

## MENGUKUR KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA SEPEDA MOTOR MATIC MENGUNAKAN CHASSIS DYNAMOMETER UNTUK Mendukung PENERAPAN PERILAKU *ECO-DRIVING*

<sup>1</sup>Kemas Muhammad Abdul Fatah, <sup>2</sup>Mohammad Syarifudin, <sup>3</sup>Anam Saputra

<sup>1</sup>Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai, Jln. Imam Bonjol No.486 Langkapura Bandar Lampung

<sup>2</sup>Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai, Jln. Imam Bonjol No.486 Langkapura Bandar Lampung

<sup>3</sup>Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai, Jln. Imam Bonjol No.486 Langkapura Bandar Lampung

Email Korespondensi: [kmsmafattah@gmail.com](mailto:kmsmafattah@gmail.com)

### ABSTRAK

Pemanasan global merupakan penyebab perubahan iklim yang merupakan ancaman terhadap kerusakan lingkungan di masa depan, dan salah satu cara untuk mencegah pemanasan global adalah dengan mengurangi konsumsi bahan bakar fosil pada kendaraan. Kemajuan teknologi dan penggunaan bahan bakar alternatif dapat menjadi solusi untuk mengurangi konsumsi bahan bakar fosil, namun hal ini hanya merupakan solusi parsial. Untuk itu diperlukan perubahan perilaku pengemudi saat mengoperasikan kendaraan bermotor yang disebut *eco-driving*. Salah satu perilaku dalam *eco-driving* adalah perilaku yang berkaitan dengan perawatan kendaraan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan panduan sederhana bagi pemilik sepeda motor matic mengenai filter udara dan perawatan *continuous variable transmission* (ctv). Penelitian ini menggunakan *chassis dynamometer* untuk mengetahui pengaruh tingkat kekotoran filter udara dan tingkat keausan *roller weight* terhadap konsumsi bahan bakar. Temuan menunjukkan bahwa semakin kotor filter udara dan semakin banyak keausan *roller weight*, maka semakin besar pula konsumsi bahan bakarnya. Terkait *eco-drive*, temuan ini dapat disosialisasikan kepada masyarakat luas karena dapat menjadi panduan sederhana bagi pemilik sepeda motor matic sehingga upaya penurunan konsumsi bahan bakar fosil dapat tercapai.

**Kata kunci:** *Automatic motorcycles, Dynamometer, Eco-driving, Fossil fuels*

### 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi dunia meningkat pesat dari tahun ke tahun sejak revolusi industri, dan dalam beberapa tahun terakhir telah mencapai 400 exajoule per tahun. Sebagian besar energi yang dihasilkan masih berbasis bahan bakar fosil, dan 30% energi tersebut diserap oleh kendaraan transportasi (Holmberg & Erdemir, 2019). Bahan bakar fosil merupakan energi tak terbarukan dan pemanfaatannya mencapai 80% sebagai sumber energi utama pada tahun 2017 (Halkos & Gkampoura, 2020). Namun, walaupun sumber energi ini terus menyebabkan penurunan dan peningkatan gas rumah kaca yang berdampak pada pemanasan global (Al-Ghussain, 2019), kendaraan bermotor masih bergantung pada bahan bakar fosil (Ajanovic & Haas, 2019). Peningkatan konsumsi bahan bakar fosil terus terjadi seiring dengan peningkatan populasi kendaraan bermotor dari tahun ke tahun. Di Indonesia, populasi kendaraan pada tahun 2020 sebanyak 136,13 juta kiloliter, meningkat 2,35% dibandingkan tahun sebelumnya, dan konsumsi bahan bakar fosil sebesar 63,96 juta kiloliter, terdiri dari solar dan minyak tanah 14,39 juta kiloliter, premium 8,44 juta kiloliter, dan bahan bakar fosil nonsubsidi 41,13 juta kiloliter (Syarifudin et al., 2023)

Seperti disebutkan di atas, peningkatan populasi kendaraan bermotor tidak hanya diiringi dengan peningkatan konsumsi bahan bakar, juga berdampak pada pemanasan global dimana gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari kendaraan bermotor merupakan salah satu jenis gas rumah kaca (Liu et al., 2019) dan konsentrasi gas ini di atmosfer akan menjadi penyebab pemanasan global (Letcher, 2018). Pemanasan global merupakan penyebab terjadinya perubahan iklim (Zandalinas et al., 2021) dan

perubahan iklim merupakan ancaman global terhadap ketahanan pangan dan gizi dunia. Ketika emisi gas rumah kaca di atmosfer meningkat, suhu juga meningkat akibat efek rumah kaca (Malhi et al., 2021).

