

## PENGARUH BENTUK BENDA UJI TERHADAP POLA ALIRAN ANGIN DI RUANG UJI WIND TUNNEL

JAINAL NIULAI<sup>1</sup>  
NELCE D. MUSKITA<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Diploma IV Teknik Mesin  
Politeknik Saint Paul Sorong

Email : [enalniulai@gmail.com](mailto:enalniulai@gmail.com); [nelcemuskita779@gmail.com](mailto:nelcemuskita779@gmail.com)

### ABSTRAK

Terowongan angin adalah alat uji yang berbentuk seperti sebuah sirkuit dengan memiliki motor penggerak dibagian belakang yang bertugas untuk menggerakkan udara untuk masuk kedalam sistem, udara digerakan masuk melalui intake melewati screen dan honeycomb setelah itu masuk kedalam ruang uji yang diisi dengan benda uji berbagai bentuk. Variasi bentuk benda uji mengakibatkan terjadinya variasi pola aliran angin. Penelitian ini membahas tentang pengaruh variasi benda uji kubus, bola, silindris, pyramid dan mobil sedan terhadap pola aliran angin di ruang uji menggunakan metode studi pustaka, analisa visual, dan pengukuran ruang uji, Dari pengujian tersebut pola aliran yang terjadi pada tiap bentuk benda sangat berpengaruh terhadap pembelahan udara yang melewati benda uji tersebut. Mengetahui jenis pola aliran dibutuhkan persamaan gaya gerak fluida pada suatu ruangan, dengan membandingkan mekanika fluida. Proses visualisasi aliran dengan menggunakan media asap, pengaturan kecepatan laju aliran angin berkisar di antara 3,4 m/s demi mendukung proses pengujian yang terarah secara visualisasi pola aliran dan juga perbandingan mekanika fluida. Pola aliran yang berada didalam ruang uji di pengaruhi oleh bentuk benda uji, sesuai dengan teori mekanika fluida dimana, aliran angin yang berinteraksi dengan benda uji yang memiliki beberapa bentukan membuat aliran angin menjadi bergerak dan membentuk pola-pola yang beragam.

**Kata Kunci :** Terowongan angin, ruang uji, benda uji, pola aliran fluida

### ABSTRACT

A wind tunnel is a test equipment that forms like a circuit by having a driving motor at the back which is in charge of moving air to enter the system, air is moved through the intake through the screen and honeycomb after that enters the test chamber filled with test objects of various shapes. Variations in the shape of the test object resulted in variations in wind flow patterns. This study discusses the influence of variations in cube, ball, cylindrical, pyramid and sedan test objects on wind flow patterns in the test room using literature study methods, visual analysis, and test chamber measurements, From these tests, the flow patterns that occur in each shape of the object greatly affect the cleavage of air that passes through the test object. Knowing the type of flow pattern requires the equation of fluid electromotive force in a room, by comparing fluid mechanics. The process of simulating the flow using smoke media, setting the wind flow rate ranged between 3.4 m / s to support the test process that is directed to visualize flow patterns and also the comparison of fluid mechanics. Flow patterns that are in the test room are influenced by the shape of the test object, in accordance with the theory of fluid mechanics where, wind flow that interacts with test objects that have several formations make the wind flow becomes moving and forming various patterns.

**Keywords:** Wind tunnel, test chamber, test object, fluid flow pattern

### PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman di bidang industri, transportasi dan infrastruktur, maka ditemukanlah sebuah alat yang digunakan untuk melakukan pengujian secara terukur

tentang efek pergerakan angin terhadap objek-objek produksi. Alat ini yang dikenal dengan nama terowongan angin (wind tunnel), alat yang ditemukan dan dikembangkan sejak akhir abad ke 19 ini menjadi tolak ukur majunya ketiga bidang yang telah di sebutkan di atas.

Wind tunnel atau terowongan angin merupakan salah satu alat percobaan yang cukup penting dalam mempelajari ilmu aerodinamika, namun seiring perkembangan teknologi maka terdapat juga metode lain yang digunakan dalam mempelajari ilmu aerodinamika, yaitu dengan penggunaan simulasi terhadap gaya-gaya aerodinamika menggunakan bantuan komputer, metode ini lebih dikenal sebagai Computational Fluid Dynamics (CFD).

Terowongan angin adalah alat uji yang berbentuk seperti sebuah sirkuit dengan memiliki motor penggerak yang berada tepat dibagian belakang alat ini yang bertugas untuk menggerakkan udara masuk kedalam sistem, udara digerakkan masuk melalui intake melewati screen dan honeycomb setelah itu masuk kedalam ruang uji yang di mana benda uji dengan berbagai bentuk di letakan di tempat ini untuk menimbulkan interaksi aliran angin dengan benda uji. Sehingga memungkinkan pola aliran angin yang berada pada sistem terowongan angin ini akan terbentuk secara bervariasi di karenakan penggunaan objek penelitian yang memiliki bentuk yang berbeda satu sama lain.

