram rem, sehingga timbul gaya gesekan yang memperlambat roda depan.



Gambar 2 Skema Perhitungan Sistem Rem

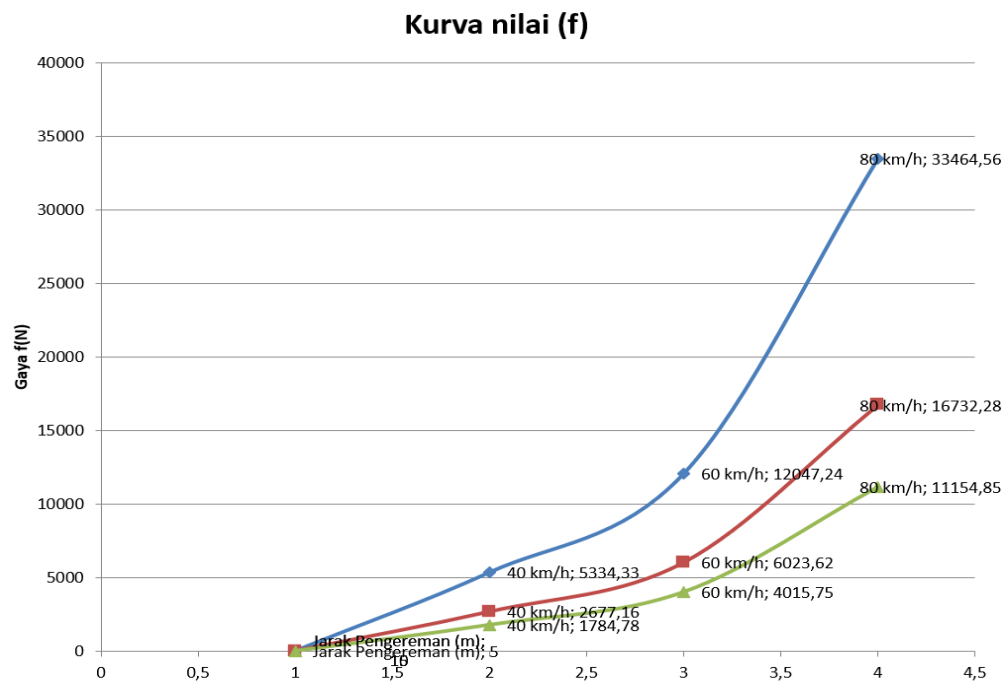
Gambar menunjukkan alur kerja sistem rem cakram hidrolik pada sepeda motor. Proses pengereman dimulai dari pengendara menekan handle rem (Q), yang menghasilkan gaya tekan F pada piston rem atas. Gaya ini mendorong minyak rem dari master silinder menuju kaliper rem melalui pipa hidrolik.

1. Handle Rem dan Piston Atas Ketika handle ditekan, piston atas terdorong dan memberikan tekanan pada minyak rem di dalam sistem (disebut tekanan *Poli*).
2. Minyak Rem dan Kaliper Minyak rem yang tertekan akan mengalir ke kaliper dan menekan piston rem bawah.
3. Piston Rem Bawah dan Kampas Rem Piston bawah akan mendorong kampas rem (kanvas rem) agar menjepit cakram. Gaya tekan ini disebut gaya S .
4. Gaya Gesek (f) Gesekan antara kampas dan cakram menghasilkan gaya pengereman f , yang mengurangi kecepatan putaran roda dan menghentikan kendaraan.
5. Reservoir Tank Tangki cadangan minyak rem berfungsi menjaga volume minyak tetap cukup saat terjadi ekspansi akibat panas atau saat sistem dibuka.

B. Gaya yang Menjepit Piringan Cakram (f)

Gaya yang menjepit piringan cakram adalah gaya yang diberikan oleh kampas rem pada cakram saat piston kaliper menekannya, sehingga menghasilkan gaya gesekan

untuk memperlambat atau menghentikan kendaraan. Pada rem cakram hidrolik, gaya ini berasal dari tekanan fluida hidrolik P yang diteruskan melalui piston caliper.

