

# **LAPORAN TUGAS AKHIR**

## **OPTIMASI RUMAH PENGERING TENAGA SURYA DENGAN METODE SIMULASI *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC* (CFD)**



**MUHAMMAD DIMASTRIA PUTRA**

**07.14.19.017**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI MEKANISASI PERTANIAN  
POLITEKNIK ENJINIRING PERTANIAN INDONESIA  
BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SDM PERTANIAN  
KEMENTERIAN PERTANIAN**

**2022**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**OPTIMASI RUMAH PENDING TENAGA SURYA DENGAN**  
**METODE SIMULASI *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC***  
**(CFD)**

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Ahli Madya Teknik (A.Md.T)

Disusun oleh:  
**Nama: Muhammad Dimastria Putra**  
**NIM: 07.14.19.017**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI MEKANISASI PERTANIAN**  
**POLITENIK ENJINIRING PERTANIAN INDONESIA (PEPI)**  
**BADAN PENYULUH DAN PENGEMBANGAN SDM PERTANIAN**  
**KEMENTERIAN PERTANIAN**

**2022**

## HALAMAN PENGESAHAN UJIAN TUGAS AKHIR

Judul Tugas Akhir : Optimasi Rumah Pengering Tenaga Surya Dengan Metode Simulasi *Computational Fluid Dynamic* (CFD)

Nama : Muhammad Dimastria Putra  
NIM : 07.14.19.017  
Program Studi : Teknologi Mekanisasi Pertanian  
Jenjang : Diploma Tiga (D III)

**Dinyatakan LULUS setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Laporan Tugas Akhir Program Studi DIII Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia (PEPI) Serpong.**

Serpong, .....Agustus 2022

- |                                    |              |
|------------------------------------|--------------|
| 1. Penguji I                       | Tanda Tangan |
| Dr. Mardison S, S.TP., M.Si        |              |
| NIP. 197793282005011003            | .....        |
| 2. Penguji II                      | Tanda Tangan |
| Athoillah Azadi, S.TP., M.T        |              |
| NIP. 1983102220110111007           | .....        |
| 3. Penguji III                     | Tanda Tangan |
| Dr. Enrico Syaefullah, S.TP., M.Si |              |
| NIP. 197304041999031002            | .....        |

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknologi Mekanisasi Pertanian  
Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia (PEPI)

Athoillah Azadi, S.TP., M.T  
NIP. 1983102220110111007

## **HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

Judul : OPTIMASI RUMAH PENDING TENAGA SURYA  
DENGAN METODE SIMULASI *COMPUTATIONAL  
FLUID DYNAMIC* (CFD)  
Nama : Muhammad Dimastria Putra  
NIM : 07.14.19.017  
Program Studi : DIII Teknologi Mekanisasi Pertanian  
Jenjang : Diploma Tiga (D3)

Menyetujui:

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Mardison S, S.TP., M.Si.  
NIP. 197703282005011003

Athoillah Azadi, S.TP., M.T.  
NIP. 1983102220110111007

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknologi Mekanisasi Pertanian  
Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia (PEPI)

Athoillah Azadi, S.TP., M.T  
NIP. 1983102220110111007

Direktur  
Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia (PEPI)

Dr. Muharfiza, S.TP., M.Si.  
NIP. 197911212008011007

Tanggal Lulus: Serpong, .....2022

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Dimastria Putra  
NIM : 07.14.19.017  
Judul : OPTIMASI RUMAH PENDING TENAGA SURYA  
DENGAN METODE SIMULASI *COMPUTATIONAL  
FLUID DYNAMIC* (CFD)

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini merupakan karya ilmiah hasil pemikiran sendiri secara orisinil dan saya susun secara mandiri dengan tidak melanggar kode etik hak karya cipta. Laporan Tugas Akhir ini juga bukan merupakan karya yang pernah di ajukan untuk memperoleh gelar akademik tertentu suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis di acu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari ternyata Laporan Tugas Akhir ini terbukti melanggar kode etik karya cipta atau merupakan karya yang dikategorikan mengandung unsur plagiarisme, maka saya bersedia untuk mempertanggungjawabkan sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan sesungguhnya.

Serpong, Agustus 2022  
Yang membuat pernyataan

Muhammad Dimastria Putra  
NIM. 07.14.19.017

# **OPTIMASI RUMAH PENGERING TENAGA SURYA DENGAN METODE SIMULASI *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC* (CFD)**

**Muhammad Dimastria Putra**

**Mahasiswa Program Studi Teknologi Mekanisasi Pertanian, Politeknik  
Enjiniring Pertanian Indonesia (PEPI)**

## **Abstrak**

Pengeringan kopi dengan sinar matahari memerlukan waktu yang sangat lama sehingga perancangan *greenhouse* pengering dengan bahan dasar polikarbonat dapat meningkatkan proses hingga dua kali lipat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang rumah pengering tenaga surya dan mengetahui sebaran suhu dengan menggunakan analisis *Computational Fluid Dynamic* (CFD). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah optimasi menggunakan Solidworks 2018 dan untuk analisis CFD menggunakan Solidworks *flow simulation* 2018. Perlakuan yang dilakukan sebanyak 5 (lima) skenario terhadap posisi dan jumlah kipas pembuang, serta 4 (empat) skenario tingkatan *tray* (lapis). Optimasi terdiri dari penentuan parameter pengeringan, pembuatan sketsa 2d, pemilihan material bahan, pembuatan gambar 3D, dan proses evaluasi desain menggunakan CFD. Berdasarkan hasil iterasi simulasi CFD menunjukkan bahwa keseragaman sebaran udara panas yang optimal terdapat pada skenario 1 *layer* 4 dengan posisi kipas buang dibawah tepatnya dibagian depan dekat pintu masuk sebanyak 2 (buah), dan dibawah tepatnya dibagian samping belakang kanan dan kiri masing-masing sebanyak 1 (buah). Pada skenario 1 *layer* 4 memiliki rata-rata suhu dalam ruangan 63,48 °C,  $\Delta T$  adalah 40,9 °C dan memiliki standar deviasi sebesar 3,20.

**Kata kunci:** Rumah pengering, pengeringan kopi, *Solidworks*, CFD

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang atas rahmat-Nya maka penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir dengan judul **“Optimasi Rumah Pengering Tenaga Surya Dengan Metode Simulasi *Computational Fluid Dynamic (CFD)*”**. Laporan ini diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam pengajuan kerja Praktik di Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia. Dalam penulisan laporan ini penulis merasa masih banyak kekurangan pada teknis penulisan maupun materi. Untuk itu kritik dan saran dari semua pihak sangat penulis harapkan demi penyempurnaan pembuatan laporan ini.

Dalam penulisan laporan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada pihak-pihak yang membantu dalam menyelesaikan proposal ini, khususnya kepada:

1. Bapak Dr. Muharfiza, S.TP, M.Si selaku Direktur Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia.
2. Bapak Dr. Mardison S, S.TP, M.Si. selaku dosen pembimbing I.
3. Bapak Athoillah Azadi, S.TP., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Mekanisasi Pertanian sekaligus pembimbing II.
4. Keluarga tercinta yang telah memberikan dorongan dan bantuan serta pengertian yang besar kepada penulis, baik selama mengikuti perkuliahan maupun dalam menyelesaikan laporan ini dan kepada seluruh teman – teman yang telah berkontribusi dalam penulisan laporan ini.

Akhirnya penulis berharap semoga Allah memberikan imbalan yang setimpal pada mereka yang telah memberikan bantuan, dan dapat menjadikan semua bantuan ini sebagai ibadah, Aamiin Yaa Robbal ‘Alamin.

Serpong, Juli 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                    | halaman |
|----------------------------------------------------|---------|
| KATA PENGANTAR .....                               | i       |
| DAFTAR ISI.....                                    | ii      |
| DAFTAR GAMBAR .....                                | iv      |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                               | vii     |
| BAB I. PENDAHULUAN .....                           | 1       |
| 1.1. Latar Belakang .....                          | 1       |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                         | 2       |
| 1.3. Batasan Masalah.....                          | 2       |
| 1.4. Tujuan.....                                   | 3       |
| 1.5. Manfaat.....                                  | 3       |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....                      | 4       |
| 2.1 Perancangan.....                               | 4       |
| 2.2 <i>Computer Aided Design (CAD)</i> .....       | 4       |
| 2.3 <i>Software Solidworks</i> .....               | 5       |
| 2.4 <i>Computational Fluid Dynamic (CFD)</i> ..... | 6       |
| 2.5 Pengeringan Buah Kopi.....                     | 9       |
| 2.6 Pengering Buatan .....                         | 10      |
| 2.7 <i>Solar Dryer</i> .....                       | 12      |
| 2.8 Polikarbonat.....                              | 14      |
| BAB III. METODE PELAKSANAAN .....                  | 15      |
| 3.1. Waktu dan Tempat .....                        | 15      |
| 3.2. Alat dan Bahan .....                          | 15      |
| 3.3. Metode Pelaksanaan .....                      | 15      |
| 3.4. Diagram Alir Perancangan .....                | 15      |
| 3.5. Tahapan Pelaksanaan .....                     | 15      |
| 3.5.1. Studi Literatur.....                        | 15      |
| 3.5.2. Pengambilan Data Primer dan Sekunder .....  | 16      |
| 3.5.3. Sketsa.....                                 | 16      |
| 3.5.4. Gambar 3D (Tiga Dimensi).....               | 16      |

