

PENGARUH TIPE *PROTOTYPE* SEPEDA MOTOR TERHADAP *COEFFICIENT DRAG* DAN *LIFT* PADA *OPEN CIRCUIT WIND TUNNEL*

Achmad Ma'sum Nur Aini¹, Muhamad Hanifudin^{1*}, Dony Perdana¹

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Ma'arif Hasyim Latif
Jl. Raya Ngelom Megare No.30, Ngelom, Kec. Taman, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur

² Program Studi Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember
Jl. Kalimantan No.37, Krajan Timur, Sumbersari, Kec. Sumbersari,

Kabupaten Jember, Jawa Timur

*Email: muhamad.hanifudin901@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui koefisien drag dan lift dengan variasi kecepatan dan benda uji prototype sepeda motor. Dalam mendesain sebuah kendaraan sangat penting untuk memperhatikan sisi aerodinamika. Seiring berjalannya waktu, besarnya hambatan angin yang tercipta juga disesuaikan dengan jenis sebuah kendaraan yang dirancang. Dalam dunia desain dan produksi kendaraan saat ini terutama sepeda motor, pengujian koefisien hambatan menjadi salah satu hal penting yang harus dilakukan oleh industri. Penelitian ini menggunakan open circuit wind tunnel dimana prototype yang diuji sepeda motor scooter, trail, dan sport ditempatkan kan di bagian test section dengan variasi kecepatan 10 m/s, 12.5 m/s, dan 15 m/s. Hasil dari penelitian menunjukan koefisien drag dan lift dengan kecepatan 15m/s pada sepeda motor scooter dengan nilai 0.534 dan 0,586, sport 0.174 dan 0.485, dan trail 0.349 dan 0.449. Nilai koefisien drag dan lift yang tertinggi terjadi pada prototype scooter.

Kata kunci: Coefficient drag, Coefficient lift, sepeda motor, wind tunnel

PENDAHULUAN

Gaya aerodinamis memiliki kontribusi yang signifikan terhadap kinerja kendaraan dalam hal efisiensi bahan bakar dan stabilitas. Gaya drag merupakan salah satu gaya aerodinamis yang bekerja secara horizontal dan melawan gerak maju kendaraan pada saat kendaraan melaju, gaya ini bekerja pada permukaan luar bodi kendaraan yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar dan kecepatan kendaraan. Gaya aerodinamis penting lainnya adalah gaya lift, yang bekerja secara vertikal dan meningkatkan cengkraman ban yang akan meningkatkan stabilitas dan handling kendaraan (Eftekhari, Al-Obaidi, and Eftekhari 2020).

Gaya aerodinamis sepeda motor sangat kompleks karena udara tidak mengikuti kontur dari sepeda motor sehingga tidak ada metode yang langsung memprediksinya. Oleh sebab itu penelitian gaya aerodinamis biasanya dilakukan dengan pengujian di wind tunnel atau pengujian secara langsung di jalan (R. H. Barnard 2001)

Beberapa penelitian aerodinamis sepeda motor sebelumnya sudah dilakukan seperti, penelitian skala penuh aerodinamis sepeda motor jenis maxi scooter yang diuji di wind tunnel Universitas Perugia yang berfokus pada

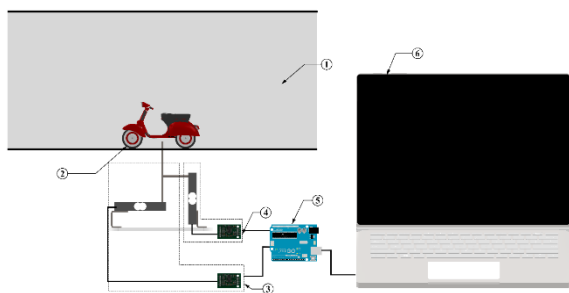
efek aerodinamis dari perubahan geometrik bagian depan dan windshield (Ubertini and Desideri 2002). Selain itu penelitian pengaruh desain belly pan sepeda motor untuk meningkatkan performa aerodinamis dengan skala 1:6 dilakukan di wind tunnel Universitas Kingston dengan hasil bahwa sepeda motor yang menggunakan belly pan dapat mengurangi gaya drag sebesar 7.69% - 14% di kecepatan udara 34 m/s (Sedlak, Talamelli, and Wallin 2012).

