

Pengaruh Debit Udara Suplai Terhadap Distribusi Temperatur Pada Ruang Penyimpanan Buah Mangga Menggunakan *Computational Fluid Dynamics*

Munajat Al'Gais^{1,a}, Apip Badarudin^{1,b}, AP. Edi Sukamto^{1,c}

¹Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bandung

^aEmail : munajat1998@gmail.com

^bEmail : apipbdr@polban.ac.id

^cEmail : edisukamto_ap@yahoo.com

ABSTRAK

Distribusi temperatur pada ruang penyimpanan buah mangga merupakan suatu hal yang penting, dengan distribusi temperatur yang merata buah mangga yang disimpan dalam ruang penyimpanan akan terjaga kondisinya. Untuk melihat distribusi temperatur pada ruang penyimpanan buah mangga dilakukan simulasi dengan menggunakan CFD (*computational fluid dynamics*). Simulasi dilakukan dengan membuat kerangka ruang penyimpanan dengan ukuran panjang 9 meter, lebar 4 meter, dan tinggi 3 meter, dengan buah mangga terletak ditengah-tengah ruang penyimpanan, dan terdapat sebuah lubang udara suplai dan sebuah lubang udara return. Dinding ruang penyimpanan menggunakan polyurethane lalu temperatur udara di luar ruangan diasumsikan 25°C, buah mangga dengan asumsi kotak berukuran panjang 40 cm, lebar 40 cm, dan tinggi 30 cm, berjumlah 48 buah tersebar di tengah-tengah ruang penyimpanan dengan kondisi buah mangga mengikuti acuan pada ASHRAE dan suplai memiliki temperatur 8°C dan memiliki variasi debit udara sebesar 1,2 m³/s, 1,5 m³/s, dan 1,8 m³/s. Debit udara akan berpengaruh kepada distribusi temperatur pada ruangan, sehingga akan didapatkan perbedaan temperatur di beberapa bagian ruangan. Debit udara yang tinggi akan membuat distribusi temperatur lebih merata pada ruang penyimpanan buah mangga sehingga produk akan mendapatkan temperatur yang merata.

Kata Kunci

Computational Fluid Dynamics, Debit Udara, Distribusi Temperatur, Buah Mangga

1. PENDAHULUAN

Cara untuk mempertahankan kesegaran dan keawetan suatu produk dapat dilakukan dengan menjaga keadaan ruang penyimpanan. Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam menjaga keadaan ruang penyimpanan yaitu dengan memperhatikan penggunaan material dinding, lokasi penyimpanan produk, dan debit udara yang digunakan di dalam ruang penyimpanan [1]. Faktor-faktor tersebut akan memengaruhi pola distribusi temperatur di dalam ruang penyimpanan. Temperatur pada ruang penyimpanan sebisa mungkin harus dalam keadaan merata agar temperatur produk yang ingin kita dinginkan tercapai sesuai rancangan [2]. Untuk mengetahui distribusi temperatur pada ruang penyimpanan merata, dilakukan simulasi menggunakan software *Computational Fluid Dynamics*. *Computational Fluid Dynamics* adalah metode perhitungan, memprediksi, dan pendekatan aliran secara numerik dengan bantuan komputer [3]. Parameter-parameter yang dibutuhkan saat melakukan simulasi yaitu ukuran ruangan, ukuran produk, ukuran suplai dan return, lalu temperatur

suplai, temperatur dinding, dan temperatur produk, dan juga kecepatan udara suplai yang didapat dari debit udara [4]. Analisis temperatur udara pada ruang penyimpanan dilakukan dengan cara memvariasikan debit udara udara. Pengaruh perbedaan debit udara dianalisis agar mengetahui debit udara yang optimal untuk digunakan pada penyimpanan buah mangga pada ruang penyimpanan.

2. LANDASAN TEORI

2.1. SIMULASI

Simulasi didefinisikan sebagai cara untuk mereproduksi kondisi situasi dengan menggunakan model, untuk pembelajaran, pengujian atau pelatihan. Model yang digunakan adalah model komputer. Simulasi juga dapat didefinisikan sebagai imitasi dari sistem dinamis menggunakan model komputer untuk mengevaluasi dan meningkatkan kinerja sistem [5].

