

ANALISA PENGARUH *WIND SHIELD* DAN *REAR BOX* TERHADAP GAYA HAMBAT UDARA PADA SEPEDA MOTOR

Ragel Nasrulloh Legowoh¹, A'rasy Fahrudin^{2*}, Ali Akbar³

^{1,2,3}(Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo)

¹ ragelnasrulloh@gmail.com

²arasy.fahrudin@umsida.ac.id

³aliakbar@umsida.ac.id

Abstrak— Salah satu kendaraan favorit di kota ataupun desa adalah sepeda motor karena praktis dan irit. Sehingga kebanyakan dari mereka memodifikasi motornya. Mulai dari menambahkan aksesoris seperti wind shield, dan rear box. Bentuk bodi kendaraan yang aerodinamis dapat berpengaruh pada berkurangnya pemakaian bahan bakar dan meminimalisasi gaya-gaya yang menghambat laju kendaraan. Penelitian ini bertujuan untuk melihat perbedaan gaya hambat udara dari sepeda motor yang sudah dimodifikasi dengan yang belum dimodifikasi. Simulasi yang digunakan menggunakan metode simulasi numerik dengan software CFD (*Computational Flow Dynamics*). Bentuk dari modifikasi adalah dengan ditambahkan *wind shield* dan *rear box*. Kecepatan yang ditempuh dalam simulasi flow simulation rata-rata adalah 60 km/jam. Adapun persamaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah persamaan koefisien *drag*, velocity, *drag force*, dan flow trajectory. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Windshield dan Rear Box mempengaruhi gaya hambat yang sangat signifikan. Semakin tinggi kecepatan yang diberikan maka gaya hambatan yang diterima akan semakin besar. Penambahan aksesoris seperti *Wind shield* dan *Rear Box* mempengaruhi gaya hambat pada sepeda motor yang paling besar 205,28N untuk kecepatan 80 km/jam. koefisien *drag* paling besar juga didapat apabila kedua aksesoris tersebut ditambahkan yaitu 0,0071 pada kecepatan 80 km/jam.

Kata Kunci— Aerodinamika; *drag force*; *wind shield*; *rear box*; CFD.

Abstract— One of the favorite vehicles in cities and villages is a motorbike because it is practical and economical. So most of them modify their motorbikes. Starting from adding accessories such as a wind shield and rear box. An aerodynamic vehicle body shape can have an effect on reducing fuel consumption and minimizing forces that hinder the vehicle's speed. This research aims to see the difference in air resistance between motorbikes that have been modified and those that have not been modified. The simulation used uses a numerical simulation method with CFD (*Computational Flow Dynamics*) software. The form of modification is the addition of a wind shield and rear box. The average speed travelled in the flow simulation is 60 km/hour. The equations used in this research are the drag coefficient, velocity, *drag force* and flow trajectory equations. The research results show that the Windshield and Rear Box have a very significant influence on drag force. The higher the speed given, the greater the resistance force received. The addition of accessories such as a wind shield and rear box affects the drag force on a motorbike, which is the greatest at 205.28N for a speed of 80 km/hour. The largest drag coefficient is also obtained when these two accessories are added, namely 0.0071 at a speed of 80 km/hour.

Keywords— Aerodynamics; *drag force*; *wind shield*; *rear box*; CFD

PENDAHULUAN

Sepeda motor merupakan alat transportasi yang banyak digunakan di Indonesia karena kemudahannya dan efisiensinya [1]. Namun sepeda motor memiliki kekurangan berupa terpaan angin dan ruang barang yang terbatas. Hal ini memberikan motivasi pengguna sepeda motor untuk menambah wind shield dan bagasi tambahan. Namun modifikasi ini berpengaruh pada kecepatan motor karena hambatan angin dan aerodinamika [2].

Aerodinamika adalah salah satu ilmu pengetahuan yang mempelajari aliran fluida yang bergerak pada suatu benda. Adapun gaya *drag* merupakan gaya yang ditimbulkan oleh gerakan suatu benda dengan arah yang berlawanan terhadap gerak relatif benda padat dengan fluida [3]. Gaya hambat (*drag*)

adalah gaya yang bekerja dalam arah horizontal (paralel terhadap aliran) dan berlawanan arah dengan arah gerak maju kendaraan. Gaya hambatan yang disebabkan oleh adanya gradient tekanan (*pressure drag*) dan adanya gesekan (*friction drag*).

