

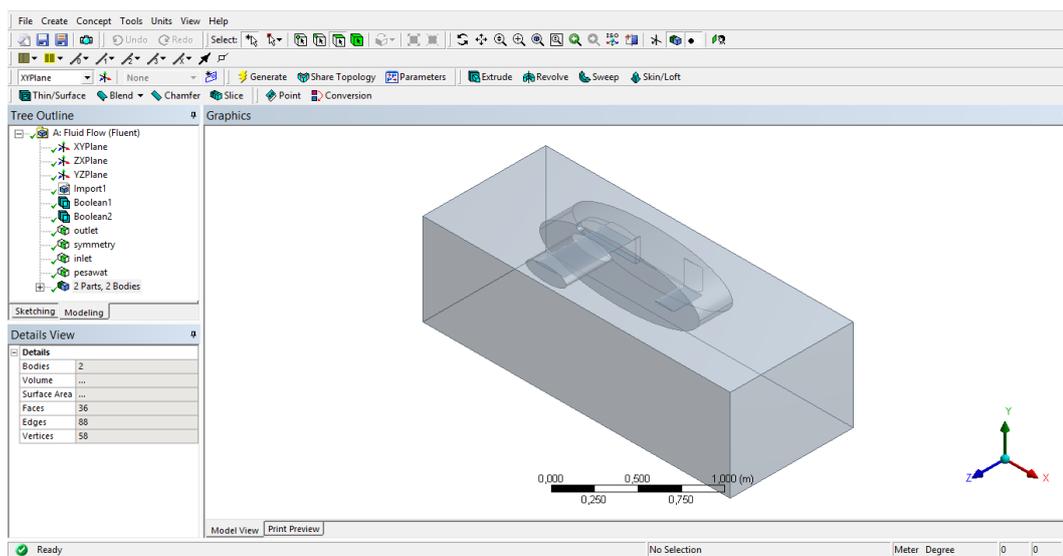
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1. Geometri fluida

Geometri akhir terlihat pada Gambar 4.1 dan dipakai untuk semua variasi kecepatan *inlet* optimalisasi geometri fluida dihasilkan dua geometri fluida dimana salah satunya merupakan geometri fluida untuk udara sebagai udara sekitar dan menjadi bagian utama aliran fluida sedangkan geometri yang mengelilingi pesawat merupakan geometri untuk optimalisasi *mesh* yang bertujuan untuk meningkatkan ketelitian aliran udara disekitar pesawat.

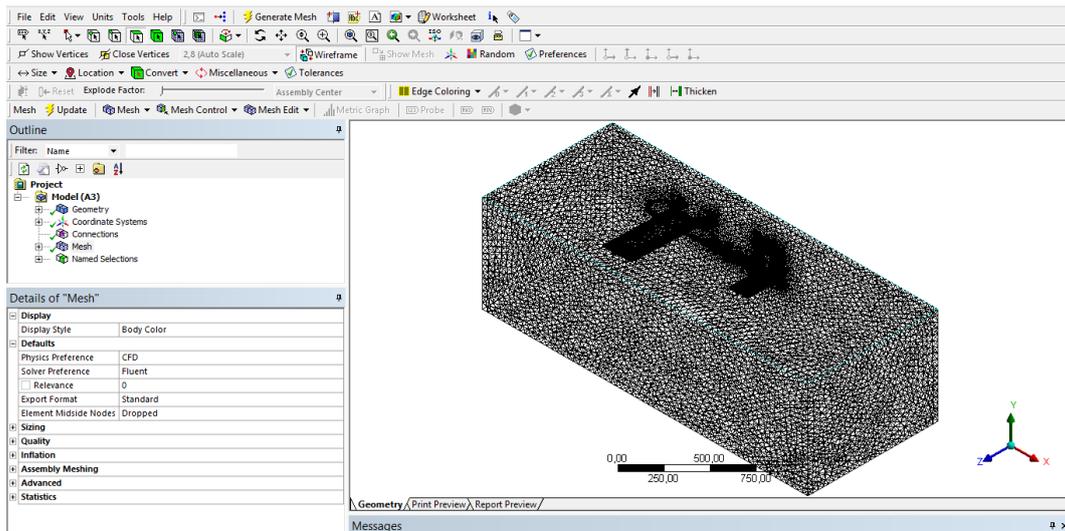


Gambar 4.1 Geometri fluida

Optimalisasi geometri lain adalah penggunaan setengah dari geometri pesawat saja. Hal ini dikarenakan bentuk pesawat yang simetri antara bagian kanan dan kiri berarti data pada bagian kanan dan kiri sama, apabila hanya menggunakan setengah bagian maka dengan jumlah elemen *mesh* per bagian akan lebih banyak yang berarti akan menghasilkan perhitungan yang lebih teliti..

