

## SIMULASI NUMERIK DUA KONFIGURASI SISTEM DISTRIBUSI UDARA UNTUK RUANG PEYIMPANAN (*COLD STORAGE*) IKAN BEKU

**Hengky Luntungan**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik  
Universitas Sam Ratulangi  
Jl. Kampus UNSRAT Bahu, Manado 95115  
Telp. (0431) 852527

### Abstrak

Penggunaan perangkat lunak untuk simulasi telah banyak digunakan oleh kalangan akademisi dan dunia industri untuk memberikan estimasi awal dalam membuat atau merancang suatu sistem kerja atau peralatan. Simulasi numerik pada penelitian ini digunakan untuk mensimulasikan distribusi temperatur dan kelembaban relatif untuk ruang penyimpanan (*cold storage*) ikan beku.

Dalam penelitian ini akan disimulasikan 2 (dua) konfigurasi sistem distribusi udara untuk *cold storage*. Model *cold storage* dibuat dengan menggunakan bantuan program Gambit 2.2.30 sedangkan simulasi numerik menggunakan bantuan program Fluent 6.1.

Simulasi ini diharapkan memperoleh sistem distribusi udara yang paling baik untuk digunakan sebagai rancangan pembuatan ruang penyimpanan (*cold storage*) ikan beku.

Dari hasil perbandingan kedua model ruang penyimpanan (*cold storage*) ikan beku tersebut maka dipilih model alternatif 2 (dua) atau konfigurasi sistem distribusi udara tipe 2 (dua) karena baik temperatur dan kelembaban relatifnya terdistribusi secara seragam di dalam ruang penyimpanan (*cold storage*) ikan beku.

*Kata kunci: cold storage, sistem distribusi udara, temperatur, kelembaban relatif*

### 1. Pendahuluan

Penggunaan perangkat lunak untuk simulasi telah banyak digunakan oleh kalangan akademisi dan dunia industri untuk memberikan estimasi awal dalam membuat atau merancang suatu sistem kerja atau peralatan. Simulasi numerik pada penelitian ini digunakan untuk mensimulasikan distribusi temperatur dan kelembaban relatif untuk ruang penyimpanan (*cold storage*) ikan beku. Temperatur dan kelembaban adalah parameter termodinamik yang penting untuk *cold storage* penyimpanan ikan. Temperatur ruang pendingin memegang peranan yang paling utama untuk menjamin agar mutu ikan tetap dalam keadaan baik. Temperatur penyimpanan ikan beku yang baik adalah antara  $-29^{\circ}\text{C}$  sampai  $-23^{\circ}\text{C}$ . Kelembaban relatif untuk menjaga keadaan fisik ikan diusahakan agar dapat mencapai  $90\% \pm 10\%$  (dalam keadaan terisi).

Dalam penelitian ini akan disimulasikan 2 (dua) konfigurasi sistem distribusi udara untuk *cold storage*. Model *cold storage* dibuat dengan menggunakan bantuan program Gambit 2.2.30 sedangkan simulasi numerik menggunakan bantuan program Fluent 6.1.

Simulasi ini diharapkan memperoleh sistem distribusi udara yang paling baik untuk digunakan sebagai rancangan pembuatan ruang penyimpanan (*cold storage*) ikan beku.

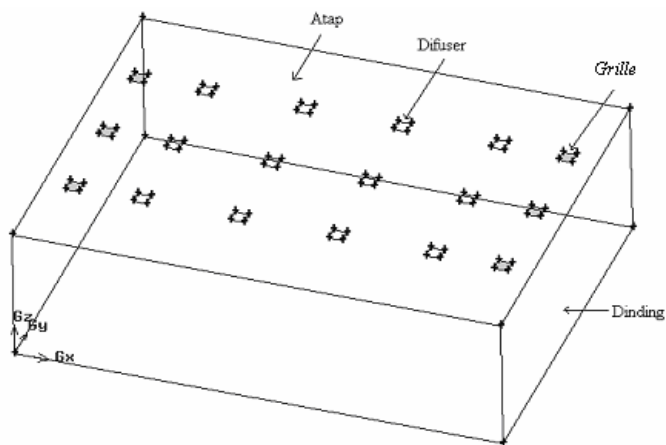
### 2. Pelaksanaan simulasi

Pelaksanaan simulasi terdiri dari beberapa bagian yaitu :