Sebuah terowongan angin terdiri atas bagian tubular dengan objek yang diuji dipasang ditengah, udara digerakkan melewati objek uji, sering disebut model terowongan angin, diinstrumentasikan dengan sensor-sensor yang cocok untuk mengukur gaya-gaya aerodinamika, distribusi tekanan, atau karakteristis-karakteristik lainnya yang berkaitan dengan aerodinamika. Dengan demikian terowongan angin merupakan alat uji riset yang di gunakan dalam dunia produksi, transportasi dan infrastruktur bertujuan untuk mencari atau menganalisa interaksi angin dengan berbagai objek penelitian.

Mengacu pada hal ini maka penulis melakukan penelitian ini untuk menganalisa aliran angin yang berada di dalam ruang uji alat terowongan yang akan kami buat untuk menganalisa secara visualisasi tentang perubahan bentuk aliran angin ketika berinteraksi langsung dengan benda uji yang mungkin beragam bentuknya.

## **KAJIAN PUSTAKA**

### **Terowongan Angin**

Terowongan angin pertama kali diciptakan menjelang akhir abad-19, pada masa awal

penelitian aeronautika, ketika banyak orang yang berusaha mengembangkan mesin terbang yang beratnya lebih berat dari pada udara. Terowongan angin dibayangkan sebagai sarana yang membalikkan paradikma biasa bahwa bukan udara yang diam dan objek bergerak dengan cepat melalui udara itu. Tetapi efek yang sama akan diperoleh jika objek diam dan udara bergerak dengan cepat melalui objek itu. Dengan cara itu pengamat stasioner bisa mempelajari objek saat terbang dan bias mengukur gaya-gaya aerodinamika yang berlaku padanya.

Studi tentang terowongan angin salah satunya yaitu efek angin pada struktur atau objek-objek buatan manusia perlu dipelajari ketika bangunan-bangunan menjadi cukup tinggi untuk memberikan permukaan yang besar bagi angin dan kekuatan yang dihasilkan angin harus mampu ditahan oleh struktur dalam bangunan. Pengetahuan akan kekuatan-kekuatan tersebut diperlukan sebelum aturan – aturan pembangunan dapat menentukan kekuatan yang dibutuhkan oleh bangunan dan pengujian tersebut kemudian digunakan untuk bangunan-bangunan yang besar atau tidak biasa.

Terowongan angin digunakan dalam berbagai macam bidang seperti teknik, fisika, aerodinamika, pertanian, dan kehutanan. Pengujian terowongan angin dapat digunakan untuk banyak keperluan seperti mengukur lift, drag dan moment, visualisasi aliran menggunakan asap atau tuft, dan visualisasi dinamis.

### **Cara Kerja Terowongan Angin**

#### ***Aliran Terbuka***

Pada wind tunnel rangkaian terbuka seperti motor penggerak menghasilkan energi mekanik dalam bentuk putaran poros. Fan terhubung dengan poros motor penggerak, dan ketika poros penggerak berputar maka fan ikut berputar, putaran fan menyebabkan aliran udara dengan kecepatan tertentu.

Aliran udara yang dihasilkan fan belum laminar. Kemudian aliran udara tersebut masuk dalam sisi inlet wind tunnel. Setelah aliran udara masuk sisi inlet wind tunnel, aliran udara tersebut masuk kedalam tiap lubang honeycomb. Setelah melalui honeycomb aliran udara menjadi laminar. Kemudian aliran tersebut masuk kedalam diffuser, dan setelah melewati diffuser maka kecepatan aliran udara menurun. Setelah melewati diffuser maka aliran udara tersebut

masuk kedalam contraction, dan setelah melewati contraction maka kecepatan aliran udara meningkat. Setelah melewati contraction, aliran udara masuk kedalam test section, dan setelah melewati test section aliran udara terbuang keluar lingkungan.

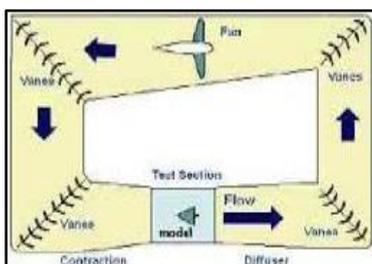


Gambar 1. Terowongan angin aliran terbuka

### Aliran Tertutup

Pada wind tunnel rangkaian tertutup motor penggerak menghasilkan energi mekanik dalam bentuk putaran poros. Fan terhubung dengan poros motor penggerak, dan ketika poros penggerak berputar maka fan ikut berputar.

Putaran fan menyebabkan aliran udara dengan kecepatan tertentu. Kemudian aliran udara tersebut belok dan diarahkan oleh sudu pengarah (vane), lalu setelah beberapa jarak melewati terowongan, aliran udara tersebut kembali belok dan diarahkan oleh sudu pengarah. Kemudian aliran udara tersebut masuk kedalam contraction, dan setelah melewati contraction maka kecepatan aliran udara akan meningkat. Setelah melewati contraction, aliran udara tersebut masuk kedalam ruang test section. Setelah melalui ruang test section, aliran udara tersebut masuk kedalam diffuser, dan setelah melewati diffuser maka kecepatan aliran udara akan turun. Setelah melewati diffuser, aliran udara tersebut belok dan diarahkan oleh sudu pengarah, lalu setelah beberapa jarak melewati terowongan, aliran udara tersebut kembali belok dan diarahkan oleh sudu pengarah, dan aliran udara tersebut tidak terbuang keluar lingkungan, melainkan dihisap kembali oleh fan.