Pada penelitian - penelitian sebelumnya belum banyak perbandingan pengujian aerodinamis tipe sepeda motor yang berbeda. Hanya ada penelitian pengembangan aerodinamis sepeda motor dengan menggunakan wind tunnel dan keefektifan penggunaan wind tunnel model skala dengan memberikan tiga contoh pengembangan aerodinamis 3 tipe bentuk sepeda motor yaitu super sport fairing, scooter, dan sport touring. Akan tetapi pengujian hanya berfokus pengurangan gaya drag saja (Araki and Gotou 2001). Oleh karena itu perlu adanya penelitian yang membandingkan pengaruh tipe sepeda motor terhadap gaya aerodinamis terutama pada gaya atau coefficient lift. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kestabilan kendaraan dengan benda uji prototype dan alat uji wind tunnel perbandingan skala

ukuran 1:18 . Dengan alat uji dan bahan uji tersebut dimaksudkan untuk mengetahui kestabilan sepeda motor tipe *scooter*, *trail* dan *sport* dengan variasi kecepatan udara. Dari penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui *coefficient drag* dan *lift* agar saat memodifikasi kendaraan juga memperhatikan performa, efisiensi, dan terutama kestabilan kendaraan. Selain diharapkan menjadi rujukan untuk memodifikasi juga dalam memilih kendaraan atau membeli kendaraan agar sesuai dengan peruntukannya.

METODOLOGI

Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen di *wind tunnel*. Menggunakan benda uji *prototype* sepeda motor tipe *scooter*, *trail*, dan *sport* dengan skala 1:18, skala tersebut dipilih agar memenuhi *blockage ratio wind tunnel* Prodi Teknik Mesin Universitas Ma'arif Hasyim Latif yang memiliki *frontal test section* berukuran 200 mm x 200 mm sehingga didapatkan *blockage ratio* kurang dari 10% (Priambada and Sulisetyono 2012). Pengujian dilakukan di bagian tengah *test section* dengan variasi kecepatan angin 10 m/s, 12.5 m/s, dan 15 m/s untuk setiap benda uji. Untuk mendapatkan gaya *drag* dan *lift*, benda uji dipasangkan ke *load cell* sebagai alat ukurnya. Data dari *load cell* kemudian diambil menggunakan modul HX711 dan Arduino (Siahaan, Dermawan, and Waluyo 2020). Data yang didapat kemudian diolah menggunakan aplikasi *spreadsheet*. Untuk skema aparatus penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Aparatus Penelitian 1. Test section, 2. Benda uji, 3. loadcell lift, 4. loadcell drag, 5. Arduino, 6. Laptop.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengujian *drag* dan *lift* ini didapatkan dari pengujian *loadcell* dengan menggunakan benda uji *prototype* sepeda motor

tipe *scooter*, *trail*, dan *sport* pada variasi kecepatan 10 m/s, 12.5 m/s, dan 15 m/s dengan durasi pengambilan data selama 30 detik per *variable*. Setelah dirata-rata kemudian dilakukan perhitungan dengan rumus (Siahaan, Dermawan, and Waluyo 2020):

$$F = m \times g \quad (1)$$

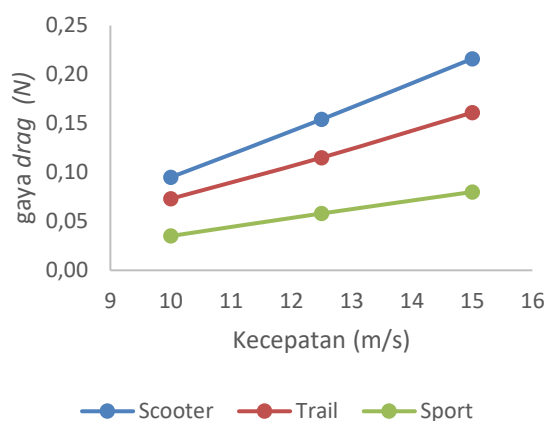
dengan F = Gaya (N), m = massa benda uji (kg) dan g = percepatan gravitasi (m/s^2). Sehingga didapatkan hasil gaya *drag* seperti Tabel 1 dan gaya *lift* Tabel 2.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Gaya Drag

