

ANALISIS EFISIENSI DAN KESELAMATAN SAAT BERKENDARA DENGAN SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN MATERIAL BAN *HARD COMPOUND* DAN *SOFT COMPOUND*

Fakhruddin¹⁾, Arif Afrianto²⁾, Ahmad Nur Aziz³⁾

¹⁾²⁾³⁾Progran Studi Pendidikan Vokasional Teknologi Otomotif,
Fakultas Pendidikan Teknik,
IKIP PGRI KALTIM
E-mail: fahhrudin@ikipgrikaltim.co.id

Abstract. *Motorcycle tire material plays a crucial role in determining riding efficiency and safety. This study aims to compare soft-compound and hard-compound tires in terms of usage efficiency and safety aspects. The methodology involved performance testing under various road and weather conditions, measuring parameters such as grip, vehicle stability, wear rate, and fuel consumption. The results indicate that soft-compound tires significantly enhance riding safety, particularly regarding grip on both dry and wet roads, as well as during cornering maneuvers and emergency braking. However, soft-compound tires exhibit a higher wear rate than hard-compound tires, resulting in a shorter lifespan and potentially higher long-term operating costs. The choice between soft-compound and hard-compound tires should take into account the rider's priorities specifically, whether they value optimal safety or long-term efficiency. This study is intended to serve as a reference for riders in selecting tires that best suit their needs and riding characteristics*

Keywords: *soft compound tires; hard compound tires; riding safety; efficiency*

Abstrak. Material ban pada sepeda motor memiliki peranan penting dalam menentukan tingkat efisiensi dan keselamatan berkendara. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan antara ban *soft compound* dan *hard compound* dari segi efisiensi penggunaan serta aspek keselamatan saat berkendara. Metode yang digunakan melibatkan uji performa pada berbagai kondisi jalan dan cuaca, dengan pengukuran parameter seperti daya cengkram, stabilitas kendaraan, tingkat keausan, dan konsumsi bahan bakar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ban *soft compound* secara signifikan meningkatkan keselamatan berkendara, terutama dalam hal daya cengkram di jalan kering maupun basah, serta dalam manuver menikung dan pengereman mendadak. Ban *soft compound* memiliki tingkat keausan yang lebih tinggi dibandingkan ban *hard compound*, sehingga berpengaruh pada masa pakai yang lebih pendek dan berpotensi meningkatkan biaya operasional jangka panjang. Penggunaan antara ban *soft compound* dan *hard compound* harus mempertimbangkan prioritas pengendara yakni keselamatan optimal atau efisiensi jangka panjang. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengendara dalam memilih ban yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik berkendara mereka.

Kata kunci: *ban soft compound; ban hard compound; keselamatan berkendara; efisiensi*

1. LATAR BELAKANG

Indonesia memiliki wilayah yang sangat luas sehingga sepeda motor merupakan moda transportasi dominan dan memiliki tingkat fleksibilitas yang relatif tinggi dalam membantu kegiatan sehari-hari. Tingginya jumlah sepeda motor juga berbanding lurus dengan risiko kecelakaan lalu lintas, salah satu komponen penting yang mempengaruhi