Gambar 2. Terowongan angin aliran tertutup

### Jenis Aliran Angin dan Dimensi Benda Uji

Kecepatan dan tekanan udara diukur dalam beberapa cara diterowongan angin. Kecepatan udara yang melalui bagian tes ditentukan berdasarkan prinsip Bernoulli. Arah aliran udara yang mendekati permukaan dapat divisualisasikan dengan pemasangan benang pada aliran udara di depan dan di belakang model uji. Asap atau gelembung cairan dapat dimasukkan ke dalam aliran udara di depan model uji dan jalur mereka di sekitar model dapat difoto.

#### Jenis Aliran Angin

##### 1. Aliran Laminer

Aliran laminar adalah aliran fluida yang bergerak dengan kondisi lapisan-lapisan yang membentuk garis-garis alir dan tidak berpotongan satu sama lain. Alirannya relatif mempunyai kecepatan rendah dan fluidanya bergerak sejajar (laminar) & mempunyai batasan-batasan yang berisi aliran fluida. Aliran laminar adalah aliran fluida tanpa arus turbulen (pusaran air). Partikel fluida mengalir atau bergerak dengan bentuk garis lurus dan sejajar. Laminar adalah ciri dari arus yang berkecepatan rendah, dan partikel sedimen dalam zona aliran berpindah dengan menggelinding (rolling) ataupun terangkat (saltation). Pada laju aliran rendah, aliran laminar tergambar sebagai filamen panjang yang mengalir sepanjang aliran. Aliran laminar mempunyai Bilangan Reynold lebih kecil dari 2300.

##### 2. Aliran Turbulen

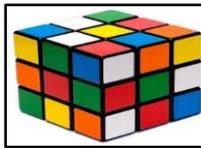
Aliran turbulen adalah aliran fluida yang partikel-partikelnya bergerak secara acak dan tidak stabil dengan kecepatan berfluktuasi yang saling interaksi. Akibat dari hal tersebut garis alir antar partikel fluidanya saling berpotongan. Turbulen mentransport partikel-partikel dengan dua cara; dengan penambahan gaya fluida dan penurunan tekanan lokal ketika pusaran turbulen bekerja padanya. Keduanya adalah penyebab terjadinya transportasi pasir sepanjang bawah permukaan.

#### Dimensi Benda Uji

##### 1. Bentuk Kubistis

Bentuk kubistis merupakan bentuk-bentuk yang menyerupai kubus atau balok. Benda-

benda yang memiliki bentuk kubistis, antara lain televisi, lemari, kulkas, mesin cuci, dan sebagainya.



Gambar 3. Bentuk Kubistis

2. Bentuk Piramid dan Kerucut

Bentuk piramid merupakan bentuk benda yang menyerupai limas. Contohnya adalah piramid di Mesir. Adapun bentuk kerucut merupakan benda dengan bentuk bagian atas lancip, contohnya, kubah, topi hias, dan sebagainya.



Gambar 4. Bentuk Piramid dan Kerucut

3. Bentuk Silindris

Merupakan bentuk benda yang menyerupai tabung atau silinder. Benda yang memiliki bentuk seperti ini antara lain gelas, ember, toples, dan sebagainya.



Gambar 5. Bentuk Silindris

4. Bentuk Bola atau Bulat

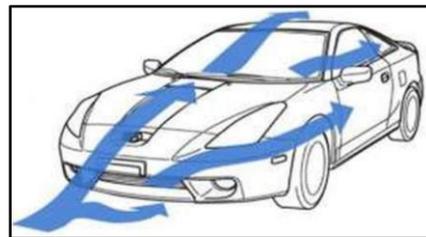
Bentuk bola atau bulat merupakan bentuk benda yang menyerupai bola yaitu bundar dan bagian dalamnya terkesan berisi (pejal). Benda yang memiliki bentuk seperti ini antara lain bola, semangka, globe, dan sebagainya.



Gambar 6. Bentuk Bola

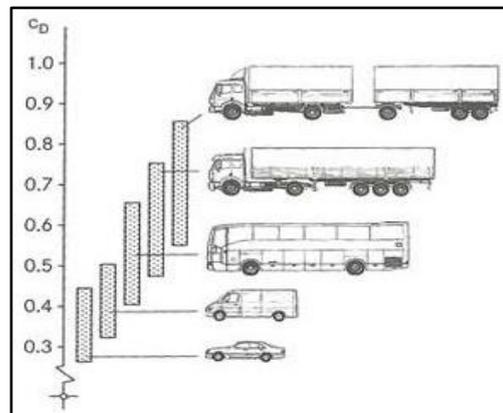
## Hubungan Aliran Angin Dengan Bentuk Benda Uji

Adapun pendekatan konsep hubungan angin dengan benda uji menggunakan teori aerodinamika. Aerodinamika disebut sebagai ilmu yang mempelajari aliran udara, karena walaupun tidak kasat mata, ternyata udara ini menghambat laju sebuah benda (mobil, truk, dll). Dalam aerodinamika pada mobil juga dikenal dengan istilah Coefficient of Drag (COD), hambatan atau tahanan udara ketika mobil bergerak.



