

Studi Eksperimen Dampak Thermal Pengereman Pada Sistem Rem Cakram

Andam Satria¹, Wanda Afnison², Waskito³, Delima Yanti Sari⁴

¹²³⁴Program Studi Teknik Mesin, Universitas Negeri Padang
email: andamsatria01@gmail.com , wandaafnison@ft.unp.ac.id
waskitosyofia@yahoo.com , delimayanti@ft.unp.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan suhu terhadap piringan cakram dengan tipe *solid*, *ventilated*, dan *wave* untuk sepeda motor matic. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan menentukan batasan waktu putar selama 5 menit dan tekanan pada tuas rem sebesar 40 psi. Bagaimana suhu pada piringan cakram meningkat seketika saat diberi tekanan dari kampas secara terus menerus. Peningkatan suhu yang terlalu tinggi ini lah yang bisa mengakibatkan kurangnya performa pengereman, ketika piringan cakram menjadi terlalu panas menyebabkan daya cengkram antara piringan cakram dengan kampas rem tidak bekerja dengan baik dan penurunan sistem kinerja rem. Peningkatan suhu yang berlebihan pada piringan cakram dapat menyebabkan penurunan daya cengkram antara piringan cakram dan kampas rem, yang berpotensi menyebabkan pengereman yang kurang efektif dan berbahaya, terutama pada situasi darurat atau pengereman mendadak. Oleh karena itu, pemilihan piringan cakram yang tepat sangat penting untuk menjaga kestabilan performa pengereman dan mengurangi risiko terjadinya kegagalan sistem rem.

Kata Kunci : *Dampak Thermal Pengereman Panas, Sistem Pengereman Rem Cakram*

Abstract

This study aims to determine the temperature increase of discs with solid, ventilated, and wave types for automatic motorcycles. The research method used is an experiment by determining the limitation of rotating time for 5 minutes and pressure on the brake lever of 40 psi. How the temperature on the disc increases instantly when pressurized from the lining continuously. This too high temperature increase can lead to a lack of braking performance, when the disk becomes too hot, it causes the grip between the disk and the brake lining to not work properly and decreases the brake performance system. Excessive temperature increases in the disc can cause a decrease in the grip between the disc and the brake lining, potentially leading to less effective and dangerous braking, especially in emergency situations or sudden braking.

Therefore, proper disc selection is essential to maintain stable braking performance and reduce the risk of brake system failure.

Keyword: *Thermal Impact Of Hot Braking, Disc Brake Braking System*

PENDAHULUAN

Pada tahap launching motor matic yang ada di Indonesia sesungguhnya ditujukan untuk segmentasi wanita. Akan tetapi dengan berkembangnya zaman dan kebutuhan masyarakat saat ini, terutama masyarakat kota maka pengguna sepeda motor matic tidak hanya wanita saja melainkan pria juga menggunakan sepeda motor matic. Pada tahun 2012, total penjualan motor matic secara nasional sudah mencapai 59,33 persen dengan jumlah penjualan mencapai 4.236.948 unit. (Tanickadan, Dewanto, 2013).

Dari segi mobilitas, kendaraan bermotor merupakan salah satu dari sedikit perangkat teknologi yang dimiliki dan digunakan banyak orang, sehingga semakin berguna dalam kehidupan sehari-hari untuk tugas seperti pemeliharaan dan perancangan sistem berbagai komponen penyusun kendaraan bermotor. Salah satu komponen yang sangat penting pada kendaraan bermotor tersebut ialah rem. Rem sangat berpengaruh terhadap keselamatan dan keamanan pengendara, semakin cepat kendaraan melaju maka semakin optimal juga sistem kerja dari komponen rem tersebut. (Anam & Triswanto, 2017)

