

BAB VI

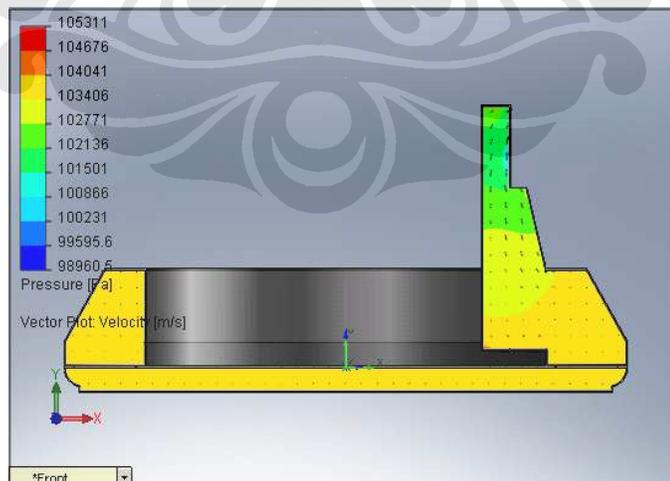
HASIL DAN PEMBAHASAN

6.1 ANALISA DISTRIBUSI TEKANAN DAN KECEPATAN ALIRAN UDARA PADA PEMBAGI ALIRAN UDARA TANPA MENGGUNAKAN *GUIDE VANES*.

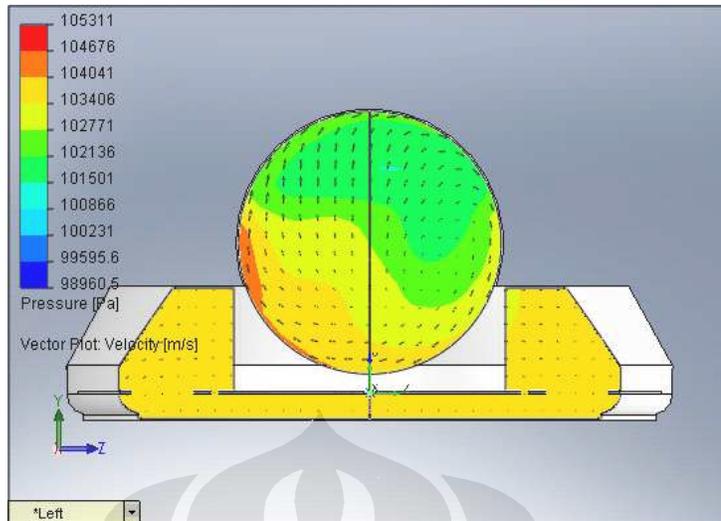
Pada sub bab ini akan dianalisa pengaruh desain rasio pembagi udara tanpa menggunakan *guide vanes* terhadap distribusi tekanan dan kecepatan yang terjadi pada sistem *thrust* dan *bag*.

6.1.1 Distribusi Tekanan

Setelah dilakukan percobaan sebelumnya pada fan yang digunakan pada *hovercraft*, kemudian data-data hasil simulasi dimasukkan sebagai input untuk melakukan simulasi skenario pertama yaitu simulasi terhadap karakteristik aliran udara akibat rasio sistem pembagi udara. Simulasi dilakukan terhadap pembagi udara $2/3$, $1/2$, dan $1/3$ tanpa menggunakan *guide vanes* untuk melihat distribusi tekanan yang terjadi pada *bag*. Hasil simulasi tersebut berupa distribusi tekanan yang terjadi pada daerah bag dengan visualisasi sebagai berikut :

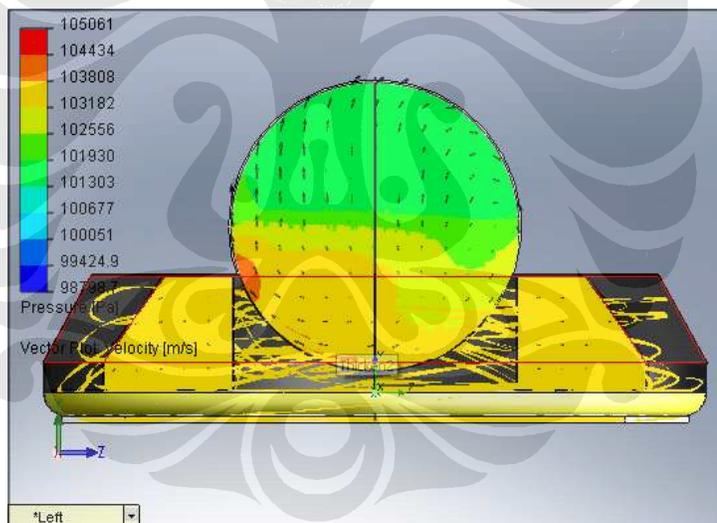


(a)

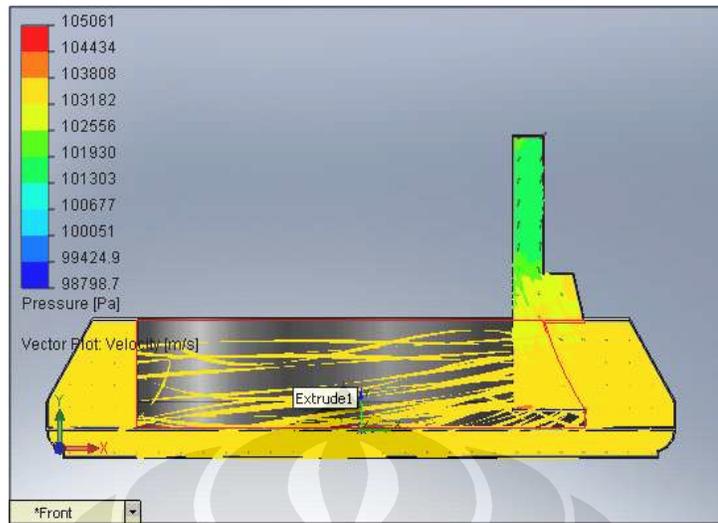


(b)

Gambar 6.1 (a) & (b) Distribusi tekanan pada pembagi udara 2/3

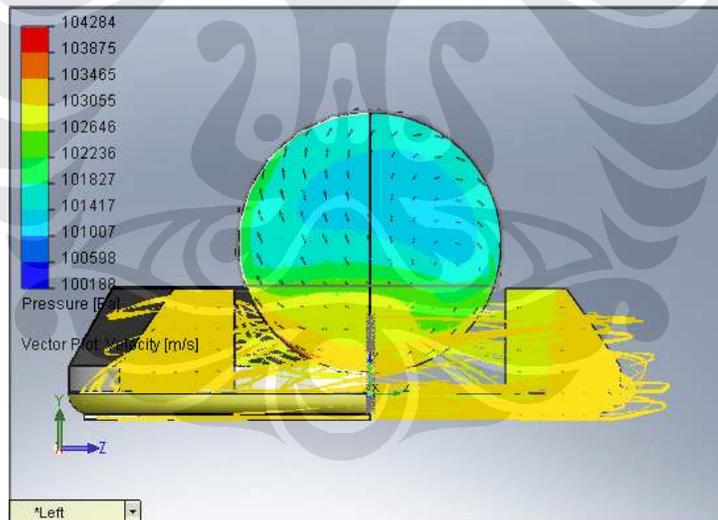


(a)

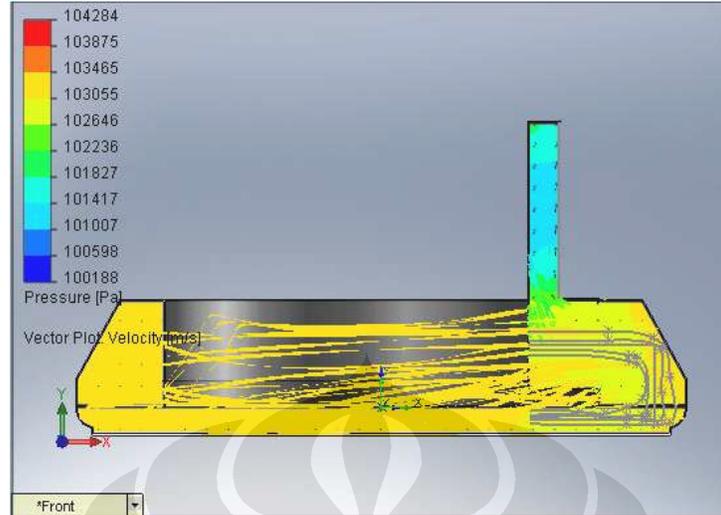


(b)

Gambar 6.2 (a) & (b) Distribusi tekanan pada pembagi udara 1/2



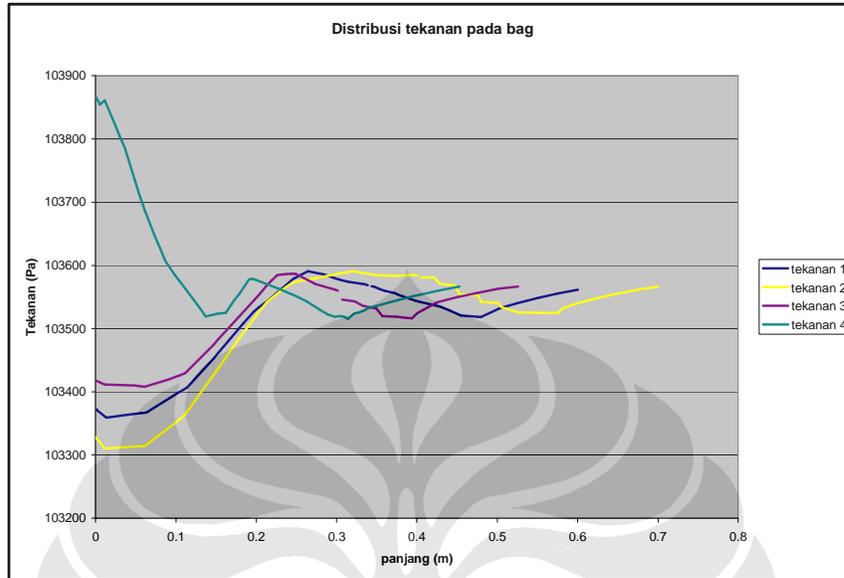
(a)



