

DISTRIBUSI ALIRAN BERBAGAI BENTUK *DRAG MODEL* DENGAN VARIASI KECEPATAN FLUIDA MENGGUNAKAN *SOFTWARE FLUENT FLOWIZARD 2.0.4*

Gigih Dwi Nugroho, F.A Widiharsa^{*}, Moch. Ma'ruf
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang
^{*}Email *corresponding author*: fransiskus.widiharsa@unmer.ac.id

Abstrak

Fenomena aliran fluida melalui suatu bentuk body hambatan/*drag model* merupakan fenomena yang sering kita temui dalam kehidupan. Bentuk *drag model* yang berbeda akan menghasilkan karakteristik aliran fluida yang berbeda dan sangat berpengaruh terhadap fungsi dari bentuk *drag model* tersebut. Fluent Flowizard adalah *software* dengan program *Computational Fluid Dynamics (CFD)* yang dapat mensimulasikan aliran fluida pada sekitar permukaan desain berbagai macam bentuk drag model. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui distribusi tekanan statis dan tekanan total serta distribusi kecepatan berbagai bentuk drag model dengan variasi kecepatan aliran fluida. Drag model yang disimulasikan adalah bentuk bola, setengah bola cekung, setengah bola cembung, piringan dan streamline. Kecepatan aliran fluida yang digunakan untuk simulasi adalah kecepatan 10 m/s, 15 m/s, 20 m/s dan 25 m/s. Hasil dari simulasi menunjukkan bahwa tekanan statis tertinggi terjadi pada bentuk setengah bola cekung saat kecepatan aliran 25 m/s dengan besar tekanan statisnya 451 pascal, tekanan total tertinggi terjadi pada bentuk piringan saat kecepatan aliran 25 m/s dengan besar tekanan totalnya 475 pascal, dan peningkatan kecepatan tertinggi terjadi pada bentuk setengah bola cekung dan cembung pada kecepatan 25 m/s dimana kecepatannya menjadi 28,8 m/s atau meningkat 3,8 m/s dari kecepatan awal.

Kata Kunci: Drag Model, Simulasi, Fluent Flowizard

Abstract

The phenomenon of fluid flow through a form of body resistance/drag model is a phenomenon that we often encounter in life. Different drag models will produce different fluid flow characteristics and have an effect on the function of the drag shape of the model. Fluent Flowizard is software with Computational Fluid Dynamics (CFD) program that can simulate fluid flow around the design surface of various forms of drag models. The purpose of this research is to find out the static pressure distribution and total pressure and speed distribution of various drag model with variation of fluid flow velocity. The simulated model drag is a ball shape, half a concave ball, half a convex ball, a dish and a streamline. The fluid flow velocity used for the simulation is velocity of 10 m/s, 15 m/s, 20 m/s and 25 m/s. The result of the simulation shows that the highest static pressure occurs in the half-sphere concave ball at flow velocity 25 m/s with a static pressure of 451 pascal, the highest total pressure occurring in the disk shape at a flow velocity of 25 m/s with a total pressure of 475 pascal, and the highest speed increase occurring in the concave and convex half ball at a speed of 25 m/s where the speed becomes 28.8 m/s or increases 3.8 m/s from the initial speed.

Keywords : Drag Model, Simulation, Fluent Flowizard

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Fenomena aliran fluida melalui suatu bentuk body hambatan/*drag model* merupakan fenomena yang sering kita temui dalam kehidupan. Bentuk *drag model* yang berbeda akan menghasilkan karakteristik aliran fluida yang berbeda dan sangat berpengaruh terhadap fungsi dari bentuk drag model tersebut. Dengan demikian pemilihan bentuk

drag model untuk sebuah aplikasi tertentu harus sangat diperhatikan, kesalahan dalam pemilihan bentuk *drag model* dapat mengakibatkan kurang maksimalnya fungsi dari penggunaan tersebut. Untuk itu perlu diketahui karakteristik dari setiap bentuk drag model tersebut untuk bisa diaplikasikan sesuai dengan fungsinya.

Fluent Flowizard adalah *software* dengan program komputasi *Computational Fluid Dynamics (CFD)* yang dapat

mensimulasikan aliran fluida pada sekitar permukaan desain berbagai macam bentuk *drag model* dengan dibantu oleh *software design model* (AutoCAD). Dengan *software* Fluent Flowizard ini bisa diketahui karakteristik aerodinamik dari berbagai macam bentuk *drag model* yang diujikan dengan variasi kecepatan aliran fluida sehingga bisa didapatkan performansi maksimum dari suatu bentuk benda dengan kondisi tertentu.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui nilai dan distribusi tekanan statis pada permukaan berbagai bentuk *drag model* dengan variasi kecepatan aliran fluida.
2. Mengetahui nilai dan distribusi tekanan total pada permukaan berbagai bentuk *drag model* dengan variasi kecepatan aliran fluida.
3. Mengetahui nilai dan distribusi kecepatan pada permukaan berbagai bentuk *drag model* dengan variasi kecepatan aliran fluida.

