

**DESAIN DAN PENGEMBANGAN KABIN *BLAST FREEZER* SKALA RUMAH TANGGA UNTUK MENDINGINKAN *NUGGET* IKAN DI KEPULAUAN SERIBU**



**EKO SUYOSO**

**5315097101**

Skripsi Ini Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Pendidikan Universitas Negeri Jakarta

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**2016**

## ABSTRAK

**Eko Suyoso**, Desain dan Eksperimen Kabin *Blast Freezer* Skala Rumah Tangga untuk Mendinginkan *Nugget* Ikan di Kepulauan Seribu, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Januari 2016.

Penelitian desain dan eksperimen kabin *blast freezer* ini bertujuan untuk mengetahui nilai temperatur yang di hasilkan oleh kabin *blast freezer* yang digunakan untuk mendinginkan *nugget*, serta distribusi udara pada kabin *blast freezer* dapat terdistribusi dengan baik, dan mengetahui perbandingan pengujian *software* dengan pengujian eksperimen.

Dalam penelitian ini temperatur yang dicapai dalam pengujian adalah -35°C. Model yang dibuat adalah model A dan model B, model A dan model B memiliki perbedaan pada letak posisi evaporator dan kipas. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen.

Hasil yang dicapai pada penelitian ini adalah nilai komputasi dari temperatur, kecepatan angin, dan berat jenis. Kemudian didapatkan nilai perhitungan manual yang diambil dalam pengujian eksperimen. Pengujian *software* mendapatkan temperatur pada model A sebesar -34,1 °C dan pada model B mencapai temperatur -36,0 °C. Pada pengujian eksperimen pada model A mendapatkan nilai temperatur mencapai -10,8 °C dan pada model B mencapai -18,2 °C. Hal itu menjadi acuan posisi yang cocok untuk mendapatkan temperatur yang optimal.

Kata Kunci : Desain Kabin, *Blast freezer*, simulasi fluida berbasis elemen hingga.

## LEMBAR PENGESAHAN

Nama Dosen	Tanda Tangan	Tanggal
<b>Dosen Pembimbing I</b> Ahmad Kholil, ST., MT. NIP. 197908312005011001	.....	.....
<b>Dosen Pembimbing II</b> Ragil Sukarno, ST, MT NIP. 197911022012121001	.....	.....
Pengesahan Panitia Ujian Skripsi		
<b>Ketua</b>  Dr.Riza Wirawan M.T NIP. 197804112005011003	.....	.....
<b>Sekretaris</b>  Dra. Ratu Amilia Avianti, M.Pd. NIP. 196506161990032001	.....	.....
<b>Dosen Ahli</b>  Ir, Nugroho Gama Yoga, M.T NIP. 197602052006041001 Tanggal Lulus : 29 Januari 2016	.....	.....

Mengetahui,  
Ketua Program Studi S1,  
Teknik Mesin – UNJ

Akhmad Kholil, ST., MT.  
NIP. 197908312005011001

## HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis skripsi / karya inovatif saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri dengan arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah di tulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas di cantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidabeneran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah di peroleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, Januari 2016  
Yang membuat pernyataan

Eko Suyoso  
5315097101

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Dalam kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu dan membimbing penulis selama menyelesaikan penulisan skripsi ini. Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Orang tua Bapak Sukarman dan Ibu Tarmini yang selalu memberi dukungan moril dan materil.
2. Bapak Ahmad Kholil, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin dan dosen pembimbing 1 atas segala arahan, bimbingan dan motivasi yang sangat berarti dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Ragil Sukarno, ST., MT selaku dosen pembimbing 2 atas segala arahan, bimbingan dan motivasi yang sangat berarti dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Drs. Agus Dudung, M.Pd selaku Pembimbing Akademik yang telah membimbing akademik perkuliahan dari awal perkuliahan sampai penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Dr. Darwin Rio Budi Syaka, MT selaku dosen yang telah membimbing dalam pengerjaan eksperimen, arahan dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Teman-teman Jurusan Teknik Mesin Program Studi Pendidikan Teknik Mesin angkatan 2009 sekalian atas segala dukungan yang diberikan kepada penulis.

Penulis sepenuhnya menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Penulis mengharapkan saran ataupun kritik yang membangun agar penulisan skripsi ini lebih baik dan bermanfaat.

Jakarta, Januari 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	ivii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	4
1.3 Pembatasan Penelitian.....	4
1.4 Perumusan Masalah.....	5
1.5 Kegunaan Penelitian.....	5
1.6 Tujuan Penelitian.....	6
BAB II KAJIAN TEORETIK.....	7
2.1 Ikan .....	7
2.2 Nugget.....	9
2.3 Blast Freezer .....	9
2.4 Jenis Kabin.....	10
2.5 Beban Pendinginan .....	15
2.6 <i>Software</i> Simulasi fluida berbasis elemen hingga .....	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	25
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	25
3.2 Intrumen Penelitian .....	25
3.3 Metode Penelitian.....	26
3.4 Proses Penelitian .....	26
3.8 Pengujian Penelitian .....	53

3.9	Analisis Data .....	54
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		55
4.1	Deskripsi Data Penelitian. ....	55
4.2	Hasil Penelitian Menggunakan <i>Software</i> Simulasi fluida berbasis elemen hingga.....	55
4.3	Hasil Pengujian Blast freezer Blast Freezer.....	105
4.4	Pembahasan .....	110
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....		115
Daftar Pustaka.....		117
RIWAYAT HIDUP .....		127

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kabin pada Lemari Es ( <i>Refrigerator</i> ) .....	11
Gambar 2.2. Kabin <i>Display Cool Room</i> .....	12
Gambar. 2.3 Kabin <i>Freezer</i> dengan Desain <i>Inclined more Display Area</i> ...	13
Gambar 2.4 Kabin <i>Box Freezer</i> .....	13
Gambar. 3.1. <i>Flowchart</i> Metode Penelitian .....	27
Gambar. 3.2 Proses <i>Extrude</i> Desain Kabin .....	29
Gambar. 3.3 Desain Kabin 3D .....	29
Gambar. 3.4 Desain Rak .....	30
Gambar. 3.5 Desain Kipas .....	30
Gambar. 3.6 Desain Blade Tampak Depan dan Belakang .....	31
Gambar. 3.7 Desain Ukuran Evaporator.....	31
Gambar. 3.8 Desain Evaporator .....	32
Gambar. 3.9 Dudukan Kipas.....	32
Gambar. 3.10 Desain <i>Nugget</i> Ikan .....	33
Gambar.3.11 Desain Pintu Kabin .....	33
Gambar. 3.12 Pemasangan Rak Dengan Kabin .....	34
Gambar. 3.13 Pemasangan Evaporator dengan Kabin .....	35
Gambar. 3.14 Peletakan <i>Nugget</i> pada Rak. ....	36
Gambar. 3.15. Pemasangan Dudukan Motor. ....	36
Gambar. 3.16 Perakitan Motor dengan Dudukan .....	37

Gambar. 3.17 Pemasangan <i>Blade</i> pada Motor .....	38
Gambar. 3.18 Pemasangan Pintu dengan Kabin .....	38
Gambar 3.19 Pembuatan <i>Blast freezer</i> Model A .....	40
Gambar 3.20 Pembuatan <i>Blast freezer</i> Model B .....	40
Gambar. 3.21 <i>General Setting Analisis Type</i> .....	42
Gambar. 3.22 <i>General Setting fluids</i> .....	42
Gambar. 3.23 General Setting Solids .....	43
Gambar. 3.24 <i>General Setting Wall condition</i> .....	44
Gambar. 3.25 <i>General Setting initial conditions</i> .....	44
Gambar. 3.26 Persiapan Pengujian .....	45
Gambar. 3.27 <i>Part Rotating Region</i> .....	45
Gambar. 3.28 Input Nilai <i>Rotating Region</i> .....	46
Gambar. 3.29 Pemilihan Jenis Bahan <i>Nugget</i> .....	46
Gambar. 3.30 <i>Boundary Condition evaporator</i> .....	47
Gambar. 3.31 <i>Boundary Condition Nugget</i> .....	47
Gambar. 3.32 <i>Heat Sources Nugget</i> .....	48
Gambar. 3. 33 <i>Initial Conditions</i> Pada Kabin .....	48
Gambar. 3.34 <i>Goals Fluid Temperature Avarage</i> .....	49
Gambar. 3.35 <i>Setting Intial Mesh</i> .....	50
Gambar 3.36 Hasil <i>Intial Mesh</i> Pada Model .....	50

Gambar. 3.37 <i>Local Intial Mesh Nugget</i> .....	51
Gambar 3.38 Hasil <i>local Intial Mesh</i> Pada komponen .....	51
Gambar. 3.39 <i>Calculation Control Option Max Physical Time</i> .....	52
Gambar. 3.40 <i>Calculation Control Option Manual Time Step</i> .....	52
Gambar. 3.41 Alat ukur termometer digital	
untuk mengukur suhu dalam kabin .....	53
Gambar. 3.42 Alat pengukur Rpm .....	53
Gambar 4.1 Grafik <i>Fluid Temperature</i> Model A	
Dengan Waktu 28800 <i>sec</i> .....	56
Gambar 4.2. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan <i>Cut plot</i> pada Titik Atas dalam Waktu 1800 detik.....	57
Gambar 4.3. Pembacaan Hasil Pengujian Model dengan <i>Cut plot</i> pada Titik bawah dalam Waktu 1800 detik .....	58
Gambar 4.4. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan <i>Cut plot</i> pada <i>Right Plane</i> dalam Waktu 1800 detik.....	58
Gambar 4.5. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan <i>Cut plot</i> pada Titik Atas dalam Waktu 2700 detik.....	59
Gambar 4.6. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan <i>Cut plot</i> pada Titik Bawah dalam Waktu 2700 detik .....	60
Gambar 4.7. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan <i>Cut plot</i> pada Titik <i>Right Plane</i> dalam Waktu 2700 detik .....	60
Gambar. 4.8. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan <i>Cut plot</i> pada Titik Atas dalam Waktu 3600 detik.....	61
Gambar. 4.9. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan <i>Cut plot</i> pada Titik Bawah dalam Waktu 3600 detik .....	62
Gambar. 4.10. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan <i>Cut plot</i> pada	

<i>Right Plane</i> dalam Waktu 3600 detik .....	62
Gambar. 4.11. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan <i>Cut plot</i> pada Titik Atas dalam Waktu 15300 detik .....	63
Gambar. 4.12. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan <i>Cut plot</i> pada Titik Bawah dalam Waktu 15300 detik.....	64
Gambar. 4.13. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan <i>Cut plot</i> pada Titik <i>Right Plane</i> dalam Waktu 15300 detik.....	64
Gambar. 4.14. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan <i>Cut plot</i> pada Titik Atas dalam Waktu 22500 detik.....	65
Gambar. 4.15. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan <i>Cut plot</i> pada Titik Bawah dalam Waktu 22500 detik .....	66
Gambar. 4.16. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan <i>Cut plot</i> pada <i>Right Plane</i> dalam Waktu 22500 detik .....	66
Gambar. 4.17. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan <i>Cut plot</i> pada Titik Atas dalam Waktu 28800 detik.....	67
Gambar. 4.18. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan <i>Cut plot</i> pada Titik Bawah dalam Waktu 28800 detik .....	68
Gambar. 4.19. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan <i>Cut plot</i> pada <i>Right Plane</i> dalam Waktu 28800 detik.....	68
Gambar. 4.20. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan <i>Isosurfaces</i> dalam Waktu 1800 detik. ....	69
Gambar. 4.21. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan <i>Isosurfaces</i> dalam Waktu 2700 detik .....	70
Gambar. 4.22. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan <i>Isosurfaces</i> dalam Waktu 3600 detik .....	71
Gambar. 4.23. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan <i>Isosurfaces</i> dalam Waktu 15300 detik.....	71
Gambar. 4.24. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan <i>Isosurfaces</i> dalam Waktu 22500 detik.....	72
Gambar. 4.25. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan <i>Isosurfaces</i> dalam Waktu 28800 Detik.....	73

Gambar 4.26. Grafik Hasil Pengujian Temperatur Udara pada Model A dalam Waktu 28800 Sec.....	75
Gambar 4.27. Grafik Hasil Pengujian Kecepatan Udara ( <i>Velocity</i> ) pada Model A dalam Waktu 28800 detik .....	77
Gambar 4.28. Grafik Hasil Pengujian Berat Jenis ( <i>Density</i> ) pada Model A dalam Waktu 28800 detik .....	79
Gambar 4.29. Grafik Hasil Pengujian Temperatur Udara ( <i>Fluid Temperature</i> ) pada Model B dengan Waktu 28800 Detik .....	80
Gambar. 4.30. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan <i>Cut plot</i> pada Titik Atas dalam Waktu 1800 detik.....	81
Gambar. 4.31. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan <i>Cut plot</i> pada Titik Bawah dalam Waktu 1800 detik .....	82
Gambar. 4.32. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan <i>Cut plot</i> pada <i>Right Plane</i> dalam Waktu 1800 detik.....	83
Gambar. 4.33. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan <i>Cut plot</i> pada Titik Atas dalam Waktu 2700 detik .....	84
Gambar. 4.34. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan <i>Cut plot</i> pada Titik Bawah dalam Waktu 2700 detik .....	84
Gambar. 4.35. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan <i>Cut plot</i> pada <i>Right Plane</i> dalam Waktu 2700 detik.....	85
Gambar. 4.36. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan <i>Cut plot</i> pada Titik Atas dalam Waktu 3600 detik.....	86
Gambar. 4.37. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan <i>Cut plot</i> pada Titik Bawah dalam Waktu 3600 detik.....	86
Gambar. 4.38. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan <i>Cut plot</i> pada <i>Right Plane</i> dalam Waktu 3600 detik.....	87
Gambar. 4.39. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan <i>Cut plot</i> pada Titik Atas dalam Waktu 6300 detik .....	88
Gambar. 4.40. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan <i>Cut plot</i> pada Titik Bawah dalam Waktu 6300 detik .....	89
Gambar. 4.41. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan <i>Cut plot</i> pada	

<i>Right Plane</i> dalam Waktu 6300 detik .....	89
Gambar. 4.42. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan <i>Cut plot</i> pada Titik Atas dalam Waktu 9000 detik .....	90
Gambar. 4.43. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan <i>Cut plot</i> pada Titik Bawah dalam Waktu 9000 detik .....	90
Gambar. 4.44. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan <i>Cut plot</i> pada <i>Right Plane</i> dalam Waktu 9000 detik .....	91
Gambar. 4.45. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan <i>Cut plot</i> pada Titik Bawah dalam Waktu 28800 detik .....	92
Gambar. 4.46. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan <i>Cut plot</i> pada Titik Bawah dalam Waktu 28800 detik .....	92
Gambar. 4.47. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan <i>Cut plot</i> pada <i>Right Plane</i> dalam Waktu 28800 detik .....	93
Gambar. 4.48. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan <i>Isosurfaces</i> dalam Waktu 1800 detik .....	94
Gambar. 4.49. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan <i>Isosurfaces</i> dalam Waktu 2700 detik .....	95
Gambar. 4.50. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan <i>Isosurfaces</i> dalam Waktu 3600 detik .....	96
Gambar. 4.51. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan <i>Isosurfaces</i> dalam Waktu 6300 detik .....	96
Gambar. 4.52. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan <i>Isosurfaces</i> dalam Waktu 9000 detik .....	97
Gambar. 4.53. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan <i>Isosurfaces</i> dalam Waktu 28800 detik .....	98
Gambar 4.54. Grafik Hasil Pengujian Temperatur Udara pada Model B dalam Waktu 28800 <i>Sec</i> .....	100
Gambar 4.55. Grafik Hasil Pengujian Kecepatan Udara pada Model B dalam Waktu 28800 <i>Sec</i> .....	102
Gambar 4.56. Grafik Hasil Pengujian Berat Jenis pada Model B dalam Waktu 28800 <i>Sec</i> .....	104

Gambar 4.57. Grafik Hasil Pengujian Eksperimen Temperatur Udara ( <i>Fluid Temperature</i> ) pada Model A dalam Waktu 28800 detik. .....	107
Gambar 4.58. Grafik Hasil Pengujian Eksperimen Temperatur Udara ( <i>Fluid Temperature</i> ) pada Model B dalam Waktu 28800 detik .....	110
Gambar 4.59. Grafik Hasil Uji <i>Fluid Temperature</i> Menggunakan <i>Software</i> Simulasi fluida berbasis elemen hingga antara Model A dan Model B .....	111
Gambar 4.60. Grafik Perbandingan Hasil Pengujian Temperatur Udara ( <i>Fluid Temperature</i> ) dengan Menggunakan Eksperimen antara Model A dan Model B .....	111
Gambar 4.61 Grafik Perbandingan Hasil Pengujian <i>Software</i> dan <i>Blast Freezer</i> pada Model A dan Model B .....	112
Gambar 4.62 Terdapat Rembesan Buih Air Pada bagian Celah Pintu .....	113
Gambar 4.63 Dudukan Evaporator dan Pipa Evaporator yang Masuk Dalam Kabin .....	114

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Nilai Hasil Pengujian Temperatur Udara ( <i>Fluid Temperature</i> ) Pada Model A Dalam Waktu 28800 detik dengan Pengujian 900/detik .....	74
Tabel 4.2 Nilai Hasil Pengujian Kecepatan Angin ( <i>Velocity</i> ) pada Model A dalam Waktu 28800 detik dengan pengujian 900/detik .....	76
Tabel 4.3 Nilai Hasil Pengujian Berat Jenis ( <i>Density</i> ) pada Model A dalam Waktu 28800 detik dengan pengujian 900/detik .....	78
Tabel 4.4 Nilai Hasil Pengujian Temperatur Udara ( <i>Fluid Temperature</i> ) Pada Model B Dalam Waktu 28800 detik dengan Pengujian 900/ detik .....	99
Tabel 4.5 Nilai Hasil Pengujian Kecepatan Udara ( <i>Velocity</i> ) Pada Model B Dalam Waktu 28800 detik dengan Pengujian 900/ detik .....	101
Tabel 4.6 Nilai Hasil Pengujian Berat Jenis ( <i>Density</i> ) Pada Model B Dalam Waktu 28800 detik dengan Pengujian 900/ detik .....	103
Tabel 4.7 Hasil Nilai Pengujian Temperatur Udara ( <i>Fluid Temperature</i> ) pada Model A dalam Waktu 28800 detik Dengan Pengujian 900/detik .....	106
Tabel 4.8 Hasil Nilai Pengujian Temperatur Udara ( <i>Fluid Temperature</i> ) pada Model B dalam Waktu 28800 detik Dengan Pengujian 900/detik .....	109

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Pembuatan <i>Blast Freezer</i> dan Spesifikasi Alat Ukur ..	118
Lampiran 2 Perhitungan Beban Produk.....	119
Lampiran 3 Perhitungan Beban Produk Daging .....	125
Lampiran 4 Perhitunga Daya Kompresor .....	126

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Dalam usaha industri rumahan pasti memiliki berbagai masalah, seperti: masalah modal, masalah produktivitas yang naik turun, dan berbagai hal lainnya. Paling spesifik yang biasanya menjadi masalah utama adalah masalah penyimpanan bahan jadi yang masih bergantung pada bahan baku yang ada pada musim-musim tertentu. Seperti bahan pangan yang ada pada musim panen, hal itulah yang dialami oleh industri rumahan pembuatan nugget ikan di kepulauan seribu. Karena nugget ikan yang telah diolah hanya mampu bertahan kurang lebih satu minggu setelah proses pembuatan, sedangkan hasil ikan yang diperoleh sebagai bahan pokok hanya bergantung pada musim panen ikan saja. Jika industri rumahan tersebut mengolah nugget ikan pada saat musim panen, hasil produksi yang dihasilkan sangatlah banyak, tetapi ketika pasokan bahan utama ikan tidak pada musim panen industri rumahan tersebut hanya mampu mengolah bahan baku sesuai dengan hasil tangkapan. Sangat disayangkan jika bahan baku ikan yang sudah menjadi nugget ikan tidak diproses sesuai dengan keinginan konsumen. Karena saat musim panen ikan pemesanan nugget bisa saja sepi pesanan, dan saat musim tidak panen bisa saja banyak pesanan. Maka, produksi nugget harus dapat disimpan dalam waktu yang lama.

Karena nugget ikan berbahan dasar ikan, maka penyimpanan nugget tidak jauh berbeda dengan penyimpanan ikan. Sebelumnya perlu diketahui, bahwa ikan yang berlaku sebagai bahan baku pembuat ikan sendiripun mudah rusak (membusuk), seperti hanya mampu bertahan sekitar 8 jam setelah penangkapan dan setelah didaratkan akan timbul proses perubahan yang mengarah pada kerusakan (membusuk)<sup>1</sup>. Penyebab ikan cepat membusuk antara lain dikarenakan mikroorganismenya, seperti bakteri, jamur, dan kapang<sup>2</sup>.

Cara pengolahan yang umum dilakukan, pada dasarnya dibagi menjadi 4 golongan, yaitu 1) Pengolahan dengan memanfaatkan faktor fisikawi, 2) Pengolahan dengan bahan pengawet, 3) Pengolahan yang memanfaatkan faktor fisikawi dan bahan pengawet, serta 4) Pengolahan dengan fermentasi.<sup>3</sup> Tetapi dalam membuat nugget ikan proses pengolahan penyimpanan ikan harus dilakukan tanpa merubah tekstur/bentuk, rasa, dan bau nugget ikan tersebut. Maka proses pengolahan yang dapat dilakukan merupakan pengolahan dengan memanfaatkan faktor fisikawi, dan faktor fisikawi yang dimaksud menggunakan temperatur rendah bukan menggunakan temperatur tinggi, agar tekstur/bentuk ikan tidak berubah. Karena kelebihan menggunakan temperatur rendah tidak mengalami perubahan tekstur/bentuk, rasa, dan bau.<sup>4</sup> Untuk mendinginkan nugget perlu di dinginkan hingga  $-35^{\circ}\text{C}$  dengan waktu kurang dari 8 jam. *Freezer* untuk skala rumah tangga yang banyak ada di pasaran hanya

---

<sup>1</sup> Rabiatul Adawyah, Pengolahan dan Pengawetan Ikan, Ed.1, Cet.3 (Jakarta: Bumi Aksara, 2008), h. 5.

<sup>2</sup> *Ibid.*, h. 6.

<sup>3</sup> *Ibid.*, h. 9.

<sup>4</sup> *Ibid.*, h. 27.

bertemperatur  $-10^{\circ}\text{C}$  sedangkan *blast freeze* bertemperatur mencapai  $-35^{\circ}\text{C}$  akan tetapi *blast freeze* ada dalam skala industri, sedangkan *blast freeze* skala rumah tangga yang mencapai temperatur  $-35^{\circ}\text{C}$  masih belum ada.

*Blast freeze* yang ada dipasaran sekarang ini sebesar ukuran seukuran peti kemas membutuhkan ruangan yang cukup besar untuk peletakannya sehingga *blast freeze* yang ada sekarang ini tidak cocok digunakan untuk skala industri rumahan yang memproduksi nugget ikan yang produksinya belum terlalu banyak. *Blast freeze* dengan skala rumah tangga dan apabila ditinjau dari segi harga untuk skala industri rumahan membutuhkan modal yang sangat besar untuk membeli sebuah *blast freeze* dengan ukuran kecil. Dalam mendesain kabin *blast freeze* skala rumah tangga, ada beberapa yang harus diperhatikan diantaranya berapa ukuran dimensi ruang yang paling optimal, untuk menghasilkan efek pendingin yang merata dan optimal perlu menentukan posisi rak, evaporator, dan ukuran kipas dalam peletakannya berpengaruh terhadap terbentuknya bunga es yang akan terbentuk apabila salah dalam peletakan maka akan terbentuknya bunga es yang akan menyebabkan terjadinya penurunan temperatur, desain *blast freeze* juga perlu diperhatikan pada kecepatan putar kipas yang berpengaruh pada aliran udara pada kabin *blast freeze*. Berdasarkan latar belakang yang di paparkan, Sehingga peneliti ingin melakukan penelitian yang berjudul Desain dan *Blast freezer* Kabin *Blast Freeze* Skala Rumah Tangga untuk Mendinginkan *Nugget* Ikan di Kepulauan Seribu.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan diatas, dapat diidentifikasi sebagai berikut :

1. Adakah pengaruh cara penyimpanan bahan baku nugget dengan hasil produksi ?
2. Berapakah metode yang digunakan untuk mengawetkan daging ikan dengan proses pendinginan ?
3. Berapakah ukuran dimensi yang dibutuhkan untuk mendesain kabin blast freeze ?
4. Berapakah jumlah kipas yang dibutuhkan *blast freeze* untuk skala rumah tangga?
5. Adakah pengaruh posisi rak terhadap sirkulasi udara dalam kabin ?
6. Berapakah kecepatan kipas yang dibutuhkan dalam kabin agar pendinginan merata ?
7. Berapakah ukuran besar kipas dalam kabin ?

## 1.3 Pembatasan Penelitian

Dari identifikasi masalah diatas agar masalah yang diteliti tidak melebar maka perlu adanya batasan yaitu :

1. Desain kabin *blast freeze* hanya pada skala rumah tangga.
2. Bahan yang disimpan adalah *nugget* ikan dalam pengujian *nugget* ikan diganti oleh air sebanyak 5 liter.
3. Temperatur pendinginan mencapai  $-35^{\circ}\text{C}$

4. Desain kabin membuat 2 model yaitu model A dan model B.

#### 1.4 Perumusan Masalah

Dari identifikasi masalah maka dapat ditentukan perumusan masalah yaitu:

1. Berapakah kapasitas *nugget* pada penyimpanan *blast freezer* skala rumah tangga ?
2. Bagaimanakah meletakkan posisi evaporator yang tepat ?
3. Berapakah kapasitas kipas sehingga distribusi temperatur merata?
4. Bagaimanakah pengaruh peletakan kipas terhadap sirkulasi udara dalam kabin *blast freeze*?

#### 1.5 Kegunaan Penelitian

- 1 Untuk mendesain kabin *blast freeze* agar bisa digunakan dalam skala rumah tangga.
1. Untuk media membantu dalam penyimpanan bahan baku agar lebih tahan lama.
2. Untuk menambah biaya omset karena bahan baku tersimpan dengan aman.
3. *Blast freeze* dapat dikomersilkan karena harga terjangkau
4. Sebagai informasi tentang media pendingin *blast freeze* skala rumah tangga
5. Sebagai referensi bahan pembelajaran di jurusan teknik mesin.

## 1.6 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk turut serta dalam upaya mendukung kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi terutama pada bidang keteknikan.

Adapun tujuan utamanya adalah :

1. Untuk mengetahui keadaan yang terjadi dalam kabin bahwa udara terdistribusi dengan baik.
2. Untuk mengetahui nilai temperatur yang dihasilkan oleh pengujian dengan *software* simulasi fluida berbasis elemen hingga.
3. Untuk mengetahui nilai temperatur yang dihasilkan dari *Blast freezer* kabin *blast freeze*.
4. Untuk mengetahui apakah pengujian *Blast freezer* sesuai dengan pengujian *software* simulasi fluida berbasis elemen hingga.

## **BAB II**

### **KAJIAN TEORETIK**

#### **2.1 Ikan**

Ikan sebagai bahan makanan yang mengandung protein tinggi dan mengandung asam amino esensial yang diperlukan oleh tubuh, di samping itu nilai biologisnya mencapai 90% dengan jaringan pengikat sedikit sehingga lebih mudah dicerna. Hal paling penting adalah harganya jauh murah dibandingkan dengan sumber protein lain. Kandungan kimia, ukuran, dan nilai gizinya tergantung pada jenis, umur, kelamin, tingkat kematangan, dan kondisi tempat hidupnya.

Agar dapat memanfaatkan ikan dengan baik, perlu diketahui karakteristik yang dimiliki, misalnya struktur tubuh ikan, perbandingan ukuran tubuh dan berat, sifat fisik dan kimia, protein, lemak, vitamin, dan senyawa lain yang dikandungnya. Kelebihan produk perikanan dibanding dengan produk hewani lainnya sebagai berikut.

1. Kandungan protein yang cukup tinggi (20%) dalam tubuh ikan tersusun oleh asam-asam amino yang berpola mendekati pola kebutuhan asam amino dalam tubuh manusia.
2. Daging ikan mudah dicerna oleh tubuh karena mengandung sedikit tendon pengikat (tendon).
3. Daging ikan mengandung asam lemak tak jenuh dengan kadar kolesterol sangat rendah yang dibutuhkan oleh tubuh manusia.

4. Selain itu, daging ikan mengandung sejumlah mineral seperti K, Cl, P, S, Mg, Ca, Fe, Ma, Zn, F, Ar, Cu, dan Y, serta vitamin A dan D dalam jumlah yang cukup untuk memenuhi kebutuhan manusia.

Disamping itu, ternyata ikan memiliki beberapa kekurangan, yaitu.

1. Kandungan air yang tinggi (80%), pH tubuh ikan yang mendekati netral, dan daging ikan sangat mudah dicerna oleh enzim autolisis menyebabkan daging sangat lunak, sehingga menjadi media yang baik untuk pertumbuhan bakteri pembusuk.
2. Kandungan asam lemak tak jenuh mengakibatkan daging ikan mudah mengalami proses oksidasi sehingga menyebabkan bau tengik.

Proses pembusukan pada ikan disebabkan oleh aktivitas enzim mikroorganisme, dan oksidasi dalam tubuh ikan itu sendiri dengan perubahan seperti timbul bau busuk, daging menjadi kaku, sorot mata pudar, serta adanya lendir pada insang maupun tubuh bagian luar. Kekurangan yang terdapat pada ikan dapat menghambat usaha pemasaran hasil perikanan, tidak jarang menimbulkan kerugian besar terutama di saat produksi ikan melimpah. Oleh karena itu, diperlukan proses pengolahan untuk menambah nilai, baik dari segi gizi, rasa, bau, bentuk/tekstur, maupun daya awet.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> *Ibid.*, h. 1-2.

## 2.2 Nugget

*Nugget* adalah sejenis makanan yang dibuat dari daging giling atau daging cacah yang diberi bumbu, dan dibentuk dalam cetakan tertentu, kemudian di kukus, dipotong-potong sesuai ukuran, dipanir, dibekukan, dan sebelum dikonsumsi dilakukan pengorengan. *Nugget* merupakan makanan siap saji yang merupakan produk daging giling. Dikatakan *nugget* karena bentuk awalnya seperti nusset atau balok emas dengan warna kuning keemasan. Sekarang bentuk nugget sudah bervariasi seperti *drum stick*, *finger*, *dinosaurus*, dan berbagai bentuk menarik yang disukai anak.<sup>6</sup> *Nugget* juga banyak dikonsumsi berbagai kalangan karena harga yang sangat terjangkau, dalam proses penyiapannya pun tidak terlalu ribet tapi amatlah praktis hanya digoreng maka *nugget* dapat langsung dikonsumsi konsumen. *Nugget* juga disamping itu mempunyai nilai gizi yang tinggi dikarenakan bahan baku itu sendiri terbuat dari daging ikan segar, ayam, dan daging sapi juga tersedia tergantung selera konsumen itu sendiri. *Nugget* juga sudah menjadi makanan pokok yang paling banyak dikonsumsi, karena mudah dalam proses pembuatannya.

## 2.3 Blast Freezer

*Blast freezer* merupakan salah satu teknik pendinginan yang digunakan untuk membekukan berbagai macam makanan. *Blast freezer* ditemukan oleh Negara Selandia Baru pada tahun 1950 berawal dari Perang Dunia ke II yang mengalami kekurangan bahan pangan yang membusuk karena salah dalam

---

<sup>6</sup> *Ibid.*, h. 151.

teknik penyimpanannya. Dari inovasi dalam pembuatan blast freezer yang di temukan untuk membekukan bahan baku makanan membuat Selandia Baru menjadi salah satu Negara terkaya di dunia pada tahun 1950 dan 1960- an.

*Blast freezer* memanfaatkan efek dari temperatur rendah dan kecepatan udara untuk menghasilkan perpindahan panas dari bahan tersebut.<sup>7</sup> Prinsip kerja *blast freezer* pembekuan produk dengan udara dingin, dengan terjadi perpindahan panas secara konveksi dari *refrigerant* di dalam pipa–pipa (koil) evaporator yang dihembuskan dengan bantuan fan (kipas angin) berkuatan besar. *Blast freeze* adalah teknik pendingin dengan memanfaatkan udara untuk meseragamkan temperatur didalam ruang kabin sehingga temperatur didalam kabin tetap stabil sehingga tidak terjadi kenaikan temperatur dalam kabin.

*Blast freezer* memiliki flesibilitas karena udara pada kipas dapat mengatasi berbagai bentuk produk tidak teratur dan berbagai macam ukuran disamping itu udara yang dihembuskan menyebabkan keseragaman temperatur diruang kabin sehingga pendinginan dapat berlangsung merata. Pembekuan dengan *blast freezer* tergantung pada kecepatan udara dan penyusunan rak sehingga sirkulasi dapat bersikulasi dengan baik maka temperatur akan cepat dingin untuk menghasilkan temperatur yang optimal untuk pendinginan produk

## **2.4 Jenis Kabin**

Jenis kabin dapat dibedakan dalam segi bentuk, ada beberapa bentuk jenis kabin yang ingin di pilih antara lain:

---

<sup>7</sup> Roy J. Dossat, Principles of refrigeration, Ed. 4 ( United States of America : 1997 ), h. 143.

#### 2.4.1 Kabin pada Lemari Es (*Refrigerator*)

kabin panjang vertikal dengan kabin yang di desain sesuai dengan tinggi badan manusia yang dibuat dengan tujuan mempermudah dalam pengambilan bahan yang di dinginkan<sup>8</sup>.



Gambar. 2.1. Kabin Kulkas (*Refrigerator*)

#### 2.4.2 Kabin Display Cool Room

Kabin ini berbentuk vertikal dengan tinggi sesuai tinggi manusia dan berbagai ukuran dengan pintu menggunakan kaca bertujuan agar konsumen dapat memilih langsung produk yang mau dia ambil, mesin ini mempunyai temperatur 5°C - 10°C, biasanya kabin tipe ini di desain untuk mendinginkan minuman – minuman kaleng dan sayuran<sup>9</sup>.

---

<sup>8</sup> [www.image.google.com/kulkas.html](http://www.image.google.com/kulkas.html)

<sup>9</sup> [www.image.coogle.com/displaycoolroom.html](http://www.image.coogle.com/displaycoolroom.html)



Gambar. 2.2. Kabin *Display Cool Room*

#### 2.4.3 Kabin Freezer dengan Desain Inclined More Display Area

Kabin *freezer* panjang horizontal memanjang dengan penutup atas menggunakan kaca dengan tujuan agar pengguna dapat melihat bahan dari atas dan memilih bahan yang ingin digunakan<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> [www.image.google.com/inclinedmoredisplayarea.html](http://www.image.google.com/inclinedmoredisplayarea.html)



Gambar. 2.3. Kabin *Freezer* dengan Desain *Inclined more Display Area*

#### 2.4.4 Kabin Box Freezer

Kabin *box freezer* terdapat dua bentuk yaitu bentuk balok panjang dan bentuk kubus dengan penutup atas tipe kabin ini sangat rapat karena pinggiran pintu digunakan karet khusus dan magnet agar udara dingin di dalam tidak keluar<sup>11</sup>.



Gambar. 2.4. Kabin *Box Freezer*

Hal – hal yang harus diperhatikan dalam pembekuan :

1. Kecepatan pembekuan, yaitu jumlah bahan yang dapat dibekukan tiap satuan waktu

---

<sup>11</sup> [www.image.google.com/boxfreeze.html](http://www.image.google.com/boxfreeze.html)

2. Waktu pembekuan dipengaruhi kecepatan pembekuan, temperatur pendinginan, ukuran bahan, temperatur dan angka ( koefisien ) hantaran panas.
3. Temperatur pembekuan, adalah temperatur akhir pembekuan yang dikehendaki dan pada temperatur pembekuan titik beku bahan sudah terlampaui sehingga dapat menghambat pertumbuhan jamur dan bakteri

Faktor yang mempengaruhi waktu pembekuan :

1. Jenis *freezer*
2. Temperatur kerja
3. Kecepatan udara di dalam air *blast freeze*
4. Temperatur produk sebelum pembekuan
5. Tebal pembekuan
6. Bentuk produk, bentuk bahan dan kemasan berpengaruh terhadap waktu pembekuan.
7. Luas permukaan persinggungan dan kepadatan produk di dalam *plate freezer*.
8. Jenis produk/bahan, semakin tinggi kandungan lemak maka semakin rendah kandungan airnya. Sebagian besar panas yang dikeluarkan dari produk pada proses pembekuan adalah untuk membekukan air, jika airnya sedikit maka semakin sedikit pula panas yang diambil untuk membekukan produk.