2.2. RUANG PENYIMPANAN

Ruang penyimpanan dibuat dengan tujuan agar keadaan lingkungan luar seperti udara panas, hujan, angin, dan intensitas sinar matahari tidak berpengaruh banyak terhadap keadaan dalam ruang penyimpanan [2]. Sebagian besar ruang penyimpanan dibuat tertutup dengan tembok kecuali bagian ujung ruang penyimpanan terdapat lubang udara suplai dan bagian ujung ruang penyimpanan satunya terdapat lubang udara return.

2.3. COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS

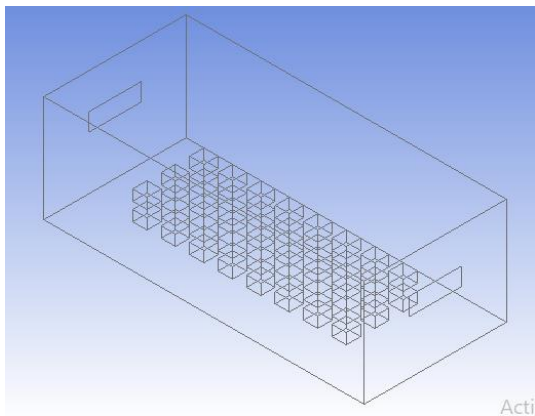
Computational fluid dynamics (CFD) adalah analisis suatu sistem yang melibatkan aliran fluida, perpindahan panas, dan fenomena terkait seperti reaksi kimia melalui simulasi komputer [6]. Software ini banyak digunakan pada berbagai area aplikasi industri maupun non-industri. Beberapa contoh pengaplikasiannya adalah pada sistem HVAC, turbin gas, dan distribusi polutan. CFD memiliki 3 elemen utama yakni pre-processing, solver, dan post-processing. CFD dapat melakukan analisa terhadap suatu sistem dengan mengurangi biaya eksperimen dan waktu dalam melakukan eksperimen tersebut. Atau dalam proses design engineering tahap yang harus dilakukan menjadi lebih pendek [7].

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini, variabel debit udara dikonversi menjadi kecepatan udara, yang digunakan sebagai masukan CFD. Langkah simulasi dimulai dari *pre-processing*, *solver*, dan *post-processing*

3.1. PRE-PROCESSING

Pre-Processing adalah tahap pendefinisian masalah aliran fluida dengan tahap awal melakukan penggambaran geometri ruang penyimpanan. Dilanjutkan dengan penentuan batasan-batasan ruang penyimpanan yang disimulasikan.



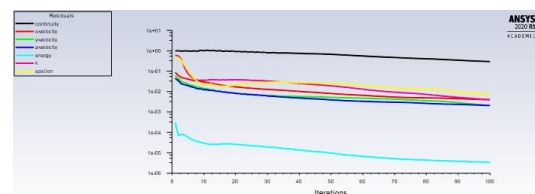
Gambar 1 Geometri ruang penyimpanan

Tabel 1 Batasan-batasan ruang penyimpanan

Ukuran Ruang Penyimpanan (p x l x t)	9 m x 4 m x 3 m
Ukuran Suplai-Return (p x l)	1,47 m x 0,5 m
Ukuran Produk (p x l x t)	40 cm x 40 cm x 30 cm
Temperatur Dinding	25°C
Temperatur Suplai	8°C
Temperatur Produk	13°C

3.2. SOLVER

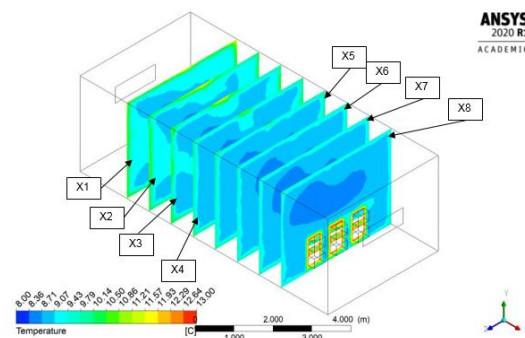
Tahap *solver* adalah tahap perhitungan numerik masalah aliran fluida pada computer yang kondisinya telah didefinisikan [8]. Pada tahap *pre-processing* dan didapatkan hasil iterasi dari tahap ini.



Gambar 2 Iterasi

3.3. Post-processing

Post-processing merupakan tahap yang menampilkan data hasil simulasi [9] berupa kontur temperature dengan terlihat perbedaan warna dari tiap lapisan.kontur diambil dengan 8 buah sampel seperti pada Gambar 3.