Salah satu komponen penting dalam sepeda motor adalah komponen pengereman. Sistem rem berfungsi untuk mengurangi kecepatan kendaraan dan menghentikan kendaraan tersebut. Hal ini dilakukan dengan memanfaatkan gesekan pada bagian roda yang berputar sehingga kecepatan putaran roda tersebut akan berkurang atau menjadi nol. Perkembangan sistem rem sepeda motor adalah adanya teknologi sistem rem cakram. Rem cakram merupakan pengembangan sistem rem tromol yang ada sebelumnya, dan banyak perbedaan antara jenis tersebut. Rem cakram sangat memudahkan bagi penggunaanya dikarenakan konstruksi lebih sederhana dan lebih mudah perawatanya. Rem cakram pada dasarnya terdiri dari 3 komponen utama yaitu Piringan (Cakram), Kampas Rem dan, Caliper. Cakram adalah sebuah piringan logam yang cukup tipis dan digunakan untuk proses pengereman kendaraan. Hal ini dilakukan dengan memberikan gaya gesek pada bagian cakram tersebut. Gesekan yang terjadi pada cakram tergantung pada luas bidang kontak bahan karet yang digunakan sebagai penekan pada cakram. Cakram diberi lubang-lubang untuk mengurangi berat cakram dan mempercepat pendinginan cakram tersebut. Hal ini dilakukan karena pada proses pengereman dengan gesekan akan menimbulkan panas. (Wahyudi, Mufarida, & Kosjoko, 2018).

Piringan Cakram *Solid* adalah jenis piringan cakram yang paling sederhana. Ciri utamanya adalah permukaan piringan yang rata tanpa adanya lubang atau ventilasi. Piringan Cakram *Solid* banyak digunakan pada motor *matic*, skuter, dan motor entry level yang memerlukan piringan cakram dengan harga terjangkau namun tetap andal. Performanya sudah cukup baik untuk kebutuhan sepeda motor jenis ini.

Piringan cakram wave memberikan performa pengereman dan pendinginan yang lebih baik dibandingkan jenis piringan cakram konvensional. Namun adopsinya pada kendaraan masal masih terbatas karena biaya produksi yang lebih tinggi. Piringan cakram wave lebih banyak diaplikasikan pada sepeda motor balap dan kendaraan performa tinggi.

Sistem rem dapat dikatakan baik jika saat dilakukannya pengereman baik dalam kondisi apapun pengemudi tetap dapat mengendalikan arah dari laju kendaraannya. Rem melakukan kontrol terhadap kecepatan kendaraan untuk menghindari kecelakaan dan merupakan alat pengaman yang berguna untuk menghentikan kendaraan secara berkala. Rem kendaraan roda dua secara umum dibedakan atas rem cakram dan rem tromol. Rem cakram sering kali digunakan pada saat ini karena dianggap lebih efektif. Rem cakram memiliki beberapa komponen utama yaitu piringan cakram, master rem, piston, selang rem, kaliper rem, dan kampas rem. Rem cakram bekerja dengan menjepit piringan cakram yang biasanya dipasangkan pada roda kendaraan, untuk menjepit piringan cakram digunakan kaliper yang digerakkan oleh piston untuk mendorong sepatu rem (*brake pads*) ke piringan cakram. Oleh karena itu, perancangan dan perhitungan pada sistem rem cakram sangat penting supaya memenuhi kriteria yang dibutuhkan serta dapat mengetahui faktor keamanan yang terdapat pada sistem rem tersebut, namun tidak mengabaikan segi ekonomisnya.

Pengertian Rem Rem merupakan salah satu komponen mesin mekanik yang sangat vital keberadaannya. Adanya rem memberikan gaya gesek pada suatu massa yang bergerak sehingga berkurang kecepatannya atau berhenti. Pemakaian rem banyak ditemui pada sistem mekanik yang kecepatan gerakannya berubah-ubah seperti pada roda kendaraan bermotor, poros berputar, dan sebagainya. Berarti dapat disimpulkan bahwa fungsi utama rem adalah untuk menghentikan putaran poros, mengatur putaran poros, dan juga mencegah putaran yang tidak dikehendaki. Efek pengereman secara mekanis diperoleh dengan gesekan, dan secara listrik dengan serbuk magnet, arus pusar, fasa yang dibalik atau penukaran kutup, dan lain-lain.