Bentuk bodi pada kendaraan bermotor roda dua yang sangat kompleks menyebabkan terjadinya distribusi tekanan di sepanjang permukaan bodi. Aliran udara bersifat viscous maka timbul tekanan geser di sepanjang permukaan kendaraan. Dengan adanya perbedaan tekanan antara bagian depan tekanan antara bagian depan kendaraan dan bagian belakang bodi pada kendaraan bermotor roda dua, dimana tekanan positif bekerja pada bagian depan bodi dan tekanan negatif di bagian belakang bodi sehingga menyebabkan timbulnya gaya drag yang bekerja

berlawanan dengan arah gerakan kendaraan [4]. Bentuk bodi kendaraan yang aerodinamis dapat berpengaruh pada berkurangnya pemakaian bahan bakar dan meminimalisasi gaya-gaya yang menghambat laju kendaraan.

Kecepatan kendaraan berpengaruh besar terhadap gaya seret pada posisi berkendara, dimana karakteristik gerakan aliran udara pada posisi tertentu untuk mempengaruhi distribusi tekanan, dan distribusi kecepatan udara sekitar posisi berkendara [5]. Adanya aliran fluida yang mengalami hambatan, sedikit terutama di bagian tempat duduk dan moncong depan sehingga memiliki beberapa bagian aliran udara berwarna merah. Aliran yang berwarna merah disebut velocity udara yang mengalir pada daerah tersebut sangat kecil [6, 7]. Pada fenomena yang terjadi, jika banyaknya separasi aliran fluida dapat menimbulkan golan-golan aliran fluida sehingga membentuk wake dan ini mengakibatkan gaya *drag* pada aliran fluida yang mengalir menjadi tinggi di sekitar permukaan body kendaraan. Hambatan aerodinamis pada kendaraan memiliki pengaruh besar dalam konsumsi bahan bakar kendaraan antara 50% - 60% dari total konsumsi bahan bakar saat melaju [8]. Kestabilan kendaraan dan efisiensi penggunaan bahan bakar dapat ditingkatkan apabila kendaraan memiliki gaya hambat atau *CD* (*Coefficient drag*) yang kecil.

Beberapa peneliti terdahulu telah meneliti tentang aerodinamika penggunaan windshield pada sepeda motor [2, 9, 10]. Akan tetapi masih focus pada penggunaan windshield untuk sepeda motor balap. Padahal lebih banyak motor jenis bebek atau scooter yang beredar dan dimodifikasi, baik menggunakan windshield maupun tambahan bagasi belakang. Oleh karenanya pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh wind shield dan rear box terhadap gaya hambat udara pada sepeda motor.

METODE

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode numerik (simulasi) dan *software* CFD (*Computational Flow Dynamics*). Dalam melakukan simulasi menggunakan CFD dan sebelum menghitung nilai koefisien drag suatu model, langkah awal yang harus dilakukan adalah membuat model. Model yang dibuat menggunakan aplikasi Solidworks sekaligus proses simulasi aliran fluidanya.

Sebelum melakukan perancangan dan analisis terlebih dahulu dibuat diagram alir (flowchart). Flowchart ini bertujuan untuk menentukan langkah apa saja yang dilakukan dalam simulasi yang dilakukan. Langkah-langkah penelitian ditunjukkan dari gambar *flow cart* di Gambar 1.

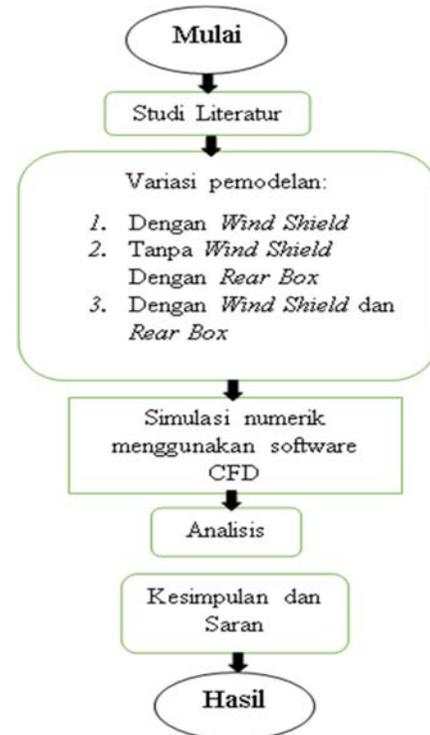
Simulasi numerik dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