Gambar 7. Pengaruh Aerodinamika pada Mobil

Semakin kecil COD maka semakin kecil juga tahanan udaranya. Ini penting untuk kestabilan kendaraan serta efisiensi bahan bakar. Namun, memang untuk setiap jenis mobil (sesuai dengan desainnya) memiliki besaran COD yang berbeda, yang nantinya menentukan performa kendaraan.



Gambar 8. Nilai COD pada Mobil

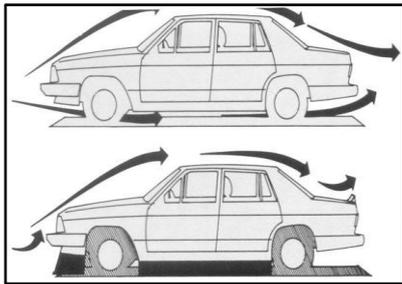
Semakin cepat kendaraan tersebut melaju, semakin perlu memperhatikan urusan aerodinamika. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan ketika gaya bekerja pada mobil saat sedang melaju, tentunya yang dipengaruhi oleh pergerakan udara, dan sangat berhubungan dengan aerodinamika

1. Gaya lift, gaya angkat ke atas sebagai akibat dari pengaruh kecepatan, bentuk sirip, streamline (bentuk mobil yang mengakomodasi besar atau kecilnya

resistansi udara), serta aerodinamika desain mobil.

2. Gaya down force, gaya tekan ke bawah pada mobil, akibat pengaruh dari, konstruksi sasis, desain mobil, penempatan beban, penambahan aksesori, bentuk kembangan ban, penempatan titik berat, bobot penumpang, penempatan spoiler (front spoiler dan rear spoiler)
3. Gaya turbulen, atau gaya yang terjadi pada bagian belakan mobil, berupa hembusan angin dari depan yang membentuk pusaran angin.

1.



Gambar 9. Efek aerodinamis pada mobil sedan

## Mekanika Fluida

Mekanika fluida adalah cabang ilmu dari fisika yang mempelajari mengenai zat fluida (cair, gas dan plasma) dan gaya yang bekerja padanya. Mekanika fluida dapat dibagi menjadi statika, kinematika fluida, dan dinamika fluida. Mekanika fluida terutama dinamika fluida, adalah bidang penelitian utama dengan banyak hal yang belum terselesaikan atau hanya sebagian yang terselesaikan.

Persamaan Navier-stokes (dinamakan dari Claude Louis Navier dan George Gabriel Stokes) adalah serangkaian persamaan yang menjelaskan pergerakan dari suatu fluida baik cairan maupun gas. Persamaan-persamaan ini menyatakan bahwa perubahan dalam momentum (percepatan) partikel-partikel fluida bergantung hanya kepada gaya viskos internal (mirip dengan gaya friksi) dan gaya viskos tekanan eksternal yang bekerja pada fluida.

## METODOLOGI PENELITIAN.

### Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Alat terowongan angin
- Anemometer
- Asap buatan

- Benda uji (bentuk kubus, bentuk piramid dan kerucut, bentuk silindris, bentuk bola dan mobil sedan)

### Prosedur Penelitian

Adapun langkah – langkah dalam pengujian adalah :

- Menyiapkan alat dan bahan
- Menyiapkan setup prosedur pengujian
- Letakan alat anemometer pada sistem alat Terowongan angin dan nyalakan alat Terowongan angin selama 1 menit guna mengamati laju aliran angin.
- Tambahkan buatan untuk mengamati pergerakan laju aliran yang berada dalam sistem alat terowongan angin, setelah itu matikan kembali alat terowongan angin.
- Menyiapkan benda uji di dalam ruang uji
- Nyalakan sistem terowongan angin
- Tambahkan kembali asap buatan
- Mengamati pola aliran yang berada di dalam ruang uji
- Mengambil gambar-gambar pola aliran yang berada di dalam ruang uji menggunakan kamera hp.
- Mencatat (pengambilan) data-data dari penelitian.