keselamatan dan efisiensi berkendara adalah material ban. Karakteristik ban, terutama jenis *compound*-nya, memainkan peran vital dalam kinerja traksi, stabilitas, dan konsumsi bahan bakar. Ban *soft compound* dikenal memiliki daya cengkeram tinggi sehingga lebih aman dalam kondisi ekstrem, namun cepat aus dan kurang efisien dalam konsumsi bahan bakar. Sebaliknya ban *hard compound* menawarkan keawetan dan efisiensi lebih baik, namun dengan performa traksi yang lebih rendah.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan performa ban *soft* dan *hard compound* dari aspek keselamatan dan efisiensi berkendara. Pendekatan yang digunakan adalah uji performa di berbagai kondisi jalan dan cuaca, dengan mengukur parameter daya cengkeram, keausan, stabilitas, dan konsumsi bahan bakar. Pendekatan ini diharapkan dapat diperoleh gambaran menyeluruh mengenai keunggulan dan keterbatasan masing-masing jenis material ban dalam penggunaan sehari-hari.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi berbasis data bagi pengendara dalam memilih ban sesuai kebutuhan mereka, apakah lebih menekankan pada keselamatan optimal atau efisiensi jangka panjang. Kajian literatur sebelumnya menunjukkan adanya pengaruh signifikan jenis *compound* terhadap performa ban, namun masih diperlukan penelitian kontekstual yang relevan dengan kondisi jalan di Indonesia. Penelitian ini mencoba mengisi celah tersebut melalui analisis empiris yang komprehensif.

2. KAJIAN TEORITIS

2.1 Ban Sepeda Motor

Ban merupakan komponen vital dalam sistem kendaraan bermotor, berfungsi sebagai media utama kontak kendaraan dengan permukaan jalan. Menurut Smith et al. (2015) dalam *Motorcycle Dynamics and Tire Performance*, karakteristik ban sangat menentukan aspek traksi, kestabilan, kenyamanan, serta efisiensi energi kendaraan.

2.2 Tingkat Kekerasan Karet Ban

Ban sepeda motor umumnya diklasifikasikan berdasarkan kekerasan kompon menjadi tiga jenis: *soft*, *medium*, dan *hard compound*. *Soft compound* memiliki karakteristik material karet yang lebih lunak, yang memberikan daya

cengkeram (grip) lebih tinggi, terutama pada kondisi jalan kering. Studi oleh Yamamoto et al. (2017) dalam *Effect of Tire Compound Properties on Motorcycle Cornering Behavior* menunjukkan bahwa ban dengan soft compound meningkatkan kemampuan menikung dan mempercepat respons kendaraan terhadap perubahan arah.

2.3 Efisiensi Berkendara Menggunakan Ban *Soft Compound*

Efisiensi berkendara meliputi penggunaan energi, respons kendaraan, dan keausan ban. Penelitian oleh Huang dan Lee (2018) dalam *Motorcycle Tire Wear and Fuel Consumption Analysis* menemukan bahwa meskipun ban *soft compound* meningkatkan traksi dan akselerasi, ban jenis ini memiliki tingkat keausan yang lebih tinggi dibandingkan ban *hard compound*. Hal ini berimplikasi pada konsumsi bahan bakar yang cenderung meningkat akibat tingginya *rolling resistance*, namun meningkatkan performa dalam jarak pendek atau penggunaan kompetitif.

2.4 Aspek Keselamatan Berkendara dengan Ban *Soft Compound*

Keselamatan berkendara erat kaitannya dengan daya cengkeram ban terhadap permukaan jalan. Matsui et al. (2019) dalam *Investigation on Motorcycle Tire Grip and Rider Safety* menunjukkan bahwa ban *soft compound* mengurangi risiko slip, terutama saat menikung dengan sudut besar atau saat akselerasi dan pengereman mendadak. Penelitian tersebut menekankan bahwa pada kondisi basah, *soft compound* tetap menawarkan performa lebih baik dibanding ban keras, walaupun degradasi kompon dapat mempengaruhi performa setelah penggunaan jangka panjang.

2.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Ban *Soft Compound*

Beberapa faktor penting yang mempengaruhi kinerja ban *soft compound* meliputi:

1. Suhu Operasional: *Soft compound* bekerja optimal pada suhu tertentu. Park et al. (2020) dalam *Thermal Behavior of Motorcycle Tires* mencatat bahwa *soft compound* lebih sensitif terhadap perubahan suhu dibandingkan ban keras.