A. Pre-Processing

Pada tahap ini kita tentukan system satuan, jenis fluida yang akan digunakan, serta karakteristik aliran yang digunakan adalah laminar dan turbulen yang diharapkan bisa mendekati pada kondisi sebenarnya:

Tabel 1. Setting Parameter Simulasi

No.	Preprocessing Data	
1	Seting unit sistem	SI (m-kg-s).
2	Analysis type	external
3	Default fluid	Air (gases)
4	Initial and ambient conditions	- Preasure : 101325Pa - Temperature : 293.2 k



Gbr. 1 Flow chart metode penelitian

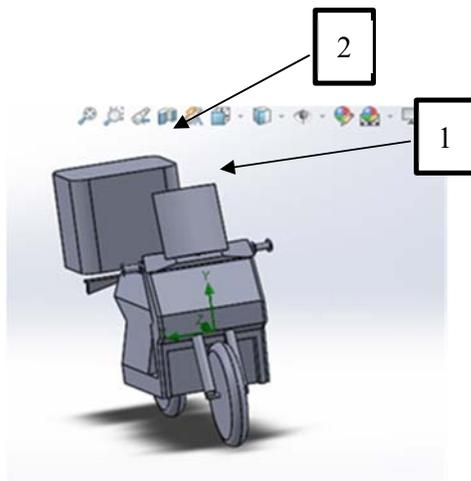
B. Boundary Condition

Kondisi batas yang digunakan dengan menggunakan pilihan *default* yang ada. Kecepatan aliran fluida yang akan digunakan adalah 11.11 m/s (40 Km/Jam); 16.67 m/s (60 Km/Jam) dan 22.22 m/s (80 Km/Jam). Penentuan hasil dan resolusi geometri yang digunakan dalam simulasi ini adalah pada angka 5. Selanjutnya adalah penentuan *fluid domain* yang akan digunakan sebagai batas komputasi fluida yaitu: Adapun dimensi (belum dimodifikasi) dari kendaraan yang disimulasikan yakni panjang: 1919 mm, lebar: 679 mm, tinggi: 1062 mm untuk motor matik. Selanjutnya penentuan *goal* yang diharapkan pada simulasi ini adalah berupa gaya *drag* dan *pressure profile*. Untuk perhitungan koefisien *drag* dilakukan dengan cara pemberian input berupa rumus detail pada menu *global goal*.

C. Solver (Post Processing)

Pada proses ini, proses perhitungan terulang pada setiap elemen yang dihasilkan dari proses *meshing*, dan akan berhenti jika hasilnya sudah sama (*Convergen*).

Ilustrasi model kendaraan (sepeda motor matik) yang sudah dimodifikasikan ditunjukkan pada gambar 2.



Gbr. 2 Desain permodelan sepeda motor

Keterangan:

1. Wind Shield
2. Rear Box

Ada beberapa hal yang menjadi hasil dari pengujian ini. Seperti: *Drag Force*, *Coefficient Drag*, *Velocity*, dan *Flow Trajectory*. Persamaan yang digunakan untuk menghitung dalam penelitian ini adalah persamaan gaya hambat yang dijelaskan sebagai berikut :

$$F_d = \frac{1}{2} \times C_d \times \rho \times V^2 \times A \quad (1)$$

Dimana:

F_d = Hambatan Udara

C_d = koefisien gaya hambat (*drag*)

A = luas frontal kendaraan (m^2)

ρ = density udara (kg/m^3)

V = kecepatan relatif angin terhadap kendaraan (km/jam)[2].

Selain itu terdapat persamaan yang mana digunakan untuk mengetahui koefisien *drag*, persamaan tersebut sebagai berikut:

$$C_d = \frac{2F_d}{(\rho \times v^2 \times A)} \quad (2)$$

HASIL DAN DISKUSI

Koefisien *drag* merupakan hal krusial dalam desain aerodinamika, diperlukan perhitungan agar laju motor tidak mengganggu kenyamanan berkendara pengendara. Karena jika koefisien *drag* yang dihasilkan sedikit, maka hambatan udara terhadap bodi motor semakin sedikit, sehingga motor diharapkan bisa semakin mudah melaju dengan tenaga dari mesin yang lebih sedikit, dan akhirnya, diharapkan akan mengurangi konsumsi bahan bakar oleh mesin motor dan pengendara dapat nyaman dalam berkendara.