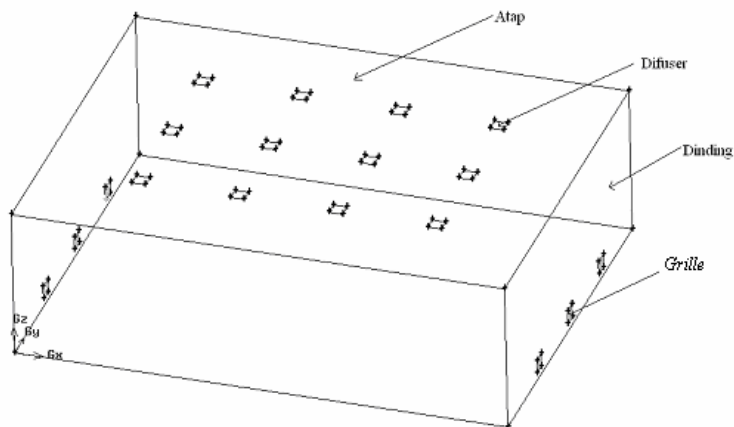
#### 2.1 Pemodelan *cold storage*

Penggambaran *cold storage* untuk kepentingan pemodelan didasarkan pada data – data teknik yang didapat dari perusahaan penangkapan ikan di Sulawesi Utara. Ukuran *cold storage* adalah 16,3 m ( panjang ) x 12,50 m ( lebar ) x 5,05 m (tinggi).

Dua alternatif konfigurasi sistem distribusi udara untuk *cold storage* yaitu : Alternatif pertama penempatan difuser dan *grille* pada *cold storage* diletakkan di atas langit – langit *cold storage*. Difuser yang berjumlah 12 buah diletakkan secara simetris di tengah – tengah langit – langit *cold storage*, sedangkan *grille* yang berjumlah 6 buah diletakkan di pinggiran kiri dan kanan difuser dan alternatif kedua hanya difuser yang diletakkan di atas langit – langit *cold storage* sedangkan penempatan *grille* diletakkan di bagian bawah di sisi kiri dan kanan dinding *cold storage*. Gambar model *cold storage* untuk dua alternatif tersebut secara lengkap dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 1. Model *cold storage* alternatif pertama



Gambar 2. Model *cold storage* alternatif kedua

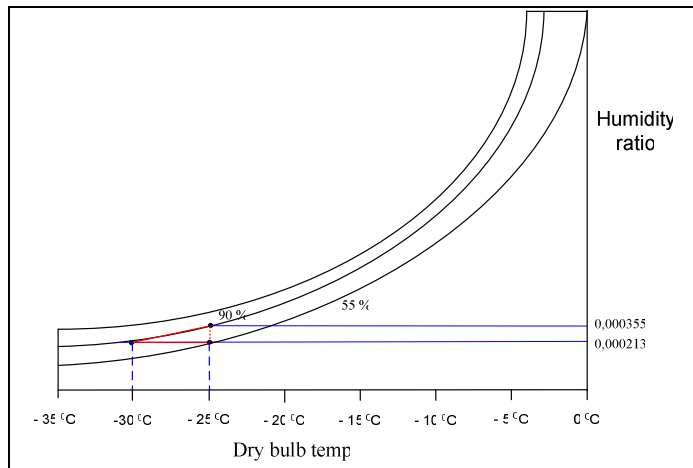
## 2.2 Analisis Psikrometrik

Analisis psikrometrik dilakukan untuk mengetahui tingkat keadaan pasokan udara ke dalam ruangan. Analisis psikrometrik pada bagian ini dilakukan pada *cold storage*.

Data – data untuk analisis psikrometrik :

- Kondisi perancangan pasokan udara  
 $T_e = -30^\circ \text{C}$  dan  $\text{RH} = 90\%$
- Kondisi perancangan udara dalam ruangan yang diinginkan  
 $T = -25^\circ \text{C}$  dan  $\text{RH} = 90\%$
- Kapasitas aliran udara  
 $V_{ud} = 8400 \text{ cfm}$

Data – data tersebut dimasukkan dalam diagram psikrometrik dan didapat hasil seperti yang terlihat pada gambar 3. Pada simulasi ini, *cold storage* dianggap sebagai *cold storage* dalam keadaan awal (masih belum terisi /kosong).