|                                    |                                                                                                |    |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.5.5.                             | Simulasi Desain .....                                                                          | 16 |
| 3.5.6.                             | Perlakuan Simulasi .....                                                                       | 17 |
| 3.5.7.                             | Gambar Detail Komponen.....                                                                    | 20 |
| 3.5.8.                             | Penggabungan Bagian Gambar ( <i>Assembly Part</i> ) .....                                      | 20 |
| 3.5.9.                             | Pembuatan Gambar Kerja ( <i>Layout</i> ).....                                                  | 20 |
| 3.5.10.                            | Analisis .....                                                                                 | 20 |
| 3.5.11.                            | Pembuatan Laporan .....                                                                        | 20 |
| 3.6.                               | Asumsi Perhitungan Kapasitas .....                                                             | 21 |
| 3.6.1.                             | Perhitungan tumpukan biji kopi luasan 1 liter.....                                             | 21 |
| 3.6.2.                             | Perhitungan berat jenis biji kopi.....                                                         | 21 |
| 3.6.3.                             | Perhitungan luas rak pengering .....                                                           | 22 |
| 3.6.4.                             | Perhitungan berat biji kopi pada 1 tumpukan ( <i>1 layer</i> ).....                            | 22 |
| 3.6.5.                             | Perhitungan kapasitas biji kopi pada 1 (satu) rak pengering .....                              | 22 |
| 3.6.6.                             | Perhitungan kapasitas biji kopi pada pengering .....                                           | 23 |
| BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN ..... |                                                                                                | 24 |
| 4.1.                               | Parameter Perancangan Rumah Pengering Tenaga Surya.....                                        | 24 |
| 4.2.                               | Sketsa.....                                                                                    | 25 |
| 4.3.                               | Penentuan Jenis Bahan .....                                                                    | 25 |
| 4.4.                               | Gambar 3D .....                                                                                | 26 |
| 4.5.                               | Pembuatan Gambar Detail.....                                                                   | 26 |
| 4.6.                               | Evaluasi Desain .....                                                                          | 27 |
| 4.6.1.                             | Perhitungan Kapasitas .....                                                                    | 27 |
| 4.6.2.                             | Simulasi CFD .....                                                                             | 28 |
| 4.6.3.                             | Skenario Optimasi Desain Pengering Keseragaman Sebaran Udara<br>Panas Dengan Simulasi CFD..... | 29 |
| BAB V. PENUTUP.....                |                                                                                                | 53 |
| 5.1.                               | Kesimpulan.....                                                                                | 53 |
| 5.2.                               | Saran .....                                                                                    | 53 |
| DAFTAR PUSTAKA .....               |                                                                                                | 54 |
| LAMPIRAN.....                      |                                                                                                | 57 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                     |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|                                                                                                     | halaman |
| Gambar 2.1. <i>Computer Aided Design (CAD)</i> .....                                                | 5       |
| Gambar 2.2. <i>Software solidworks</i> .....                                                        | 6       |
| Gambar 2.3. <i>CFD Flow Simulation</i> .....                                                        | 7       |
| Gambar 2.4. Simulasi mesin pengering .....                                                          | 8       |
| Gambar 2.5. Pengering ERK-hybrid dan ISD terintegrasi.....                                          | 11      |
| Gambar 2.6. Oven listrik pengering kopi.....                                                        | 11      |
| Gambar 2.7. Pengering buatan <i>solar dryer</i> .....                                               | 12      |
| Gambar 2.8. <i>Solar dryer</i> sederhana .....                                                      | 12      |
| Gambar 2.9. <i>Solar home dryer tipe dome</i> .....                                                 | 13      |
| Gambar 2.10. Polikarbonat .....                                                                     | 14      |
| Gambar 3.11. Diagram alir perancangan .....                                                         | 15      |
| Gambar 3.12. Simulasi pada kondisi asli .....                                                       | 17      |
| Gambar 3.13. Banyaknya baris rak jemur.....                                                         | 17      |
| Gambar 3.14. (a) skenario 1, (b) skenario 2, (c) skenario 3, (d) skenario 4, (e)<br>skENARIO 5..... | 18      |
| Gambar 3.15. Alamat titik suhu pada ruang pengering .....                                           | 19      |
| Gambar 3.16. (a) kubus, (b) ilustrasi tumpukan biji kopi .....                                      | 21      |
| Gambar 3.17. Berat jenis biji kopi .....                                                            | 21      |
| Gambar 3.18. Rak pengering .....                                                                    | 22      |
| Gambar 3.19. Tinggi rak pengering .....                                                             | 22      |
| Gambar 4.20. Rumah pengering tenaga surya .....                                                     | 24      |
| Gambar 4.21. Skenario pengeringan.....                                                              | 24      |
| Gambar 4.22. Sketsa rumah pengering tenaga surya .....                                              | 25      |
| Gambar 4.23. Busa XPS ( <i>extruded polystyrene</i> ) .....                                         | 26      |
| Gambar 4.24. Desain rumah pengering tenaga surya .....                                              | 26      |
| Gambar 4.25. Simulasi CFD asli .....                                                                | 28      |
| Gambar 4.26. Posisi kipas buang skenario 1.....                                                     | 29      |
| Gambar 4.27. Skenario 1 <i>layer 1 arrow and cut plot</i> .....                                     | 29      |
| Gambar 4.28. Seknario 1 <i>layer 1</i> (a) tabel titik suhu, (b) alamat titik suhu .....            | 30      |

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.29. Skenario 1 <i>layer 2 arrow and cut plot</i> .....                           | 30 |
| Gambar 4.30. Skenario 1 <i>layer 2</i> (a) tabel titik suhu, (b) alamat titik suhu.....   | 31 |
| Gambar 4.31. Skenario 1 <i>layer 3 arrow and cut plot</i> .....                           | 31 |
| Gambar 4.32. Skenario 1 <i>layer 3</i> (a) tabel titik suhu, (b) alamat titik suhu.....   | 32 |
| Gambar 4.33. Skenario 1 <i>layer 4 arrow and cut plot</i> .....                           | 32 |
| Gambar 4.34. Skenario 1 <i>layer 4</i> (a) tabel titik suhu, (b) alamat titik suhu.....   | 33 |
| Gambar 4.35. Posisi kipas buang skenario 2.....                                           | 33 |
| Gambar 4.36. Skenario 2 <i>layer 1 arrow and cut plot</i> .....                           | 34 |
| Gambar 4.37. Skenario 2 <i>layer 1</i> (a) tabel titik suhu, (b) alamat titik suhu.....   | 34 |
| Gambar 4.38 Skenario 2 <i>layer 2 arrow and cut plot</i> .....                            | 35 |
| Gambar 4.39 Skenario 2 <i>layer 2</i> (a) tabel titik suhu, (b) alamat titik suhu.....    | 35 |
| Gambar 4.40 Skenario 2 <i>layer 3 arrow and cut plot</i> .....                            | 36 |
| Gambar 4.41. Skenario 2 <i>layer 3</i> , (a) tabel titik suhu, (b) alamat titik suhu..... | 36 |
| Gambar 4.42. Skenario 2 <i>layer 4 arrow and cut plot</i> .....                           | 37 |
| Gambar 4.43. Skenario 2 <i>layer 4</i> (a) tabel titik suhu, (b) alamat titik suhu.....   | 37 |
| Gambar 4.44. Posisi kipas buang skenario 3.....                                           | 38 |
| Gambar 4.45. Skenario 3 <i>layer 1 arrow and cut plot</i> .....                           | 38 |
| Gambar 4.46. Skenario 3 <i>layer 1</i> , (a) tabel titik suhu, (b) alamat titik suhu..... | 38 |
| Gambar 4.47. Skenario 3 <i>layer 2 arrow and cut plot</i> .....                           | 39 |
| Gambar 4.48. Skenario 2 <i>layer 2</i> , (a) tabel titik suhu, (b) alamat titik suhu..... | 39 |
| Gambar 4.49. Skenario 3 <i>layer 3 arrow and cut plot</i> .....                           | 40 |
| Gambar 4.50. Skenario 2 <i>layer 3</i> , (a) tabel titik suhu, (b) alamat titik suhu..... | 40 |
| Gambar 4.51. Skenario 3 <i>layer 4 arrow and cut plot</i> .....                           | 41 |
| Gambar 4.52. Skenario 3 <i>layer 4</i> , (a) tabel titik suhu, (b) alamat titik suhu..... | 41 |
| Gambar 4.53. Posisi kipas buang skenario 4.....                                           | 42 |
| Gambar 4.54. Skenario 4 <i>layer 1 arrow and cutplot</i> .....                            | 42 |
| Gambar 4.55. Skenario 4 <i>layer 1</i> (a) tabel titik suhu, (b) alamat titik suhu.....   | 43 |
| Gambar 4.56. Skenario 4 <i>layer 2 arrow and cut plot</i> .....                           | 43 |
| Gambar 4.57. Skenario 4 <i>layer 2</i> , (a) data suhu, (b) titik suhu .....              | 44 |
| Gambar 4.58. Skenario 4 <i>layer 3 arrow and cut plot</i> .....                           | 44 |
| Gambar 4.59. Skenario 4 <i>layer 3</i> , (a) data suhu, (b) titik suhu .....              | 45 |
| Gambar 4.60. Skenario 4 <i>layer 4 arrow and cut plot</i> .....                           | 45 |

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.61. Skenario 4 <i>layer</i> 4, (a) data suhu, (b) titik suhu .....         | 46 |
| Gambar 4.62. Posisi kipas buang skenario 5.....                                     | 46 |
| Gambar 4.63. Skenario 5 <i>layer</i> 1 <i>arrow and cut plot</i> .....              | 47 |
| Gambar 4.64. Skenario 5 <i>layer</i> 1, (a) data suhu, (b) titik suhu .....         | 47 |
| Gambar 4.65. Skenario 5 <i>layer</i> 2 <i>arrow and cut plot</i> .....              | 48 |
| Gambar 4.66. Skenario 5 <i>layer</i> 1, (a) data suhu, (b) titik suhu .....         | 48 |
| Gambar 4.67. Skenario 5 <i>layer</i> 3 <i>arrow and cut plot</i> .....              | 49 |
| Gambar 4.68. Skenario 5 <i>layer</i> 3, (a) data suhu, (b) titik suhu .....         | 49 |
| Gambar 4.69. Skenario 5 <i>layer</i> 4 <i>arrow and cut plot</i> .....              | 50 |
| Gambar 4.70. Skenario 5 <i>layer</i> 4, (a) data suhu, (b) titik suhu .....         | 50 |
| Gambar 4.71. Data akhirs sampel .....                                               | 51 |
| Gambar 4.72. (a) posisi kipas buang skenario 1, (b) <i>arrow and cut plot</i> ..... | 51 |
| Gambar 4.73. tabel titik suhu dan alamat titik suhu.....                            | 51 |
| Gambar 4.74. Isometrik skenario 1 <i>layer</i> 4.....                               | 52 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                               | halaman |
|---------------------------------------------------------------|---------|
| Lampiran 1. Perhitungan kapasitas pengeringan biji kopi ..... | 57      |
| Lampiran 2. Isometrik rumah pengering tenaga surya.....       | 60      |
| Lampiran 3. PLT rumah pengering tenaga surya.....             | 61      |
| Lampiran 4. Isometrik rangka utama .....                      | 62      |
| Lampiran 5. Isometrik rangka utama .....                      | 63      |
| Lampiran 6. Part rangka utama .....                           | 64      |
| Lampiran 7. Isometrik rak pengering.....                      | 65      |
| Lampiran 8. PLT rak pengering.....                            | 66      |
| Lampiran 9. Part rak pengering.....                           | 67      |
| Lampiran 10. Isometrik panel surya.....                       | 68      |
| Lampiran 11. PLT panel surya.....                             | 69      |
| Lampiran 12. Part panel surya .....                           | 70      |
| Lampiran 13. PLT kipas buang.....                             | 71      |

## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pengeringan komoditas pertanian umumnya terbagi menjadi 2 (dua) yakni secara mekanis (dengan mesin) dan alami (dengan sinar matahari). Penggunaan sumber daya sangat mempengaruhi biaya operasional dan lokasi pengeringan, pengeringan mekanis menggunakan bahan bakar solar atau bensin sebagai sumber daya utamanya, sedangkan pengeringan alami menggunakan sinar matahari. Lokasi pengeringan atau kebun yang terpelosok tidak memungkinkan untuk menggunakan pengeringan mekanis karena dapat terkendala dengan sumber bahan bakar yang mungkin sangat jauh dengan lokasi pengeringan, sehingga memungkinkan untuk menggunakan pengeringan alami dengan sinar matahari, namun pengeringan alami dengan sinar matahari perlu di kembangkan dengan teknologi agar proses pengeringan higienis dan maksimal. Salah satu teknologi pengeringan dengan sumber daya sinar matahari adalah *solar dryer*.

