

Desain Simulasi Panas Oven Pengering Model Drum Menggunakan *CFD Solidworks Flow Simulation*

Shafiq Nurdin^{1*}, Mochamad Roviqi Nahdlo², Arianti Kusumawardhani³, Riski Nur Istiqomah Dinnullah⁴

^{1, 2, 3}Politeknik Unisma Malang

⁴Universitas PGRI Kanjuruhan Malang

Email : shafiq.poltekunisma@gmail.com¹, nahdhoroviqi@gmail.com², arianti@polisma.ac.id³

* Corresponding Author

Received: 13 Juni 2025; Accepted: 26 Agustus 2025, Published: 30 September 2025

Abstrak. Proses pengeringan merupakan tahapan penting dalam pengolahan bahan yang bertujuan mengurangi kadar air dengan memanfaatkan perpindahan panas tanpa menimbulkan kerusakan signifikan pada produk. Penelitian ini bertujuan merancang dan menganalisis distribusi panas pada oven pengering model drum menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics (CFD)* melalui fitur *Flow Simulation* pada *Solidworks*. Penelitian dilakukan melalui tiga tahapan utama, yaitu *pre-processing* berupa perancangan 3D oven pengering, *processing* melalui penentuan kondisi batas dengan *velocity inlet* 0,1 m/s dan variasi suhu 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, dan 90°C, serta *post-processing* berupa analisis pola aliran, kontur temperatur, dan grafik perubahan temperatur. Hasil menunjukkan bahwa aliran udara pada saluran masuk bersifat laminar dan berubah menjadi turbulen di dalam ruang oven. Variasi suhu memengaruhi pola distribusi panas, di mana suhu tinggi (80–90°C) menghasilkan penyebaran panas yang lebih merata, sedangkan suhu rendah (50–60°C) menghasilkan area panas yang terbatas di bagian tengah hingga atas ruang oven. Rancangan oven pengering model drum menunjukkan efektivitas distribusi panas yang baik pada suhu tinggi sehingga bisa diterapkan sebagai alternatif pengering efisien untuk kebutuhan produksi skala kecil dan menengah.

Kata Kunci: oven pengering, distribusi panas, solidworks, model drum

Copyright © 2025 Jurnal Terapan Sains dan Teknologi

How to cite: Nurdin, S., Nahdlo, M. R., Kusumawardhani, A., & Dinnullah, R. N. I. (2025). Desain Simulasi Panas Oven Pengering Model Drum Menggunakan *CFD Solidworks Flow Simulation*. *Jurnal Terapan Sains dan Teknologi*, 7(3), 137-145. <https://doi.org/10.21067/jtst.v7i3.13338>

Pendahuluan

Proses pengeringan merupakan salah satu tahap yang sangat penting dalam kegiatan industri modern. Pengeringan tidak hanya berfungsi mengurangi kadar air, tetapi juga menentukan kualitas, masa simpan, serta stabilitas material yang diolah. Efisiensi proses ini sangat dipengaruhi oleh keseragaman distribusi panas dan aliran udara dalam ruang pengering. Pada beberapa industri, ketidakseimbangan distribusi panas dapat menyebabkan produk mengalami kerusakan, penurunan kualitas, dan meningkatnya konsumsi energi. Karena itu diperlukan pendekatan rekayasa yang mampu memberikan gambaran detail mengenai pola aliran dan sebaran temperatur sebelum desain fisik dibuat. Salah satu pendekatan yang saat ini banyak digunakan adalah simulasi berbasis *Computational Fluid Dynamics*. Simulasi tersebut telah terbukti mampu memberikan prediksi yang akurat terhadap perilaku fluida dan panas dalam berbagai aplikasi teknik sebagaimana dilaporkan oleh Cebulski dan Cyklis (2024).

Perkembangan perangkat lunak simulasi dalam sepuluh tahun terakhir memberikan kemudahan bagi peneliti untuk memvalidasi desain pengering tanpa perlu membuat prototipe secara langsung. *SolidWorks Flow Simulation* merupakan salah satu perangkat yang banyak digunakan untuk menganalisis fenomena perpindahan panas dalam aplikasi teknik. Penggunaan metode simulasi tersebut telah banyak diaplikasikan pada desain ruang pengering modern. Penelitian Wang dan koleganya (2025) menunjukkan bahwa optimasi struktur ruang pengering menggunakan simulasi aliran dapat meningkatkan keseragaman temperatur secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan simulasi numerik berperan penting dalam menciptakan rancangan mesin pengering yang efisien.

