

# Analisis Aliran Udara Di Sekitar Truk Pickup Yang Dipasang Terpal Di Bagian Bak Menggunakan Cfd

Fadhil Bhyantarah Nugraha, Anak Agung Adhi Suryawan, Dan Ainul Ghurri  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

Truk Pickup merupakan salah satu kendaraan yang banyak digunakan di Indonesia. Truk pickup berguna untuk mengangkut barang-barang seperti bahan pangan, furniture, kargo, hewan ternak, dan juga untuk mengangkut penumpang di daerah yang jarang ada transportasi umum. Dalam penggunaan di lapangan, truk pickup seringkali dipasang terpal. Model pemasangan terpal yang kerap digunakan antara lain model datar atau Tonneau Cover, model Aerocap, dan model cincing. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mendeskripsikan faktor-faktor aerodinamika yang mempengaruhi kinerja truk pickup jika dipasang terpal pada bagian bak dan apa pengaruhnya terhadap gaya aerodinamis kendaraan menggunakan metode simulasi Computational Fluid Dynamic (CFD) dengan software ANSYS Fluent. Hasil simulasi menunjukkan model terpal dengan permukaan yang luas dan berbentuk kotak seperti pada Model Terpal Aerocap dengan Sudut  $0^\circ$  (Tipe B) menghasilkan gaya hambat terbesar dikarenakan oleh meningkatnya skin drag dan sirkulasi di bagian wake yang akhirnya meningkatkan koefisien hambat dibanding model baseline. Model terpal dengan koefisien gaya hambat terendah ditunjukkan oleh Terpal Aerocap dengan Sudut Miring  $15,72^\circ$  (Tipe C), karena bentuknya memiliki kemiringan mengakibatkan aliran di sekeliling pickup menjadi lebih aerodinamis. Gaya angkat yang terjadi sangat kecil dengan perubahan yang tidak signifikan, yang mana merupakan hal yang wajar untuk objek berbentuk pickup ini.

Kata kunci: Aerodinamika, Computational Fluid Dynamic (CFD), Gaya Hambat, Koefisien Gaya Hambat, Streamline

## Abstract

Pickup trucks are one of the most widely used vehicles in Indonesia. Pickup trucks are useful for transporting goods such as food, furniture, cargo, livestock, and also for transporting passengers in areas where public transportation is scarce. Usually, pickup trucks are often fitted with tarpaulins. The tarpaulin installation models that are often used include the flat model or Tonneau Cover, the Aerocap, and the 'Cincing' model. This study aims to determine and describe the aerodynamic factors that affect the performance of a pickup truck when a tarpaulin is attached to the cargo bed and how it affect the aerodynamic force of the vehicle using the Computational Fluid Dynamic (CFD) simulation method with ANSYS Fluent. The simulation results show that the tarpaulin model with a broad and box-shaped surface like the Aerocap Tarpaulin Model with an angle of  $0^\circ$  (Type B) produces the largest drag force due to increased skin drag and circulation in the wake which ultimately increases the drag coefficient compared to the baseline model. The tarpaulin model with the lowest drag coefficient is shown by the Aerocap Tarpaulin with an angle of  $15,72^\circ$  (Type C), because the shape has a slope that causes the flow around the pickup to be more aerodynamic and lower. The lift force that occurs is very small with insignificant changes, which is normal for this pickup-shaped object.

Keywords: Aerodynamic, Computational Fluid Dynamic (CFD), Drag Force, Coefficient of Drag, Streamline

## 1. Pendahuluan

Truk Pickup merupakan salah satu kendaraan yang banyak digunakan di Indonesia. Truk pickup berguna untuk mengangkut barang-barang seperti bahan pangan, furniture, kargo, hewan ternak, dan juga untuk mengangkut penumpang di daerah yang jarang ada transportasi umum.

Dalam praktiknya, truk pickup seringkali dipasang dengan terpal pada bagian bak. Pemasangan terpal dapat mempengaruhi sifat aerodinamika pada truk pickup, seperti mengurangi gaya hambat. Ini dikarenakan aliran di bagian bak dapat menghasilkan sirkulasi besar dan menciptakan perbedaan tekanan yang besar antara bagian depan dan belakang truk, menyebabkan gaya hambat yang

tinggi<sup>[1]</sup>. Pemasangan terpal juga dapat merubah bentuk bodi truk pickup menjadi lebih aerodinamis untuk mengurangi gaya hambat (*drag force*). Pola aliran udara disekitar bodi akan disimulasi menggunakan *computational fluid dynamics* (CFD), sehingga dapat mengoptimalkan kecepatan, mengoptimalkan perfroma mesin untuk menjadi gaya dorong traksi kendaraan, menghemat bahan bakar serta menjaga stabilitas kendaraan. Oleh karena itu, pengurangan gaya hambat atau *drag reduction* merupakan adalah isu yang penting dalam penelitian simulasi ini.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dan mendeskripsikan faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja truk pickup jika dipasang terpal pada bagian

bak dan apa pengaruhnya terhadap gaya aerodinamis kendaraan menggunakan metode *Computational Fluid Dynamic* (CFD).