Prinsip Kerja Rem Kendaraan tidak dapat berhenti dengan segera apabila mesin dibebaskan dengan pemindah daya, kendaraan cenderung tetap bergerak. Mesin mengubah energi panas menjadi energi kinetik (energi gerak) untuk menggerakkan kendaraan. Sebaliknya, rem mengubah energi kinetik kembali menjadi energi panas untuk menghentikan kendaraan. Umumnya, rem bekerja disebabkan oleh adanya sistem gabungan penekanan melawan sistem gerak putar. Efek pengereman diperoleh dari adanya gesekan yang ditimbulkan antara dua objek. (Mulyana, H., & setiawan, I. R, 2023)

Pada sistem pengereman kendaraan, rem cakram merupakan teknologi yang paling umum digunakan untuk mengendalikan laju kendaraan dengan efektif. Piringan cakram, yang terbuat dari logam, berfungsi sebagai permukaan tempat kampas rem melakukan gesekan untuk menghentikan kendaraan. Proses gesekan antara kampas rem dan piringan cakram menghasilkan panas, yang jika berlebihan dapat memengaruhi kinerja rem. Ketika suhu piringan cakram terlalu tinggi, daya cengkram antara kampas rem dan piringan cakram akan berkurang, yang menyebabkan

pengereman menjadi kurang efisien dan stabil. Kondisi ini dikenal sebagai "*fading* rem," di mana performa pengereman menurun dan berisiko membahayakan keselamatan pengendara, terutama dalam kondisi pengereman yang berkepanjangan atau saat berkendara di medan yang berat. Oleh karena itu, pengelolaan suhu dalam sistem pengereman sangat penting untuk menjaga kestabilan performa rem dan memastikan keselamatan dalam berkendara.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen untuk mengukur temperatur panas yang dihasilkan oleh piringan cakram sepeda motor matic dengan desain yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tipe piringan cakram terhadap temperatur yang dihasilkan saat pengereman. Variabel utama yang diukur meliputi durasi putaran piringan cakram, tekanan pengereman, dan suhu yang dihasilkan. Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Manufaktur, Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang pada periode September 2024 hingga Januari 2025. Objek penelitian adalah piringan cakram tipe solid, ventilated, dan wave.

Alat yang digunakan meliputi brake test rig sebagai alat uji rem, stopwatch untuk mengukur durasi pengereman, thermocouple untuk mengukur temperatur, serta pressure gauge untuk mengatur tekanan pengereman. Bahan utama yang digunakan adalah piringan cakram dalam tiga tipe, minyak rem, dan kampas rem. Prosedur penelitian dimulai dengan persiapan alat dan bahan, kemudian dilanjutkan dengan pengujian menggunakan brake test rig. Piringan cakram akan diputar selama 5 menit, lalu dilakukan pengereman dengan tekanan 40 psi. Pengereman dilakukan dalam tiga skenario berbeda: (1) 20 detik pengereman, 15 detik pelepasan; (2) 20 detik pengereman, 20 detik pelepasan; dan (3) 15 detik pengereman, 20 detik pelepasan. Setelah pengujian, suhu piringan cakram diukur menggunakan thermocouple. Data yang diperoleh dianalisis untuk menentukan hubungan antara desain piringan cakram dan temperatur yang dihasilkan selama pengereman. Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi performa pengereman berdasarkan panas yang dihasilkan oleh masing-masing tipe piringan cakram.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengujian eksperimen untuk mencari seberapa panas piringan cakram yang diputar dengan *brake test rig* dan durasi pemutaran selama 5 menit maka didapat hasil seperti:

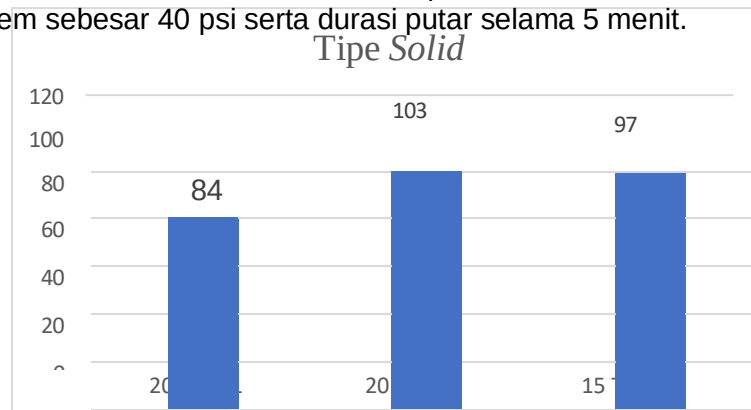
Table 1 . Hasil Pengukuran Panas

NO	Tipe Cakram	20 T 15 L	20 T 20 L	15 T 20 L	<i>Prassur e Gauge</i>	Suhu Awal
1	<i>Solid</i>	84 °C	103 °C	97 °C	40 psi	33 °C
2	<i>Ventilad</i>	82 °C	99 °C	84 °C	40 psi	32 °C
3	<i>wave</i>	79 °C	85 °C	80 °C	40 psi	33 °C