Pada industri yang membutuhkan pengolahan material dalam jumlah besar, penggunaan pengering tipe drum menjadi solusi yang banyak dipilih. *Drum dryer* bekerja dengan prinsip pemanasan konvektif di mana udara panas dilewatkan melalui sebuah drum yang berputar sehingga material yang berada di dalamnya bergerak dan mengalami kontak optimal dengan udara panas. Konsep dasar ini dijelaskan secara teknis dalam penelitian Mulyaningsih, Prasetyo dan Taufik (2024). Namun tantangan utama pada sistem pengering drum adalah ketidakseragaman aliran udara akibat turbulensi internal dan bentuk geometri yang kompleks. Distribusi panas yang tidak merata dapat menyebabkan pengeringan tidak sempurna serta peningkatan kebutuhan energi. Oleh karena itu pemodelan numerik menggunakan CFD sangat diperlukan untuk memahami pola aliran dalam ruang drum sebagaimana ditunjukkan oleh Biksono dan koleganya (2022).

Banyak studi yang memanfaatkan CFD untuk menganalisis performa pengering dengan geometri yang berbeda. Huda dan Saputro (2021) menemukan bahwa konfigurasi *inlet* udara, kecepatan udara, serta bentuk ruang sangat memengaruhi pola aliran dan pergerakan panas dalam sistem pengering bersuhu rendah. Penelitian tersebut memperlihatkan bahwa variasi kecil pada desain ruang dapat menghasilkan perubahan besar pada keseragaman suhu. Temuan ini diperkuat oleh hasil penelitian Al Kindi dan Purwanto (2018) yang menjelaskan bahwa keseragaman distribusi udara panas sangat dipengaruhi oleh posisi saluran udara masuk serta karakteristik turbulensi.

Kajian lain juga menunjukkan bahwa simulasi CFD dapat memberikan gambaran detail mengenai potensi terjadinya daerah stagnasi udara yang menyebabkan ketidakseragaman pengeringan. Fenomena ini diuraikan oleh Saputra dan rekan (2020) melalui analisis performa pengering bersuhu rendah. Temuan tersebut relevan untuk mesin pengering drum karena bentuk geometrinya yang panjang dan tertutup sering kali menimbulkan daerah sirkulasi udara yang kurang aktif. Lesmana (2018) juga mengidentifikasi bahwa gradien suhu di beberapa bagian ruang pengering menyebabkan ketidakseimbangan pengeringan sehingga memerlukan evaluasi desain menggunakan simulasi numerik.

Selain itu, penelitian mengenai pengembangan mesin pengering pada sektor pangan skala kecil juga memberikan landasan penting bagi peningkatan performa sistem pengering. Nurdin, Suryadi dan Hidayat (2019) melakukan analisis kelayakan pada mesin pengering keripik kentang dan menunjukkan bahwa teknologi mesin pengering berperan besar dalam meningkatkan efisiensi produksi, stabilitas kualitas, dan kemandirian proses tanpa bergantung pada kondisi cuaca. Temuan ini menegaskan bahwa rancangan mesin pengering yang baik harus mampu memberikan distribusi panas yang stabil serta aliran udara yang terkendali. Oleh karena itu optimasi desain menggunakan simulasi CFD merupakan langkah strategis untuk menghasilkan performa pengering yang lebih efisien termasuk pada sistem pengering tipe drum.

Dari perspektif efisiensi energi, penggunaan CFD dalam desain pengering modern juga menjadi bagian penting dari upaya pengurangan penggunaan energi industri. Liu dan rekan (2023) pada studinya mengenai oven pengering panas mengungkapkan bahwa optimasi aliran udara melalui simulasi mampu mengurangi kehilangan panas secara signifikan. Zhu dan timnya (2024) menambahkan bahwa integrasi teknologi pemanas seperti *infrared heat pump* dan analisis CFD menghasilkan sistem pengering yang lebih efisien karena pemanasan dapat difokuskan pada area yang tepat sesuai kebutuhan material.

Pengering tipe drum memiliki karakteristik aliran internal yang unik karena adanya interaksi antara udara panas dan material yang bergerak seiring rotasi drum. Untuk itu desain geometri drum perlu dianalisis secara rinci. Studi Asrate dan koleganya (2025) menjelaskan

bahwa setiap jenis material membutuhkan pola distribusi panas tertentu untuk mencapai laju pengeringan optimal. Hal ini menunjukkan bahwa optimasi geometri drum melalui simulasi merupakan langkah strategis untuk merancang mesin pengering yang efektif. Studi lebih lanjut dari beberapa peneliti lainnya seperti Rahman (2020) serta Damanik (2019) menunjukkan bahwa geometri internal pengering sangat menentukan efisiensi perpindahan panas.