## 2. Landasan Teori

### 2.1. Mekanika Aliran Udara di Sekitar Kendaraan

Aerodinamika otomotif adalah ilmu yang mempelajari tentang aerodinamika kendaraan jalan raya. Tujuan utamanya adalah mengurangi hambatan dan kebisingan angin, meminimalkan emisi kebisingan, dan mencegah gaya angkat yang tidak diinginkan dan penyebab lain dari ketidakstabilan aerodinamis pada kecepatan tinggi.

Secara umum fenomena aliran pada kendaraan dapat dikategorikan dalam 2 group yaitu aliran external dan aliran internal.

Aliran external yaitu aliran udara disekitar kendaraan dan aliran udara yang masuk ke dalam bagian kendaraan misalkan aliran pada bagian pendingin. Aliran internal merupakan proses aliran di dalam permesinan misalkan proses aliran fluida di dalam mesin dan sistem tranisi kendaraan<sup>[2]</sup>.

Aliran kotor di atas bodi kendaraan diatur oleh hubungan antara kecepatan dan tekanan yang dinyatakan dalam Persamaan Bernoulli.

### 2.2. Drag

Gaya hambat aerodinamis dicirikan oleh persamaan:

$$D_A = P_s + 1/2 \rho V^2 C_D A \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

$D_A$  = Gaya hambat (N).

$P_s$  = Tekanan stasis (Pa).

A = Luas frontal area kendaraan ( $m^2$ ).

$C_D$  = Koefisien hambat.

V = Kecepatan fluida relatif terhadap obyek (m/s).

Koefisien *drag* di persamaan (1) ditentukan secara eksperimental dari tes terowongan angin atau tes meluncur ke bawah. Definisi  $C_D$  berasal dari persamaan :

$$C_D = \frac{D_A}{\frac{1}{2} \rho V^2 A} \dots \dots \dots (2)$$

### 2.3. Computational Fluid Dynamic

Dinamika fluida komputasi atau *Computational Fluid Dynamics* adalah cabang aerodinamika di mana informasi aerodinamika diperoleh dari hitungan. CFD dan metode-metode numerik dalam bidang-bidang rekayasa lainnya semakin populer seiring meningkatnya kemampuan komputer dan harga komputer yang makin terjangkau. CFD menjadi alternatif yang lebih cepat dan murah dalam perancangan alat atau penelitian untuk mengetahui karakteristik suatu aliran dan interaksinya.

Saat ini, perkembangan teknologi CFD banyak dimanfaatkan sebagai penghubung dunia eksperimen

dan teori. CFD biasa digunakan untuk membantu menginterpretasikan dan memahami hasil teori dan eksperimen, begitu juga sebaliknya.

FLUENT® merupakan salah satu *software* yang ditawarkan oleh ANSYS. *Software* ini adalah salah satu dari jenis program CFD yang menggunakan metode volume hingga. FLUENT® dapat menyelesaikan kasus aliran fluida dengan *mesh* (*grid*) yang tidak terstruktur sekalipun dengan cara yang relatif mudah, karena FLUENT® menyediakan fleksibilitas *mesh* yang lengkap. FLUENT® didukung oleh jenis *mesh* tipe 2D *triangular-quadrilateral*, 3D *tetrahedral-hexahedral-pyramid-wedge*, dan *mesh* campuran (*hybrid*). FLUENT® juga memungkinkan untuk memperhalus atau memperbesar *mesh* yang sudah ada<sup>[3]</sup>.

## 3. Metode Uji

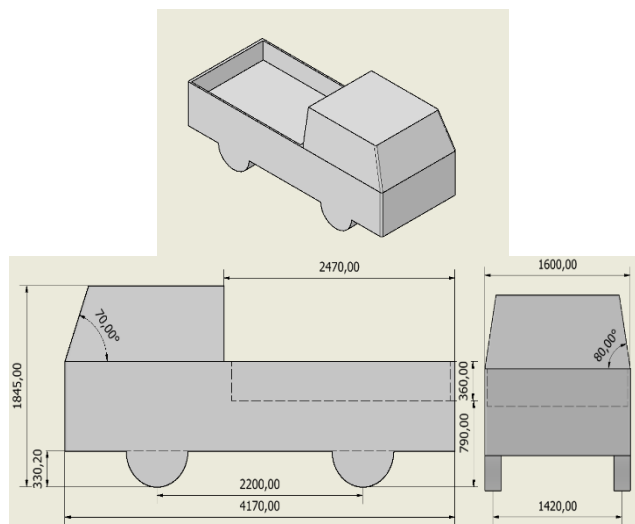
### 3.1. Alat & Bahan

Alat yang digunakan antara lain :

1. Laptop dengan spesifikasi Processor *Intel Core i7-8750H up to 2.20 GHz* dan RAM 8 GB.
2. *Software Autodesk Inventor*
3. *Software ANSYS Fluent*

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah model 3D kendaraan yang mendekati truk pikap jenis yang banyak beredar di Indonesia menggunakan *software Autodesk Inventor* dan dianalisa aerodinamis menggunakan *ANSYS Fluent*.