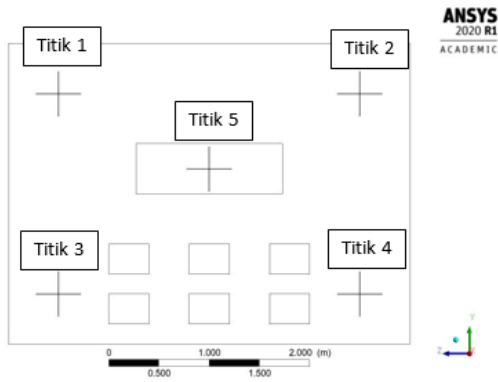


Gambar 3. Sampel kontur

diambil dengan jarak mengikuti subu x dari suplai. sehingga didapatkan bahwa jarak masing masing kontur dari dinding suplai sebesar;

X1 = 1,7 m X2 = 2,5 m X3 = 3,3 m
X4 = 4,1 m X5 = 4,9 m X6 = 5,7 m
X7 = 6,5 m X8 = 7,3 m

Dari sampel kontur ditentukan titik titik pengukuran terdapat 5 titik pengukuran, dapat dilihat pada gambar 4.

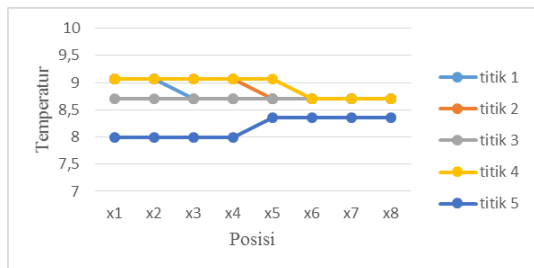


Gambar 4 Letak titik pengukuran

Titik 1 berada pada pojok kiri atas dari kontur,
Titik 2 berada pada pojok kanan atas dari kontur,
Titik 3 berada pada pojok kiri bawah dari kontur,
Titik 4 berada pada pojok kanan bawah dari kontur,
dan
Titik 5 berada pada tengah kontur sejajar dengan
keluaran udara suplai.

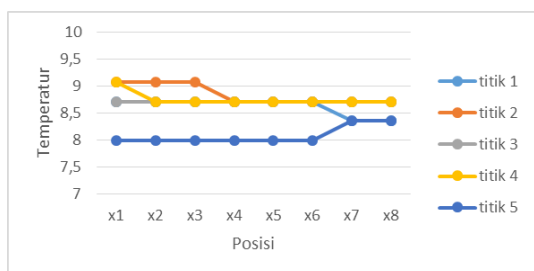
4. HASIL DAN ANALISA

4.1. ANALISA DISTRIBUSI TEMPERATUR PADA RUANGAN



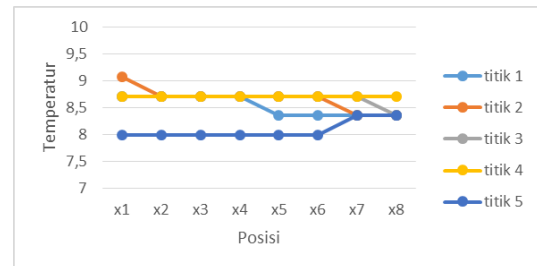
Gambar 5 Temperatur ruang penyimpanan pada variasi debit udara suplai 1,2 m³/s

Distribusi temperatur pada ruang penyimpanan dengan debit udara 1,2 m³/s menunjukkan bahwa distribusi tidak merata, dimana pada titik pengukuran titik 1, 2, dan 4, memiliki tempat penurunan temperatur di posisi yang berbeda. Dan temperatur terdistribusi secara merata hanya pada bagian belakang dari posisi x6 sampai dengan x8.



Gambar 6 Temperatur ruang penyimpanan pada variasi debit udara suplai 1,5 m³/s

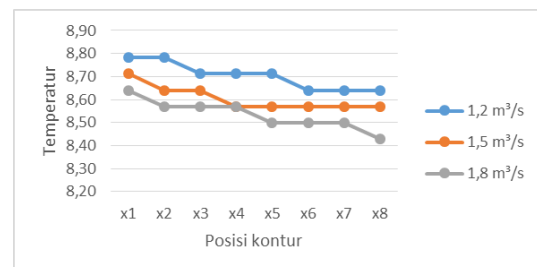
Distribusi temperatur ruang penyimpanan dengan debit udara suplai 1,5 m³/s, memperlihatkan bahwa pada titik 1 terjadi penurunan temperatur pada jarak x7, pada titik 2 terjadi penurunan pada jarak x4, pada titik 3 temperatur konstan, dan pada titik 4 terjadi penurunan pada jarak x2 lalu konstan, pada titik 5 memperlihatkan bahwa temperatur dari suplai didistribusikan menuju ruangan sehingga pada jarak x7 temperatur naik.