## 2.5 Beban Pendinginan

Beban panas yang menjadi beban pendinginan umumnya berasal dari bermacam-macam sumber yang berbeda. Adapun sumber panas yang umum adalah:

1. Panas yang berasal dari sisi luar dinding berisolasi transparan (melalui konduksi);
2. Panas yang masuk melalui kaca atau bahan-bahann transparan (melalui radiasi);
3. Panas yang dibawa udara dari luar ruang pendingin;
4. Panas yang berasal dari produk/benda-benda yang diinginkan;
5. Panas yang berasal dari pekerja/operator;
6. Panas yang berasal dari peralatan yang disimpan di dalam ruangan seperti motor listrik, lampu, dan perlatan listrik lainnya.

Pada prakteknya tidak selalu semua jenis sumber panas di atas merupakan beban pendinginan, tergantung dari pemakaiannya saja.

### 2.5.1 Waktu Operasi

Kapasitas pendinginan yang normal dinyatakan dalam BTU/jam, tapi untuk menghitung jumlah beban pendinginan secara keseluruhan dihitung dalam waktu 24 jam (BTU/24 jam). Kemudian untuk menentukan besarnya kapasitas mesin yang diperlukan, beban total itu (BTU/24 jam) dibagi jumlah waktu operasi.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> Ricky Gunawan, *Pengantar Teori Teknik Pendinginan (Refrijerasi)* (Jakarta: P2LPTK, 1998), h. 94.

Kapasitas mesin yang diperlukan (BTU/jam) =

$$\frac{\text{jumlah beban pendinginan, BTU/24 jam}}{\text{jumlah waktu mesin bekerja}}$$

Walau telah dinyatakan dengan waktu mesin bekerja, tetapi pada saat evaporator diselimuti es (dalam batas-batas tertentu) mesin itu akan berhenti bekerja untuk memberikan kesempatan agar es yang menempel pada sirip-sirip/rusuk-rusuk evaporator mencair (*defrost*). Setelah selesai mencair semua, baru mesin itu bekerja lagi. Lapisan es itu berasal dari uap air yang ada di dalam udara yang disirkulasikan, karena didinginkan sampai di bawah titik bekunya, maka uap air yang ada di dalam udara yang disirkulasikan, karena didinginkan sampai di bawah titik bekunya, maka uap air itu membeku.

Dengan tertutupnya lalu lintas sirkulasi udara melalui koil pendingin, maka koil pendingin itu jadi terisolasi, sehingga daya guna koil pendingin itu menurun. Air hasil *defrost* dialirkan keluar ruangan pendingin. *Defrost* (pencairan bunga es) dilakukakn secara berkala dengan jalan menaikkan temperatur eveporator (koil pendingin) sampai di atas titik cairnya dan dipertahankan sampai beberapa saat agar semua bunga es mencair dengan sempurna, juga memberikan kesempatan untuk mengalir keluar ruangan. Dengan demikian usaha untuk mendapatkan efek pendinginan yang dikehendaki tertunda dulu.

### 2.5.2 Beban Panas Melalui Dinding

Beban panas ini biasa juga disebut beban panas bocoran, karena adanya perbedaan temperatur dalam dan temperatur luar. Walaupun dinding bagian dalam diisolasi, tetapi karena tak ada isolasi yang sempurna, maka tetap terjadi perpindahan panas ke dinding dan merupakan salah satu bagian dari beban pendinginan.<sup>13</sup>

### 2.5.3 Beban Panas dari Pergantian Udara

Pada saat pintu ruangan yang di dinginkan terbuka, udara panas dari luar masuk menggantikan udara yang didalam ruangan tentunya hal ini mempengaruhi udara yang ada didalam ruangan pendingin. Sehingga panas dari udara ini merupakan bagian dari beban pendinginan. Jika jumlah berat udara yang masuk ke ruangan pendingin dalam waktu 24 jam sudah di ketahui, maka beban panasnya dapat dihitung atas dasar perbedaan enthalpy udara dalam ruang pendingin enthalpy udara luar, dengan menggunakan persamaan sebagai berikut<sup>14</sup>:

$$\text{Beban panas udara (air change load)} = W.(h_l - h_d)$$

Dimana :

W = berat udara yang masuk ke ruangan pendingin selama 24 jam  
(lb/24 jam)

---

<sup>13</sup> *Ibid.* h. 96

<sup>14</sup> *Ibid.*, h. 107

$h I$  = enthalpy udara luar (BTU/lb)

$h_d$  = enthalpy udara dalam (BTU/lb)

Jika jumlah udara ventilasi dinyatakan dalam satuan  $\text{ft}^3 / \text{menit}(\text{cfm})$  harus diubah dulu jadi  $\text{ft}^3/24 \text{ jam}$ , dikalikan 60 24.

Selain udara ventilasi yang masuk ke dalam ruangan pendingin, juga udara infiltrasi melalui pintu yang terbuka. Jumlah udara yang masuk ke dalam ruangan melalui infiltrasi dalam waktu 24 jam tergantung dari ukuran dan lokasi pintu, jumlah pintu, sering tidaknya pintu itu dibuka, lamanya pintu terbuka, dan lain-lain. Karena kombinasi faktor-faktor di atas sulit untuk dapat dihitung secara pasti, karena itu diambil langkah praktis yaitu dengan cara memperkirakan sering tidaknya pintu itu dibuka, lamanya pintu itu terbuka, volume bagian dalam dari ruang pendingin dan juga jenis pemakaiannya.

Pada beberapa pemakaian, beban panas udara ini tidak merupakan beban yang harus diperhitungkan. Seperti untuk pendinginan cairan (*liquid chiller*) dimana tidak ada pintu atau lubang yang dapat menyebabkan mengalirnya beban panas. Sebaliknya pada sistem pengkondisian udara beban panas udara ini harus diperhitungkan.<sup>15</sup> Udara panas itu dapat masuk ke ruangan melalui celah-celah jendela pintu atau bocoran lainnya atau sengaja dialirkan

---

<sup>15</sup> *Ibid.*, h. 96

dalam batas tertentu untuk ventilasi. Jika jumlah produk suatu ruangan yang ingin dikondisikan banyak maka udara segar yang dimasukan banyak, sehingga seringkali beban panas dari udara ini menjadi bagian terbesar dari bagian beban pendinginan total.

#### 2.5.4 Beban Panas dari Produk

Panas dari produk yang didinginkan dapat mencapai temperatur kamar pendingin merupakan beban yang harus ditanggulangi mesin pendingin. Macam-macam produk dapat didinginkan seperti misalnya bahan makanan dan juga elektroda las, betonan, plastik, karet dan segala jenis cairan.

Bila suatu ruangan didinginkan untuk maksud sebagai ruangan penyimpanan (storage), biasanya produk itu didinginkan terlebih dahulu sebelum dimasukan ke dalam ruangan penyimpanan, sehingga dengan demikian beban panas dari produk tidak jadi masalah lagi. Tetapi apabila temperatur produk yang disimpan itu bertemperatur diatas temperatur ruangan pendingin tentu saja produk itu mengeluarkan sejumlah panas yang menjadi beban pendinginan total. Produk yang dimasukan bertemperatur dibawah temperature ruangan pendingin, dengan demikian sudah mengurangi beban pendinginan total. Seperti misalnya es krim, es krim dibekukan pada temperature antara 0 sampai 10 °F, tetapi disimpan pada temperature 10°F, dalam hal ini produklah yang menyerap panas dari udara di ruangan penyimpanan.

Beban panas produk merupakan bagian dari beban pendinginan total, hanya pada saat penurunan temperatur produk ke temperatur ruangan penyimpanan. Setelah temperatur ruangan dicapai maka tidak ada lagi beban produk, kecuali untuk produk buah-buahan dan sayuran tetap masih mengeluarkan sejumlah panas walaupun telah dicapai temperatur penyimpanan. Produk yang telah didinginkan sampai temperatur tertentu, setelah itu ada penambahan produk baru, dengan demikian beban pendinginan akan tetap ada, hal ini akan merupakan bagian yang terbesar dari beban pendinginan total.

Beban panas dari produk akan muncul kalau produk yang disimpan bertemperatur lebih tinggi dari temperatur ruang pendinginnya. Jika temperatur ruang pendingin dipertahankan di atas temperatur beku produk maka jumlah panas yang dikeluarkan oleh produk tergantung dan temperatur ruangnya, juga terhadap berat produk, panas jenis dan temperatur masuk produk. Jumlah panas dari produk dapat dicari dari persamaan<sup>16</sup> :

$$Q = W \times c \times (T_2 - T_1)$$

Dimana :

Q = jumlah panas, BTU

W = berat produk, lb

C = panas jenis produk di atas temperatur beku, BTU/lb/der.F

T<sub>2</sub> = temperatur ruang pendingin, der.F.

T<sub>1</sub> = temperatur produk saat masuk, der.F

Jika beban panas dihitung dalam waktu operasi kerja

---

<sup>16</sup> *Ibid.*, h. 109

$$\frac{W . c .(T_2 - T_1) .24 \text{ jam}}{\text{Jumlah waktu operasi yang diinginkan (jam)}}$$

#### 2.5.5 Faktor Pendingin Mula (*Chilling Rate Faktor*)

Beban panas maksimum terjadi pada saat permulaan proses pendinginan dimulai, karena pada saat ini mesin pendingin menerima beban penuh dibandingkan beban rata-rata tiap jam kerja. Oleh karena itu mesin pendingin tidak akan mampu menghadapi beban maksimum ini. Nah, untuk mengatasi beban maksimum itu maka pada saat menghitung beban panas total digunakan suatu faktor pendinginan, yang disebut faktor pendinginan mula (*chilling rate factor*). Maksud menggunakan faktor pendinginan mula ini adalah untuk meningkatkan jumlah kapasitas pendinginan dari suatu instalasi pendingin, sehingga dengan demikian mesin akan mampu mengatasi beban maksimum pada saat proses pendinginan dimulai. Bila angka faktor pendingin mula digunakan, maka persamaan<sup>17</sup> :

$$Q = \frac{W . c .(T_2 - T_1)}{\text{Faktor pendinginan mula}}$$

Secara umum faktor pendinginan mula ini tidak digunakan untuk perhitungan pada bagian pembekuan sampai bagian akhir suatu proses pendinginan. *Chilling rate factor* digunakan hanya untuk pendinginan mula-mula saja ( dari temperatur masuk sampai dengan temperatur beku, atau temperatur ruang pendingin jika temperatur ruang pendinginan di atas temperatur beku produk), tetapi tidak digunakan

---

<sup>17</sup> *Ibid.*, h. 111

pada ruang pen-nyimpanan karena temperatur produk masuk telah lebih rendah daripada temperatur ruangnya sendiri. Pada ruang penyimpanan beban panas yang mesti diatasinya relatif kecil jumlahnya dibanding ruang pendingin yang digunakan untuk mengatasi jumlah beban panas awal sampai dengan akhir.

#### 2.5.6 Beban Panas dari Pembungkus Produk.

Produk didinginkan di dalam wadahnya seperti misalnya susu dalam botol atau karton, telur dalam karton, buah-buahan dan sayuran dalam keranjang dan lain-lain, maka panas yang dikeluarkan oleh pembungkusnya atau wadahnya pada saat masuk sampai sesuai temperaturnya dengan temperatur didalam ruangan harus di anggap sebagai bagian dari panas produk. Besarnya panas ini dapat dicari dengan persamaan pada beban panas produk.

#### 2.5.7 Beban Tambahan (*Miscellaneous*)

Selain beban yang telah dijabarkan adanya perlengkapan tambahan yang dipakai seperti lampu, kipas, dan lain lain. Beban tambahan berasal dari panas yang dikeluarkan oleh sinar lampu dan motor listrik yang dioperasikan di dalam ruangan pendingin dan juga panas dari badan orang yang bekerja di dalam ruangan itu. Besarnya yang dikeluarkan sinar adalah sebesar 3,42 BTU/watt/jam. Panas dari motor listrik dan manusia dapat dilihat dari tabel 6—15 dan tabel 6—16. Jadi untuk menghitungnya adalah sebagai berikut :

1. Sinar lampu : jumlah watt x 3,42 BTU/jam x 24 jam

2. motor listrik : faktor panas setara motor listrik x jumlah dayanya (hp) x 24 jam.
3. manusia : faktor panas setara hunian x jumlah orang bekerja x 24 jam.

#### 2.5.8 Faktor Perpindahan Panas Melalui Dinding

Jumlah beban panas yang dipindahkan melalui bidang ruangan pendingin tiap satuan waktu merupakan fungsi dari 3 faktor dari persamaan di bawah ini<sup>18</sup>:

$$Q = A \cdot U \cdot \Delta t$$

Dimana:

Q = Jumlah panas yang dipindahkan ( BTU/jam)

A = Luas permukaan dinding bagian dalam (ft<sup>2</sup>)

U = Angka koefisien perpindahan panas (BTU/jam.°F. ft<sup>2</sup>)

$\Delta t$  = Perbedaan temperatur diantara dinding (°F)

Harga faktor U (BTU/jam) tergantung dari tebalnya dinding dan material yang dipakai. Maka material yang digunakan untuk ruang penyimpanan, dipilih bahan isolator yang baik, dengan demikian dicari harga faktor U yang serendah mungkin. Maka jumlah panas yang mengalir melalui dinding dan pada luas permukaan dinding dan pada perbedaan temperature diantara dua sisi dinding. Faktor U dinyatakan dalam BTU/jam/der. F/ft<sup>2</sup>, maka jumlah total panas yang mengalir

---

<sup>18</sup> *Ibid*, h. 98

melalui suatu dinding setiap jam dapat dicari dengan mengalikan faktor U dengan luas tembok ( $\text{ft}^2$ ) dan dengan perbedaan temperature diantara ke dua sisi dinding.

## **2.6 Software Simulasi fluida berbasis elemen hingga**

Simulasi fluida berbasis elemen hingga adalah perangkat lunak yang digunakan untuk mendesain. Perangkat lunak ini merupakan alat bantu teknis yang mudah di pelajari dan memungkinkan seseorang desainer dengan cepat *blast freezer* dengan berbagai fitur serta dimensi, membuat model dan gambar detail. Untuk menganalisis kondisi suatu model dan menampilkan hasil analisa dari model tersebut. Simulasi fluida berbasis elemen hingga memungkinkan perancang untuk lebih mudah memeriksa desain yang telah dibuat dan mencari suatu solusi yang di inginkan.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Tempat penelitian : Laboratorium Otomotif, Universitas Negeri Jakarta Jl.  
Rawamangun Muka, Jakarta Timur

Waktu Pengerjaan : September – Januari 2016

09.00 – 16:00 WIB

#### **3.2 Intrumen Penelitian**

Instrumen yang digunakan dalam perancangan dan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan peneliti adalah sebagai berikut :

- a. *Microsoft Office Word 2013*
- b. Simulasi fluida berbasis elemen hingga

2. Alat Penelitian

- a. Laptop Intel Core I3.
- b. Buku yang digunakan sebagai referensi
- c. Jurnal terkait *blast freezer*
- d. Laporan penelitian terkait *blast freezer*
- e. Kalkulator
- f. Peralatan tulis

### 3.3 Metode Penelitian

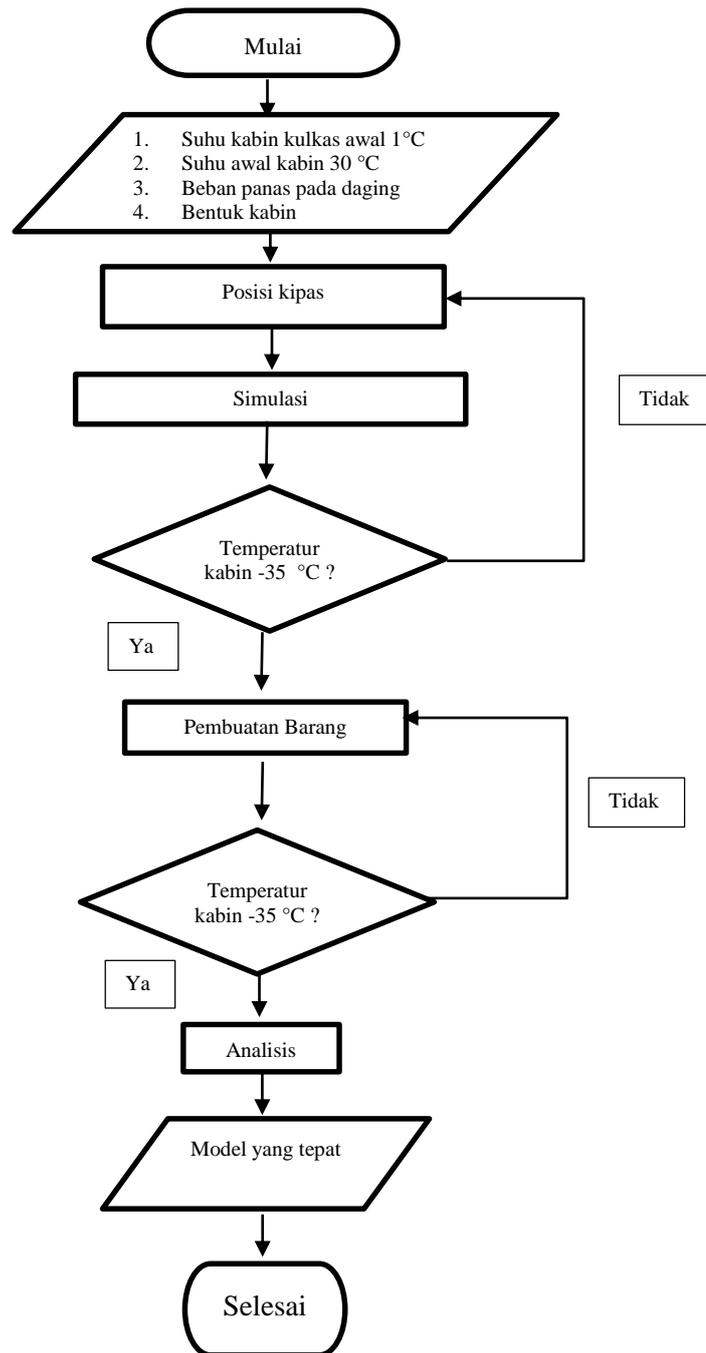
Dalam pengumpulan data, penulis menggunakan beberapa metode yang dapat membantu dalam penelitian ini. Metode adalah sebagai berikut:

#### 3.3.1 Metode Reseach and Development.

Penulis menggunakan metode *Reseach and development* yaitu metode penelitian yang digunakan menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut. Bermula dari rancangan. Rancangan pertama yaitu membuat rancangan bangun menggunakan *Software* Simulasi fluida berbasis elemen hingga dengan membuat model A dan model B. Setelah model yang sudah dibuat menjadi 2 model, setelah itu lakukan pengujian untuk mengetahui optimasi temperatur udara dalam kabin tercapai. Kemudian pembuatan *blast freeze* menggunakan 2 model secara bergantian berawal dari model A setelah itu model B, untuk melihat optimasi antara pengujian *blast freezer* dan pengujian software dengan membandingkan 2 model tersebut.

### 3.4 Proses Penelitian

Alur perencanaan dapat digambarkan dalam bentuk *flow chart* proses perancangan seperti yang terdapat pada gambar dibawah ini :



Gambar. 3.1. *Flowchart* Metode Penelitian

Pada *flowchart* dalam penelitian ini berdasarkan masalah yang terdapat pada latar belakang masalah lalu diidentifikasi masalah sehingga mendapatkan perumusan masalah. Dari masalah di dalam latar belakang maka dilakukan penelitian dengan membuat *blast freeze* dengan skala rumah tangga didalam proses pembuatan ada beberapa yang harus diperhatikan masalah pada aliran udara pada kabin.

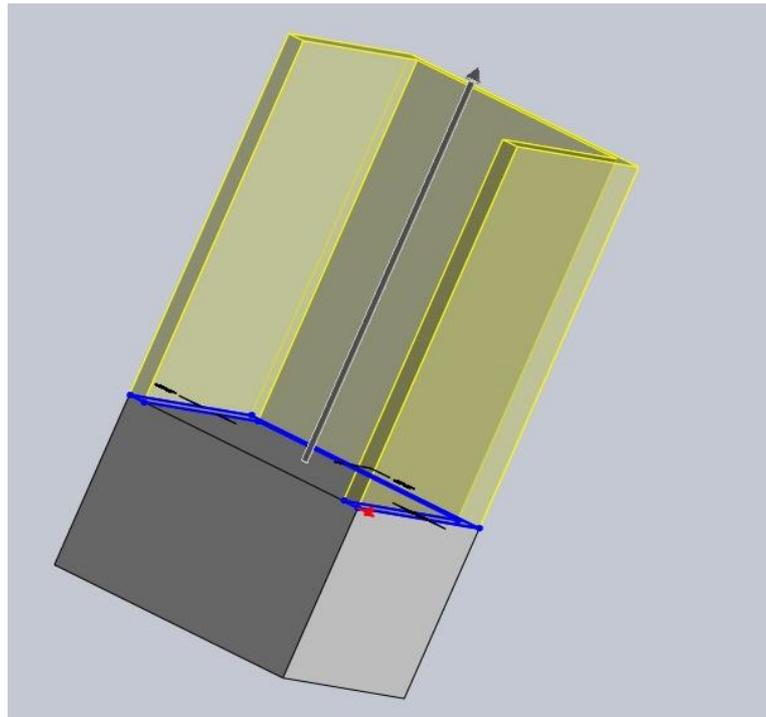
Seperti yang sudah dijelaskan dalam *flow chart* diatas maka pada tahap awal adalah perencanaan desain setelah itu tahap simulasi. Pada tahap desain terdapat dua langkah. Langkah pertama yaitu tahap desain bagian-bagian komponen dan langkah kedua yaitu tahap perakitan atau *assembly*. Untuk itu dimulai dari langkah pertama yaitu:

#### 3.4.1 Langkah Desain

Dalam langkah ada beberapa faktor yang harus diperhatikan yaitu ukuran dimensi suatu objek, setiap ukuran mempunyai hubungan pada saat proses perakitan dan desain sangat berpengaruh terhadap hasil pengujian *flow simulation*.

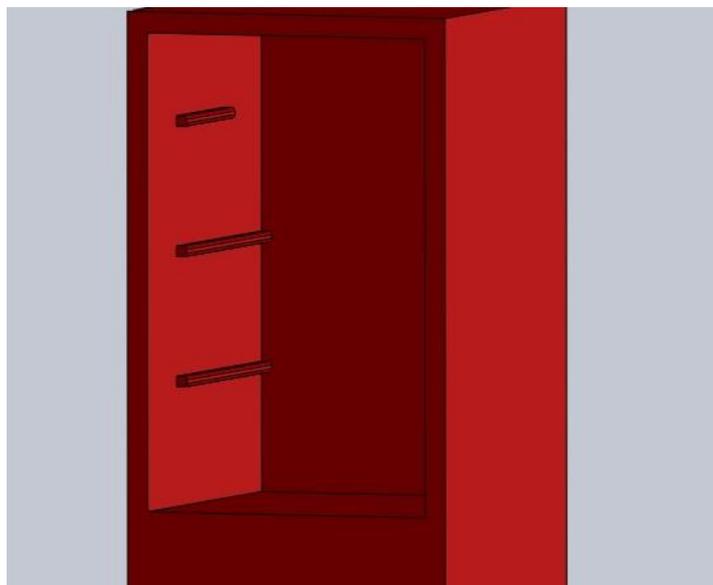
##### 1. Desain Kabin

Dalam Pembuatan kabin membuat sketsa dua dimensi berbentuk persegi dengan ukuran dimensi 475 mm x 500 mm x 1030 mm. setelah pembuatan sketsa 2D lalu sketsa tersebut di *extrude* agar menjadi 3D seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar. 3.2 Proses *Extrude* Desain Kabin

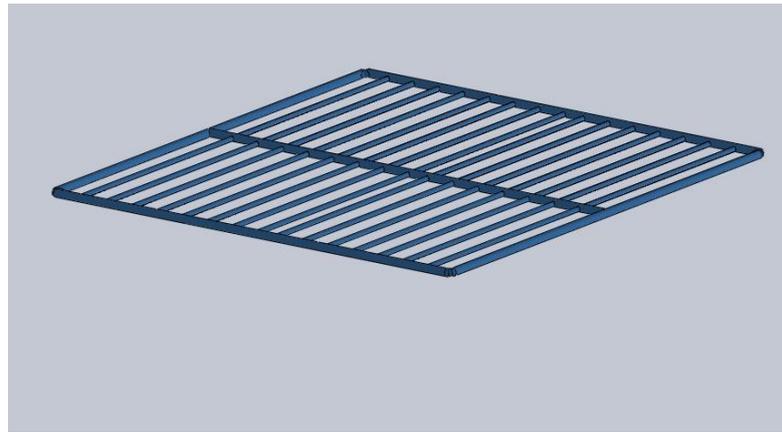
Pada saat *extrude* sketsa yang dibuat menjadi berbentuk kubus setelah itu membuat dudukan rak pada sisi dinding agar rak dapat diletakan. Seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar. 3.3 Desain Kabin 3D

## 2. Desain Rak

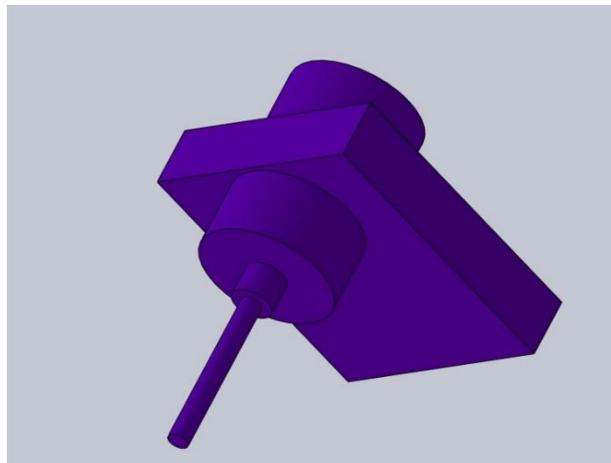
Pada rancangan selanjutnya adalah merancang rak yang digunakan untuk wadah nugget yang ingin di dinginkan dengan ukuran dengan panjang 410 mm x lebar 300 mm dan memiliki 16 bilah *shaft*, seperti yang terlihat pada gambar



Gambar. 3.4 Desain Rak

## 3. Desain Kipas.

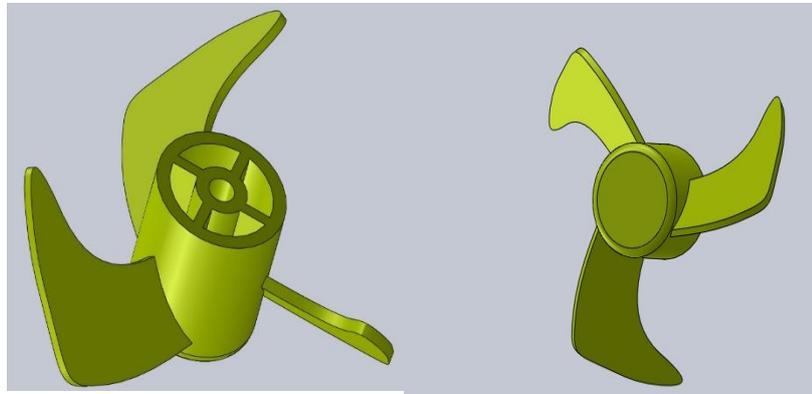
Dalam merancang Kipas menggunakan desain seperti bentuk yang asli karena hal itu sangat berpengaruh juga pada pengujian. Seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar. 3.5 Desain Kipas

#### 4. Desain *Blade*

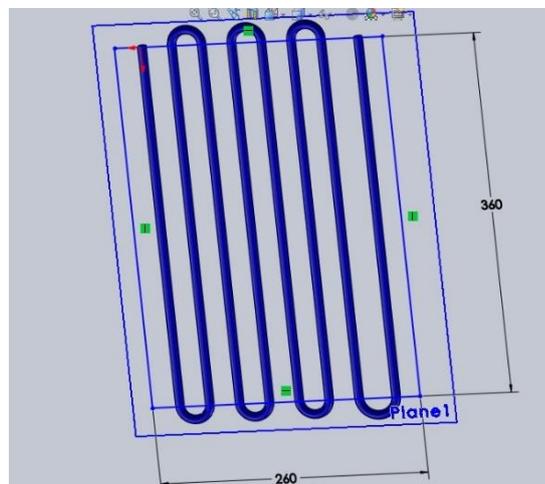
Blade digunakan untuk penghasil udara yang berputar. Blade ini memiliki 3 buah sudu, yang terbuat dari plastik yang berukuran diameter 120 mm. seperti yang terlihat pada gambar.



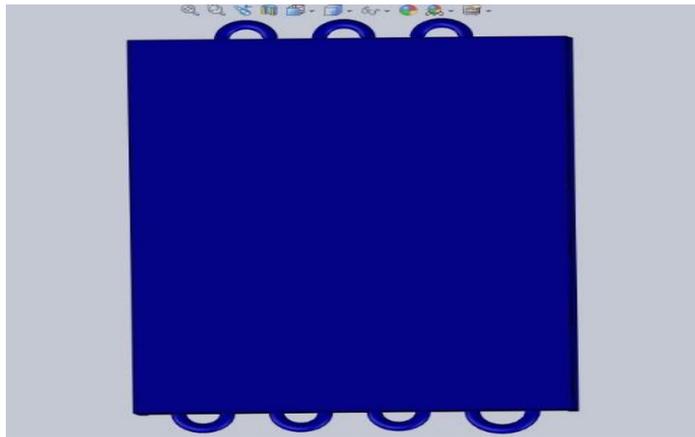
Gambar. 3.6 Desain Blade Tampak Depan dan Belakang

#### 5. Desain Evaporator

Evaporator dirancang dengan pipa yang berkelok-kelok dan terdiri dari plat lebar sebagai media sumber dingin agar ruang kabin mencapai temperatur  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ . evaporator mempunyai ukuran 360 mm x 260 mm , seperti yang terlihat pada gambar.



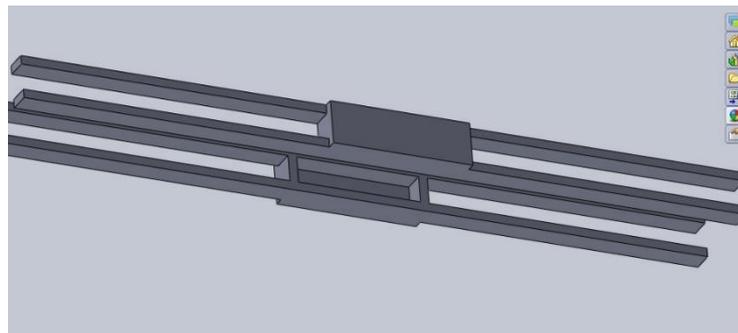
Gambar. 3.7 Desain Ukuran Evaporator



Gambar. 3.8 Desain Evaporator

#### 6. Dudukan Kipas

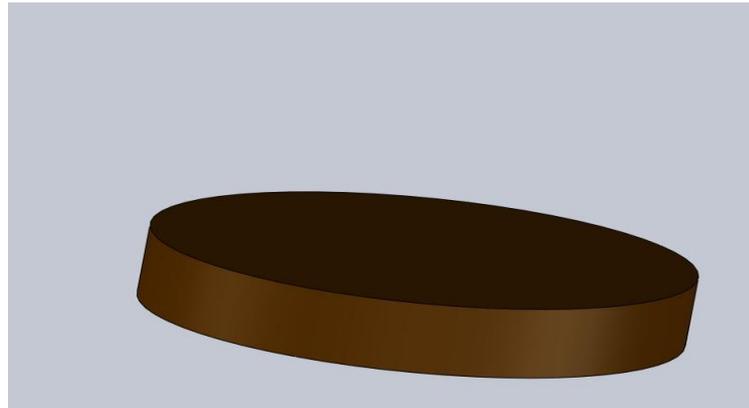
Dudukan Kipas bertujuan untuk memegang kipas agar kipas bisa di letakan di depan evaporator agar kipas berdiri kuat tanpa harus berubah posisi yang diakibatkan karena gerakan kipas. Seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar. 3.9 Dudukan Kipas.

#### 7. Desain *Nugget* Ikan

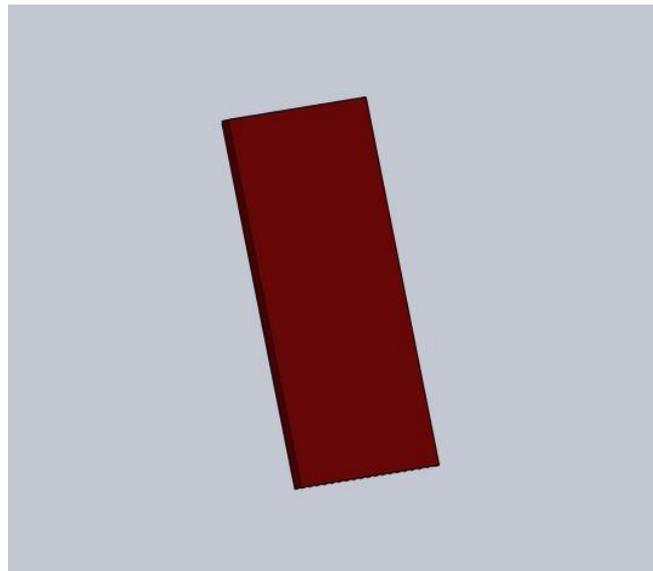
*Nugget* ikan dirancang karena nugget adalah benda yang ingin di dinginkan. *Nugget* disini di rancang bulat dan menggunakan material daging ikan dengan postur warna coklat. Dari panas yang dihasilkan daging ikan sudah di atur sesuai dengan keadaan daging ikan tersebut. Seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar. 3.10 Desain *Nugget* Ikan

#### 8. Desain Pintu Kabin

Pintu dirancang secara dipisah, pintu juga di desain untuk menutup kabin agar kabin dalam keadaan tertutup hal ini bertujuan pada saat pengujian udara yang ada di dalam kabin tidak bocor. Seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar.3.11 Desain Pintu Kabin

### 3.4.2 Langkah Perakitan (*Assembly*)

Setelah langkah desain bagian-bagian komponen selesai, maka selanjutnya adalah tahap perakitan (*assembly*). Perakitan ini bertujuan untuk merakit semua komponen menjadi satu sistem sehingga setiap komponen menjalankan fungsinya masing-masing. Untuk itu tahap perakitan ini mempunyai beberapa langkah diantaranya:

#### 1. Pemasangan Rak dengan Kabin

Langkah pertama adalah perakitan kabin dengan rak. Sebelum perakitan mode yang digunakan mode *assembly* dan menggunakan *toolbar mates* dengan ini setiap komponen dapat disatukan. Seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar. 3.12 Pemasangan Rak Dengan Kabin

## 2. Pemasngan Evaporator dengan Kabin

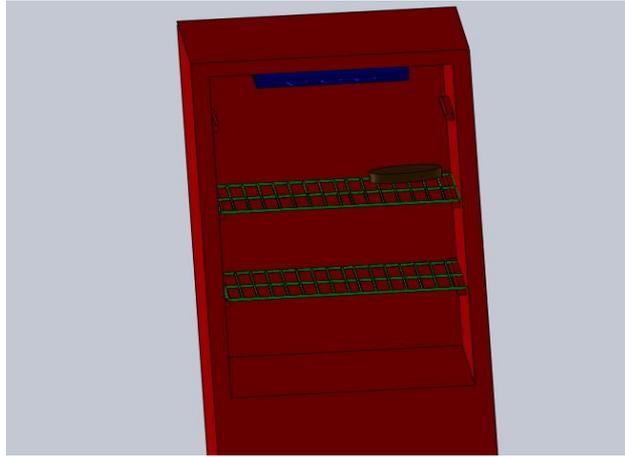
Langkah pertama sudah selesai selanjutnya langkah kedua, di dalam langkah ini selanjutnya komponen yang di *assembly* yaitu evaporator. Evaporator diletakan didalam kabin bagian atas bertujuan agar temperatur yang didapatkan merata. Seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar. 3.13 Pemasangan Evaporator dengan Kabin

## 3. Peletakan *nugget* pada Rak

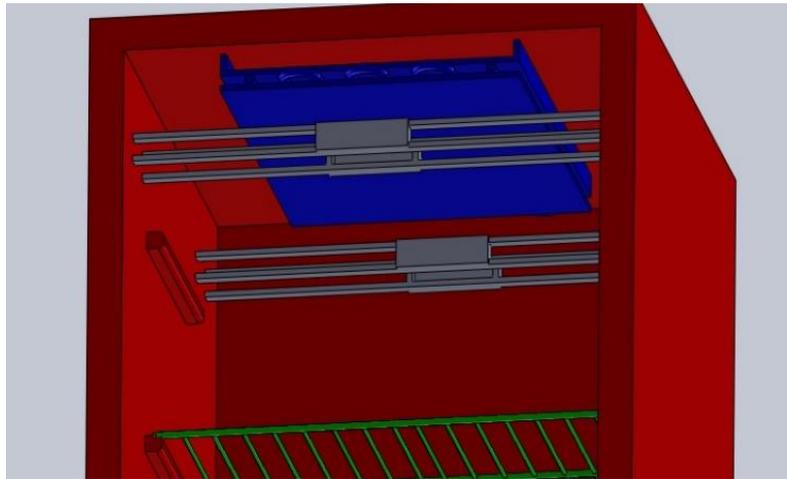
*Nugget* adalah produk yang ingin di dinginkan, sehingga produk tersebut harus ada di dalam kabin, kabin yang sudah terpasang rak maka *nugget* tersebut diletakan diatas rak. Seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar. 3.14 Peletakan *Nugget* pada Rak.