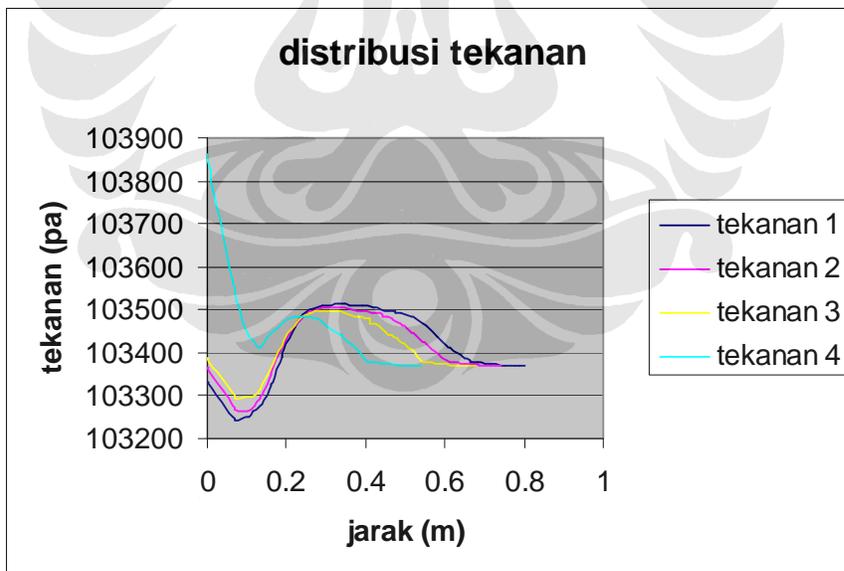
Gambar 6.3 (a) & (b) Distribusi tekanan pada pembagi udara 1/3

Dari visualisasi yang ditampilkan dapat dilihat bahwa tekanan pada seluruh bentuk pembagi udara meningkat sesaat setelah aliran udara keluar dari fan sampai masuk ke seluruh daerah *bag*. Peningkatan tekanan terjadi sangat signifikan ketika aliran memasuki bagian *bag*. Pada gambar 6.1 yaitu pembagi udara 2/3 dapat dilihat bahwa nilai tekanan berada diantara kisaran maksimum 105311 Pa dan minimum sebesar 98960.5 Pa, pada gambar 6.2 yaitu pembagi udara 1/2, nilai tekanan berada diantara kisaran maksimum 105061 Pa dan minimum sebesar 98789.7 Pa, dan Pada gambar 6.3 yaitu pembagi udara 1/3, nilai tekanan berada diantara kisaran maksimum 104284 Pa dan minimum sebesar 100188 Pa . Pada ketiga konfigurasi pembagi udara tersebut, tekanan tertinggi secara umum terjadi pada sisi samping dan depan permukaan pembagi udara akibat aliran udara yang bersifat berputar (*swirl*) yang keluar dari fan bertabrakan dengan permukaan pembagi udara sehingga terjadi tekanan stagnasi yang nilainya sangat besar di beberapa bagian permukaan tersebut. Tetapi nilai tekanan ini hanya terjadi pada sebagian kecil permukaan pembagi udara. Hal ini disebabkan faktor bentuk dan desain kemiringan dari pembagi udara yang membuat garis arus menuju *bag* tidak berbelok secara halus sehingga terjadi tekanan stagnasi di beberapa permukaan yang dilewati aliran udara tersebut. Namun setelah memasuki daerah *bag*, tekanan terdistribusi secara merata dan cenderung lebih

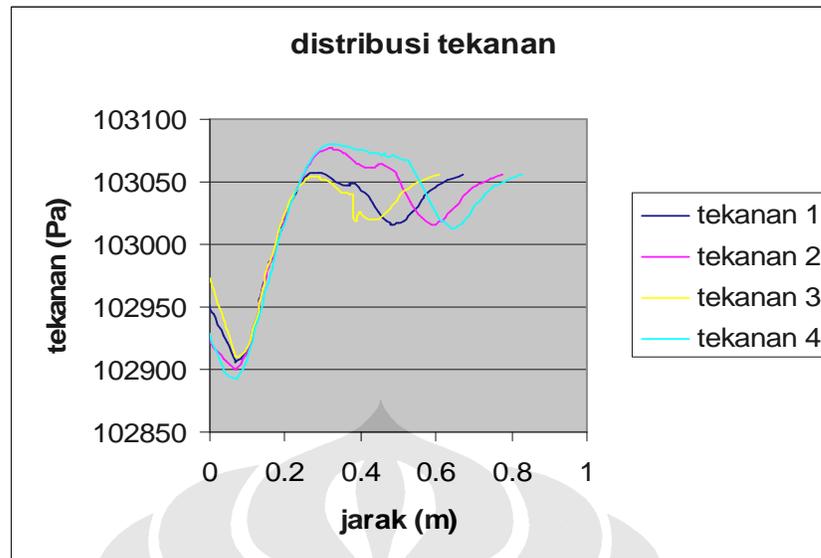
stabil pada seluruh daerah didalam *bag*. Berikut adalah grafik distribusi tekanan mulai dari sisi keluar fan sampai dengan sisi dalam *bag* :



Gambar 6.4 Grafik distribusi tekanan pada pembagi udara 2/3



Gambar 6.5 Grafik distribusi tekanan pada pembagi udara 1/2



Gambar 6.6 Grafik distribusi tekanan pada pembagi udara 1/3

Nilai tekanan pada ketiga grafik diatas diambil pada 4 garis secara acak mulai dari sisi keluar fan kemudian menuju ke dalam *bag*. Nilai tekanan yang terbaca merupakan nilai tekanan yang terjadi disepanjang garis-garis tersebut. Dari grafik dapat dilihat bahwa pada saat keluar fan nilai tekanan sangat bervariasi (fluktuatif) bergantung pada desain sudu serta jarak ujung sudu ke pusat *hub*. Tekanan tertinggi terjadi di ujung sudu dan tekanan terendah terjadi pada daerah yang mendekati pusat *hub*. Hal ini disebabkan karena dimensi aerofoil sudu hanya sebatas sampai tepi *hub*. Setelah aliran udara masuk ke daerah *bag*, tekanan mulai memperlihatkan kecenderungan bernilai konstan dengan kisaran nilai tekanan diantara 103500 – 103600 Pa dengan rata-rata 103390.5 Pa untuk konfigurasi pembagi udara 2/3, 103350-103500 dengan rata-rata 103397.7 Pa untuk konfigurasi pembagi udara 1/2 dan 103000 - 103100 dengan rata-rata 103016.8 Pa untuk konfigurasi pembagi udara 1/3. Walaupun distribusi tekanan yang terlihat cenderung konstan, kisaran nilai tekanan yang terjadi didalam *bag* masih cukup bervariasi dan fluktuatif. Hal ini diakibatkan oleh efek perputaran udara saat masuk bagian *bag* yang menyebabkan aliran udara tidak dapat langsung memasuki *bag* secara keseluruhan. Kecepatan aliran secara aksial tidak maksimal

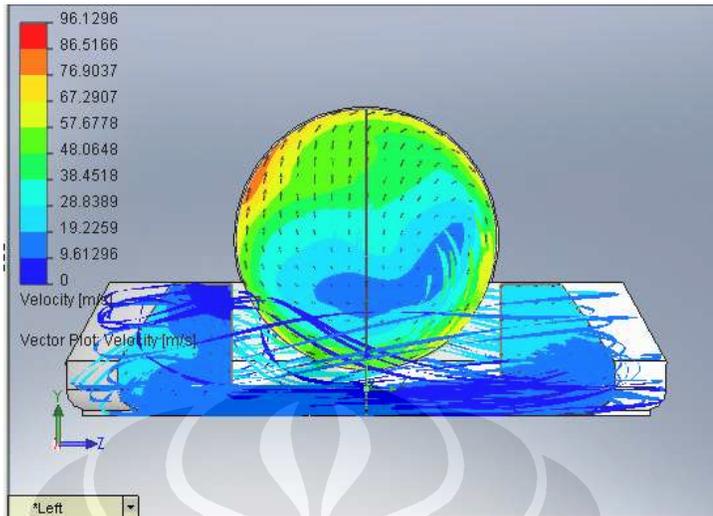
sehingga debit aliran juga berkurang. Aliran udara berputar tersebut menghalangi sebagian aliran udara lainnya saat memasuki daerah *bag*.

Setelah aliran udara memasuki daerah *bag*, tekanan udara mulai mengalami peningkatan. Peningkatan tekanan pada *bag* ini terjadi karena debit udara yang masuk ke dalam *bag* mengalami pengecilan area secara mendadak (*sudden contraction*) sehingga terjadi kompresi udara didalam *bag*. Tetapi distribusi tekanan pada konfigurasi pembagi udara 1/2 dan 1/3 cenderung lebih tidak merata dibandingkan dengan konfigurasi pembagi udara 2/3 karena pengaruh debit udara yang tidak terlalu besar. Selain itu, pengaruh jumlah debit aliran masuk yang lebih besar juga menyebabkan tekanan masuk *bag* pada konfigurasi pembagi udara 2/3 lebih besar. Walaupun menghasilkan tekanan yang lebih besar, pada visualisasi distribusi tekanan konfigurasi 2/3 terjadi fenomena tekanan udara balik atau *back pressure* yang digambarkan dengan berbaliknya tanda panah arah aliran ke arah fan tetapi kemudian keluar kembali ke arah *thrust* sehingga fenomena *back pressure* tersebut masih dapat terkendali dan tidak terlalu berpengaruh pada kinerja fan.

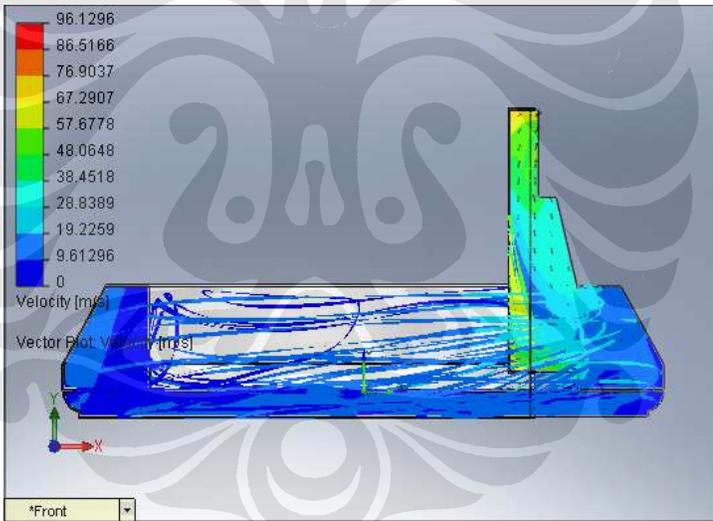
Jika dibandingkan secara umum, maka konfigurasi pembagi udara 2/3 menyebabkan peningkatan nilai tekanan didalam *bag* menjadi lebih besar lebih stabil dan lebih merata.