2. Tekanan Angin Ban: Tekanan yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat mengubah bentuk kontak ban terhadap aspal, mempengaruhi grip dan keausan.
3. Kondisi Jalan: Jalanan kasar atau berbatu mempercepat degradasi ban *soft compound*, sebagaimana dibahas dalam Santoso dan Gunawan (2021) dalam Analisis Degradasi Ban Sepeda Motor pada Berbagai Kondisi Jalan.

Penggunaan ban *soft compound* menawarkan peningkatan efisiensi handling dan keselamatan dalam konteks kecepatan dan manuver. Terdapat kompromi berupa peningkatan konsumsi bahan bakar dan umur ban yang lebih pendek. Oleh karena itu, analisis efisiensi dan keselamatan penggunaannya perlu mempertimbangkan aspek kebutuhan berkendara, lingkungan penggunaan, serta kebiasaan pengendara.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen semu (*quasi-experimental design*). Penelitian bertujuan untuk mengkaji perbedaan performa pengereman antara penggunaan ban *soft compound* dan *hard compound* pada sepeda motor, melalui pengamatan langsung terhadap variabel terkontrol. Kuasi Eksperimen adalah eksperimen yang memiliki perlakuan (*treatments*), pengukuran pengukuran dampak (*outcome measures*), dan unit-unit eksperimen (*experimental units*) namun tidak menggunakan penempatan secara acak.

Pada penelitian lapangan biasanya menggunakan rancangan eksperimen semu, menurut (Sukmadinata, 2004) eksperimen ini disebut kuasi, karena bukan merupakan eksperimen murni tetapi seperti murni, seolah-olah murni. Eksperimen ini biasa juga disebut eksperimen semu, terutama berkenaan dengan pengontrolan variabel, kemungkinan sukar sekali dapat digunakan eksperimen murni.

3.1 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas : Jenis ban (*soft compound* dan *hard compound*)
2. Variabel terikat : Jarak pengereman (meter)
3. Variabel Kontrol :

- a. Kecepatan kendaraan saat mulai pengereman (20 km/jam dan 40 km/jam)
- b. Kondisi lintasan (kering, datar, tidak berbatu)
- c. Sepeda motor (jenis, kondisi, tekanan ban sama)
- d. Pengendara (pengendara tetap dan teknik pengereman seragam)

3.2 . Alat dan Bahan

1. Sepeda motor uji (Dua sepeda motor Yamaha Aerox 155 tahun 2019, dengan spesifikasi dan standar yang sama)
2. Satu set ban *soft compound*
3. Satu set ban *hard compound*
4. Alat pengukur jarak pengereman (meteran)
5. Dua buah *safety cone* (untuk menentukan lokasi memulai pengereman)
6. Kamera HP atau perekam video (untuk dokumentasi visual)
7. Lintasan pacu cor beton datar dan kering sepanjang 55 meter (dari total 60 meter, 5 meter untuk lintasan pengereman)
8. Helm, pelindung tubuh, dan perlengkapan keselamatan untuk pengendara

3.3 Prosedur Penelitian

1. Persiapan Awal

1. Siapkan dua unit sepeda motor Yamaha Aerox 155 dalam kondisi standar pabrikan dan teknis yang seragam, termasuk tekanan angin ban, sistem pengereman, dan beban pengendara.
2. Pasang ban *soft compound* pada motor pertama dan ban *hard compound* pada motor kedua.
3. Tentukan lintasan pacu sepanjang 55 meter yang memiliki permukaan aspal datar dan kering.
4. Tandai titik mulai akselerasi dan titik pengereman pada lintasan.

