



TECHNOMA Vol. 04, No. 01, 2023

Analisis Simulasi Pengaruh Tekanan Ban terhadap Hambatan Gelinding dan Kebutuhan Daya Kendaraan Penumpang Ringan

Moh Azizi Hakim¹, Erik Heriana², Fahmi Qudratullah³, Sony Sukmara⁴, Sidik Susilo⁵

^{1,2,3,4}Fakultas Teknologi dan Informatika universitas Mathla'ul Anwar Banten

⁵Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Email: *Zeehakim@gmail.com

Abstrak. Tekanan ban merupakan salah satu parameter sederhana pada kendaraan yang berpengaruh terhadap hambatan gelinding, kebutuhan daya, kenyamanan, dan keselamatan berkendara. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi tekanan ban terhadap koefisien hambatan gelinding, gaya hambatan gelinding, kebutuhan daya, dan estimasi energi per kilometer pada kendaraan penumpang ringan. Metode yang digunakan adalah simulasi numerik berbasis model rolling resistance dengan variasi tekanan ban 26, 29, 32, dan 35 psi serta variasi kecepatan 40, 60, dan 80 km/jam. Parameter kendaraan yang digunakan meliputi massa 1300 kg, percepatan gravitasi $9,81 \text{ m/s}^2$, dan koefisien hambatan gelinding referensi 0,012 pada tekanan 29 psi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa peningkatan tekanan ban menurunkan koefisien hambatan gelinding dari 0,01268 pada 26 psi menjadi 0,01092 pada 35 psi. Pada kecepatan 60 km/jam, kebutuhan daya akibat hambatan gelinding menurun dari 2,70 kW menjadi 2,32 kW. Hasil ini menunjukkan bahwa tekanan ban yang sesuai dapat membantu mengurangi beban kerja kendaraan dan meningkatkan efisiensi energi.

Kata kunci: tekanan ban; hambatan gelinding; kebutuhan daya; konsumsi energi; otomotif

1 Pendahuluan

Tekanan ban merupakan salah satu faktor penting dalam sistem kendaraan karena berhubungan langsung dengan kontak antara ban dan permukaan jalan [1]. Tekanan yang terlalu rendah dapat meningkatkan deformasi ban, memperbesar hambatan gelinding, mempercepat keausan, dan meningkatkan konsumsi bahan bakar atau energi. Sebaliknya, tekanan yang terlalu tinggi dapat mengurangi kenyamanan berkendara, memperkecil bidang kontak, dan berpotensi menurunkan kemampuan ban dalam meredam getaran jalan [2].

Pada kendaraan penumpang ringan, hambatan gelinding menjadi salah satu komponen gaya tahanan yang harus diatasi oleh mesin atau motor penggerak [3]. Semakin besar gaya hambatan gelinding, semakin besar pula kebutuhan daya kendaraan untuk mempertahankan kecepatan tertentu [4]. Kondisi ini menjadi penting dalam bidang otomotif karena efisiensi kendaraan tidak hanya ditentukan oleh mesin, tetapi juga oleh kondisi ban, massa kendaraan, kualitas jalan, dan pola pemakaian kendaraan [5].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini menyusun simulasi sederhana untuk mengevaluasi pengaruh variasi tekanan ban terhadap hambatan gelinding dan kebutuhan daya kendaraan [6]. Penelitian ini diarahkan sebagai kajian awal yang dapat digunakan pada pembelajaran teknik mesin, khususnya pada mata kuliah otomotif, dinamika kendaraan, dan perawatan kendaraan [7]. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran kuantitatif mengenai pentingnya menjaga tekanan ban sesuai rekomendasi pabrikan [8].

2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode simulasi numerik. Data yang digunakan berupa parameter kendaraan penumpang ringan dan variasi tekanan ban. Analisis dilakukan dengan menghitung koefisien

hambatan gelinding, gaya hambatan gelinding, kebutuhan daya pada beberapa kecepatan, serta estimasi energi per kilometer. Tahapan penelitian meliputi penentuan parameter kendaraan, penyusunan model matematis, perhitungan numerik, penyajian grafik, dan interpretasi hasil simulasi.