Untuk mencegah terjadinya pemanasan global maka perlu dilakukan pengurangan jumlah gas CO<sub>2</sub> yang masuk ke atmosfer (Letcher, 2018), hal ini berarti konsumsi bahan bakar fosil harus dibatasi, jangan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan kendaraan bermotor. Mengurangi konsumsi bahan bakar fosil pada kendaraan bermotor, dapat dilakukan dengan mengembangkan teknologi dan bahan bakar alternatif, beberapa di antaranya adalah mengembangkan kendaraan otonom yang dapat mengurangi konsumsi bahan bakar fosil (Othman, 2022), pengembangan kendaraan hybrid (Barta et al., 2016), (Skrucany et al., 2017), menggantikan kendaraan bermotor mesin pembakaran internal sebagai penggerak utama dengan baterai (Zhang et al., 2022), (Kalghatgi, 2018), pengembangan *biofuel* sebagai sumber bahan bakar alternatif (Ambaye et al., 2021), pengembangan bahan bakar campuran (Yakin & Behçet, 2021), (Verma et al., 2021), (Yusuf & Inambao, 2021), (Iodice & Senatore, 2014), pengembangan *biogas* (Dahlgren, 2022), penggunaan material baru sehingga kendaraan menjadi lebih ringan (Mallick, 2010), (Li et al., 2022), (Giampieri et al., 2020).

Namun pengurangan konsumsi bahan bakar dengan pendekatan teknologi dan penggunaan bahan bakar alternatif seperti yang dijelaskan di atas merupakan solusi parsial, diperlukan strategi lain yang disebut *eco-driving* (Ayyildiz et al., 2017), dengan biaya yang relatif rendah (Huang et al., 2018). *Eco-driving* adalah cara mengemudi yang dirancang untuk mengurangi konsumsi bahan bakar, berdasarkan sekelompok perilaku, beberapa di antaranya adalah gaya mengemudi, cara kendaraan dikemudikan, seberapa sering digunakan, muatan dan perawatan kendaraan (Jeffreys et al., 2018). Mengurangi bahan bakar konsumsi dapat mencapai 20% melalui perilaku *eco-driving* (Andrieu & Pierre, 2012).

Beberapa peneliti melakukan penelitian terkait *eco-driving*. Penelitian yang dilakukan oleh (Mehrafrooz et al., 2018), menemukan bahwa hasil pelatihan yang diberikan kepada pengemudi terkait pengetahuan dan keterampilan dalam konteks yang mencakup faktor utama *eco-driving* dan perilakunya dapat mengurangi konsumsi bahan bakar sebesar 2-15%. Peneliti lain dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa hasil pelatihan perilaku *eco-driving* pada 853 pengemudi mampu mengurangi konsumsi bahan bakar sebesar 4,6% (Alao et al., 2020). Namun hasilnya berbeda menurut (Kalghatgi, 2018), dimana pelatihan *eco-driving* tidak memberikan dampak apapun, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mendukung penerapan perilaku *eco-driving* dengan memberikan panduan sederhana, bukan memberikan pelatihan. Pemberian manual sederhana memberikan kontribusi sebesar 12,5% dalam mengurangi konsumsi bahan bakar, lebih tinggi dibandingkan pelatihan sebesar 11,3% (Senecal & Leach, 2019). Manual sederhana yang dimaksud dalam penelitian ini adalah pedoman yang berkaitan dengan pemeliharaan preventif. Karena perilaku yang terkait dengan pemeliharaan preventif dapat mengurangi konsumsi bahan bakar tanpa memerlukan investasi besar atau teknologi canggih (Sureeyatanapas et al., 2018), maka hanya diperlukan kedisiplinan dalam pemeliharaan preventif. Hasil dari penelitian ini berupa panduan pemeliharaan yang selanjutnya akan disosialisasikan kepada masyarakat luas sehingga upaya penurunan konsumsi bahan bakar fosil dapat tercapai.

## 2. METODE

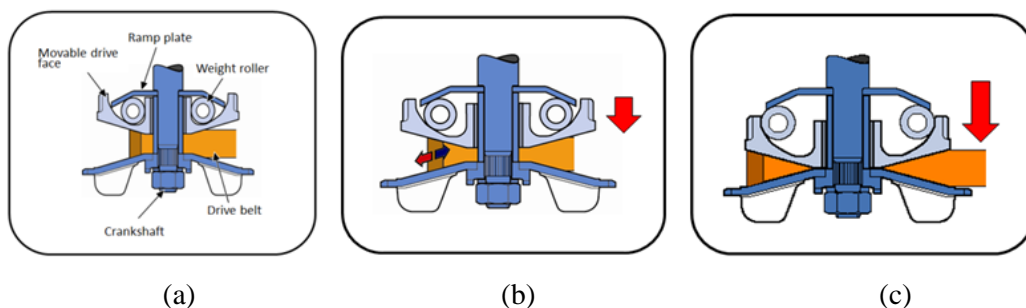
Tahap pertama penelitian ini adalah memilih jenis kendaraan yang menjadi fokus penelitian. Ada beberapa jenis kendaraan yang digunakan sebagai alat transportasi; kendaraan bermotor roda dua (2W) atau sepeda motor, kendaraan bermotor roda tiga (3W), kendaraan bermotor roda empat (4W), dan kendaraan berat (HGV). Penelitian ini memilih jenis kendaraan sepeda motor matic karena berbagai alasan. Alasan pertama adalah jenis kendaraan sepeda motor yang mempunyai proporsi populasi paling tinggi di antara jenis kendaraan lainnya. Populasi sepeda motor di Indonesia