### Proses Pengambilan Data

Dengan melakukan penelitian di atas maka dapat dilakukan pengambilan data adalah sebagai berikut :

- Melakukan proses analisa secara visualisasi pengaruh bentuk benda uji terhadap pola aliran di dalam ruang uji.
- Melakukan proses analisa secara terukur terhadap pengaruh bentuk benda uji terhadap pola aliran di dalam ruang uji menggunakan anemometer.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Proses Pengukuran

Beberapa faktor pendukung dalam proses pengambilan data terdiri dari:

- Proses pengukuran dan dimensi ruang uji
- Proses pengukuran dan penentuan dimensi ruang uji bertujuan untuk menjadi acuan untuk menentukan wilayah pengujian yang ideal.
- Pengukuran panjang ruang uji sisi luar
- proses ini bertujuan untuk mengetahui panjang ruang uji

- Pengukuran lebar ruang uji sisi luar
- Pengukuran panjang ruang uji sisi dalam
- Pengukuran lebar ruang uji sisi dalam
- Tinggi sisi luar ruang uji
- Tinggi sisi dalam ruang uji

**Benda Uji**

Tabel 1. Spesifikasi Benda Uji

SPESIFIKASI BENDA UJI					
Spesifikasi	Mobil Sedan (cm)	Kubus (cm)	Bola (cm)	Silindris (cm)	Piramid (cm)
Ukuran Dimensi	P : 21 L : 9 T : 6	P : 5 T:5 L:5	D:12	D:5	P:9 L:9 T:11
Bobot	3 ons	1 ons	1 ons	2 ons	2 ons

**Komponen Pendukung dan Kecepatan aliran Angin**

Komponen pendukung merupakan komponen yang membantu kegiatan penelitian selama kegiatan tersebut berlangsung. Komponen pendukung berupa screen memiliki ukuran panjang 7 cm, lebar 45 cm dan tinggi 45 cm. corong memiliki ukuran panjang 55 cm, lebar 45 cm dan ringgi 45 cm. honeycomb memiliki ukuran panjang 7 cm, lebar 25 cm dan tinggi 25 cm. ruang uji memiliki ukuran panjang 55 cm, lebar 25 cm, dan tinggi 25 cm. diffuser memiliki ukuran panjang 55 cm, lebar 45 cm dan tinggi 45cm. Dan penelitian yang penulis lakukan menggunakan satu putaran motor dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Putaran motor : 1800 rpm
- Lebar blade : 30,48 cm
- Jumlah bilah : 5 buah

Maka kecepatan aliran angin yang berada di dalam ruang uji sebesar : **3,3 m/s**.

Laju kecepatan angin didapatkan dengan menggunakan alat ukur anemometer kecepatan aliran angin tersebut dipilih karena memiliki 2 alasan mutlak untuk penelitian ini, yaitu yang pertama kecepatan aliran angin tersebut tidak terlalu lambat dan juga tidak terlalu laju . alasan tersebut di pilih karena ketika penulis hendak mengambil data menganalisa secara visualisasi, penulis membutuhkan kecepatan aliran angin yang pergerakannya dapat diikuti dengan mata telanjang dan juga oleh alat pendukung seperti kamera biasa serta kamera thermal guna mendapatkan dokumentasi dari data penelitian yang penulis lakukan. Tetapi kecepatan aliran angin tersebut juga tak boleh terlalu lambat

karena jika demikian maka reaksi ketika angin yang bergerak dan akan berinteraksi dengan benda uji yang telah penulis modelisasikan dengan menggunakan alat bantu asap tidak akan memberikan bentuk atau pola aliran akibat terjadinya interaksi antara benda uji dan juga aliran angin tersebut. Maka dari itu pemilihan kecepatan aliran angin yang ideal merupakan kecepatan aliran angin yang dapat memenuhi kedua alasan tersebut.

**Prosedur Teknis Penyediaan Hasil Pengujian**

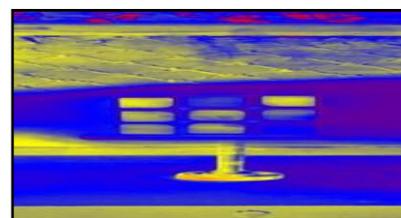
Data yang disajikan merupakan hasil pengambil atau penelitian data yang tiap proses pengujiannya penulis lakukan sebanyak 3 kali guna mencari keakuratan data. Setiap pola aliran yang terjadi karena interaksi antara aliran angin dan benda uji yang di molisasikan dengan adanya asap, akan penulis sajikan atau tampilkan dengan 2 jenis gambar.

**Kubus**

Hasil pengujian benda uji berbentuk kubistik pola aliran yang terjadi sebelum angin menabrak benda uji pola aliran berbentuk laminar dan setelah menabrak benda uji pada bagian atas benda uji sedikit mengalami perubahan pola aliran dari aliran laminar bercampur dengan aliran turbulen.



Gambar 10. Pola aliran angin benda uji kubus/kubistik



Gambar 11. Pola aliran angin benda uji kubus/kubistik (kamera thermal)

Sebelum aliran angin berinteraksi dengan benda uji, aliran angin masih dalam bentuk laminar karena dipengaruhi oleh honeycomb, dan setelah aliran angin berinteraksi dengan benda uji berbentuk kubus maka aliran angin pada bagian

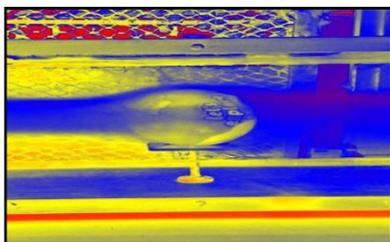
belakang atas dari benda uji aliran angin berubah menjadi turbulen.