Dalam bidang rekayasa pengering industri desain ruang pengering modern telah mengalami banyak perkembangan termasuk modifikasi sudut difuser perubahan posisi *inlet* udara serta penggunaan sirip pengarah udara seperti dijelaskan oleh Tan dan Liu (2022). Perubahan tersebut hanya dapat dievaluasi secara efektif melalui simulasi numerik. Hal ini menunjukkan pentingnya simulasi CFD dalam pengembangan desain oven pengering termasuk model drum yang menjadi fokus penelitian ini.

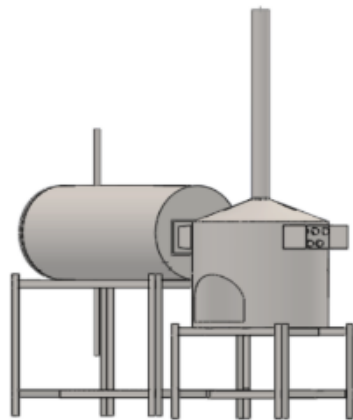
Berdasarkan berbagai temuan tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan simulasi numerik CFD sangat relevan untuk menganalisis distribusi aliran udara dan panas pada oven pengering berbentuk drum. Penggunaan perangkat lunak *SolidWorks Flow Simulation* memberikan kemampuan visualisasi dan analisis yang kuat terhadap fenomena perpindahan panas di dalam ruang drum. Dengan demikian penelitian ini bertujuan melakukan analisis simulasi panas pada oven pengering model drum guna memperoleh desain yang paling optimal melalui pemetaan distribusi temperatur dan perilaku aliran udara. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi bagi pengembangan teknologi tepat guna terutama dalam perancangan sistem pengering industri agar lebih efisien hemat energi dan mampu menghasilkan kualitas pengeringan yang unggul.

Metode Penelitian

Kondisi batas ditetapkan untuk menggambarkan kondisi operasi oven pengering. Temperatur udara masuk ditetapkan sesuai standar operasional pengeringan produk pertanian yaitu antara tujuh puluh hingga sembilan puluh derajat celsius. Kecepatan udara masuk diatur berdasarkan tingkat kebutuhan suplai energi panas. Tekanan lingkungan menggunakan nilai tekanan atmosfer. Seluruh dinding ruang drum diberi kondisi batas berupa konveksi ke udara luar dengan nilai koefisien perpindahan panas tertentu. Dengan penetapan kondisi batas yang tepat maka fenomena perpindahan panas konduksi dan konveksi dapat ditampilkan secara realistis. Secara umum proses simulasi CFD dibagi menjadi 3 tahap yaitu, *Pre-processing*, *Processing*, dan *Post-processing*.

Pre-processing

Pre-processing adalah tahap awal dalam simulasi meliputi perancangan oven pengering menggunakan *software Solidworks* menggambar 3D dilakukan supaya memberikan gambaran alat yang akan dirancang dan ukuran dimensi. Rancangan dasar dari alat tersebut diperlihatkan pada gambar 1 berikut ini. Dalam kegiatan lain gambar teknik dalam bentuk 2D dari desain menjadi referensi untuk proses pembuatan dan perakitan oven pengering.



a.



b.

Gambar 1. Desain Oven pengering
a. Perancangan 3 dimensi oven pengering model drum;
b. Bentuk oven pengering model drum di lapangan

Processing

Processing meliputi penentuan kondisi batas, proses numerik dan iterasi model ruang pengering akan disimulasikan dengan diberikan kecepatan udara pada masuknya sebesar 0,1 m/s dan perbedaan temperatur di 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C. Simulasi dilakukan menggunakan metode CFD didalam fitur *flow simulation* Solidworks. Material yang digunakan sebagai simulasi adalah udara. Sedangkan material pengering menggunakan material *polycarbon* dengan ketebalan 1 mm

Post-processing

Post-processing meliputi plot distribusi tekanan dan temperatur. *flow trijection*, *cut plot*, dan *goal plot* dalam penelitian ini dilakukan untuk mempermudah melihat hasil dari simulasi.