Dimensi dari model 3D tersebut juga dibuat mendekati dimensi asli truk pikap jenis Mitsubishi L300, dengan panjang 4.170 mm, lebar 1.600 mm, dan tinggi 1.845 mm.



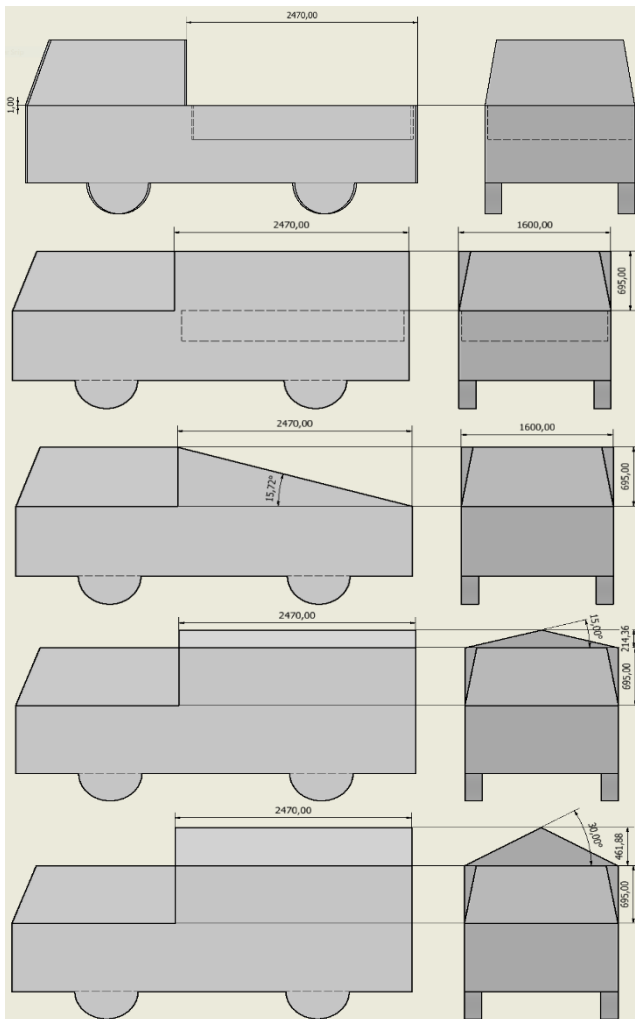
Gambar 1. Model 3D truk pikap

### 3.2. Variabel Penelitian

#### 1. Variabel Bebas

Variabel bebas pertama dalam penelitian ini adalah truk pikap tanpa terpal (**Baseline**), truk pikap dengan terpal rata yang hanya menutupi bak atau *Tonneau Cover* (**Tipe A**), truk pikap dengan terpal *aerocap* dengan sudut miring 0°

(**Typ** B), truk pikap dengan terpal aerocap dengan sudut miring  $15,72^\circ$  (**Typ** C), dan truk pikap dengan terpal cincing dengan sudut kaki  $15^\circ$  (**Typ** D), dan trup pikap dengan terpal cincing dengan sudut kaki  $30^\circ$  (**Typ** E).



**Gambar 2. Dimensi setiap konfigurasi terpal yang digunakan**

Variabel bebas kedua yaitu kecepatan *inlet* yang divariasikan mulai dari 70 km/h, 80km/h, sampai 90 km/h.

## 2. Variabel Terikat

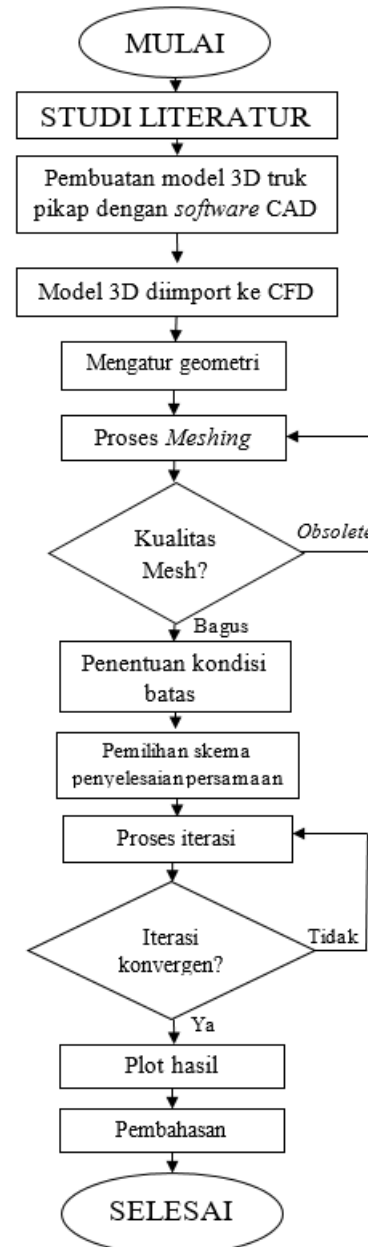
Variabel terikat dalam penelitian ini adalah

- Koefisien gaya hambat.
- Koefisien gaya angkat.
- Streamline* di sekitar truk pikap.
- Vektor kecepatan.
- Intensitas turbulensi.
- Distribusi tekanan.