4.1.2 Meshing

Hasil *meshing* dapat terlihat pada Gambar 4.2 dan dipakai untuk semua variasi kecepatan *inlet*. Hasil *meshing* didapatkan dari penggunaan *function proximity and curvature* dengan *relevance center-nya fine*.

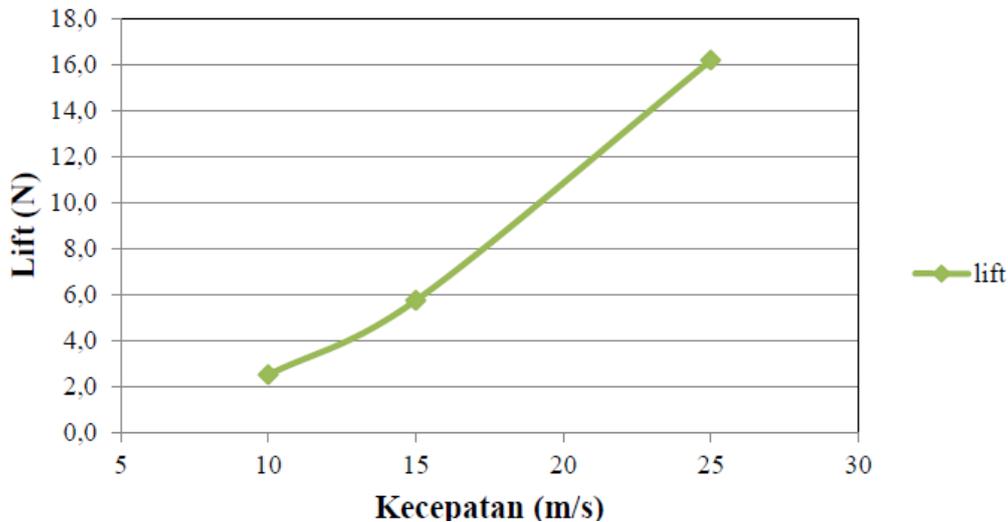


Gambar 4.2 Hasil *meshing*

Hasil *mesh* sukses menghasilkan 3.149.255 elemen dengan minimum size-nya 0,4 mm, max face size 40,8 mm, max tet size 81,6 mm. Nilai tersebut dicapai berdasarkan ukuran *default* dari fungsi *meshing proximity and curvature* dengan *relevance center-nya fine*.