Kopi merupakan salah satu dari komoditas ekspor terbesar di Indonesia. Jumlah produksi kopi setiap tahunnya selalu meningkat sebagai upaya pengembangan produksi komoditas kopi. Jenis kopi yang terkenal di Indonesia adalah kopi robusta (*Coffea canephora*) dan arabika (*Coffea arabica*). Rata-rata produksi kopi di Jawa Barat pada tahun 2014 - 2018 mencapai 9,736 ton untuk kopi arabika dan 8,1 ton untuk kopi robusta (Dinas Perkebunan Jawa Barat, 2018). Salah satu komoditas pertanian yang tumbuh pada dataran tinggi ialah buah kopi. Proses pengeringan merupakan salah satu tahapan pasca panen yang sangat kritis karena dapat mempengaruhi kualitas biji kopi sehingga dapat menyebabkan nilai tawar harga kopi menjadi rendah (Agustina, *et al.*, 2016).

Pada musim panen, para petani kesulitan untuk melakukan proses pengeringan biji kopi setelah dilakukan proses pengupasan kulit buah (*pulping*). Proses pengeringan biji kopi membutuhkan waktu cukup lama untuk mendapatkan kadar air kopi 12%. Selama proses pengeringan tersebut dilakukan pembalikan-pembalikan dan membutuhkan waktu 2 – 3 minggu. Petani membutuhkan lahan penjemuran yang sangat luas agar seluruh kopi yang dipanen dapat dijemur. Beberapa petani kopi bahkan terpaksa harus menyewa lahan penjemuran yang dapat menambah biaya pengolahan. Beberapa petani terpaksa harus menahan buah kopi yang telah dipanen di gudang untuk menunggu

tersedianya lantai penjemuran. Hal ini dapat mempengaruhi kualitas biji kopi karena resiko kerusakan biji kopi ataupun perubahan fisiologis biji kopi. (Novita, *et al.*, 2013)

Pengembangan *solar dryer* sudah dilakukan namun sejauh ini masih jarang ditemukan perancangan dan simulasi dengan *software* dan hanya berdasarkan pengalaman, sehingga diperlukan perancangan dengan *Computer Aided Design* (CAD) untuk di analisa proses pengeringannya. Rancang adalah kegiatan yang memiliki tujuan untuk mendesain sistem baru yang dapat menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi perusahaan yang diperoleh dari pemilihan alternatif sistem yang terbaik (Sutabri, 2016).

Sebelum dilakukan proses pabrikasi, diperlukan analisis yang bertujuan untuk mengoptimalkan kerja mesin pengering dan aliran fluida di ruang pengering yang menyebar keseluruh bagian dalam mesin agar lebih efisien dan efektif (Nababan, 2018). Analisis yang dilakukan dalam perancangan mesin pengering yaitu *Computational Fluid Dynamics* (CFD) untuk mengetahui desain terbaik dalam proses perancangan mesin pengeringan agar proses pengeringan nantinya dapat beroperasi secara maksimal. Perancangan suatu peralatan kerja dengan berdasarkan data antropometri pemakainya bertujuan untuk mengurangi tingkat kelelahan kerja, meningkatkan performansi kerja dan meminimasi potensi kecelakaan kerja. (Mustafa, 1992)

Dalam pembuatan ataupun perancangan rumah pengering bertenaga surya perlu dilakukan secara sistematis dengan melakukan perancangan dan simulasi CFD untuk meminimalisir biaya eksperimen dan pengujian seperti distribusi aliran udara panas, posisi kipas pembuang dan kapasitas. Perancangan dan simulasi yang dilakukan menggunakan *software Solidworks 2018*.

## **1.2. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana cara merancang rumah pengering tenaga surya?
2. Bagaimana sebaran suhu pada ruang pengering?

## **1.3. Batasan Masalah**

1. Perancangan rumah pengering hanya mencakup optimasi kapasitas dan simulasi posisi kipas pembuang
2. Mengetahui sebaran suhu optimal pada ruang pengering dengan metode simulasi CFD

#### **1.4. Tujuan**

1. Membuat desain rancangan rumah pengering tenaga surya.
2. Melakukan simulasi sebaran suhu ruang pengering dengan CFD

#### **1.5. Manfaat**

1. Mengetahui perancangan struktur dari rumah pengering tenaga surya.
2. Mengetahui parameter teknis dalam merancang rumah pengering tenaga surya.
3. Mengetahui sebaran suhu optimal pada ruangan pengering melalui simulasi CFD.
4. Dapat menjadi bahan evaluasi dan parameter desain dalam pembuatan rumah pengering.
5. Dapat menjalin hubungan yang baik dengan PT. Giat Mukti Selaras dalam bentuk edukasi maupun pekerjaan di bidang enjiniring pertanian.

## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

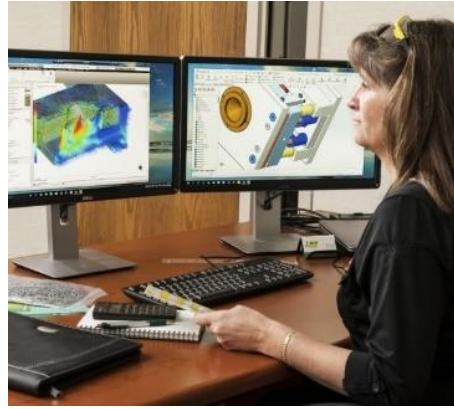
### 2.1 Perancangan

Perancangan adalah kegiatan awal dari suatu rangkaian dalam proses pembuatan produk. Tahap perancangan tersebut dibuat keputusan-keputusan penting yang mempengaruhi kegiatan-kegiatan lain yang menyusulnya. Perancangan dan pembuatan produk adalah dua kegiatan yang penting, artinya rancangan hasil kerja perancang tidak ada gunanya jika rancangan tersebut tidak dibuat. Sebaliknya pembuat tidak dapat merealisasikan benda teknik tanpa terlebih dahulu dibuat gambar rancangannya (Darmawan, 2004).

Kegiatan perancangan dalam bidang teknik yang dilakukan oleh para ahli teknik (insinyur) selama ini telah mampu meningkatkan kesejahteraan dan kualitas hidup manusia baik dalam bentuk peningkatan kesehatan fisik masyarakat, kemakmuran dalam hal materi dan memudahkan manusia untuk melakukan aktivitasnya. Hasil perancangan insinyur ini terdapat dalam berbagai bentuk produk dan jasa. Dengan demikian perancangan dalam bidang teknik atau engineering design selanjutnya dapat didefinisikan sebagai “Rangkaian kegiatan iteratif yang mengaplikasikan berbagai teknik dan prinsip-prinsip *scientific* yang bertujuan untuk mendefinisikan peralatan, proses, atau sistem secara detail sehingga dapat direalisasikan”. *Mechanical design* dapat merupakan perancangan “sesuatu” atau “sistem” dari “*mechanical nature*” seperti mesin, komponen, struktur, peralatan, instrumentasi, dan lain-lain. Dalam *scope* yang lebih spesifik *machine design* adalah kegiatan yang berhubungan dengan “penciptaan (*creation*)” permesinan yang dapat melakukan fungsinya dengan baik, aman, dan andal. (sumber: <https://123dok.com/>)

### 2.2 Computer Aided Design (CAD)

CAD merupakan sebuah teknologi yang berkaitan dengan penggunaan sistem komputer untuk membantu proses pembuatan, modifikasi, analisis, dan optimasi desain. (P, Groover & Zimmers Jr, 1997)



Gambar 2.1. *Computer Aided Design (CAD)*  
(sumber: <https://www.pegasusaerogroup.com/>)

CAD adalah suatu program aplikasi komputer, di mana fungsinya sebagai alat bantu penggambaran dan perencanaan. Fungsi CAD selain menggambar juga berfungsi untuk membantu kita dalam hal merancang (mendesain) dengan komputer. (sumber: <http://repositori.kemdikbud.go.id/>)

CAD digunakan untuk merancang dan mengembangkan produk, yang bisa dengan baik digunakan oleh pemakai akhir atau lanjutan. CAD juga secara ekstensif digunakan dalam perancangan berbagai alat dan perlengkapan yang digunakan di dalam komponen-komponen manufaktur. CAD digunakan untuk menggambar dan merancang semua tipe bangunan, dari tipe rumah kecil sampai ke tipe bangunan besar komersil dan industri seperti rumah sakit dan pabrik. CAD digunakan melalui proses teknik dari perancangan konseptual dan layout, melalui rekayasa dan analisis komponen untuk mendefinisikan metode manufaktur. (Ningsih, 2005)

### 2.3 *Software Solidworks*

*Solidworks* adalah program pemodelan yang berbasis fitur parametrik, maksudnya semua objek dan hubungan antar geometrik dapat dimodifikasi kembali meskipun geometriknya sudah jadi tanpa perlu mengulang lagi dari awal. Bagian (*Part*) adalah sebuah objek 3D yang terbentuk dari *extrude feature*, sebuah *part* bisa menjadi sebuah komponen pada suatu drawing. *Base feature* merupakan *feature* yang pertama kali dibuat, dari 2d *sketch* menjadi 3d *sketch*. “*Assembly*” adalah sebuah langkah dimana *parts*, *feature* dan *assembly* lain (*Sub Assembly*) dipasangkan/ disatukan Bersama, sehingga menjadi suatu bagian alat mesin atau bangunan yang utuh. (Jeffri, 2019)



Gambar 2.2. *Software solidworks*

(sumber: <https://tekno.sindonews.com/>)

Penggunaan perangkat lunak *software Solidworks* dalam proses pemodelan dapat meningkatkan kualitas dan produktivitas desainer. *Software Solidworks* sangat membantu dalam sebuah proses desain, menganalisa data, membuat perhitungan dan membangun pemodelan nyata dalam bentuk 3D (3 dimensi) dengan cepat dan efisien dari desain yang diproyeksikan, serta apabila diperlukan perubahan dimensi dari suatu desain itu sendiri dapat dilakukan dengan cepat tanpa harus mendesain ulang. Sebelum melakukan proses pemodelan *part design*, desainer diharapkan memperoleh informasi tentang produk yang akan didesain. Informasi-informasi tersebut dapat berupa dimensi, berat, sketsa, volume, material produk yang akan di desain dan informasi lainnya akan tentunya menunjang proses desain produk tersebut. (Purwanto, 2017)

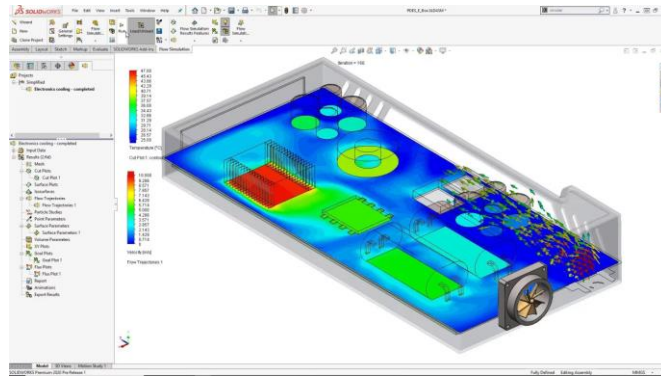
#### **2.4 Computational Fluid Dynamic (CFD)**

Menurut Ambarita (2011), CFD merupakan cabang dari mekanika fluida yang digunakan untuk menganalisis elemen elemen fluida untuk dibuat menjadi suatu simulasi, dalam prosesnya proses simulasi menggunakan CFD ini akan selesai dengan cepat dan akurat. CFD menganalisis sistem aliran fluida, panas dan fenomena lain seperti reaksi kimia yang menggunakan simulasi berbasis komputer dengan menyelesaikan persamaan-persamaan matematika yang menjelaskan mengenai hukum-hukum konversi massa, momentum dan energi (Tuakia, 2008).