## 3. Variabel Kontrol

Pada Variabel kontrol, tekanan atmosfer disetel sebesar 1 atm dan densitas udara sebesar 1,225 kg/m.

## 3.3. Diagram Alir



**Gambar 3. Flowchart tahapan-tahapan penelitian**

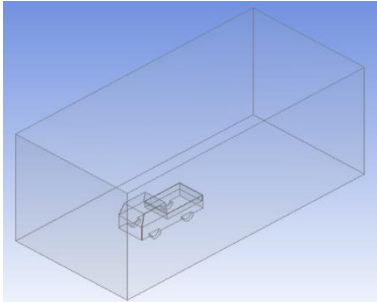
## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Geometry

Model 3D truk pikap yang telah dibuat di *Inventor*, diexport dalam bentuk format file .stp kemudian diimport ke dalam *Design Modeler* pada Geometri dengan Base Plane, XYPlane.

Setelah itu dibuat wind tunnel dengan menggunakan *tools enclosure*, atur jarak *enclosure* dengan jarak ke atas empat kali lebih tinggi dari tinggi mobil, jarak ke belakang empat kali lebih panjang dari panjang mobil, jarak ke depan dua kali lebih panjang dari panjang mobil, dan jarak ke samping tiga kali lebih lebar dari lebar mobil. Posisikan ban mobil tidak menempel permukaan *enclosure* agar *mesh* bagian *wind tunnel* tidak terhubung dengan *mesh* 3D model mobil.

Selanjutnya buat *Boolean* pada menu *Create* agar bagian *enclosure* dan bagian 3D model mobil menjadi satu bagian. Gunakan *operation subtract, target bodies* pada bagian *enclosure*, dan *tool bodies* pada bagian 3D model mobil. Berikutnya berikan penamaan pada setiap sisi *wind tunnel* dengan menggunakan *named selection*. Gunakan *face selection* pada setiap sisi, seperti *inlet, outlet, wall* (berupa permukaan atas dan samping), dan *ground* untuk bagian permukaan bawah.



Gambar 4. Hasil pembuatan Enclosure di Geometry

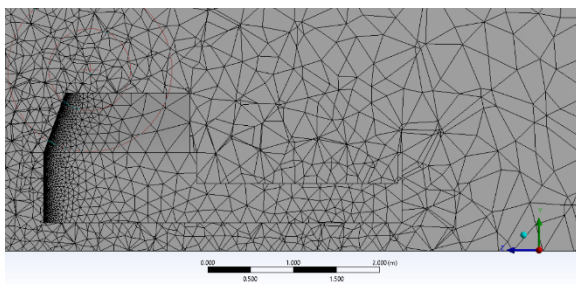
#### 4.2. Mesh

Proses meshing merupakan proses diskretisasi domain fluida dimana segmen-segmen dari model mobil disatukan sehingga simulasi dapat dilakukan. Proses meshing memakan banyak waktu karena memilih elemen yang diinginkan dan sesuai dengan spesifikasi komputer yang digunakan untuk melakukan proses perhitungan numerik.

Di penelitian ini, digunakan ukuran elemen *default* serta kualitas *smoothness* dipilih yang *high*. Kualitas meshing dilihat dari metric *skewness* yang bernilai 0,2. Untuk mendapatkan hasil yang akurat, nilai *skewness* harus di bawah 0,98 seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 5.

Excellent	Very good	Good	Acceptable	Bad	Unacceptable
0-0.25	0.25-0.50	0.50-0.80	0.80-0.94	0.95-0.97	0.98-1.00

Gambar 5. Kualitas *Skewness Meshing*



Gambar 6. Hasil *meshing Body* dengan ANSYS

Dari beberapa ukuran mesh yang telah dicoba baik dengan menggunakan ukuran mesh yang lebih kecil sekalipun, hasilnya tetap sama. Jadi, dalam simulasi ini digunakan ukuran elemen *default* serta memilih kualitas *smoothness* yang *high*. Mesh pada simulasi ini juga memasukkan method dalam jenis

*cell tetrahedron*. Hasil *meshing body* pada simulasi ini ditunjukkan pada Gambar 6.

#### 4.3. Solving

Di penentuan kondisi batas, digunakan models dengan pilihan *k-epsilon* (2 eqn) yang mana merupakan simulasi aliran udara untuk menyelesaikan 2 variabel, yaitu energi kinetik turbulen dan rata-rata disipasi dari energi kinetik.

Dalam kasus ini, simulasi aerodinamika yang akan dilakukan dipengaruhi oleh udara pada lingkungan sekitar dengan nilai tekanan atmosfer sebesar 1 atm. Pada bagian inlet dimasukan kecepatan serang sebesar 70 km/h, 80 km/h, dan 90 km/h dengan *Velocity Specification Method* diubah menjadi *Magnitude, Normal to Boundary*, dan intensitas turbulen sebesar 5%.