6.1.2 Distribusi kecepatan

Setelah diketahui distribusi tekanan yang terjadi pada *bag hovercraft*, kemudian simulasi dilanjutkan untuk mengetahui distribusi persebaran laju aliran udara yang terjadi pada *hovercraft*. Simulasi dilakukan untuk mengetahui pengaruh perbedaan rasio pembagi udara tanpa menggunakan *guide vanes* terhadap distribusi laju aliran udara yang terjadi dan diharapkan terjadi perbedaan yang cukup signifikan dari perbedaan rasio tersebut. Hasil simulasi berupa visualisasi distribusi kecepatan yang terjadi pada *hovercraft* sebagai berikut :

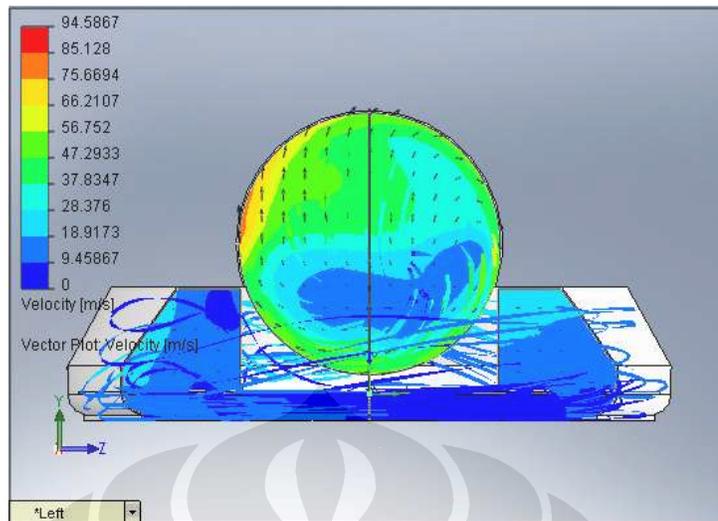


(a)

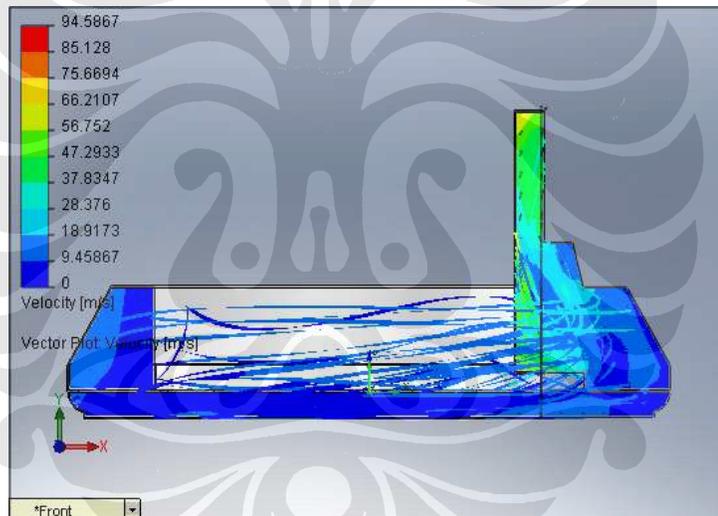


(b)

Gambar 6.7 (a) & (b) Distribusi kecepatan pada pembagi udara 2/3

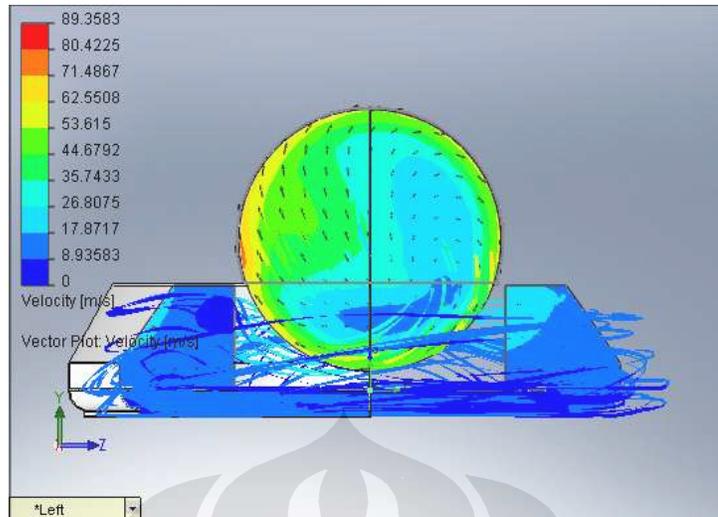


(a)

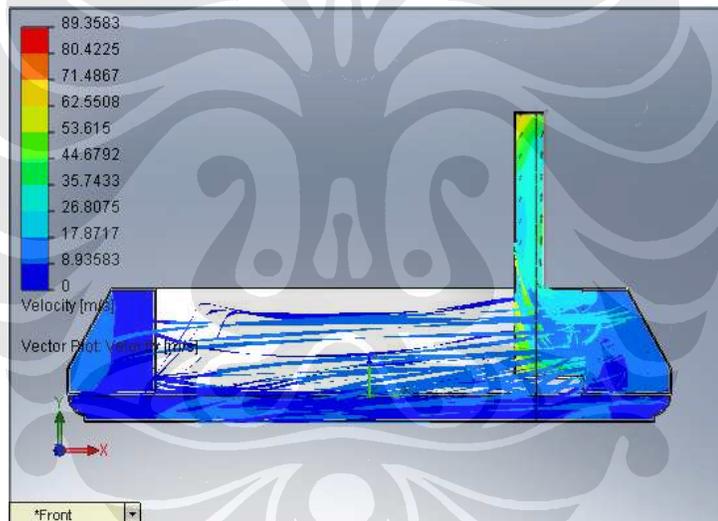


(b)

Gambar 6.8 (a) & (b) Distribusi kecepatan pada pembagi udara 1/2



(a)



(b)

Gambar 6.9 (a) & (b) Distribusi kecepatan pada pembagi udara 1/3

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa distribusi laju aliran pada ketiga konfigurasi pembagi udara mengalami penurunan yang sangat signifikan ketika aliran udara memasuki daerah *bag* bahkan pada daerah-daerah tertentu didalam *bag* laju aliran mendekati nilai nol. Hal ini terjadi seiring dengan peningkatan tekanan akibat efek kompresi udara yang terjadi didalam daerah *bag* tetapi pada daerah menuju pendorong (*thrust*) terlihat kecenderungan

peningkatan laju aliran udara mulai dari daerah keluar fan hingga daerah sesaat sebelum udara keluar pendorong (*thrust*). Pada gambar 6.7 yaitu konfigurasi pembagi udara 2/3 dapat dilihat bahwa kecepatan maksimum yang dicapai bernilai 96.1296 m/s dan nilai minimumnya adalah 0 m/s, pada gambar 6.8 yaitu konfigurasi pembagi udara 1/2 dapat dilihat bahwa kecepatan maksimum yang dicapai bernilai 94.5867 m/s dan nilai minimumnya adalah 0 m/s sedangkan pada gambar 6.9 yaitu konfigurasi pembagi udara 1/3 dapat dilihat bahwa kecepatan maksimum yang dicapai bernilai 89.3583 m/s dan nilai minimumnya adalah 0 m/s. walaupun memiliki nilai yang berbeda, namun trend distribusi kecepatan ketiga konfigurasi cenderung sama. Kecepatan terdistribusi dengan kecepatan tertinggi berada pada bagian sisi dari daerah *thrust* kemudian menurun pada sisi pembagi udara dan kembali mengalami penurunan pada bagian masuk *bag* hingga kecepatan terendah terjadi pada bagian dalam *bag*. Perbedaan tekanan cukup besar yang terjadi antara bagian dalam *duct fan* dengan bagian luar *duct fan* menyebabkan aliran udara mengalir dengan cukup cepat mengarah keluar *duct fan*. Hal ini dapat dijelaskan karena partikel fluida adalah subjek dari tekanan dan berat fluida tersebut. Jika fluida mengalir secara horizontal melalui sebuah garis arus (*streamline*), peningkatan kecepatan hanya dapat terjadi bila partikel fluida tersebut bergerak dari sebuah daerah dengan tekanan tinggi menuju daerah dengan tekanan rendah, begitu juga sebaliknya sehingga kecepatan tertinggi akan terjadi pada daerah dengan tekanan paling rendah dan kecepatan minimum akan terjadi pada daerah dengan tekanan tertinggi.

Dari simulasi didapatkan data-data karakteristik udara yang melewati sisi *thrust*. Data-data tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 6.1 Data-data karakteristik udara melewati area *thrust* pada pembagi aliran udara

2/3

Parameter	Minimum	Maximum	Average	Bulk Average	Surface area [m ²]
Pressure [Pa]	98960.5	101325	101130	101137	0.0963552
Temperature (fluid) [K]	291.265	294.014	293.158	292.925	0.0963552
Density [kg/m ³]	1.19912	1.21635	1.20451	1.20608	0.0963552
Total Pressure [Pa]	101325	107034	102947	103489	0.0963552
Dynamic Pressure [Pa]	431.715	5597.96	1800.9	2328.83	0.0963552
Velocity [m/s]	26.7936	96.1296	52.6336	60.1571	0.0963552
X-component of Velocity [m/s]	-21.9042	61.7375	19.099	28.8417	0.0963552
Y-component of Velocity [m/s]	-47.6762	80.9705	36.3479	33.2784	0.0963552
Z-component of Velocity [m/s]	2.6313	56.3549	16.0871	22.2444	0.0963552
Mach Number []	0.0780457	0.281032	0.153605	0.175663	0.0963552
Turbulent Viscosity [Pa*s]	0.00349554	0.0866565	0.0397354	0.0418693	0.0963552
Turbulent Time [s]	0.00304865	0.0600726	0.0122437	0.00986206	0.0963552
Turbulent Length [m]	0.0057604	0.0106866	0.00796798	0.0076608	0.0963552
Turbulent Intensity [%]	1.94111	39.815	12.0325	11.8302	0.0963552
Turbulent Energy [J/kg]	0.537125	199.752	66.2355	77.7257	0.0963552
Turbulent Dissipation [W/kg]	8.94126	54808.3	12975.2	16687.7	0.0963552
Mass Flux [kg/(s*m ²)]	-75.9367	6.25991	-29.3395	-45.172	0.0967207
Mass Flow Rate [kg/s]	-2.83774				0.0967207
Volume Flow Rate [m ³ /s]	-2.35068				0.0967207
Mass Flow Rate of Air [kg/s]	-2.83774				0.0967207
Volume Flow Rate of Air [m ³ /s]	-2.35068				0.0967207

Tabel 6.2 Data-data karakteristik udara melewati area *thrust* pada pembagi aliran udara

1/2.