Data penelitian diperoleh dari analisis pada permukaan bodi di dalam *software flow simulation*. Peneliti terlebih dahulu membuat desain dengan menggunakan aplikasi *solidwork 2022*. Desain atau model penelitian seperti yang terlihat pada

Gambar 2. Adapun beragam model penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

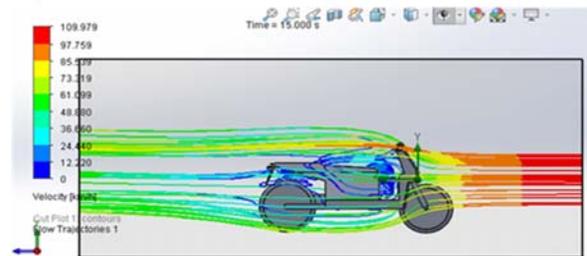
Tabel 2. Nilai dari koefisien *drag* dari berbagai kategori

No.	Model modifikasi	Force (n)			Drag cd (n)		
		40 km/jam	60 km/jam	80 km/jam	40 km/jam	60 km/jam	80 km/jam
1	Motor tanpa modifikasi	36,91	81,21	149,86	0,0051	0,0051	0,0051
2	Motor dengan windshield	46,73	107,88	204,7	0,0064	0,0066	0,0070
3	Motor dengan windshield dan box	47,7	110,48	205,28	0,0066	0,0067	0,0071
4	Motor dengan box	44,35	101,47	182,89	0,0061	0,0062	0,0063

Dari tabel 2 di atas dapat diketahui bahwa terdapat perubahan di setiap kecepatan dan modifikasinya. Selain itu, nilai koefisien *drag* di setiap kecepatan memiliki perbedaan yang tak jauh beda. Adapun beragam model penelitian (*flow trajectory*) yang dilakukan sebagai berikut.

A. Motor Tanpa Modifikasi

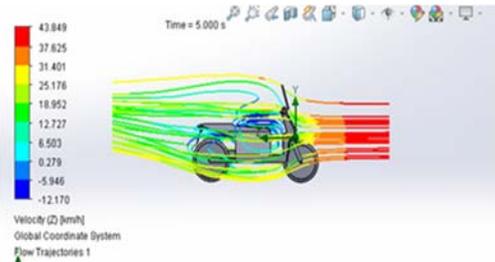
Dari gambar 3 menunjukkan bahwa *flow trajectory* melewati sepeda motor tanpa modifikasi secara lancar dan hambatan yang diterima masih kecil. Hal ini membuktikan ketika aliran fluida menabrak bagian depan motor dan fluida bergerak secara stabil ke belakang.



Gbr. 3 Motor Tanpa Modifikasi

B. Motor Dengan Wind shield

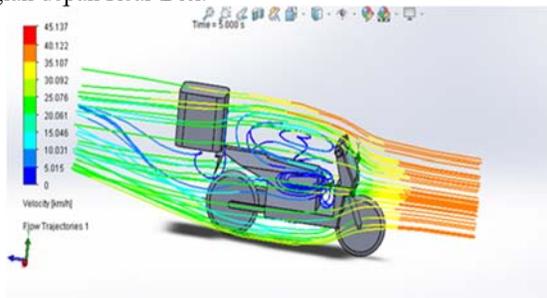
Dari gambar 4 menunjukkan bahwa *flow trajectory* melewati sepeda motor dengan wind shield mulai ada hambatan yang diterima. Nampak seperti terbelah akibat adanya wind shield. Terbukti ketika aliran fluida menabrak bagian wind shield lalu terbelah dan berputar di belakang wind shield.