#### 4. Pemasangan Dudukan Motor dengan Kabin

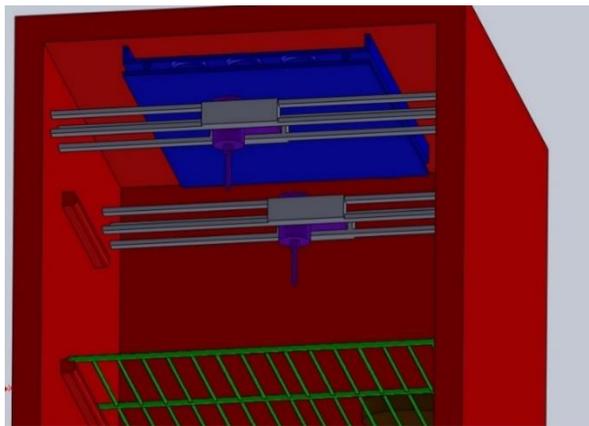
Dudukan motor di pasang di depan evaporator yang bertujuan untuk pemegang motor dari guncangan maupun getaran dudukan motor dibuat sesuai dengan bentuk *body* dari motor. Dudukan motor dibuat dua secara sejajar karena terdapat dua motor yang digunakan. Seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar. 3.15. Pemasangan Dudukan Motor.

## 5. Pereakitan Motor dengan Dudukan

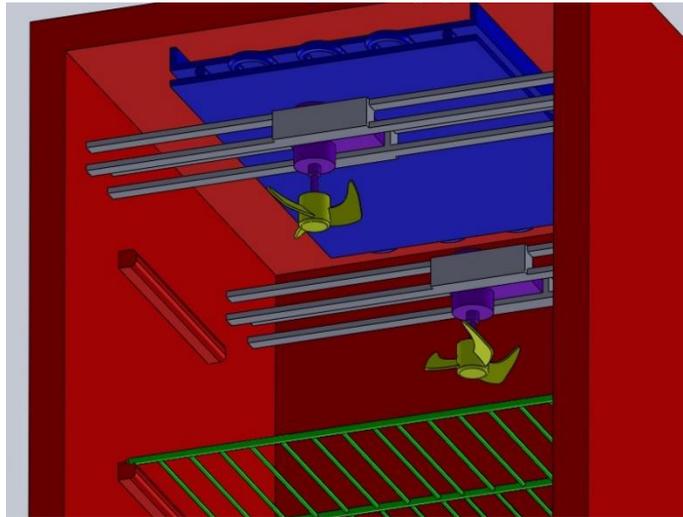
Dudukan yang sudah dipasang selanjutnya di *assembly* dengan motor yang sudah dibuat. Dudukan *body* motor dengan motor harus presisi karena mencegah guncangan dan getaran yang kemungkinan timbul yang diakibatkan dari kinerja motor tersebut. Seperti yang terdapat pada gambar.



Gambar. 3.16 Perakitan Motor dengan Dudukan.

## 6. Pemasangan *blade* dengan Motor.

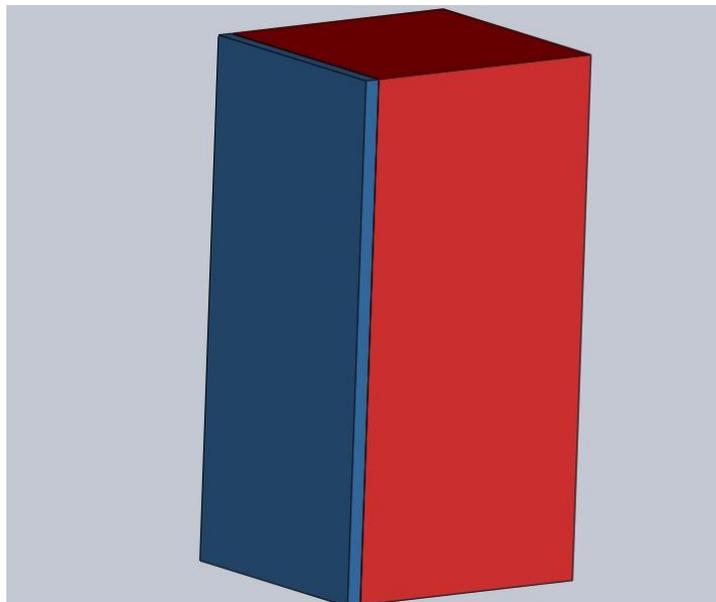
Pemasangan *blade* pada motor di letakan pada ujung *shaft*. Pada saat *mates* atau penggabungan komponen jangan di *key* agar *blade* dapat berputar. *Shaft* dengan *blade* harus presisi karena untuk mencegah terjadinya keolengan pada *blade*. Seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar. 3.17 Pemasangan *Blade* pada Motor.

#### 7. Pemasangan Pintu dengan Kabin.

Langkah ini adalah langkah akhir dari proses *Assembly* yaitu pemasangan pintu kabin. Dalam pemasangan pintu kabin harus menggunakan *mates and key* bertujuan pintu dapat tertutup rapat. Seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar. 3.18 Pemasangan Pintu dengan Kabin.

### 3.4.3 Pembuatan Blast Freezer.

Dalam pembuatan ada 2 model yang dibuat yaitu model A dan model B. Berikut ini hasil model A dan model B sebagai berikut :

#### 1. Model A

Dalam model ini dirancang untuk mendesain evaporator berada pada posisi paling atas dan kipas berada pada posisi dibawah evaporator yang memanfaatkan tenaga hisap kipas untuk mendistribusikan udara dingin yang dihasilkan oleh evaporator untuk di distribusikan ke seluruh ruang kabin. Berikut ini merupakan hasil desain *blast freezer blast freezer* model A :



Gambar 3.19 Pembuatan *Blast freezer* Model A



Gambar 3.20 Pembuatan *Blast freezer* Model B

Dapat dilihat pada gambar 3.20. pada gambar tersebut merupakan hasil pembuatan kabin *blast freezer* dengan model B. model B memiliki perbedaan dari model A yaitu terletak pada posisi kipas dan evaporator. Perbedaan posisi ini mempengaruhi

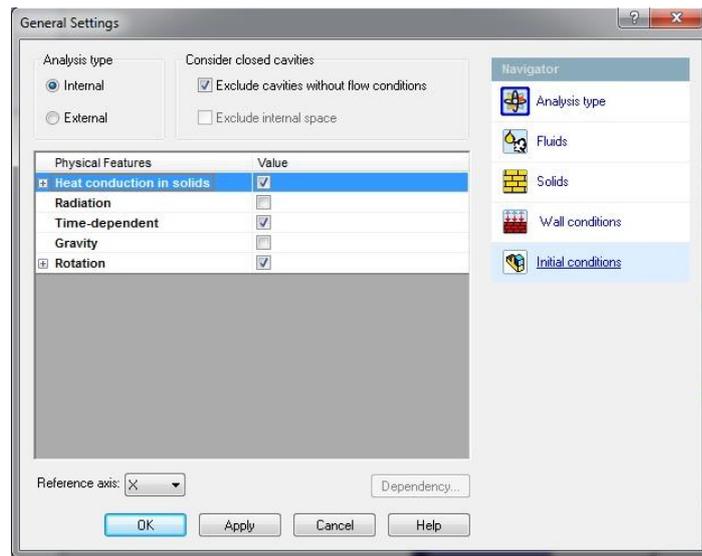
temperatur yang akan dihasilkan pada model ini memanfaatkan gaya dorong kipas untuk menyebarkan udara dingin pada evaporator.

#### 3.4.4 Proses Simulasi Aliran Fluida (*Flow Simulation*)

Dalam simulasi ini akan dijelaskan bagaimana cara menguji benda kerja yang sudah dibuat. Simulasi yang digunakan pada pengujian ini adalah *flow simulation*, pada pengujian ini digunakan untuk menguji aliran fluida yang ingin di analisa. Dalam analisa ini banyak hasil yang akan di dapat. Hal ini bertujuan apakah benda kerja yang sudah dibuat sesuai dengan spesifikasi yang di inginkan. Oleh karena itu pengujian di lakukan dengan harus memperhatikan setiap fungsi komponen-komponen yang sudah ditentukan. Didalam simulasi ada beberapa langkah diantara nya yaitu:

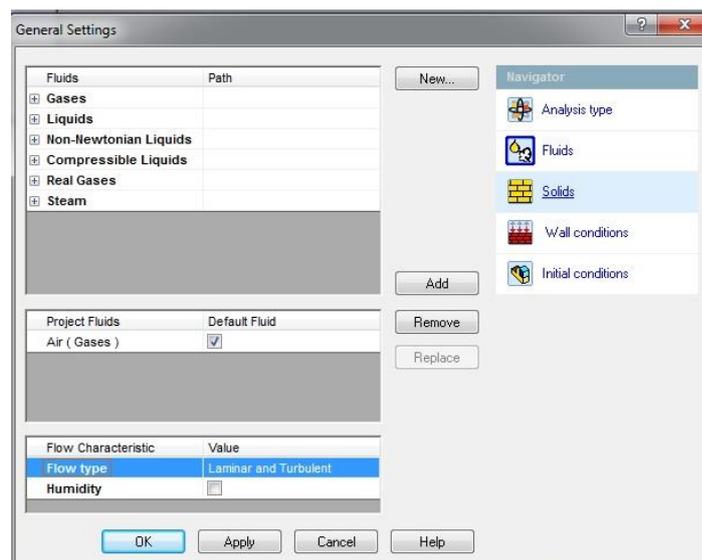
##### 1. Pengaturan Umum (*General Setting*)

Pada langkah awal untuk melakukan *flow simulation*. Penulis menyiapkan gambar kerja yang ingin di simulasi, setelah itu penulis memilih membuat *project* pada *flow simulation*, di dalam *project* penulis masuk ke *general setting* yang bertujuan untuk mengatur apa saja yang di siapkan. Penulis memilih *type analisis internal*. Setelah itu penulis membutuhkan informasi waktu maka penulis memilih *time-dependent*. dalam simulasi di pasangkan sebuah kipas yang menghasilkan udara yang berputar oleh karena itu pilih *rotation*. Untuk mengetahui temperatur yang berkonduksi pada benda maka pilih *heat conduction in solid*. Seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar. 3.21 General Setting Analisis Type

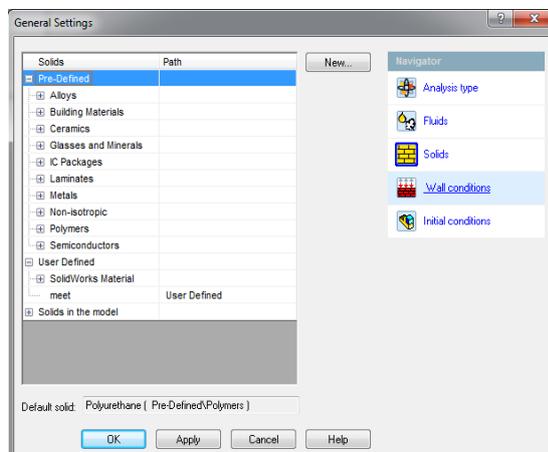
Setelah setting *analysis type* selesai selanjutnya setting *fluid*. Dalam mengatur *fluid* yang akan digunakan adalah gas. Seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar. 3.22 General Setting fluids

Selanjutnya setting *solid* dalam pengaturan ini menentukan bahan *solid* yang ingin digunakan dalam analisis. Bahan yang

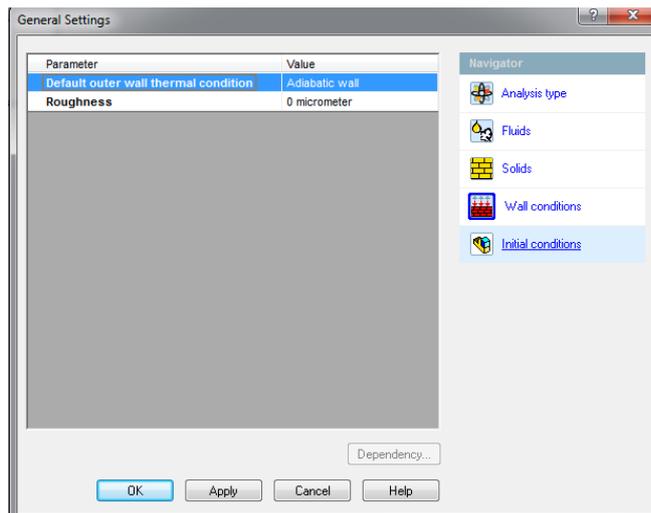
digunakan dalam analisis adalah *polyurethane*. Seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar. 3.23 General Setting Solids

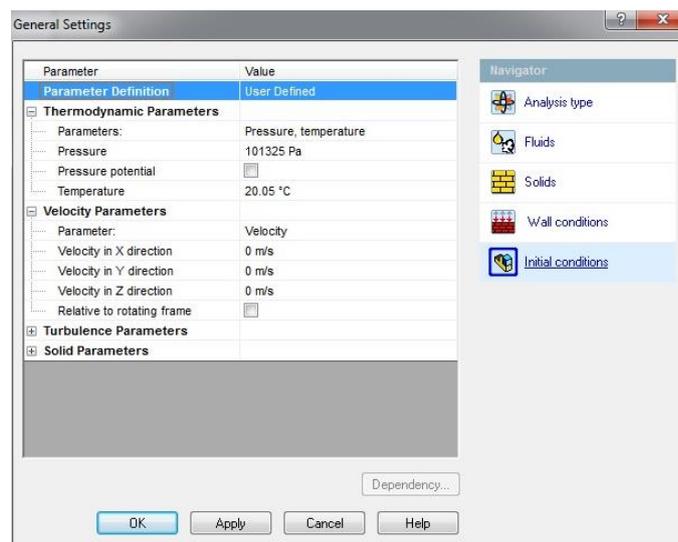
*Wall condition* adalah pemilihan dinding luar, sebagai bagian terluar yang terkena panas. Pada pemilihan *value* menggunakan *adiabatic wall*. Pemilihan proses adiabatik karena proses yang terjadi sedemikian rupa, sehingga tidak ada kalor yang masuk atau keluar. Proses ini dapat dilakukan baik dengan jalan membalut sistem dengan lapisan tebal bahan isolasi panas (misalnya, gabus, asbes, bata tahan api atau serbuk ringan berpori) ataupun dengan melakukan proses secara cepat.<sup>19</sup> seperti proses yang terjadi pada dalam pengujian. Seperti yang terlihat pada gambar.

<sup>19</sup> Darwin Rio Budi Syaka, *Thermodinamika*, (Jakarta: Universitas Negeri Jakarta, 2008) h. 60



Gambar. 3.24 General Setting Wall condition.

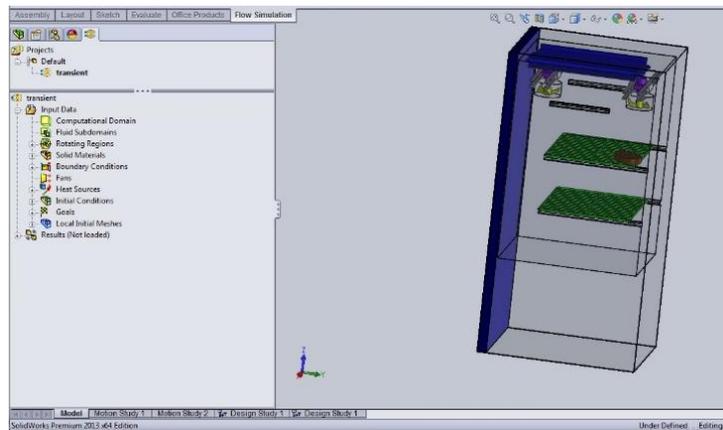
Tahap akhir pada *general setting* ini adalah mensetting *initial conditions*. Dalam *initial conditions* terdapat *thermodynamic parameters* dan *velocity parameters*. Pada *pressure* dan *temperature* mengikuti spesifikasi yang sudah ada. Pada *velocity parameters* tidak di isi spesifikasinya. Seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar. 3.25 General Setting initial conditions

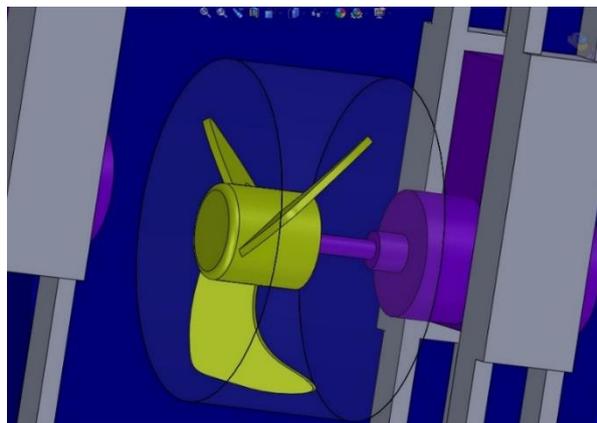
## 2. Menentukan Daerah Putar (Rotating Region)

Pada langkah ini setelah mensetting pada langkah awal langkah kedua ini adalah memasukan nilai untuk setiap fungsi dari komponen nya. Seperti yang terlihat pada gambar.



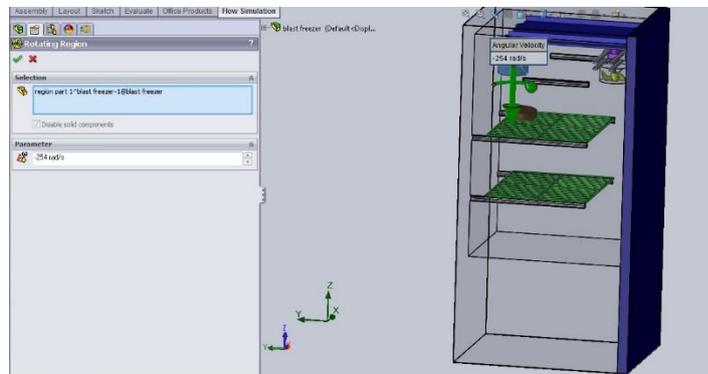
Gambar. 3.26 Persiapan Pengujian

Komponen yang pertama diberi nilai adalah *rotating region*. *Rotating region* adalah daerah perputaran udara yang berputar, oleh karena itu penulis membuat daerah udara yang berputar dahulu dengan membuat komponen baru, dengan ukuran melebihi dari ukuran *blade*. Seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar. 3.27 Part Rotating Region

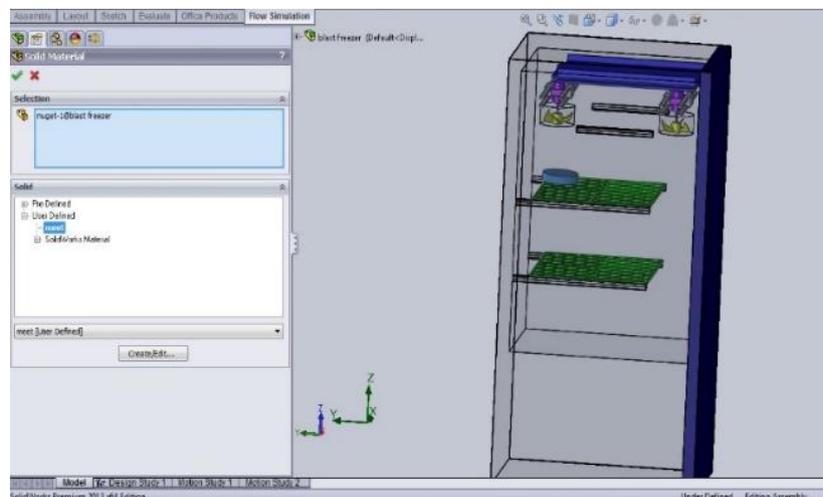
Komponen yang sudah jadi selanjutnya input nilai dari *rotating region* dengan nilai 448,1 rad/sec. nilai ini di dapat dari pengujian motor dengan kecepatan 4282 rpm. Seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar. 3.28 Input Nilai *Rotating Region*

### 3. Memilih Bahan Material (*Solid Materials*)

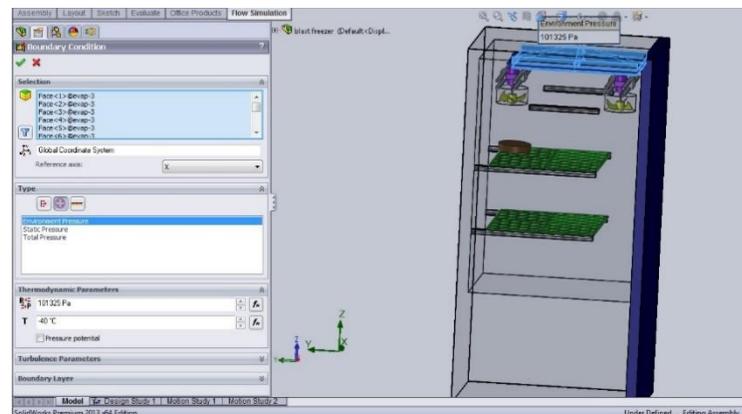
Penentuan jenis bahan yang ingin diuji, terdapat pada langkah ini. *Solid materials* menentukan jenis material apa yang ingin digunakan atau diuji bahan yang digunakan pada pengujian ini adalah *nugget*. Sehingga pemilihan jenis bahan merupakan daging, seperti yang terlihat pada gambar.



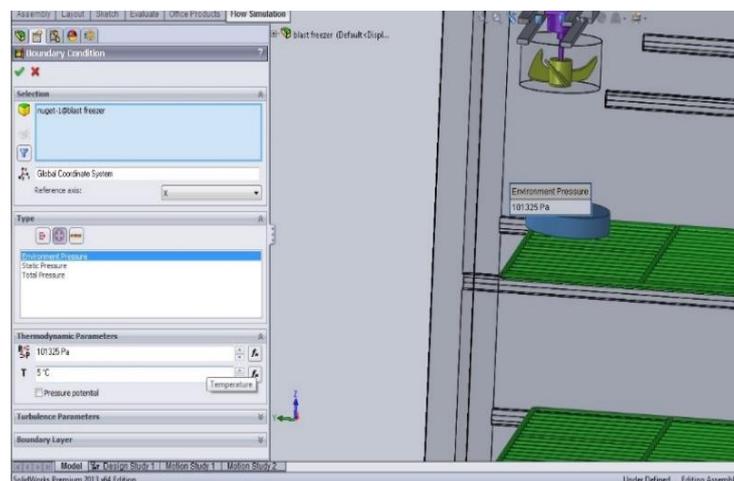
Gambar. 3.29 Pemilihan Jenis Bahan *Nugget*

#### 4. Menentukan Kondisi Batas (*Boundary Conditions*)

Kondisi batas (*Boundary Conditions*) adalah kondisi yang di beri nilai berapa kondisi benda uji yang dibutuhkan untuk mendapatkan hasil pengujian. berapa temperatur yang dibutuhkan agar temperatur dalam kabin mencapai  $-35^{\circ}\text{C}$ , disinilah fungsi dari *boundary conditions* menentukan batas fungsi benda. Pada evaporator mempunyai kondisi batas  $-40^{\circ}\text{C}$  dan *nugget* mempunyai kondisi batas  $30^{\circ}\text{C}$ . Sepeti yang terlihat pada gambar.



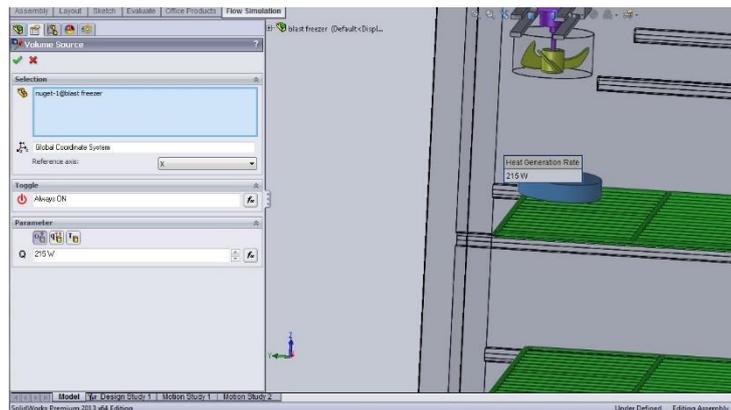
Gambar. 3.30 Boundary Condition evaporator



Gambar. 3.31 Boundary Condition Nugget

### 5. Menentukan Sumber panas (*Heat Sources*)

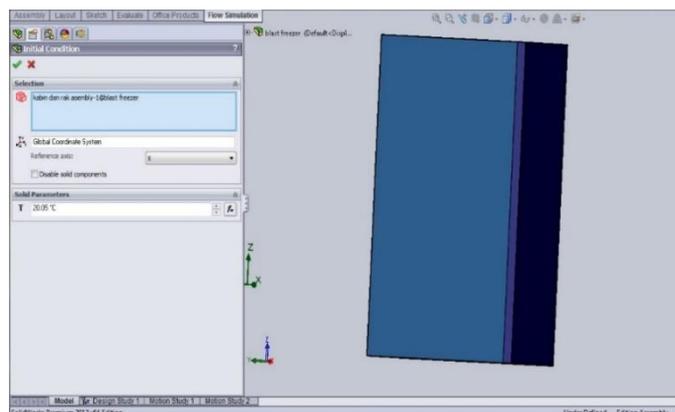
Pada langkah ini merupakan langkah pemberian beban panas pada benda uji. Pemberian beban panas diberikan pada *nugget* dengan beban 37 W, beban panas ini di dapat dari kapasitas daging dan panas jenis benda tersebut. Seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar. 3.32 Heat Sources Nugget

### 6. Menentukan Kondisi Awal (*Initial Conditions*)

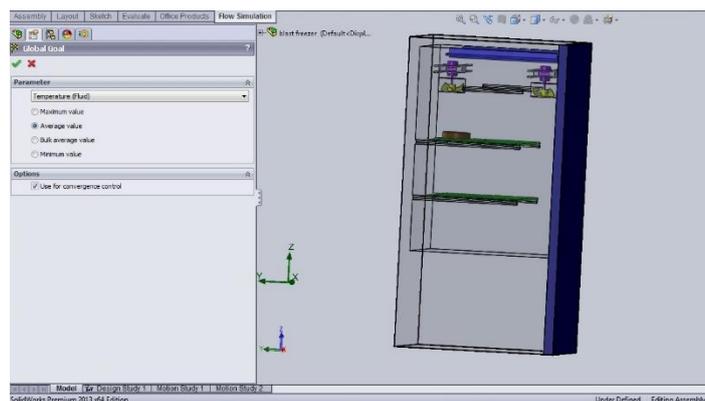
*Initial Conditions* merupakan langkah pemberian kondisi awal sebelum pengujian. Temperatur awal sebelum pengujian ada 35 °C. Seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar. 3. 33 *Initial Conditions* Pada Kabin

## 7. Menentukn Hasil Uji (*Goals*)

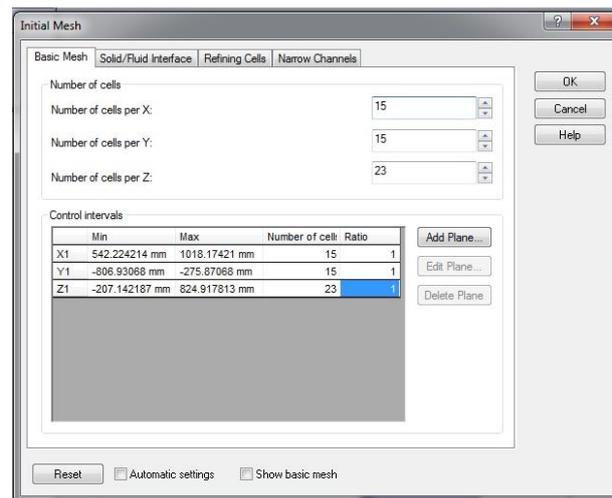
*Goals* merupakan cara untuk mendapatkan data yang di inginkan. Untuk mencari data berupa tabel dan angka terdapat pada *Goals* ini. Pada pengujian ini penulis mencari *goals temperature fluid, total pressure, velocity, dan temperature solid*. Seperti yang terlihat pada gambar.



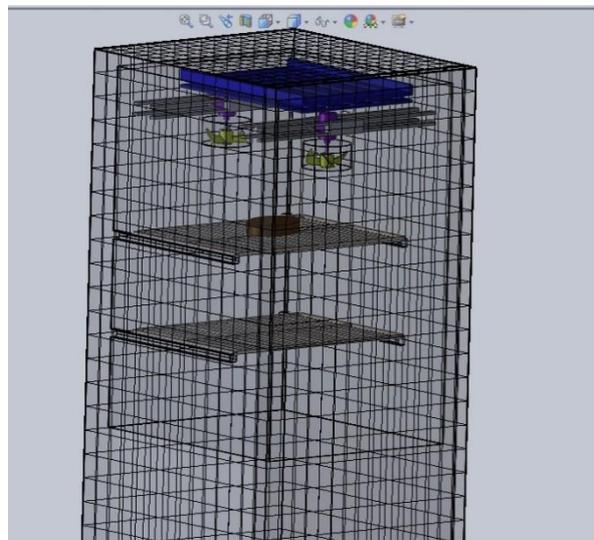
Gambar. 3.34 *Goals Fluid TemperatureAvarage*

## 8. Membuat *Intial Mesh* Pada Model

Dalam langkah ini merupakan langkah mengatur berapa mesh yang dibutuhkan, mesh ini merupakan mesh yang digunakan untuk bagian utama pada benda kerja atau bagian terbesar pada benda kerja contohnya pada pengujian ini adalah kabin. Seperti yang terlihat pada gambar.



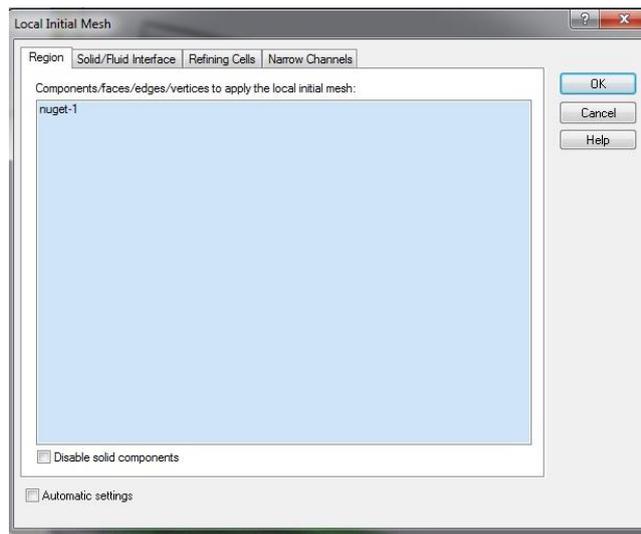
Gambar. 3.35 Setting Intial Mesh



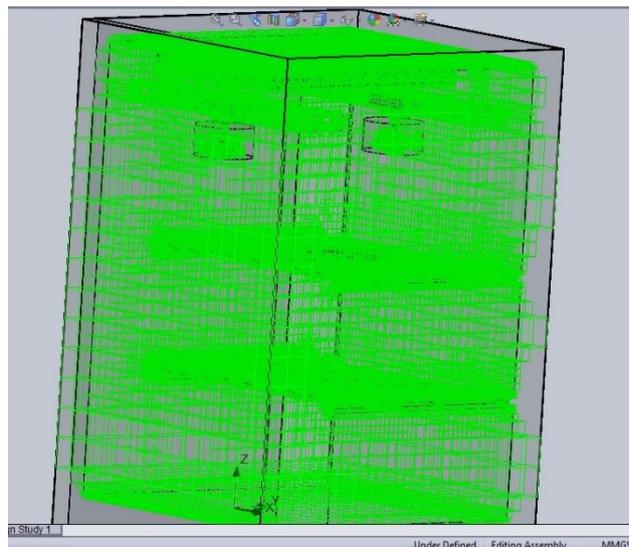
Gambar 3.36 Hasil Intial Mesh Pada Model.

## 9. Membuat *Local Intial Mesh* Pada Komponen

*Local intial mesh* merupakan cara untuk mengatur mesh pada komponen. *Local intial mesh* itu merupakan bagian hal penting karena berpengaruh pada saat pengujian. Komponen yang diatur menggunakan *loca intial mesh* adalah *rotating region*, *evaporator*, dan *nugget*.



Gambar. 3.37 *Local Intial Mesh Nugget*

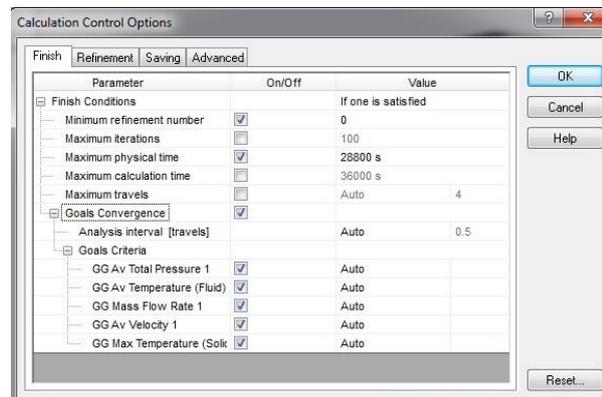


Gambar 3.38 Hasil *local Intial Mesh* Pada komponen

#### 10. Menentukan Kontrol Perhitungan (*Calculation Control Option*).

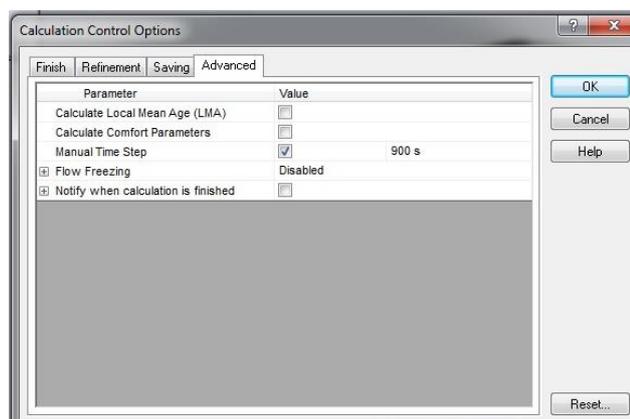
Langkah ini merupakan langkah untuk mengatur kontrol perhitungan yang ingin digunakan. Pada langkah ini bisa mengatur waktu dan interaksi yang diinginkan pengujian. Ada beberapa yang ditetapkan pada pengujian. Pertama menetapkan jumlah waktu yang ditentukan dalam jumlah detik. Pengujian ini membutuhkan waktu

8 jam dalam detik menjadi 28800 detik. Seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar. 3.39 Calculation Control Option Max Physical Time

Kedua mengatur waktu untuk setiap step nya untuk pengujian dari total waktu 28800s setiap stepnya 900s sama dengan 15 menit dalam pengujian, hal ini bertujuan untuk meringkas waktu dalam pengujian. Setelah itu pengujian siap dilaksanakan. Seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar. 3.40 Calculation Control Option Manual Time Step

### 3.8 Pengujian Penelitian

Alat yang digunakan untuk pengujian penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. *Tool set*

Alat ini digunakan untuk merakit komponen *blast freezer*.