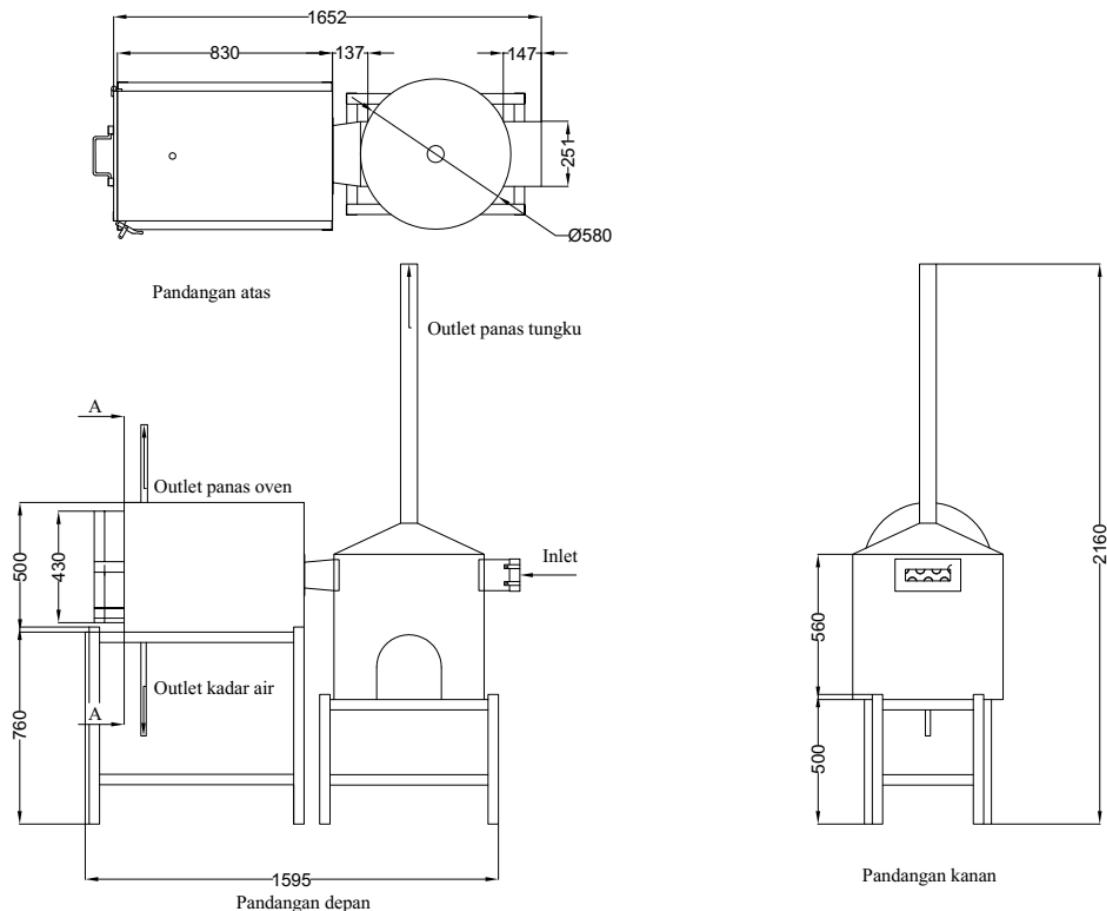
Hasil dan Pembahasan

Desain perancangan alat

Desain perancangan alat menggunakan bentuk 2 dimensi, hal ini bertujuan untuk memudahkan melihat ukuran dimensi, pandangan dan posisi alat termasuk detail bagian-bagiannya, serta konstruksi yang akan diproduksi. Secara garis besar oven pengering memiliki dua bagian utama, yaitu:

1. Oven pengering sebagai tempat untuk mengeringkan bambu dengan bagian pipa cerobong mengarah ke atas sebagai buangan panas, jika berlebih dan pipa mengarah ke bawah sebagai buangan air.
2. Tungku pemanas merupakan tempat pembakaran yang menghasilkan udara panas, selanjutnya ditangkap oleh pipa kapiler, kemudian di hembuskan ke oven pengering dengan bantuan blower, sehingga hanya udara panas yang masuk pada ruang oven pengering. Bahan bakar tungku berasal dari kayu bakar atau arang.

Dimensi ukuran dari oven pengering Ø 580 x 830 x 1260 mm dan tungku pemanas Ø 580 x 2160 mm. Keseluruhan ukuran 580 x 1652 x 2160 mm. Kedua komponen utama ini terhubung melalui pipa kapiler sebagai tempat menghembuskan udara panas dari tungku ke oven. Desain rancangan bentuk 2 dimensi ada pada gambar 2 di bawah.