mencapai 83% dari total populasi kendaraan (Fevriera et al., 2021) atau populasi terbesar ketiga di dunia (Amron, 2018), dan dimiliki oleh 85% rumah tangga (Fevriera et al., 2021). Alasan kedua adalah jenis sepeda motor matic merupakan jenis sepeda motor yang paling dominan di Indonesia (Amron, 2018). Alasan ketiga adalah belum banyak peneliti yang fokus pada sepeda motor dalam kaitannya dengan *eco-driving*. Selama ini beberapa peneliti lebih fokus pada kendaraan roda empat atau kendaraan berat (Ayyildiz et al., 2017), (Sureeyatanapas et al., 2018), (Yuche Chen et al., 2019).

Tahap kedua adalah mendefinisikan pemeliharaan preventif. Item perawatan terkait *eco-driving* dibagi menjadi 2 (dua) kelompok. Kelompok pertama terdiri dari *velg* dan ban. Kelompok kedua adalah mesin. Pada kelompok mesin, perawatan preventif yang dimaksud adalah yang berkaitan dengan filter udara dan sistem transmisi. Pemeliharaan meliputi pembersihan, pengecekan dan penggantian. Filter udara yang kotor membuat konsumsi bahan bakar boros, meningkat hingga 10% (Ayyildiz et al., 2017). Sistem transmisi yang sesuai dengan mesin mampu mengurangi konsumsi bahan bakar (Yuting Chen et al., 2022).

Filter udara merupakan komponen yang sangat penting pada kendaraan bermotor dimana filter udara berfungsi untuk menyaring debu atau kotoran sebelum masuk ke ruang bakar. Penetapan jangka waktu penggantian filter oleh pabrikan, misalnya setiap 16.000 km, kurang tepat, dengan rasionalisasi setiap lingkungan memiliki kondisi udara yang berbeda-beda. Lingkungan dengan kondisi polusi udara yang tinggi tentunya akan membuat filter lebih cepat kotor yang pada akhirnya akan meningkatkan konsumsi bahan bakar (Syarifudin et al., 2023).

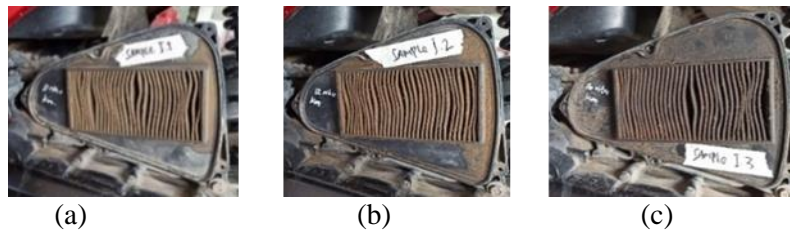
Pada sepeda motor matic, sistem transmisinya berupa *continuous variable transmission* (cvt) dimana sistem transmisi bekerja secara otomatis tanpa berpindah gigi, terdiri dari katrol penggerak dan katrol penggerak. Pada bagian puli penggerak, komponen yang paling mempengaruhi konsumsi bahan bakar adalah roller weight. Gambar 1 menunjukkan cara kerja *roller weight*. Pada saat mesin berjalan pada kecepatan rendah, gaya sentrifugal yang terjadi akibat putaran poros engkol belum mampu menggerakkan beban roller sehingga muka penggerak yang bergerak terdorong. Ketika kecepatan putaran meningkat, gaya sentrifugal mulai menggerakkan beban roller dan secara bersamaan mendorong permukaan penggerak yang dapat digerakkan. Pada kecepatan putaran maksimum, berat roller idealnya harus bergerak ke posisi terjauh dari area pergerakannya dan sekaligus menggerakkan permukaan penggerak yang dapat digerakkan, juga ke posisi terjauh (Battaglia et al., 2022). Mekanisme pergerakan muka penggerak yang dapat digerakkan yang terdorong oleh beban roller menyebabkan beban roller lama kelamaan akan aus akibat terjadinya abrasi, seperti terlihat pada Gambar 2, akibatnya terjadi peningkatan koefisien gesek pada bidang kontak antara permukaan penggerak, berat roller dan permukaan penggerak yang dapat digerakkan, dan pada akhirnya dapat meningkatkan konsumsi bahan bakar. Metode berisi langkah penelitian yang dilakukan sesuai permasalahan yang disampaikan. Bagian ini dapat dibagi dalam beberapa sub pokok pembahasan sesuai dengan kebutuhan tulisan. Tidak ada batasan yang baku mengenai jumlah pemerincian sub pokok bahasannya.