**Bola**

Hasil pengujian benda uji berbentuk bola pola aliran yang terjadi sebelum angin menabrak benda uji pola aliran berbentuk laminar dan setelah menabrak benda uji terjadi pola aliran yang tak beraturan setelah melewati benda uji berbentuk bola.



Gambar 12. Pola aliran angin benda uji bola



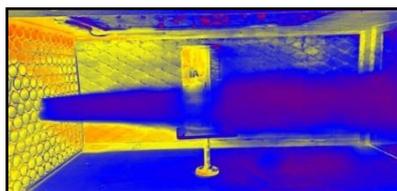
Gambar 13. Pola aliran angin benda uji bola (kamera thermal)

Sebelum aliran angin berinteraksi dengan benda uji, aliran angin masih dalam bentuk laminar di karenakan di pengaruhi oleh honeycomb, dan setelah aliran angin berinteraksi dengan benda uji berbentuk bola maka aliran angin pada bagian belakang tengah dari benda uji aliran angin berubah menjadi turbulen.

**Silindris**



Gambar 14. Pola aliran angin benda uji silindris



Gambar 15. Pola aliran angin benda uji silindris (kamera thermal)

Sebelum aliran angin berinteraksi dengan benda uji, aliran angin masih dalam bentuk laminar karena dipengaruhi oleh honeycomb, dan setelah aliran angin berinteraksi dengan benda uji berbentuk silindrer maka aliran angin pada bagian belakang tengah dari benda uji aliran angin berubah menjadi turbulen.

**Piramid**

Berikut data pola aliran angin di dalam ruang angin yang berinteraksi dengan dengan benda uji berbentuk piramid.

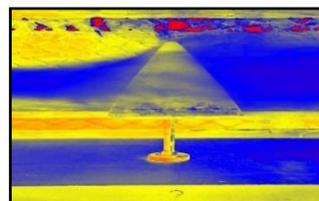
Tabel 2. Dimensi Piramid

Ukuran/Dimensi	P : 9 cm, T : 11 cm, L : 9 cm
RPM Motor	1800 r/min
Kecepatan Angin	3,3 m/s
Bobot benda uji	2 ons

setelah menabrak benda uji pada bagian atas benda uji sedikit mengalami perubahan pola aliran dari aliran laminar menjadi aliran tak beraturan dan pada bagian bawah benda uji aliran laminar bercampur dengan aliran turbulen.



Gambar 16. Pola aliran angin benda uji piramid



Gambar 17. Pola aliran angin benda uji piramid (kamera thermal)

Sebelum aliran angin berinteraksi dengan benda uji, aliran angin masih dalam bentuk laminar karena dipengaruhi oleh honeycomb, dan setelah aliran angin berinteraksi dengan benda uji berbentuk Piramida maka aliran angin pada bagian belakang secara keseluruhan dari benda uji aliran angin berubah menjadi turbulen.

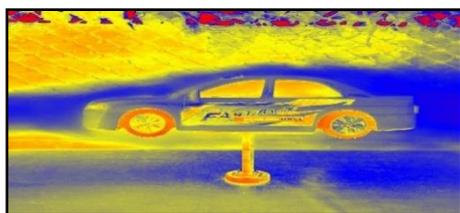
**Bentuk Acak (Mobil Sedan)**

Hasil pengujian benda uji berbentuk kubistik pola aliran yang terjadi sebelum angin menabrak benda uji pola aliran berbentuk laminar dan

setelah menabrak benda uji pada bagian atas benda uji sedikit mengalami perubahan pola aliran dari aliran laminar bercampur dengan aliran turbulen. Pada bagian bawah benda uji pola aliran lamiran mengalami sedikit perubahan dimana bercampur dengan turbulen, benda uji mobil sedan proses perpindahan aliran tidak begitu kasar ketimbang beberapa benda uji lainnya.



Gambar 18. Pola aliran angin benda mobil sedan



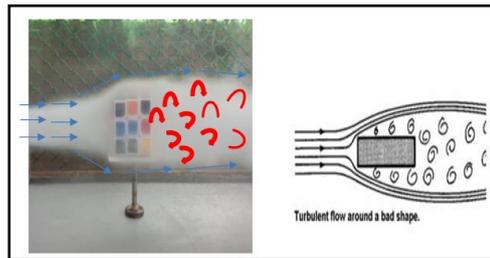
Gambar 19. Pola aliran angin benda mobil sedan (kamera thermal)

Sebelum aliran angin berinteraksi dengan benda uji, aliran angin masih dalam bentuk laminar karena dipengaruhi oleh honeycomb, dan setelah aliran angin berinteraksi dengan benda uji berbentuk mobil sedan mainan maka aliran angin pada bagian belakang tengah dekat kaca belakang dan di bawah kolong mobil dari benda uji aliran angin berubah menjadi turbulen. Berikut adalah pengaruh aliran angin di dalam ruang uji yang diakibatkan oleh bentuk benda uji dari mobil sedan.