KAJIAN PUSTAKA

Aerodinamika

Aerodinamika berasal dari dua buah kata yaitu *aero* yang berarti bagian dari udara dan *dinamika* yang berarti cabang ilmu alam yang menyelidiki benda-benda bergerak serta gayanya menggerakkan benda-benda tersebut. Pada intinya aerodinamika bertujuan untuk memecah kecepatan atau hambatan udara pada saat kecepatan tinggi. Hambatan udara yang

bekerja pada suatu model hambatan terutama ditentukan oleh bentuk body dari model hambatan tersebut. Gaya aerodinamika pada suatu model hambatan memang terlihat sangat kompleks, terlebih pada interaksi antara bentuk model hambatan, fluida, dan kecepatan aliran. Akan tetapi sebenarnya gaya dan momen aerodinamika pada model hambatan hanya disebabkan oleh dua sumber utama yaitu:

1. Distribusi tekanan sepanjang permukaan bodi.
2. Distribusi tegangan geser sepanjang permukaan bodi.

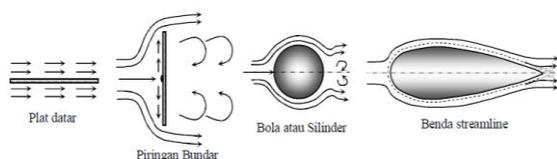
Drag Model

Drag model memiliki banyak sekali bentuk dan variasinya. Karakteristik untuk setiap bentuk drag model juga tidak sama. Berikut adalah beberapa bentuk drag model yang secara umum banyak digunakan di kehidupan sehari-hari:

1. Plat datar horizontal dengan posisi searah aliran udara mempunyai hambatan yang diakibatkannya oleh gesekan pada permukaan plat.
2. Piringan bundar (*circular disc*) dengan posisi normal atau tegak lurus arah aliran udara. Pemisahan aliran terjadi pada tepi piringan. Gejolak aliran (*wake*) berkembang pada bagian bawah/dalam aliran (*down stream*) dimana tekanan yang terjadi lebih rendah dari sisi atas/luar aliran.
3. Bola atau silinder (*sphere or cylinder*); pemisahan aliran tidak terjadi di suatu titik yang tetap. Lokasinya bergantung pada bilangan Reynold. Gejolak aliran dan

hambatan lebih kecil dari yang terjadi pada piringan bundar.

4. Benda streamline (*streamlined body*); pemisahan aliran terdihanya pada ujung aliran. Gejolak yang terbentuk sangat kecil. Hambatan yang diakibatkan oleh tekanan sangat kecil tetapi hambatan akibat gesekan (*friction*) lebih besar dari bola karena luasan permukaan kontak benda streamline dengan aliran lebih besar.



Gambar 1 Aliran Udara yang Melewati Berbagai Obyek Benda

Computational Fluid Dynamics (CFD)

Computational Fluid Dynamics (CFD) adalah metode penghitungan dengan sebuah control dimensi, luasan volume dengan memanfaatkan bantuan komputasi computer untuk melakukan perhitungan pada tiap-tiap elemen pembagiannya. Prinsipnya adalah suatu ruang yang berisi fluida yang akan dilakukan penghitungan dibagi-bagi menjadi beberapa bagian, hal ini sering disebut dengan seldan prosesnya dinamakan meshing.

CFD adalah penghitungan yang mengkhususkan pada fluida, mulai dari aliran fluida, heat transfer dan reaksi kimia yang terjadi pada fluida. Atas prinsip-prinsip dasar mekanika fluida, konservasi energi, momentum, massa, penghitungan dengan CFD dapat dilakukan. Secara sederhana proses penghitungan yang dilakukan oleh

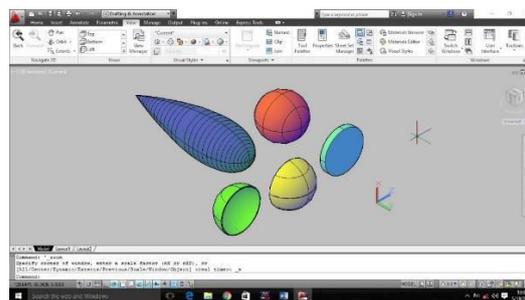
aplikasi CFD adalah dengan kontrol-kontrol penghitungannya yang telah dilakukan maka control penghitungan tersebut akan dilibatkan dengan memanfaatkan persamaan-persamaan yang terlibat. Beberapa contoh software yang sering dipakai untuk melakukan simulasi dan analisa CFD antara lain CFD SOF, ANSYS, SolidWork Flow Simulation, Fluent Flowizard, Rhinoceros, dan CATIA.