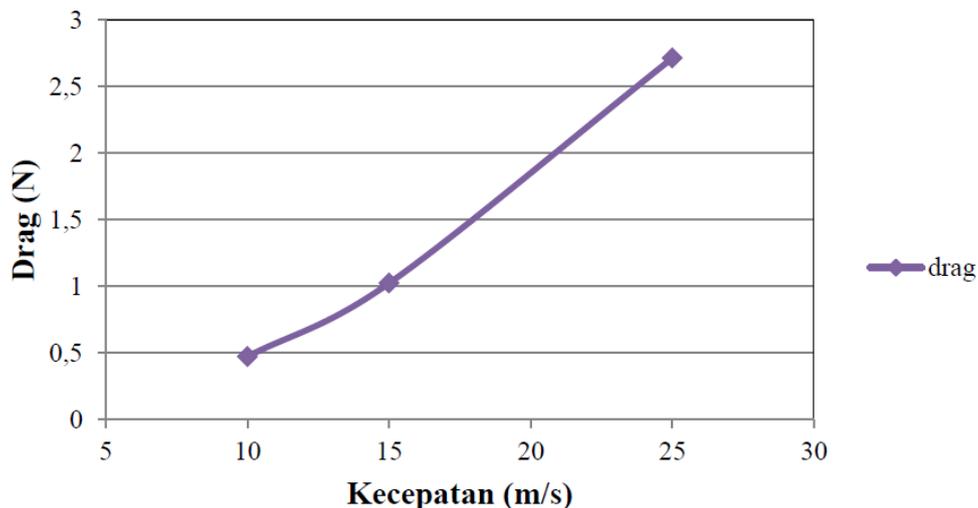
4.1.3 Hasil simulasi

Simulasi numerik dilakukan menggunakan model *viscous k-epsilon* standar, *pressure-based* dan *steady*, fluida udara, kecepatan *inlet* dengan variasi 10, 15, 25 m/s, dan metode perhitungan SIMPLE dengan semua *spatial discretization second order*. Konvergensi digunakan default ANSYS yaitu 1×10^{-3} . Hasil untuk lift dan drag dari tiap variasi dapat dilihat pada Gambar 4.3, Gambar 4.4



Gambar 4.3 *Lift* untuk setengah desain pesawat

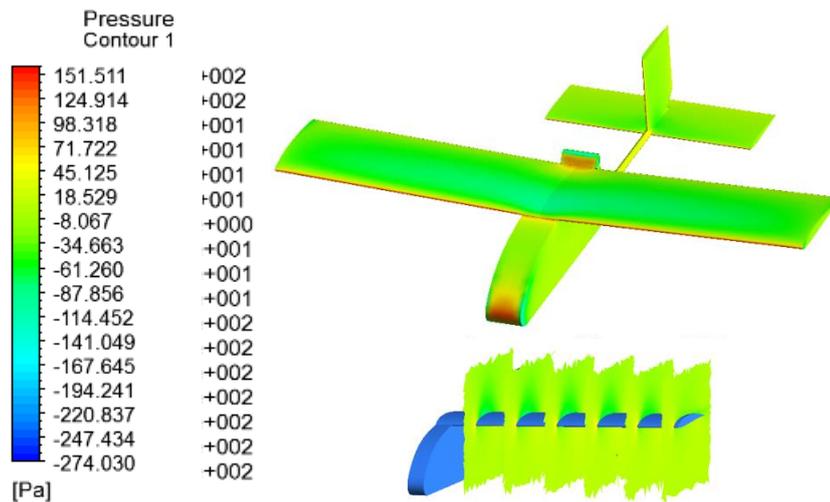
Pada variasi kecepatan 10 m/s dihasilkan *lift* seperti pada Gambar 4.3 sebesar 2,516 N. Nilai tersebut jika diberikan untuk pesawat yang utuh berarti akan dihasilkan 5,032 N. Pada variasi kecepatan 15 m/s dihasilkan *lift* sebesar 5,7 N. Nilai tersebut jika diberikan untuk pesawat yang utuh berarti akan dihasilkan c. Pada variasi kecepatan 25 m/s dihasilkan *lift* sebesar 16,17 N. Nilai tersebut jika diberikan untuk pesawat yang utuh berarti akan dihasilkan 32,34 N. Berdasarkan hasil *lift* tersebut, untuk dapat dapat menghasilkan *lift* minimal supaya pesawat dengan massa 1,4 kg mengudara dibutuhkan kecepatan sekitar 16-18 m/s. Hal ini berarti kecepatan *take off* pesawat minimal dibutuhkan 16-18 m/s.



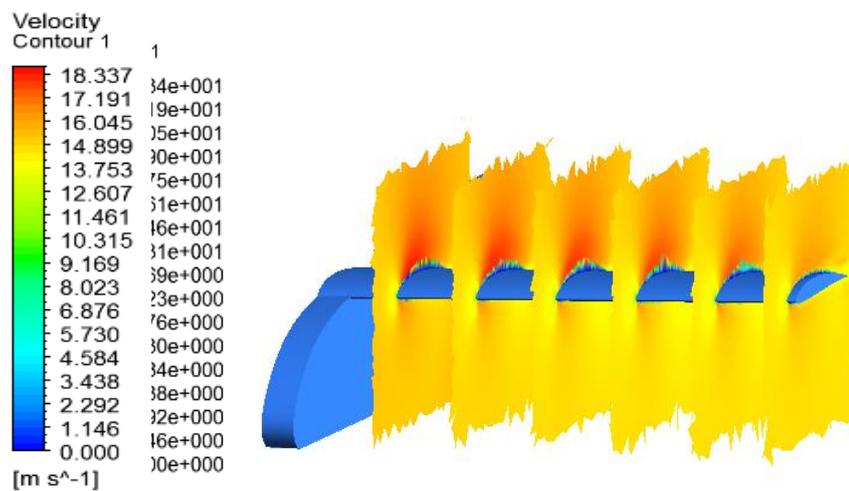
Gambar 4.4 *Drag* untuk setengah desain pesawat