2. Thermometer Digital

Alat ini digunakan untuk mengukur temperatur dalam kabin sehingga dapat mengetahui temperatur dalam kabin.



Gambar. 3.41 Alat ukur termometer digital untuk mengukur temperatur dalam kabin

3. Tacho Meter

Alat ini digunakan untuk mengetahui berapa rpm yang dihasilkan pada putaran kipas.



Gambar. 3.42 Alat pengukur Rpm

Alat-alat tersebut digunakan untuk dapat melakukan pengujian yang meliputi sebagai berikut:

- a. Berapa temperatur temperatur yang berada dalam kabin setelah rentan waktu 8 jam.
- b. Berapa rpm yang dihasilkan oleh putaran kipas

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah temperatur dalam kabin sudah merata atau belum dan melihat apakah terjadi terbentuknya bunga es (*frosting*). Apabila tidak mencapai temperatur yang diharapkan maka yang diperiksa adalah pada saat pembuatan atau perakitan *blast freeze*. Tetapi jika temperatur dalam kabin sudah merata maka data yang telah di dapat akan dilanjutkan akan di analisa.

### **3.9 Analisis Data**

Setelah data-data yang dibutuhkan telah terkumpul maka proses selanjutnya adalah menganalisa data yang telah di dapat. Analisis ini ada beberapa metode yang digunakan yaitu :

#### **3.6.1 Metode Analisis Profil**

Analisis data dilakukan sebagai studi kelayakan untuk melihat benda yang dibuat sesuai atau tidak dengan *software* simulasi fluida berbasis elem hingga.

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Deskripsi Data Penelitian.**

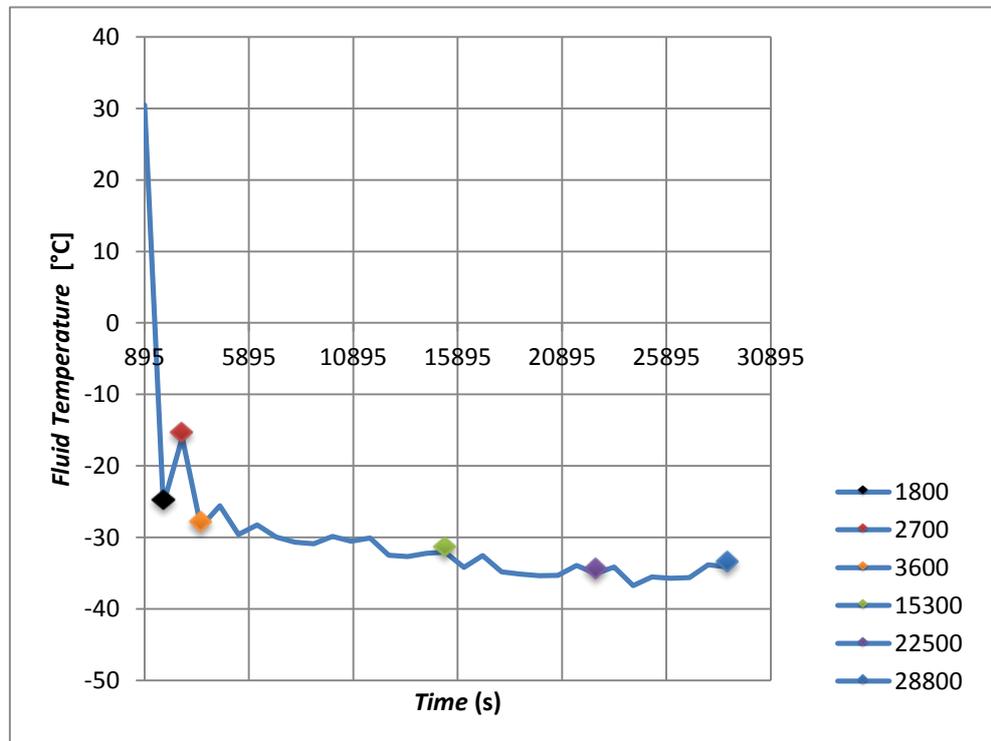
Pengujian dilakukan dengan benda uji nugget ikan dengan temperatur kamar. Kipas yang digunakan menggunakan dua kipas dan dua motor. Temperatur yang ingin dicapai adalah  $-35^{\circ}\text{C}$  dengan waktu yang dibutuhkan delapan jam. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *software* simulasi fluida berbasis elemen hingga dan uji coba *blast freezer*.

#### **4.2 Hasil Penelitian Menggunakan *Software* Simulasi fluida berbasis elemen hingga**

Pengujian menggunakan *software* simulasi fluida berbasis elemen hingga di dapat melalui desain model benda seperti sebenarnya setelah di uji dengan menggunakan simulasi pengujian. Dalam simulasi pengujian semua bentuk desain kabin kipas harus mirip dengan sebenarnya agar mendapatkan hasil yang optimum, begitu pula dengan waktu pada simulasi tersebut waktu di atur 8 jam di masukan dalam detik menjadi 28800/detik, dengan pengambilan hasil pengujian dilakukan dalam waktu 15 menit dalam detik menjadi 900/detik setiap hasil pengujian dapat di lihat hasil pengujiannya. Model yang dibuat terdapat dua model yang berbeda diantaranya Model A yaitu model dengan evaporator diatas kipas dan Model B yaitu model dengan evaporator di bawah kipas.

#### 4.2.1 Pengujian dengan Model A

Pada model ini di rancang dengan model evaporator berada diatas kipas. Pada pengujian ini di dapat hasil berupa grafik *temperature fluid*. Seperti yang terlihat pada gambar grafik 4.1

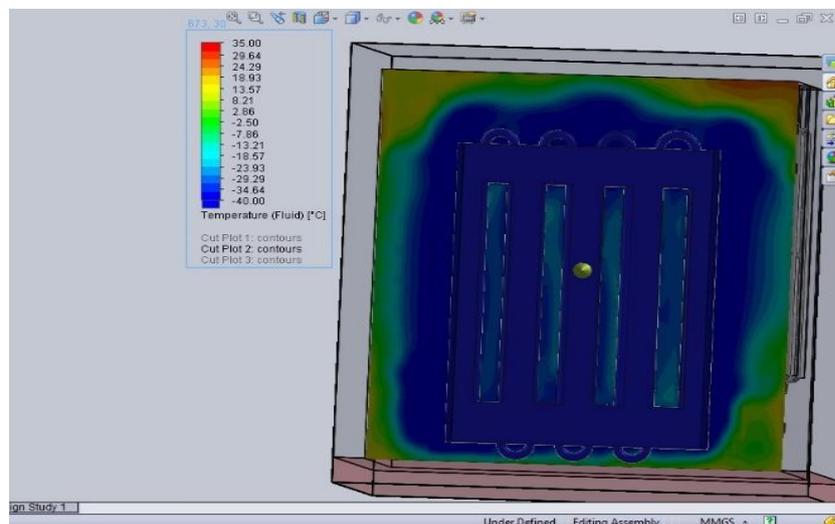


Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengujian Temperatur Udara pada Model A Dengan Waktu 28800 detik.

Pada grafik diatas dapat di lihat hasil temperatur udara pada waktu 28800 detik. dalam hasil tersebut terjadi penurunan temperatur dan kenaikan pada temperatur setiap detiknya mengalami perubahan. Ada beberapa waktu yang mengalami penurunan dan kenaikan temperatur pada grafik tersebut yang sangat signifikan yaitu pada waktu 1800 detik, 2700 detik, 3600 detik, 15300 detik, 22500 detik, dan berakhir pada waktu 28800 detik. pada tiap waktu tersebut dapat dilihat melalui beberapa hasil pengujian yaitu sebagai berikut:

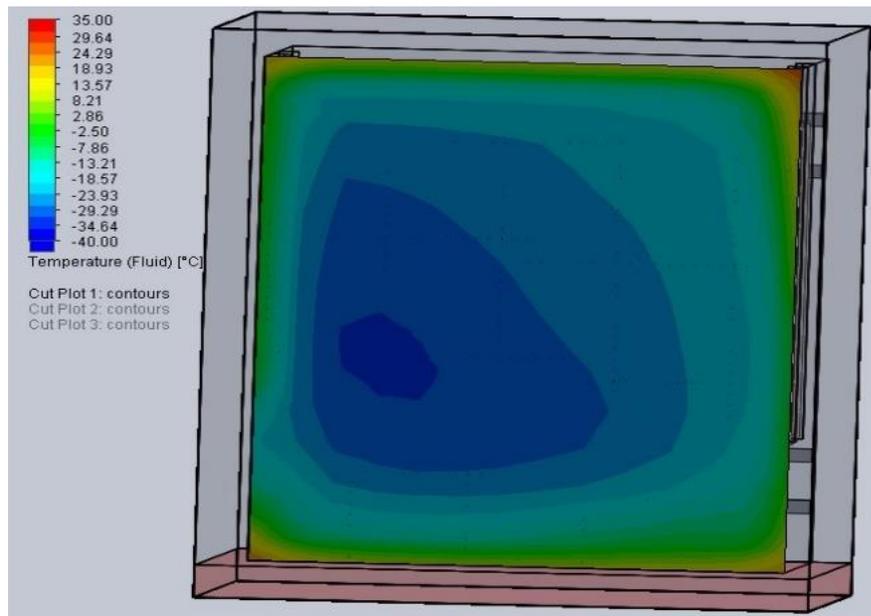
#### 4.2.1.1 Pembacaan Hasil Pengujian Menggunakan Potongan (*Cut Plot*).

*Cut plot* adalah hasil uji yang berupa potongan dari sebuah objek uji. *Cut plot* dalam hasil uji ini dapat melihat pada bagian potongan yang ingin dilihat berapa temperatur pada potongan daerah yang di inginkan. Pada hasil uji *blast freeze* memiliki dua titik uji yaitu titik atas dan titik bawah. Setiap pengujian mempunyai hasil-hasil dan cara yang berbeda. Di setiap pengujian di uji sesuai waktu yang ada gambar 4.1 grafik *Fluid Temperature* yang sudah dihasilkan diantaranya 1800 detik, 2700 detik, 3600 detik, 15300 detik, 22500 detik, dan berakhir dengan waktu 28800 detik. Berikut ini merupakan hasil pengujian dengan 3 titik yaitu titik atas, titik bawah, dan *right plane* sebagai berikut :



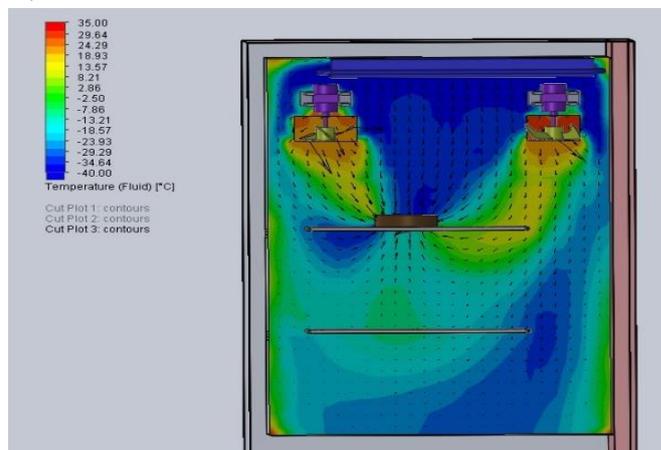
Gambar 4.2. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan *Cut plot* pada Titik Atas dalam Waktu 1800 detik.

Pada gambar 4.2 dapat dilihat daerah dingin masih baru di sekitaran evaporator dengan temperatur  $-29,29^{\circ}\text{C}$  sampai  $-34,64^{\circ}\text{C}$ , namun pada sudut temperatur masih tinggi masih berkisar  $29,64^{\circ}\text{C}$  sampai  $18,93^{\circ}\text{C}$  hasil pengujian ini diambil pada detik 1800.



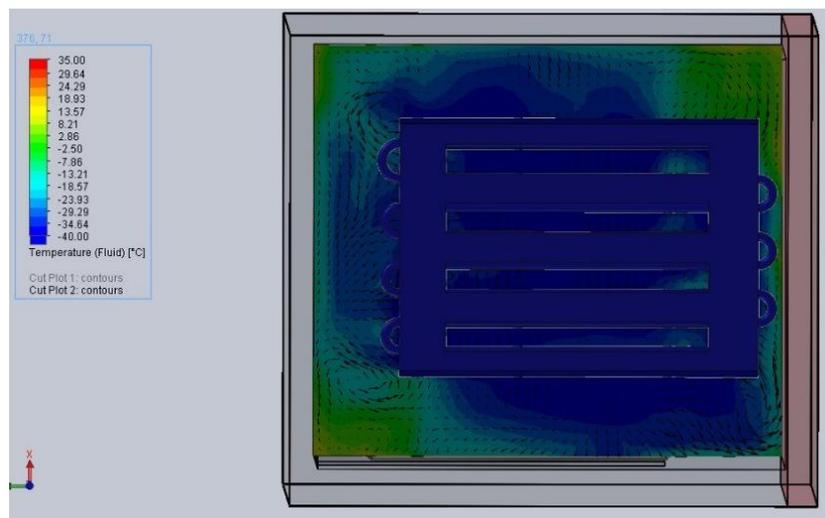
Gambar 4.3. Pembacaan Hasil Pengujian Model dengan *Cut plot* pada Titik bawah dalam Waktu 1800 detik..

Pada gambar 4.3 hasil uji *cut plot* temperatur yang mencapai -34,64°C berada pada titik tengah pada posisi bawah ini berbeda dengan pposisi atas pada posisi bawah cenderung merata, tetapi tetap temperatur masih belum rendah terutama pada sudut mencapai 24,29°C sampai 18,93°C.



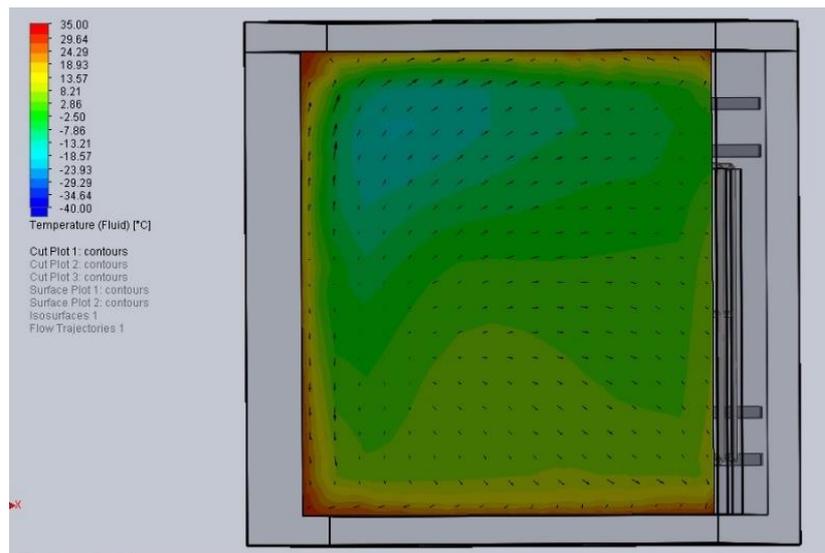
Gambar 4.4. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan *Cut plot* pada *Right Plane* dalam Waktu 1800 detik.

Pada gambar 4.4 dapat dilihat pada posisi ini dilihat dari kanan benda. Pada gambar diatas jelas temperatur paling rendah berada pada sekeliling evaporator, udara sekitar kipas mencapai  $8,21^{\circ}\text{C}$  sampai  $-2,50^{\circ}\text{C}$ . Temperatur pada tengah kabin mulai merata mencapai temperatur  $-7,86^{\circ}\text{C}$  sampai  $-18,57^{\circ}\text{C}$ .



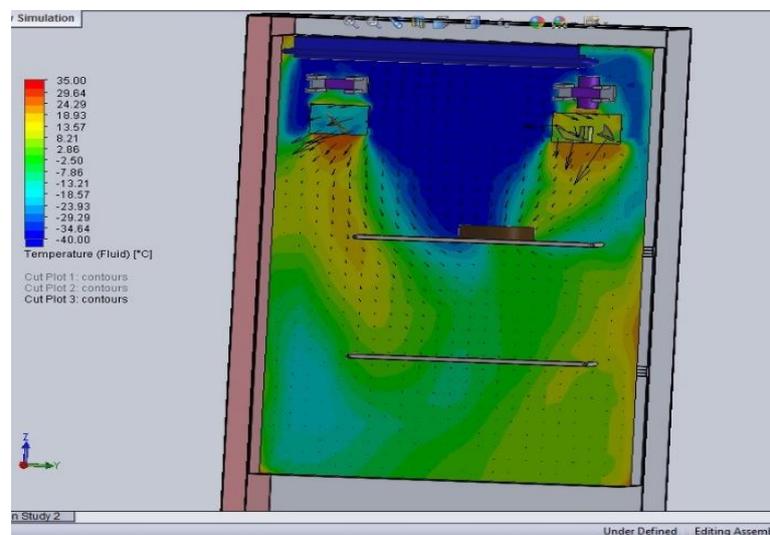
Gambar 4.5. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan *Cut plot* pada Titik Atas dalam Waktu 2700 detik.

Pada gambar 4.5 waktu pengujian sudah mencapai  $2700\text{ sec}$ . Pada bagian atas temperatur pada wilayah evaporator sudah mulai merata menunjukkan temperatur  $-34,64^{\circ}\text{C}$  sampai  $-40^{\circ}\text{C}$ . Pada bagian temperatur sudah mulai rendah temperatur berkisar  $2,86^{\circ}\text{C}$  sampai  $-18,57^{\circ}\text{C}$ .



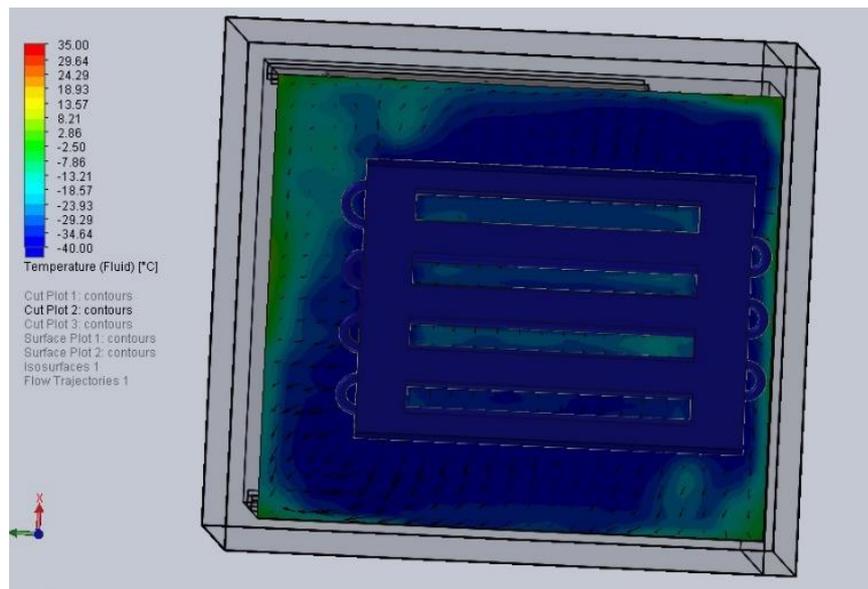
Gambar 4.6. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan *Cut plot* pada Titik Bawah dalam Waktu 2700 detik.

Pada gambar 4.6 detik mencapai 2700 pada di detik ini hasil pengujian pada bagian bawah mengalami kenaikan temperatur dari detik sebelumnya pada detik 1800, temperatur pada pengujian ini temperatur bagian tengah mencapai temperatur  $-13,21^{\circ}\text{C}$  sampai  $-23,93^{\circ}\text{C}$  dari temperatur ini mengalami kenaikan. Pada bagian sudut temperatur yang tercapai masih tinggi mencapai  $35,00^{\circ}\text{C}$  sampai  $24,29^{\circ}\text{C}$ .



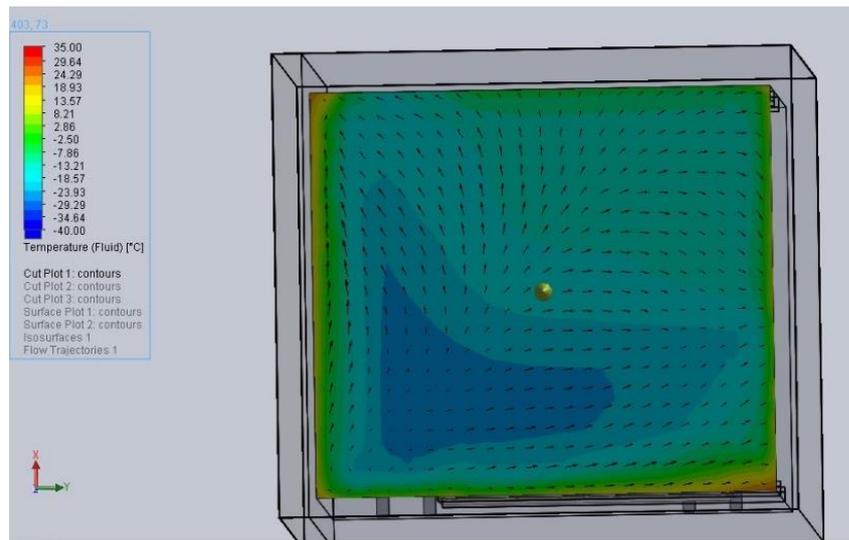
Gambar 4.7 Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan *Cut plot* pada Titik *Right Plane* dalam Waktu 2700 detik.

Pada gambar 4.7 pada gambar dapat dilihat temperatur bagian atas sudah mulai pekat berwarna biru yang menunjukkan temperatur sudah mulai bertemperatur rendah mencapai  $-34,64^{\circ}\text{C}$  sampai  $-40,00^{\circ}\text{C}$ . temperatur pada bagian bawah mengalami kenaikan dari sebelumnya bagian warna biru muda hanya sebagian kecil yaitu dekat pintu yang hanya mencapai temperatur  $-7,86^{\circ}\text{C}$  sampai  $23,93^{\circ}\text{C}$ .



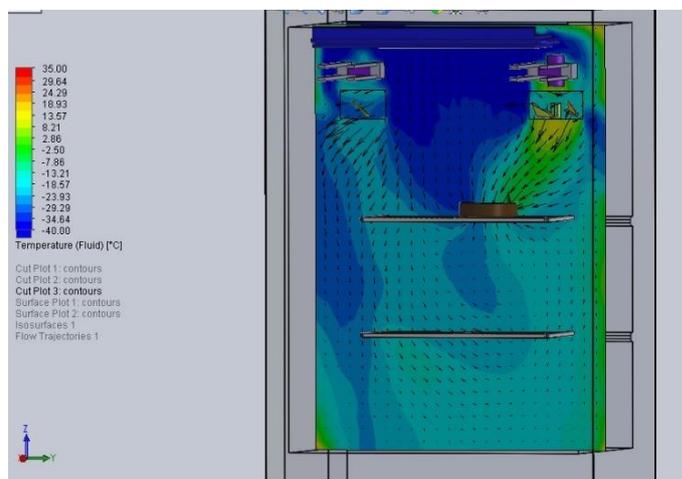
Gambar. 4.8. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan *Cut plot* pada Titik Atas dalam Waktu 3600 detik.

Pada gambar 4.8. Pada detik 3600 dapat dilihat warna biru hampir merata keseluruh daerah bagian atas dengan temperatur mencapai  $-34,64^{\circ}\text{C}$  sampai  $-40,0^{\circ}\text{C}$ . Bagian yang berwarna biru muda menunjukkan temperatur  $-13,21^{\circ}\text{C}$  sampai  $-23,93^{\circ}\text{C}$ . Dapat terlihat bagian sudut sudah mulai rendah temperaturnya menjadi berwarna hijau pekat yaitu mencapai  $-2,50^{\circ}\text{C}$  sampai  $-7,86^{\circ}\text{C}$ .



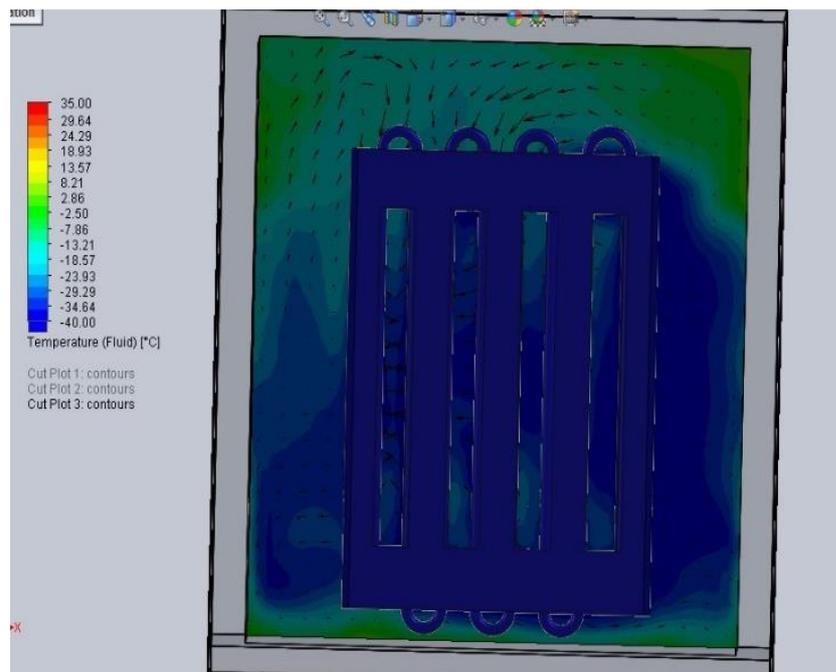
Gambar. 4.9. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan *Cut plot* pada Titik Bawah dalam Waktu 3600 detik.

Pada gambar 4.9 dapat dilihat pada detik 3600 temperatur sudah mulai merata dengan warna biru muda yaitu dengan temperatur  $-13,21\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $-23,93\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ada salah satu bagian berwarna biru pekat pada bagian sudut kiri hal ini menunjukkan pada bagian tersebut temperatur mulai rendah yaitu mencapai  $-29,29\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $34,64\text{ }^{\circ}\text{C}$ , tetapi pada bagian sudut masih dalam keadaan tidak rendah hal itu ditunjukkan oleh hasil pengujian berwarna jingga dan kuning yang menunjukkan temperatur  $24,29\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $18,93\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



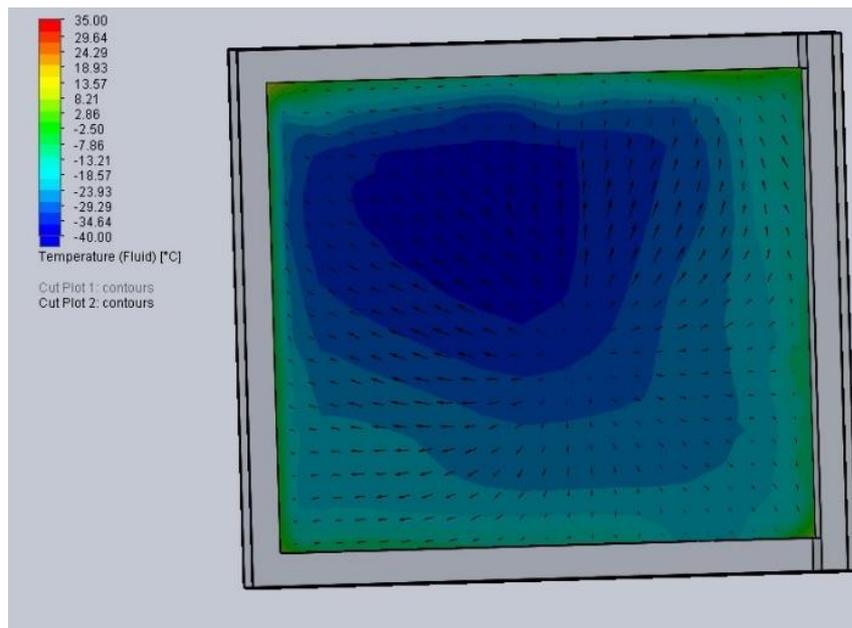
Gambar. 4.10. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan *Cut plot* pada *Right Plane* dalam Waktu 3600 detik

Gambar 4.10 dapat dilihat pada gambar ini merupakan hasil uji dengan waktu 3600 detik, dari hasil uji biru pekat berada pada evaporator yaitu mencapai temperatur 34,64 °C sampai 40,0°C. Bagian sebelah kanan temperatur yang dicapai kurang rendah yaitu mencapai 2,86 °C sampai -7,86 °C. Dominan pada daerah tengah berwarna biru muda yaitu bertemperatur -13,21 °C sampai 23,93 °C.



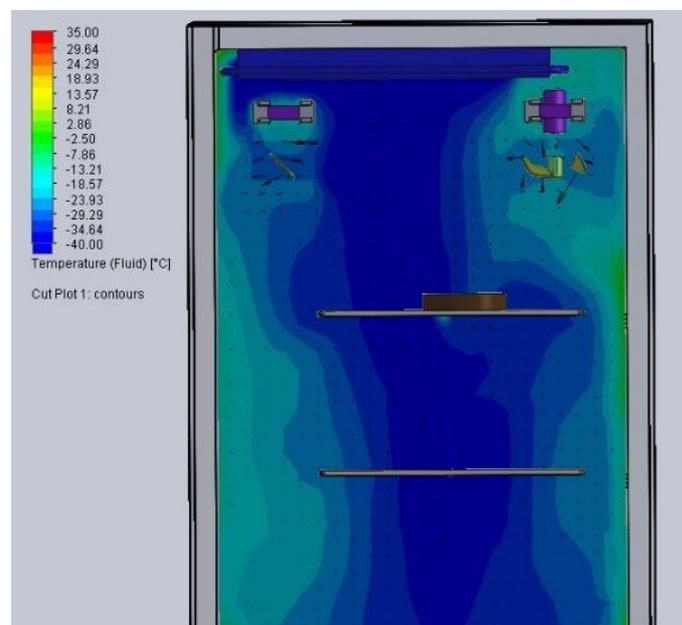
Gambar. 4.11. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan *Cut plot* pada Titik Atas dalam Waktu 15300 detik.

Hasil uji dengan waktu 15300 detik pada bagian atas dapat dilihat pada gambar 4.11, dalam hasil uji tersebut masih dominan berwarna biru pada tengah yaitu pada bagian evaporator yaitu bertemperatur 34,64 °C sampai 40,00 °C. Bagian sudut dominan dengan warna hijau yaitu dengan temperatur -2,50 °C sampai -13,21 °C.



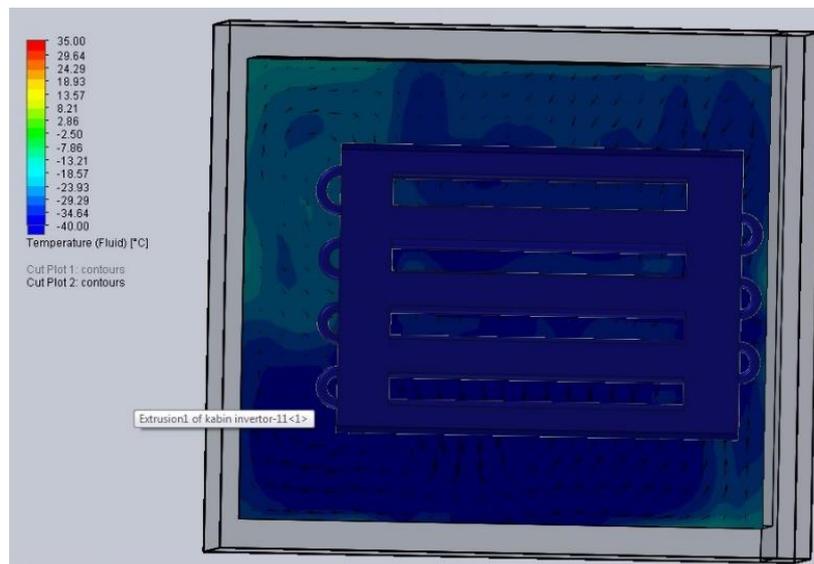
Gambar. 4.12. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan *Cut plot* pada Titik Bawah dalam Waktu 15300 detik.

Pada hasil uji bagian bawah pada detik 15300 dapat dilihat pada gambar 4.12. Pada gambar tersebut warna biru pekat sudah mulai dominan pada titik bawah yaitu dengan temperatur  $23,93\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $40,00\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Sudut bagian ini sudah mulai berubah warna menjadi warna biru muda dengan temperatur  $-13,21\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $-18,57\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



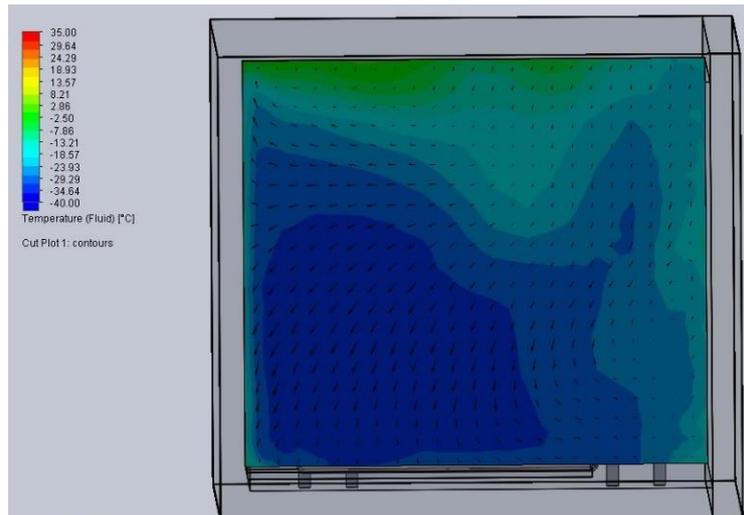
Gambar. 4.13. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan *Cut plot* pada Titik *Right Plane* dalam Waktu 15300 detik.

Pada gambar 4.13 dapat dilihat dengan waktu 15300 detik warna biru sudah mendominasi dengan temperatur 34,64 °C samapai 40,00 °C, pada bagian sudut pun sudah mulai bertemperatur rendah dengan ditandai dengan warna biru muda menunjukkan bahwa temperatur telah mencapai -13,21 °C samapai -23,93 °C



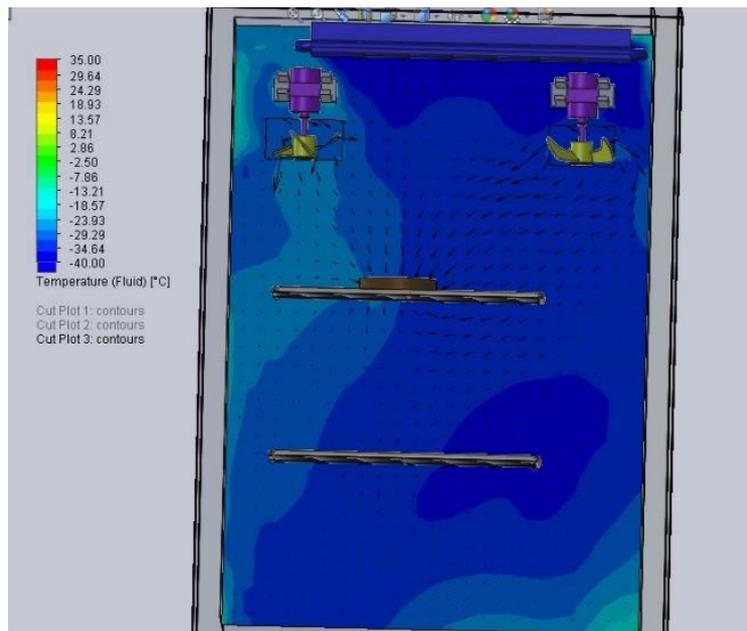
Gambar. 4.14. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan *Cut plot* pada Titik Atas dalam Waktu 22500 detik.