2. Prosedur Pengujian

1. Untuk masing-masing motor, jalankan kendaraan hingga mencapai kecepatan 20 km/jam secara konstan.
2. Saat mencapai titik pengereman, lakukan pengereman penuh secara tiba-tiba hingga kendaraan berhenti total.
3. Ukur dan catat jarak pengereman dari titik awal pengereman hingga posisi motor berhenti.
4. Ulangi prosedur sebanyak 3 kali pada kecepatan 20 km/jam untuk tiap motor guna mendapatkan data yang reliabel.
5. Lakukan prosedur yang sama pada kecepatan 40 km/jam, ulangi sebanyak 3 kali untuk tiap motor.
6. Gunakan pengendara yang sama atau pengendara dengan berat badan serupa dan teknik pengereman yang identik untuk menjaga konsistensi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Jarak Pengereman

Pengujian dilakukan di lintasan pacu sepanjang 55 meter dengan kondisi permukaan jalan cor beton dan uji coba dilakukan dengan dua jenis ban (*soft compound* dan *hard compound*) pada dua tingkat kecepatan: 20 km/jam dan 40 km/jam. Hasil pengujian disajikan dalam Tabel 1 berikut ini:

Jenis Ban	Jarak Pengereman (20km/jam)	Jarak Pengereman (40km/jam)
<i>Soft Compound</i>	3,3 Meter	3,9 Meter
	3,1 Meter	4,2 Meter
	3,2 Meter	3,8 Meter
Rata - rata	3,2 Meter	4,0 Meter
<i>Hard Compound</i>	5,4 Meter	6,4 Meter
	5,6 Meter	6,7 Meter
	5,8 Meter	6,5 Meter
Rata - rata	5,6 Meter	6,53 Meter

Tabel. 1 Hasil Pengujian

4.2 Efisiensi Pengereman:

1. Ban *soft compound* secara konsisten menunjukkan jarak pengereman yang lebih pendek pada kedua kecepatan dibandingkan dengan ban *hard compound*.
2. Pada kecepatan 20 km/jam, perbedaan rata-rata jarak pengereman antara *soft* dan *hard compound* adalah 2,4 meter (5,6 - 3,2).
3. Pada kecepatan 40 km/jam, perbedaan rata-rata meningkat menjadi 2,53 meter (6,53 - 4,0).

4.3 Keselamatan Berkendara:

1. Jarak pengereman yang lebih pendek menunjukkan kemampuan cengkeram (*grip*) yang lebih baik, yang penting untuk keselamatan, terutama dalam kondisi pengereman mendadak.
2. Ban *soft compound* memberikan respon pengereman yang lebih optimal, sehingga dapat disimpulkan lebih aman digunakan dalam kondisi jalan yang membutuhkan kontrol lebih presisi.

4.4 Implikasi Praktis:

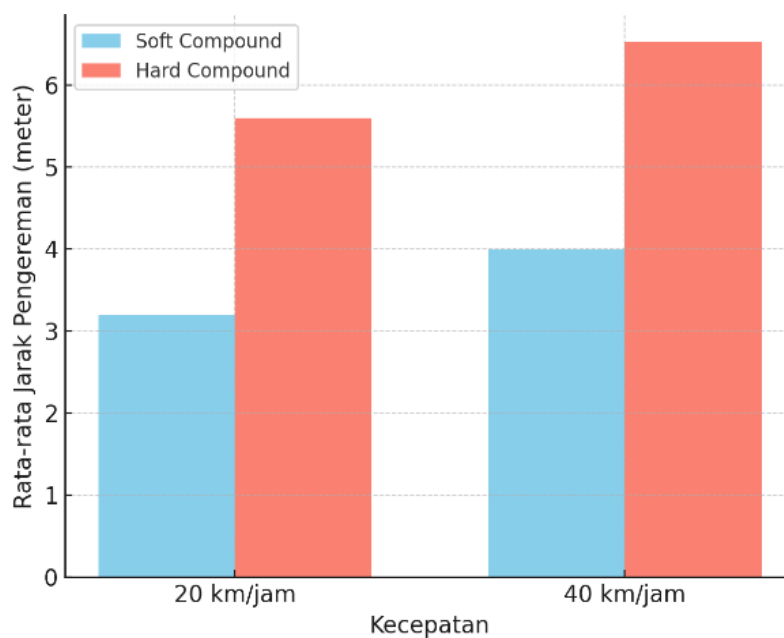
1. Untuk pengguna sepeda motor yang memprioritaskan keselamatan dan performa pengereman, terutama di jalanan perkotaan atau kondisi lalu lintas padat, ban *soft compound* lebih direkomendasikan.
2. Perlu diperhatikan bahwa ban *soft compound* biasanya memiliki umur pakai lebih pendek karena kompon yang lebih lunak.