Parameter	Minimum	Maximum	Average	Bulk Average	Surface area [m ²]
Pressure [Pa]	98798.7	101325	101169	101317	0.162306
Temperature (fluid) [K]	291.134	294.868	293.559	293.542	0.162306
Density [kg/m ³]	1.20046	1.2157	1.20417	1.20585	0.162306
Total Pressure [Pa]	101325	106149	102524	103194	0.162306
Dynamic Pressure [Pa]	123.182	4744.19	1345.55	1860.91	0.162306
Velocity [m/s]	14.2882	88.4776	45.52	53.405	0.162306
X-component of Velocity [m/s]	-16.7893	47.7813	12.48	24.5223	0.162306
Y-component of Velocity [m/s]	-36.481	78.2132	34.0957	30.4958	0.162306
Z-component of Velocity [m/s]	-22.0499	52.2291	8.86752	16.3725	0.162306
Mach Number []	0.0416896	0.258717	0.132803	0.155825	0.162306
Turbulent Viscosity [Pa*s]	0.00226026	0.115961	0.0543836	0.062968	0.162306
Turbulent Time [s]	0.00345124	0.0929035	0.0125269	0.00558716	0.162306
Turbulent Length [m]	0.00723428	0.011316	0.00901041	0.00888979	0.162306
Turbulent Intensity [%]	1.83671	72.707	17.2342	18.4172	0.162306
Turbulent Energy [J/kg]	0.224576	278.91	94.1121	118.784	0.162306
Turbulent Dissipation [W/kg]	2.4173	77036.7	18684.1	25163.8	0.162306
Mass Flux [kg/(s*m ²)]	-64.724	1.21642	-17.4131	-34.5747	0.162466
Mass Flow Rate [kg/s]	-2.82904				0.162466
Volume Flow Rate [m ³ /s]	-2.34604				0.162466
Mass Flow Rate of Air [kg/s]	-2.82904				0.162466
Volume Flow Rate of Air [m ³ /s]	-2.34604				0.162466

Tabel 6.3 Data-data karakteristik udara melewati area *thrust* pada pembagi aliran udara

1/3.

Parameter	Minimum	Maximum	Average	Bulk Average	Surface area [m ²]
Pressure [Pa]	100188	101325	101188	101314	0.225048
Temperature (fluid) [K]	292.266	294.589	293.618	293.68	0.225048
Density [kg/m ³]	1.19888	1.21212	1.20294	1.20461	0.225048
Total Pressure [Pa]	101325	105280	102176	102955	0.225048
Dynamic Pressure [Pa]	75.356	3901	983.314	1628.92	0.225048
Velocity [m/s]	11.1878	80.3439	37.8589	49.7342	0.225048
X-component of Velocity [m/s]	-20.0419	43.5655	8.00673	21.9179	0.225048
Y-component of Velocity [m/s]	-50.8629	66.9009	23.7137	22.1867	0.225048
Z-component of Velocity [m/s]	-34.9423	53.828	2.00167	9.65226	0.225048
Mach Number []	0.032607	0.234603	0.110387	0.145023	0.225048
Turbulent Viscosity [Pa*s]	0.00194466	0.108439	0.0562658	0.0603543	0.225048
Turbulent Time [s]	0.00465365	0.107981	0.0146229	0.00639787	0.225048
Turbulent Length [m]	0.00723428	0.0123807	0.00942149	0.00917745	0.225048
Turbulent Intensity [%]	1.93075	80.4715	22.9133	19.0583	0.225048
Turbulent Energy [J/kg]	0.166239	176.984	89.4818	100.579	0.225048
Turbulent Dissipation [W/kg]	1.53952	33176.7	15851.6	18435.1	0.225048
Mass Flux [kg/(s*m ²)]	-60.5769	2.39139	-12.5052	-29.7466	0.225373
Mass Flow Rate [kg/s]	-2.81834				0.225373
Volume Flow Rate [m ³ /s]	-2.33957				0.225373
Mass Flow Rate of Air [kg/s]	-2.81834				0.225373
Volume Flow Rate of Air [m ³ /s]	-2.33957				0.225373
Surface Area [m ²]	0.225373	-0.206647	-0.0165927	-6.23E-19	0.225373
Uniformity Index []	0.274941				0.225048

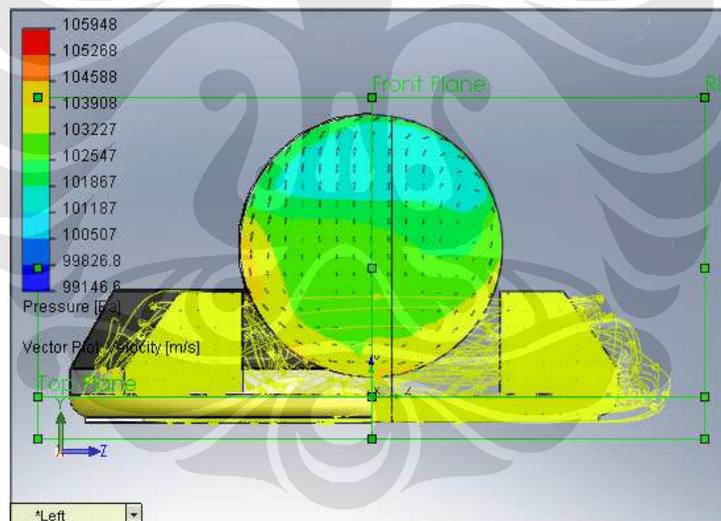
Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa debit aliran yang melewati permukaan *thrust* dengan konfigurasi pembagi udara 2/3 bernilai 2.335068 m³/s dengan kecepatan rata-rata aliran yang dicapai adalah 52.6336 m/s , debit aliran yang melewati permukaan *thrust* dengan konfigurasi pembagi udara 1/2 bernilai 2.34604 m³/s dengan kecepatan rata-rata aliran yang dicapai adalah 45.52 m/s dan debit aliran yang melewati permukaan *thrust* dengan konfigurasi pembagi udara 1/3 bernilai 2.33957 m³/s dengan kecepatan rata-rata aliran yang dicapai adalah 37.8589 m/s. Dari data-data diatas dapat diketahui bahwa kecepatan aliran tertinggi dihasilkan oleh konfigurasi pembagi udara 2/3. Hal ini disebabkan oleh luas permukaan yang dilewati aliran pada pembagi udara 2/3 lebih kecil jika dibandingkan dengan pembagi udara 1/2 dan 1/3 sedangkan nilai debit aliran udara yang melewati permukaan tersebut tidak memiliki perbedaan nilai yang terlalu besar sehingga kecepatan yang melalui pembagi udara 2/3 lebih besar dari pembagi udara 1/2 dan 1/3.

6.2 ANALISA DISTRIBUSI TEKANAN DAN KECEPATAN ALIRAN UDARA PADA PEMBAGI ALIRAN UDARA DENGAN MENGGUNAKAN *GUIDE VANES*

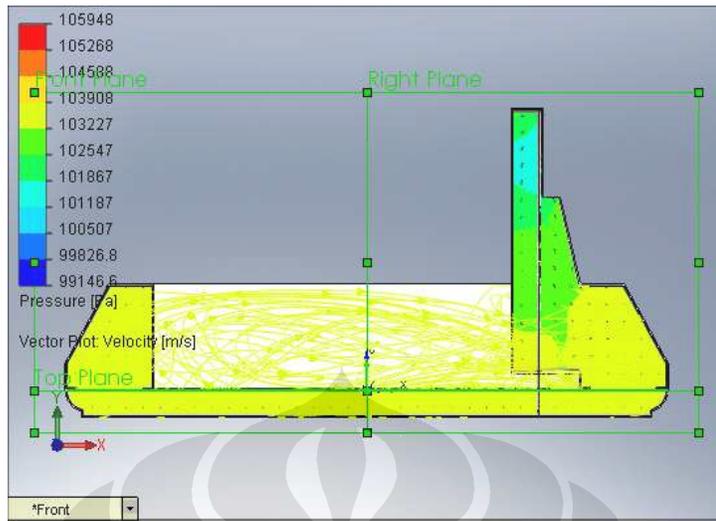
Pada sub bab ini akan dianalisa pengaruh desain rasio pembagi udara dengan menggunakan *guide vanes* terhadap distribusi tekanan dan kecepatan yang terjadi pada system *thrust* dan *bag*.

6.2.1 Distribusi tekanan

Setelah dilakukan simulasi skenario pertama yaitu simulasi terhadap pembagi udara $2/3$, $1/2$, dan $1/3$ tanpa menggunakan *guide vanes*, selanjutnya dilakukan skenario ke-2 yaitu simulasi terhadap pembagi udara $2/3$, $1/2$, dan $1/3$ dengan menggunakan *guide vanes* pada sisi masuk *bag* untuk melihat distribusi tekanan yang terjadi pada daerah *bag*. Hasil simulasi berupa distribusi tekanan yang terjadi pada *bag* dengan visualisasi sebagai berikut :

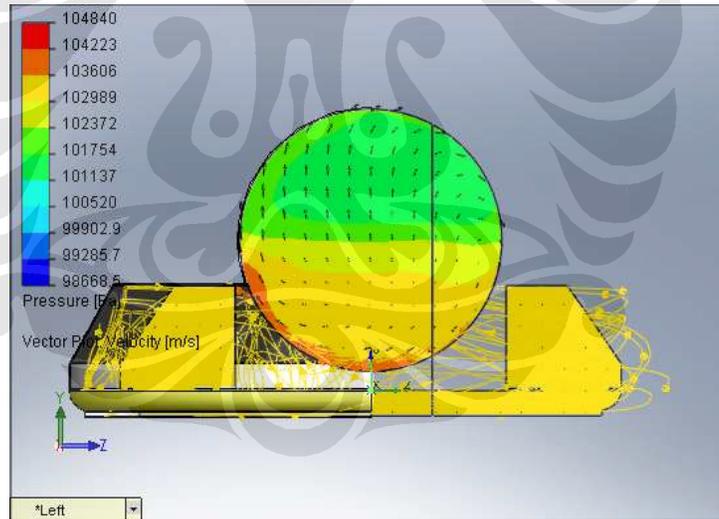


(a)

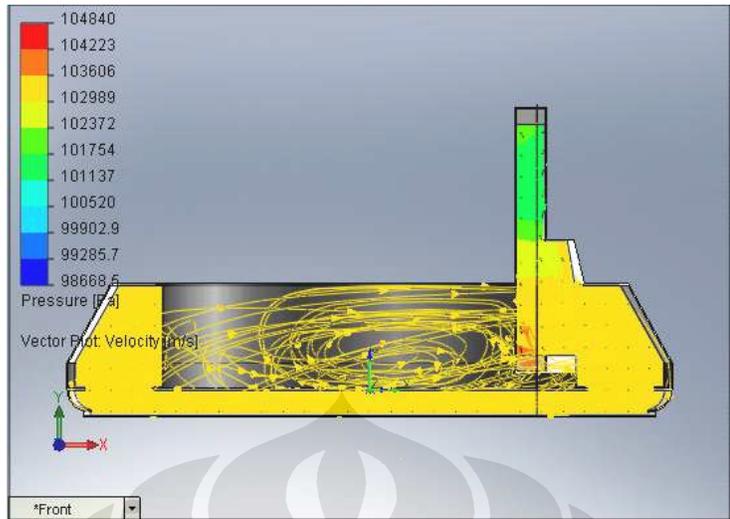


(b)