**Pembahasan**

**Kubus**

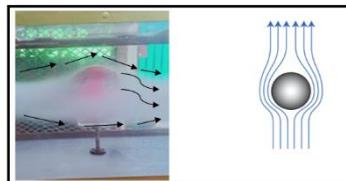
Jumlah gaya hambat yang diciptakan oleh sebuah benda yang bergerak di udara berbanding lurus dengan area depan benda. Sebaliknya, gambar bawah mengilustrasikan aliran udara di sekitar bentuk yang 'buruk', yang menunjukkan bagaimana aliran udara sangat terganggu oleh benda berbentuk persegi panjang. Berbeda dengan aliran udara di sekitar bentuk 'baik', udara yang melewati bentuk 'buruk' tidak menjaga aliran laminar yang lancar dan efisien di sekitar objek, tetapi justru membentuk bangun besar dan menciptakan banyak pusaran kecil.



Gambar 20. Perbandingan mekanika fluida benda uji kubus

**Bola**

Kemampuan bola apung untuk tetap berada di atas aliran udara berasal dari fitur fluida yang bergerak (atau gas) yang dikenal sebagai prinsip Bernoulli. Ketika bola berada di tengah aliran udara, gaya tumbukan dari udara di bawahnya melawan gaya gravitasi. Pada ketinggian yang tepat, kedua gaya akan saling membatalkan dan bola akan tetap berada di ketinggian tersebut. Jika bola mulai keluar terlalu rendah, di mana gaya tumbukan dari kipas lebih kuat, ia akan menjauh dari kipas sampai gaya tumbukan berkurang ke kekuatan yang sama dengan gaya gravitasi. Jika bola mulai terlalu tinggi, bola akan jatuh sampai kedua gaya saling meniadakan.



Gambar 21. Perbandingan mekanika fluida benda uji bola

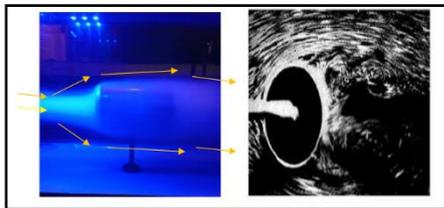
Jika bola melayang ke samping seperti gambar di atas maka dengan cepat mencapai titik di mana satu sisi bola berada di luar aliran udara, sedangkan sisi yang berlawanan tetap berada di dalam aliran udara. Menurut Bernoulli, sisi bola di dalam aliran terasa lebih rendah tekanannya, dan bola tersedot kembali ke tengah aliran. Perbedaan tekanan yang mendorong bola ke arah tersebut sering disebut dengan gaya angkat Bernoulli.



Gambar 22. Perbandingan mekanika fluida benda uji bola

**Silindris**

Dari gambar berikut dilihat bahwa pusaran-pusaran dari kedua sisi silinder itu meluas ke hilir, sehingga terbentuk arus ikutan (wake; jejak atau jalur pusaran-pusaran di belakang benda) yang turbulen di belakang silinder. Berkaitan dengan terpisahnya aliran terjadilah kerugian tekanan yang besar, karena energi kinetic pusaran-pusaran yang melintas ke dalam arus ikut tidak dapat diperoleh kembali. Untuk aliran melewati benda yang bekontur garis aliran, penurunan tekanan (pressure drop), terutama disebabkan oleh hambatan gesekan permukaan (skinfriction drag). Sebaliknya dalam hal benda tumpul hambatan gesekan kulit adalah kecil jika dibandingkan dengan hambatan bentuk (form drag) dalam daerah bilangan Reynolds. Hambatan bentuk atau hambatan tekanan (pressure drag) timbul dari berpisahya aliran yang menghalangi menutupnya garis-garis aliran dan dengan demikian menyebabkan adanya daerah tekanan rendah dibelakang benda. Bila tekanan pada bagian belakang benda lebih rendah dari pada tekanan bagian depan, maka terdapat beda tekanan yang menyebabkan gaya hambat disamping serta diatas gaya hambat yang diakibatkan oleh gesekan permukaan.

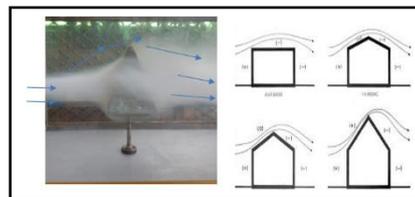


Gambar 23. Perbandingan mekanika fluida benda uji silindris

**Piramid**

Semakin tinggi sudut atap atau runcing, maka tekanan tertinggi akan berpindah dari sudut bagian depan perlahan-lahan kebagian belakang bangunan. Selain itu, daerah bagian belakang bangunan merupakan bagian yang memiliki tekanan udara paling rendah. Daerah bertekanan rendah pada bangunan dengan sudut 15 terletak pada sisi atap miring bagian depan. Setelah itu pada sudut 30, terlihat tekanan terendah terletak pada bagian tengah (nok atap) menuju ke bagian belakang. Pada sudut 45, tekanan udara berpindah ke sisi menuju atap miring bagian belakang, Nilai besar sudut dan ketinggian bangunan juga sejalan dengan nilai drag coefficient. Semakin besar sudut atap bangunan maka semakin besar pula nilai drag

coefficientnya atau nilai koefisien hambatnya. Nilai drag coefficient terendah diperoleh pada bangunan bersudut 0 derajat dengan nilai 0,8, sedangkan nilai drag coefficient tertinggi diperoleh pada sudut atap 60 derajat dengan nilai 1,4. Suatu objek yang memiliki nilai koefisien hambat tinggi maka akan memiliki gaya aerodinamis yang rendah. Objek tersebut sifatnya menahan laju angin. (lankau betang , vol. 4 no. 2 , tahun 2017)