METODOLOGI PENELITIAN

Software yang Digunakan dalam Penelitian

1. AutoCAD 2012

AutoCAD adalah perangkat lunak komputer CAD untuk menggambar 2 dimensi dan 3 dimensi yang dikembangkan oleh Autodesk. Keluarga produk AutoCAD, secara keseluruhan, adalah software CAD yang paling banyak digunakan di dunia. AutoCAD digunakan oleh insinyur sipil, land developers, arsitek, insinyur mesin, desainer interior dan lain-lain.

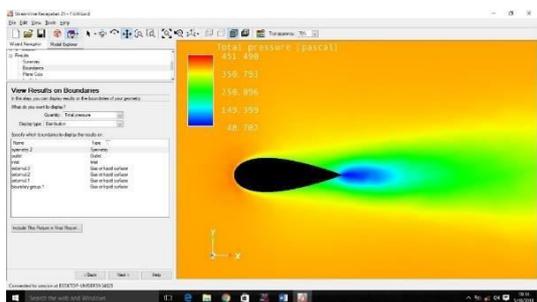


Gambar 2 Tampilan AutoCAD 2012

2. Fluent Flowizard 2.0.4

Fluent Flowizard 2.0.4 digunakan untuk melakukan perhitungan komputasi dinamika fluida (CFD) dengan cara mengimport geometri model dalam bentuk

fileformat ACIS, mendeskripsikan kondisi fisik darimodel,menentukandaerahdan arah aliran fluida,sertamenentukan parameter-parameter solusi. Fluent Flowizard 2.0.4menghasilkanberbagai macam bentuksimulasidiantaranya distribusi tekanan statis,distribusi tekanan totaldan distribusikecepatan.