Pada hasil uji dengan waktu 22500 detik yang dilihat pada gambar 4.14 dalam hasil uji pada titik atas temperatur sudah dominan dengan warna biru pekat hal ini sudah menandakan temperatur bagian atas sudah mulai rendah yaitu dengan temperatur 34,64 °C samapai 40,00 °C, pada bagian sudut juga sudah mulai rendah dengan temperatur mencapai 23,93 °C samapai 29,29 °C yang di tandai dengan warna biru muda.



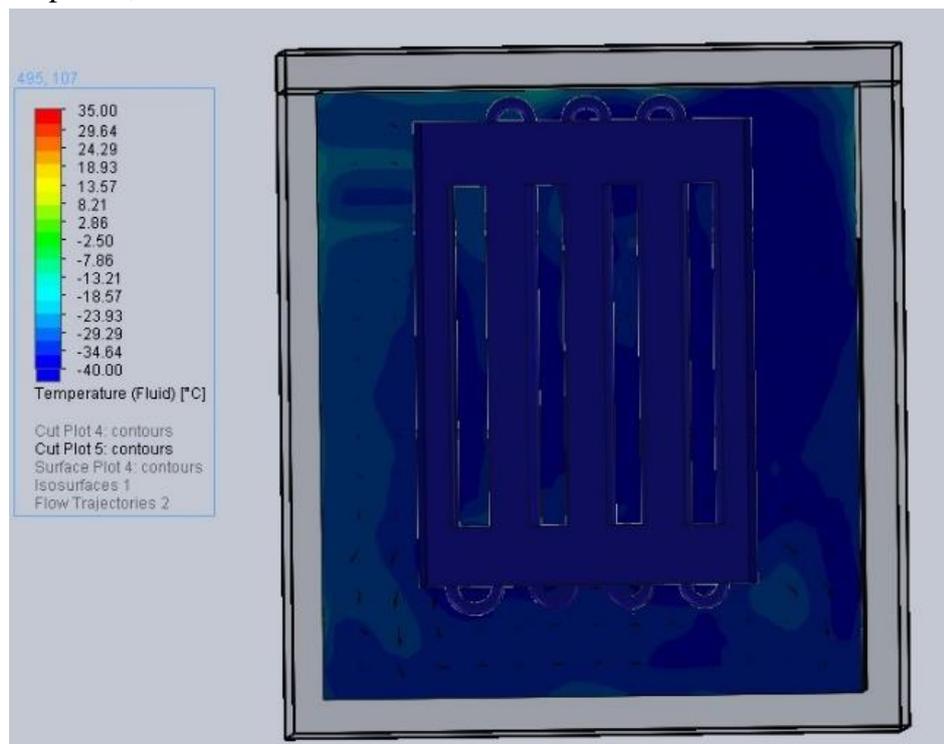
Gambar. 4.15. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan *Cut plot* pada Titik Bawah dalam Waktu 22500 detik

Pada titik bawah hasil uji bisa dilihat pada gambar 4.15 hasil uji diatas dapat dilihat biru pekat pada bagian bawah mendominasi yaitu dengan nilai temperatur  $-29,29\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $40,00\text{ }^{\circ}\text{C}$ . pada sudut ada sebagian yang masih berwarna hijau yaitu dengan nilai  $2,86\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $-2,50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



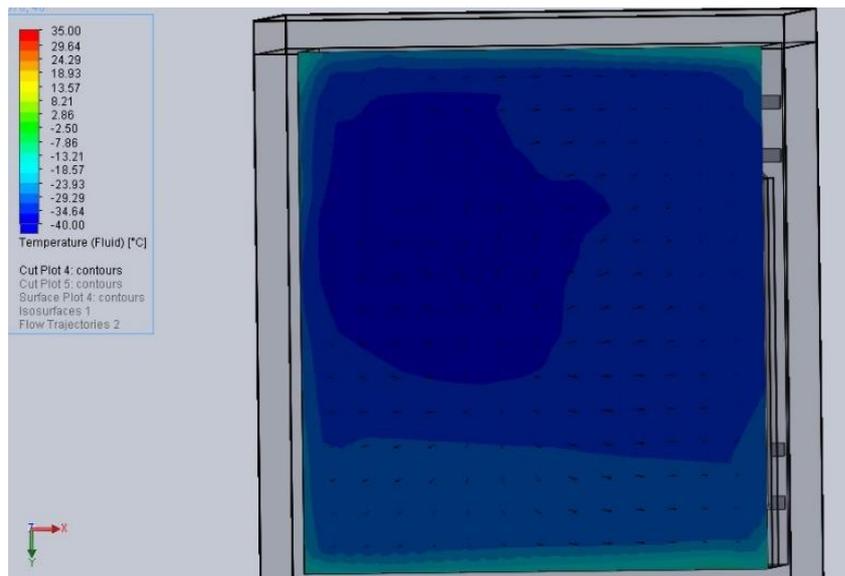
Gambar. 4.16. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan *Cut plot* pada *Right Plane* dalam Waktu 22500 detik

Bagian kanan ini (*right plane*) dapat dilihat hasil pengujiannya pada gambar 4.16, dengan waktu 22500 detik temperatur pada ruangan hampir semua dominan dengan warna biru pekat yaitu dengan temperatur 34,64 °C sampai 40,00 °C, sedangkan yang berwarna biru muda hanya berada pada bagian bawah sudut dan bagian pinggir saja yaitu dengan temperatur -18,57 sampai 23,93 °C.



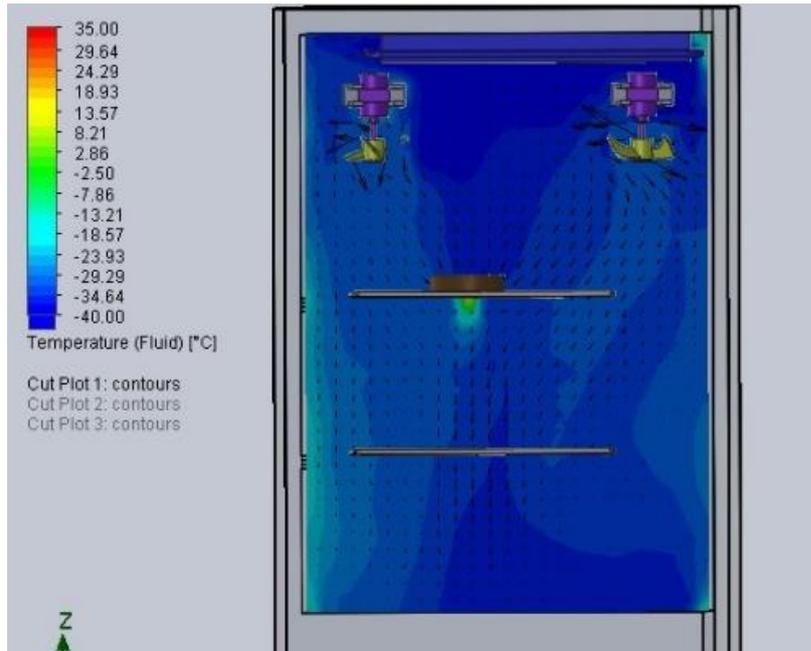
Gambar. 4.17. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan *Cut plot* pada Titik Atas dalam Waktu 28800 detik.

Hasil pengujian sudah mencapai akhir waktu yaitu 28800 detik. Pada titik atas dapat dilihat pada gambar 4.17, dalam gambar tersebut dapat dilihat warna biru pekat sudah mendominasi daerah titik atas yaitu dengan temperatur 34,64 °C sampai 40,00 °C, tetapi tidak semua berwarna biru pekat ada sebagian hanya berwarna biru muda yaitu dengan temperatur -23,93 °C sampai -29,29.



Gambar. 4.18. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan *Cut plot* pada Titik Bawah dalam Waktu 28800 detik

Pada titik bawah dengan waktu 28800 detik yang dapat dilihat pada gambar 4.18 temperatur dominan berwarna biru yang di nilai dengan temperatur 23,93 °C sampai -34,64 °C.



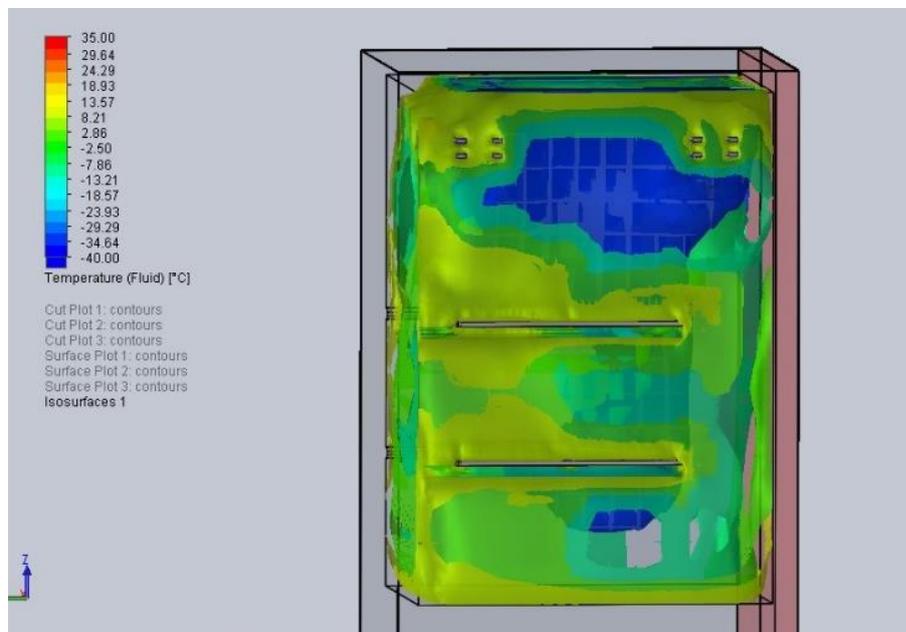
Gambar. 4.19. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan *Cut plot* pada *Right Plane* dalam Waktu 28800 detik.

Pada hasil pengujian *right plane* dapat dilihat pada gambar 4.19 dalam temperatur yang tercapai didominasi dengan warna biru dengan

temperatur 29,29 °C sampai 40,00 °C. Ada sebagian berwarna hijau yaitu dengan temperatur -2,50 °C sampai -13,21 °C yang berada pada di bawah *nugget*.

#### 4.2.1.2 Hasil Pengujian Permukaan Volume (*Isosurfaces*)

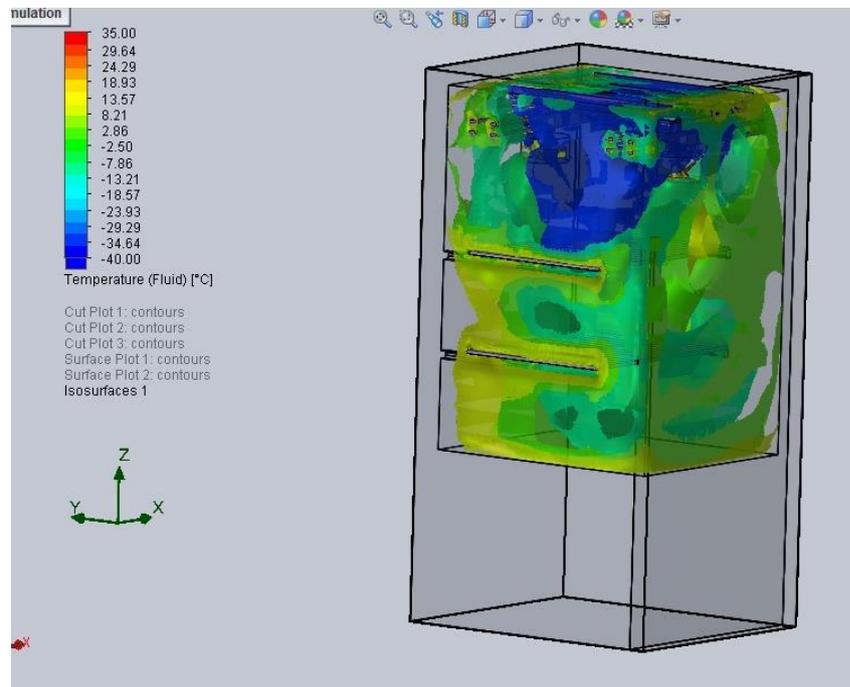
*Isosurfaces* adalah hasil uji yang dapat menunjukkan nilai dalam sebuah volume ruangan yang dapat dihitung persetiap satuan yang di inginkan. Dalam hasil uji dapat diketahui temperatur ruangan yang ada didalam *blast freezer*.



Gambar. 4.20. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan *Isosurfaces* dalam Waktu 1800 detik.

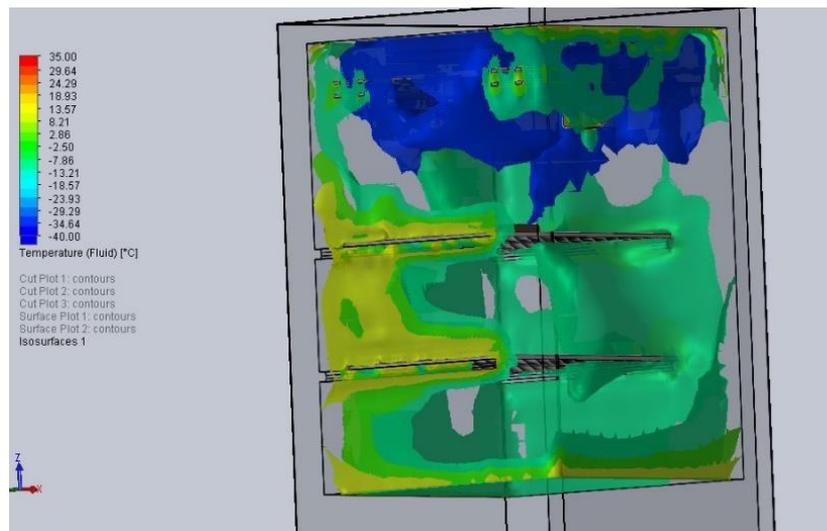
Dapat dilihat pada gambar 4.20 dalam gambar tersebut merupakan hasil uji *isosurfaces* di dalam gambar tersebut terdapat banyak warna kuning (*yellow*),hijau (*green*),biru muda (*tosca*),dan biru (*blue*). Pengujian ini di uji pada detik 1800 pada warna kuning yang mendominasi bagian pinggir yaitu mencapai temperatur 18,93 °C sampai 8,21 °C. Warna biru

muda merupakan warna yang mendominasi ruang *blast freezer* hal ini menunjukkan pada saat ini ruangan bertemperatur  $-13,21$  sampai  $-23,93$  °C. Pada bagian tengah terdapat warna biru pekat warna tersebut menandakan temperatur bagian tengah mencapai  $34,64$  °C sampai  $40,00$  °C.



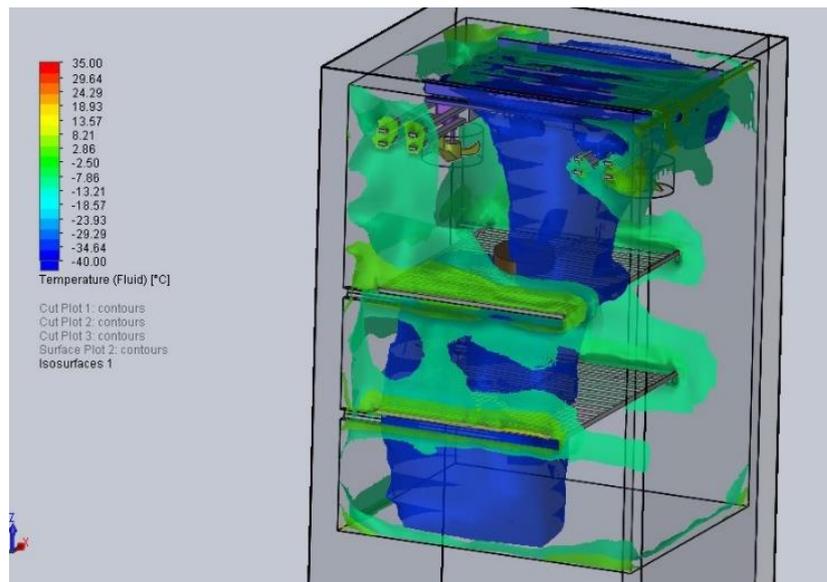
Gambar. 4.21. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan *Isosurfaces* dalam Waktu 2700 detik.

Pengujian *isosurfaces* dengan waktu 2700 detik dapat dilihat pada gambar 4.21 dalam hasil pengujian dapat dilihat masih ada warna kuning pada gambar tersebut masih dominan pada tepi kabin *blast freezer* yaitu dengan temperatur  $24,29$  °C sampai  $18,93$  °C. Ada sedikit warna hijau yaitu dengan temperatur  $2,86$  °C sampai  $-2,50$  °C, warna biru muda masih mendominasi dari ruang kabin dengan temperatur  $-13,21$  sampai  $-23,93$  °C.



Gambar. 4.22. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan *Isosurfaces* dalam Waktu 3600 detik.

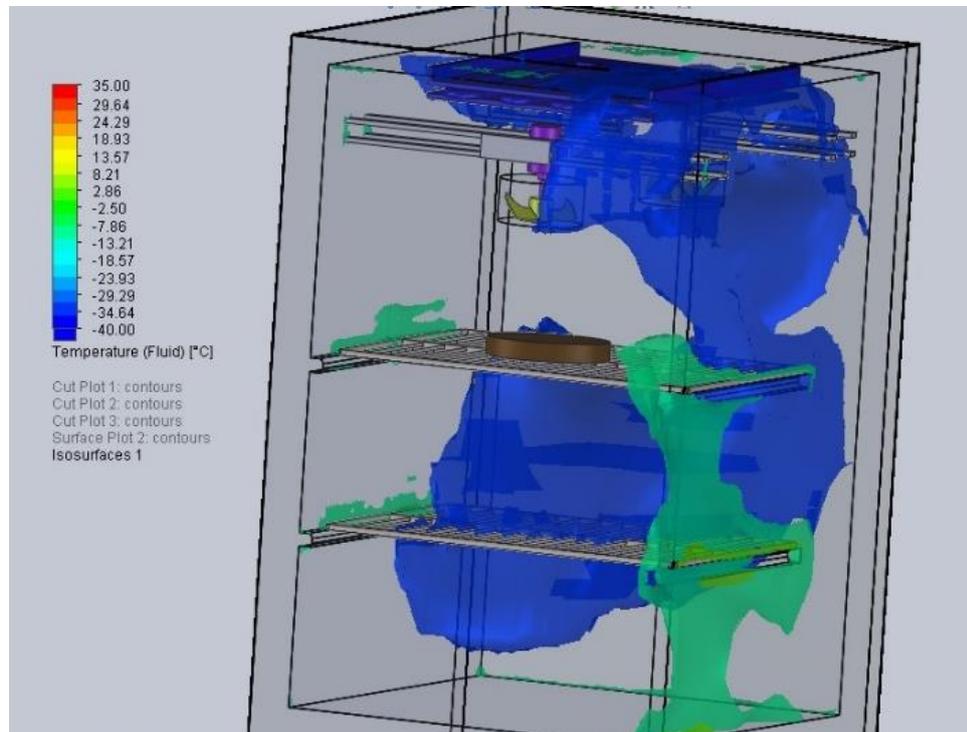
Pada hasil uji *isosurfaces* dengan waktu 3600 detik dapat dilihat pada gambar 4.22 pada hasil tersebut warna kuning sudah mulai berkurang sama dengan warna biru muda sudah mulai berkurang warna biru pekat sudah mendominasi kabin yaitu dengan temperatur -29,29 sampai -40.00 °C.



Gambar. 4.23. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan *Isosurfaces* dalam Waktu 15300 detik.

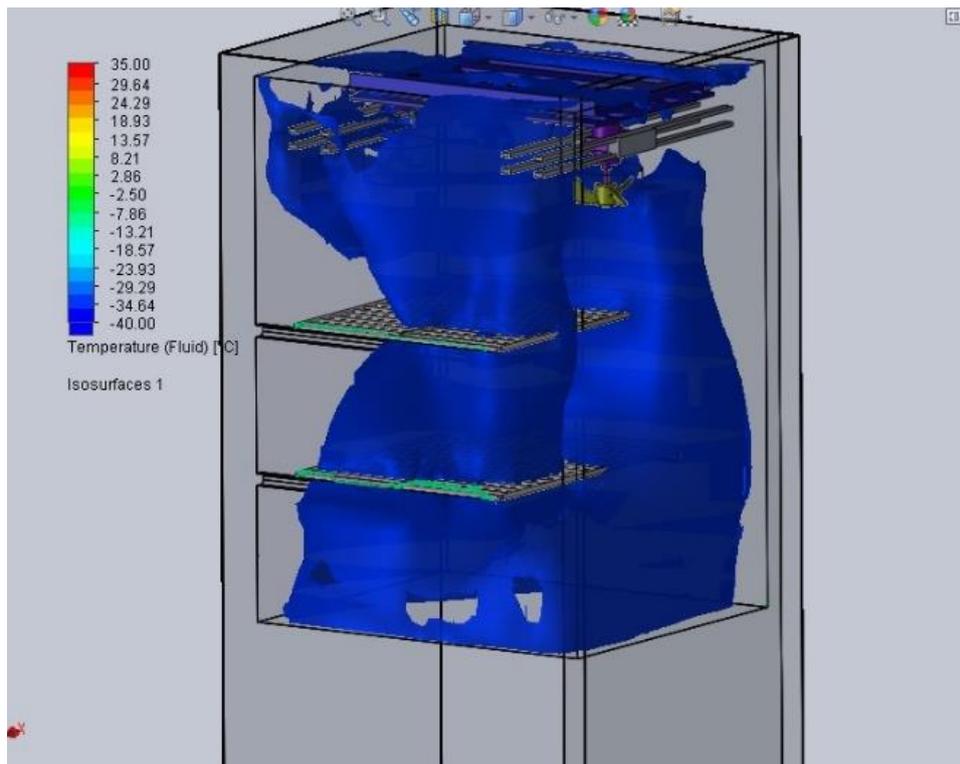
Hasil uji dengan waktu 15300 detik dapat dilihat pada gambar 4.23 terlihat warna hijau pada sisi-sisi kabin, warna hijau bertemperatur 2,86°C

sampai  $-2,50^{\circ}\text{C}$ . Warna biru muda sudah mulai menghilang dan warna biru pekat mendominasi ruang kabin dengan temperatur  $-29,29^{\circ}\text{C}$  sampai  $-40,00^{\circ}\text{C}$ .



Gambar. 4.24. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan *Isosurfaces* dalam Waktu 22500 detik.

Pengujian dengan waktu 22500 detik dapat dilihat pada gambar 4.24. Pada gambar tersebut warna hijau sudah menghilang hanya menyisakan warna hijau sedikit pada sudut rak. Dapat dilihat warna biru pekat tersebut menempati ruang kabin, temperatur yang dihasilkan oleh evaporator berwarna biru pekat mempunyai nilai  $-34,64^{\circ}\text{C}$  sampai  $-40,00^{\circ}\text{C}$ . Ada sebagian warna biru muda (*tosca*) berada pada bagian sisi kanan warna itu menunjukkan nilai temperatur  $-7,86^{\circ}\text{C}$  sampai  $-13,21^{\circ}\text{C}$ .



Gambar. 4.25. Pembacaan Hasil Pengujian Model A dengan *Isosurfaces* dalam Waktu 28800 Detik

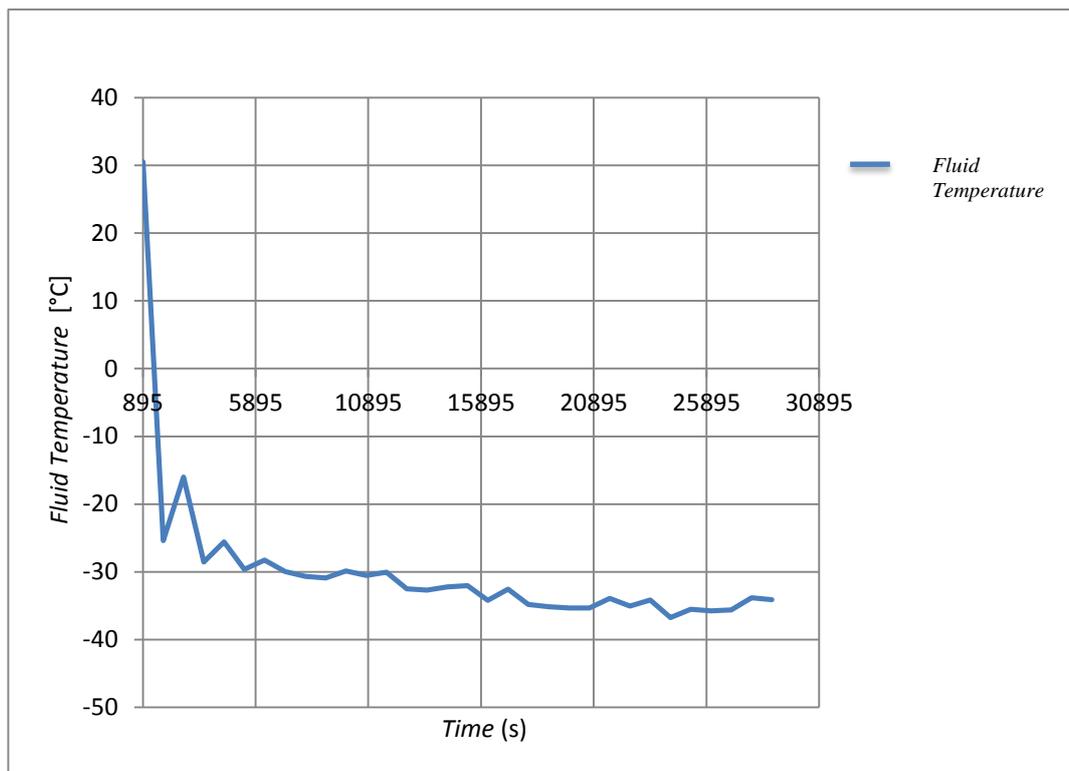
Pengujian sudah berakhir pada detik 28800 dapat dilihat pada gambar 4.25. dalam hasil pengujian ini warna kuning, hijau, biru muda sudah menghilang kabin sudah penuh dengan warna biru pekat yaitu bernilai 34,64 °C sampai 40,00 °C.

#### 4.2.1.3 Hasil Pengujian (*Goals Plots*)

*Goals Plot* adalah hasil final dalam sebuah pengujian yang berupa data berbentuk tabel dan grafik. Dalam hasil pengujian *blast freezer* akan di dapat data-data berupa *temperature fluid*, *density*, dan *velocity* untuk waktu 28800 *sec*.

Tabel 4.1 Nilai Hasil Pengujian Temperatur Udara (*Fluid Temperature*) Pada Model A Dalam Waktu 28800 detik dengan Pengujian 900/ detik.

<b>No</b>	<b><i>Time (S)</i></b>	<b><i>Fluid Temperature (°C)</i></b>
1	900	30.5
2	1800	-25.4
3	2700	-16.0
4	3600	-28.5
5	4500	-25.5
6	5400	-29.6
7	6300	-28.2
8	7200	-29.9
9	8100	-30.6
10	9000	-30.8
11	9900	-29.8
12	10800	-30.5
13	11700	-30.0
14	12600	-32.4
15	13500	-32.6
16	14400	-32.2
17	15300	-32.0
18	16200	-34.1
19	17100	-32.5
20	18000	-34.7
21	18900	-35.1
22	19800	-35.3
23	20700	-35.3
24	21600	-33.9
25	22500	-35.0
26	23400	-34.1
27	24300	-36.7
28	25200	-35.5
29	26100	-35.7
30	27000	-35.6
31	27900	-33.8
32	28800	-34.1

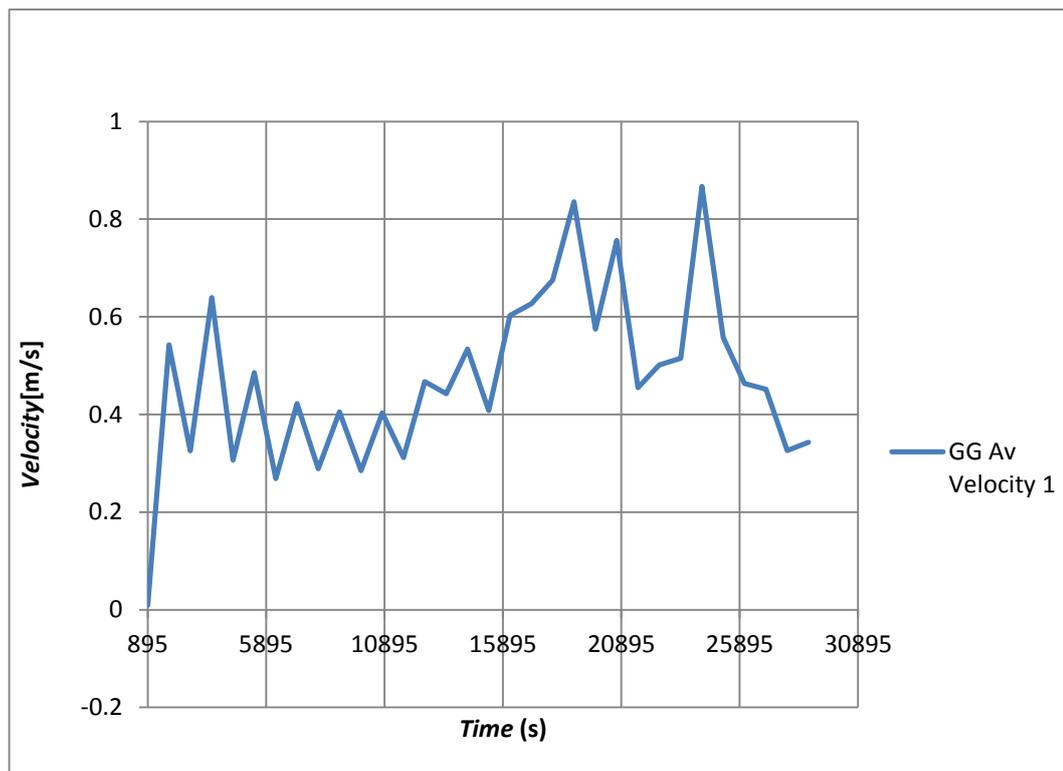


Gambar 4.26. Grafik Hasil Pengujian Temperatur Udara pada Model A dalam Waktu 28800 Sec.

Dari grafik diatas menunjukkan temperatur awal menunjukkan penurunan drastis pada detik 1800 dari temperatur 30°C tutun menjadi -25°C dan menunjukkan kenaikan temperatur pada detik 2700 menjadi -16°C hal ini terjadi karena temperatur yang belum merata, sehingga temperatur turun menjadi -34°C pada detik 28800.

Tabel 4.2 Nilai Hasil Pengujian Kecepatan Angin (*Velocity*) pada Model A dalam Waktu 28800 detik dengan pengujian 900/detik.

<b>No</b>	<b><i>Time(S)</i></b>	<b><i>Velocity (m/s)</i></b>
1	900	0.01
2	1800	0.54
3	2700	0.32
4	3600	0.64
5	4500	0.31
6	5400	0.48
7	6300	0.27
8	7200	0.42
9	8100	0.29
10	9000	0.40
11	9900	0.28
12	10800	0.40
13	11700	0.31
14	12600	0.47
15	13500	0.44
16	14400	0.53
17	15300	0.41
18	16200	0.60
19	17100	0.62
20	18000	0.67
21	18900	0.83
22	19800	0.57
23	20700	0.76
24	21600	0.45
25	22500	0.50
26	23400	0.51
27	24300	0.86
28	25200	0.56
29	26100	0.46
30	27000	0.45
31	27900	0.32
32	28800	0.34

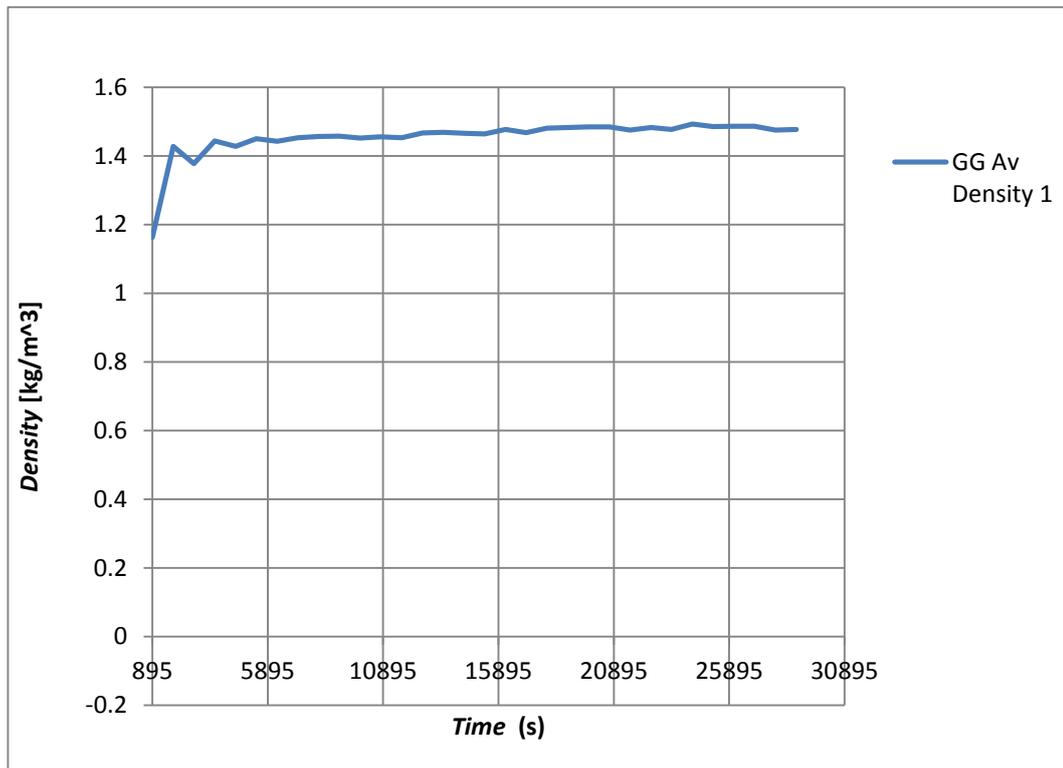


Gambar 4.27. Grafik Hasil Pengujian Kecepatan Udara (*Velocity*) pada Model A dalam Waktu 28800 detik.

Dari grafik diatas menunjukkan naik turunnya *velocity* 0 m/s naik hingga 0,54 m/s pada detik 1800, akan tetapi mengalami penurunan lagi pada detik 2700 menjadi 0,32 m/s dan mengalami posisi tertinggi pada detik 24300 mencapai 0,86 m/s sampai akhir detik pengujian 28800 bernilai 0,34 m/s.

Tabel 4.3 Nilai Hasil Pengujian Berat Jenis (*Density*) pada Model A dalam Waktu 28800 detik dengan pengujian 900/detik.