Fluida yang digunakan pada penelitian ini adalah udara dengan sifat fisik sebagai densitas sebesar 1,225 kg/m dan viskositas sebesar 1,7894e-05 Kg/ms.

*Scheme* yang digunakan adalah *Coupled*. *Momentum* diubah menjadi *Second Order Upwind*. *Setting Second Order Upwind* lebih sulit dan membutuhkan waktu lebih lama untuk konvergensi, tetapi hasil konvergensinya akan lebih akurat dibandingkan *setting First Order Upwind*. Untuk mempersingkat waktu penghitungan, *Turbulence Kinetic Energy* dan *Turbulence Dissipation Rate* diubah menjadi *First Order Upwind*.

Pada *number of iterations*, jumlah iterasi di *setting* sebanyak 2000. Jika belum konvergen, jumlah iterasi akan terus ditambah sampai terjadinya konvergensi atau jika grafik menjadi lebih datar.

#### 4.4. Distribusi Aliran

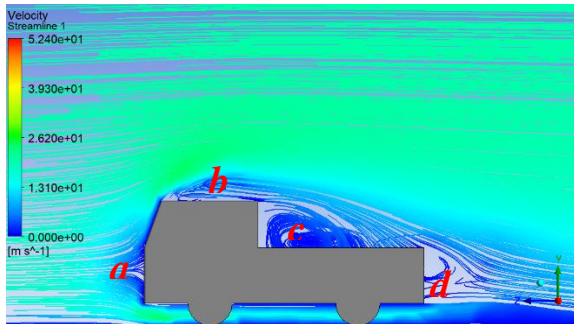
Jika dibandingkan dengan kecepatan 70 km/jam, tidak terlihat ada perbedaan signifikan pada visualisasi di kecepatan 80 km/jam dan 90 km/jam.

Gambar 7 menunjukkan pola aliran pada model *baseline* truk pikap. Di area "a" atau bagian depan pikap terdapat garis berwarna biru tua yang merupakan titik stagnasi dan menunjukkan kecepatan 0 m/s, ini terjadi karena tabrakan aliran udara sehingga laju aliran mengalami perlambatan dan menyebabkan tekanan yang tinggi pada bagian tersebut.

Di area "b", terjadi separasi aliran atau *flow separation* yang menyebabkan terjadinya *adverse pressure gradient* yang ditandai oleh aliran yang mengalir dari belakang ke depan (*backflow*).

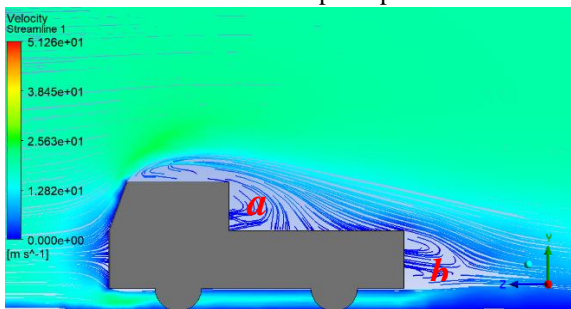
Pada area "c", aliran yang mengalir di bagian bak menghasilkan *blockade mass* yang menyebabkan terjadinya sirkulasi besar dan tebal ditunjukkan oleh garis berwarna biru yang menumpuk di dalam bak. Sirkulasi ini disebabkan oleh perbedaan tekanan pada bak pikap yang kosong dengan udara sekitarnya.

Olakan atau *wake* juga muncul di belakang bak ditunjukkan pada area "d".



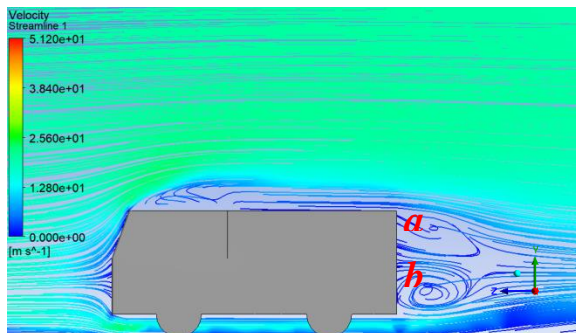
Gambar 7. Aliran Streamline pada model Baseline

Hasil simulasi pada model *baseline* yang ditambahkan terpal datar atau *Tonneau Cover* menunjukkan adanya pengurangan sirkulasi yang terjadi di bagian bak truk pikap, ditunjukkan pada area “a”. Bak trup pikap yang ditutupi terpal menghalangi udara untuk masuk ke dalam bak sehingga mengurangi *blockage mass*. *Wake* yang dihasilkan di belakang bak, ditunjukkan pada area “b” juga tampak lebih beraturan jika dibandingkan dengan *wake* yang dihasilkan model *baseline* tanpa terpal.