Ferrua dan Singh (2009) telah melakukan uji fungsional untuk melihat suhu dan aliran udara dalam pengering dan mampu menjadi acuan dalam proses pembuatan mesin pengering. CFD bisa digunakan sebagai penentu jenis pengering yang terbaik dalam proses desain untuk proses selanjutnya yaitu manufaktur seperti rancangbangun

mesin pengering kabinet dengan sirip dalam dan tanpa sirip dihasilkan bahwa pengering dengan sirip menghasilkan penyebaran suhu yang lebih seragam (Sulistiono, 2021).

Dalam menyelesaikan proses pemodelan menggunakan fluida harus menentukan terlebih dahulu tujuan pemodelan, pemilihan model komputasi, pemilihan model fisik dan penentuan prosedur simulasinya.



Gambar 2.3. CFD Flow Simulation  
(sumber: <https://www.goengineer.com>)

#### 2.4.1 Manfaat CFD

Menurut Tuakia (2008) ada tiga hal yang membuat simulasi CFD sangat bermanfaat pada proses rancangbangun yaitu:

1. **Insight**, pemahaman mendalam ketika melakukan desain pada sebuah sistem atau alat yang sulit untuk dibuat *prototype*-nya atau sulit untuk dilakukan pengujian, analisis CFD dapat menjelaskan secara virtual ke dalam alat/sistem yang akan dirancang tersebut.
2. **Foresight**, prediksi menyeluruh membuat CFD akan memprediksi apa yang akan terjadi pada mesin, dan CFD dapat mengubah-ubah variasi kondisi batas tergantung pada perancang.
3. **Efisiensi**, mengenai waktu dan biaya didapatkan untuk mempersingkat waktu dan penghematan biaya.

#### 2.4.2 Proses Simulasi CFD

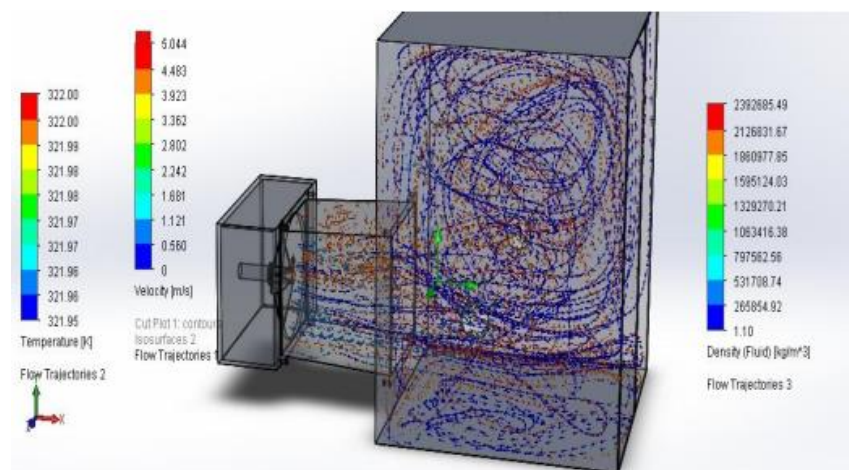
CFD adalah suatu metode analisis sistem yang meliputi aliran fluida, pindah panas dan massa, serta fenomena lain (seperti reaksi kimia, aliran rokok, aliran partikel dsb) dengan menggunakan simulasi berbasis komputer. Metode CFD ini dapat menganalisis dan memprediksi simulasi distribusi pola aliran udara dan temperatur di dalam maupun diluar pada suatu bangunan agar menghasilkan aliran udara dan suhu yang baik atau dapat di terima dalam merancang suatu bangunan sesuai dengan biaya murah dan waktu yang relatif singkat dibandingkan dengan metode eksperimen. (Suhendra, 2009)

Menurut Tuakia (2008) menjelaskan ada tiga tahapan dalam proses simulasi menggunakan CFD yaitu:

1. **Preprocessing**, merupakan tahap awal dalam menganalisis sebuah model CFD, hal ini dilakukan dengan membuat model awal bagian geometri dalam aplikasi *Computer Aided Design* (CAD), kemudian menerapkan kondisi batas fluidanya.
2. **Solver**, merupakan proses pemecahan dalam CFD secara matematika melalui analisis numerik tiga dimensi dengan metode volume hingga melalui memisalkan variabel-variabel aliran yang belum diketahui ke dalam fungsi-fungsi sederhana, diskretisasi dengan cara menggantikan pemisalan tadi menjadi persamaan aliran atur dan menguraikan persamaan matematis tersebut dan menyelesaikan persamaan matematis tersebut dengan metode literasi (membuat sebuah tebakan nilai variabel-variabel dan terus dilakukan sampai selisih antara ruas kiri dengan ruas kanan persamaan mendekati nol). (Suhendra, 2009) Pada proses ini adalah proses inti dimana aplikasi CFD menghitung kondisi-kondisi yang diterapkan pada saat *preprocessing*.
3. **Post Processing**, Pada tahap ini merupakan tahap terakhir yaitu tahapan untuk mengorganisasi dan menginterpretasi data hasil simulasi CFD yang biasa berupa kurva, gambar, dan animasi.

#### 2.4.3 CFD pada Mesin Pengering

Nababan (2018) melakukan analisis CFD pada mesin pengering pakaian yang menggunakan *solidworks* dan mendapatkan hasil simulasi berupa kontur suhu, kecepatan aliran fluida, serta panas spesifik dari saluran masuk kondensor menuju saluran keluar mesin pengering.



Gambar 2.4. Simulasi mesin pengering (Nababan, 2018)

Castaño-Rodríguez *et al* (2018) melakukan perbandingan terhadap posisi *tray* pengering dan didapatkan hasil bahwa arah aliran udara merupakan faktor yang relevan dalam desain sistem pengeringan udara panas karena hubungannya dengan turbulensi aliran udara, dan dihasilkan bahwa pada rancangan mesin pengering terbaik adalah dengan *outlet* di kedua sisinya hal tersebut dikarenakan *velocity* dan suhunya seragam.

## 2.5 Pengeringan Buah Kopi

Kopi merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang sudah lama dibudidayakan dan memiliki nilai ekonomis yang lumayan tinggi. Kopi berasal dari Afrika, yaitu daerah pegunungan di Etopia. Namun, kopi sendiri baru dikenal oleh masyarakat dunia setelah tanaman tersebut dikembangkan di luar daerah asalnya, yaitu Yaman di bagian selatan Arab (Hamni, 2013). Berikut adalah jenis-jenis kopi:

### 1. Arabika

Nama ilmiah kopi arabika adalah *coffea arabica*. Carl Linnaeus, ahli botani asal Swedia, menggolongkannya ke dalam keluarga *Rubiaceae* genus *Coffea*. Sebelumnya tanaman ini sempat diidentifikasi sebagai *Jasminum arabicum* oleh seorang naturalis asal Perancis. Kopi arabika diduga sebagai spesies hibrida hasil persilangan dari *Coffea eugenioides* dan *Coffea canephora* (Hamni, 2013).

### 2. Robusta

Kopi robusta ditemukan pertama kali di Kongo pada tahun 1898 oleh ahli botani dari Belgia. Robusta merupakan tanaman asli Afrika yang meliputi daerah Kongo, Sudan, Liberia, dan Uganda. Robusta mulai dikembangkan secara besar-besaran di awal abad ke-20 oleh pemerintahan kolonial Belanda di Indonesia. Kopi jenis ini memiliki sifat lebih unggul dan sangat cepat berkembang, oleh karena itu jenis ini lebih banyak dibudidayakan oleh petani kopi di Indonesia. idealnya ditanam pada ketinggian 400-800 mdpl. Suhu rata-rata yang dibutuhkan tanaman ini sekitar 26°C dengan curah hujan 2000-3000 mm per tahun. Tanaman ini tumbuh dengan baik pada tanah yang memiliki tingkat keasaman (pH) sekitar 5-6,5 (Panggabean, 2011).

Pengeringan menggunakan *solar dryer* berbahan dasar *polycarbonat* mampu mengeringkan kopi dengan kadar air awal 52% selama 2 hari dan dibandingkan dengan penjemuran dengan matahari biasa memiliki waktu yang lebih lama 2x lipat yaitu selama 4 hari dengan kadar air yang sama (Janjai *et al.*, 2011).

Pengeringan merupakan metode pengawetan yang sudah cukup lama ada di dunia ini. Makanan kering merupakan olahan pangan yang dikeringkan oleh alat sederhana dengan tujuan untuk diawetkan serta mengurangi kadar air yang ada pada pangan tersebut. Dengan dikeringkan, kualitas bahan pangan akan mengikat dan organisme pembusuk tidak akan tumbuh pada bahan pangan tersebut. Untuk menghasilkan pengeringan yang baik, temperatur yang digunakan untuk pengeringan sebesar 140-160 °F (60-70 °C) (Singh *et al.*, 2016).

## 2.6 Pengering Buatan

Sistem pengeringan secara buatan dilakukan dengan alat pengering yang membutuhkan waktu lebih singkat di bandingkan dengan cara alami. Alat pengering yang dilakukan pada perkebunan besar adalah mesin pengering otomatis dan rumah pengering. Prinsip pengeringan mekanis ini adalah pemanasan kopi melalui udara atau uap panas di dalam ruang tertutup. (Aak, 1980).