Dari tabel yang tertera, bisa dilihat bagaimana suhu pada piringan cakram meningkat seketika saat diberi tekanan dari kampas secara terus menerus. Peningkatan suhu yang terlalu tinggi ini lah yang bisa mengakibatkan kurangnya performa pengereman, ketika piringan cakram menjadi terlalu panas menyebabkan daya cengkram antara piringan cakram dengan kampas rem tidak bekerja dengan baik dan penurunan sistem kinerja rem.

a. Piringan cakram tipe *solid*

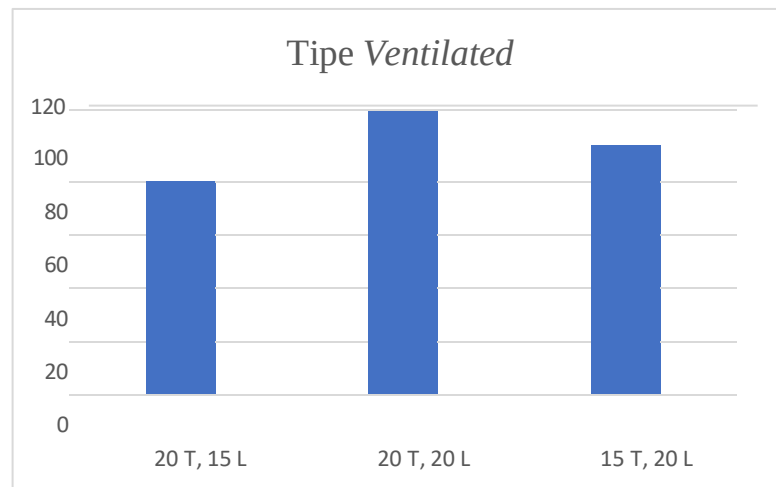
Pada saat pengujian piringan cakram tipe *solid* terjadi perubahan suhu yang signifikan dengan suhu awal piringan cakram 33°C dan suhu tertinggi yang diperoleh setelah piringan di uji sebesar 103°C dengan durasi penekanan selama 20 detik tekan 20 detik lepas dan kuat tekanan tuas rem sebesar 40 psi serta durasi putar selama 5 menit.



Gambar 19 Grafik Tipe Solid

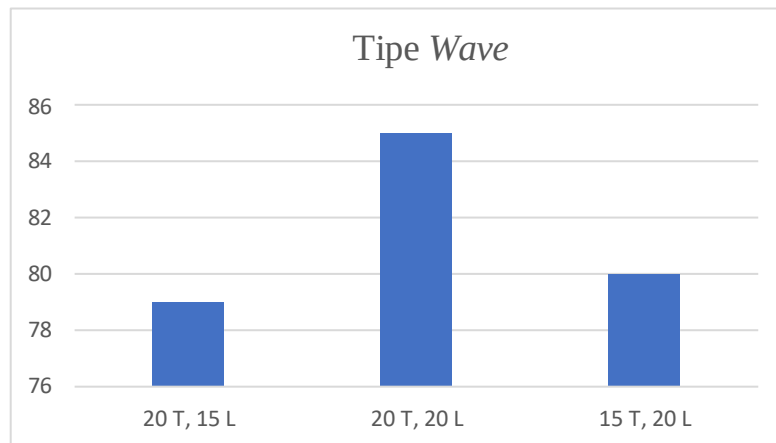
b. Piringan cakram tipe *ventilated*

Pada saat pengujian piringan cakram tipe *ventilated* terjadi perubahan suhu yang cukup jauh dengan suhu awal piringan cakram 32°C dan suhu tertinggi yang diperoleh setelah piringan di uji sebesar 99°C dengan durasi penekanan selama 20 detik tekan 20 detik lepas dan kuat tekanan tuas rem sebesar 40 psi serta durasi putar selama 5 menit