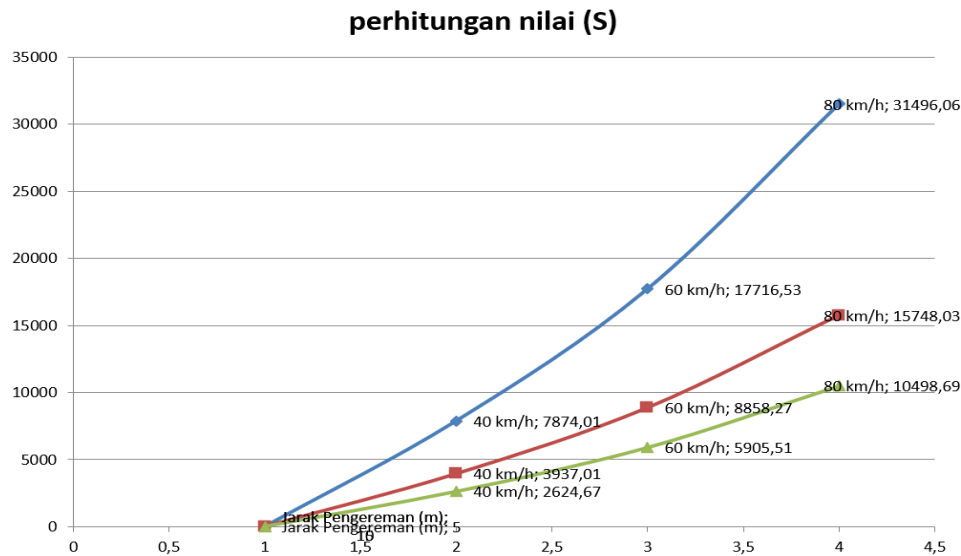


Gambar 3 Hubungan Gaya dan Jarak Pengereman

perhitungan nilai (f) terlihat bahwa semakin tinggi kecepatan kendaraan, maka gaya pengereman yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan pada jarak tertentu akan semakin besar. pada kecepatan 40km/h gaya yang dibutuhkan masih relatif kecil sekitar (5.334,34N), sedangkan pada 60km/h nilai gaya bertambah signifikan menjadi (12.047,24N) dan pada kecepatan 80km/h nilai meningkat (33.464,56N). hal ini menunjukkan adanya hubungan langsung antara peningkatan kecepatan kendaraan dengan besar daya pengereman, sehingga semakin tinggi kecepatan kendaraan maka semakin besar pula gaya yang harus diberikan agar kendaraan berhenti dengan aman.

C. Gaya pada Piston Rem Bawah (S)

gaya yang diterima piston caliper bagian bawah dari tekanan fluida hidrolik, yang kemudian diteruskan ke pad rem untuk menekan cakram. Piston bawah biasanya bekerja bersamaan dengan piston atas (pada caliper dua piston) untuk menjepit cakram secara merata.

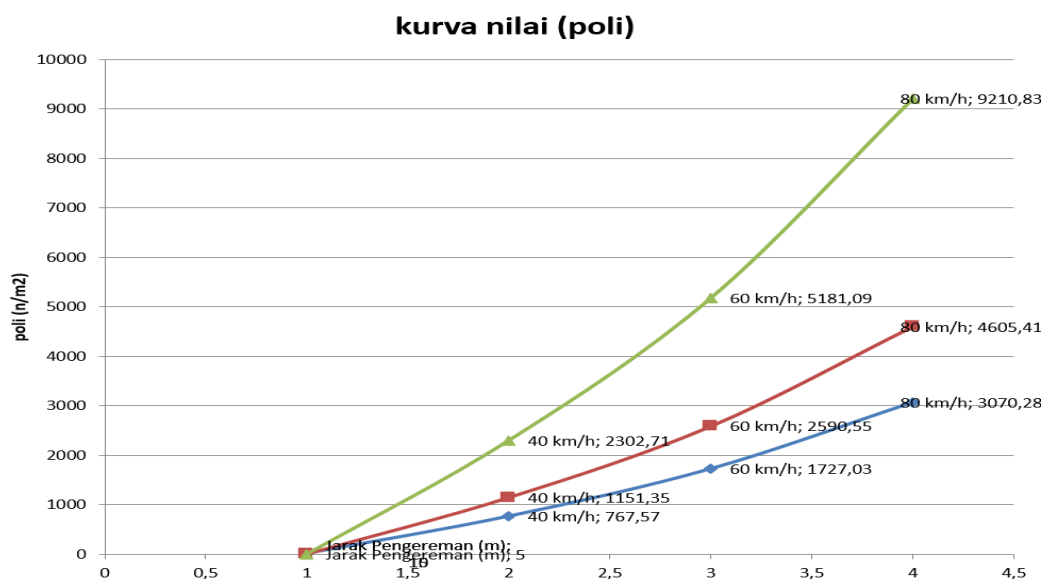


Gambar 4 Hubungan Gaya Pada Piston dan Jarak Pengereman

perhitungan nilai (S) terlihat bahwa semakin tinggi kecepatan kendaraan, maka gaya pengereman juga semakin besar. pada kecepatan 40km/h gaya relatif kecil sekitar (7.874,04N), pada 60km/h gaya meningkat signifikan (17.716,53N) dan pada 80km/h melonjak tinggi hingga (31.496,06 N). hal ini menunjukkan adanya hubungan antara gaya pengereman.