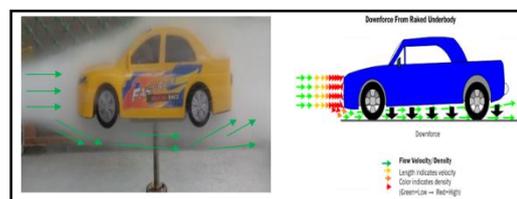


Gambar 24. Perbandingan mekanika fluida benda uji piramid

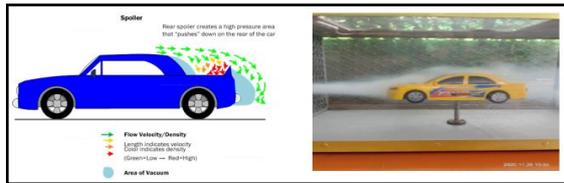
**Mobil Sedan**

Saat udara mengalir di atas kap mobil, tekanannya hilang, tetapi saat mencapai kaca depan, udara kembali menghadang penghalang, dan sebentar mencapai tekanan yang lebih tinggi. Area tekanan rendah di atas kap mobil menciptakan gaya angkat kecil yang bekerja pada area kap (Semacam mencoba menyedot kap dari mobil). Area bertekanan tinggi di depan kaca depan menciptakan gaya tekan ke bawah.

Saat udara bertekanan lebih tinggi di depan kaca depan bergerak melewati kaca depan, ia berakselerasi, menyebabkan tekanan turun. Jika ujung depan mobil lebih rendah dari ujung belakang, maka ujung depan membatasi aliran udara di bawah mobil dan celah yang semakin lebar antara bagian bawah dan jalan menciptakan area bertekanan rendah. Jika ada tekanan udara netral atau lebih tinggi di atas mobil, maka kita mendapat *downforce* karena perbedaan tekanan di atas dan di bawah mobil.



Gambar 25. Perbandingan antara hasil pengujian dengan dasar mekanika fluida aliran angin di bawah bodi mobil



Gambar 26. Perbandingan antara hasil pengujian dengan dasar mekanika fluida

## PENUTUP

Penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pengujian aerodinamika terhadap beberapa bentuk benda uji demi melihat pola aliran udara yang melalui beberapa bentuk benda uji seperti. Kubus, Pyramid, Silinder, mobil mainan. Dari pengujian tersebut pola aliran yang terjadi pada tiap bentuk benda sangat berpengaruh terhadap pembelahan udara yang melewati benda uji tersebut. Mengetahui jenis pola aliran dibutuhkan persamaan gaya gerak fluida pada suatu ruangan, dengan membandingkan mekanika fluida. Proses visualisasi aliran dengan menggunakan media asap Pengaturan kecepatan laju aliran angin berkisar di antara 3,4 m/s demi mendukung proses pengujian yang terarah secara visualisasi pola aliran dan juga perbandingan mekanika fluida. Pola aliran yang berada didalam ruang uji di pengaruhi oleh bentuk benda uji , sesuai dengan teori mekanika fluida dimana, aliran angin yang berinteraksi dengan benda uji yang memiliki beberapa bentukan membuat aliran angin menjadi bergerak dan mebentuk pola-pola yang telah penulis sajikan dalam pembahasan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggerdumas. *Aliran Laminer dan Turbulen*. Mei 27, 2012.
- Ardiyani, Yudithia, Rustana, Cecep E, Fahdiran, and Riser. *Pengembangan Desain Terowongan Angin Sirkuit Terbuka dengan Tiga Variasi Panjang Honeycomb Menggunakan Screenmesh*. Juni 2018.
- Muchammad. *Perhitungan Gaya Drag pada Benda Uji Pelat Persegi Datar Menggunakan Low Speed Wind Tunnel*. Majalah Momentum Vol 2. No.1, Semarang: Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim, 2006.

- Wikipedia. *Terowongan Angin*. n.d. [https://id.wikipedia.org/wiki/Terowongan\\_angin](https://id.wikipedia.org/wiki/Terowongan_angin) (accessed Maret 20, 2020).
- Yuniarsih, Nadia, and Wowo Rossbandrio. "Pengembangan Terowongan Angin Kecepatan Rendah (Low Speed Wind Tunnel) Untuk Tujuan Edukatif di Politeknik Negeri Batam." *Integrasi Vol 7. No.1*, 2019: 19-22.