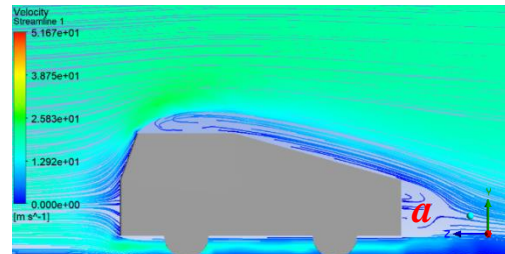
Gambar 8. Aliran Streamline pada model Terpal Tonneau Cover (Tipe A)

Gambar 9 menunjukkan bahwa model terpal *Aerocap* dengan kemiringan  $0^\circ$  justru menimbulkan *wake* yang lebih besar di bagian belakang truk pikap. Terdapat 2 *center of vortex* yang nampak jelas di area “a” dan “b”. Pada area A, muncul *starting vortex* dikarenakan oleh bentuk terpal yang kotak dan besar, yang mengakibatkan lebih kuatnya gaya hambat dan gaya gesekan pada terpal<sup>[4]</sup>. *Vortex* ini diimbangi oleh *bound vortex* yang terjadi di area “b”.



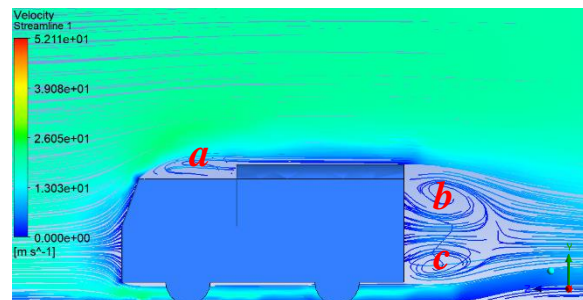
Gambar 9. Aliran streamline pada model terpal Aerocap dengan sudut  $0^\circ$  (Tipe B)

Gambar 10 menunjukkan hasil simulasi pada model terpal *aerocap* dengan sudut miring  $15,72^\circ$ . *Wake* yang dihasilkan pada aliran menumpuk pada area “a”. Jika dibandingkan dengan model terpal *aerocap* yang tidak dimiringkan, *wake* yang dihasilkan di bagian belakang bak jauh lebih kecil. Ini dikarenakan oleh bentuk terpal yang mengikuti aliran, sehingga gaya hambat dapat diminimalisir.

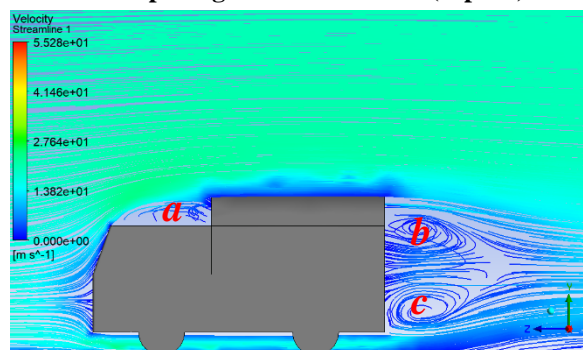


Gambar 10. Aliran Streamline pada model terpal aerocap dengan sudut miring  $15,72^\circ$  (Tipe C)

Pada visualisasi aliran di Gambar 11 dan 12, terjadi *blockade mass* di area “a” akibat adanya terpal cincing yang menghalangi aliran sehingga dapat menambah gaya hambat. Terbentuk pula *wake* yang cukup besar di belakang mobil pikap dengan 2 *center of vortex* yang ditunjukkan oleh area “b” dan “c”.



Gambar 11. Aliran Streamline pada model terpal aerocap dengan sudut kaki  $15^\circ$  (Tipe D)



Gambar 12. Aliran Streamline pada model terpal aerocap dengan sudut kaki  $30^\circ$  (Tipe E)

#### 4.5. Distribusi Tekanan

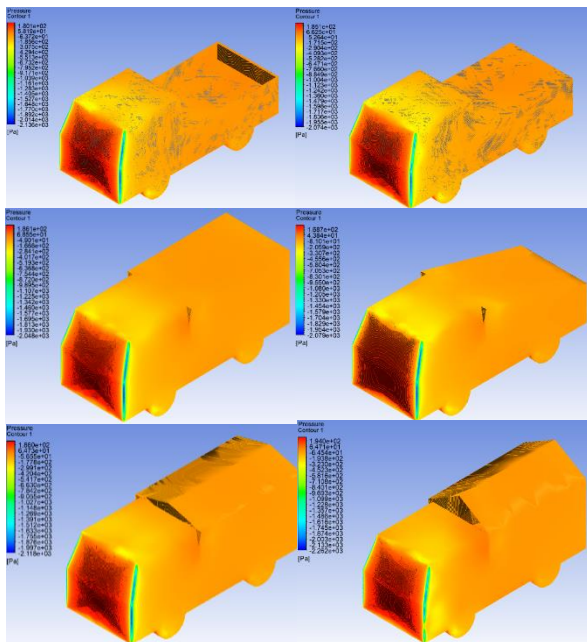
Gambar 13 menunjukkan visualisasi kontur tekanan pada setiap model terpal. Dapat dilihat adanya perbedaan nilai gradien tekanan dan kecepatan udara pada lokasi yang berbeda terutama

di bagian-bagian tertentu yang memiliki nilai gradien tekanan maupun nilai kecepatan angin yang tinggi.