Gambar 2. Desain Ukuran dan Gambar Teknik Oven Pengering Model Drum

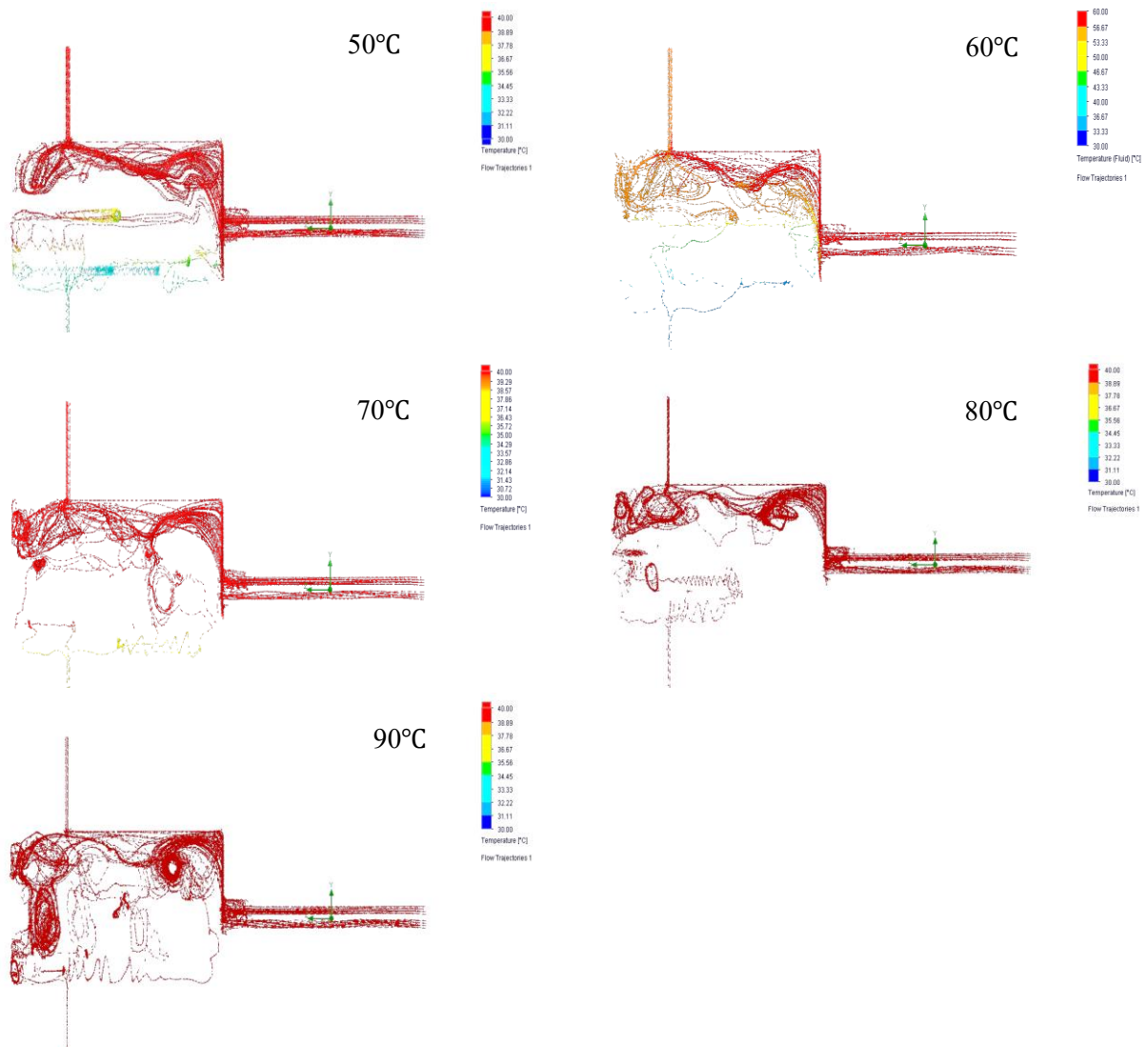
Proses simulasi

Pada penelitian ini, dilakukan proses simulasi untuk lebih memahami pola aliran yang terjadi pada oven, peneliti menggunakan *software* solidworks. Aliran masuk yang terjadi dilakukan dengan memasukkan data *velocity inlet* yang sudah ditentukan yaitu 0,1 m/s dan suhu masuk yang sudah ditentukan yaitu 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C.

Profil aliran fluida dengan metode CFD (*Computational Fluid Dynamics*) pada jenis udara

Pada simulasi CFD (*Computational Fluid Dynamics*) di fitur *flow trajectory* mempresentasikan pola gerak aliran yang terjadi, mulai dari aliran pipa yang berada pada tungku pembakaran sampai masuk ke dalam oven.

Aliran berwarna merah menandakan suhu yang paling panas dan aliran yang berwarna oranye, kuning, hijau, biru muda menandakan suhu hangat pada oven, sedangkan aliran berwarna biru tua menandakan suhu terendah atau seperti pada table temperatur pada gambar.