Gambar 3. Diagram psikrometrik tingkat keadaan udara dalam *cold storage*

### 2.3 Data Simulasi

Data – data yang dibutuhkan dalam simulasi berasal dari perhitungan ruang pendingin (didasarkan pada data – data teknik yang didapat dari salah satu perusahaan penangkapan ikan di Sulawesi Utara) kemudian dari data – data tersebut diperoleh laju aliran massa udara, tingkat keadaan udara , tekanan udara pada outlet dan data – data lainnya. Data – data selengkapnya untuk masukan simulasi adalah sebagai berikut :

- Data kondisi batas

	<b>Tipe</b>	<b>Nilai</b>
Difuser	<i>mass flow inlet</i>	temperatur - 30 °C, fraksi massa uap air 0,000213 laju aliran massa 0,405 kg/s
Grille sirkulasi	<i>pressure outlet</i>	temperatur - 25 °C, fraksi massa uap air 0,000355 tekanan 0 Pa
Dinding depan	<i>wall</i>	fluks panas 19,17 w/m <sup>2</sup>
Dinding belakang	<i>wall</i>	fluks panas 19,17 w/m <sup>2</sup>
Dinding kiri	<i>wall</i>	fluks panas 19,17 w/m <sup>2</sup>
Dinding kanan	<i>wall</i>	fluks panas 19,17 w/m <sup>2</sup>
Atap	<i>wall</i>	fluks panas 9,59 w/m <sup>2</sup>
Lantai	<i>wall</i>	fluks panas 4,62 w/m <sup>2</sup>

- Data model

<i>Solver</i>	<i>segregated</i>
<i>Energi</i>	<i>enable</i>
<i>Viscous</i>	<i>k - ε standard</i>
<i>Species</i>	<i>species transport non reacting (2 species)</i>
<i>Time</i>	<i>steady</i>

- Data material

<b>Udara</b>		<b>campuran udara - uap air</b>
Massa jenis	1,225 kg/m <sup>3</sup>	<i>volume- weighted</i>
Cp	1006,43 J/kg-k	<i>mixing - law</i>
konduktivitas termal	0,0242 w/m-k	<i>mass-weighted</i>
viscositas	1,78 x 10 <sup>-5</sup> kg/m-s	<i>mass-weighted</i>
difusivitas massa		<i>kinetic theory</i>

<b>Uap air</b>		
Massa jenis	0,5542 kg/m <sup>3</sup>	<i>volume- weighted</i>
Cp	2014 J/kg-k	<i>mixing - law</i>
konduktivitas termal	0,261 w/m-k	<i>mass-weighted</i>
viskositas	1,34 x 10 <sup>-5</sup> kg/m-s	<i>mass-weighted</i>
difusivitas massa		<i>kinetic theory</i>

- Data kondisi operasi

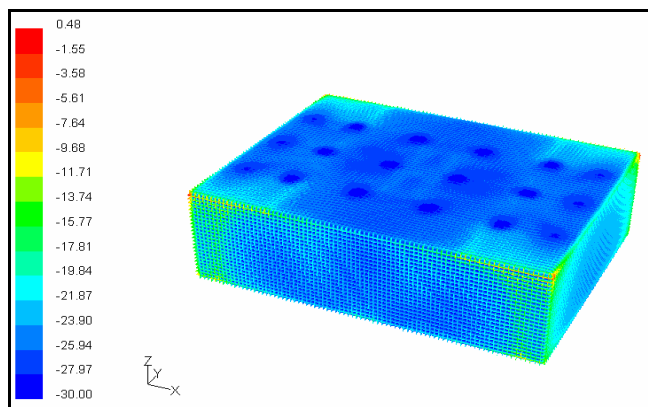
Tekanan operasi	101,325 kPa
Lokasi	1080 dpl
Percepatan gravitasi	9,81 m/s <sup>2</sup>