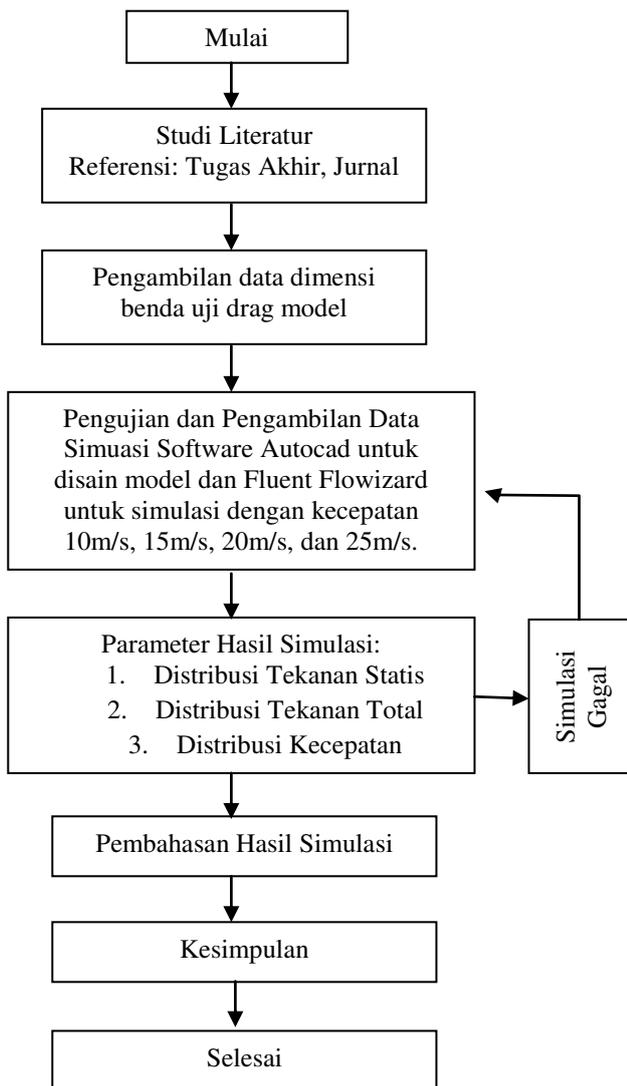


Gambar 3. Tampilan Fluent Flowizard 2.0.4

Prosedur Simulasi

1. Lakukan pengukuran dimensi drag model.
2. Buat model sesuai dengan ukuran menggunakan software AutoCAD
3. Kemudian Export model tersebut dalam format ACIS (.sat).
4. Buka Aplikasi Fluent FloWizard 2.0.4
5. Tentukan satuan yang akan digunakan dalam software.
6. Import file dengan format ACIS yang telah dibuat di AutoCAD. Tentukan juga ukuran yang digunakan.
7. Tentukan apakah model yang akan disimulasikan tersebut simetri atau tidak.
8. Pilih geometri yang digunakan adalah sebuah bentuk solid model.
9. Tentukan aliran yang digunakan adalah aliran luar (External flow).
10. Buat daerah aliran fluida yang melintasi solid model.
11. Lewati langkah untuk menentukan temperature karena di dalam simulasi ini temperature diabaikan.
12. Tentukan jenis aliran yang terjadi dalam fluida yaitu aliran turbulenta.
13. Definisikan kondisi fisik daerah aliran, yaitu berupa aliran udara.
14. Tentukan batasan-batasan daerah aliran fluida. Kondisi awal dan akhir dari fluida harus didefinisikan, seperti jenis fluida dan kecepatan alirannya.
15. Tentukan akurasi dan kecepatan dari simulasi. Disini digunakan dengan akurasi dan kecepatan standard.
16. Jika semua masukan sudah benar, maka software akan menunjukkan pemberitahuan bahwa tidak ada eror dalam masukan data.
17. Setting untuk peformansi kalkulasi dari simulasi. Disini digunakan setting standard.
18. Tunggu proses simulasi. Waktu simulasi dipengaruhi oleh model yang digunakan.
19. Hasil simulasi dapat dilihat sesuai apa yang diinginkan, seperti distribusi tekanan statis, distribusi tekanan total maupun distribusi kecepatan.

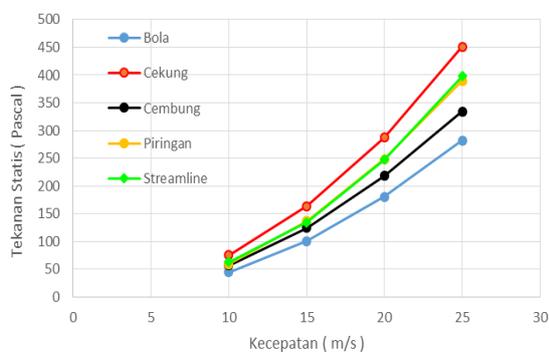
Diagram Alir Penelitian



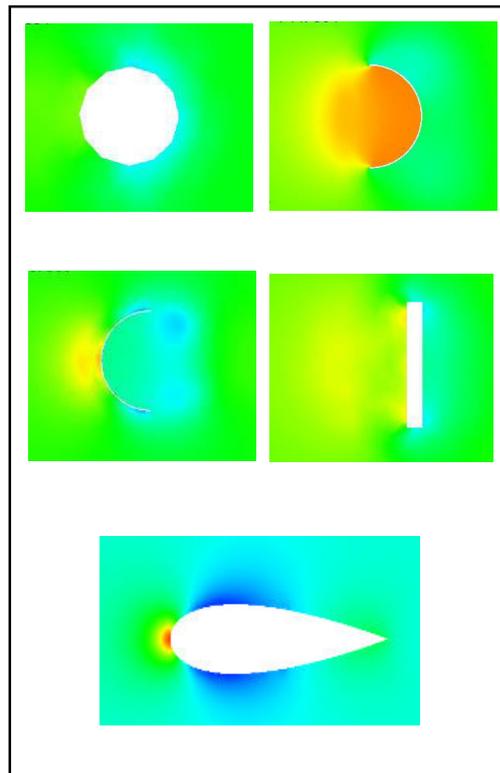
Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi Tekanan Statis



Gambar5 Tekanan Statis dengan Variasi Kecepatan Aliran Fluida dan Drag Model



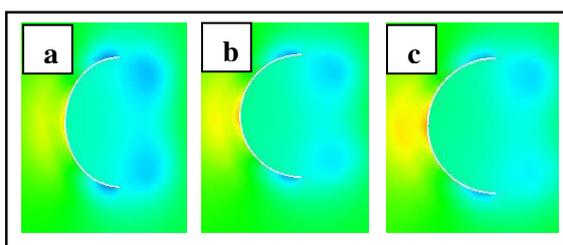
Gambar 6. Distribusi Tekanan Statis Dengan Variasi Drag Model pada Kecepatan 25 m/s

Jika dilihat pada grafik tersebut terlihat bahwa setiap kenaikan kecepatan aliran fluida maka tekanan statis maksimal yang terjadi akan selalu meningkat. Hal tersebut karena kecepatan merupakan fungsi dari tekanan, sesuai dengan persamaan berikut.