<b>No</b>	<b><i>Time (S)</i></b>	<b><i>Density (kg/m<sup>3</sup>)</i></b>
1	900	1.16
2	1800	1.42
3	2700	1.37
4	3600	1.44
5	4500	1.42
6	5400	1.45
7	6300	1.44
8	7200	1.45
9	8100	1.46
10	9000	1.46
11	9900	1.45
12	10800	1.45
13	11700	1.45
14	12600	1.48
15	13500	1.47
16	14400	1.47
17	15300	1.46
18	16200	1.48
19	17100	1.47
20	18000	1.48
21	18900	1.48
22	19800	1.48
23	20700	1.48
24	21600	1.48
25	22500	1.48
26	23400	1.48
27	24300	1.49
28	25200	1.48
29	26100	1.49
30	27000	1.49
31	27900	1.48
32	28800	1.48



Gambar 4.28. Grafik Hasil Pengujian Berat Jenis (*Density*) pada Model A dalam Waktu 28800 detik

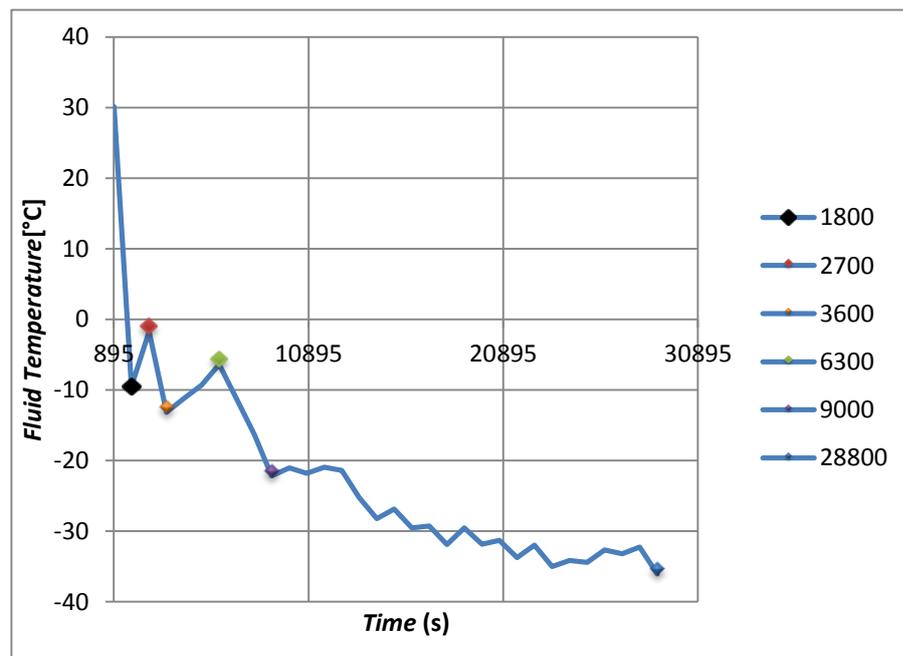
Dalam grafik diatas menunjukkan terdapat kenaikan *density*, dari 1,16 kg/m<sup>3</sup> pada detik 900 mengalami kenaikan pada detik 1800 dengan nilai 1,42 kg/m<sup>3</sup> dan mengalami penurunan pada detik 2700 dengan nilai 1,37 kg/m<sup>3</sup>, sampai akhir pengujian pada detik 28800 mempunyai nilai *density* 1,47 kg/m<sup>3</sup>.

Berdasarkan hasil simulasi aliran fluida sesuai nilai komputasi pada program *simulasi fluida berbasis elemen hingga* didapatkan hasil uji berupa *cut plot*, *iso surfaces* dan *goals plot*. Pada *cut plot* dan *Isosurfaces* didapatkan hasil pengujian dengan beberapa detik yang dapat dilihat hasilnya dalam berupa potongan dan paduan warna yang menempati ruang kabin, pada model A temperatur yang ada pada kabin cepat menurun setelah menurun hanya sedikit temperatur dapat menurun kembali hal ini di karenakan kecepatan angin (*velocity*)

terhambat sehingga menyebabkan menurunnya kecepatan angin pada ruang kabin, hal ini juga terjadi penambahan berat jenis (*density*) pada kabin yang menyebabkan menurunnya *velocity* dalam kabin dan juga berpengaruh pada penempatan posisi kipas pada model A ini kipas cenderung menyedot udara dingin pada evaporator yang daya hisapnya melemah dikarena berat jenis yang bertambah, Hal ini ditunjukkan pada hasil *goals plot*. Temperatur akhir yang dihasilkan pada model A mencapai  $-34.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

#### 4.2.2 Pengujian dengan Model B

Pada model ini ada perbedaan pada posisi evaporator posisi evaporator berada pada posisi dibawah kipas. Dengan perbedaan desain evaporator tersebut maka hasil pengujian juga berbeda hal ini dilakukan untuk mencari temperatur yang ideal untuk *blast freezer*. Pada model ini di dapat grafik *Fluid Temperature* sebagai berikut.

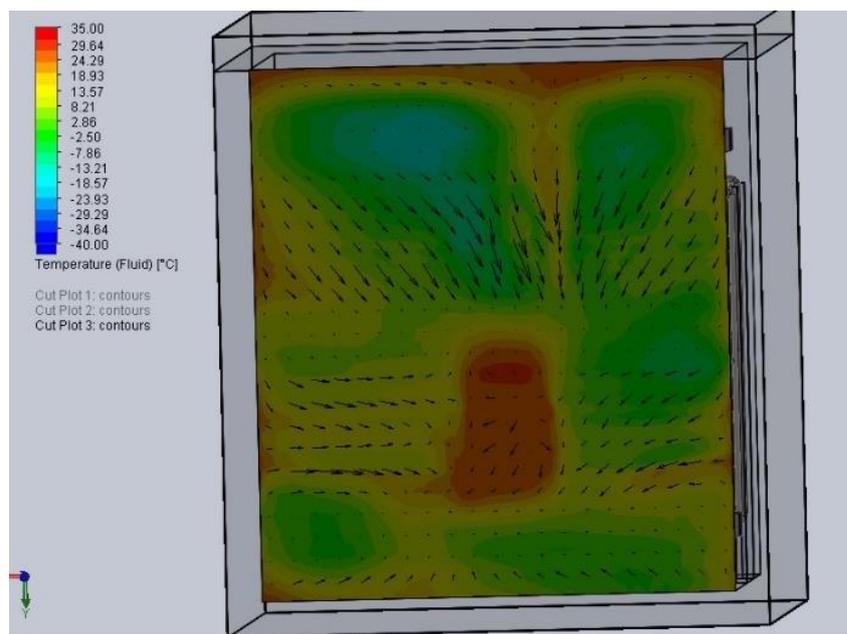


Gambar 4.29. Grafik Hasil Pengujian Temperatur Udara (*Temperature Fluid*) pada Model B dengan Waktu 28800 Detik.

Dari grafik diatas menunjukkan kenaikan temperatur dan penurunan temperatur pada *temperature fluid* dengan waktu 28800 *sec*. Ada beberapa waktu yang mengalami penurunan dan kenaikan temperatur pada grafik tersebut yang sangat signifikan yaitu pada waktu 1800 *sec*, 2700 *sec*, 3600 *sec*, 6300 *sec*, 9000 *sec*, dan berakhir pada waktu 28800 *sec*. pada tiap waktu tersebut dapat dilihat melalui beberapa hasil pengujian yaitu sebagai berikut:

#### 4.2.2.1 Pembacaan Hasil Pengujian Menggunakan Potongan (*Cut Plot*)

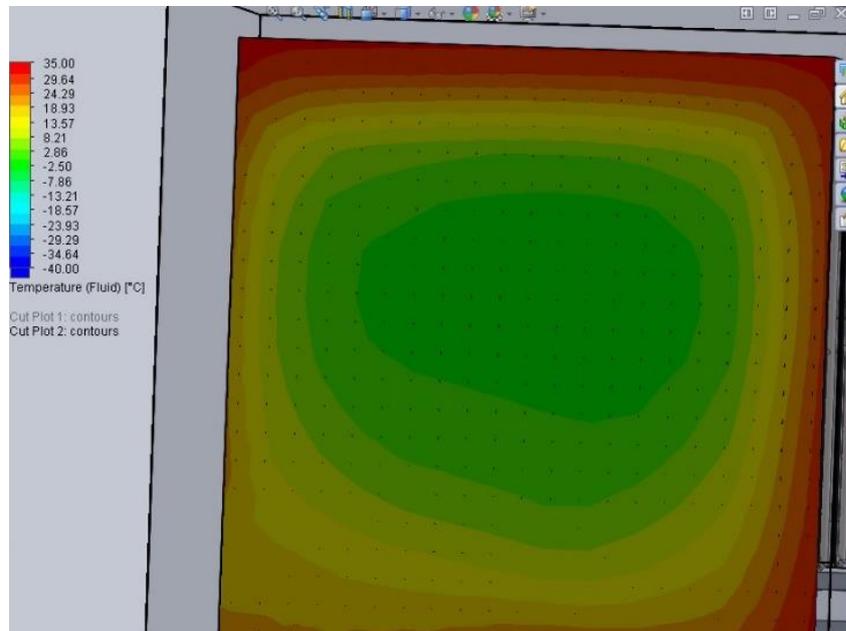
Berikut ini adalah hasil *cut plot* yang diukur ditentukan tiga titik yaitu atas, bawah dan *right plot* dengan waktu 1800 *sec*, 2700 *sec*, 3600 *sec*, 6300 *sec*, 9000 *sec* dan 28800 *sec*. Dalam setiap waktu tersebut dapat dilihat melalui beberapa hasil pengujian yaitu sebagai berikut :



Gambar. 4.30. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan *Cut plot* pada Titik Atas dalam Waktu 1800 detik

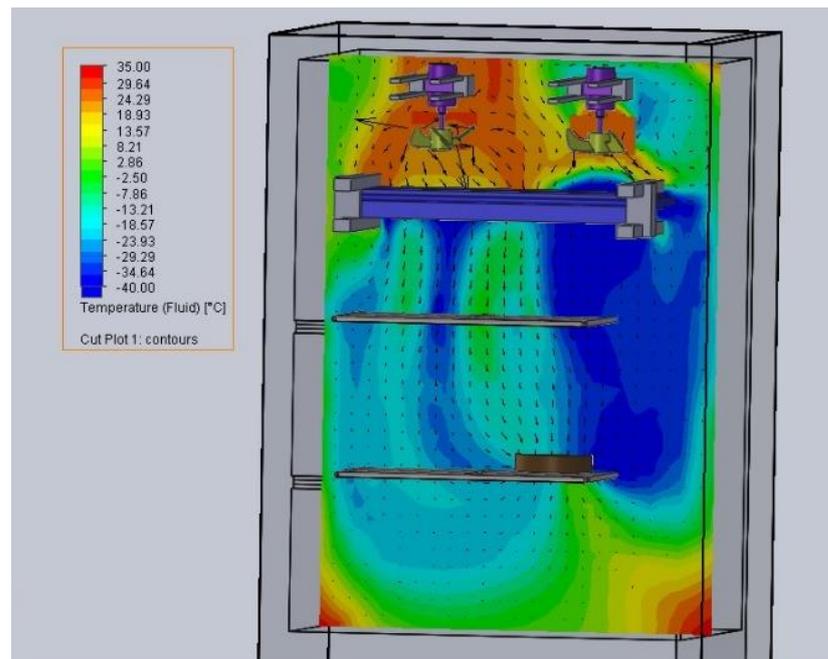
Pada hasil uji model B pada posisi atas dengan waktu 1800 detik dapat dilihat pada gambar 4.30. Dalam gambar tersebut dapat dilihat ada beberapa warna, pada posisi tengah ada warna merah yang mempunyai nilai

temperatur 29,64 °C sampai 24,29 °C. Terdapat warna biru muda yang bernilai -7,86 °C sampai -13,21 °C, yang mendominasi adalah warna kuning yang mempunyai nilai temperatur 24,29 °C sampai 18,93 °C.



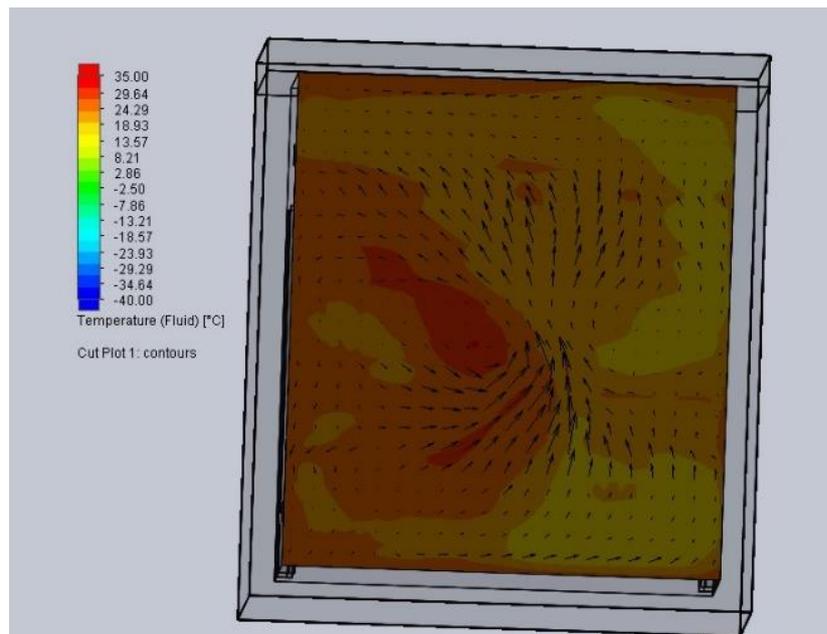
Gambar. 4.31. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan *Cut plot* pada Titik Bawah dalam Waktu 1800 detik.

Dalam gambar 4.31 merupakan hasil gambar pengujian dengan waktu 1800 detik dengan titik atas. Pada gambar tersebut dihasilkan warna hijau yang mendominasi yang memiliki nilai temperatur 2,86 °C sampai -2,50 °C. Pada bagian sudut terdapat warna merah yaitu dengan nilai 35,00 °C sampai 24,29 °C.



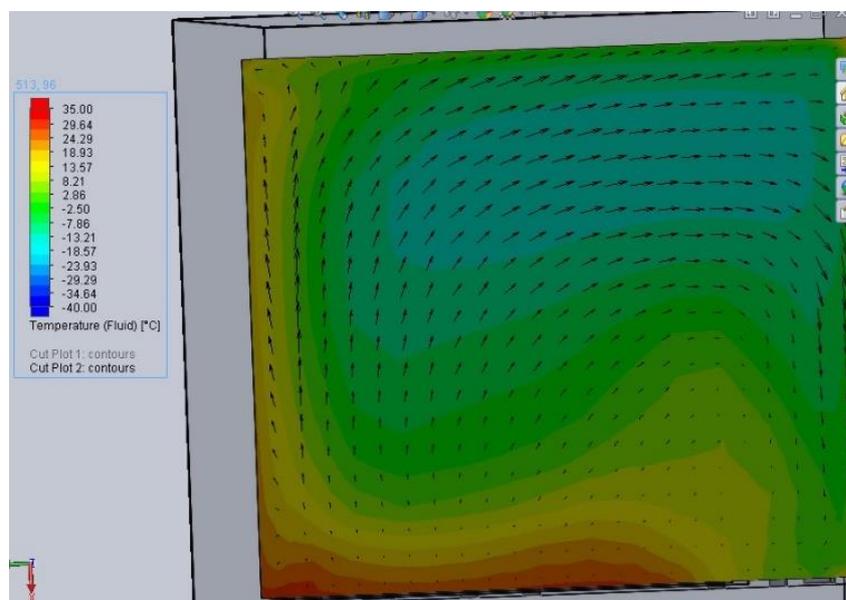
Gambar. 4.32. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan *Cut plot* pada *Right Plane* dalam Waktu 1800 detik.

Pada hasil pengujian *right plane* dapat dilihat pada gambar 4.32, dalam gambar tersebut warna biru merupakan temperatur rendah yang dihasilkan oleh evaporator yang dihembuskan oleh angin menjadi menyebar seperti yang terlihat pada gambar diatas. Warna biru pada gambar tersebut bernilai  $-23,93\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $40,00\text{ }^{\circ}\text{C}$ , warna biru muda bernilai  $-13,21\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $-18,57\text{ }^{\circ}\text{C}$ , warna merah berada pada bagian atas kipas yang bernilai  $24,29\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $18,93\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



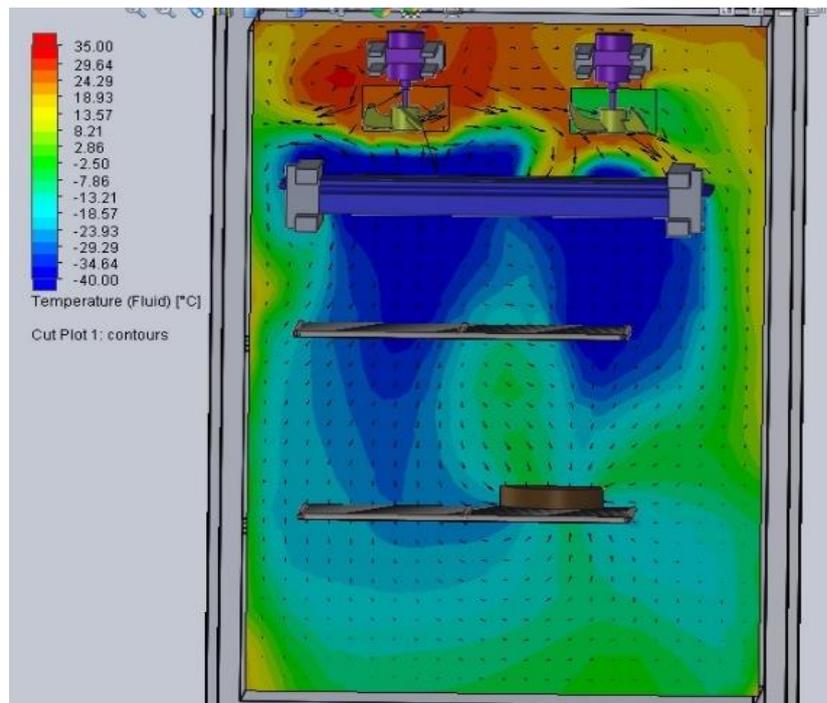
Gambar. 4.33. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan *Cut plot* pada Titik Atas dalam Waktu 2700 detik.

Pada detik 2700 detik di dapat hasil yang terdapat dalam gambar 4.33 dalam gambar tersebut terdapat kenaikan temperatur di lihat warna merah dan kuning yang mendominasi warna merah mempunyai nilai 35°C sampai 24,29°C. dan kuning mempunyai nilai 24,29 °C sampai 18,93 °C.



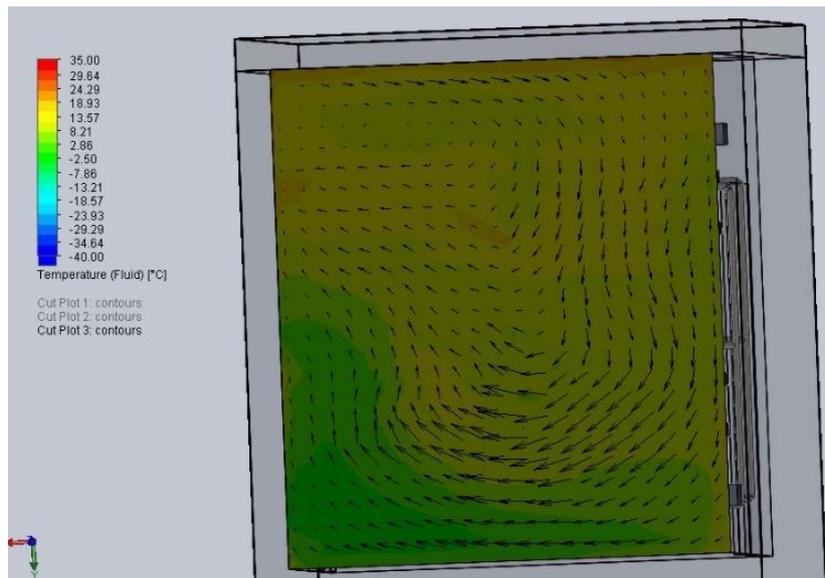
Gambar. 4.34. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan *Cut plot* pada Titik Bawah dalam Waktu 2700 detik.

Hasil pengujian pada titik bawah dengan waktu 2700 detik dapat dilihat pada gambar 4.34 terdapat warna biru muda dengan nilai  $-13,21^{\circ}\text{C}$  sampai  $-18,57^{\circ}\text{C}$ . Terdapat juga warna hijau yang bernilai  $2,86^{\circ}\text{C}$  sampai  $-7,86^{\circ}\text{C}$ , warna kuning dengan nilai  $18,93^{\circ}\text{C}$  sampai  $8,21^{\circ}\text{C}$  dan pada sudut masih berwarna merah yaitu dengan nilai  $35,00^{\circ}\text{C}$  sampai  $24,29^{\circ}\text{C}$ .



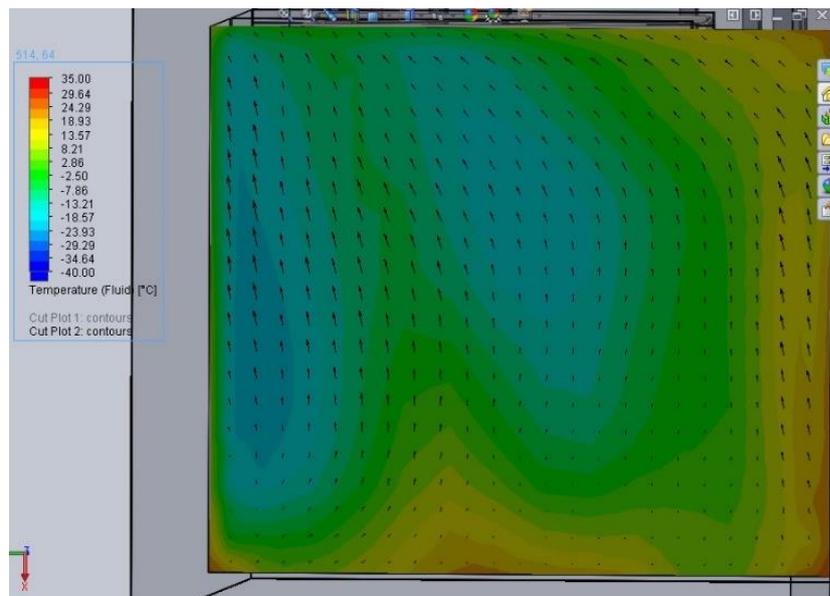
Gambar. 4.35. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan *Cut plot* pada *Right Plane* dalam Waktu 2700 detik.

Pada detik 2700 dengan hasil pada *cut plot right plane* dapat dilihat pada gambar 4.35. dalam hasil uji tersebut warna biru muda mendominasi ruangan kabin dengan nilai  $-13,21^{\circ}\text{C}$  sampai  $-29,29^{\circ}\text{C}$ . Warna biru pada evaporator ditiupkan ke arah bawah terlihat warna biru pekat mengarah kearah bawah dengan nilai temperatur  $-34,64^{\circ}\text{C}$  sampai  $-40,00$ .



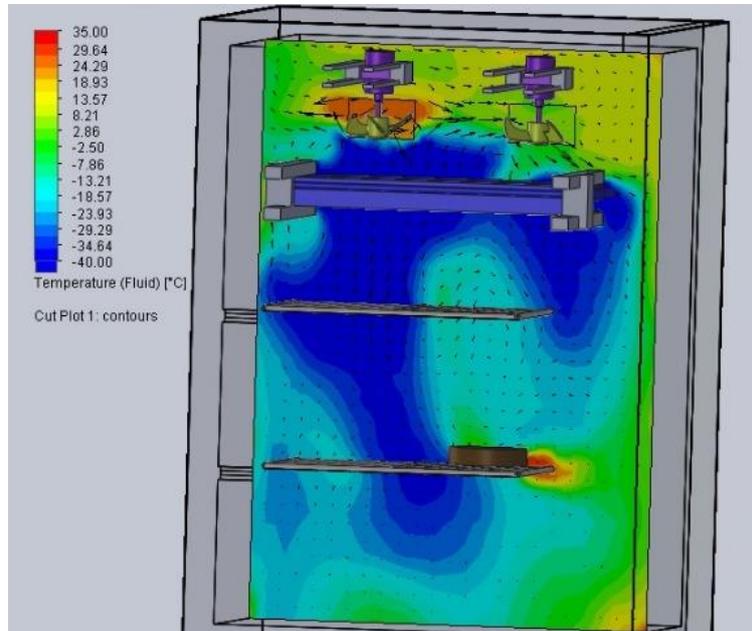
Gambar. 4.36. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan *Cut plot* pada Titik Atas dalam Waktu 3600 detik.

Detik yang ke 3600 detik pada titik atas model B mengalami perubahan dari detik-detik sebelumnya dapat dilihat pada gambar 4.36 warna telah berubah dari yang berwarna merah menjadi warna kuning dan hijau yang dominan dengan nilai temperatur 8,21 °C sampai -2,50 °C.



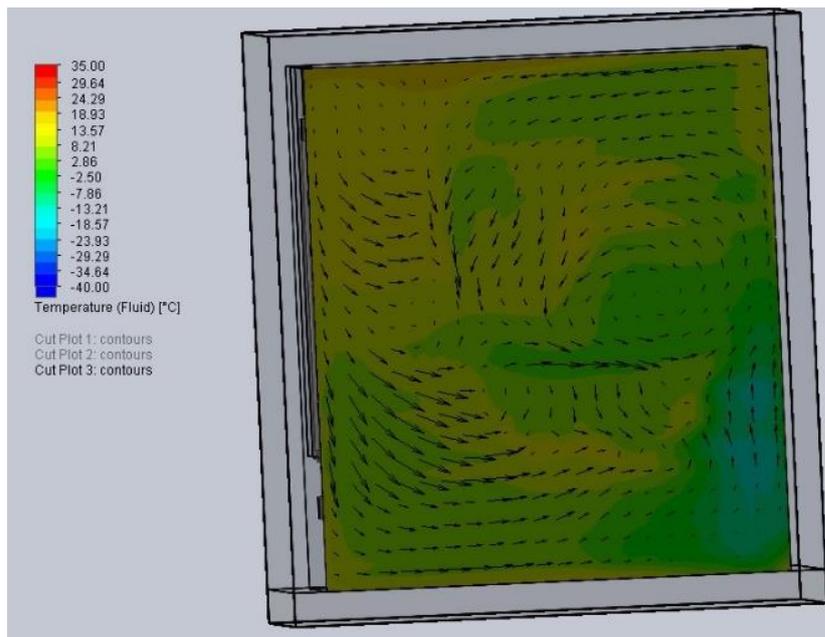
Gambar. 4.37. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan *Cut plot* pada Titik Bawah dalam Waktu 3600 detik.

Hasil pengujian titik bawah pada detik 3600 dapat dilihat pada gambar 4.37, disana terdapat warn biru muda yang mulai mendominasi titik bawah tersebut dengan nilai  $-7,86\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $-23,93$ .



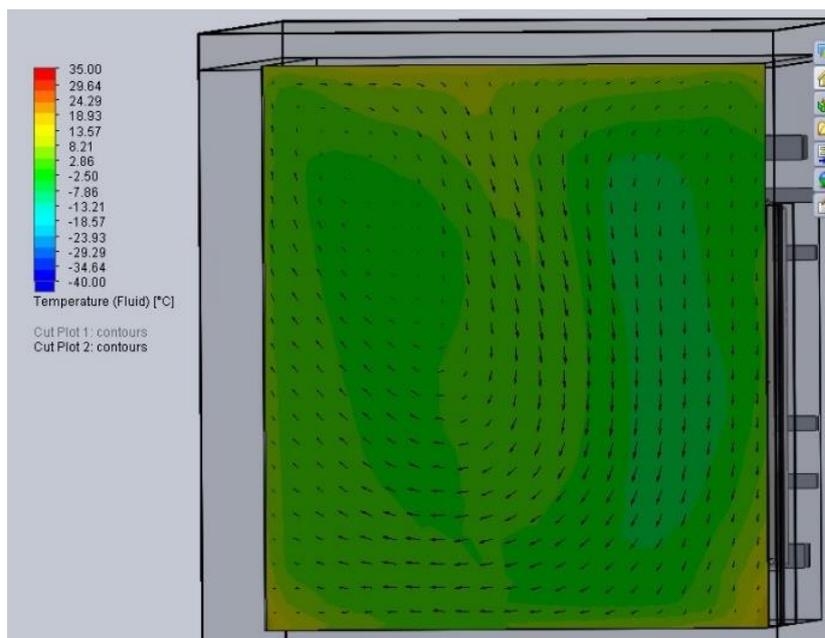
Gambar. 4.38. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan *Cut plot* pada *Right Plane* dalam Waktu 3600 detik

Dalam hasil uji titik kanan pada detik 3600 terdapat pada gambar 4.38 terjadi perubahan warna pada bagian diatas kipas menjadi warna kuning dan hijau dengan nilai  $8,21\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $-2,50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ruang kabin masih mendominasi warna biru muda dengan nilai  $-18,57$  sampai  $23,93^{\circ}\text{C}$ .



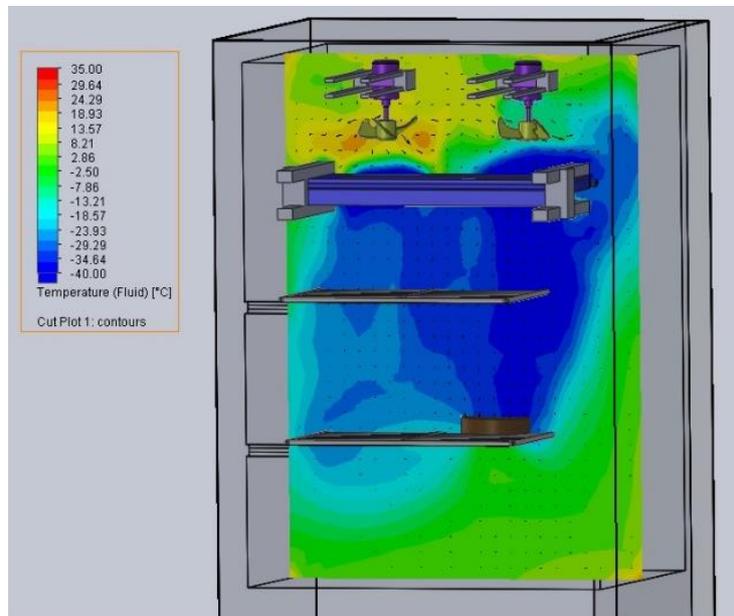
Gambar. 4.39. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan *Cut plot* pada Titik Atas dalam Waktu 6300 detik.

Waktu pengujian telah masuk pada detik 6300 pada gambar 4.39 merupakan hasil uji pada titik atas warna biru pada sudut mulai muncul dengan nilai temperatur  $-13,21\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $-18,57\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



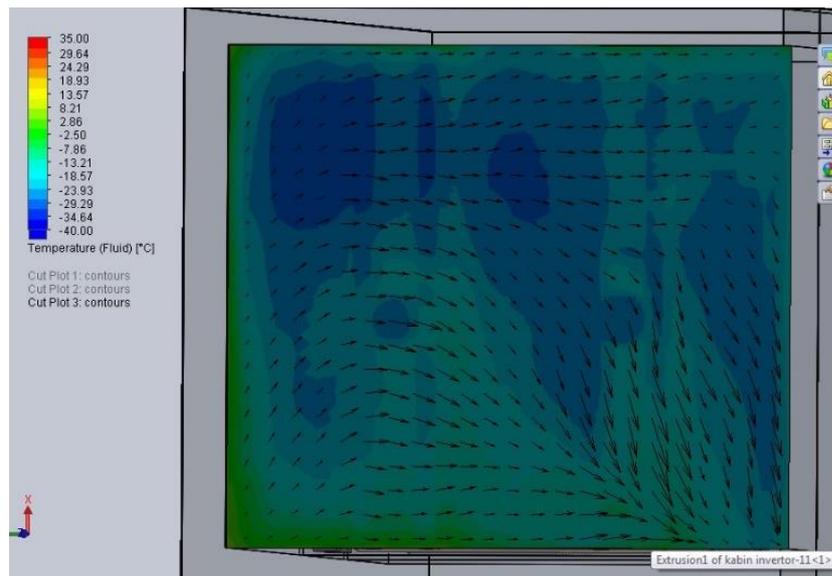
Gambar. 4.40. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan *Cut plot* pada Titik Bawah dalam Waktu 6300 detik.

Dapat dilihat hasil uji titik bawah pada waktu 6300 detik terdapat gambar 4.40 dalam hasil pengujian di dominasi dengan warna hijau dengan nilai  $2,86\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $-2,50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Terdapat hasil warna biru pada sisi ruang dengan nilai  $-7,86\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $-13,21\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



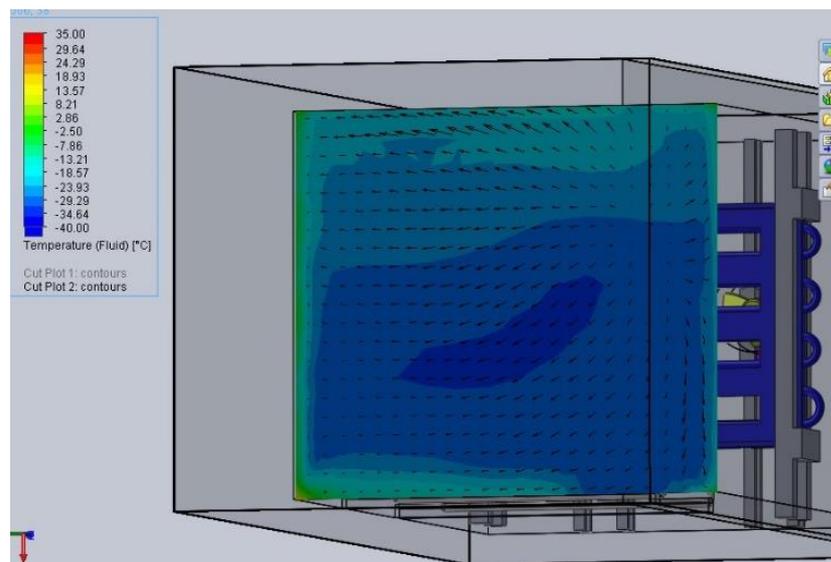
Gambar. 4.41. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan *Cut plot* pada *Right Plane* dalam Waktu 6300 detik

Hasil uji *cut plot right plane* dengan waktu 6300 detik pada gambar 4.41 pada kabin dalam hasil uji dapat dilihat warna di dominasi warna biru pekat sampai diatas kipas sudah mulai berubah warna menjadi biru dengan nilai  $-23,93\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $-40,00\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



Gambar. 4.42. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan *Cut plot* pada Titik Atas dalam Waktu 9000 detik

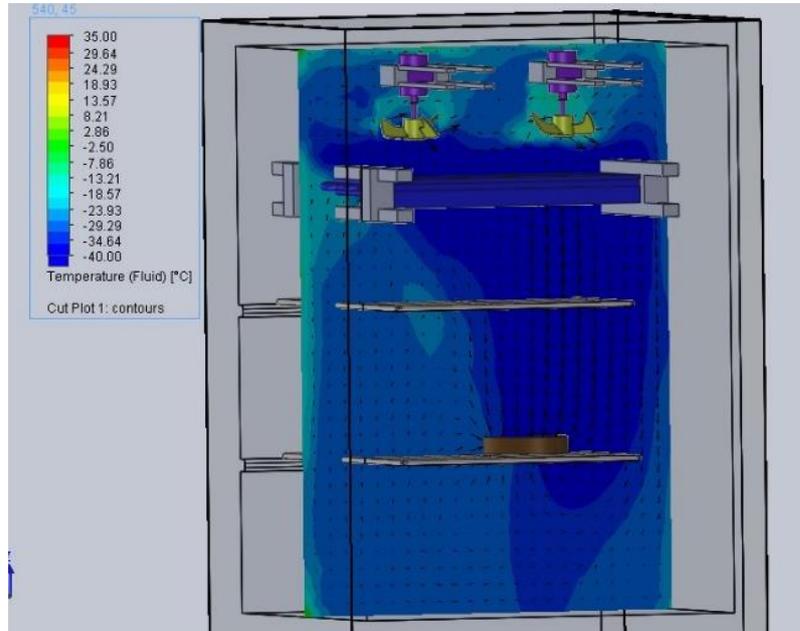
Waktu pengujian sudah mencapai 9000 detik dapat dilihat pada gambar 4.42. Dalam hasil uji warna dominan adalah biru yaitu temperatur -23,93 °C sampai -40,00 °C, hanya bagian sudut yang berwarna hijau 2,86 °C sampai -2,50 °C.