Benda Uji	Kecepatan		
	10 m/s	12.5 m/s	15 m/s
<i>Scooter</i>	0.095 N	0.154 N	0.216 N
<i>Trail</i>	0.073 N	0.115 N	0.161 N
<i>Sport</i>	0.035 N	0.058 N	0.080 N

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Gaya Lift

Benda Uji	Kecepatan		
	10 m/s	12.5 m/s	15 m/s
<i>Scooter</i>	0.180 N	0.286 N	0.416 N
<i>Trail</i>	0.136 N	0.212 N	0.311 N
<i>Sport</i>	0.118 N	0.190 N	0.279 N

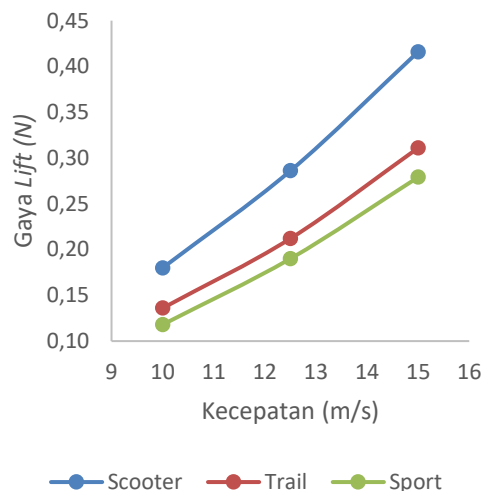


Gambar 2. Hubungan variasi kecepatan terhadap Gaya Drag dengan variasi Prototype Scooter, Trail, dan Sport

Pada gambar 2 grafik menunjukkan bahwa Hubungan variasi kecepatan terhadap Gaya Drag dengan variasi *Prototype Scooter*, *Trail*, dan *Sport*, menunjukkan bahwa pada kecepatan udara 10 m/s mendapatkan gaya *drag* sebesar 0,095 N, 0,073 N, dan 0,035 N. Gaya *drag* mengalami kenaikan sampai pada angka 0,154

N, 0,115 N, dan 0,058 N pada kecepatan udara 12,5 m/s. Hingga pada kecepatan udara 15 m/s gaya *drag* naik menjadi 0,216 N, 0,161 N, dan 0,080 N.

Gaya *drag* yang ada pada benda uji *prototype* sepeda motor *scooter*, *trail*, *sport* dipengaruhi oleh kecepatan udara. Ketika kecepatan udara semakin tinggi maka gaya yang ditimbulkan semakin besar. Gaya *drag* juga dipengaruhi oleh luas penampang. Jadi ketika nilai luas penampang bertambah maka gaya *drag* juga akan ikut bertambah.



Gambar 3. Hubungan variasi kecepatan terhadap Gaya Lift dengan variasi Prototype Scooter, Trail, dan Sport

Pada gambar 3, grafik menunjukkan bahwa hubungan variasi kecepatan terhadap Gaya *lift* dengan variasi *Prototype* Scooter, Trail, dan Sport. menunjukkan bahwa gaya *lift* pada kecepatan udara 10 m/s sebesar 0.179 N, 0.136 N, dan 0.118 N, gaya *lift* meningkat pada kecepatan udara 12.5 m/s sebesar 0.286 N, 0.212 N, dan 0.190 N, hingga pada kecepatan udara 15m/s gaya *drag* mengalami peningkatan sebesar 0.416 N, 0.311 N, dan 0.279 N.

Kecepatan udara dan luas penampang pada *prototype* sepeda motor *scooter*, *trail*, dan *sport* dapat mempengaruhi gaya *lift* yang ada pada benda uji tersebut. Hal ini terjadi karena jika nilai luas penampang bertambah maka gaya *lift* juga otomatis bertambah. Dan ketika kecepatan udara semakin tinggi, maka gaya *lift* juga akan semakin tinggi.