c. Piringan cakram tipe *wave*

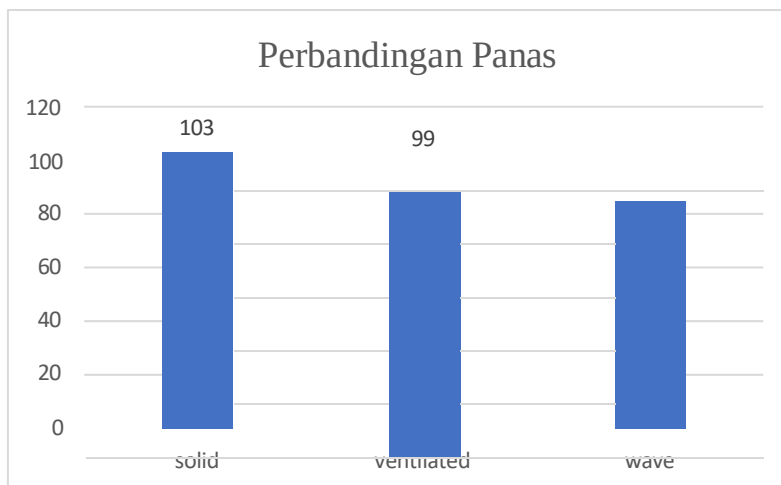
Pada saat pengujian piringan cakram tipe *wave* terjadi perubahan suhu yang tidak terlalu jauh dengan suhu awal piringan cakram 33°C dan suhu tertinggi yang diperoleh setelah piringan di uji sebesar 85°C dengan durasi penekanan selama 20 detik tekan 20 detik lepas dan kuat tekanan tuas rem sebesar 40 psi serta durasi putar selama 5 menit.



Gambar 21 Grafik Tipe Wave

Dari hasil pengujian piringan cakram yang dilakukan pada piringan cakram tipe *solid*, tipe *ventilated*, dan tipe *wave* dapat

dilihat panas yang tertinggi diperoleh dengan pengujian tekanan sebesar 20 detik tekan 20 detik waktu lepas dengan durasi pemutaran piringan sama selama 5 menit dan tekanan tuas rem juga sama sebesar 40 psi.



Gambar 22 Grafik Perbandingan

Pembahasan

Dapat dilihat dari grafik panas yang di tampilkan pada tiga tipe rem tersebut tipe rem *solid* lebih panas dari pada tipe *ventiled* dan *wave* dengan selisih angka yang cukup jauh sebesar 4°C dengan tipe *ventilated* dan 18°C dengan tipe *wave*. hal ini menunjukkan bahwa rem *solid* cenderung kurang efesien dalam suhu pendinginan dibandingkan dengan cakram tipe *ventiled* dan tipe *wave* yang dirancang dengan permukaan yang berlubang agar mengurangi panas dan lebih efektif sehingga memberikan pengereman yang lebih stabil serta lebih aman untuk digunakan terutama untuk pengendara motor matik yang berada di daerah pegunungan dan premotor yang sedang dalam perjalanan jauh.

Hasil dari eksperimen juga dapat dilihat dengan durasi waktu pengeram yang membuat suhu rem mencapai titik tepanas dengan durasi waktu sesuai pengujian yang dilakukan. Ketika suhu rem terus meningkat akibat pengereman yang berlangsung dalam waktu yang lama kondisi ini dapat menyebabkan rem menjadi lebih panas dan bisa berdampak buruk pada pengereman tersebut dan kepada pengendara itu sendiri. Suhu panas yang telalu tinggi bisa mengurangi kemampuan rem untuk mencengkram dengan efektif sehingga pengereman tidak berfungsi dengan baik.