D. Tekanan Minyak Rem (Poli)

tekanan yang dihasilkan oleh master silinder ketika tuas rem ditekan, yang diteruskan melalui fluida rem (minyak rem) ke piston caliper untuk menekan pad rem ke cakram.

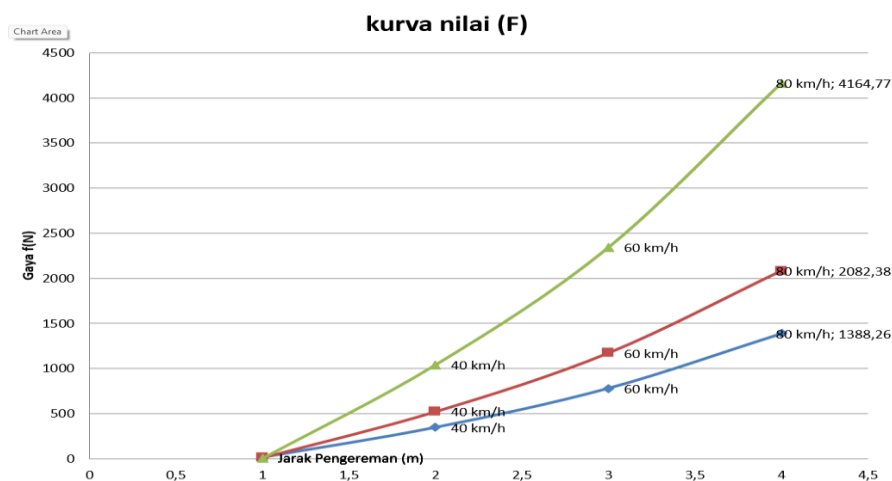


Gambar 5 Hubungan Tekanan Oli dan Jarak Pengereman

nilai poli terlihat bahwa kecepatan kendaraan ,maka tekanan minyak rem poli yang dihasilkan juga semakin tinggi.pada kecepatan 40km/h tekanan oli masi rendah ($767 - 2302 \text{ N M}^2$),sedangkan pada kecepatan 60km/h nilainyh meningkat pada (2590 N/M^2),dan pada 80km/h melonjak tajam sampai lebih dari (9210.83 N), hal menunjukan adanya hubungan langsung antara kecepatan kendaraan dengan tekanan minyak rem,dimana semakin tinggi kecepatan maka semakin besar tekanan yang dibutuhkan proses pengereman.

E. Gaya pada Piston Rem Atas (F)

Sistem rem pada sepeda motor Honda Beat 110cc menggabungkan rem depan cakram hidrolik dan rem belakang tromol mekanik untuk memberikan pengereman yang efektif dan aman. Dalam sistem hidrolik, komponen kunci yang menentukan efektivitas pengereman adalah tekanan minyak rem yang dihasilkan oleh tuas rem pada master silinder.



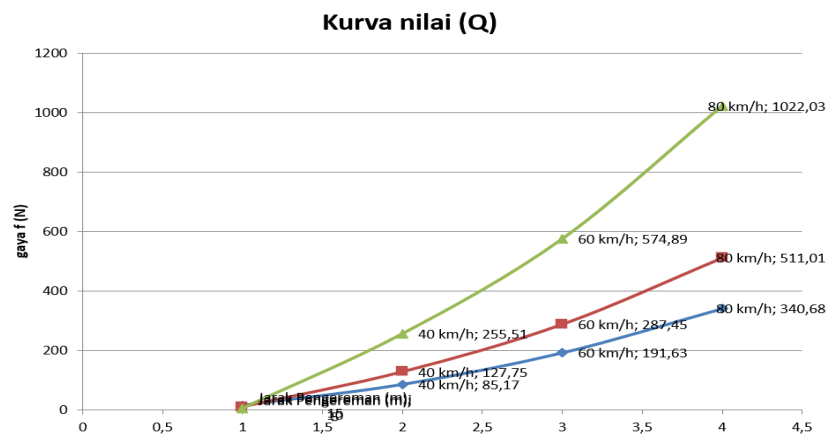
Gambar 6 Gaya Pada Piston Atas dan Gaya Pengereman