Gambar. 4.43. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan *Cut plot* pada Titik Bawah dalam Waktu 9000 detik

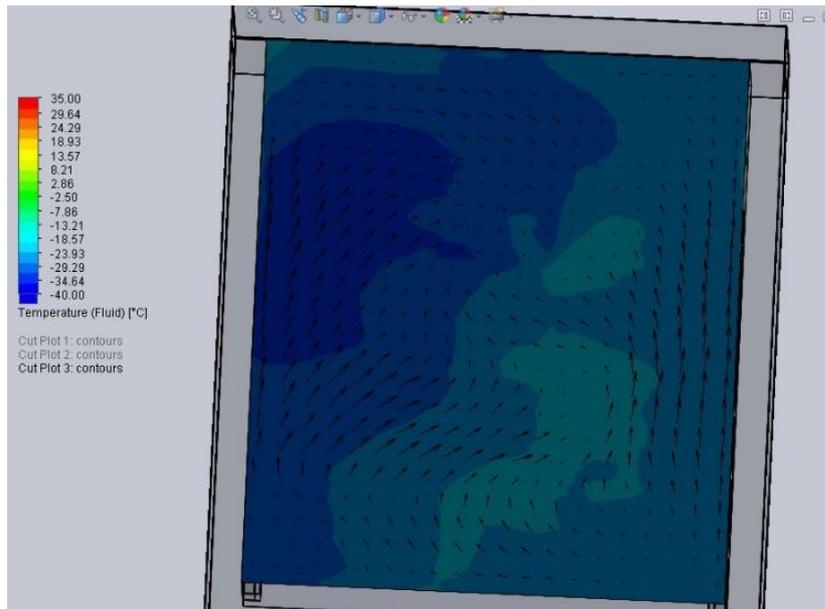
Pada titik bawah dengan detik 9000 dapat dilihat pada gambar 4.43 dalam hasil uji diatas temperatur dominan warna biru muda yaitu mencapai

temperatur  $-13,21\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $-18,57\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Pada bagian tengah biru pekat dihasilkan temperatur  $-34,64\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $-40,00\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



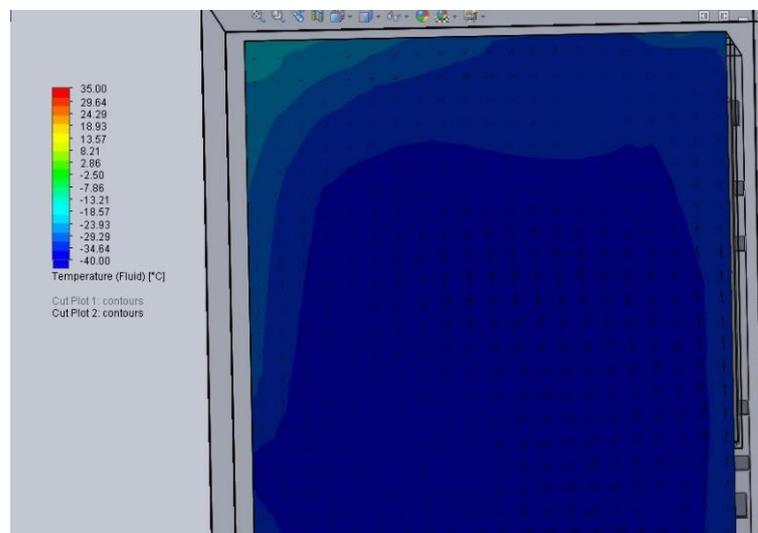
Gambar. 4.44. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan *Cut plot* pada *Right Plane* dalam Waktu 9000 detik

Hasil uji *cut plot right plane* dengan detik 9000 dapat dilihat pada gambar 4.44, pada gambar hasil uji potongan ini dapat dilihat warna yang mendominasi adalah biru seluruh kabin sudah berubah berwarna biru pada detik 9000. Warna biru ada beberapa perbedaan biru muda dan biru pekat biru muda mempunyai nilai temperatur  $-18,57\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $-29,29\text{ }^{\circ}\text{C}$ , biru pekat mempunyai nilai temperatur  $-34,64\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $-40,00\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



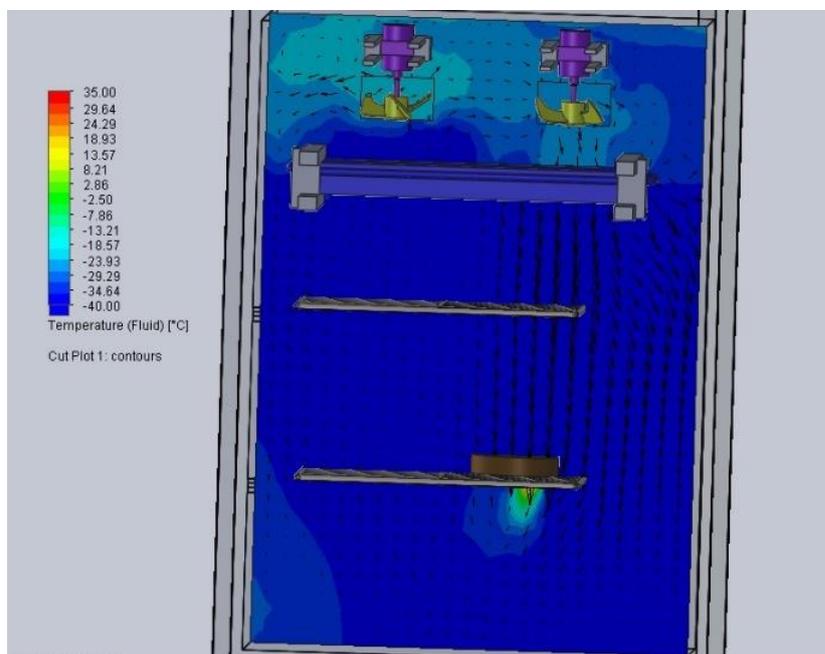
Gambar. 4.45. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan *Cut plot* pada Titik Bawah dalam Waktu 28800 detik

Sudah mencapai akhir pengujian dengan waktu 28800 detik. Untuk melihat hasil uji pada titik atas dapat dilihat pada gambar 4.45. Pada hasil uji ini dapat lihat pada titik atas sudah berubah warna menjadi biru semua di dominasi oleh warna biru. Warna tersebut mempunyai nilai masing masing nilai biru muda  $-7,86\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $-23,93\text{ }^{\circ}\text{C}$ , biru  $29,29\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $34,64\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan biru pekat memiliki nilai  $34,64\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $40,00\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



Gambar. 4.46. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan *Cut plot* pada Titik Bawah dalam Waktu 28800 detik

Titik atas dengan waktu 28800 detik dapat dilihat pada gambar 4.46 . Dalam hasil uji warna biru pekat sangat dominan hal ini menunjukkan temperatur mencapai  $-34,64\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $-40,00\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

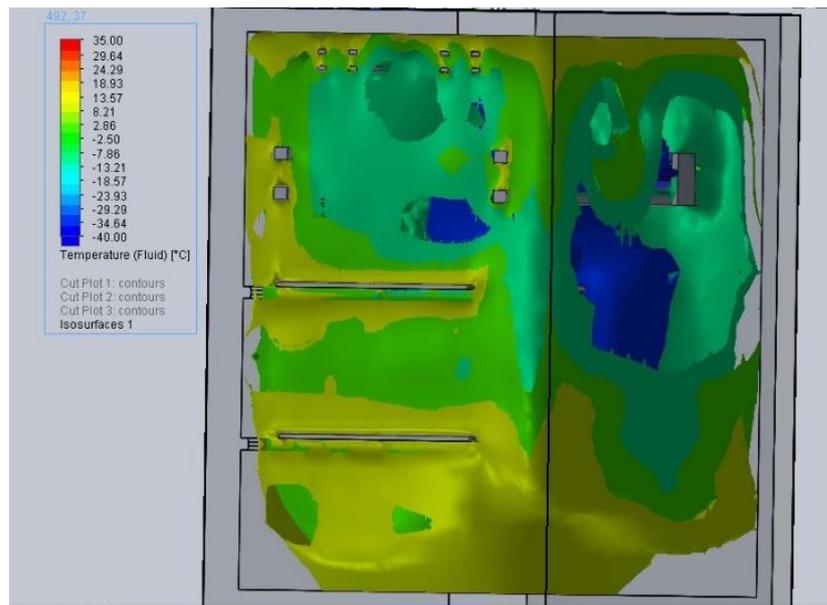


Gambar. 4.47. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan *Cut plot* pada *Right Plane* dalam Waktu 28800 detik

Hasil pengujian untuk *cut plot right plane* dengan waktu 28800 detik dapat dilihat pada gambar 4.47, dalam pengujian ini dapat dilihat seluruh ruangan kabin berwarna biru pekat dengan nilai temperatur  $34,64\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $40,00\text{ }^{\circ}\text{C}$ , hal ini menunjukkan bahwa temperatur kabin sudah merata.

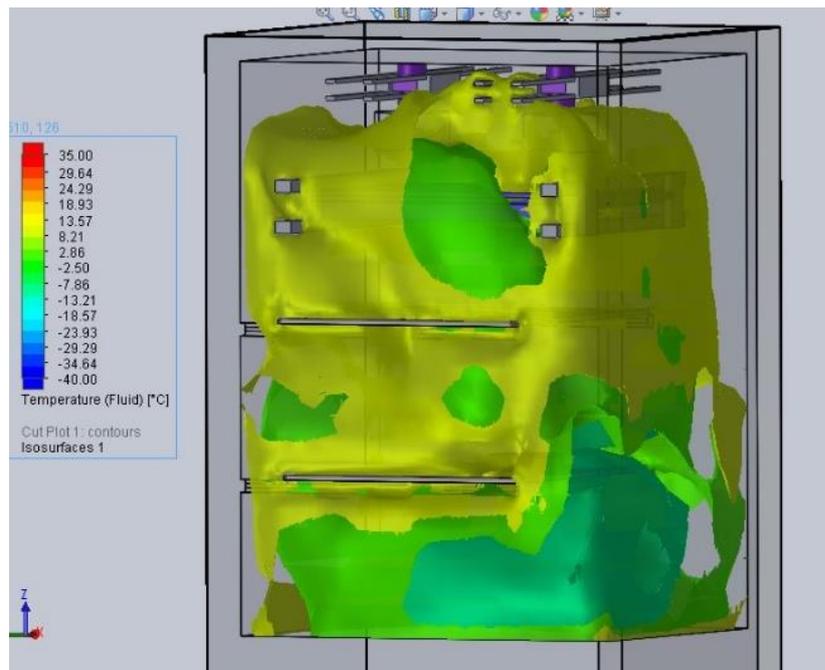
#### 4.2.2.2 Hasil Pengujian Permukaan Volume (*Isosurfaces*)

Hasil pengujian *isosurfaces* pada model B dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :



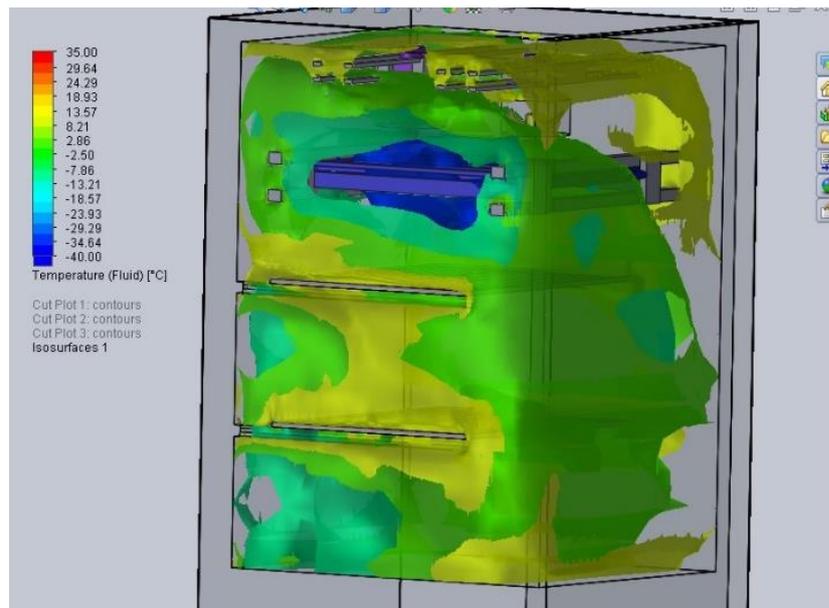
Gambar. 4.48. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan *Isosurfaces* dalam Waktu 1800 detik

Hasil uji *isosurfaces* pada model B dengan waktu 1800 detik temperatur pada kabin masih belum rendah masih banyak warna kuning pada sudut kabin warna kuning mempunyai nilai temperatur 18,93 °C sampai 8,21 °C. Warna hijau memiliki nilai temperatur 2,86 °C sampai -2,50 °C, biru muda adalah warna yang mendominasi ruangan kabin yaitu dengan nilai temperatur -7,86 °C sampai -18,57 °C. Warna biru pekat berada pada posisi tengah masih hanya disekitaran evaporator dengan nilai 34,64 °C sampai 40,00 °C.



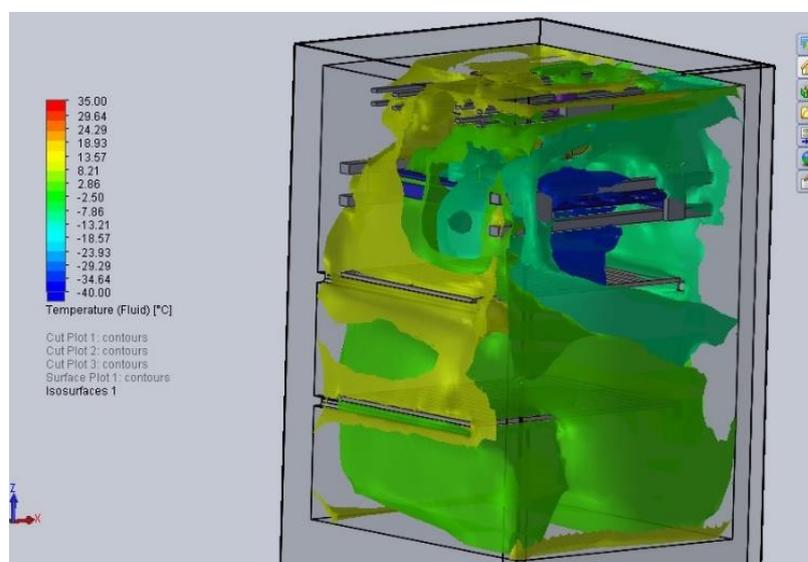
Gambar. 4.49. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan *Isosurfaces* dalam Waktu 2700 detik

Pengujian dengan detik 2700 hasil pengujian *isosurfaces* terlihat pada gambar 4.49, warna kuning mengalami peningkatan pada bagian pinggir kabin warna kuning mulai menyebar keseluruh kabin hal ini menandakan terjadi peningkatan temperatur pada kabin. Pada bagian tengah masih biru muda yang mendominasi ruang kabin tersebut. Warna kuning mempunyai nilai temperatur 18,93 °C sampai 8,21 °C, warna biru pekat berada disekitar evaporator warna ini tidak terlihat karena warna kuning dan hijau mengalami peningkatan, warna hijau mempunyai nilai 2,86 °C sampai -2,50 °C.



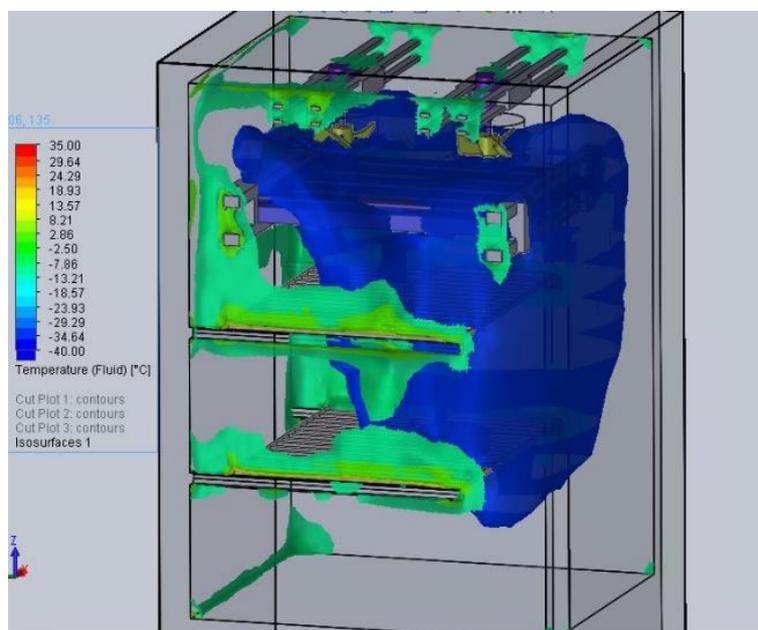
Gambar. 4.50. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan *Isosurfaces* dalam Waktu 3600 detik

Pengujian telah masuk dalam detik 3600 hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 4.50. Warna kuning pada detik 3600 sudah mulai berkurang hal ini dikarenakan temperatur pada ruang kabin sudah mulai menurun lagi hal ini dibuktikan dengan berkurangnya warna hijau dan kunyung dan meningkatnya warna biru muda. Warna biru muda tersebut bernilai temperatur  $-7,86^{\circ}\text{C}$  sampai  $-18,57^{\circ}\text{C}$ .



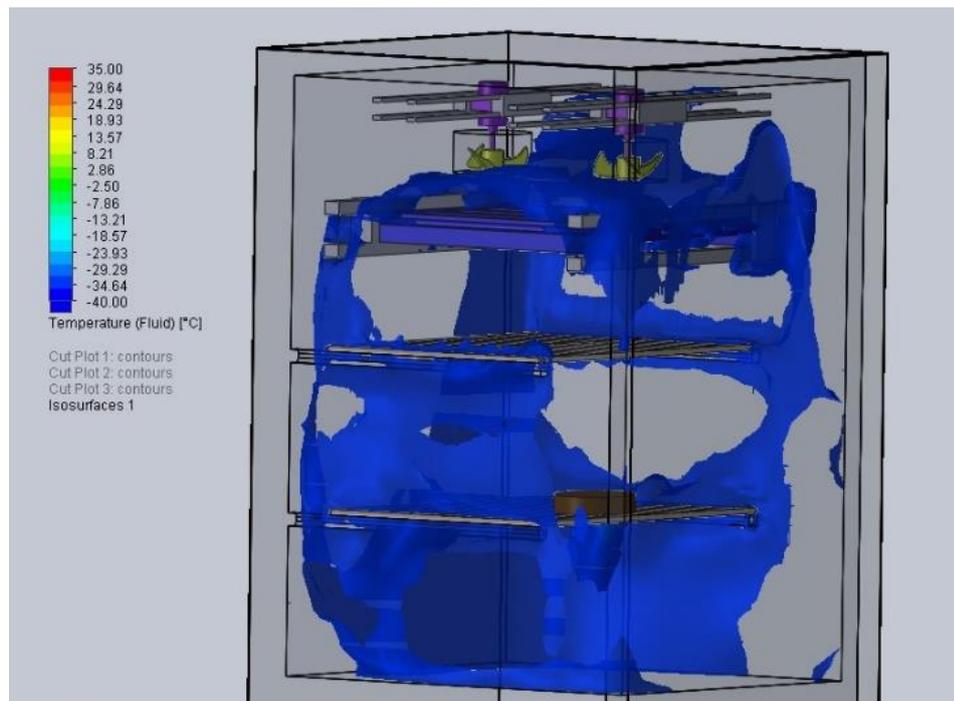
Gambar. 4.51. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan *Isosurfaces* dalam Waktu 6300 detik

Hasil uji *isosurfaces* dengan waktu 6300 detik dapat dilihat pada gambar 4.51 pada pengujian ini mengalami kenaikan temperatur dengan ditandai oleh warna hijau yang mendominasi kabin. Warna hijau tersebut bernilai temperatur 2,86 °C sampai -7,86 °C.



Gambar. 4.52. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan *Isosurfaces* dalam Waktu 9000 detik

Pengujian telah masuk ke detik 9000 hasil dapat dilihat pada gambar 4.52. Dalam gambar hasil uji di atas terlihat warna kuning dan biru muda telah menghilang, hanya sedikit warna hijau pada bagian sisi-sisi kabin. Temperatur biru pekat mendominasi ruangan hal ini menunjukkan bahwa ruangan sudah mulai bertemperatur rendah, warna biru pekat tersebut mempunyai nilai -34,64 °C sampai -40.00 °C



Gambar. 4.53. Pembacaan Hasil Pengujian Model B dengan *Isosurfaces* dalam Waktu 28800 detik

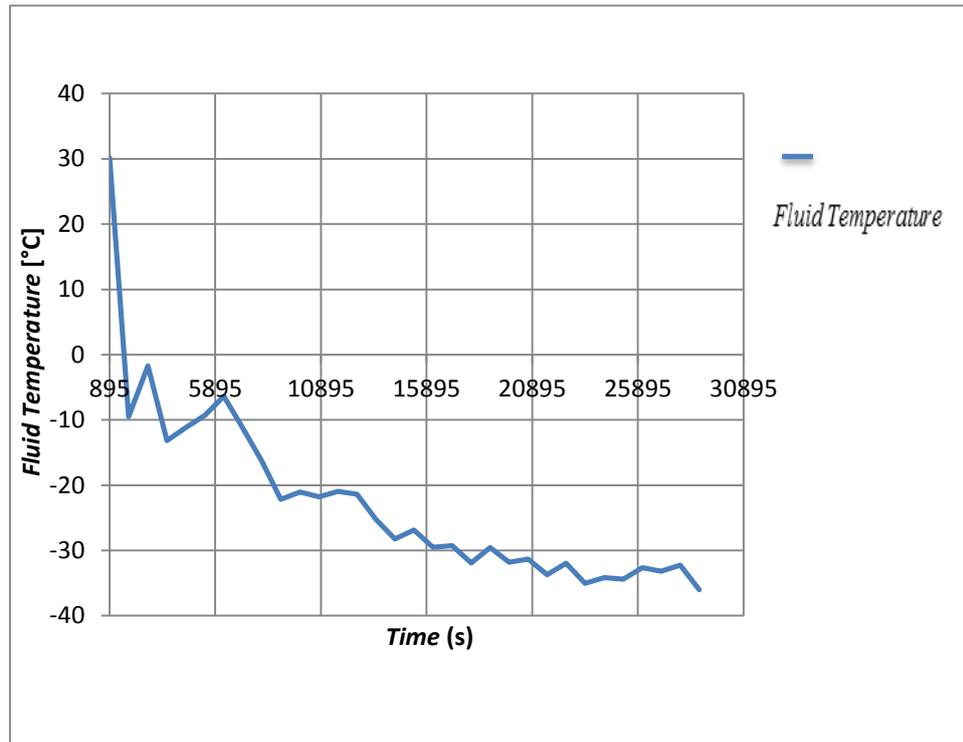
Detik akhir pengujian adalah 28800 detik setara 8 jam untuk mengetahui hasil uji *isosurface* dapat dilihat pada gambar 4.53. Pada hasil gambar diatas warna kuning, hijau, biru muda dan merah sudah tidak ada lagi melainkan warna biru pekat memenuhi seluruh kabin hal ini menunjukkan bahwa temperatur telah mencapai  $-34,64\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $-40,00\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

#### 4.2.2.3 Hasil Pengujian (*Goals Plot*)

Pada hasil *goals plot* model B disajikan dalam bentuk tabel dan grafik dengan waktu 28800 *sec*, dengan hasil uji *temperature*, *velocity*, dan *density*. Berikut ini adalah hasil pengujian *goals plot* :

Tabel 4.4 Nilai Hasil Pengujian Temperatur Udara (*Fluid Temperature*) Pada Model B Dalam Waktu 28800 detik dengan Pengujian 900/detik.

<b>No</b>	<b><i>Time (Sec)</i></b>	<b><i>Fluid Temperature (°C)</i></b>
1	900	30.1
2	1800	-9.5
3	2700	-1.7
4	3600	-13.1
5	4500	-11.2
6	5400	-9.3
7	6300	-6.4
8	7200	-11.3
9	8100	-16.3
10	9000	-22.2
11	9900	-21.0
12	10800	-21.8
13	11700	-20.9
14	12600	-21.4
15	13500	-25.2
16	14400	-28.2
17	15300	-26.9
18	16200	-29.5
19	17100	-29.2
20	18000	-31.9
21	18900	-29.5
22	19800	-31.8
23	20700	-31.3
24	21600	-33.7
25	22500	-31.9
26	23400	-35.0
27	24300	-34.1
28	25200	-34.4
29	26100	-32.7
30	27000	-33.2
31	27900	-32.2
32	28800	-36.0

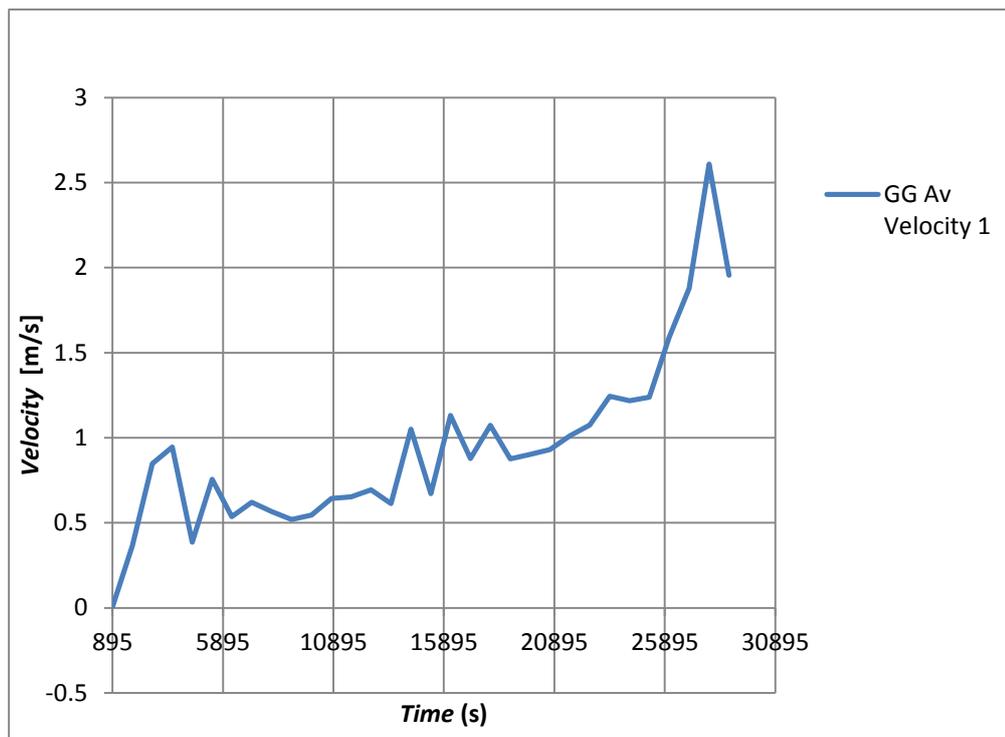


Gambar 4.54. Grafik Hasil Pengujian Temperatur Udara pada Model B dalam Waktu 28800 *Sec*.

Dari grafik diatas menunjukkan dengan temperatur awal 30°C turun secara signifikan mencapai temperatur -9,50 °C dengan waktu 1800 *sec*. Pada detik 2700 *sec* ada kenaikan temperatur mencapai -1,70 °C setelah detik mencapai 3600 *sec* temperatur mengalami penurunan mencapai 13,14 °C, temperatur mengalami kenaikan kembali pada detik yang ke 6300 *sec*, sampai temperatur mengalami penurunan yang signifikan mencapai temperatur -22,18 °C *sec*. pada detik 28800 *sec* temperatur akhir mencapai -36,0 °C.

Tabel 4.5 Nilai Hasil Pengujian Kecepatan Udara (*Velocity*) Pada Model B Dalam Waktu 28800 detik dengan Pengujian 900/ detik.

<b>No</b>	<b><i>Time</i>(Sec)</b>	<b><i>Velocity</i> (m/s)</b>
1	900	0.01
2	1800	0.36
3	2700	0.84
4	3600	0.94
5	4500	0.39
6	5400	0.76
7	6300	0.54
8	7200	0.62
9	8100	0.57
10	9000	0.52
11	9900	0.54
12	10800	0.64
13	11700	0.65
14	12600	0.69
15	13500	0.61
16	14400	1.05
17	15300	0.67
18	16200	1.13
19	17100	0.88
20	18000	1.07
21	18900	0.88
22	19800	0.90
23	20700	0.93
24	21600	1.01
25	22500	1.07
26	23400	1.24
27	24300	1.22
28	25200	1.24
29	26100	1.59
30	27000	1.88
31	27900	2.61
32	28800	1.96

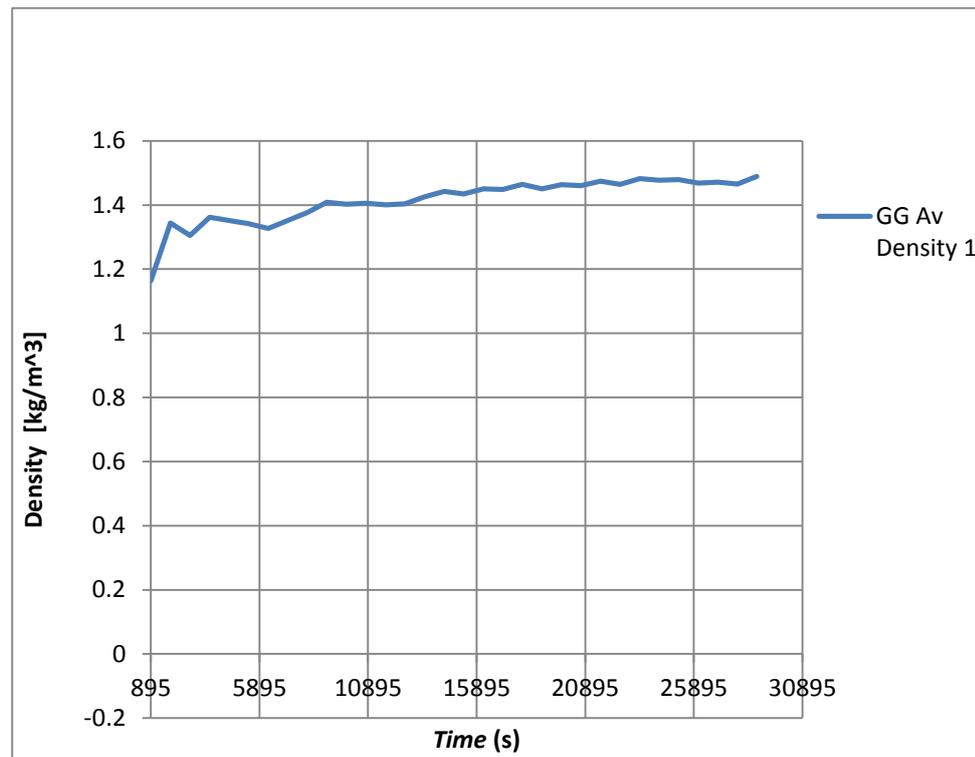


Gambar 4.55. Grafik Hasil Pengujian Kecepatan Udara pada Model B dalam Waktu 28800 Sec.

Dari grafik diatas menunjukkan nilai berapa kecepatan angin yang dihasilkan pada detik 3600 mencapai 0,94 m/s setelah itu mengalami penurunan *velocity* pada saat detik 4500 dengan nilai 0,38 m/s. Nilai kecepatan mengalami kenaikan dan penurunan yang sehingga kecepatan yang tinggi mencapai 2,60 m/s pada detik 27900, setelah itu mengalami penurunan kembali sampai detik 28800 bernilai 1,95 m/s.

Tabel 4.6 Nilai Hasil Pengujian Berat Jenis (*Density*) Pada Model B Dalam Waktu 28800 detik dengan Pengujian 900/ detik.

No	<i>Time (Sec)</i>	<i>Density (kg/m<sup>3</sup>)</i>
1	900	1.16
2	1800	1.34
3	2700	1.30
4	3600	1.36
5	4500	1.35
6	5400	1.34
7	6300	1.33
8	7200	1.35
9	8100	1.38
10	9000	1.40
11	9900	1.40
12	10800	1.40
13	11700	1.40
14	12600	1.40
15	13500	1.43
16	14400	1.44
17	15300	1.43
18	16200	1.45
19	17100	1.45
20	18000	1.46
21	18900	1.45
22	19800	1.46
23	20700	1.46
24	21600	1.47
25	22500	1.46
26	23400	1.48
27	24300	1.47
28	25200	1.48
29	26100	1.47
30	27000	1.47
31	27900	1.47
32	28800	1.49



Gambar 4.56. Grafik Hasil Pengujian Berat Jenis pada Model B dalam Waktu 28800 Sec

Dalam grafik diatas dapat dilihat nilai dari berat jenis (*density*) dari 1,16 kg/m<sup>3</sup>, pada detik 1800 berat jenis mengalami kenaikan sebesar 1,34 kg/m<sup>3</sup>. sampai detik 28800 mengalami kenaikan terus menerus tanpa ada penurunan yang signifikan nilai *density* mencapai 1,48 kg/m<sup>3</sup>.

Berdasarkan hasil simulasi aliran fluida sesuai nilai komputasi pada program *simulasi fluida berbasis elemen hingga* di dapatkan hasil uji *cut plot* dan *isosurfaces* pada model B temperatur yang terlihat pada hasil uji begitu cepat merata itu dibuktikan dengan warna biru pada pengujian *cut plot* dan *isosurfaces* baru detik yang ke 9000 sudah menghasilkan warna biru yang menyebar diseluruh ruangan, hal ini membuktikan begitu cepatnya temperatur mendominasi ruangan. Kecepatan angin pada kabin terdistribusi bagus

mempunyai kecepatan angin yang lebih tinggi dari model A. dan hasil akhir temperatur temperatur pada model B adalah  $-36.0\text{ }^{\circ}\text{C}$

#### **4.3 Hasil Pengujian Blast freezer Blast Freezer.**

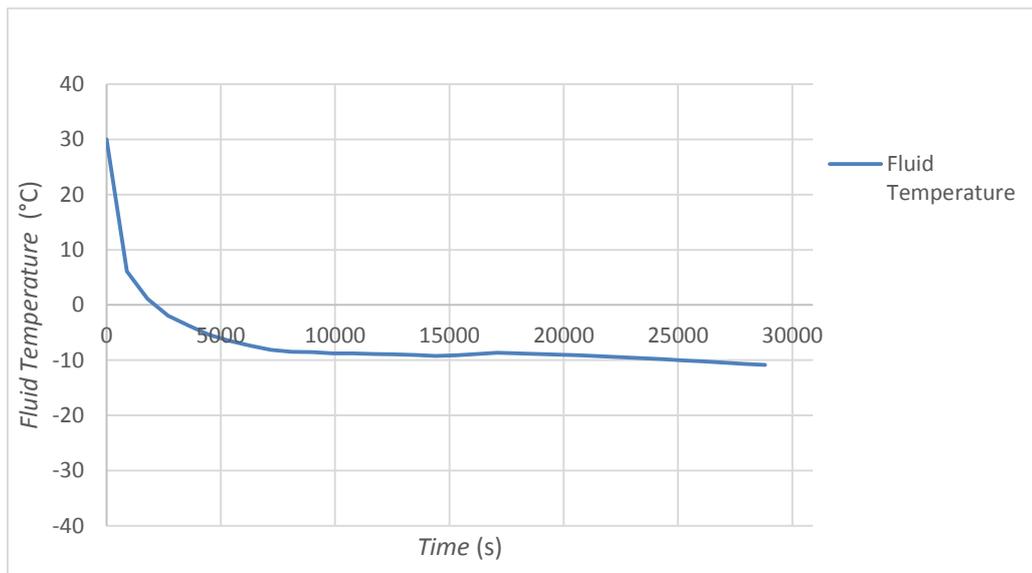
Hasil pengujian *blast freezer blast freezer* merupakan hasil langsung pengujian dari *blast freezer*. Dalam pengujian ini pengambilan data menggunakan *digital termometer* dengan waktu *28800 sec.* pengujian *blast freezer* menggunakan model A dan model B. Pengambilan data pada pengujian ini berada pada dua titik yaitu titik atas dan bawah pengambilan berapa temperatur yang dicapai oleh *blast freezer*.