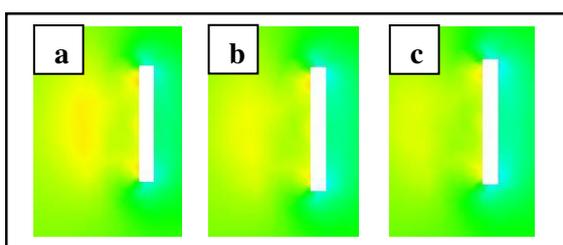
$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2$$

Dimana setiap kenaikan nilai kecepatan (v) maka akan berdampak pada naiknya nilai tekanan (P). Tekanan statis setiap bentuk drag model pada kondisi kecepatan aliran fluida yang sama maka terlihat bentuk cekung menghasilkan tekanan statis yang paling besar. Nilai tekanan statis yang paling besar terjadi pada saat kecepatan fluida 25 m/s dengan besar mencapai 451 pascal yang berada di dalam area cekungnya. Pada

kecepatan aliran yang sama 25m/s pada bentuk drag model yang lain, tekanan statis maksimal pada bola adalah 282 pascal, cembung adalah 334 pascal, piringan adalah 389 pascal dan streamline adalah 398 pascal. Untuk tekanan terendah terjadi pada bentuk piringan di kecepatan aliran fluida 25m/s dengan besar -509 pascal yang terjadi di bagian ujung permukaan bagian belakang dari bentuk piringan. Untuk tekanan terendah terjadi pada bentuk piringan di kecepatan aliran fluida 25 m/s dengan besar -509 pascal yang terjadi di bagian ujung permukaan bagian belakang dari bentuk piringan.



Gambar 6 Perubahan Tekanan Statis pada Permukaan Drag Model Cembung pada Kecepatan (a) 10 m/s, (b) 20 m/s, (c) 25m/s

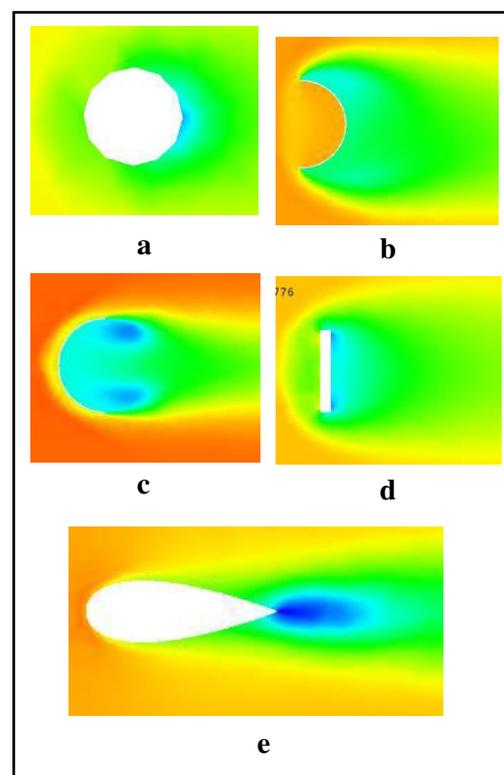


Gambar 7 Perubahan Tekanan Statis pada Permukaan Drag Model Piringan pada Kecepatan (a) 10 m/s, (b) 20 m/s, (c) 25m/s

Jika ditinjau dari pola distribusi tekanan statisnya untuk setiap kenaikan aliran fluida maka 2 bentuk drag model yaitu bola dan streamline menunjukkan konsistensi. Dimana pada kedua bentuk tersebut hampir tidak ada perubahan dari

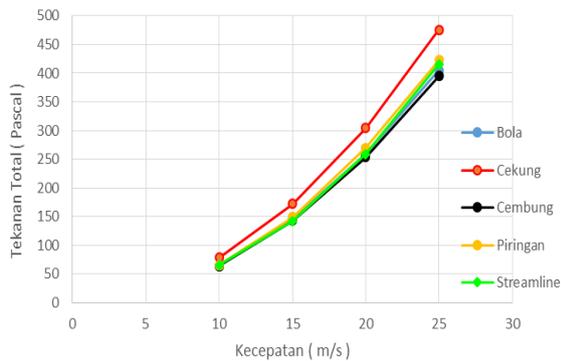
bentuk distribusi tekanan statisnya. Sedangkan pada bentuk yang lain ada beberapa perubahan, meskipun tidak terlalu signifikan. Pada bentuk setengah bola cekung perubahan terjadi di area belakang drag model dimana untuk setiap kenaikan kecepatan, maka tekanan rendahnya akan semakin banyak. Berbeda dengan bentuk setengah bola cembung dimana untuk setiap kenaikan kecepatan aliran fluida justru area tekanan rendahnya akan semakin merata. Sedangkan pada bentuk piringan, untuk setiap kenaikan kecepatan maka area tekanan tingginya akan semakin berkurang dan area tekanan rendah di area belakang drag model akan lebih banyak, meskipun tidak signifikan.