2.1 Parameter Simulasi

Parameter kendaraan ditentukan berdasarkan karakteristik umum kendaraan penumpang ringan. Variasi tekanan ban dipilih untuk menggambarkan kondisi tekanan rendah, tekanan standar, dan tekanan lebih tinggi. Parameter simulasi yang digunakan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Simulasi Kendaraan Penumpang Ringan

No	Parameter	Nilai
1	Massa kendaraan (m)	1300 kg
2	Percepatan gravitasi (g)	9,81 m/s ²
3	Tekanan ban referensi (P0)	29 psi
4	Koefisien rolling reference (Crr0)	0,012
5	Variasi tekanan ban	26, 29, 32, dan 35 psi
6	Variasi kecepatan	40, 60, dan 80 km/jam
7	Jenis kendaraan	Kendaraan penumpang ringan

2.2 Formulasi Matematika

Koefisien hambatan gelinding diasumsikan berubah terhadap tekanan ban. Pada simulasi ini, tekanan ban yang lebih rendah menghasilkan koefisien hambatan gelinding yang lebih besar karena deformasi ban meningkat. Hubungan sederhana antara tekanan ban dan koefisien hambatan gelinding dituliskan sebagai:

$$C_{rr}(P) = C_{rr0} (P0 / P)^{\alpha} \quad (1)$$

Pada persamaan tersebut, $C_{rr}(P)$ adalah koefisien hambatan gelinding pada tekanan P, C_{rr0} adalah koefisien referensi, $P0$ adalah tekanan referensi, dan α adalah faktor sensitivitas tekanan ban.

Gaya hambatan gelinding kendaraan dihitung sebagai:

$$F_{rr} = C_{rr}(P) \cdot m \cdot g \quad (2)$$

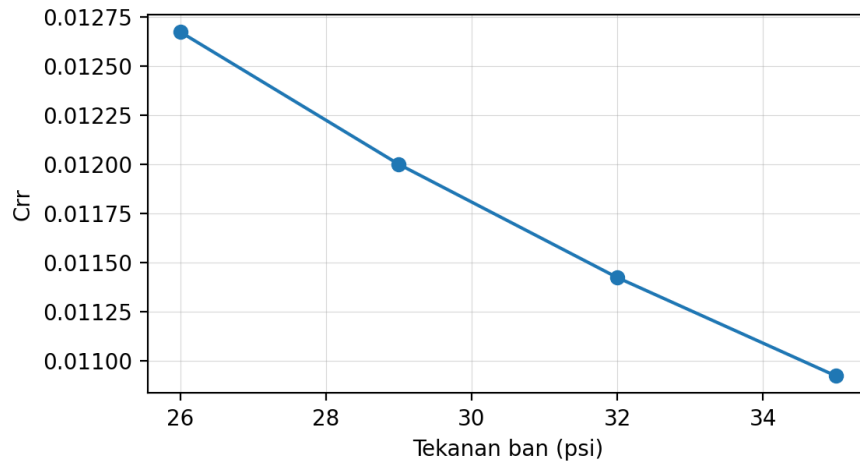
Kebutuhan daya akibat hambatan gelinding pada kecepatan kendaraan v dinyatakan sebagai:

$$P_{rr} = F_{rr} \cdot v \quad (3)$$

Estimasi energi per kilometer akibat hambatan gelinding dihitung menggunakan persamaan:

$$E_{km} = (F_{rr} \cdot 1000) / 3,600,000 \quad (4)$$

Dalam persamaan tersebut, F_{rr} adalah gaya hambatan gelinding, m adalah massa kendaraan, g adalah percepatan gravitasi, v adalah kecepatan kendaraan dalam m/s, P_{rr} adalah kebutuhan daya, dan E_{km} adalah estimasi energi per kilometer dalam kWh/km.