Gambar 7 Temperatur ruang penyimpanan pada variasi debit udara suplai 1,8 m³/s

Distribusi temperatur pada ruang penyimpanan dapat dilihat pada gambar 7, menunjukkan bahwa temperatur pada jarak x5 sampai dengan x8 cenderung lebih dingin dibandingkan pada jarak x1 sampai x4

Kemudian dicari temperatur rata-rata diambil dari setiap sampel kontur dan diambil nilai rata-rata dari nilai temperatur pada kontur tersebut, dan dihasilkan nilai seperti nilai seperti pada gambar 8.



Gambar 8 Perbandingan temperatur ruang penyimpanan pada variasi debit udara suplai 1,2 m³/s, 1,5 m³/s, dan 1,8 m³/s

Dari grafik perbandingan temperatur rata-rata pada tiap variasi debit udara suplai menunjukkan bahwa pada debit udara suplai 1,2 m³/s, terjadi penurunan temperatur pada posisi x3 dan x6, pada debit udara suplai 1,5 m³/s menunjukkan pada jarak x2 dan x4 terjadi penurunan temperatur, dan pada debit udara suplai 1,8 m³/s distribusi temperatur tidak merata dimana jarak yang lebih jauh memiliki temperatur lebih rendah.

Pada grafik juga terlihat bahwa variasi debit udara suplai berpengaruh terhadap temperatur pada ruangan, semakin besar masukan debit udara suplai maka temperatur pada ruang penyimpanan akan semakin dingin.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kesesuluruhan dari tugas akhir ini maka diperoleh simpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil simulasi CFD didapatkan bahwa distribusi temperatur pada ruangan dipengaruhi oleh debit udara suplai yang masuk pada ruangan.
2. Distribusi temperatur dengan posisi suplai dan return garis lurus membuat temperatur pada posisi dekat dengan return lebih dingin dibandingkan dengan posisi dekat dengan suplai.
3. Debit udara suplai berpengaruh terhadap distribusi temperatur.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suud, Hasbi Mubarak (2009). SIMULASI POLA ALIRAN UDARA DAN DISTIBUSI SUHU PADA KANDANG CLOSED HOUSE MENGGUNAKAN COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor
- [2] Amana, Rahayoe, & Ayuningtyas. (2010). PERPINDAHAN PANAS DAN MASSA PADA PROSES PRESERVATIF BUAH MANGGA. AGRITECH.
- [3] Izaniyah (2017). ANALISIS DISTRIBUSI SUHU DAN ALIRAN UDARA PADA

- PENYIMPANAN DINGIN (COLD STORAGE) BAWANG MERAH MENGGUNAKAN CFD (COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS). Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- [4] ASHRAE. (2014). ASHRAE HANDBOOK REFRIGERATION. Atlanta: American Society of Heating Venilating and Air Conditioning Engineers.
 - [5] Harrell, Charles, Biman K. Ghosh, dan Royce Bowden (2004). Simulation Using ProModel. McGraw-Hill/Higher Education.
 - [6] ASHRAE (2017). ASHRAE HANDBOOK OF FUNDAMENTALS. Atlanta: American Society of Heating Venilating and Air Conditioning Engineers
 - [7] Suprianto,Edi (2017). SIMULASI DISTRIBUSI TEMPERATUR RUANGAN BER AC PADA BERBAGAI VARIASI TEMPERATUR DISEKITAR EVAPORATOR. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
 - [8] Wijaya, Filipus Ardian dan Nur Ikhwan (2015). Simulasi Numerik Distribusi Temperatur Dan Kecepatan Udara Ruang Consession 1 Pada Lantai 2 Terminal 2 Bandar Udara Juanda, Sidoarjo. JURNAL TEKNIK ITS Vol. 4, No. 1, (2015) ISSN: 2337-3539, B-41
 - [9] Khankari, Kishor (2020). AIRFLOW PATTERNS AND FLOW PATH OF AIRBORNE CONTAMINANTS. AnSight