Gambar 6.10 (a) & (b) Distribusi tekanan pada pembagi udara 2/3 menggunakan *guide vanes*

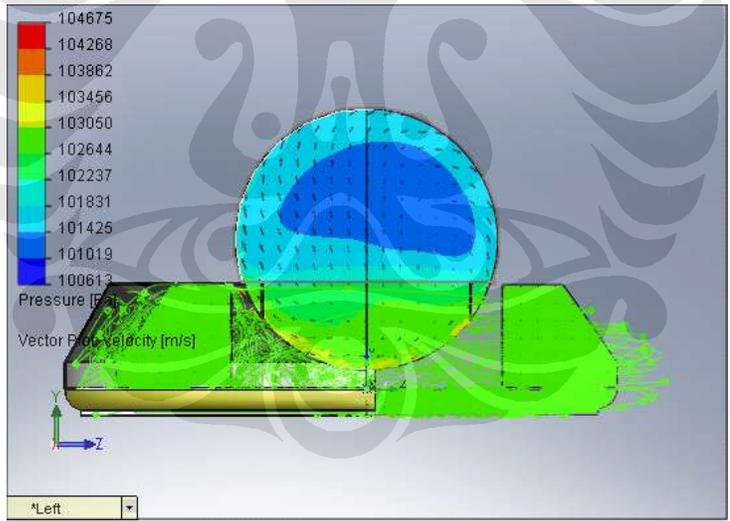


(a)

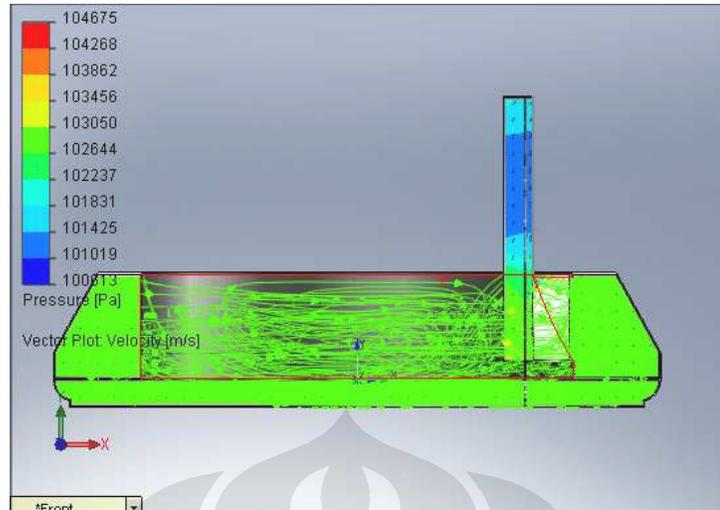


(b)

Gambar 6.11 (a) & (b) Distribusi tekanan pada pembagi udara 1/2 menggunakan *guide vanes*



(a)

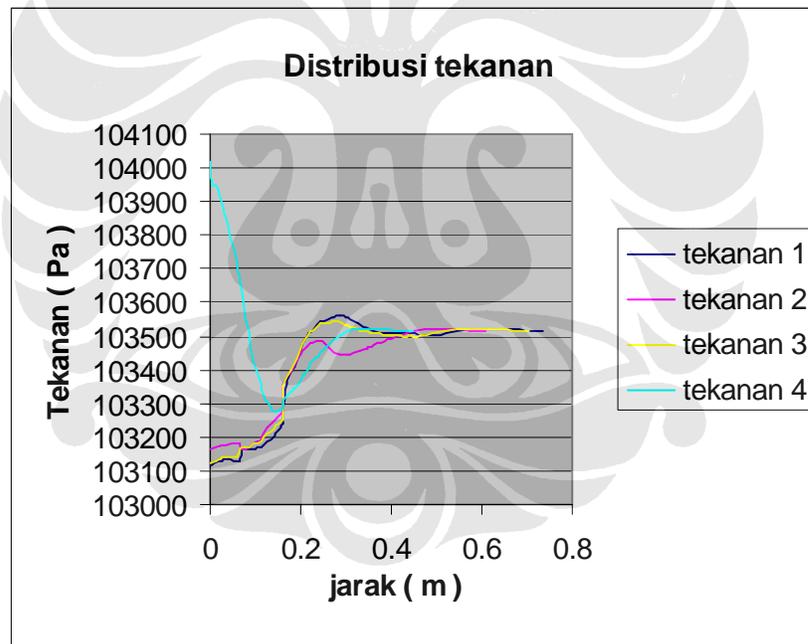


(b)

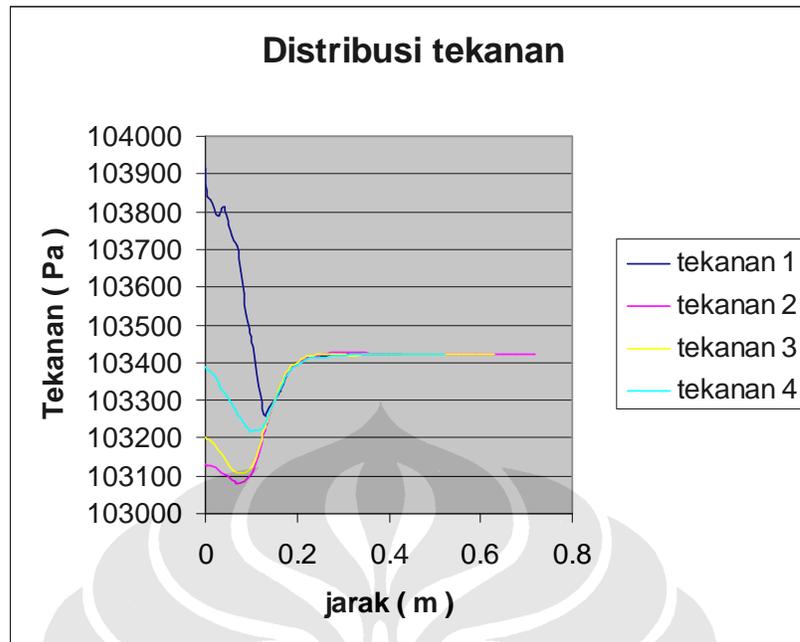
Gambar 6.12 (a) & (b) Distribusi tekanan pada pembagi udara 2/3 menggunakan *guide vanes*

Dari visualisasi yang ditampilkan dapat dilihat bahwa tekanan pada seluruh bentuk pembagi udara pada pembagi udara menggunakan *guide vanes* memiliki trend yang sama dengan simulasi sebelumnya yaitu terjadi kecenderungan peningkatan tekanan sesaat setelah aliran udara keluar dari fan sampai masuk ke seluruh daerah *bag*. Peningkatan tekanan terjadi sangat signifikan ketika aliran udara memasuki bagian *bag*. Pada gambar 6.10 yaitu pembagi udara 2/3, nilai tekanan berada diantara kisaran maksimum 105948 Pa dan minimum sebesar 99146.6 Pa, Pada gambar 6.11 yaitu pembagi udara 1/2, nilai tekanan berada diantara kisaran maksimum 104840 Pa dan minimum sebesar 98668.5 Pa, dan Pada gambar 6.12 yaitu pembagi udara 1/3, nilai tekanan berada diantara kisaran maksimum 104675 Pa dan minimum sebesar 100813 Pa. fenomena-fenomena aliran yang terjadi pada skenario ke-2 sebagian besar sama dengan fenomena-fenomena yang terjadi pada simulasi pertama. Perbedaan yang terjadi adalah tekanan maksimum yang dihasilkan pada *bag* khususnya pada konfigurasi 2/3 dan 1/3 cenderung memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan simulasi skenario pertama. Tekanan tertinggi secara umum terjadi pada sisi samping dan depan permukaan pembagi udara akibat aliran udara yang bersifat berputar (*swirl*) yang keluar dari fan bertabrakan dengan permukaan pembagi udara sehingga terjadi tekanan stagnasi yang nilainya sangat besar di

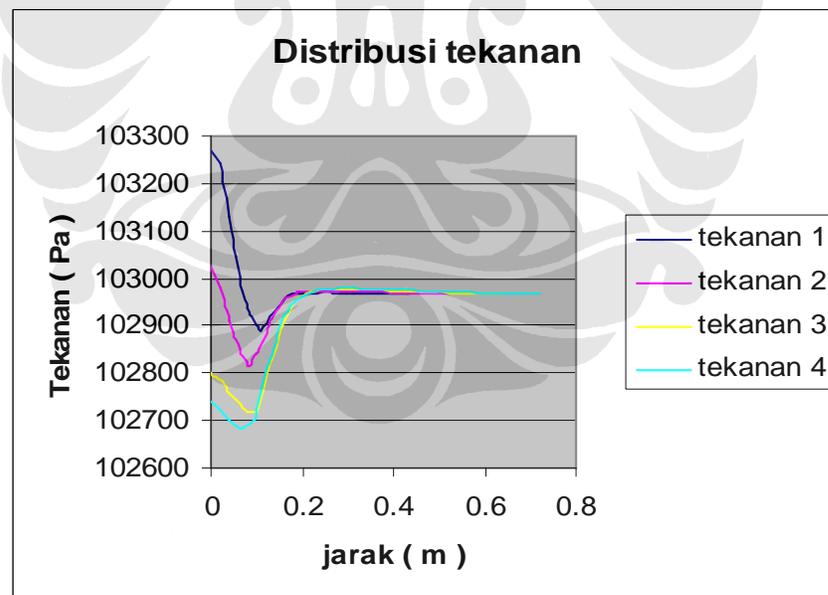
beberapa bagian permukaan tersebut. Namun pada simulasi skenario ke-2 ini perputaran aliran udara pada saat masuk ke daerah *bag* dapat diminimalisasi dengan menggunakan *guide vanes*. Jika pada simulasi sebelumnya perputaran aliran berpotensi menghalangi debit aliran udara karena kecepatannya secara aksial berkurang sehingga debit aliran keseluruhan ke dalam *bag* juga berkurang sehingga mengurangi nilai tekanan pada *bag*, pada simulasi kali ini efek negatif dari tersebut dapat dibuat seminimal mungkin dengan mengarahkan debit aliran udara ke arah aksial langsung masuk ke dalam *bag* dengan menggunakan *guide vanes* sehingga tekanan yang dihasilkan pada *bag* dapat meningkat. Selain meningkatkan tekanan pada *bag*, penggunaan *guide vanes* juga dapat menyebabkan distribusi tekanan di dalam *bag* menjadi lebih stabil dan juga lebih merata. Berikut adalah grafik distribusi tekanan mulai dari sisi keluar fan sampai dengan sisi dalam *bag* :