Pengeringan buatan dilakukan dengan menggunakan pemanasan dari hasil pembakaran. Media udara dihembus melalui pemanas atau kontak langsung ke produk yang dikeringkan. Pemanasan udara dapat dilakukan secara langsung (*direct*) dan tidak langsung (*indirect*). Pada dasarnya, pengeringan mekanis dibedakan menjadi dua macam yaitu sistem batch (*batch system*) dan sistem kontinyu (*continuous system*). Pada sistem *batch*, bijian dikeringkan dalam suatu wadah dan kontak antara bijian dengan udara pengering lama/berulang kali. Pada sistem kontinyu, bijian mengalir secara kontinyu dan kontak dengan udara pengering hanya sekali saat bijian berada pada kolom/zona pengeringan saja. (sumber: <https://teknik-pengeringan.tp.ugm.ac.id/>)

*Solar Dryer* adalah salah satu jenis alat pengering buatan yang telah banyak digunakan oleh *home industry*. Penggunaan alat ini dikatakan sangat ekonomis karena menggunakan tenaga matahari langsung dan tidak menggunakan listrik walaupun ada beberapa *solar dryer* yang menggunakan kipas sebagai penghantar panas dari *solar collector*. *Solar dryer* sangat direkomendasikan untuk pengeringan dalam skala *home industry* dikarenakan alat yang ekonomis dan higienis. Bahan pangan tidak akan kontak langsung dengan udara dikarenakan bahan pangan diletakkan dalam tempat yang nantinya akan dialiri udara panas kedalam ruangan. Hal tersebut mencegah terjadinya kontaminasi dari debu, asap kendaraan, maupun hewan pengganggu. (sumber: <https://teknik-pengeringan.tp.ugm.ac.id/>)

Sumber energi surya dan biomassa merupakan sumber-sumber energi terbarukan yang sangat potensial untuk maksud tersebut. Salah satu tipe pengering berenergi surya yang telah dikembangkan adalah pengering tipe Efek Rumah Kaca (ERK) (Kamaruddin, 1993). Pengering ini merupakan struktur terintegrasi antara kolektor surya dengan wadah produk pengeringan. Untuk menjamin kontinuitas operasi, pengering ini juga mengandalkan energi biomassa sebagai sumber energi termal lainnya sehingga pengering ini dapat disebut sebagai pengering ERK-*hybrid*.



Gambar 2.5. Pengering ERK-*hybrid* dan ISD terintegrasi  
(sumber: <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/8259>)

Alternatif pengeringan lainnya, pengeringan kopi dapat dilakukan dengan mesin pengering oven dengan sumber energi listrik. Namun, pemakaian oven menggunakan listrik akan menambah biaya petani karena kondisi saat ini harga listrik PLN dari fosil semakin mahal yaitu 169/kWh. Disisi lain, pemerintah Indonesia secara resmi mendorong penggunaan energi terbarukan dimana target pemerintah dalam penggunaan energi nasional sebesar 23% bersumber dari energi baru terbarukan (EBT) pada tahun 2025 Kebijakan Energi Nasional (KEN) Kementerian ESDM pada 10 Juni 2020.



Gambar 2.6. Oven listrik pengering kopi  
(sumber: <https://www.indotrading.com/>)

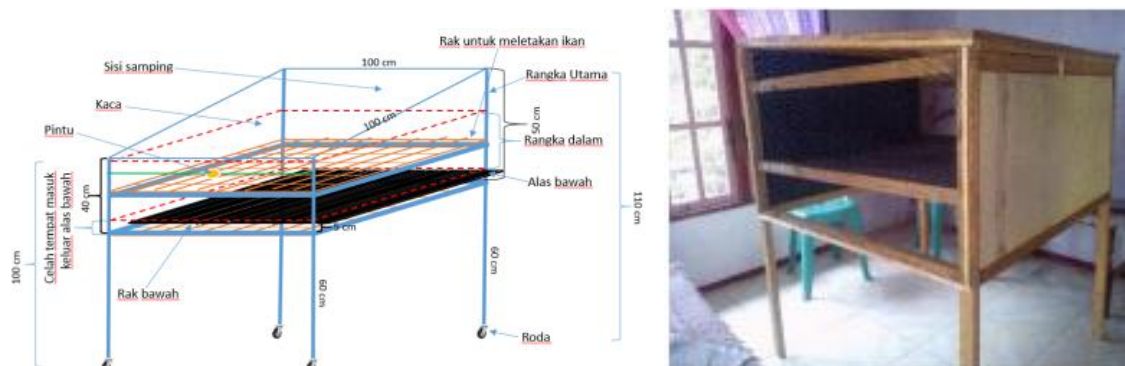
Untuk mengurangi biaya produksi kopi pada petani dilaksanakan program penerapan alat *solar dryer dome* yang menggunakan sumber energi panas dari matahari dan tidak membutuhkan listrik. Pengering terbuat dari bahan *Polycarbonate roof* berukuran 4x2 m. Kapasitas pengeringan 100 kwintal. Diharapkan dapat mengeringkan buah kopi, dan biji kopi basah selama kurang lebih 14-20 hari. Di dalam alat pengering dilengkapi dengan pengontrol temperature dan kelembapan. *Blower* yang dihubungkan dengan panel surya untuk mempercepat pengeringan. (Kusmayati, *et al.*, 2021).



Gambar 2.7. Pengering buatan *solar dryer* (Kusmayati, *et al.*, 2021)

## 2.7 Solar Dryer

*Solar dryer* adalah alat pengering manual yang sumber panasnya berasal dari matahari, di desain untuk penggunaan sumber panas lainnya. *Solar dryer* diciptakan berawal dari kurang higienisnya proses pengeringan manual (penjemuran) oleh masyarakat sehingga produk-produk yang dikeringkan tidak higienis. Sistem kerja *solar dryer* adalah menyerap panas kemudian panas yang dihasilkan akan menguapkan air bebas yang terdapat dalam bahan pangan. (Rieuwpassa, *et al.*, 2019)



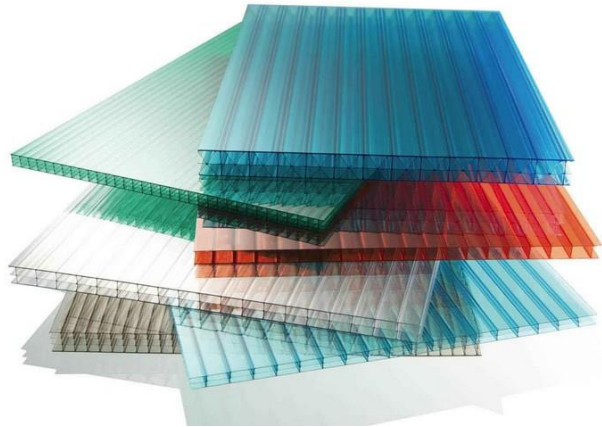
Gambar 2.8. *Solar dryer* sederhana (Rieuwpassa, *et al.*, 2019)

*Solar dryer tipe dome* merupakan kubah dengan inkubator ruangan tertutup seperti green house, dan sekilas mirip dengan *solar tunnel*. Bedanya adalah, greenhouse dan solar tunnel biasanya masih menggunakan bahan PET untuk penutup bangunan. Sementara solar dryer dome menggunakan bahan *polycarbonate*. Ketahanan *polycarbonate* yang mampu bertahan hingga 10 tahun menjadi pilihan yang menarik ketimbang bahan PET yang mudah sekali rusak. Sebagai alternatif pengeringan komoditas pertanian digunakan mesin pemanas. Metode pengeringan antara lain oven pengering, *box dryer*, *vertical dryer*, dan *rotary dryer*. Semuanya mempunyai kesamaan, yaitu kebutuhan bahan bakar yang cukup tinggi dan tersedia listrik dari perusahaan listrik negara. Selain itu ketersediaan bahan bakar dan listrik di daerah tidak merata. Untuk itu saat ini tersedia alternatif yang lebih baik, memanfaatkan sumber energi matahari yang tidak terbatas dan efektif, yaitu *solar dryer dome*. (sumber: <http://dispertan.cilacapkab.go.id/>)



Gambar 2.9. *Solar home dryer tipe dome*  
(sumber: <http://dispertan.cilacapkab.go.id/>)

## 2.8 Polikarbonat



Gambar 2.10. Polikarbonat  
(sumber: <https://www.dekoruma.com/>)

Menurut Felixon (2011), polikarbonat merupakan jenis plastik terkemuka dengan lapisan tembus pandang yang bisa mencapai ketebalan 5cm. Bahan sitesis ini merupakan hasil reaksi antara *bisphenol A* dengan *phosgene* (*carbonyl dichloride*,  $COCL_2$ ).

Polikarbonat merupakan sala satu jenis plastik yang berkembang pesat di bidang arsitektur. Pemanfaatan material ini sudah mulai menggantikan fungsi kaca pada banyak aplikasi karena memiliki banyak keunggulan terutama ringan dan tahan benturan namun polikarbonat juga memiliki kelemahan yakni tidak tahan terhadap goresan dan bahan kimia (Sari, 2008).

Janjai dan Keawprasert (2006) polikarbonat memiliki nilai untuk radiasi termal panjang gelombang panjang, plat polikarbonat memiliki transmitansi sekitar 0,2. Transmitansi untuk panjang gelombang pendek dan panjang panjang gelombang menunjukkan bahwa plat polikarbonat memiliki sifat optik untuk penciptaan efek rumah kaca. Kedua, pelat polikarbonat memiliki termal rendah konduktivitas karena saluran udara di plat, yang membantu mengurangi kehilangan panas. Ketiga, kepadatan rendah dan fleksibilitas tinggi memudahkan konstruksi.

## BAB III. METODE PELAKSANAAN

### 3.1. Waktu dan Tempat

Pelaksanaan kegiatan Tugas Akhir akan dilaksanakan di kampus Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia (PEPI), yakni pada tanggal 6 Juni 2022 sampai 19 Juli 2022. Tempat pelaksanaan kegiatan akan dilaksanakan di Lab. Desain PEPI.