**Gambar 1.** Posisi roller weight; (a) belum bergerak pada kecepatan putaran rendah, (b) mulai bergerak pada kecepatan putaraan mulai meningkat, (c) berhenti pada posisi terjauh



**Gambar 2.** Komponen bagian *driver pulley*; (a) *roller weight* dan *movable drive face*, (b) *roller weight* dengan variasi tingkat keausan



**Gambar 3.** Sampel filter udara; (a) Pemakaian 8.000 km, (b) Pemakaian 12.000 km, (c) Pemakaian 16.000 km

Tahap ketiga adalah menentukan cara pengujian. Penelitian ini menggunakan *chasis dynamometer* (AXIS Dyno VX-12) untuk menguji konsumsi bahan bakar. Banyak peneliti melakukan pengujian dengan menggunakan *chasis dynamometer*. *Chasis dynamometer* digunakan untuk mengetahui pengaruh bentuk intake manifold terhadap kinerja mesin sepeda motor (Santoso & Prayitno, 2022). *Chasis dynamometer* digunakan untuk mengukur konsumsi bahan bakar dan emisi gas pada sepeda motor dengan campuran LPG dan bensin (Duy et al., 2021), bahan bakar etanol (Duy et al., 2019). *Chasis dynamometer* untuk mengukur emisi gas pada sepeda motor dengan campuran etanol dan bensin (Iodice & Senatore, 2014). *Chasis dynamometer* digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi emisi kendaraan Euro VI (L. Chen et al., 2018).

Tahap keempat adalah mengumpulkan sampel filter udara kendaraan dengan tingkat kotor berbeda dan berat roller dengan tingkat keausan berbeda. Pada penelitian ini sampel filter udara yang dikumpulkan berasal dari filter baru dan filter udara pada pemakaian 8.000 km, pemakaian 12.000 km, dan pemakaian 16.000 km. Penetapan sampel filter udara dengan kriteria pada pemakaian 16.000 km adalah karena beberapa pabrikan sepeda motor matic menetapkan pada pemakaian 16.000 km dilakukan penggantian filter udara (Abdul & Pratama, 2022), sementara sampel pada pemakaian 8.000 km dan pada pemakaian 12.000 km ditetapkan sebagai pembandingan. Sampel *roller weight* yang dikumpulkan berasal dari *roller weight* baru, *roller weight* pada pemakaian 20.000 km, dan pemakaian 24.000 km. Penetapan sampel *roller weight* dengan kriteria pada pemakaian 20.000 km dan 24.000 km adalah karena pada rentang waktu tersebut perlu dilakukan penggantian komponen CVT (Robiul Awal Udin & Feri Prawaita, 2022). Semua berat roller ditimbang untuk menentukan beratnya. Hasilnya ditunjukkan pada Tabel 1.

**Table 1.** Sampel roller weight

No	Variasi roller weight	Berat (gram)
1	Baru	15.5
2	Pemakaian 20.000 km	15.0
3	Pemakaian 24.000 km	14.5

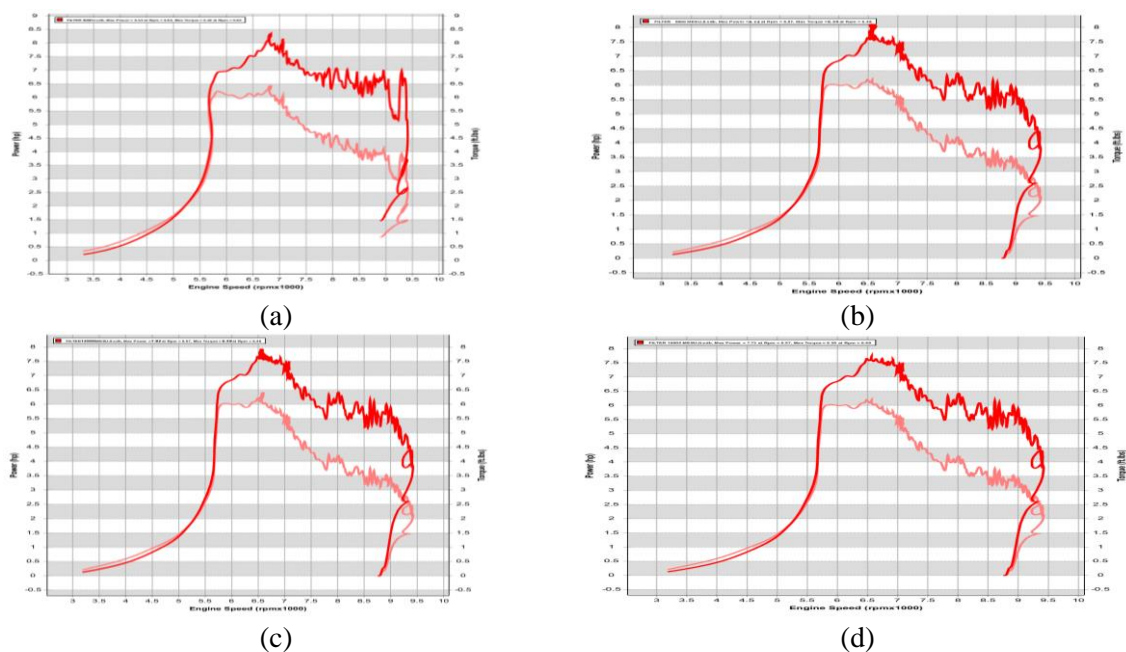
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Pengaruh Filter Udara