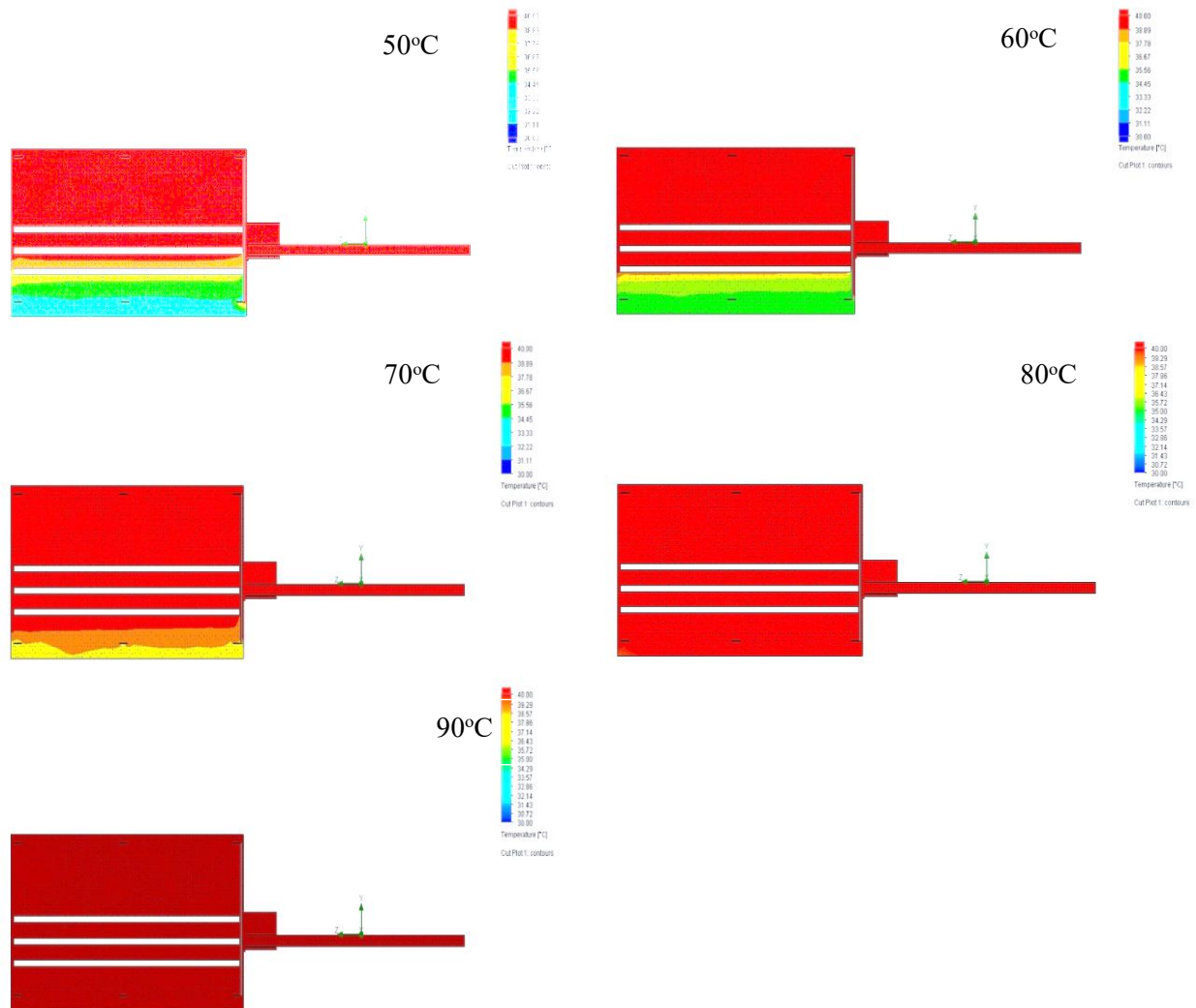


Gambar 3. Gerak Aliran Suhu Yang Masuk Pada Oven Pengering

Gambar 3 menunjukkan bahwa gerak aliran yang terjadi pada ruang oven pada perbedaan suhu yang telah diberikan juga mempengaruhi gerak aliran yang terjadi pada ruang oven, akan tetapi aliran panas lebih banyak terjadi menyebar ke atas ruang oven dengan ditandai aliran berwarna merah. Aliran panas yang diberikan lebih tinggi memiliki panas yang menyebar dalam ruang oven seperti pada suhu 80°C, 90°C. Pada suhu rendah seperti pada suhu 50°C dan 60°C aliran diruang panas bagian atas memiliki aliran transisi, hal ini dapat diketahui muncul warna selain merah. Aliran turbulen lebih banyak terjadi pada suhu tinggi 70°C, 80°C, dan 90°C, hal ini dapat dilihat dari aliran panas warna merah yang berbentuk lingkaran.