Jika dibandingkan dengan model *baseline* tidak nampak ada perbedaan warna yang signifikan di antara semua kontur tekanan pada setiap model, yang berbeda hanyalah besar nilai tekanan dari semua tipe terpal dengan *baseline*.

Sebagai contoh, bagian yang tidak nampak ada perbedaan yaitu bagian depan pikap, tepatnya di bagian kap depan yang ditunjukkan dengan warna merah, memiliki nilai gradien tekanan yang paling tinggi pada mobil dikarenakan bagian tersebut merupakan bagian yang paling depan saat mobil menabrak aliran udara sehingga nilai gradien tekanan udaranya sangat besar yang ditunjukkan dengan warna merah gelap.

Tekanan menurun drastis hingga menjadi negatif di rangka depan mobil yang berwarna biru tua, biru muda, hijau, dan kuning, dengan tekanan bervariasi. Semakin ke belakang, tekanan semakin bertambah, ditunjukkan dengan kontur yang berwarna oranye.



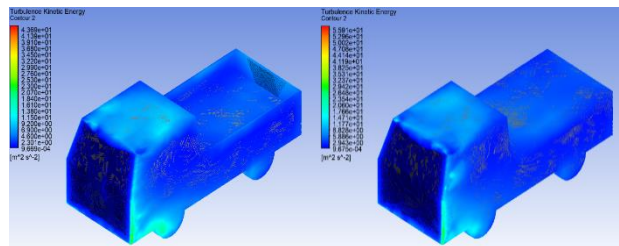
**Gambar 13. Perbandingan kontur distribusi tekanan pada setiap konfigurasi terpal**

#### 4.6. Distribusi Intensita Turbulensi

Pada visualisasi kontur di **Gambar 14-16**, dapat dilihat adanya perbedaan nilai gradien intensitas turbulensi pada lokasi yang berbeda terutama di bagian-bagian tertentu yang memiliki nilai intensitas turbulensi yang tinggi.

Pada model *Baseline* dan terpal Tipe A di **Gambar 14**, terlihat pada bagian kap depan memiliki energi kinetik turbulen yang paling rendah, ditunjukkan dengan warna biru tua. Pertumbuhan energi drastis terjadi di bagian atas dan samping kap mobil pikap, di dalam dan pinggir bak pikap, dan juga di sebagian roda depan yang ditunjukkan oleh warna biru muda dan hijau-kebiruan. Peningkatan

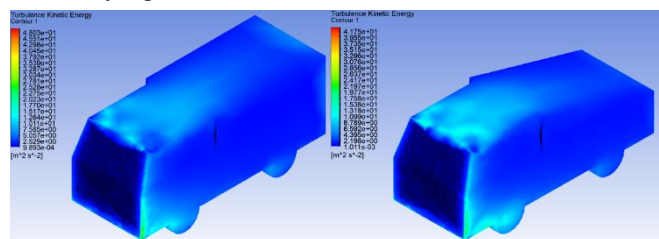
kemudian terjadi lagi di roda belakang dan bagian belakang bak.



**Gambar 14. Kontur distribusi intensitas turbulen pada model *Baseline* dan model terpal Tonneau Cover (Tipe A)**

Pada model terpal Aerocap Tipe B dan Tipe C yang ditunjukkan pada **Gambar 15**, nampak ada perubahan pada warna kontur. Sama seperti model *baseline*, terlihat pada bagian kap depan memiliki energi kinetik turbulen yang paling rendah, ditunjukkan dengan warna biru tua. Pertumbuhan energi terjadi di bagian kap atas yang berlanjut ke bagian atas terpal sampai ke bagian belakang bak.

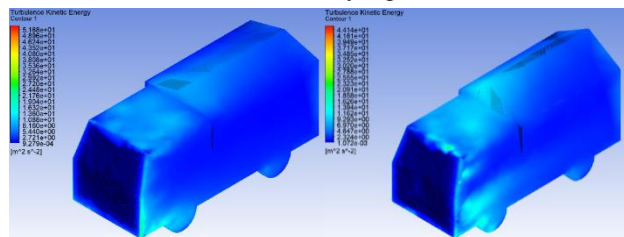
Terdapat pula peningkatan intensitas turbulen di bagian belakang terpal yang dikarenakan oleh *wake* yang dihasilkan.



**Gambar 15. Distribusi intensitas turbulen pada model terpal aerocap dengan sudut miring 0° (Tipe B) dan 15,72° (Tipe C)**

Pada model terpal cincing Tipe D dan Tipe E yang ditunjukkan oleh **Gambar 16**, nampak ada perubahan pada warna kontur.

Sama seperti model *baseline*, terlihat pada bagian kap depan memiliki energi kinetik turbulen yang paling rendah, ditunjukkan dengan warna biru tua. Pertumbuhan energi terjadi di bagian kap atas yang berlanjut ke bagian atas terpal sebelum menyempit di sepanjang bagian atas, ditandai dengan warna biru muda. Terdapat pula peningkatan intensitas turbulen di bagian belakang terpal yang dikarenakan oleh *wake* besar yang dihasilkan.