Gambar 4 menunjukkan hasil pengujian yang dilakukan pada sepeda motor dengan menggunakan filter udara yang berbeda. Hasil pengujian dengan menggunakan filter udara baru

menunjukkan bahwa tenaga maksimal yang dicapai sebesar 8,34 hp pada putaran 6.840 rpm, menggunakan filter udara 8.000 km mencapai tenaga maksimal sebesar 8.14 hp pada putaran 6.570 rpm, menggunakan filter udara 12.000 km mencapai tenaga maksimal sebesar 7,92 hp pada putaran 6570 rpm, dan dengan menggunakan filter udara sejauh 16.000 km mencapai tenaga maksimal sebesar 7,73 hp pada putaran 6570 rpm.

Sedangkan torsi maksimal dicapai pada 6,62 ft. lbs. pada 6.820 rpm untuk filter udara baru, 6,39 ft. lbs. pada 6.490 rpm untuk filter udara 8.000 km, 6,39 ft. lbs. pada 6.490 rpm untuk filter udara 12.000 km, dan 6,20 ft. lbs. pada putaran 6.490 rpm untuk filter udara 16.000 km. Dari hasil pengujian sebagaimana diuraikan di atas, secara empiris dapat diartikan bahwa kondisi tingkat kotor filter udara yang berbeda-beda akan mempengaruhi daya maksimal dan torsi maksimal. Semakin kotor filter udara maka semakin rendah nilai daya maksimal dan torsi maksimal yang dicapai, hal ini menandakan bahwa filter yang kotor akan berdampak pada aliran udara yang masuk ke ruang bakar. Semakin kotor filter udara maka semakin sedikit volume udara yang masuk ke ruang bakar, dan hal ini akan berdampak pada penurunan tenaga yang dihasilkan. Temuan penelitian ini memperkuat penelitian sebelumnya bahwa debu yang terkonsentrasi pada filter udara menyebabkan penurunan tekanan udara di ruang bakar, dan hal ini berdampak pada kinerja mesin (Long et al., 2018)[42].



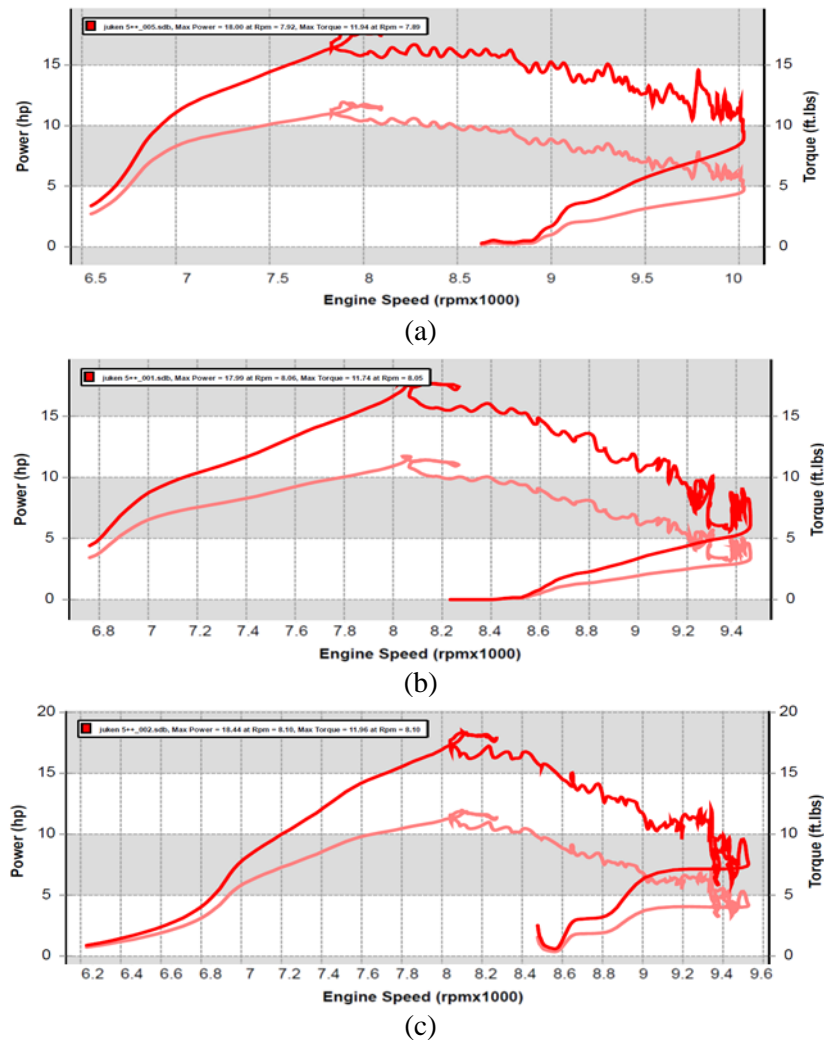
**Gambar 4.** Hasil pengujian dengan variasi filter udara; (a) filter udara baru, (b) filter udara 8,000 km, (c) filter udara 12,000 km, (c) filter udara 16,000 km