Gambar 6.13 Grafik distribusi tekanan pada pembagi udara 2/3 menggunakan *guide vanes*



Gambar 6.14 Grafik distribusi tekanan pada pembagi udara 1/2 menggunakan *guide vanes*



Gambar 6.15 Grafik distribusi tekanan pada pembagi udara 1/3 menggunakan *guide vanes*

Nilai tekanan pada grafik tersebut diambil dengan metode yang sama dengan simulasi pertama yaitu menggunakan 4 garis secara acak mulai dari sisi keluar fan kemudian menuju ke dalam *bag*. Nilai tekanan yang terbaca merupakan

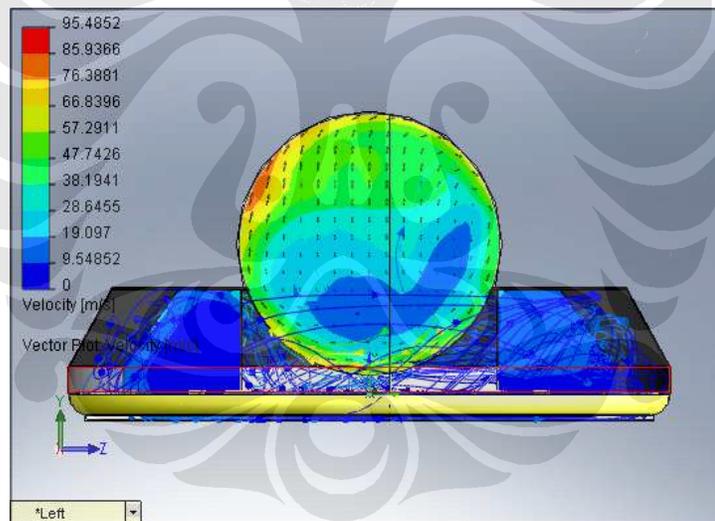
nilai tekanan yang terjadi disepanjang garis-garis tersebut. Dari grafik dapat dilihat bahwa pada saat keluar fan nilai tekanan sangat bervariasi (fluktuatif) bergantung pada desain sudu serta jarak ujung sudu ke pusat *hub*. Tekanan tertinggi terjadi di ujung sudu dan tekanan terendah terjadi pada daerah yang mendekati pusat *hub*. Hal ini disebabkan karena dimensi aerofoil sudu hanya sebatas sampai tepi *hub*. Fenomena variasi tekanan ini juga terjadi pada simulasi pertama.

Tekanan mulai memperlihatkan kecenderungan bernilai konstan saat aliran udara memasuki daerah *bag* dengan nilai tekanan berada pada kisaran 103500 – 103600 Pa dengan rata-rata 103390.5 Pa untuk konfigurasi pembagi udara 2/3, 103400-103500 dengan rata-rata 103304.2 Pa untuk konfigurasi pembagi udara 1/2 dan 102900 - 103000 dengan rata-rata 103000 Pa untuk konfigurasi pembagi udara 1/3. Hal yang membedakan dari simulasi pertama adalah nilai tekanan yang didapat dari 4 garis yang diambil secara acak tersebut memiliki perbedaan nilai tekanan (fluktuasi nilai tekanan) yang sangat kecil bahkan hampir memiliki nilai yang sama pada tempat-tempat tertentu didalam *bag*. Hal ini menunjukkan bahwa tekanan didalam *bag* terdistribusi secara lebih merata dan lebih stabil jika dibandingkan dengan simulasi pertama yang memiliki perbedaan nilai (fluktuasi) yang masih cukup besar. Setelah aliran udara memasuki daerah *bag*, peningkatan tekanan udara juga mengalami fenomena yang sama dengan peningkatan tekanan pada simulasi pertama. Peningkatan tekanan pada *bag* ini terjadi karena debit udara yang masuk ke dalam *bag* mengalami pengecilan area secara mendadak (*sudden contraction*) sehingga terjadi kompresi udara didalam *bag*. Pengaruh debit aliran masuk juga menyebabkan nilai tekanan pada konfigurasi pembagi udara 2/3 menggunakan *guide vanes* lebih besar karena *guide vanes* menyebabkan debit aliran udara yang memasuki daerah *bag* tidak terhalang oleh perputaran udara (*swirl*). Walaupun menghasilkan tekanan yang lebih besar, pada visualisasi distribusi tekanan konfigurasi 2/3 menggunakan *guide vanes* juga terlihat fenomena tekanan udara balik atau *back pressure* yang digambarkan dengan berbaliknya tanda panah arah aliran ke arah fan tetapi kemudian keluar kembali ke arah *thrust* sehingga fenomena *back pressure* tersebut masih dapat terkendali dan tidak terlalu berpengaruh pada kinerja fan. Jika dibandingkan secara umum, maka

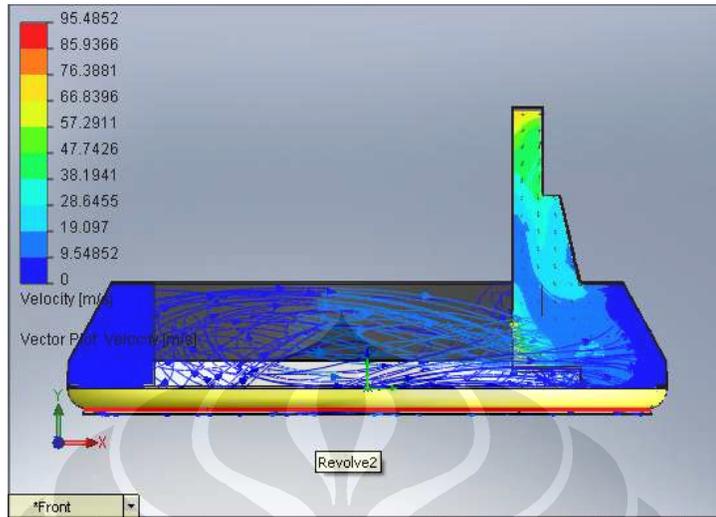
konfigurasi pembagi udara 2/3 dengan menggunakan *guide vanes* menyebabkan peningkatan nilai tekanan didalam *bag* menjadi lebih besar, lebih stabil dan lebih merata dibandingkan dengan konfigurasi pembagi udara lainnya.

6.2.2 Distribusi kecepatan

Setelah diketahui distribusi tekanan yang terjadi pada *bag hovercraft*, kemudian simulasi dilanjutkan untuk mengetahui distribusi persebaran kecepatan aliran udara yang terjadi pada *hovercraft*. Simulasi dilakukan untuk mengetahui pengaruh perbedaan desain pembagi udara dengan menggunakan *guide vanes* terhadap distribusi laju aliran udara yang terjadi dan diharapkan terjadi perbedaan yang cukup signifikan dari perbedaan desain tersebut. Hasil simulasi berupa visualisasi distribusi kecepatan yang terjadi pada *hovercraft* adalah sebagai berikut :

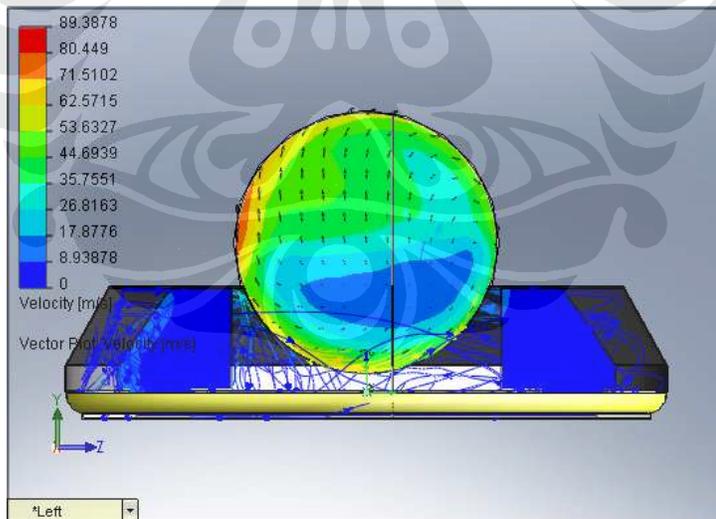


(a)

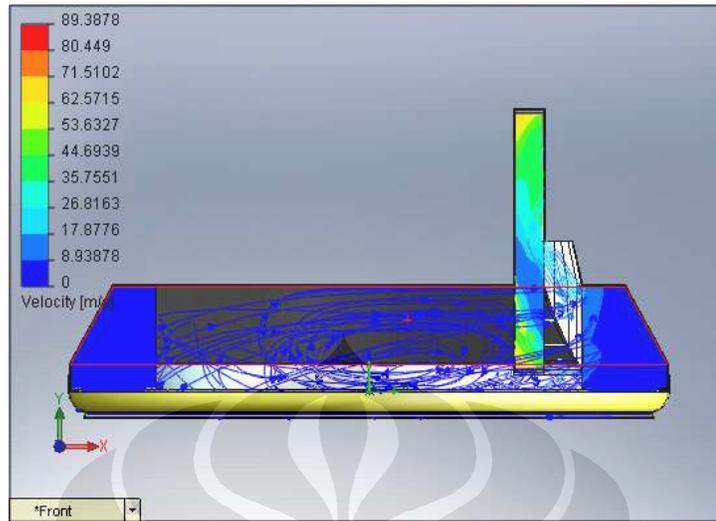


(b)

Gambar 6.16 (a) & (b) Distribusi kecepatan pada konfigurasi pembagi udara 2/3 dengan menggunakan guide vanes