### 3. Hasil simulasi

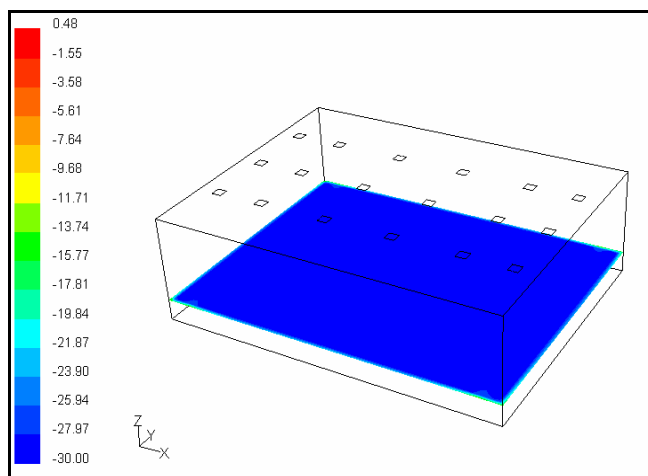
Hasil simulasi untuk 2 (dua) konfigurasi sistem distribusi udara untuk *cold storage* adalah sebagai berikut :

#### 3.1 Hasil Simulasi Model *Cold Storage* Alternatif Pertama

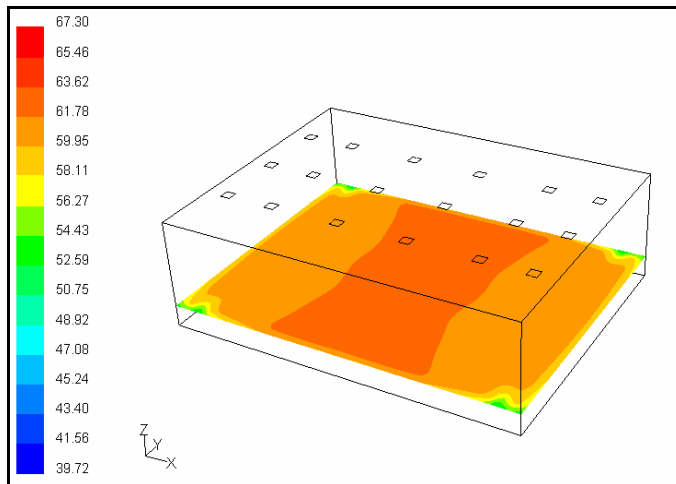
Hasil simulasi berupa gambar visual untuk kontur temperatur dan kelembaban relatif dapat dilihat pada gambar – gambar berikut ini :



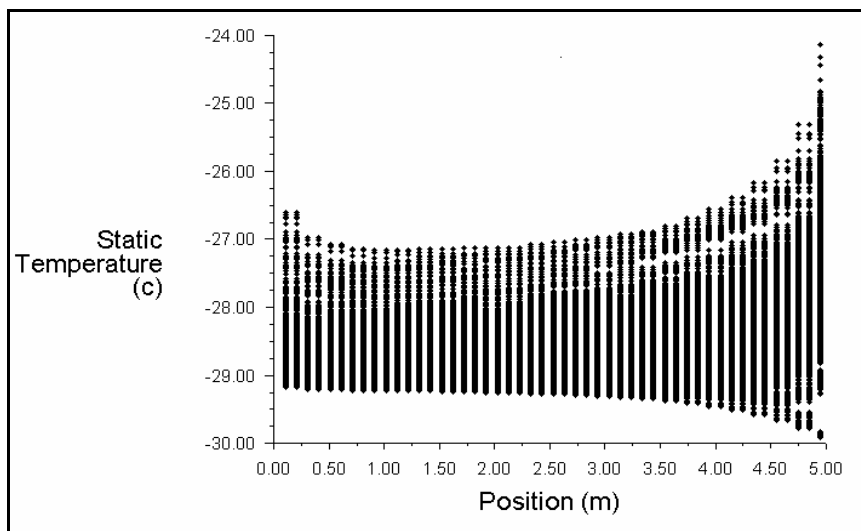
Gambar 4 Kontur temperatur pada permukaan *cold storage* alternatif pertama



Gambar 5 Kontur temperatur pada ketinggian 1 m ( °C )



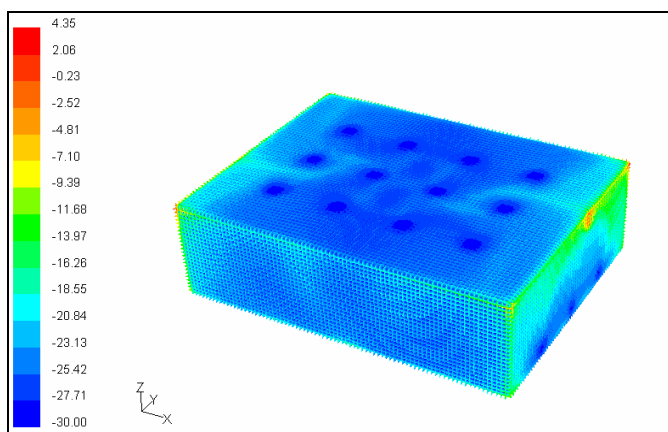
Gambar 6. Kontur kelembaban relatif pada ketinggian 1 m ( °C )