Berdasarkan hasil pengujian gaya *drag* pada Tabel 1 dan gaya *lift* Tabel 2, sehingga

untuk mencari *coefficient drag* dan *coefficient lift* dapat dilakukan perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut (Landell-mills 2023; Maxemow 2013):

$$C_D = \frac{F_D}{\frac{1}{2}\rho v^2 A_D} \quad (2)$$

$$C_L = \frac{F_L}{\frac{1}{2}\rho v^2 A_L} \quad (3)$$

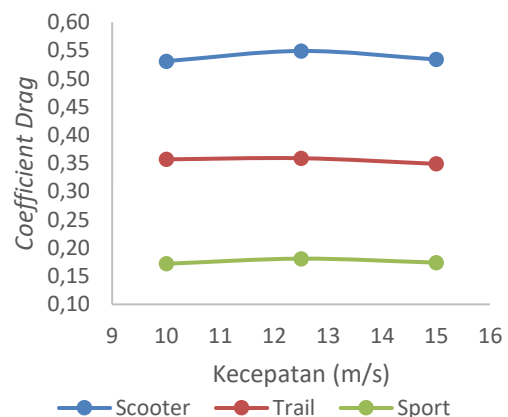
Sehingga didapatkan hasil *coefficient drag* seperti Tabel 3 dan *coefficient lift* Tabel 4

Tabel 3. Data Hasil Coefficient Drag Pengujian

Benda Uji	Kecepatan		
	10 m/s	12.5 m/s	15 m/s
Scooter	0.531	0.549	0.534
Trail	0.357	0.359	0.349
Sport	0.172	0.181	0.174

Tabel 4. Data Hasil Coefficient Lift Pengujian

Benda Uji	Kecepatan		
	10 m/s	12.5 m/s	15 m/s
Scooter	0.569	0.580	0.586
Trail	0.441	0.440	0.449
Sport	0.462	0.477	0.485

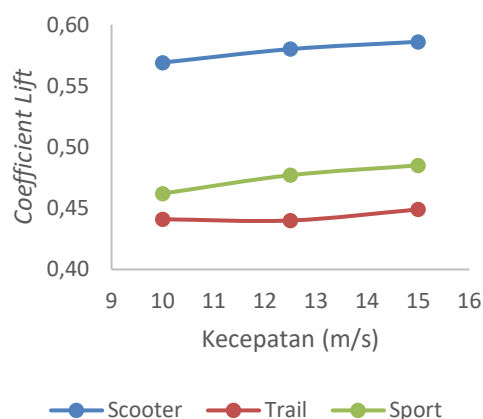


Gambar 4 Hubungan variasi kecepatan terhadap Coefficient Drag dengan variasi Prototype Scooter, Trail, dan Sport

Pada gambar 4 menunjukkan bahwa Hubungan variasi kecepatan terhadap *Coeffisient Drag* dengan variasi *Prototype* Scooter, Trail, dan Sport pada kecepatan udara 10 m/s sebesar 0.531, 0.375, dan 0.172. Pada kecepatan udara 12,5 m/s, *coefficient drag*

meningkat sampai 0.549, 0.359, dan 0.181. Lalu *coefficient drag* cenderung menurun sampai 0,534; 0,349; dan 0,174 Pada kecepatan udara 15 m/s.

Nilai *coefficient drag* bergantung pada gaya. Hal tersebut dikarenakan gaya telah meliputi kecepatan udara dan luas penampang. Jadi ketika kecepatan udara meningkat maka gaya juga akan meningkat, dan ketika gaya meningkat secara otomatis *coefficient drag* juga ikut meningkat. Tetapi berbeda dengan luas penampang, jika nilainya semakin besar maka *coefficient drag* akan semakin kecil. Meskipun demikian terlihat bahwa sepeda motor *sport fairing* memiliki *coefficient drag* paling rendah karena berbentuk lebih aerodinamis..



Gambar 5. Hubungan variasi kecepatan terhadap *Coefficient Lift* dengan variasi *Prototype Scooter, Trail, dan Sport*

Pada gambar 5., hubungan variasi kecepatan terhadap *Coefficient Lift* dengan variasi *Prototype Scooter, Trail, dan Sport*. menunjukkan pada kecepatan udara 10 m/s sebesar 0.569, 0.441, dan 0.462. Lalu mengalami peningkatan di kecepatan udara 12,5 m/s sebesar 0.580, 0.440, dan 0,47. kemudian Pada kecepatan udara 15 m/s meningkat dengan landai sebesar 0.586, 0.449, dan 0.485.