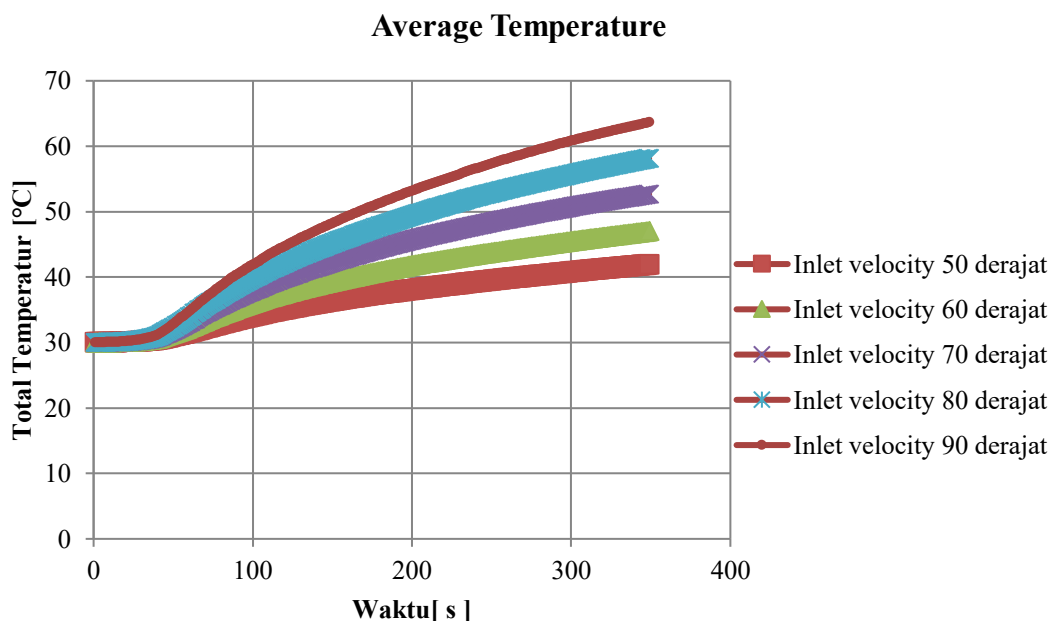
Kontur warna temperatur yang terjadi pada oven pengering terhadap *velocity inlet* 0,1 m/s

Inlet velocity yang sama tetapi dengan perbedaan suhu dapat menghasilkan kontur warna yang berbeda beda maupun temperatur yang berbeda, supaya mengetahui perbedaan tersebut dilakukan simulasi ini menggunakan *cutplot* yang berada didalam fitur *flow simulation solidworks*. Kontur dilakukan sebagai bahan uji supaya mengetahui jenis aliran yang terjadi apabila aliran membentur pada bambu maupun aliran yang membentur benda kerja pada desain. Adapun kontur dari hasil analisis ada pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. Kontur warna suhu pada Oven Pengering

Hasil simulasi pada gambar 4 terkait kontur warna suhu pada oven pengering menunjukkan area panas yang banyak mempunyai perbedaan tiap periode suhu 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C. Pada suhu rendah 50°C yang memiliki area panas terjadi pada area tengah sampai ke atas ruang oven dan tengah ke bawah menunjukkan perbedaan warna. Untuk warna yang paling bawah berwarna *cyan* menunjukkan area tersebut belum mendapatkan suhu panas. Pada suhu tinggi yaitu 80°C, 90°C menunjukkan area panas lebih menyeluruh pada ruang oven. Dari kedua suhu tersebut, panas yang diketahui warna merah gelap ada pada suhu 90°C, hal ini menunjukkan suhu panas sudah maksimal dibandingkan dengan suhu yang lainnya.



Gambar 5. Grafik Rata-rata temperatur bambu terhadap waktu velocity inlet 0,1 m/s

Berdasarkan Gambar 5 diketahui bahwa grafik perubahan suhu terhadap waktu pengeringan pada *velocity inlet* 0,1 m/s dengan proses pengeringan dapat dilihat bahwa proses pengeringan ini mengalami perubahan kenaikan suhu dalam waktu. Dalam waktu yang sama, panas yang masuk bersuhu 90°C memiliki peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan suhu yang lain, akan tetapi kenaikan suhu yang terjadi menghasilkan peningkatan yang sama.

Hasil simulasi

Setelah dilakukan lima variasi suhu pada simulasi, yang dimulai dari suhu 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, dan terakhir suhu 90°C dapat diambil kesimpulan bahwa simulasi dengan suhu 50°C adalah simulasi dengan hasil perubahan suhu yang paling rendah. Berikut adalah tabel perbandingan hasil 5 variasi dalam simulasi berdasarkan nilai temperatur terendah dan temperatur tertinggi:

Tabel 1 Perbandingan temperatur maksimum dan minimum pada 5 variasi suhu

Temperatur dalam (°C)	Temperatur terendah dalam (°C)	Temperatur tertinggi dalam (°C)
50	30.000	50.000
60	30.000	60.000
70	30.003	70.003
80	30.026	80.011
90	30.189	90.004

Dari hasil distribusi temperatur yang masuk menentukan hasil maksimum dari pengujian dan hasil yang didapat tidak terlalu jauh dari panas yang dimasukkan. Hasil yang didapat dengan suhu yang lebih besar dapat memanaskan keseluruhan ruang oven dan mencapai panas yang tinggi dibandingkan dengan suhu yang lebih rendah. Dari hasil simulasi dapat terlihat perbandingan suhu 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C pada suhu maksimal maupun terendah.