Gambar 1. Pengujian jarak pengereman dengan Material ban *soft compound*



Gambar 2. Pengujian jarak pengereman dengan Material ban *soft compound*



Gambar 3. Grafik perbandingan jarak pengereman ban *soft compound* dan *hard compound*

Kecepatan	Soft Compound	Hard Compound	Selisih Jarak	Persentase Lebih Pendek
20 km/jam	3,2 m	5,6 m	2,4 m	$(2,4 / 5,6) \times 100\% \approx 42,86\%$
40 km/jam	4,0 m	6,53 m	2,53 m	$(2,53 / 6,53) \times 100\% \approx 38,75\%$

Tabel 2. Persentase Efisiensi Pengereman Ban *Soft Compound* dan *Hard Compound*

Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi pengereman, ban soft compound menunjukkan keunggulan signifikan dalam mengurangi jarak pengereman dibandingkan dengan ban hard compound. Pada kecepatan 20 km/jam, efisiensi pengereman mencapai 42,86%, menunjukkan bahwa penggunaan ban soft compound mampu mengurangi hampir setengah dari jarak pengereman yang dibutuhkan oleh ban hard compound. Pada kecepatan 40 km/jam, efisiensi tersebut sedikit menurun namun tetap tinggi, yakni sebesar 38,75%. Hal ini menandakan bahwa meskipun kecepatan meningkat, kemampuan ban soft compound untuk memberikan traksi optimal dan menurunkan jarak pengereman tetap konsisten.

Data ini memperkuat argumen bahwa pemilihan ban dengan komponen lebih lunak secara langsung berdampak pada peningkatan keselamatan berkendara. Sejalan dengan penelitian sebelumnya seperti yang dijelaskan oleh Matsui et al. (2019), yang menyatakan bahwa penggunaan ban dengan grip tinggi (seperti *soft compound*) secara signifikan menurunkan risiko kecelakaan yang disebabkan oleh kegagalan pengereman.

Ban *soft compound* secara konsisten memberikan jarak pengereman yang lebih pendek dibandingkan *hard compound*, baik pada kecepatan rendah maupun tinggi. Ini menunjukkan bahwa dari segi efisiensi pengereman dan keselamatan berkendara, ban *soft compound* lebih unggul, terutama dalam situasi yang membutuhkan respons pengereman cepat. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada lintasan sejauh 55 meter dengan kecepatan 20 km/jam dan 40 km/jam, diperoleh hasil bahwa ban soft compound menunjukkan performa pengereman yang lebih efisien dibandingkan ban hard compound. Rata-rata jarak pengereman pada kecepatan 20 km/jam untuk ban soft compound adalah 3,2 meter, sedangkan untuk ban *hard compound* mencapai 5,6 meter.

Pada kecepatan yang lebih tinggi, yakni 40 km/jam, ban *soft compound* mencatatkan rata-rata jarak pengereman sebesar 4,0 meter, sementara ban *hard compound* mencapai 6,53 meter. Data ini menunjukkan bahwa ban soft compound memiliki kemampuan cengkeram yang lebih baik terhadap permukaan jalan, menghasilkan jarak pengereman yang lebih pendek dan memberikan kontribusi signifikan terhadap aspek keselamatan berkendara. Perbedaan jarak pengereman yang konsisten di kedua tingkat kecepatan memperkuat argumen bahwa ban soft compound lebih unggul dalam aspek kontrol dan efisiensi pengereman, meskipun perlu mempertimbangkan potensi umur pakai yang lebih pendek dibandingkan dengan ban hard compound.