Gambar 1. Hubungan Tekanan Ban terhadap Koefisien Hambatan Gelinding

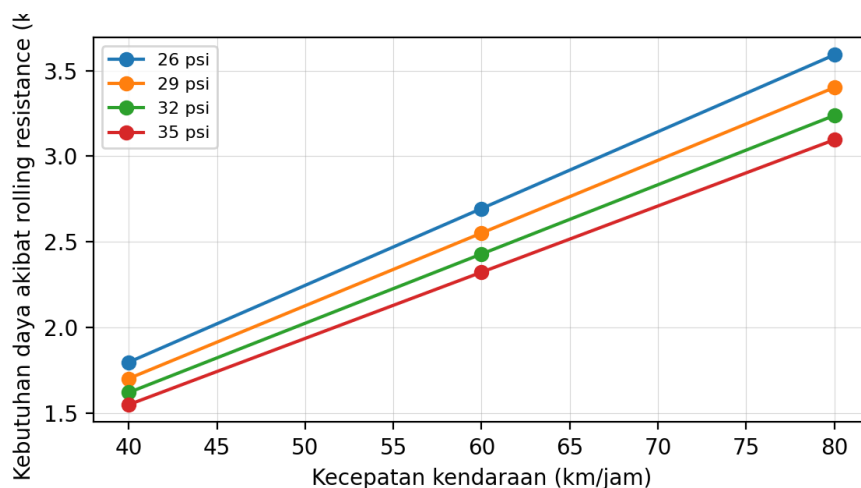
3 Hasil dan Pembahasan

Hasil simulasi menunjukkan bahwa peningkatan tekanan ban menyebabkan penurunan koefisien hambatan gelinding. Penurunan ini terjadi karena ban mengalami deformasi yang lebih kecil ketika tekanan dinaikkan. Dengan deformasi yang lebih kecil, energi yang hilang akibat perubahan bentuk ban selama berputar menjadi lebih rendah. Hasil perhitungan utama pada kecepatan 60 km/jam disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Simulasi Tekanan Ban terhadap Hambatan Gelinding

Tekanan ban (psi)	Crr	Frr (N)	Daya 60 km/jam (kW)	Energi (Wh/km)	Perubahan energi (%)
26	0.01267	161.62	2.69	44.90	5.61
29	0.01200	153.04	2.55	42.51	0.00
32	0.01142	145.69	2.43	40.47	-4.80
35	0.01092	139.30	2.32	38.70	-8.97

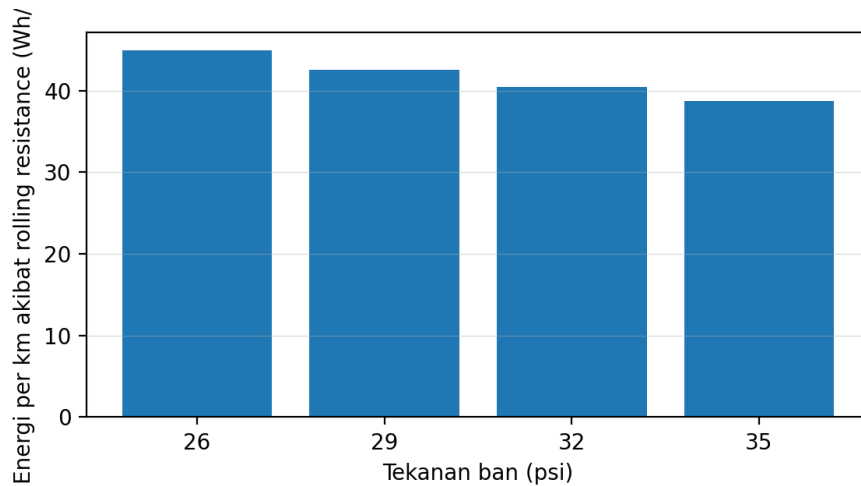
Berdasarkan Tabel 2, tekanan ban 26 psi menghasilkan koefisien hambatan gelinding sebesar 0,01268, sedangkan tekanan 35 psi menghasilkan koefisien sebesar 0,01092. Penurunan koefisien ini berdampak pada penurunan gaya hambatan gelinding dari 161,76 N menjadi 139,20 N. Pada kecepatan 60 km/jam, kebutuhan daya akibat hambatan gelinding menurun dari 2,70 kW menjadi 2,32 kW. Hal ini menunjukkan bahwa tekanan ban yang tidak sesuai dapat meningkatkan beban kerja kendaraan.



Gambar 2. Kebutuhan Daya Akibat Hambatan Gelinding pada Berbagai Kecepatan

Gambar 2 menunjukkan bahwa kebutuhan daya meningkat seiring bertambahnya kecepatan kendaraan. Pada setiap tingkat kecepatan, tekanan ban yang lebih rendah membutuhkan daya lebih besar karena nilai

hambatan gelindingnya lebih tinggi. Perbedaan kebutuhan daya menjadi semakin terlihat pada kecepatan yang lebih tinggi. Dalam praktik otomotif, kondisi ini dapat berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar pada kendaraan bermesin pembakaran dalam dan konsumsi energi pada kendaraan listrik.