Pada variasi kecepatan 25 m/s dihasilkan *drag* sebesar 2,71 N. Nilai tersebut jika diberikan untuk pesawat yang utuh berarti akan dihasilkan 5,42 N. Pada variasi kecepatan 10 m/s dihasilkan *drag* sebesar 0,47 N. Nilai tersebut jika diberikan untuk pesawat yang utuh

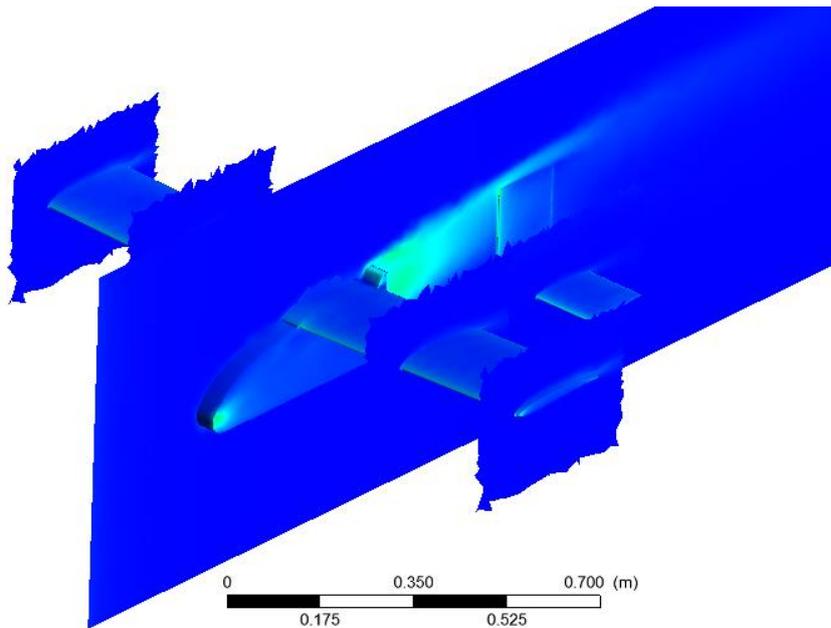
berarti akan dihasilkan 0,94 N. Pada variasi kecepatan 15 m/s dihasilkan *drag* seperti pada Gambar 4.8 sebesar 1,02 N. Nilai tersebut jika diberikan untuk pesawat yang utuh berarti akan dihasilkan 2,04 N. Hasil-hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.4. Berdasarkan hasil *drag* tersebut, nilai drag masih dapat teratasi oleh *thrust* yang dihasilkan motor pendorong dengan nilai *thrust* maksimum motor 1,3 kg.



Gambar 4.5 Tekanan pada permukaan dan sekitar pesawat



Gambar 4.6 Kecepatan udara disekitar sayap



Gambar 4.7 Turbelensi Sepanjang badan pesawat

Gambar 4.5 sampai Gambar 4.6 merupakan hasil simulasi dari pesawat dengan kecepatan 15 m/s. Kecepatan tersebut merupakan nilai paling dekat dengan kecepatan yang dibutuhkan untuk menghasilkan *lift* minimum supaya pesawat dengan berat desain 1,4 kg dapat mengudara. Pada Gambar 4.5 dan 4.6 menunjukkan kecepatan udara dan tekanan pada sayap pesawat. *Lift* yang dihasilkan oleh sayap dapat terlihat dari perbedaan tekanan dan kecepatan udara pada sayap.