Penutup

Oven pengering model drum mampu mendistribusikan panas secara efektif terutama pada rentang suhu tinggi (80–90°C). Aliran udara awalnya bersifat laminar dan berubah menjadi turbulen dalam ruang oven, yang berpengaruh terhadap penyebaran panas. Simulasi memperlihatkan bahwa semakin tinggi suhu, semakin merata distribusi panas yang dihasilkan. Pada suhu rendah (50–60°C), distribusi panas kurang merata dan terkonsentrasi di bagian tertentu. Penyebab perbedaan distribusi bisa dipengaruhi oleh ruang yang kosong, waktu yang sama dengan kecepatan dan perilaku distribusi panas yang berbeda tiap rentang suhu, akan tetapi penggunaan efektivitas panas untuk pengeringan masih perlu di uji di lapangan dengan menggunakan media atau benda uji untuk menunjukkan kebutuhan suhu ideal, distribusi panas merata dan tingkat pengeringan secara menyeluruh. Grafik perubahan temperatur pada simulasi menunjukkan pola kenaikan yang konsisten pada seluruh variasi suhu. Penggunaan aplikasi *Solidwork* mampu melakukan menganalisis performa dan efisiensi pada desain oven model drum. Hasil ini dapat dijadikan referensi maupun optimalisasi penggunaan di lapangan.

Daftar Pustaka

- Al Kindi, A., & Purwanto, Y. (2018). Analisis distribusi udara panas pada sistem pengering menggunakan pendekatan simulasi CFD. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 19(2), 115–124.
- Asrate, A., Tadesse, M., & Alemu, S. (2025). Numerical evaluation of heat distribution in rotary drum dryers for agricultural products. *International Journal of Thermal Engineering*, 14(1), 22–34.
- Biksono, A., Santosa, H., & Widodo, B. (2022). Analisis turbulensi aliran udara pada ruang pengering tipe drum berbasis simulasi CFD. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 13(3), 201–210.
- Cebulski, T., & Cyklis, P. (2024). Application of CFD Simulation to the Design of an Innovative Drying Chamber. *Energies Journal*. MDPI, 17(13), 1-22.
- Damanik, R. (2019). Pengaruh desain geometri ruang pengering terhadap distribusi panas pada pengering konvektif. *Jurnal Ilmiah Energi dan Mesin*, 8(1), 45–54.
- Huda, M., & Saputro, R. (2021). Pengaruh konfigurasi inlet udara terhadap pola aliran dan pergerakan panas pada pengering bersuhu rendah. *Jurnal Mekanika dan Energi*, 7(2), 88–99.
- Lesmana, D. (2018). Kajian gradien suhu pada sistem pengering untuk peningkatan keseragaman panas. *Jurnal Teknologi Industri*, 12(3), 143–152.
- Liu, Q., Zhang, R., & Chen, X. (2023). Energy efficiency enhancement in industrial hot air ovens using CFD-based optimization. *Energy Conversion and Management*, 286, 117106.
- Mulyaningsih, N., Prasetyo, A., & Taufik, A. (2024). Studi kinerja pengering tipe drum untuk produk agroindustri. *Jurnal Teknologi Agroindustri*, 15(1), 55–64.
- Nurdin, S., Suryadi, A., & Hidayat, M. (2019). Analisis kelayakan mesin pengering keripik kentang. *Jurnal Teknologi Tepat Guna*, 5(2), 78–86.
- Rahman, A. (2020). Desain geometri internal pengering untuk peningkatan efisiensi perpindahan panas. *Jurnal Riset Rekayasa*, 9(2), 166–175.
- Saputra, I., Nugraha, R., & Lestari, S. (2020). Analisis performa pengering bersuhu rendah menggunakan simulasi CFD. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 5(2), 102–111.
- Tan, Y., & Liu, S. (2022). Geometrical modification approaches for improving airflow distribution in industrial dryers. *Applied Thermal Engineering*, 217, 119212.
- Wang, L., Zhou, Y., & Han, Q. (2025). Structural optimization of industrial drying chambers using advanced flow simulation. *Journal of Applied Thermal Sciences*, 19(1), 41–55.
- Zhu, H., Li, J., & Ma, Y. (2024). Integration of infrared heat pump technology and CFD analysis for high efficiency drying systems. *Drying Technology*, 42(5), 1101–1114.