##### 4.3.1 Hasil Pengujian *Blast freezer* pada Model A dalam Waktu 28800 Detik.

Berikut ini merupakan hasil pengujian *blast freezer blast freeze* dengan waktu 28800 detik. Pengambilan titik uji berada pada 2 titik yaitu titik atas dan titik bawah. Data hasil uji dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 4.7 Hasil Nilai Pengujian Temperatur Udara (*Fluid Temperature*) pada Model A dalam Waktu 28800 detik Dengan Pengujian 900/detik .

<b>No</b>	<b>Time (Sec)</b>	<b>Fluid Temperature Titik Atas (°C)</b>	<b>Fluid Temperature Titik Bawah (°C)</b>	<b>Rata-rata Fluid Temperature</b>
1	900	3.1	9.1	6.1
2	1800	-1.9	4.1	1.1
3	2700	-4.5	0.6	-1.9
4	3600	-5.9	-1.6	-3.7
5	4500	-6.9	-3.9	-5.4
6	5400	-7.7	-5.3	-6.5
7	6300	-8.4	-6.4	-7.4
8	7200	-9	-7.3	-8.1
9	8100	-9.3	-7.6	-8.4
10	9000	-9.4	-7.7	-8.5
11	9900	-9.6	-7.9	-8.7
12	10800	-9.5	-8.0	-8.7
13	11700	-9.6	-8.2	-8.9
14	12600	-9.6	-8.3	-8.9
15	13500	-9.7	-8.4	-9.0
16	14400	-9.8	-8.6	-9.2
17	15300	-9.6	-8.6	-9.1
18	16200	-9.3	-8.4	-8.8
19	17100	-9.1	-8.2	-8.6
20	18000	-9.3	-8.2	-8.7
21	18900	-9.4	-8.3	-8.8
22	19800	-9.5	-8.5	-9
23	20700	-9.6	-8.6	-9.1
24	21600	-9.8	-8.8	-9.3
25	22500	-9.9	-9.0	-9.4
26	23400	-10.1	-9.2	-9.6
27	24300	-10.2	-9.4	-9.8
28	25200	-10.4	-9.7	-10.0
29	26100	-10.5	-9.9	-10.2
30	27000	-10.7	-10.2	-10.4
31	27900	-10.9	-10.4	-10.6
32	28800	-11.1	-10.6	-10.8



Gambar 4.57. Grafik Hasil Pengujian *Blast freezer* Temperatur Udara (*Fluid Temperature*) pada Model A dalam Waktu 28800 detik.

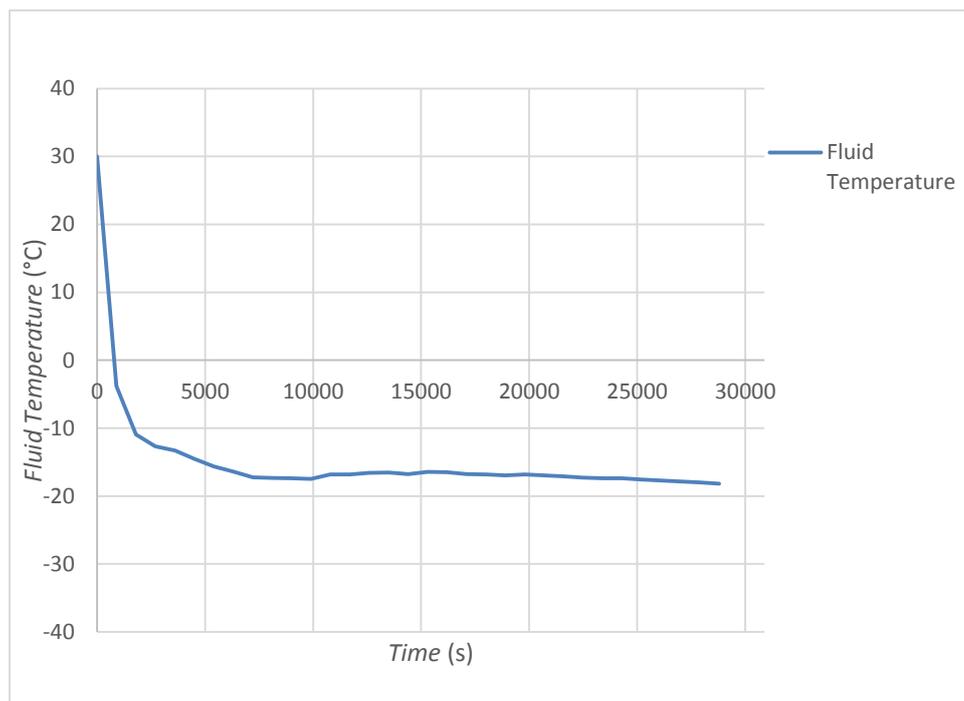
Pada grafik diatas menunjukkan temperatur awal menunjukkan 35°C setelah *blast freezer* bekerja 900 detik temperatur mengalami penurunan signifikan hingga mencapai temperatur 6,1°C. Pada saat detik 1800 temperatur sudah mencapai 1,1°C, temperatur berakhir pada detik 28800 dengan temperatur -10.8 °C.

#### 4.3.2 Hasil Pengujian *Blast freezer* Model B

Beikut ini merupakan hasil pengujian *blast freezer* pada model, dalam model B ini memiliki perbedaan letak posisi evaporator yang berbeda dengan model A evaporator terletak dibawah. Hasil data tersebut disajikan sebagai berikut:

Tabel 4.8 Hasil Nilai Pengujian Temperatur Udara (*Fluid Temperature*) pada Model B dalam Waktu 28800 detik Dengan Pengujian 900/detik.

No	<i>Time</i> ( <i>Sec</i> )	<i>Fluid</i> <i>Temperature</i> Titik Atas (°C)	<i>Fluid</i> <i>Temperature</i> Titik Bawah (°C)	Rata-rata <i>Temperature</i> <i>Fluid</i>
1	900	-5.7	-1.6	-3.8
2	1800	-10.0	-7.2	-10.9
3	2700	-12.7	-10.6	-12.7
4	3600	-14.1	-12.4	-13.3
5	4500	-15.2	-13.9	-14.5
6	5400	-16.6	-15.2	-15.6
7	6300	-17.1	-16.0	-16.4
8	7200	-17.2	-16.2	-17.2
9	8100	-17.5	-16.6	-17.3
10	9000	-17.7	-16.8	-17.4
11	9900	-17.6	-16.8	-17.5
12	10800	-17.2	-16.4	-16.8
13	11700	-17.3	-16.3	-16.8
14	12600	-17.1	-16.1	-16.6
15	13500	-17.0	-16.1	-16.5
16	14400	-17.2	-16.3	-16.7
17	15300	-16.9	-16.0	-16.4
18	16200	-16.9	-16.1	-16.5
19	17100	-17.2	-16.3	-16.7
20	18000	-17.2	-16.4	-16.8
21	18900	-17.4	-16.5	-16.9
22	19800	-17.2	-16.4	-16.8
23	20700	-17.4	-16.5	-16.9
24	21600	-17.5	-16.7	-17.1
25	22500	-17.7	-16.9	-17.3
26	23400	-17.7	-17.1	-17.4
27	24300	-17.8	-17.0	-17.4
28	25200	-17.9	-17.2	-17.5
29	26100	-18.0	-17.4	-17.7
30	27000	-18.1	-17.6	-17.8
31	27900	-18.2	-17.8	-18
32	28800	-18.4	-18.0	-18.2

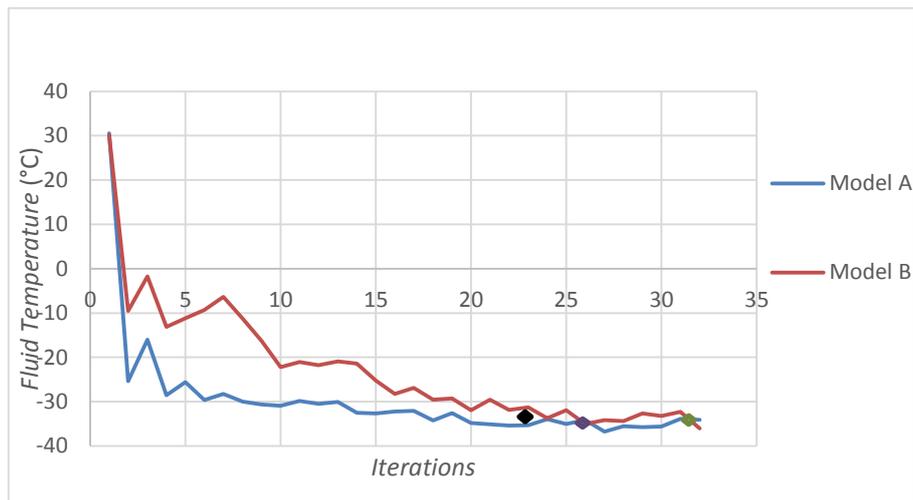


Gambar 4.58. Grafik Hasil Pengujian *Blast freezer* Temperatur Udara (*Fluid Temperature*) pada Model B dalam Waktu 28800 detik

Pada grafik *Fluid Temperature* model B temperatur pada detik 900 mengalami penurunan temperatur yang sangat signifikan dengan nilai temperatur  $-3,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  dari temperatur  $30^{\circ}\text{C}$ . Detik 1800 mengalami penurunan temperatur yang tajam mencapai  $-10,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Pada saat 1 jam sama dengan 3600 detik temperatur masih mengalami penurunan sebesar  $-13,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Detik 9900 temperatur mencapai  $-17,5^{\circ}\text{C}$ . Temperatur mencapai akhir pada temperatur  $-18,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  pada detik 28800.

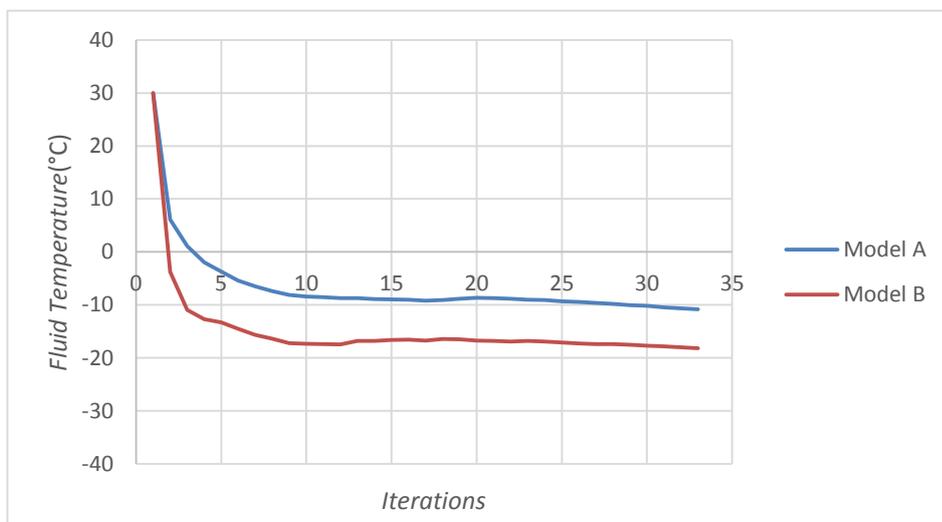
#### 4.4 Pembahasan

Berdasarkan data-data dari rangkaian pengujian, pengujian dengan *software* dan *blast freezer* maka dapat dibuat tabel hasil uji temperatur, seperti terlihat pada tabel berikut.



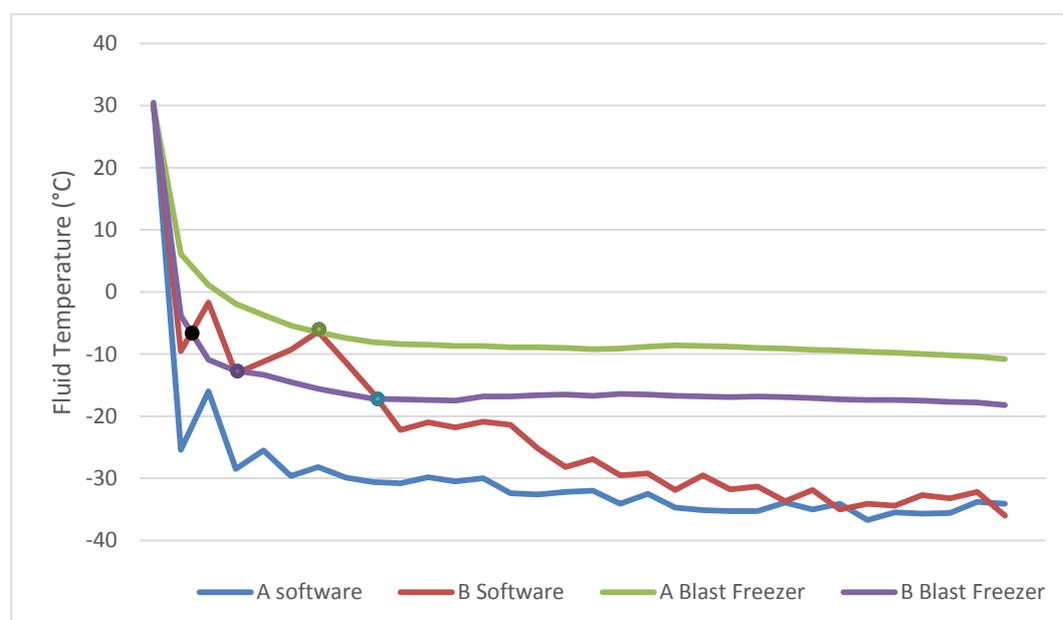
Gambar 4.59. Grafik Perbandingan Hasil Pengujian Temperatur Udara (*Fluid Temperature*) dengan Menggunakan *Software* Simulasi fluida berbasis elemen hingga antara Model A dan Model B

Dari gambar 4.59 dapat disimpulkan bahwa nilai pada *Fluid Temperature* menggunakan *software* antara model A dan B mengalami penurunan dan bertemu pada titik yang sama pada waktu 21600 detik dengan suhu  $-33.7\text{ }^{\circ}\text{C}$  pada titik berwarna ungu hal itu menandakan suhu bertemu lagi dengan temperatur mencapai  $-35.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  penurunan temperatur tidak tajam lagi, dan bertemu pada titik berwarna hijau dengan suhu  $-32.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



Gambar 4.60. Grafik Perbandingan Hasil Pengujian Temperatur Udara (*Fluid Temperature*) dengan Menggunakan *Blast freezer* antara Model A dan Model B

Dari gambar 4.60 hasil pengujian *blast freezer* di dapatkan temperatur yang berbeda antara model A dan model B, pada model A penurunan temperatur tidak terlalu rendah tetapi pada model B lebih rendah dari pada model A, model A hanya mencapai temperatur  $-10.8\text{ }^{\circ}\text{C}$  model B mencapai temperatur  $-18.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Pengujian pada gambar 4.60 tidak ada garis yang bertemu hal tersebut disebabkan suhu yang tidak sama dan perbedaan suhu yang berbeda.



Gambar 4.61. Grafik Perbandingan Hasil Pengujian *Software* dan *Blast freezer* pada Model A dan Model B.

Pada hasil grafik 4.61 dapat dilihat pada gambar diatas model A dan B *Blast freezer* tidak mencapai temperatur sesuai dengan hasil grafik pada model A dan B pada *software*. *Blast freezer* pada model A dan B bertemu dengan titik pada pengujian *software* pada model B, yaitu pada titik hitam dengan temperatur  $-10.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ , titik ungu bertemu antara garis model B *software* dengan model B *blast freezer* dengan temperatur  $-12.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Titik hijau pertemuan garis model B *software* dengan model A *blast freezer* mencapai

temperatur  $-6.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan titik terahir berwarna biru dengan pertemuan garis pada model B *software* dengan model B *blast freezer* mencapai temperatur  $-17.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Garis pada model A *software* tidak ada yang saling bersentuhan hal ini disebabkan temperatur yang menurun secara signifikan sehingga pada model A dan B *blast freezer* tidak mencapai dengan temperatur yang sama.

Dari kedua pengujian yaitu pada gambar 4.59, gambar 4.60 dan gambar 4.61. Dapat ditarik kesimpulan pengujian eksperimnen tidak bisa mencapai temperatur yang di targetkan sesuai dengan pengujian *software* hal ini disebabkan oleh beberapa sebab diantaranya :

1. Isolasi yang kurang baik, ada udara masuk ke dalam kabin sehingga menyebabkan terjadinya terbentuknya bunga es yang terbentuk pada evaporator. Isolasi yang kurang baik terdapat pada seal pintu *blast freezer* berikut ini ditunjukkan hasil gambar isolasi kurang baik pada saat pengujian.



Gambar 4.62 Terdapat Rembesan Buih Air Pada bagian Celah Pintu.

Pada gambar 4.60 mellihatkan rembesan yang terjadi pada pintu kabin buih air tersebut disebabkan oleh isolasi yang buruk yang menyebabkan udara dalam kabin keluar melalui celah pintu yang menyebabkan buih muncul pada celah pintu.

2. Penambalan lubang untuk dudukan evaporator dan masuknya pipa kurang rapat yang menyebabkan terjadinya terbentuknya bunga es. Dapat dilihat pada gambar sebagai berikut.



Gambar 4.63 Dudukan Evaporator dan Pipa Evaporator yang Masuk Dalam Kabin.

3. Kecepatan angin yang rendah merupakan salah satu faktor yang menyebabkan distribusi udara kurang baik, hal ini berhubungan dengan tenaga kipas yang kurang.

Hal-hal ini merupakan salah satu penyebab dari tidak tercapainya temperatur, jika dilihat dari desain kabin *blast freezer*.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap 2 model dengan 2 pengujian yaitu model A dan model B, pengujian *software simulasi fluida berbasis elemen hingga* dan *Blast freezer*, maka didapat saran dan kesimpulan sebagai berikut :

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari simulasi yang telah dilakukan terhadap 2 model pada kabin *blast freezer* dengan pengujian *software simulasi fluida berbasis elemen hingga* dan eksperimnen, maka dapat diambil beberapa kesimpulan.

1. Hasil pengujian pada *cut plot* dan *isosurfaces* dapat diketahui melalui potongan dari sebuah bangun yang menunjukkan hasil uji dari distribusi udara dapat bersirkulasi dengan baik.
2. Hasil pengujian *software simulasi fluida berbasis elemen hingga* pada model A di dapat temperatur  $-34.1^{\circ}\text{C}$ . Hasil pengujian *software simulasi fluida berbasis elemen hingga* pada model B di dapat temperatur  $-36.0^{\circ}\text{C}$ .
3. Hasil pengujian *blast freezer* pada model A di dapat temperatur yang di dapat pada model A mencapai  $-10,8^{\circ}\text{C}$ . Hasil pengujian *Blast freezer* pada model B mencapai temperatur  $-18,2^{\circ}\text{C}$ .
4. Pengujian *blast freezer* tidak mencapai temperatur yang sudah di uji oleh *software simulasi fluida berbasis elemen hingga*, Ada beberapa factor yang mempengaruhi tidak tercapainya temperatur pada hasil *Blast freezer* yaitu

isolasi yang buruk, penambalan lubang untuk dudukan evaporator dan masuknya kipas kurang baik, dan kecepatan angin yang rendah.

## 5.2 Saran

Dengan pengalaman dari penelitian ini, adapun saran yang diajukan penulis kepada penelitian desain dan *Blast freezer* kabin *blast freezer*, sebagai berikut:

1. Untuk penelitian lanjutan, diperlukan bahan isolasi yang baik agar temperatur dalam kabin benar-benar tidak bocor, baik meliputi bekas lubang atau ventilasi penguras harus ditutup rapat untuk mencegah udara luar masuk yang menyebabkan terbentuknya bunga es.
2. Perlu digunakan box freezer agar sirkulasi dalam kabin baik, gunakan bahan dinding *blast freezer* menggunakan alumunium.
3. Peletakan kipas dan arah kecepatan angin dalam kabin harus diperhatikan dapat bersirkulasi dengan baik agar udara dalam kabin dapat merata.

## Daftar Pustaka

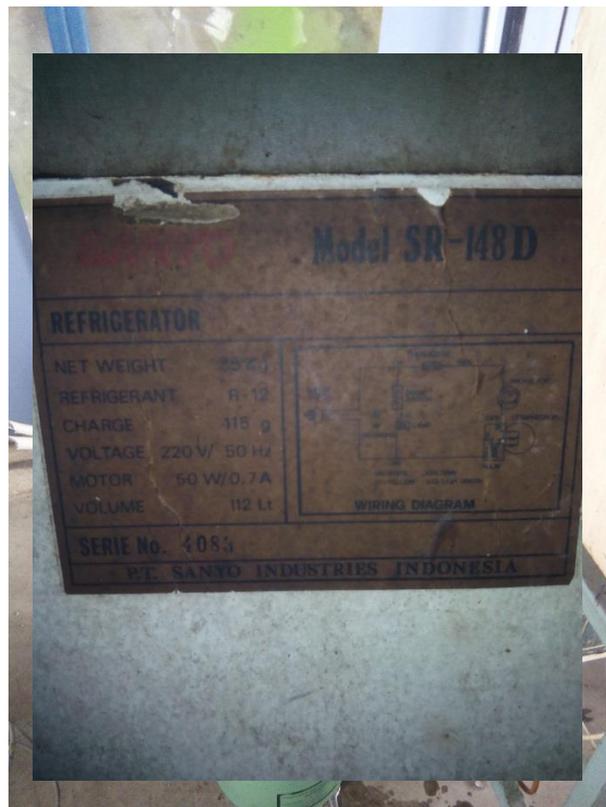
- Adawyah, rabiatul. 2008. *Pengolahan dan Pengawetan Ikan*, Ed 1, Cet 3. Jakarta : Bumi Aksara.
- Box Freezer, <http://www.image.google.com> (Kamis, 00.30, 01 Mei 2014, Bekasi).
- Display cool room, <http://www.image.google.com> (Kamis, 00.30, 01 Mei 2014, Bekasi).
- Dossat, Roy j. 1997. *Principles of refrigeration*, Ed. 4. United States of America
- Gunawan, Riky. 1998. *Pengantar Teori Teknik Pendingin (Refrigerasi)*. Jakarta : P2LPTK.
- Inclined more display, <http://www.image.google.com> (Kamis, 00.30, 01 Mei 2014, Bekasi).
- Kulkas, <http://www.image.google.com> (Kamis, 00.30, 01 Mei 2014, Bekasi).
- Syaka, Darwin Rio, dkk.2008. *Termodinamika*. Jakarta : Universitas Negeri Jakarta

## Lampiran 1

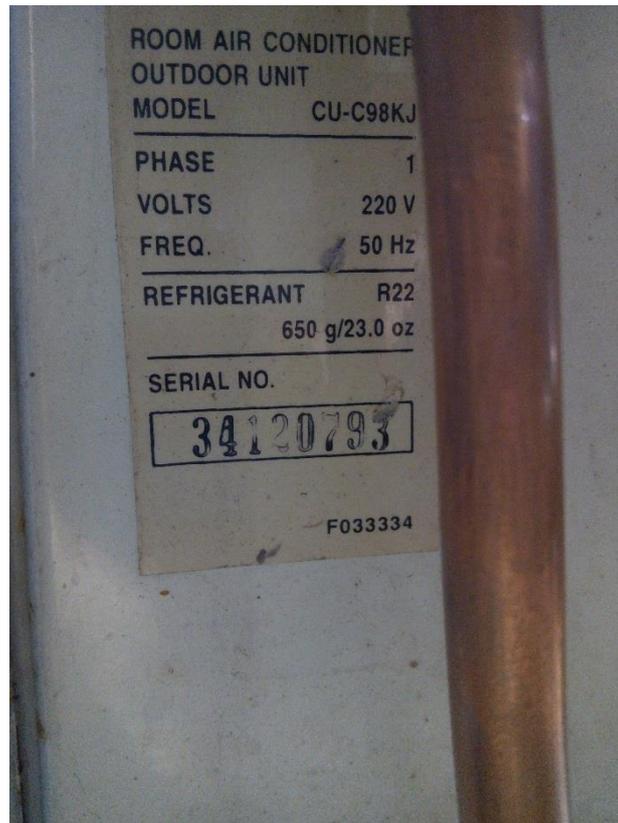
### a. Cara Pembuatan *Blast freezer*



b. Desain Selesai dan Pengisian Refrigerant

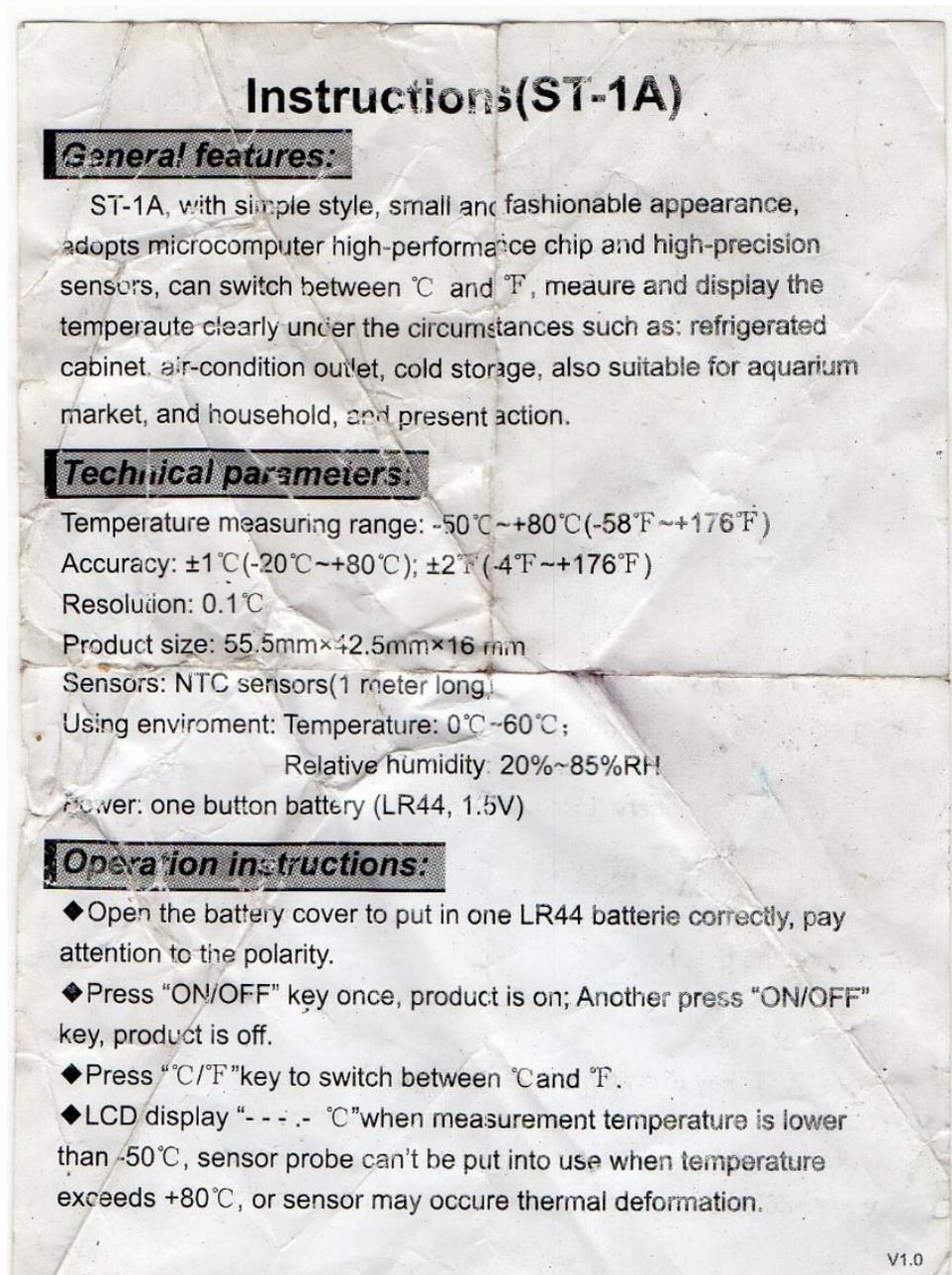


c. Spesifikasi Lemari Es dan AC



d. Spesifikasi Alat Ukur

## 1. Thermometer Digital



## 2. Tachometer

Version: SZ926-0-10



**SMART SENSOR®**  
Model: AR926

### Digital Photo Tachometer Instruction Manual

**1. Features:**

- 1.1 Applying the MCU, photoelectricity and laser semiconductor technology, perform measurement of rotating speed without contact.
- 1.2 Wide measuring range and high resolution.
- 1.3 Large LCD display.
- 1.4 Automatically store the MAX, Min and LAST value.
- 1.5 Low battery indication.
- 1.6 Elegant and easy to use.
- 1.7 Solid structure built with durable electronic elements and light ABS plastic house.

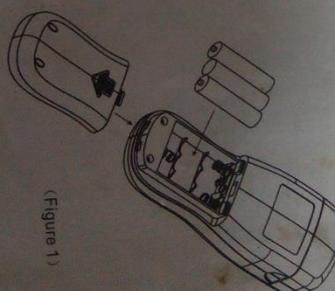
**2. Specification:**

LCD Display: 5 digits, LCD display.  
Accuracy:  $\pm(0.05\%+1d)$   
Sampling time: 0.8 sec. (Over 60 RPM)  
Test range select: Automatic range  
Detecting distance: 50mm ~ 500mm  
Size: 150×56×31 mm  
Measurement range: 2.5 ~ 99999RPM  
Resolution: 0.1 RPM (2.5~999.9 RPM)  
1 RPM (above 1000 RPM)  
Power supply: 3×1.5V AAA battery  
Power consumption: About 50 mA

**3. Memory Function:**  
When the power is ON, we can check the MAX/MIN/LAST value by keep pressing the "MEM" button. The LCD display MAX value first, then MIN Value, finally LAST value.

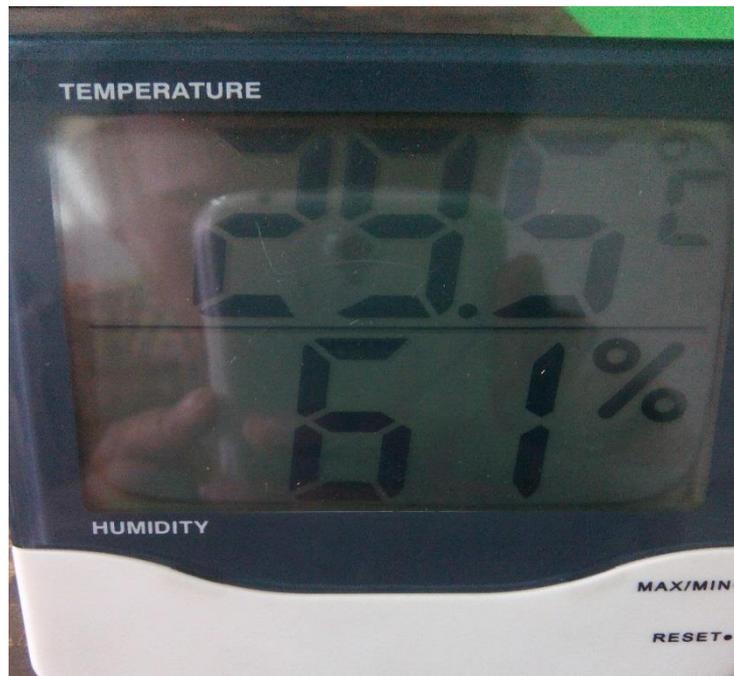
**4. Battery replacement:**

- 4.1 It is necessary to replace the battery when the low battery indicator "□" appear on the display.
- 4.2 Slide away the battery door from the instrument and remove the battery.
- 4.3 Install the new batteries (3pcs AAA battery) properly and install the battery door.
- 4.4 If the un, it will not be used for a long time, remove the batteries to prevent battery leakage.



(Figure 1)

e. Pengambilan Data



## Lampiran 2

### Perhitungan beban produk

Diketahui :

$$\text{Suhu ruangan} = 33 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Suhu yang ingin dicapai} = -35 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Berat air} = 5 \text{ kg}$$

$$\text{Kalor Lebur Es} = 3360 \text{ J/kg}$$

Fase 1 Perubahan suhu  $33 \text{ }^{\circ}\text{C}$  menjadi  $0^{\circ}\text{C}$

Fase 2 Perubahan wujud air menjadi es pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$

Fase 3 Perubahan suhu air menjadi es bersuhu  $-35 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Perhitungan setiap fase

Fase 1

$$\begin{aligned} Q_1 &= M \times C \times \Delta T (T_2 - T_1) \\ &= 5 \times 4190 (33^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C}) \\ &= 691350 \text{ Joule} \end{aligned}$$

Fase 2

$$\begin{aligned} Q_2 &= M \times L \\ &= 5 \times 3360 \\ &= 16800 \text{ Joule} \end{aligned}$$

Fase 3

$$\begin{aligned} Q_3 &= M \times C \times \Delta T (T_2 - T_1) \\ &= 5 \times 2200 \times (0 - (-35)) \\ &= 367500 \text{ Joule} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{Total}} &= Q_1 + Q_2 + Q_3 \\ &= 691350 + 16800 + 367500 \\ &= 1075650 \text{ Joule} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{Produk}} = \frac{Q_{\text{Total}}}{\text{Teknik Pendinginan}} = \frac{1075650}{28800} = 37,348 \text{ W}$$

### Lampiran 3

#### Perhitungan Beban Produk Daging

Diketahui :

Suhu ruangan = 33 °C

Suhu yang ingin dicapai = -35 °C

Berat air = 5 kg

Kalor Jenis = 3330 J/kg

Fase 1 Perubahan suhu 33 °C menjadi 0°C

Fase 2 Perubahan wujud air menjadi es pada suhu 0°C

Fase 3 Perubahan suhu air menjadi es bersuhu -35 °C

Perhitungan setiap fase

Fase 1

$$\begin{aligned} Q_1 &= M \times C \times \Delta T (T_2 - T_1) \\ &= 5 \times 3330 (33^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) \\ &= 549450 \text{ Joule} \end{aligned}$$

Fase 2

$$\begin{aligned} Q_2 &= M \times L \\ &= 5 \times 3330 \\ &= 16650 \text{ Joule} \end{aligned}$$

Fase 3

$$\begin{aligned} Q_3 &= M \times C \times \Delta T (T_2 - T_1) \\ &= 5 \times 3330 \times (0 - (-35)) \\ &= 582750 \text{ Joule} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ Total} &= Q_1 + Q_2 + Q_3 \\ &= 549450 + 16650 + 582750 \\ &= 1148850 \text{ Joule} \end{aligned}$$

$$Q \text{ Produk} = \frac{Q \text{ Total}}{\text{Teknik Pendinginan}} = \frac{1148850}{28800} = 39,8 \text{ W}$$

## Lampiran 4

### A. Menghitung daya kompresor



**Gambar 4.7** voltmeter

Data yang diketahui dari AC :

$V =$  Voltase AC sebesar 230 volt

$I =$  Kuat Arus (Ampere), didapat dari hasil pengukuran saat ac menyala di masing-masing tekanan

$P =$  Daya (Watt), didapat dengan rumus  $P = V \cdot I$

- Daya kompresor pada tekanan 0.23 bar

$$P_3 = V \cdot I = 220 \times 3,40 = 748 \text{ watt}$$

## RIWAYAT HIDUP



EKO SUYOSO, Lahir di Bekasi pada tanggal 16 November 1990. Anak Pertama dari 2 bersaudara, pasangan dari Bapak Sukarman dan Ibu Tarmini. Bertempat tinggal di Jalan Annur II Rt 01/02 No. 68, Kelurahan Kaliabang Tengah Kecamatan Bekasi Utara, Kota Bekasi, Provinsi Jawa Barat. Riwayat pendidikan SD Negeri Pejuang II Kota Bekasi (1997-2003), SMP Islam Kader Bangsa Kota Bekasi (2003-2006), SMK Taruna Bangsa Kota Bekasi (2006-2009) dan sekarang menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Mesin Program Studi S1 Pendidikan Teknik Mesin di Universitas Negeri Jakarta (2009-2015). Pernah menjadi Guru PPL di SMK Negeri 1 Kota Bekasi (2013) dan Guru di SMK Perwira Bangsa Bekasi (2013). Pernah mengikuti kegiatan PKL di PT. DOK & Perkapalan Kodja Bahari (PERSERO) Galangan I, Jl.Penambangan Pelabuhan I Tanjung Priuk Jakarta.