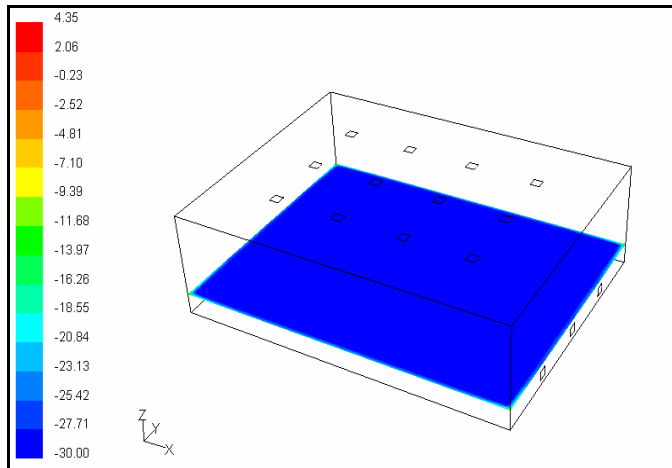
Gambar 7. Distribusi temperatur terhadap ketinggian *cold storage* ( °C )

### 3.2 Hasil Simulasi Model *Cold Storage* Alternatif Kedua

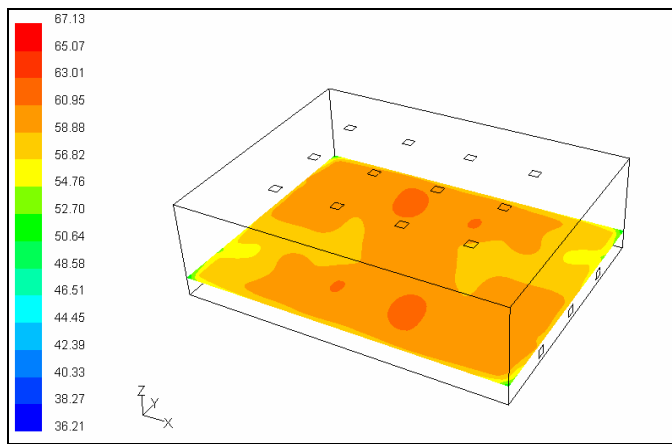
Hasil simulasi berupa gambar visual untuk kontur temperatur dan kelembaban relatif dapat dilihat pada gambar – gambar berikut ini :



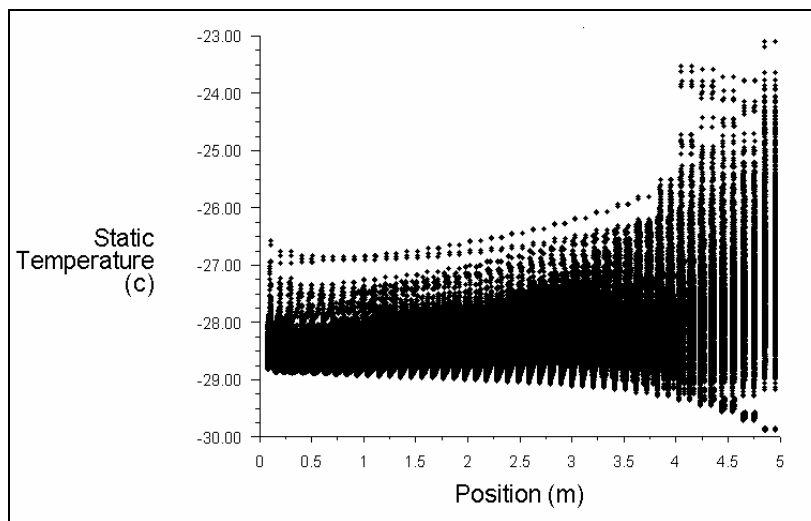
Gambar 8. Kontur temperatur pada permukaan *cold storage* alternatif kedua



Gambar 9. Kontur temperatur pada ketinggian 1 m ( °C )



Gambar 10. Kontur kelembaban relatif pada ketinggian 1 m ( °C )