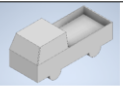
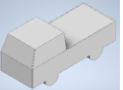
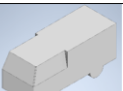
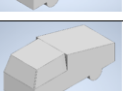




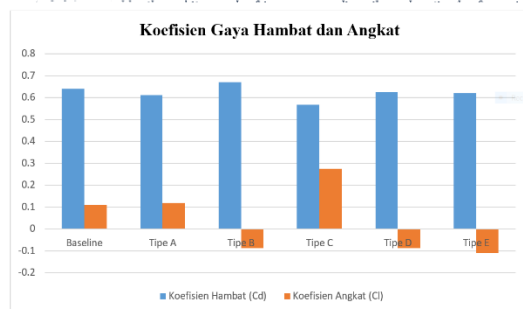
**Gambar 16. Kontur distribusi intensitas turbulen pada model terpal cincing dengan sudut kaki 15° (Tipe D) dan 30° (Tipe E)**

#### 4.7. Gaya Hambat dan Angkat

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan, berikut adalah data koefisien hambat dan angkat yang diperoleh, serta perbandingan semua tipe specimen jika dibandingkan dengan model *baseline*.

**Tabel 1. Tabel hasil penghitungan koefisien gaya aerodinamika pada setiap konfigurasi**

Konfigurasi	Model 3D	Koefisien Hambat (C <sub>d</sub> )	Perbedaan dari Baseline (%)	Koefisien Angkat (C <sub>L</sub> )	Perbedaan dari Baseline (%)
Baseline		0,6407	-	0,1102	-
Tipe A		0,6116	-4,542	0,119	7,985
Tipe B		0,6711	4,744	-0,0866	-178,58
Tipe C		0,5683	-11,30	0,2763	150,72
Tipe D		0,6241	-2,59	-0,0875	-179,40
Tipe E		0,6193	-3,34	-0,1093	-199,18



**Gambar 17. Grafik hasil penghitungan koefisien gaya aerodinamika pada setiap konfigurasi terpal**

Pada **Tabel 1** dan grafik **Gambar 17**, koefisien hambat terendah serta koefisien angkat tertinggi ditunjukkan pada model terpal *Aerocap* dengan sudut miring 15,72° (Tipe C). Sementara, koefisien hambat tertinggi ditunjukkan pada model terpal *Aerocap* dengan sudut miring 0° (Tipe B) dan koefisien angkat terendah dicapai oleh model terpal cincing dengan sudut kaki 30° (Tipe E).

Secara teoritis, gaya hambat ditimbulkan oleh tekanan dari arah dan secara frontal menabrak

kendaraan aliran (*pressure drag*) dan tekanan yang terdistribusi di seluruh permukaan benda (*skin drag*). Selain kedua hal tersebut gaya hambat dipengaruhi oleh pola aliran yang terjadi di sekeliling kendaraan dalam bentuk separasi, sirkulasi, *blockage mass* dan *wake* di belakang kendaraan. Gaya hambat yang terjadi merupakan kombinasi dari hal-hal tersebut di atas. Secara umum perubahan koefisien hambat yang terjadi tidak terlalu signifikan.

#### 5. Kesimpulan

Dari hasil-hasil simulasi diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Distribusi tekanan dan *streamline* pada truk pikap bervariasi sesuai bentuk pemasangan terpal yang disebabkan oleh separasi aliran, sirkulasi, dan *wake* (olakan) di sekeliling pikap,
2. Model terpal dengan permukaan yang luas dan berbentuk kotak seperti pada Model Terpal *Aerocap* dengan Sudut 0° (Tipe B) akan menghasilkan gaya hambat yang besar dikarenakan oleh meningkatnya *skin drag* dan sirkulasi di bagian *wake* yang akhirnya meningkatkan koefisien hambat dibanding pikap *baseline*. Model terpal dengan koefisien gaya hambat terendah ditunjukkan oleh Terpal *Aerocap* dengan Sudut 15,72° (Tipe C), karena bentuknya memiliki kemiringan mengakibatkan aliran di sekeliling pikap menjadi lebih aerodinamis. Gaya angkat yang terjadi sangat kecil dengan perubahan yang tidak signifikan, yang mana merupakan hal yang wajar untuk objek berbentuk pikap ini.

#### Daftar Pustaka

- [1] Adem F., 2009, *CFD Analysis of Drag Reduction Using External Devices on Pickup Trucks*. Department of Mechanical Engineering, California State University, USA.
- [2] Munson B., 2002, *Fundamentals of fluid mechanics*. John Wiley and Sons. New York, USA.
- [3] ANSYS, Inc., 2021, *About Ansys*. Retrieved from ANSYS: <https://www.ansys.com/>.
- [4] Usada W., 2020, Visualisasi Fenomena Fisik Aerodinamika Suatu Kendaraan Model. Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Bali, Vol. 9 No. 3, pp. 916-918

	<p><b>Fadhil Bhyantarah Nugraha</b> menyelesaikan pendidikan S1 di Universitas Udayana, Program Studi Teknik Mesin, Tahun 2022.</p>
<p>Bidang penelitian yang diminati adalah bidang konversi energi</p>	