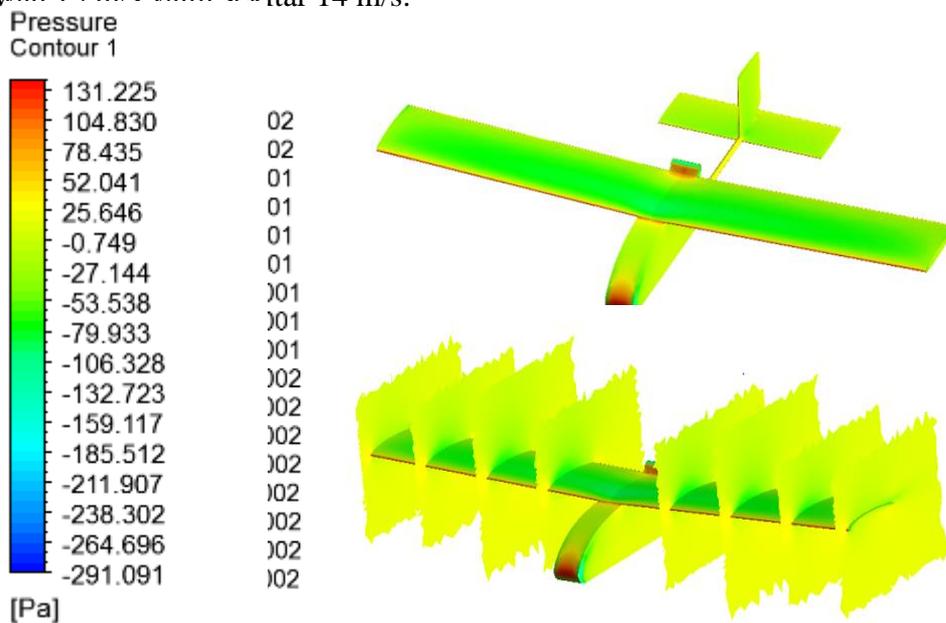
Gambar 4.7 merupakan nilai turbulensi sepanjang badan pesawat. Ketika dilihat pada Gambar 4.6, turbulensi pada pesawat terlihat meningkat terutama pada bagian belakang badan pesawat diatas *tailboom* pesawat. Hal ini kemungkinan terjadi karena bentuk belakang badan memiliki siku sehingga aliran udara tidak bisa mengikuti batas permukaan badan pesawat sehingga terjadi turbulensi aliran udara.

4.2 Analisis Hasil Simulasi

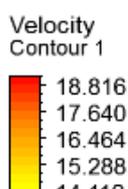
Berdasarkan hasil dari simulasi didapatkan bahwa dengan desain awal pesawat maka dibutuhkan kecepatan minimal sekitar 16 - 17 m/s supaya pesawat dapat mengudara. Validasi yang dilakukan untuk menguji hasil ini dilakukan dalam pengujian terbang pesawat, akan tetapi hasil pengujian pesawat menunjukkan pesawat masih memiliki kesulitan untuk *take off*.

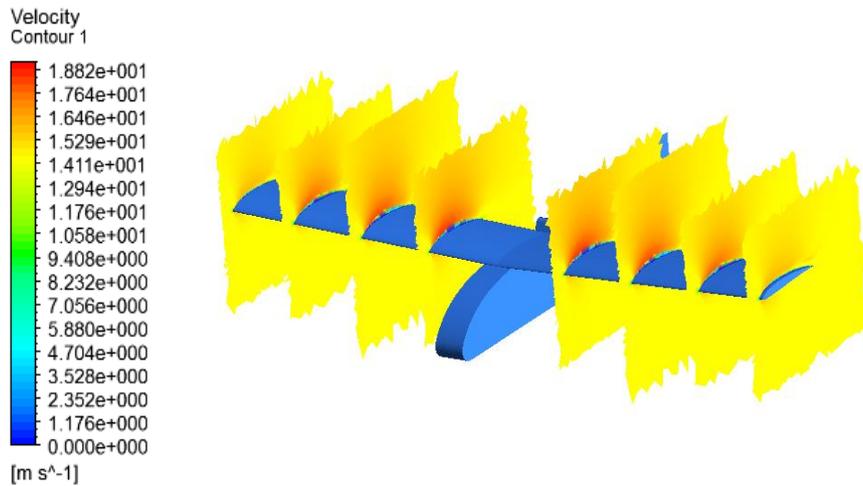
Analisis saya tentang penyebab fenomena ini menghasilkan dua hal yaitu pelaksanaan *take off* yang masih menggunakan *hand launched* dan beban pesawat yang ternyata melebihi desain awal. Pelaksanaan *take off* yang masih menggunakan *hand launched* berarti kecepatan awal pesawat tergantung kecepatan gerak orang yang melakukan *hand launched* tersebut, jika digunakan kecepatan rata-rata manusia berlari maka kecepatannya baru sekitar 5 m/s. Pengujian sebelumnya menggunakan sayap full styrofoam tanpa sel surya didapatkan rekaman pengujian dengan kecepatan *take off* hampir 10 m/s. Hasil ini sudah ditambah kecepatan dari *thrust* yang dihasilkan motor dan *take off* pada ketinggian sekitar 30 cm diatas kepala dimana ketinggian tersebut memberikan waktu bagi motor untuk menambah *thrust* sebelum pesawat menyentuh tanah.