Gambar 11. Distribusi temperatur terhadap ketinggian *cold storage* ( °C )

#### 4. Analisa Perbandingan Hasil Simulasi Kedua Model *Cold Storage*

Dari kedua model *cold storage* yang disimulasikan dapat dibuat tabel perbandingan hasil simulasi sebagai berikut :

Tabel I. Perbandingan hasil simulasi terhadap temperatur

Model <i>Cold storage</i>	Batas Temperatur di permukaan <i>cold storage</i> , (°C)	Batas Temperatur di dalam <i>Cold storage</i> , (°C)	Temperatur Rata – rata (°C)	Distribusi Temperatur
Alternatif 1	-30 s/d 0,48	-30 s/d -24	- 28	seragam
Alternatif 2	-30 s/d 4,35	-30 s/d -23	- 28	seragam

Tabel II. Perbandingan hasil simulasi terhadap kelembaban relatif

Model <i>Cold storage</i>	Batas RH di dalam <i>cold storage</i> (%)	RH Rata – rata (%)	Distribusi RH
Alternatif 1	52 s/d 62	60	Mengumpul di tengah
Alternatif 2	50 s/d 62	58	Relatif seragam

Perbandingan hasil simulasi kedua model *cold storage* terhadap temperatur yang diperlihatkan pada tabel I. terlihat bahwa kedua model tersebut menghasilkan distribusi temperatur yang seragam. Perbedaan yang cukup besar hanya terjadi pada temperatur pada permukaan *cold storage*, namun hal ini tidak memberikan pengaruh yang besar untuk temperatur di dalam *cold storage* lagipula temperatur di dalam *cold storage* masih dalam batas yang diijinkan sehingga untuk perbandingan hasil temperatur tidak memberikan perbedaan yang signifikan.

Perbandingan hasil simulasi kedua model *cold storage* terhadap kelembaban relatif yang diperlihatkan pada tabel II terlihat bahwa perbedaan kelembaban relatif di dalam *cold storage* tidak terlalu besar, begitu pula untuk kelembaban relatif rata – rata hanya berbeda sekitar 2 %. Namun perbedaan yang terbesar terlihat dari distribusi kelembaban relatif dimana distribusi RH untuk alternatif pertama adalah mengumpul di tengah dengan nilai RH sebesar 60 % sedangkan untuk distribusi kelembaban relatif untuk alternatif kedua adalah relatif terdistribusi secara seragam dengan nilai sebesar 58 %.

Dari hasil perbandingan kedua model ruang penyimpanan (*cold storage*) ikan beku tersebut maka dipilih model alternatif 2 (dua) karena baik temperatur dan kelembaban relatifnya terdistribusi secara seragam di dalam ruang penyimpanan (*cold storage*) ikan beku.

#### 5. Kesimpulan

1. Dari hasil simulasi terlihat bahwa kedua konfigurasi sistem distribusi udara memberikan nilai yang hampir sama pada distribusi temperatur (dengan rata – rata temperatur – 28 °C) begitu juga dari segi kelembaban relatif ( rata – rata RH 60 %).
2. Perbedaan terjadi dari segi distribusi RH dimana alternatif 2 (dua) memberikan distribusi RH yang seragam.
3. Dari hasil simulasi dipilih alternatif 2 (dua) / konfigurasi sistem distribusi udara tipe 2 (dua) sebagai sistem distribusi udara yang lebih baik dibandingkan alternatif 1 untuk ruang penyimpanan (*cold storage*) ikan beku.

#### 6. Daftar Pustaka

9. ASHRAE *Refrigeration Handbook*, ( SI Edition ), 1994, Atlanta
10. Arora, C. P, *Refrigeration and Air Conditioning* , 2001, Mc-Graw Hill, Singapura.
11. Dincer, Ibrahim, *Refrigeration System and Application*, 2003, Jhon Wiley and Son, England.
12. Stoeker, W.F, Jones, J.W, Hara, Supratman, *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*, 1982, Erlangga , Jakarta.
13. Stoeker, W.F, *Refrigeration and Air Conditioning*, 1980, Tata Mc-Graw Hill, New Dehli.
14. ...., FLUENT 5 Tutorial Guide Volume 1, 2 dan 3, 1998, Fluent Incorporated
15. ...., GAMBIT Modeling Guide, 1998, Fluent Incorporated