Perbedaan jarak pengereman hingga lebih dari 2 meter pada kecepatan rendah maupun sedang adalah sangat signifikan. Dalam skenario nyata di jalan raya, perbedaan ini bisa menjadi penentu antara berhenti dengan aman atau menabrak kendaraan di depan. Maka, dari perspektif keselamatan, ban *soft compound* jelas lebih unggul meskipun kompromi terhadap keawetan tetap menjadi pertimbangan tersendiri.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini membuktikan bahwa jenis material *compound* ban berpengaruh signifikan terhadap performa pengereman sepeda motor. Pengujian pada sepeda motor Yamaha Aerox 155 menunjukkan bahwa ban *soft compound* mampu mengurangi jarak pengereman secara signifikan dibandingkan *hard compound*, baik pada kecepatan 20 km/jam maupun 40 km/jam. Efisiensi pengereman ban *soft compound* mencapai 42,86% dan 38,75%, menunjukkan peningkatan keselamatan berkendara yang nyata.

Meskipun ban *soft compound* memiliki umur pakai lebih pendek, keunggulannya dalam memberikan kontrol pengereman yang lebih baik menjadikannya pilihan tepat untuk kondisi lalu lintas padat atau situasi darurat. Ban *hard compound* lebih tahan lama dan ekonomis untuk penggunaan harian. Pemilihan jenis ban sebaiknya disesuaikan dengan kebutuhan: *soft compound* untuk prioritas keselamatan, dan *hard compound* untuk efisiensi jangka panjang. Hasil ini dapat menjadi referensi praktis bagi pengendara dalam menentukan jenis ban yang sesuai dengan karakteristik berkendara dan risiko di jalan.

DAFTAR REFERENSI

- Allen, J. B., & Jones, M. A. (2017). Computing tire component durability via critical plane analysis. *Tire Science and Technology*, 47(1), 31–45. <https://doi.org/10.2346/tire.17.470103>
- Cossalter, V., Lot, R., & Maggio, F. (2004). On optimal motorcycle braking. *Vehicle System Dynamics*, 41(1), 1–17. <https://doi.org/10.1080/00423110412331312934>
- Chen, Y., & Wang, Y. (2022). A study of a cornering braking control system for a motorcycle. *Applied Sciences*, 12(24), 12575. <https://doi.org/10.3390/app122412575>
- Huang, C., & Lee, D. (2018). Motorcycle tire wear and fuel consumption analysis. *SAE Technical Paper 2018-01-0460*. <https://doi.org/10.4271/2018-01-0460>
- Kang, S., & Kim, H. (2014). Characteristics of a tire friction and performances of a braking in a high speed driving. *Journal of Applied Mathematics*, 2014, 260428. <https://doi.org/10.1155/2014/260428>
- Matsui, T., Nakamura, H., & Kondo, M. (2019). Investigation on motorcycle tire grip and rider safety. *Proceedings of the 26th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV)*.
- Park, J., Kim, H., & Lee, J. (2020). Thermal behavior of motorcycle tires: Effects on grip and wear characteristics. *Tire Science and Technology*, 48(4), 235–248. <https://doi.org/10.2346/tire.48.4.235>
- Santoso, D., & Gunawan, R. (2021). Analisis degradasi ban sepeda motor pada berbagai kondisi jalan di Indonesia. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 42(2), 89–96.
- Smith, J., Brown, A., & Lee, S. (2015). Motorcycle dynamics and tire performance. *Journal of Vehicle Dynamics Research*, 12(3), 134–145.
- Yamamoto, H., Suzuki, K., & Takahashi, Y. (2017). Effect of tire compound properties on motorcycle cornering behavior. *International Journal of Automotive Technology*, 18(5), 789–798. <https://doi.org/10.1007/s12239-017-0074-8>