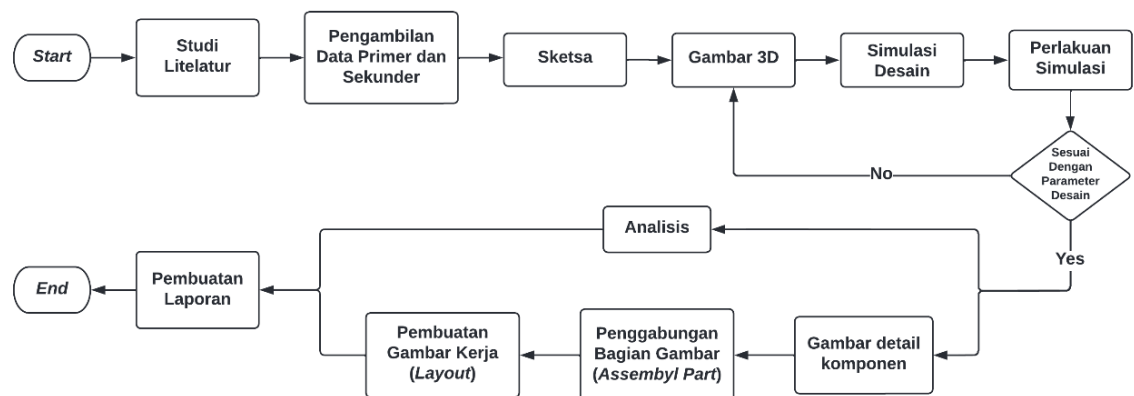
### 3.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam kegiatan tugas akhir ini terdiri dari PC desain dan *software flow simulation solidworks 2018*.

### 3.3. Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan kegiatan tugas akhir ini berupa pengumpulan data primer (pengukuran dan menggambar), data sekunder (studi literatur), observasi dan simulasi CFD.

### 3.4. Diagram Alir Perancangan



Gambar 3.11. Diagram alir perancangan  
(sumber: data pribadi)

### 3.5. Tahapan Pelaksanaan

Adapun tahap perancangan *portable solar home dryer* dengan menggunakan *software solidworks* adalah sebagai berikut.

#### 3.5.1. Studi Literatur

Merupakan kegiatan awal dan kegiatan pelengkap data dan mencari informasi terkait perancangan dengan *software solidworks*, simulasi CFD, ataupun terkait simulasi

CFD terhadap rumah pengering yang sudah ada. Sehingga informasi yang berkaitan dapat dikembangkan agar menjadi suatu parameter dasar dalam merancang rumah pengering tenaga surya dan simulasi CFD.

#### 3.5.2. Pengambilan Data Primer dan Sekunder

Proses perancangan rumah pengering diawali dengan melakukan pengambilan data primer berupa pengukuran dan proses menggambar sketsa dan 3D, sedangkan pengambilan data sekunder berupa studi literatur. Pengambilan data primer dilakukan pada saat pelaksanaan PKL II di PT. Giat Mukti Selaras.

#### 3.5.3. Sketsa

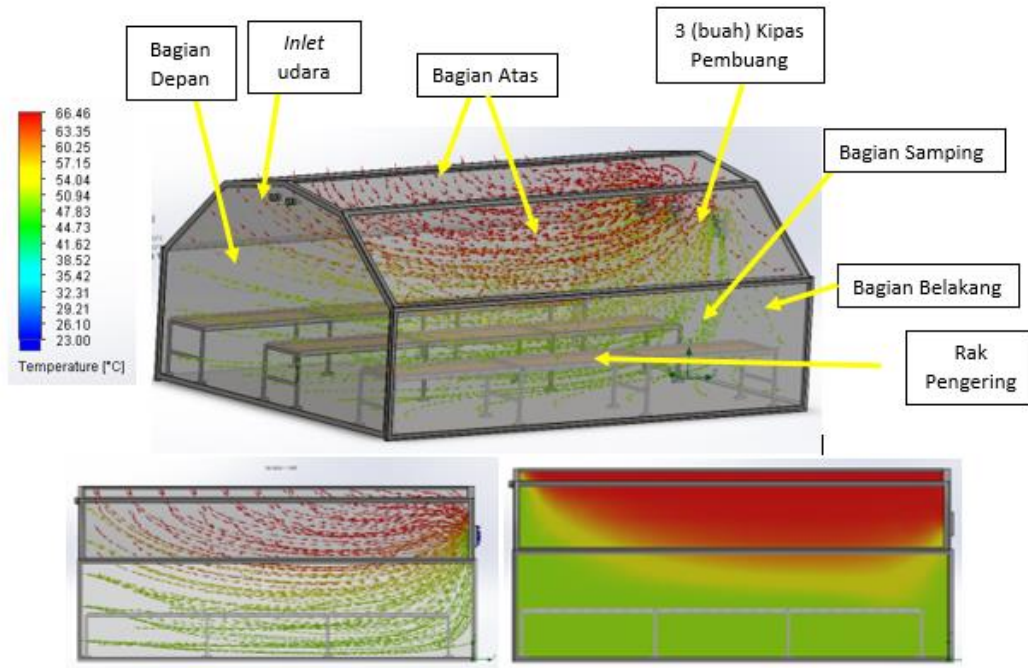
Hasil pengukuran yang telah di dapat kemudian dibuat suatu gambar 2 dimensi (panjang x lebar x tinggi) dan diberi ukuran. Proses pembuatan gambar kasar dilakukan menggunakan pensil dan kertas HVS.

#### 3.5.4. Gambar 3D (Tiga Dimensi)

Sketsa gambar di terjemahkan dan digambar menggunakan komputer dengan *software solidworks 2018*. Pada Langkah penggambaran 3D dari bagian rumah pengering digambar setiap bagiannya mulai dari rangka, *tray* jemur, alas, kipas pembuang, dinding dan atap.

#### 3.5.5. Simulasi Desain

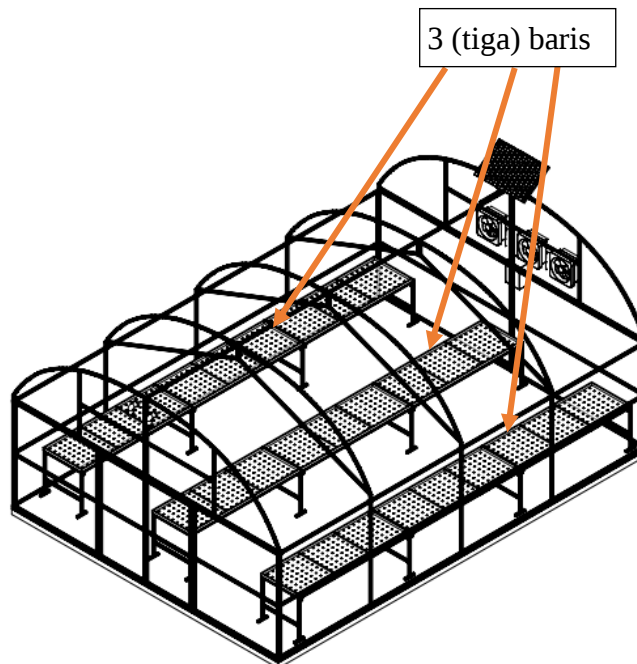
Gambar rumah pengering 3D yang sudah di *assembly* seluruh bagiannya selanjutnya dilakukan simulasi CFD seperti perpindahan suhu udara panas, pengaruh jumlah lapisan atau tingkatan *tray* jemur terhadap suhu udara panas, dan untuk mengetahui aliran pembuangan udara buang. Proses simulasi dengan menggunakan fitur yang ada di *solidworks* dan merupakan bangun ruang dengan bentuk persegi panjang yang kemudian diberi *input* suhu panas. *Input* suhu panas terbagi menjadi 2 input yakni pada bagian atas diberi suhu *input* 64.4 °C sedangkan pada bagian depan, bagian samping dan bagian belakang di beri suhu *input* 56 °C. Suhu 64.4 °C diambil dari panas matahari terik yakni pada rentang waktu ± pukul 11:30 – 13:00 WIB. Sedangkan suhu 56 °C diambil pada kondisi cahaya matahari atau panas matahari yang masuk melalui bagian depan, bagian samping dan bagian belakang yang suhunya tidak terlalu terik. Berikut adalah gambar simulasi pada keadaan asli tanpa perubahan posisi kipas pembuang dan jumlah *layer*.



Gambar 3.12. Simulasi pada kondisi asli

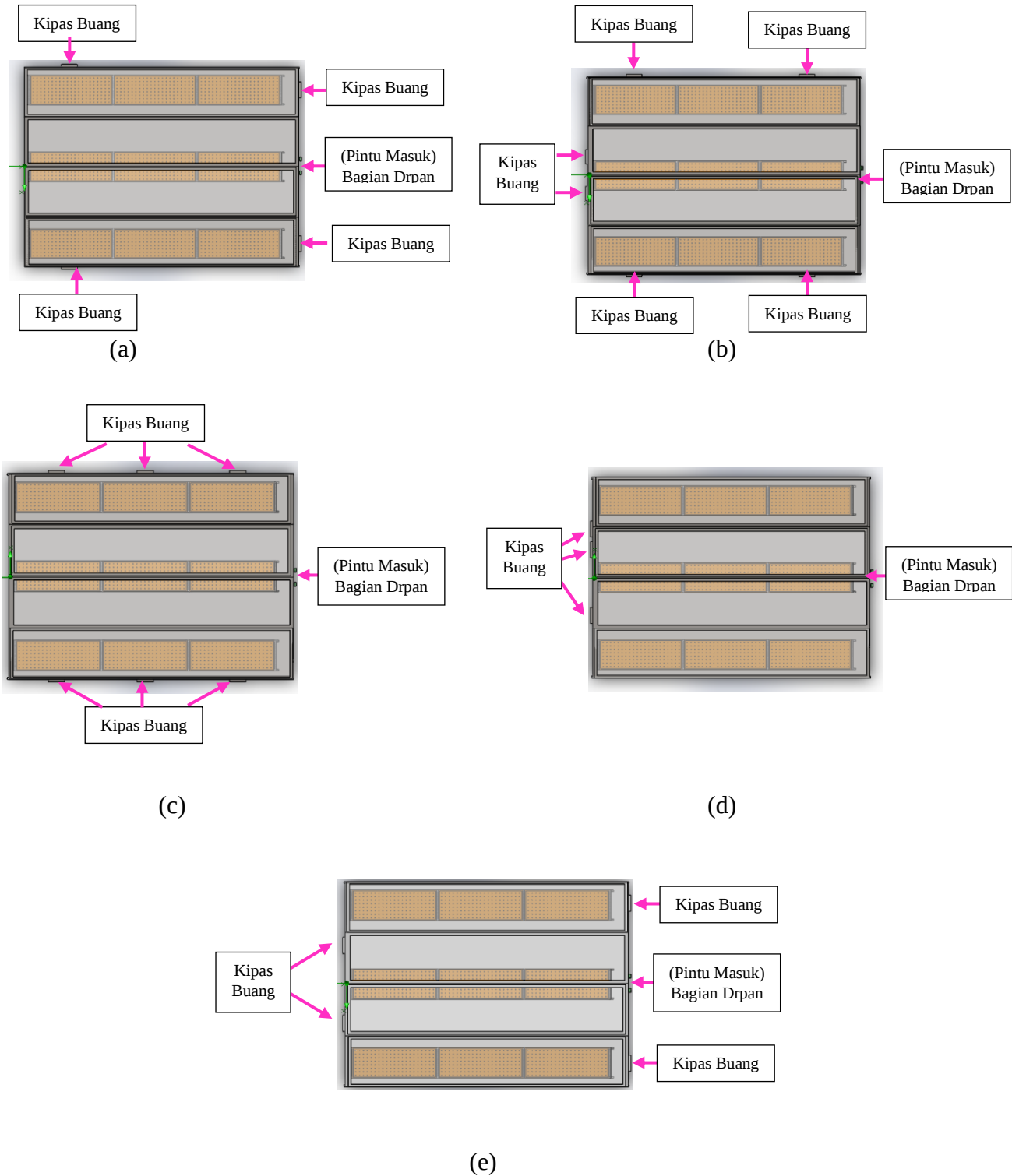
#### 3.5.6. Perlakuan Simulasi

Dalam melakukan simulasi CFD, Perlakuan yang dilakukan sebanyak 5 (lima) skenario terhadap posisi dan jumlah kipas pembuang, serta 4 (empat) skenario tingkatan *tray* (lapis), serta melakukan pengambilan titik suhu pada ruangan pengering sebanyak 27 (dua puluh tujuh) titik. Banyaknya rak pengering adalah 3 (tiga) baris.