Setelah hasil pengujian pertama didapatkan, kami melakukan perbaikan desain. Asumsi kami adalah pesawat membutuhkan lebih banyak *lift* untuk dapat mengudara akibat berat yang tidak sesuai desain awal sehingga diputuskan untuk menambah *wingspan*. Penambahan *wingspan* dilakukan menggunakan bahan styrofoam sehingga diharapkan tidak menambah berat secara signifikan akan tetapi ada penambahan *lift* yang signifikan. Simulasi lebih lanjut dengan penambahan *wingspan* sebesar 19 cm tiap sisi menunjukkan bahwa dengan beban aktual pesawat masih bisa dicapai *lift* yang dibutuhkan pada kecepatan *take off* dibawah 15 m/s yaitu sekitar 14 m/s.

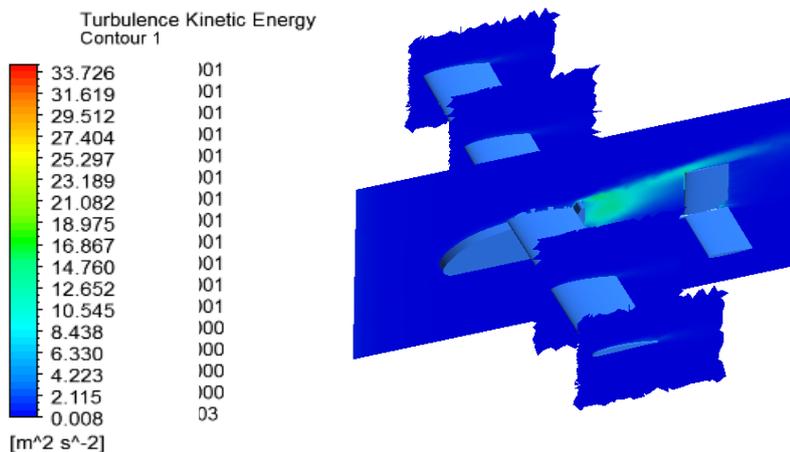


Gambar 4.8 Tekanan pada permukaan dan sekitar pesawat pada modifikasi desain





Gambar 4.9 Kecepatan udara disekitar sayap modifikasi desain



Gambar 4.10 Turbelensi Sepanjang badan pesawat

Nilai pada gambar 4.8 dan 4.9 merupakan visualisasi tekanan dan kecepatan udara terhadap desain modifikasi pada kecepatan 15 m/s. Hasil simulasi baru didapatkan nilai lift sebesar 17,8 N. Pesawat aktual memiliki berat 1,6 kg sehingga kecepatan untuk menghasilkan *lift* yang cukup sekitar 14 m/s. Hasil simulasi modifikasi ini divalidasi pada pengujian kedua dan terbukti bahwa pesawat dapat melakukan *take off* dengan modifikasi sayap tersebut. Pengujian kedua juga menghasilkan beberapa informasi lain seperti *center of gravity* pesawat yang sepertinya sedikit mundur kebelakang dibandingkan desain awal. Hal ini terlihat dari gerakan *take off* pesawat yang terlihat ada sedikit gerakan stall walaupun masih bisa diatasi oleh otopilot setelah diaktifkan otopilot. Hal lain yang ditemukan adalah

performa modul GPS yang kurang memuaskan akibat akurasi yang kurang membuat pesawat tidak dapat terbang sesuai *flight plan* dari autopilot. Hal tersebut diharapkan dapat diperbaiki lebih lanjut dalam penelitian selanjutnya.