Desain pada piringan cakram memiliki pengaruh besar terhadap suhu yang dihasilkan saat proses pengereman. Piringan cakram dengan desain yang

memiliki lubang atau bergelombang, seperti tipe *wave*, dapat membantu mengurangi panas yang dihasilkan dibandingkan dengan desain *solid* yang cenderung lebih padat. Hal ini dikarenakan desain yang berlubang atau bergelombang memungkinkan sirkulasi udara yang lebih baik sehingga panas yang terkumpul dapat disebarkan dan peningkatan panas juga akan lebih lama. Sebaliknya, piringan cakram dengan desain *solid* cenderung menahan panas lebih lama, yang bisa mengarah pada peningkatan suhu yang berisiko mengurangi kinerja pengereman. Desain piringan cakram yang tepat dapat mempengaruhi sistem pengereman dan daya tahan komponen kendaraan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian suhu pada berbagai tipe piringan cakram *solid*, *ventilated*, dan *wave* dengan durasi penekanan rem 20 detik tekan, 20 detik lepas, serta durasi putaran selama 5 menit pada tekanan pengereman sebesar 40 psi. Berdasarkan hasil pengujian suhu pada tiga tipe piringan cakram *solid*, *ventilated*, dan *wave* dapat disimpulkan bahwa piringan cakram tipe *solid* mengalami peningkatan suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan tipe *ventilated* dan *wave*, dengan selisih yang cukup signifikan, yakni 4°C lebih tinggi dibandingkan tipe *ventilated* dan 18°C lebih tinggi dibandingkan tipe *wave*. Hal ini menunjukkan bahwa piringan cakram tipe *solid* kurang efisien dalam proses pendinginan suhu, yang dapat memengaruhi kinerja pengereman secara keseluruhan. Sedangkan piringan cakram tipe *ventilated* dan *wave*, yang dirancang dengan permukaan berlubang untuk memaksimalkan sirkulasi udara dan mempercepat proses pendinginan, terbukti lebih efektif dalam menjaga suhu tetap rendah dan mengurangi panas yang terakumulasi selama penggunaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhitya, M., Siregar, R., A Sumarsono, D., Heryana, G., Prosetyo, S., & Zainuri, F. (2020). Analisis eksperimen pada alat uji untuk mendeteksi suhu pada permukaan rotor rem cakram menggunakan termokopel gosok. *Jurnal Teknologi Perusahaan Eropa Timur*, 2 (5), 104.
- Admin (HLM). (2021, 12 Maret). Rem blong & kewaspadaan kita. Badan Kebijakan Transportasi Kementerian Perhubungan.
- Afif Arya, N. D., & Syahbuddin. (2020). Pembuatan cakram rem sepeda motor menggunakan material baja karbon tipe S45C. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, 6(2), November 2020.
- Afnison, W., Wagino, N., Hidayat, N., Muslim, M., & Masykur, M. (2021). Analysis thermal pada solid dan ventilated disk brake pada mobil hemat energi Pagaruyuang. *Mekanova*, 7(1)
- Alaina, H., & Saputra, I. Y. (2024, Mei 2). Viral! Rem blong, motor nyangkut di antena parabola rumah warga Bandungan. Diakses dari berita yang tertera

<https://jateng.solopos.com/viral-rem-blong-motor-nyangkut-di-antena-parabola-rumah-warga-bandungan-1913800>

- Anam, K., & Triswanto, J. (2017). Modifikasi Rem Tromol Pada YAMAHA Jupiter Z Menjadi Rem Cakram Dengan Aplikasi Teknologi CBS (Combi Brake System). *Surya Teknika*.
- Fakhrullah, R., Annisa, F., Aida, N., Fitriyawany, & Nasir, M. (2024). Variasi biobriket cangkang pala terhadap karakteristik termal. Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh.
- Panji, R. (n.d.). Kekurangan rem sepeda motor, cakram atau tromol? Tips dan trik. Retrieved from [URL <https://www.carmudi.co.id/journal/kekurangan-rem-sepeda-motor-cakram-atau-tromol/>]
- Septriana, H. W., Haryadi, G. D., & Ariyanto, M. (2017). Pembuatan dan Pengujian Alat Pengukur Temperatur pada Rem Tromol Kendaraan Roda Dua dengan Remote Measuring System. *JURNAL TEKNIK MESIN*, 5(1), 66-72.
- Wahyudi, H. T., Mufarida, N. A., & Kosjoko, K. (2018). Pengaruh Variasi Lubang Piringan Cakram Terhadap Pelepasan Panas Pada Motor Matic 110 Cc. *J-Proteksion: Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Me*