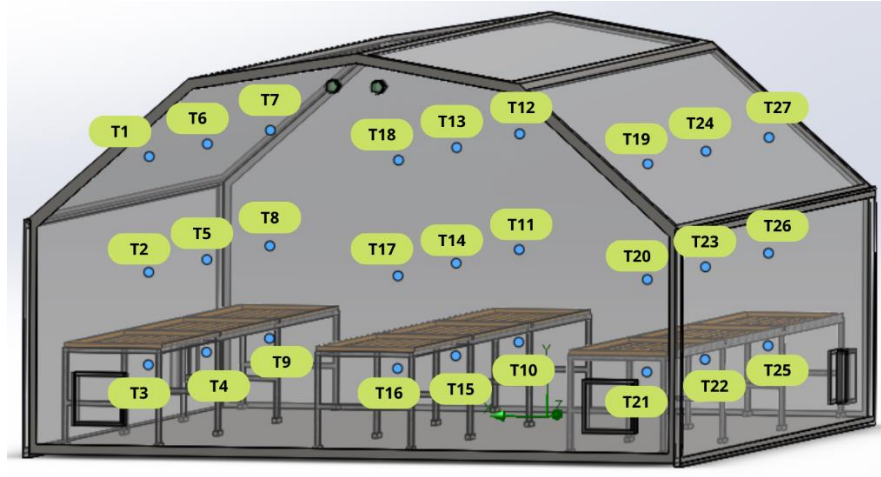


Gambar 3.13. Banyaknya baris rak jamur

Perlakuan suhu pada ke 5 (lima) skenario diberikan sama yakni untuk suhu input dari bagian atas adalah 66.4 °C dan pada bagian depan, samping dan belakang adalah 56 °C. Dalam perlakuan 3 (tiga) baris rak pengering, dilakukan 5 (lima) skenario posisi kipas pembuang sebagai berikut.



Gambar 3.14. (a) skenario 1, (b) skenario 2, (c) skenario 3, (d) skenario 4, (e) skenario 5



Gambar 3.15. Alamat titik suhu pada ruang pengering

Berdasarkan gambar 3.14 terdapat 5 (lima) skenario dengan acuan posisi dan jumlah kipas pembuang terhadap jumlah layer adalah sebagai berikut.

1. Skenario 1
  - a. Tray 1 (satu) lapis
  - b. Tray 2 (dua) lapis
  - c. Tray 3 (tiga) lapis
  - d. Tray 4 (empat) lapis
2. Skenario 2
  - a. Tray 1 (satu) lapis
  - b. Tray 2 (dua) lapis
  - c. Tray 3 (tiga) lapis
  - d. Tray 4 (empat) lapis
3. Skenario 3
  - a. Tray 1 (satu) lapis
  - b. Tray 2 (dua) lapis
  - c. Tray 3 (tiga) lapis
  - d. Tray 4 (empat) lapis
4. Skenario 4
  - a. Tray 1 (satu) lapis
  - b. Tray 2 (dua) lapis
  - c. Tray 3 (tiga) lapis
  - d. Tray 4 (empat) lapis

## 5. Skenario 5

- a. *Tray* 1 (satu) lapis
- b. *Tray* 2 (dua) lapis
- c. *Tray* 3 (tiga) lapis
- d. *Tray* 4 (empat) lapis

### 3.5.7. Gambar Detail Komponen

Jika proses simulasi sesuai dengan parameter desain yang di ambil dalam proses simulasi pengeringan maka akan dilanjut dan gambar 3d akan lebih diperjelas, dirapihkan, dan dibuat gambar kerja, dan jika proses simulasi tidak sesuai dengan parameter desain dan pengeringan maka perancangan dapat di modifikasi kembali pada gambar 3D.

### 3.5.8. Penggabungan Bagian Gambar (*Assembly Part*)

*Drawing part* yang sudah dibuat, selanjutnya digabungkan (*assembly part*) untuk menjadi suatu bangunan rumah pengering yang utuh. Pada keadaan *assembly part* bagian komponen yang tidak sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan dapat di perbaiki kembali pada gambar 3D

### 3.5.9. Pembuatan Gambar Kerja (*Layout*)

Hasil *Assembly* yang sudah selesai selanjutnya dibuat gambar kerja (*layout*) dimana terdapat informasi mengenai dimensi dari rumah pengering, etiket (keterangan) dan ilustrasi gambar.

### 3.5.10. Analisis

Hasil simulasi yang sesuai dengan parameter desain pengeringan kemudian di analisa untuk mengetahui aliran udara panas pada ruangan pengering, peletakan posisi kipas pembuang beserta jumlahnya dan efek terhadap pengeringan, serta mengetahui sebaran udara panas dalam ruang pengering.

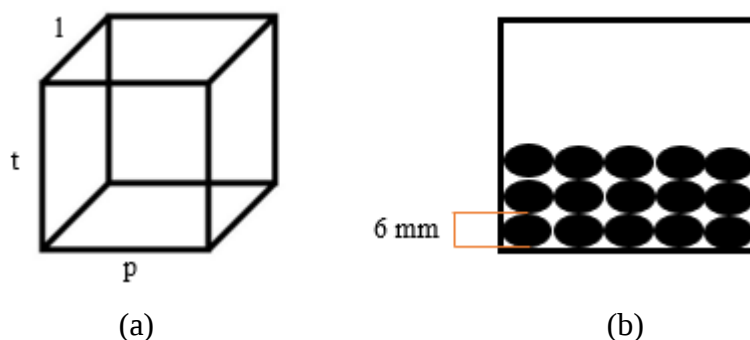
### 3.5.11. Pembuatan Laporan

Setelah runtutan kegiatan mulai dari studi litelatur sampai pembuatan gambar kerja sudah selesai kemudian dilanjut ke pembuatan laporan tugas akhir, dimana laporan tugas akhir ini akan di sampaikan kepada dosen penguji dengan presentasi dan *hardcopy*, serta sebagai syarat kelulusan Mahasiswa PEPI. Untuk jadwal pelaksanaan kegiatan tugas akhir dan gambar kerja disajikan pada lampiran.

### 3.6. Asumsi Perhitungan Kapasitas

Adapun asumsi perhitungan kapasitas biji kopi pada ruang pengering terdapat beberapa langkah yakni sebagai berikut.

#### 3.6.1. Perhitungan tumpukan biji kopi luasan 1 liter



Gambar 3.16. (a) kubus, (b) ilustrasi tumpukan biji kopi

Diketahui :  $p = 10 \text{ cm}$

:  $l = 10 \text{ cm}$

:  $t = 10 \text{ cm}$

Diameter kopi :  $6 \text{ mm} = 0,6 \text{ cm}$

Diameter kopi di ambil dalam posisi biji kopi tidur

$$\text{Tumpukan biji kopi} = \frac{\text{panjang kubus (cm)}}{\text{diameter kopi (cm)}} \dots\dots\dots(1)$$

#### 3.6.2. Perhitungan berat jenis biji kopi

|                 |                        |
|-----------------|------------------------|
| Kerikil basah   | 2002 kg/m <sup>3</sup> |
| Kertas standar  | 1201 kg/m <sup>3</sup> |
| Kopi biji segar | 561 kg/m <sup>3</sup>  |
| Kuarsa padat    | 2643 kg/m <sup>3</sup> |

Gambar 3.17. Berat jenis biji kopi

(sumber: <https://kumpulan-ilmu-pengetahuan-umum.blogspot.com/>)

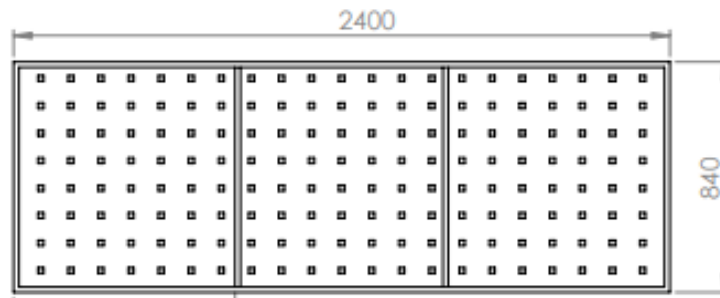
1. Dalam 1 liter;

$$\text{Berat jenis biji kopi} = \frac{\text{berat jenis kopi (kg)}}{m^3} \dots\dots\dots(2)$$

2. Dalam 100 cm<sup>2</sup>;

$$\text{Berat jenis biji kopi} = \frac{\text{berat jenis (liter)}}{\text{tumpukan kopi}} \dots\dots\dots(3)$$

### 3.6.3. Perhitungan luas rak pengering



Gambar 3.18. Rak pengering

Diketahui :  $p = 2400 \text{ (mm)} = 240 \text{ (cm)}$   
:  $l = 840 \text{ (mm)} = 84 \text{ (cm)}$

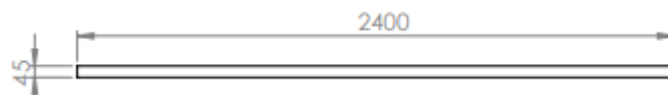
$$Luas = p \times l \dots\dots\dots(4)$$

### 3.6.4. Perhitungan berat biji kopi pada 1 tumpukan (1 layer)

Diketahui : luas rak pengering  
: berat biji kopi dalam luasan  $100 \text{ cm}^2$

$$Berat \text{ kopi} = luas \text{ pengering (cm}^2) \times berat \text{ jenis kopi}^{gr}/liter \dots(5)$$

### 3.6.5. Perhitungan kapasitas biji kopi pada 1 (satu) rak pengering



Gambar 3.19. Tinggi rak pengering

Diketahui : Tinggi rak =  $45 \text{ (mm)} = 4,5 \text{ (cm)}$   
: Diameter kopi =  $6 \text{ (mm)} = 0,6 \text{ (cm)}$

$$\frac{tinggi \text{ rak}}{diameter \text{ kopi}} = tumpukan \text{ biji kopi} \dots\dots\dots(6)$$