Gambar 3. Estimasi Energi per Kilometer akibat Hambatan Gelinding

Gambar 3 memperlihatkan estimasi energi per kilometer yang diperlukan untuk mengatasi hambatan gelinding. Pada tekanan 29 psi sebagai kondisi referensi, energi akibat hambatan gelinding adalah sekitar 42,54 Wh/km. Ketika tekanan turun menjadi 26 psi, energi meningkat menjadi 44,93 Wh/km. Sebaliknya, ketika tekanan dinaikkan menjadi 35 psi, energi menurun menjadi 38,67 Wh/km. Meskipun demikian, peningkatan tekanan ban tidak dapat dilakukan secara berlebihan karena dapat memengaruhi kenyamanan, keausan bagian tengah tapak ban, dan kemampuan traksi.

Dari sisi perawatan otomotif, hasil simulasi ini menegaskan bahwa pemeriksaan tekanan ban perlu dilakukan secara berkala. Tekanan ban yang terlalu rendah dapat menyebabkan kendaraan terasa berat, konsumsi energi meningkat, dan suhu ban bertambah akibat deformasi berlebih. Oleh karena itu, tekanan ban sebaiknya disesuaikan dengan rekomendasi kendaraan, kondisi beban, dan karakteristik penggunaan.

4 Kesimpulan

Penelitian ini telah menganalisis pengaruh variasi tekanan ban terhadap hambatan gelinding dan kebutuhan daya kendaraan penumpang ringan menggunakan pendekatan simulasi numerik. Hasil simulasi menunjukkan bahwa peningkatan tekanan ban dari 26 psi menjadi 35 psi menurunkan koefisien hambatan gelinding dari 0,01268 menjadi 0,01092. Penurunan tersebut berdampak pada berkurangnya gaya hambatan gelinding dan kebutuhan daya kendaraan.

Pada kecepatan 60 km/jam, kebutuhan daya akibat hambatan gelinding menurun dari 2,70 kW pada tekanan 26 psi menjadi 2,32 kW pada tekanan 35 psi. Hal ini menunjukkan bahwa tekanan ban memiliki pengaruh terhadap efisiensi energi kendaraan. Namun, tekanan ban tetap harus mengikuti rekomendasi pabrikan karena tekanan yang terlalu tinggi dapat memengaruhi kenyamanan dan traksi. Penelitian lanjutan disarankan untuk menambahkan pengujian eksperimental menggunakan kendaraan nyata serta mempertimbangkan pengaruh kondisi jalan, temperatur ban, dan variasi beban kendaraan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi dan Informatika Universitas Mathla'ul Anwar Banten atas dukungan akademik dan fasilitas dalam penyusunan artikel ini.

5 Daftar Pustaka

- [1] M. A. Hakim, E. Heriana, A. Ekoprianto, S. Sukmara, and D. Susanto, "RANCANGAN SISTEM PENGEMUDI JENIS RACK AND," vol. 01, no. 02, 2022.

- [2] M. A. Hakim, E. Heriana, M. A. Hakim, S. Sukmara, and D. Susanto, "Perancangan kendaraan kampus dengan penggerak motor listrik," *Technoma*, vol. 01, no. 02, pp. 60–66, 2022.
- [3] M. A. Hakim, E. Heriana, A. Ekoprianto, S. Sukmara, and D. Susanto, "Analisis Bangun Rangka Mobil," *Technoma*, vol. 02, no. 01, pp. 3–8, 2022.
- [4] E. Heriana, M. A. Hakim, A. Ekoprianto, S. Sukmara, and D. Susanto, "Analisis Kapasitas Baterai Dan Sistem Charger," *Technoma*, vol. 02, no. 01, 2022.
- [5] R. Rizky and Z. Hakim, "Analysis and Design of Voip Server (Voice Internet Protocol) using Asterisk in Statistics and Statistical Informatics Communication of Banten Province using Ppdioo Method," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1179, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1179/1/012160.
- [6] Robbyrizky and Z. Hakim, "Expert System to Determine Children's Characteristics for Special Need Students at SLB Pandeglang Banten with Forward Chaining Method," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1477, no. 2, pp. 236–240, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1477/2/022021.
- [7] B. Farah and R. D. Nasution, "Analisis Perubahan Orientasi Pola Hidup Mahasiswa Pasca Berakhirnya Masa Pandemi Covid-19," *J. Noken Ilmu-Ilmu Sos.*, vol. 5, no. 2, p. 23, 2020, doi: 10.33506/jn.v5i2.968.
- [8] A. M. Yunita, N. N. Wardah, A. Sugiarto, E. Susanti, L. Sujai, and R. Rizky, "Water level measurements at the cikupa pandeglang bantendam using fuzzy sugenowith microcontroler-based ultrasonik sensor," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1477, no. 5, pp. 0–8, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1477/5/052048.