Distribusi Tekanan Total



Gambar 8 Distribusi Tekanan Drag Model dengan Kecepatan 25 m/s pada Bentuk (a)

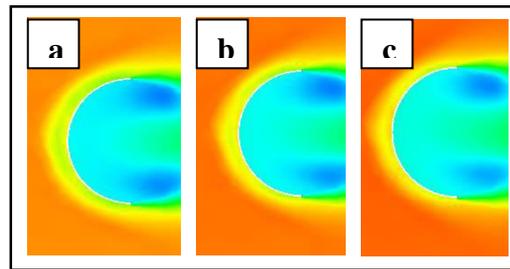
Bola, (b) Cekung, (c) Cembung, (d) Piringan, (e) Streamline



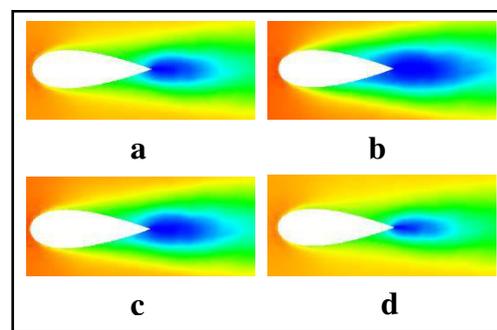
Gambar 9 Tekanan Total dengan Variasi Kecepatan Aliran Fluida dan Drag Model

Jika dibandingkan distribusi tekanan total maksimalnya setiap bentuk drag model pada kondisi kecepatan aliran fluida yang sama maka terlihat bahwa untuk setiap kenaikan kecepatan aliran fluida maka tekanan totalnya akan semakin meningkat, sama seperti halnya dengan tekanan statisnya. Tekanan total setiap bentuk drag model pada kondisi kecepatan aliran fluida yang sama maka terlihat bentuk cekung menghasilkan tekanan total yang paling besar. Nilai tekanan total yang paling besar terjadi pada saat kecepatan fluida 25 m/s dengan besar mencapai 475 pascal. Nilai tekanan total yang besar pada bentuk cekung dan merata pada area permukaan tersebut berdampak pada gaya hambatnya yang secara teoritis memang yang paling besar di antara bentuk drag model yang lain. Pada kecepatan alirannya yang sama 25 m/s pada bentuk drag model yang lain, tekanan total maksimal pada bola adalah 405 pascal, cembung adalah 395 pascal, piringan adalah 422 pascal dan streamline adalah 416 pascal. Untuk tekanan terendah terjadi pada bentuk

piringan dengan kecepatan aliran fluida 25 m/s dengan besar 503 pascal.



Gambar 10 Perubahan pada Bentuk Cembung pada Kecepatan (a) 10 m/s, (b) 20 m/s, (c) 25 m/s

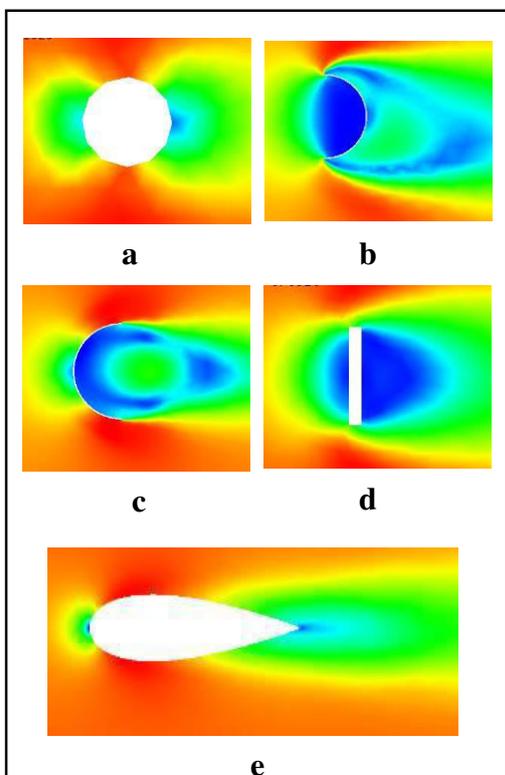


Gambar 11 Perubahan pada Bentuk Streamline pada Kecepatan (a) 10 m/s, (b) 15 m/s, (c) 20 m/s, (d) 25 m/s