### Pengaruh *Roller Weight*

Gambar 5 menunjukkan hasil pengujian yang dilakukan pada sepeda motor dengan menggunakan *roller weight* yang berbeda. Hasil pengujian dengan menggunakan *roller weight* baru menunjukkan bahwa daya maksimal yang dicapai adalah 18 hp pada putaran 7.920 rpm, dengan menggunakan *roller weight* 20.000 km menghasilkan daya maksimal sebesar 17.99 hp pada putaran 8.060 rpm, dengan menggunakan *roller weight* 24.000 km mencapai daya maksimal 17.99 hp pada putaran 8.060 rpm, dengan menggunakan *roller weight* 24.000 km mencapai tenaga maksimal 18,44 hp pada putaran 8.100 rpm. Sedangkan torsi maksimal yang dicapai adalah 11,98 ft. lbs. pada 7.890 rpm untuk *roller weight* baru, 11,74 ft. lbs. pada 8.050 rpm untuk *roller weight* 20.000 km, dan 11,96 ft. lbs. pada 8.100 rpm untuk *berat roller* 24.000 km.

Dari hasil pengujian sebagaimana diuraikan di atas, secara empiris dapat disimpulkan bahwa kondisi tingkat keausan yang berbeda akan mempengaruhi nilai daya maksimal dan torsi maksimal yang dicapai. Semakin tinggi keausan *roller weight* maka semakin tinggi putaran yang diperlukan

untuk mencapai tenaga maksimal dan torsi maksimal, dan ini berarti semakin banyak pula konsumsi bahan bakar yang diperlukan untuk setiap peningkatan putaran. Untuk setiap keausan yang terjadi pada *roller weight* mengakibatkan bertambahnya kebutuhan gaya sentrifugal untuk menggerakannya, dimana pada setiap keausan akan meningkatkan koefisien gesekan pada bidang kontak. Oleh karena itu, *roller weight* berpengaruh pada kinerja kendaraan (Battaglia et al., 2022) [37].



**Gambar 5.** Hasil uji dengan menggunakan roller weight dengan variasi jarak pemakaian; (a) roller weight baru, (b) roller weight 20,000 km, (c) roller weight 24,000 km

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini mengukur konsumsi bahan bakar pada sepeda motor matic dengan menggunakan dinamometer sasis, dimana pengujian dilakukan dengan variasi filter udara dan berat roller. Dari hasil pengujian yang dilakukan, diketahui bahwa semakin kotor filter udara dan semakin ausnya roller weight, maka dampaknya terhadap konsumsi bahan bakar akan semakin besar. Terkait eco-drive, temuan ini dapat disosialisasikan kepada masyarakat luas karena dapat menjadi panduan sederhana bagi pemilik sepeda motor matic sehingga upaya pengurangan konsumsi bahan bakar fosil dapat tercapai. Dengan petunjuk sederhana tersebut, pemilik sepeda motor dapat memahami pengaruh filter udara dan *roller weight* terhadap konsumsi bahan bakar agar sepeda motor tetap terawat.