Gbr. 4 Motor Dengan *Windshield*

C. Motor Dengan *Rear Box*

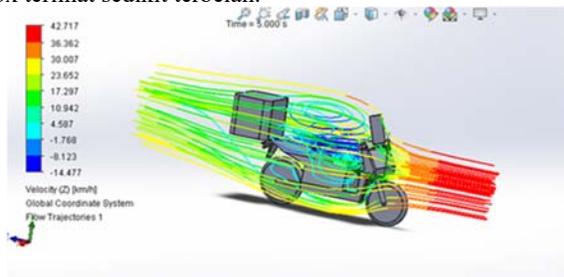
Dari gambar 5 menunjukkan bahwa flow trajectory melewati bagian depan sepeda motor lalu berputar di depan *Rear Box*. Hal ini membuat hambatan di bagian tengah. Terbukti ketika aliran fluida menabrak bagian depan motor, fluida berputar di bagian depan *Rear Box*.



Gbr. 5 Motor Dengan *Rear Box*

D. Motor Dengan *Windshield* dan *Rear Box*

Dari gambar 6 dijelaskan bahwa ketika flow trajectory melewati sepeda motor dengan *Wind shield* dan *Rear Box* nampak adanya perubahan terhadap laju aliran fluida. Sehingga hambatan yang diterima semakin besar. Terbukti ketika aliran fluida menabrak bagian *Wind shield* lalu terbelah dan berputar diantara *wind shield* dengan *Rear Box*. Namun di bagian *Rear Box* terlihat sedikit terbelah.

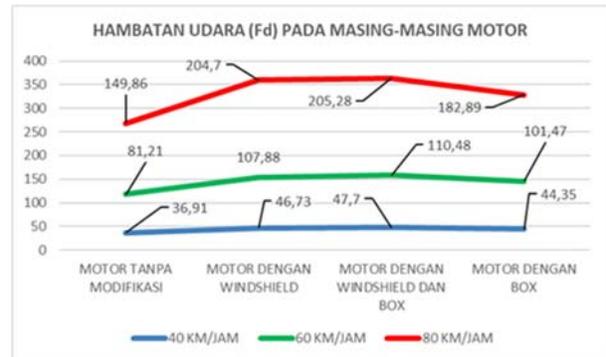


Gbr. 6 Motor Dengan *Windshield* dan *Rear Box*

NILAI KOEFISIEN DRAG (DRAG COEFFICIENT) PADA SEMUA MOTOR

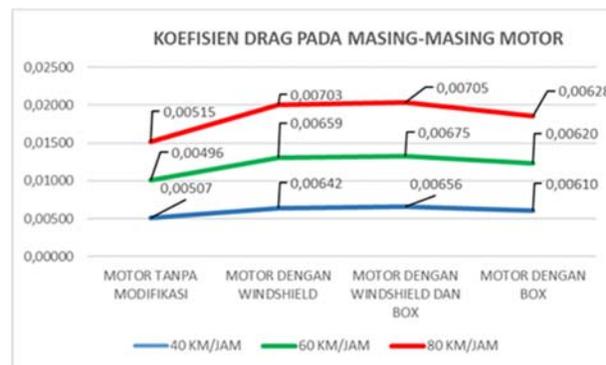
Pada gambar 7 dapat diketahui bahwa setelah masing-masing motor dimodifikasi, hasil nilai hambatan udara mengalami kenaikan ketika dimodifikasi. Kenaikan nilainya

memiliki selisih di setiap velocitynya, mencapai 10,8 hingga 61 Newton. Ini membuktikan semakin besar kecepatan dan semakin banyak aksesoris tambahan maka akan semakin besar gaya hambatannya. Penambahan aksesoris berupa *Wind shield* dan *Rear Box* sekaligus akan menghasilkan gaya hambat pada sepeda motor yang terbesar mencapai 205,28 N untuk kecepatan 80 km/jam; 110,48 N untuk kecepatan 60 km/jam; dan 47,7 N untuk kecepatan 40 km/jam. Penggunaan *windshield* lebih dominan dalam memberikan hambatan udara dibandingkan *rear box*. Hal ini dikarenakan *wind shield* berada di depan dan memiliki area melintang yang lebih luas.