Jika ditinjau dari pola distribusi tekanan totalnya untuk setiap kenaikan aliran fluida maka bentuk bola memiliki distribusi tekanan total paling konsisten dibandingkan dengan bentuk yang lain untuk setiap perubahan kecepatan aliran fluida. Sedangkan drag model paling fluktuatif untuk setiap kecepatan aliran fluida adalah bentuk streamline. Bentuk drag model streamline hampir selalu menunjukkan perubahan distribusi tekanan total yang sangat signifikan untuk setiap kenaikan kecepatan aliran fluida. Pada bentuk bola, lapisan batasnya tidak terlalu kelihatan, hanya separasi warna saja yang terlihat di sekitarnya. Pada keempat bentuk lain lapisan batasnya sangat terlihat jelas. Lapisan batas pada bentuk cekung

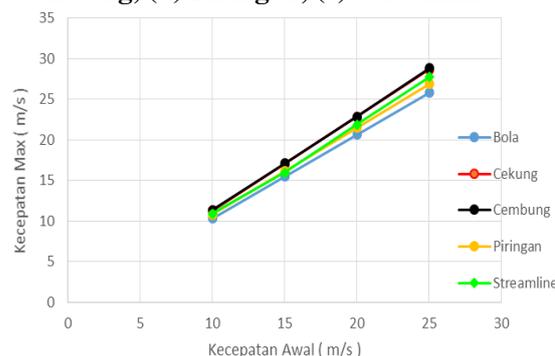
dan piringan cenderung menjauhi permukaan dari *body drag* model, sedangkan pada bentuk cembung dan streamline lapisan batasnya berada dekat dengan permukaannya. Setiap kenaikan kecepatan aliran fluida lapisan batas pada cembung akan semakin mendekat dari ujung permukaan dan di area belakangnya bentuk lapisan batasnya akan semakin mengerucut mendekati drag model. Untuk area dengan tekanan rendah terlihat jelas yang paling besar adalah pada bentuk cembung dan streamline. Perbedaan dari keduanya adalah letak dan besarnya area tekanan yang cenderung konstan pada bentuk cembung sedangkan pada bentuk streamline sangat berubah-ubah untuk setiap kenaikan kecepatan aliran fluida.

Distribusi Kecepatan



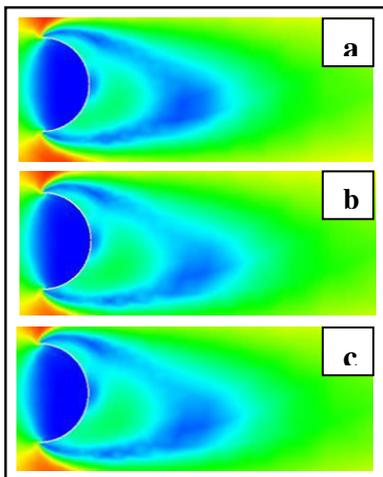
Gambar 12 Distribusi Kecepatan Drag Model dengan Kecepatan 25 m/s pada Bentuk (a) Bola, (b) Cekung, (c)

Cembung, (d) Piringan, (e) Streamline

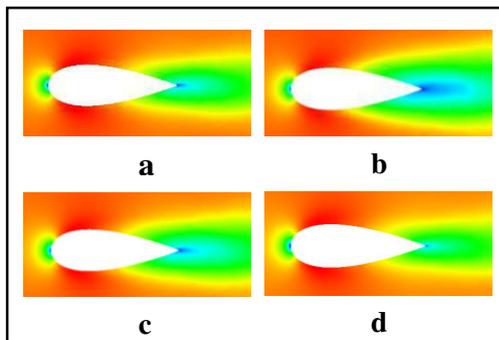


Gambar 13 Kecepatan Maksimal pada Permukaan Benda dengan Kecepatan Aliran Fluida Masukan Drag Model

Jika dibandingkan distribusi kecepatan setiap bentuk drag model pada kondisi kecepatan aliran fluida yang sama maka terlihat bahwa bentuk cembung dan cekung memiliki peningkatan kecepatan terbesar dibandingkan dengan bentuk yang lain. Bentuk drag model dengan peningkatan kecepatan terendah adalah bentuk bola. Peningkatan terbesar terjadi pada bentuk cembung dengan kecepatan awal 25 m/s dimana terjadi peningkatan kecepatan sebesar 3,8 m/s menjadi 28,8 m/s. Pada kecepatan alirannya sama 25 m/s pada bentuk drag model yang lain, kecepatan maksimal pada bola adalah 25,8 m/s meningkat 0,8 dari kecepatan awal, cekung adalah 28,7 m/s meningkat 3,7 dari kecepatan awal, piringan adalah 26,9 m/s meningkat 1,9 m/s dan streamline adalah 27,7 m/s meningkat 2,7 m/s.