Nilai (f) piston rem atas menunjukan bahwa semakin besar jarak pergerakan,gaya (f) juga meningkat. pada kecepatan 60km/h gaya mencapai sekitar (1388,26N), pada 60 km/h sekitar (2082,38N), sedangkan pada 80km/h nilai mencapai (4164,77N).Kurva ini memperlihatkan bahwa gaya(F) meningkat seiring bertambahnyh jarak pengereman dan juga semakin tinggi kecepatan kendaraan, semakin besar gaya yang dihasilkan.

F. Tekanan pada Handle Rem (Q)

Prinsip kerja rem hidrolik menggunakan **Hukum Pascal**, yang menyatakan bahwa tekanan yang diberikan pada fluida tertutup akan diteruskan sama besar ke seluruh

bagian fluida. Saat pengendara menekan tuas rem, piston master silinder menekan minyak rem, dan tekanan ini diteruskan melalui selang rem ke piston caliper

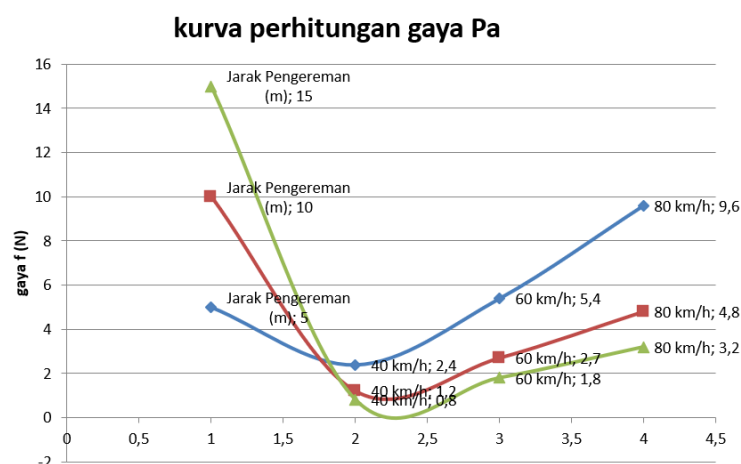


Gambar 7 Gaya Pada Handle Rem terhadap Gaya Pengereman

Perhitungan nilai (Q) menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan kendaraan, maka semakin besar gaya pengereman yang diperlukan. Pada kecepatan 40km/h nilai (85,17 – 255,51N) sedangkan pada kecepatan 60km/h hasil nilainya (574,89N) dan pada kecepatan 80km/h nilai meningkat tinggi hingga (1022,03N), hal ini menegaskan bahwa peningkatan kecepatan berbanding lurus dengan peningkatan gaya pengereman.

G. Tekanan Permukaan Kanvas Rem (Pa)

Piston kemudian menekan pad rem ke cakram, menciptakan gaya gesek yang memperlambat atau menghentikan roda depan. Besarnya gaya gesek ini dipengaruhi oleh gaya tekan piston dan koefisien gesek pad-cakram.



Gambar 8 Besarnya Tekanan Pada Kampas Rem

menunjukkan bahwa pada jarak pengereman yang lebih pendek gaya tekanan (Pa) lebih kecil sedangkan pada jarak pengereman yang lebih panjang nilai gaya

meningkat. Nilai tertinggi tercatat pada kecepatan 80km/h yaitu (9,60N) dengan jarak pengereman 15m ,yaitu sebesar 15 kpa sedangkan nilai terendah tercatat pada kecepatan 40km/h dengan jarak 5m yaitu sekitar 1,8 kpa. Untuk mengimbangi peningkatan energi ini, diperlukan gaya gesek lebih besar pada pad-cakram, yang hanya bisa dicapai dengan meningkatkan tekanan minyak rem sehingga piston mendorong pad lebih kuat ke cakram. Dengan kata lain, tekanan minyak rem harus meningkat seiring dengan bertambahnya kecepatan kendaraan. Faktor lain yang memengaruhi tekanan efektif dalam sistem hidrolik termasuk kondisi fluida rem, seal piston, dan luas penampang piston caliper. Fluida harus bebas dari udara dan kotoran agar tekanan dapat diteruskan secara maksimal.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang peneliti bahas mengenai Analisis Kinerja Rem Cakram Pada Kendaraan Bermotor Honda Beat 110cc maka peneliti dapat disimpulkan bahwa:

1. Gaya pengereman semakin besar apabila kecepatan kendaraan semakin tinggi, bobot kendaraan tertinggi/terberat dan jarak pengereman yang pendek memerlukan gaya pada handle rem ($2299,56\text{N}$ seharusnya $< 397\text{N}$) dan tekanan pada bahan brake pad ($216,06\text{kPa}$ $< 700\text{kPa}$)
2. Kecepatan terendah dengan jarak pengereman terjauh hanya membutuhkan gaya pengereman pada handle rem ($31,94\text{N}$ $< 50\text{N}$) sangat aman untuk dioperasikan, pengereman ini diperuntukan sebagai pengurangan kecepatan.
3. Dari dua kesimpulan diatas maka dapat dinyatakan kinerja rem pada sepeda motor honda beat 110cc sangat aman untuk digunakan.
4. Rem cakram terbukti memiliki kinerja termal lebih baik dibandingkan jenis lainnya,serta kestabilannya terhadap perubahan koefien gesek.

B. SARAN

- a) Gunakan sensor tekanan atau alat ukur digital untuk mencatat tekanan minyak rem secara real-time pada berbagai kondisi kecepatan.
- b) Teliti perbedaan gaya antara piston atas dan piston bawah pada caliper untuk memahami keseragaman gaya tekan pad.
- c) Dapat menggunakan simulasi FEA (Finite Element Analysis) atau alat pengukur gaya langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Adji Nur Permana, & Ahmad Hanif Firdaus. (2024). Perbandingan Penggunaan Caliper Racing dan Kecepatan Terhadap Jarak Pengereman Roda Depan Sepeda Motor Matic 110cc. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika*, 3(3), 213–222. <https://doi.org/10.55606/jtmei.v3i3.4211>
- Alfarizy, H. R., Santosa, A., Suci, F. C., Studi, P., Mesin, T., Teknik, F., Karawang, S., Ronggowaluyo, J. H. S., Timur, T., & Karawang, K. (2022). Analisis Rem Cakram Depan Motor Yamaha Jupiter MX 135 CC. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 2022(14), 143–154. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6982226>.
- Alwi, M. (2022). Tinjauan Gaya Pengereman Pada Kendaraan Roda Empat Informasi Artikel Abstrak. *Journal of Natural Science and Technology Adptersi*. <http://jurnal.adptersi.or.id/index.php/JNSTA/submissions>
- Bahri Pratama, A., & Fernandez, D. (2016). Pengaruh Penggunaan Kampas Rem Beralur Terhadap Jarak Pengereman Dan Temperatur Rem Tromol Pada Sepeda Motor Honda Fit S Influence Using Groove Brake Pad About Stopping Distance And Brake Drum Temperature At Fit S Motorcycle Vanos Journal Of Mechanical En. *Donny Fernandez 189 / VANOS Journal Of Mechanical Engineering Education*, 1(2), 189–200. <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/vanos>
- Banuaji, M. R. (2021). Perencanaan Ulang Rem Cakram Roda Depan Pada Motor Honda Scoopy ESP FI 110cc Tahun 2017. *Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.33021/jmem.v6i1.1466>
- Firdaus, R. H., Marno, & Santosa, A. A. (2022). Perancangan Rem Tromol Spacy 100cc 2011. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(2), 78–83. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6009725>
- Haerudin, K., Kardiman, & Aripin. (2022). “Perhitungan Rem Cakram Roda Depan Motor Revo Absolute 110cc Tahun 2010.” *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, Desember*, 2022(24), 118–124. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7476767>
- Hafizh, N. N., Yunus, M., & Wisnaningsih. (2022). Pengaruh Gaya Rem Cakram (Disc Brake), Ketebalan, Cakram, Minyak Rem pada Sepeda Motor Honda Beat Pop 2015, 110 CC. *Jurnal Tekayasa Teknologi Dan Sains*, 6(2), 83–87.
- Hardjana, H., Muliasari, A., & Ma’arif, G. Z. (2023). Potensi Kecelakaan Pada Area Jalan Dengan Geometrik Alinyemen Vertikal Yang Disebabkan Oleh Berat Muatan Kendaraan Berlebih. *Jurnal Baruna Horizon*, 6(1), 49–57. <https://doi.org/10.52310/jbhorizon.v6i1.97>