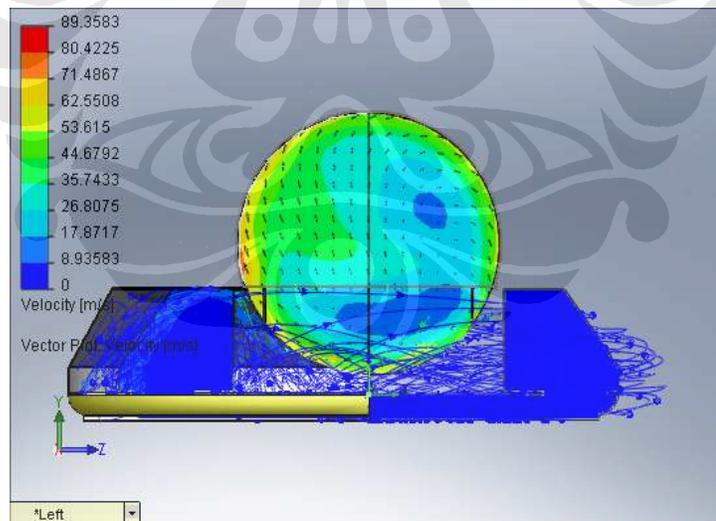


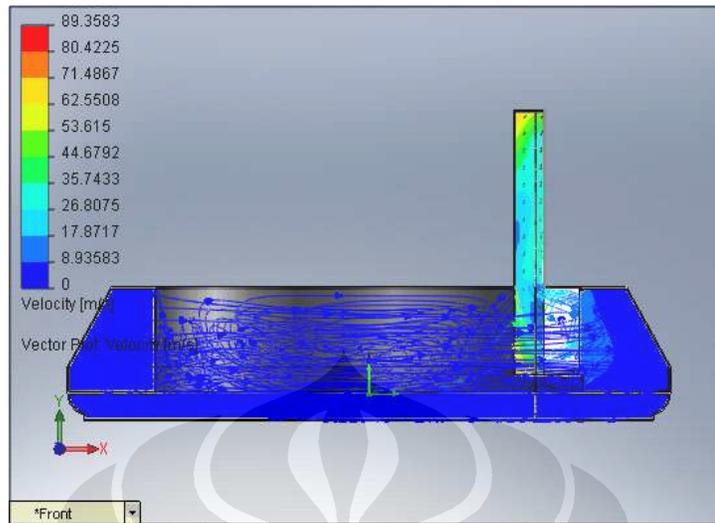
(a)



(b)

Gambar 6.17 Distribusi kecepatan pada konfigurasi pembagi udara 1/2 dengan menggunakan guide vanes





Gambar 6.18 Distribusi kecepatan pada konfigurasi pembagi udara 1/3 dengan menggunakan guide vanes

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa distribusi laju aliran pada ketiga konfigurasi pembagi udara mengalami fenomena yang sama dengan laju aliran pada skenario pertama yaitu distribusi kecepatan pada pembagi udara tanpa menggunakan *guide vanes*. Penurunan kecepatan yang sangat signifikan terjadi ketika aliran udara memasuki daerah *bag* bahkan pada daerah-daerah tertentu didalam *bag* kecepatan aliran mendekati nilai nol. Hal ini terjadi seiring dengan peningkatan tekanan akibat efek kompresi udara yang terjadi didalam daerah *bag* tetapi pada daerah menuju pendorong (*thrust*) terlihat kecenderungan peningkatan kecepatan aliran mulai dari daerah keluar fan hingga daerah sesaat sebelum udara keluar pendorong (*thrust*). Pada gambar 6.16 yaitu konfigurasi pembagi udara 2/3 dengan menggunakan *guide vanes* dapat dilihat bahwa kecepatan maksimum yang dicapai bernilai 95.4852 m/s dan nilai minimumnya adalah 0 m/s, pada gambar 6.17 yaitu konfigurasi pembagi udara 1/2 dapat dilihat bahwa kecepatan maksimum yang dicapai bernilai 89.3878 m/s dan nilai minimumnya adalah 0 m/s sedangkan pada gambar 6.18 yaitu konfigurasi pembagi udara 1/3 dapat dilihat bahwa kecepatan maksimum yang dicapai bernilai 89.3583 m/s dan nilai minimumnya adalah 0 m/s. walaupun memiliki nilai yang berbeda, namun

trend distribusi kecepatan ketiga konfigurasi tersebut cenderung sama. Kecepatan terdistribusi dengan kecepatan tertinggi berada pada bagian sisi dari daerah *thrust* kemudian menurun pada sisi pembagi udara dan kembali mengalami penurunan pada bagian masuk *bag* hingga bagian dalam *bag*. Perbedaan tekanan yang cukup besar terjadi antara bagian dalam *duct* fan dengan bagian luar *duct* fan menyebabkan aliran mengalir dengan cukup cepat mengarah keluar *duct* fan. Hal ini dapat dijelaskan karena partikel fluida adalah subjek dari tekanan dan berat fluida tersebut. Jika fluida mengalir secara horizontal melalui sebuah garis arus (*streamline*), peningkatan kecepatan hanya dapat terjadi bila partikel fluida tersebut bergerak dari sebuah daerah dengan tekanan tinggi menuju daerah dengan tekanan rendah, begitu juga sebaliknya sehingga kecepatan tertinggi akan terjadi pada daerah dengan tekanan paling rendah dan kecepatan minimum akan terjadi pada daerah dengan tekanan tertinggi.

Dari simulasi didapatkan data-data karakteristik udara yang melewati sisi *thrust*. Data-data tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 6.4 Data-data karakteristik udara melewati area *thrust* pada pembagi aliran udara 2/3 menggunakan *guide vanes*

Parameter	Minimum	Maximum	Average	Bulk Average	Surface area [m ²]
Pressure [Pa]	99146.6	101325	101119	101137	0.0967776
Temperature (fluid) [K]	291.416	294.199	293.179	292.974	0.0967776
Density [kg/m ³]	1.19919	1.21549	1.2043	1.20564	0.0967776
Total Pressure [Pa]	101325	106955	102896	103356	0.0967776
Dynamic Pressure [Pa]	484.805	5521.23	1762.48	2197.56	0.0967776
Velocity [m/s]	28.4094	95.4852	52.3964	58.5061	0.0967776
X-component of Velocity [m/s]	-20.0276	58.528	18.8595	27.4063	0.0967776
Y-component of Velocity [m/s]	-48.989	81.4427	37.0701	32.9818	0.0967776
Z-component of Velocity [m/s]	-7.0088	56.5336	14.0329	20.7297	0.0967776
Mach Number []	0.0827054	0.2791	0.152899	0.170803	0.0967776
Turbulent Viscosity [Pa*s]	0.00425767	0.0768419	0.0364024	0.0391404	0.0967776
Turbulent Time [s]	0.00310256	0.0493194	0.0118956	0.00987297	0.0967776
Turbulent Length [m]	0.00573162	0.00945956	0.00764061	0.00745228	0.0967776
Turbulent Intensity [%]	1.96938	35.0296	11.561	11.729	0.0967776
Turbulent Energy [J/kg]	0.796878	183.659	62.1037	73.5606	0.0967776
Turbulent Dissipation [W/kg]	16.1575	51007.9	12528.1	16082.2	0.0967776
Mass Flux [kg/(s*m ²)]	-72.9677	5.82732	-29.2019	-43.4183	0.0971431
Mass Flow Rate [kg/s]	-2.83676				0.0971431
Volume Flow Rate [m ³ /s]	-2.35096				0.0971431

Tabel 6.5 Data-data karakteristik udara melewati area *thrust* pada pembagi aliran udara 1/2 menggunakan *guide vanes*

Parameter	Minimum	Maximum	Average	Bulk Average	Surface area [m ²]
Pressure [Pa]	98668.5	101325	101125	101305	0.165685
Temperature (fluid) [K]	291.028	295.035	293.497	293.587	0.165685
Density [kg/m ³]	1.19991	1.21815	1.20396	1.20536	0.165685
Total Pressure [Pa]	101325	106248	102424	103097	0.165685
Dynamic Pressure [Pa]	178.521	4840.13	1290.4	1776.8	0.165685
Velocity [m/s]	17.1903	89.3878	44.6317	52.1844	0.165685
X-component of Velocity [m/s]	-19.7108	47.1732	11.102	23.3603	0.165685
Y-component of Velocity [m/s]	-37.6989	81.2854	33.4112	29.8717	0.165685
Z-component of Velocity [m/s]	-20.8998	53.2028	8.42623	16.2678	0.165685
Mach Number []	0.0501878	0.26132	0.130216	0.152236	0.165685
Turbulent Viscosity [Pa*s]	0.00325886	0.0833319	0.0351166	0.0431193	0.165685
Turbulent Time [s]	0.00326762	0.0644353	0.0150677	0.00590292	0.165685
Turbulent Length [m]	0.00573664	0.00893754	0.00742618	0.00716887	0.165685
Turbulent Intensity [%]	1.84122	62.5777	13.9071	15.9248	0.165685
Turbulent Energy [J/kg]	0.466852	222.811	65.8768	87.8193	0.165685
Turbulent Dissipation [W/kg]	7.24529	68187.7	14536.7	20281.4	0.165685
Mass Flux [kg/(s*m ²)]	-63.5254	2.2244	-17.0925	-32.7752	0.165845
Mass Flow Rate [kg/s]	-2.83471				0.165845
Volume Flow Rate [m ³ /s]	-2.35172				0.165845

Tabel 6.6 Data-data karakteristik udara melewati area *thrust* pada pembagi aliran udara 1/3 menggunakan *guide vanes*