Nilai *coefficient lift* bergantung pada gaya *lift*. Hal tersebut dikarenakan gaya telah meliputi kecepatan udara dan luas penampang. Jadi ketika kecepatan udara meningkat maka gaya juga akan meningkat, dan ketika gaya meningkat secara otomatis *coefficient lift* juga ikut meningkat. Tetapi berbeda dengan luas penampang, jika nilainya semakin besar maka *coefficient lift* akan semakin kecil. Walaupun demikian motor trail

memiliki *coefficient lift* yang paling rendah dibanding motor *sport* karena memiliki luas penampang yang lebih besar .

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, pembahasan serta analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa *Coefficient drag* tertinggi ada pada jenis sepeda motor *scooter* dengan nilai 0.549 pada kecepatan 12.5 m/s dengan gaya *drag* 0.145 N sedangkan nilai terendah ada pada sepeda motor *sport* dengan nilai 0.172 pada kecepatan 10 m/s dengan gaya *drag* 0.035 N. Hal tersebut dapat terjadi karena *prototype* sepeda motor *sport* memiliki luas penampang *drag* dengan bentuk yang aerodinamis. Sedangkan *prototype* sepeda motor *scooter* memiliki luas penampang *drag* yang lebih besar dibandingkan *prototype* lainnya. Dan untuk *Coefficient lift* tertinggi ada pada jenis sepeda motor *scooter* dengan nilai 0.586 pada kecepatan 15 m/s dengan gaya *lift* 0,307 N. Sedangkan nilai terendah ada pada sepeda motor trail dengan nilai 0.440 pada kecepatan 12,5 m/s dengan gaya *lift* 0,212 N.

DAFTAR PUSTAKA

- Araki, Yuji, and Kazuhiro Gotou. 2001. "Development of Aerodynamic Characteristics for Motorcycles Using Scale Model Wind Tunnel." In *SAE Technical Papers*, doi:10.4271/2001-01-1851.
- Eftekhari, Hesam, Abdulkareem Sh Mahdi Al-Obaidi, and Shahrooz Eftekhari. 2020. "The Effect of Spoiler Shape and Setting Angle on Racing Cars Aerodynamic Performance." *Indonesian Journal of Science and Technology* 5(1): 11–20. doi:10.17509/ijost.v5i1.22701.
- Landell-mills, Nicholas. 2023. "Why Lift Quadruples If Aircraft Velocity Doubles. Why Lift Quadruples If Aircraft Velocity Doubles. Newtonian Mechanics Is Applied to Solve an Old Enigma. Mr. Nicholas Landell-Mills." (August). doi:10.13140/RG.2.2.20536.70409.
- Maxemow, Shane. 2013. "That's a Drag: The Effects of Drag Forces." *Undergraduate Journal of Mathematical Modeling: One + Two* 2(1): 1–16. doi:10.5038/2326-3652.2.1.4.

- Priambada, Danang, and Aries Sulisetyono. 2012. "Analisis Desain Layar 3D Menggunakan." *Jurnal Teknik ITS* 1: 372–77.
- R. H. Barnard. 2001. *Mechanical Aerodynamic Road Vehicle Aerodynamic Design*. <https://www.worldcat.org/title/road-vehicle-aerodynamic-design-an-introduction/oclc/1151180152>.
- Sedlak, Vojtech, Alessandro Talamelli, and Stefan Wallin. 2012. *SAE Technical Papers Motorcycle Cornering Improvement: An Aerodynamical Approach Based on Flow Interference A Master Thesis in Fluid Mechanics*. doi:10.4271/2012-01-1167.
- Siahaan, Grace Dayanty, Denny Dermawan, and Catur Budi Waluyo. 2020. "Rancang Bangun Alat Ukur Gaya Pada Wind Tunnel Menggunakan Sensor Load Cell." 2020: 90–96.
- Ubertini, Stefano, and Umberto Desideri. 2002. "Aerodynamic Investigation of a Scooter in the University of Perugia Wind Tunnel Facility." *SAE Technical Papers* (724). doi:10.4271/2002-01-0254.