Gbr. 7 Hambatan Udara Masing-Masing Motor

Diketahui bahwa setelah masing-masing motor dimodifikasi, hasil nilai koefisien *drag* mengalami kenaikan ketika dimodifikasi. Kenaikan nilainya memiliki selisih di setiap velocitynya mencapai 0,00149 hingga 0,00190 poin untuk kecepatan yang berbeda. Ini membuktikan semakin besar kecepatan dan semakin banyak aksesoris tambahan maka akan semakin besar koefisien *drag*. Data yang diperoleh dari nilai koefisien *drag* dari semua motor ditampilkan pada gambar 7. Koefisien *drag* terbesar terbentuk pada penggunaan *windshield* dan *rear box* sekaligus mencapai 0,00705 pada kecepatan 80 km/jam yaitu sebesar; 0,00675 pada kecepatan 60 km/jam; dan 0,00656 pada kecepatan 40 km/jam.



Gbr. 8 Koefisien *Drag* Masing-Masing Motor

KESIMPULAN

Kesimpulan dari berdasarkan analisis menggunakan software CFD pada permukaan bodi motor standar dengan sudah dimodifikasi sebagai berikut:

1. Semakin tinggi kecepatan yang diberikan maka gaya hambatan yang diterima akan semakin besar.
2. Penambahan aksesoris seperti *Wind shield* dan *Rear Box* mempengaruhi gaya hambat pada sepeda motor yang paling besar 205,28 N untuk kecepatan 80 km/jam; 110,48 N untuk kecepatan 60 km/jam; dan 47,7 N untuk kecepatan 40 km/jam.
3. Koefisien *drag* paling besar juga didapat apabila kedua aksesoris tersebut ditambahkan yaitu 0,00705 pada kecepatan 80 km/jam; 0,00675 pada kecepatan 60 km/jam; dan 0,00656 pada kecepatan 40 km/jam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih saya ucapkan kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan sarana dan prasarana untuk penelitian ini, sehingga penelitian dapat berjalan dengan lancar dan sesuai rencana.

REFERENSI

- [1] J. G. Armfirst, A. Fahrudin. 2019, "Design of Hydraulic Puller for Releasing Crankshaft Bearings on Motorcycle." *R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal*. vol. 4, no. 2.
- [2] A. Capone, G. P. Romano. 2021, "Effect of windshield configuration and pilot position on motorcycle performances." *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*. vol. 218, no. 104753.
- [3] C. Baker, T. Johnson, D. Flynn, H. Hemida, A. Quinn, D. Soper, M. Sterling. 2019, *Train aerodynamics : Fundamentals and applications*.
- [4] O. Elfmark, K. E. Teigen Giljarhus, F. F. Liland, L. Oggiano, R. Reid. 2021, "Aerodynamic investigation of tucked positions in alpine skiing." *Journal of Biomechanics*. vol. 119, no. 110327.
- [5] Ridwan, A. Bahri H, I. Setyawan. 2020, "Analisis Pengaruh Elevasi Terhadap Jalan pada Aerodinamika Kendaraan." *Jurnal Penelitian Enjiniring (JPE)*. vol. 24, no. 2.
- [6] Y. Prihadnyana, G. Widayana, K. R. Dantes. 2017, "Analisis Aerodinamika Pada Permukaan Bodi Kendaraan Mobil Listrik GASKI (Ganesha Sakti) Dengan Perangkat Lunak Ansys 14.5." *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*. vol. 5, no. 2.
- [7] A. Fahrudin, Mulyadi. 2018, "Rancang Bangun Alat Uji Head Losses dengan Variasi Debit dan Jarak Elbow 90° Untuk Sistem Perpipaan yang Efisien." *Jurnal Turbo*. vol. 7, no. 1, 32–35.
- [8] D. Kusaeri. 2020, "Karakteristik Aerodinamika Terhadap Desain Mobil Hemat Energi Pada Kecepatan 15 Km/Jam Menggunakan Computational Fluid Dynamics."

- Engineering: Jurnal Bidang Teknik*. vol. 11, no. 1.
- [9] K. Kamalakkannan, V. S. Shreyas, J. Gautam Raj. 2020, "Drag induced aerodynamic braking for racing motorcycles." *Materials Today: Proceedings*. vol. 45, no. 7, 6870–6873.
 - [10] M. Palanivendhan, D. Nagpal, D. Ayush Rao, J. Philip, M. Srinivas Ganapathi. 2021, "Design and analysis of an aerodynamic kit for a two wheeled race motorcycle." *Materials Today: Proceedings*. vol. 45, no. 7.