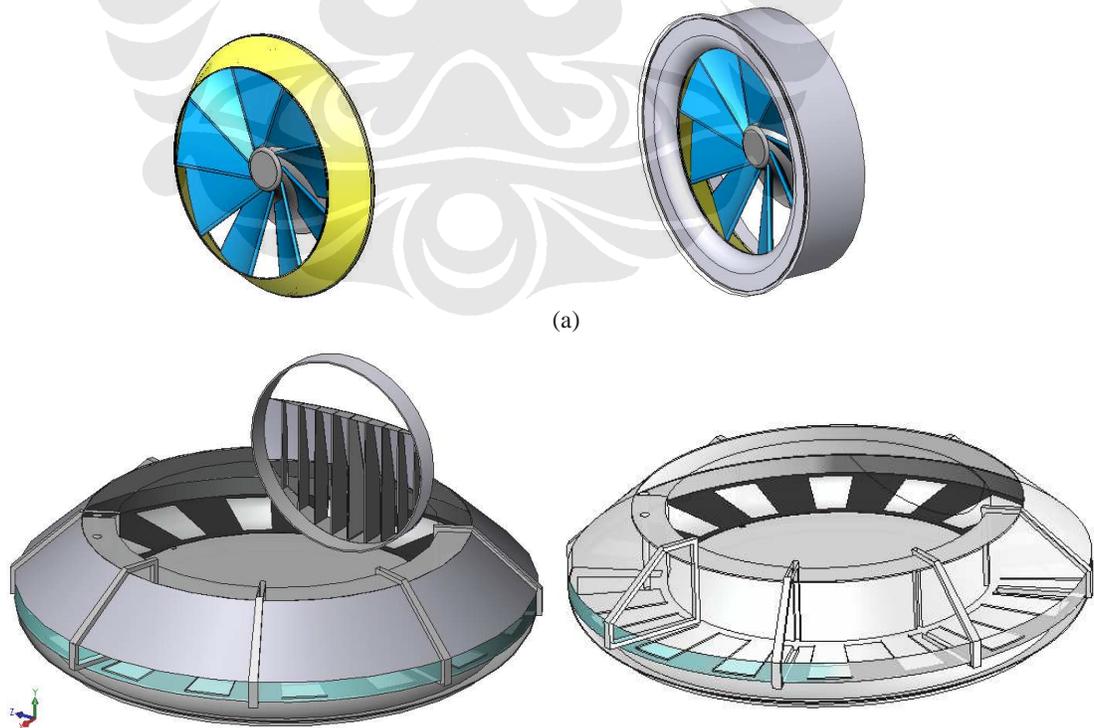
Parameter	Minimum	Maximum	Average	Bulk Average	Surface area [m ²]
Pressure [Pa]	100613	101325	101278	101324	0.225373
Temperature (fluid) [K]	292.6	294.875	293.811	293.775	0.225373
Density [kg/m ³]	1.19875	1.21342	1.20244	1.20391	0.225373
Total Pressure [Pa]	101325	105519	102176	102855	0.225373
Dynamic Pressure [Pa]	61.8164	4133.64	893.055	1519.89	0.225373
Velocity [m/s]	10.1346	82.6788	35.7249	47.7037	0.225373
X-component of Velocity [m/s]	-21.6192	41.3704	9.76292	21.5116	0.225373
Y-component of Velocity [m/s]	-50.9995	69.9722	22.4656	20.0059	0.225373
Z-component of Velocity [m/s]	-35.4728	54.8071	4.17342	11.4854	0.225373
Mach Number []	0.0295414	0.241497	0.104091	0.139057	0.225373
Turbulent Viscosity [Pa*s]	0.00127736	0.0919359	0.0462206	0.0463695	0.225373
Turbulent Time [s]	0.00402543	0.164391	0.0134366	0.00621679	0.225373
Turbulent Length [m]	0.00632127	0.0113387	0.00841251	0.00791962	0.225373
Turbulent Intensity [%]	1.87998	88.5255	22.728	18.074	0.225373
Turbulent Energy [J/kg]	0.0717255	162.005	74.8418	79.2054	0.225373
Turbulent Dissipation [W/kg]	0.436312	36217.9	13515	14903.8	0.225373
Mass Flux [kg/(s*m ²)]	-55.7884	3.66787	-12.4672	-28.5866	0.225699
Mass Flow Rate [kg/s]	-2.81382				0.225699
Volume Flow Rate [m ³ /s]	-2.33718				0.225699

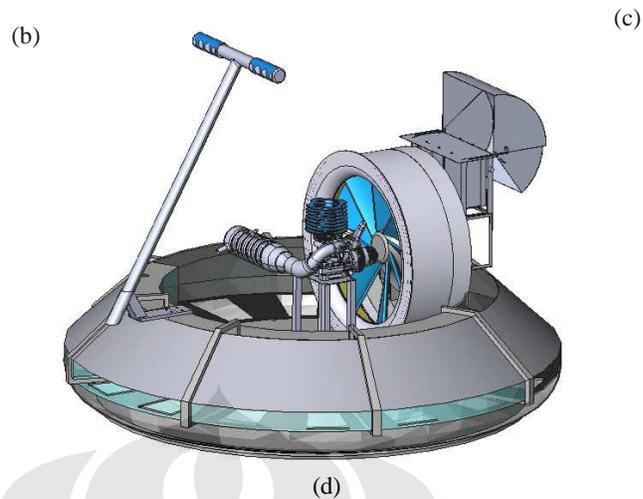
Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa debit aliran udara yang melewati permukaan *thrust* dengan konfigurasi pembagi udara 2/3 bernilai 2.35096 m³/s dengan kecepatan rata-rata aliran yang dicapai adalah 52.3964 m/s , debit aliran udara yang melewati permukaan *thrust* dengan konfigurasi pembagi

udara 1/2 bernilai $2.35172 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan kecepatan rata-rata aliran yang dicapai adalah 44.6317 m/s dan debit aliran yang melewati permukaan *thrust* dengan konfigurasi pembagi udara 1/3 bernilai $2.33718 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan kecepatan rata-rata aliran yang dicapai adalah 35.7249 m/s . Dari data-data diatas dapat diketahui bahwa kecepatan aliran tertinggi dihasilkan oleh konfigurasi pembagi udara 2/3. Hal ini disebabkan oleh luas permukaan yang dilewati aliran pada pembagi udara 2/3 lebih kecil jika dibandingkan dengan pembagi udara 1/2 dan 1/3 sedangkan nilai debit udara yang melewati permukaan tersebut tidak memiliki perbedaan nilai yang terlalu besar sehingga kecepatan yang melalui pembagi udara 2/3 lebih besar dari pembagi udara 1/2 dan 1/3.

6.3 ANALISA DESAIN *HOVERCRAFT* KESELURUHAN

Setelah melalui modifikasi desain bentuk desain optimum untuk masing-masing bagian hovercraft didapat bentuk sebagai berikut :





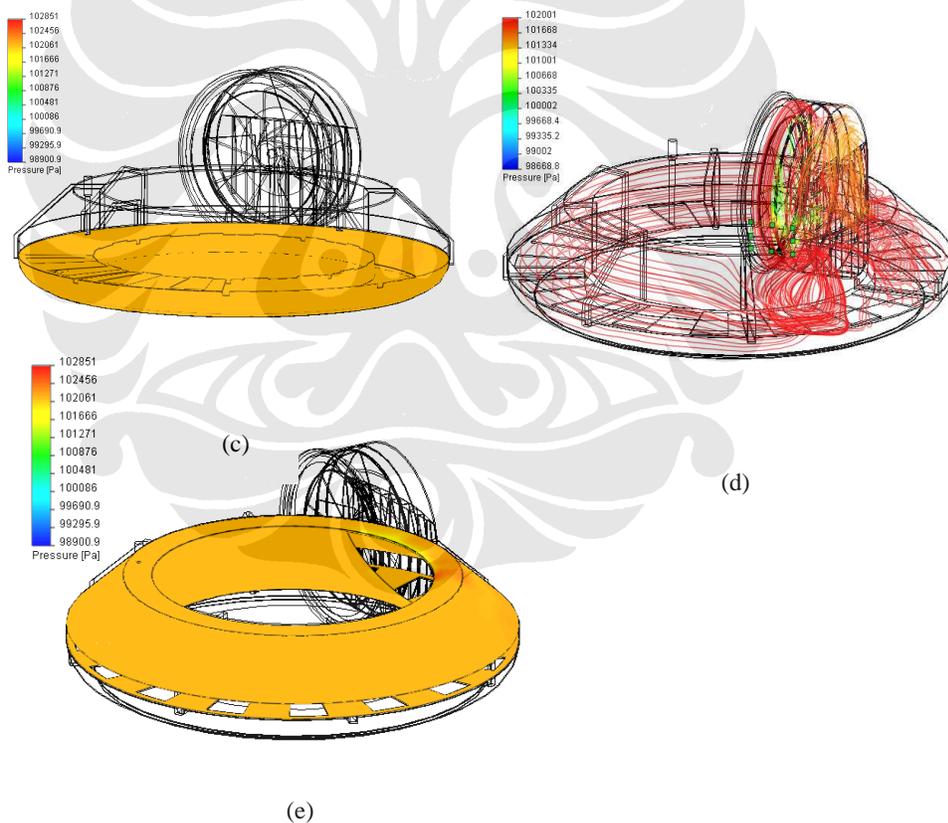
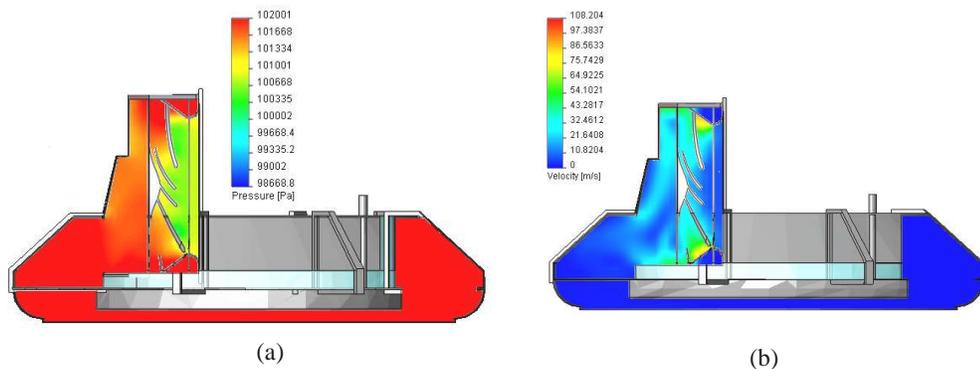
Gambar 6.19 (a) *Mixed Flow Fan* (b) *Splitter* dengan *guide vane* (c) desain *hull* dan *bag skirt* (d) *Modifikasi Final Circular Hovercraft*

Dari desain optimum ini dilakukan simulasi keseluruhan untuk mengetahui distribusi tekanan dan kecepatan *hovercraft*. Input data berasal dari data performa karakteristik dari *mixed flow fan* dimana dilakukan pemilihan terhadap konfigurasi yang dapat menyuplai tekanan *cushion* minimum dan kecepatan *thrust* minimum, data input nya sebagai berikut :

Tabel 6.7 Input data dan hasil simulasi untuk tekanan *cushion* dan kecepatan *thrust* untuk simulasi keseluruhan

No	Q (m ³ /s)	Pc (Pa)	Pc-Patm (Pa)	V ^{thrust} (m/s)
1	1.2	101544	219	30.21
2	1.6	102273	948	34.48
3	2	102568	1243	40.12
4	2.4	103312	1987	45.2
5	2.8	104089	2764	55.01
6	3.2	105024	3699	61.6
7	3.6	105991	4666	67.96

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa konfigurasi yang mencapai tekanan minimum yang dibutuhkan *cushion* dan kecepatan minimum yang dibutuhkan untuk gaya dorong/*thrust* adalah pada konfigurasi dengan debit aliran 1,6 m³/s. Setelah dimasukkan data input maka dilakukan simulasi dan didapat hasil sebagai berikut :



Gambar 6.20 (a) distribusi tekanan (b) distribusi kecepatan (c) distribusi tekanan *cushion* (d) visualisasi streamline distribusi tekanan (e) distribusi tekanan *bag*

Dari visualisasi simulasi dapat dilihat distribusi tekanan pada *cushion* yang dihasilkan dengan nilai tekanan sebesar **948 Pa** dengan kenaikan tekanan pada fan

sebesar 1220,96 Pa serta distribusi kecepatan pada *thrust* sebesar 34.48 m/s. Berdasarkan hasil simulasi maka parameter yang dibutuhkan *hovercraft* untuk bermanuver dapat terpenuhi.