Gambar 14 Perubahan pada bentuk Cekung dengan Kecepatan (a) 10 m/s, (b) 15 m/s, (c) 25 m/s



Gambar 15 Perubahan pada Bentuk Streamline pada Kecepatan (a) 10 m/s, (b) 15 m/s, (c) 20 m/s, (e) 25 m/s

Untuk setiap kenaikan kecepatan aliran fluida, bentuk drag model yaitu bola, setengah bola cembung dan piringan menunjukkan pola aliran yang konsisten tidak ada suatu perubahan yang besar terjadi. Sedangkan pada bentuk setengah bola cekung dan streamline perubahan yang terjadi untuk setiap kenaikan kecepatan aliran adalah pola distribusi tekanan rendah yang ada di belakang *body*. Drag model yang memiliki daerah dengan kecepatan rendah paling banyak adalah pada bentuk setengah bola cekung, setengah bola cembung dan piringan.

Sedangkan pada bentuk bola dan streamline area dengan kecepatan rendah yang tergolong sedikit, hanya sebatas di dekat ujung depan dan belakang bentuk drag model. Pada bentuk streamline kembali menunjukkan pola distribusi kecepatan yang sangat berubah-ubah untuk setiap perubahan kecepatan aliran fluida, sama seperti halnya dengan distribusi tekanan totalnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa pola aliran tekanan dan kecepatan pada bentuk streamline ini sangat dipengaruhi oleh kecepatan aliran fluida.

SIMPULAN

Simpulan yang dapat diambil dari penelitian yang telah dilakukan dengan metode simulasi menggunakan *software* Fluent Flow Wizard 2.0.4 adalah sebagai berikut:

1. Untuk setiap kenaikan kecepatan aliran fluida pada semua bentuk drag model maka tekanan statis dan tekanan total maksimalnya akan meningkat
2. Tekanan statis tertinggi terjadi pada bentuk setengah bola cekung saat kecepatan aliran 25 m/s dengan besar tekanan statisnya 451 pascal yang berada di depan cekungan.
3. Tekanan total tertinggi terjadi pada bentuk cekung saat kecepatan aliran 25 m/s dengan besar tekanan totalnya 475 pascal yang berada di depan cekungan.
4. Untuk setiap kenaikan kecepatan aliran fluida pada semua bentuk drag model maka terjadi peningkatan kecepatan aliran fluida di sekitar tepi samping permukaan drag model.
5. Peningkatan kecepatan tertinggi terjadi pada bentuk setengah bola cembung pada

kecepatan 25 m/s dimana kecepatannya menjadi 28,8 m/s atau meningkat 3,8 m/s dari kecepatan awal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson John D, *Fundamentals of Aerodynamics (5th ed.)*, McGraw-Hill, 2011
- Djojodihardjo Harijono, *Mekanika Fluida*, Erlangga Jakarta, 1983
- Dugdale RH, *Mekanika Fluida*, Erlangga Jakarta, 1986
- Houghton EL, PW Carpenter, *Aerodynamics for Engineering Students (5th ed.)*, Butterworth-Heinemann, 2003
- Munson Bruce R, Young Donald F, Okhisi Theodore H, *Mekanika Fluida*, Erlangga Jakarta, 2002
- Streeter Victor L, E Benjamin Wylie, *Mekanika Fluida*, Erlangga Jakarta, 1996
- White Frank M, *Mekanika Fluida*, Erlangga Jakarta, 1988
- Fluent Inc, **FloWizard 2.0 User's Guide**, 2005
- Prakoso Verdinand Hadi, **Distribusi Tekanan dan Kecepatan pada Airfoil NACA-0015 Dengan Variasi Sudut Serang dan Sudut Flap Menggunakan Fluent Flowizard 2.0.4**, Teknik Mesin Universitas Merdeka Malang, 2016
- Salam H. Nasaruddin, Muh. Noor Umar, Ibnu Sidig, **Analisis Eksperimental dan Simulasi Numerik Karakteristik Aliran Fluida Melalui Silinder Persegi dan Segitiga**, Teknik Mesin Universitas Hasanuddin, 2013
- Yamin Muh., Suhandono, **Analisis Aerodinamika Deflektor Pada Truck Menggunakan Software Berbasis Computational Fluid Dynamics (CFD)**, Teknik Mesin Universitas Gunadarma, 2016