## REFERENSI

- Abdul, K. M., & Pratama, A. (2022). Analisis Kinerja Mesin dan Konsumsi Bahan Bakar Sepeda Motor dengan Variasi Kondisi Filter Udara. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 25–29. <https://doi.org/10.24967/psn.v2i1.1451>
- Ajanovic, A., & Haas, R. (2019). Economic and Environmental Prospects for Battery Electric- and Fuel Cell Vehicles: A Review. *Fuel Cells*, 19(5), 515–529. <https://doi.org/10.1002/face.201800171>
- Al-Ghussain, L. (2019). Global warming: review on driving forces and mitigation. *Environmental Progress and Sustainable Energy*, 38(1), 13–21. <https://doi.org/10.1002/ep.13041>
- Alao, M. A., Ayodele, T. R., Ogunjuyigbe, A. S. O., & Popoola, O. M. (2020). Multi-criteria decision based waste to energy technology selection using entropy-weighted TOPSIS technique: The case study of Lagos, Nigeria. *Energy*, 201, 117675. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117675>
- Ambaye, T. G., Vaccari, M., Bonilla-Petriciolet, A., Prasad, S., van Hullebusch, E. D., & Rtimi, S. (2021). Emerging technologies for biofuel production: A critical review on recent progress, challenges and perspectives. *Journal of Environmental Management*, 290. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112627>
- Amron, A. (2018). Buying Decision in the Consumers of Automatic Motorcycle in Yogyakarta, Indonesia. *Journal of Marketing Management*, 6(1), 2333–6099. <https://doi.org/10.15640/jmm.v6n1a8>
- Andrieu, C., & Pierre, G. Saint. (2012). Comparing Effects of Eco-driving Training and Simple Advices on Driving Behavior. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 54(0), 211–220. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.740>
- Ayyildiz, K., Cavallaro, F., Nocera, S., & Willenbrock, R. (2017). Reducing fuel consumption and carbon emissions through eco-drive training. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 46, 96–110. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2017.01.006>
- Barta, D., Mruzek, M., Kendra, M., Kordos, P., & Krzywonos, L. (2016). Using of Non-Conventional Fuels in Hybrid Vehicle Drives. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 10(32), 240–247. <https://doi.org/10.12913/22998624/65108>
- Battaglia, V. La, Giorgetti, A., Marini, S., Arcidiacono, G., & Citti, P. (2022). Kinematic analysis of v-belt cvt for efficient system development in motorcycle applications. *Machines*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/machines10010016>
- Chen, L., Wang, Z., Liu, S., & Qu, L. (2018). Using a chassis dynamometer to determine the influencing factors for the emissions of Euro VI vehicles. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 65, 564–573. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.09.022>
- Chen, Yuche, Gonder, J., Young, S., & Wood, E. (2019). Quantifying autonomous vehicles national fuel consumption impacts: A data-rich approach. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 122(xxxx), 134–145. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.10.012>
- Chen, Yuting, Cheng, Z., & Qian, Y. (2022). Fuel Consumption Comparison between Hydraulic Mechanical Continuously Variable Transmission and Stepped Automatic Transmission Based on the Economic Control Strategy. *Machines*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/machines10080699>
- Dahlgren, S. (2022). Biogas-based fuels as renewable energy in the transport sector: an overview of the potential of using CBG, LBG and other vehicle fuels produced from biogas. *Biofuels*, 13(5), 587–599. <https://doi.org/10.1080/17597269.2020.1821571>
- Duy, V. N., Duc, K. N., Cong, D. N., Xa, H. N., & Le Anh, T. (2019). Experimental study on improving performance and emission characteristics of used motorcycle fueled with ethanol by exhaust gas heating transfer system. *Energy for Sustainable Development*, 51, 56–62. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2019.05.006>
- Duy, V. N., Duc, K. N., & Van, N. C. (2021). Real-time driving cycle measurements of fuel consumption and pollutant emissions of a bi-fuel LPG-gasoline motorcycle. *Energy Conversion and Management: X*, 12, 100135. <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2021.100135>
- Fevriera, S., de Groot, H. L. F., & Mulder, P. (2021). Does Urban Form Affect Motorcycle Use?

- Evidence From Yogyakarta, Indonesia. In *Bulletin of Indonesian Economic Studies* (Vol. 57, Issue 2). Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1080/00074918.2020.1747595>
- Giampieri, A., Ling-Chin, J., Ma, Z., Smallbone, A., & Roskilly, A. P. (2020). A review of the current automotive manufacturing practice from an energy perspective. *Applied Energy*, 261(December 2019). <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114074>
- Halkos, G. E., & Gkampoura, E. C. (2020). Reviewing usage, potentials, and limitations of renewable energy sources. *Energies*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/en13112906>
- Holmberg, K., & Erdemir, A. (2019). The impact of tribology on energy use and CO2 emission globally and in combustion engine and electric cars. *Tribology International*, 135(January), 389–396. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2019.03.024>
- Huang, X., Sun, J., & Sun, J. (2018). A car-following model considering asymmetric driving behavior based on long short-term memory neural networks. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 95(February), 346–362. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2018.07.022>
- Iodice, P., & Senatore, A. (2014). Cold start emissions of a motorcycle using ethanol-gasoline blended fuels. *Energy Procedia*, 45, 809–818. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.01.086>
- Jeffreys, I., Graves, G., & Roth, M. (2018). Evaluation of eco-driving training for vehicle fuel use and emission reduction: A case study in Australia. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 60, 85–91. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2015.12.017>
- Kalghatgi, G. (2018). Is it really the end of internal combustion engines and petroleum in transport? *Applied Energy*, 225(May), 965–974. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.05.076>
- Letcher, T. M. (2018). Why do we have global warming? In *Managing Global Warming: An Interface of Technology and Human Issues*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814104-5.00001-6>
- Li, A., Qiao, Y., Fu, S., & Gu, Y. (2022). An analysis of new materials and their effects on improving fuel efficiency. *Journal of Physics: Conference Series*, 2194(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2194/1/012001>
- Liu, D., Guo, X., & Xiao, B. (2019). What causes growth of global greenhouse gas emissions? Evidence from 40 countries. *Science of the Total Environment*, 661, 750–766. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.197>
- Long, J., Tang, M., Sun, Z., Liang, Y., & Hu, J. (2018). Dust loading performance of a novel submicro-fiber composite filter medium for engine. *Materials*, 11(10), 1–17. <https://doi.org/10.3390/ma11102038>
- Malhi, G. S., Kaur, M., & Kaushik, P. (2021). Impact of climate change on agriculture and its mitigation strategies: A review. *Sustainability (Switzerland)*, 13(3), 1–21. <https://doi.org/10.3390/su13031318>
- Mallick, P. K. (2010). Overview. *Materials, Design and Manufacturing for Lightweight Vehicles*, 1–32. <https://doi.org/10.1533/9781845697822.1>
- Mehrafrooz, B., Mohammadi, M., & Tale Masouleh, M. (2018). A statistical weighted method for kinematic sensitivity analysis of parallel robots: A comprehensive comparison of conventional methods and an improved method. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, 40(9), 1–11. <https://doi.org/10.1007/s40430-018-1367-2>
- Othman, K. (2022). Exploring the implications of autonomous vehicles: a comprehensive review. In *Innovative Infrastructure Solutions* (Vol. 7, Issue 2). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s41062-022-00763-6>
- Robiul Awal Udin, A., & Feri Prawaita. (2022). Pengaruh Variasi Berat Roller Terhadap Unjuk Kerja Motor Injeksi Berbahan Bakar Campuran Minyak Terpentin Getah Pinus Dan Pertalite. *Jurnal Teknik Terapan*, 1(2), 25–29.
- Santoso, S., & Prayitno, R. A. (2022). Analysis of the Effect of Intake Manifold Shape on Motorcycle Engine Performance. *Journal of Science and Applied Engineering*, 5(2), 89. <https://doi.org/10.31328/jsae.v5i2.4038>
- Senecal, P. K., & Leach, F. (2019). Diversity in transportation: Why a mix of propulsion technologies is the way forward for the future fleet. *Results in Engineering*, 4(November), 100060. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2019.100060>



- Skrucany, T., Harantova, V., Kendra, M., & Barta, D. (2017). Reducing Energy Consumption By Passenger Car With Using of Non-Electrical Hybrid Drive Technology. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 11(1), 166–172. <https://doi.org/10.12913/22998624/66505>
- Sureeyatanapas, P., Poophiukhok, P., & Pathumnakul, S. (2018). Green initiatives for logistics service providers: An investigation of antecedent factors and the contributions to corporate goals. *Journal of Cleaner Production*, 191, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.206>
- Syarifudin, M., Abdul, K. M., & Dalimunthe, R. (2023). Analisis Konsumsi BBM dengan Variasi Lingkungan Operasi Kendaraan Bermotor. *Infotekmesin*, 14(01), 23–27. <https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v14i1.1611>
- Verma, A., Dugala, N. S., & Singh, S. (2021). Experimental investigations on the performance of SI engine with Ethanol-Premium gasoline blends. *Materials Today: Proceedings*, 48(xxxx), 1224–1231. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.08.255>
- Yakın, A., & Behçet, R. (2021). Effect of different types of fuels tested in a gasoline engine on engine performance and emissions. *International Journal of Hydrogen Energy*, 46(66), 33325–33338. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.07.133>
- Yusuf, A. A., & Inambao, F. L. (2021). Progress in alcohol-gasoline blends and their effects on the performance and emissions in SI engines under different operating conditions. *International Journal of Ambient Energy*, 42(4), 465–481. <https://doi.org/10.1080/01430750.2018.1531261>
- Zandalinas, S. I., Fritschi, F. B., & Mittler, R. (2021). Global Warming, Climate Change, and Environmental Pollution: Recipe for a Multifactorial Stress Combination Disaster. *Trends in Plant Science*, 26(6), 588–599. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2021.02.011>
- Zhang, X., Li, Z., Luo, L., Fan, Y., & Du, Z. (2022). A review on thermal management of lithium-ion batteries for electric vehicles. *Energy*, 238, 121652. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121652>