3.6.6. Perhitungan kapasitas biji kopi pada pengering

1. Kapasitas pada 1 rak pengering

Diketahui : 1 rak pengering = 7 lapis tumpukan biji kopi  
: Dalam 1 lapis = 8 kg

$$\text{Kapasitas 1 rak} = \text{Jumlah lapisan} \times \text{kapasitas per lapis} \dots\dots\dots(7)$$

2. Rak pengering asal berjumlah 9 buah dari 3 baris (1 layer)

Diketahui : 1 rak pengering = 56 kg  
: Jumlah rak = 9 (buah)

$$\text{Kapasitas asal} = 1 \text{ rak pengering} \times 9 \text{ buah rak pengering} \dots\dots\dots(8)$$

3. Rak pengering hasil simulasi berjumlah 27 buah dari 3 baris (4 layer)

Diketahui : 1 rak pengering = 56 kg  
: Jumlah rak = 27 (buah)

$$\text{Kapasitas akhir} = 1 \text{ rak pengering} \times \text{jumlah rak} \dots\dots\dots(9)$$

## BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

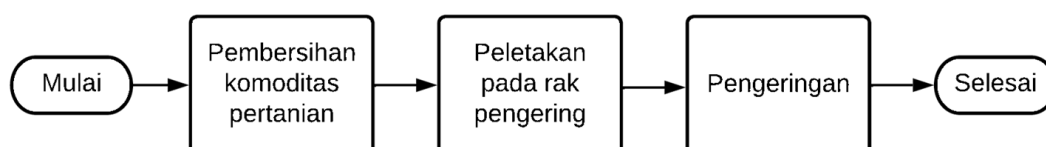
### 4.1. Parameter Perancangan Rumah Pengering Tenaga Surya

Dasar parameter perancangan rumah pengering tenaga surya diawali dengan observasi berupa pengambilan data primer dan data sekunder yang dilakukan di PT. Giat Mukti Selaras. Pengambilan data primer berupa identifikasi penggunaan bahan material, mekanisme pengeringan dan penggunaan atau tata cara pengeringan. Pengambilan data sekunder berupa studi literatur terkait rumah pengering yang sudah ada.



Gambar 4.20. Rumah pengering tenaga surya

Pada gambar 4.20, rumah pengering memiliki atap berbentuk kubah dan diselimuti dengan polikarbonat putih transparan. Terdapat 3 baris rak pengering yang difungsikan untuk mengeringkan komoditas pertanian biji-bijian dan salah satunya buah kopi. Proses pengeringan mengandalkan panas matahari yang terperangkap dalam ruang pengering. Terdapat 3 (buah) kipas pembuang yang berfungsi untuk membuang udara panas dan udara lembab dalam ruang pengering. Untuk pergantian udara baru rumah pengering ini memiliki 2 (dua) *inlet air* yang berada di depan tepatnya diatas pintu masuk. Panel surya difungsikan untuk menghidupkan lampu, panel kontrol dan kipas pembuang. Untuk skema pengeringan pada rumah pengering tenaga surya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

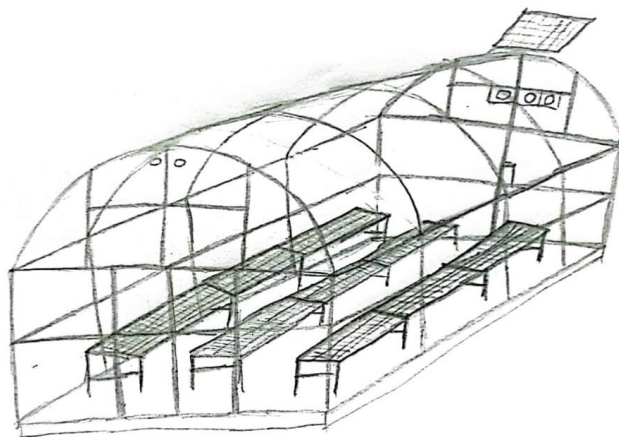


Gambar 4.21. Skenario pengeringan

Pada gambar 4.21, pembersihan komoditas pertanian dilakukan untuk memisahkan kotoran ataupun getah yang masih menempel. Proses pengeringan dilakukan di dalam rumah pengering dengan media pengering berupa rak pengering.

#### 4.2. Sketsa

Pembuatan sketsa dilakukan untuk memahami konsep dan bentuk bangun ruang dari rumah pengering yang sudah ada, nantinya sketsa dapat digunakan dalam pembuatan gambar 3d menggunakan *software solidworks* dalam bentuk gambar detail.



Gambar 4.22. Sketsa rumah pengering tenaga surya

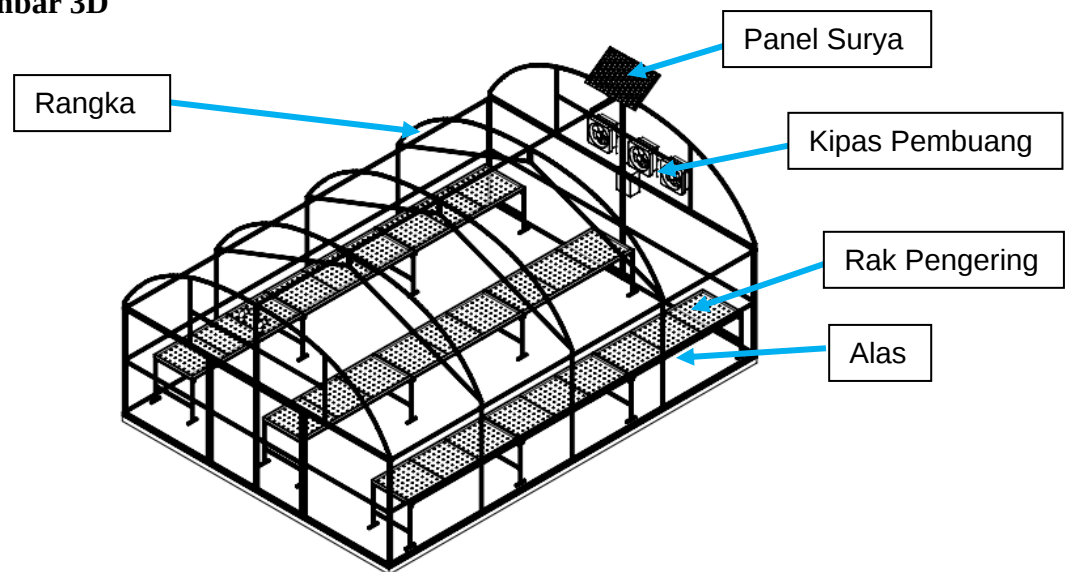
#### 4.3. Penentuan Jenis Bahan

Rumah pengering memiliki dimensi (pxlxt) yakni (8 meter x 5,8 meter x 3,5 meter) dimana memiliki bagian utama dalam pembuatan rumah pengering tenaga surya yakni kerangka dan penutup. Material kerangka rumah pengering menggunakan besi *hollow galvanis* dengan dimensi (p x l) adalah 40 x 40 (mm) serta dengan tebal 2 mm. Untuk material penutup rangka menggunakan jenis material polikarbonat dengan tebal 5 mm. Pemilihan material polikarbonat sebagai penutup sekaligus media pemancaran dari sinar matahari terhadap ruang pengering, sehingga cahaya lebih fokus masuk kedalam ruang pengering dan suhu dalam ruang pengering lebih panas daripada suhu luar. Terdapat 2 (dua) *inlet* udara yang berada pada bagian depan rumah pengering tepatnya di atas pintu masuk dengan menggunakan pipa PVC *knee* ukuran 4 *inch*. Untuk media pengeringan menggunakan rak pengering dengan material besi *hollow alumunium* yang dilapisi anyaman rotan sintetik. Alas dari rumah pengering tenaga surya menggunakan busa XPS (*Extruded Polystyrene*) dengan tebal 100 mm, penggunaan jenis material ini dapat menghantarkan panas, sehingga panas yang masuk dalam ruang pengering tidak diserap oleh busa XPS.



Gambar 4.23. Busa XPS (*extruded polystyrene*)  
(sumber: <https://indonesian.alibaba.com/>)

#### 4.4. Gambar 3D



Gambar 4.24. Desain rumah pengering tenaga surya

Berdasarkan hasil sketsa maka dibuat sebuah gambar 3D dengan menggunakan *software solidworks* 2018. Dalam gambar 4.18 terdapat rangka, alas, rak pengering, kipas pembuang, dan panel surya yang dibuat secara 3D. Keluaran dari gambar 4.15 ini nantinya akan digunakan sebagai gambar kerja dan acuan gambar untuk simulasi CFD. Gambar dibuat dengan skala 1:1 yakni memiliki dimensi (pxlxt) adalah (8 meter x 5,8 meter x 3,5 meter). Terdapat beberapa bagian gambar yang dijadikan satu (*assembly*) agar menjadi gambar 3D utuh seperti gambar 4.24.

#### 4.5. Pembuatan Gambar Detail

Dalam pembuatan rumah pengering tenaga surya, diperlukan gambar detail dari masing-masing komponen, agar pada saat fabrikasi ukuran dan bentuk gambar dapat dipahami dan jelas, sehingga pembuatan rumah pengering tenaga surya dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan hasil rancangan.

## 4.6. Evaluasi Desain

### 4.6.1. Perhitungan Kapasitas

Perhitungan kapasitas dilakukan untuk mengetahui kapasitas optimal dalam ruang pengering, dimana perhitungan kapasitas ini menggunakan komoditas buah kopi dalam bahan pengeringannya. Dalam melakukan perhitungan kapasitas ada beberapa hal yang perlu dilakukan untuk melengkapi data hitungan adalah sebagai berikut dan untuk perhitungan lengkap dapat dilihat pada lampiran 2.

#### 1. Perhitungan tumpukan biji kopi luasan 1 liter

Perumpamaan 1 liter biji kopi dalam wadah berbentuk kubus dengan ukuran  $10\text{ cm}^3$  atau  $1\text{ dm}^3$ . Sehingga didapat  $\pm 16$  tumpukan biji kopi. Pada lampiran 3.

#### 2. Berat jenis biji kopi.

##### a. Dalam luasan liter

Berat jenis biji kopi pada luasan 1 liter adalah 0,561 kg. Pada lampiran 3

##### b. Dalam luasan $100\text{ cm}^2$

Berat jenis biji kopi pada luasan  $100\text{ cm}^2$  adalah 30 gr/  $100\text{ cm}^2$ . Pada lampiran 3

#### 3. Perhitungan luas rak pengering

Luas rak pengering memiliki luas adalah  $20160\text{ cm}^2$ . Pada lampiran 3

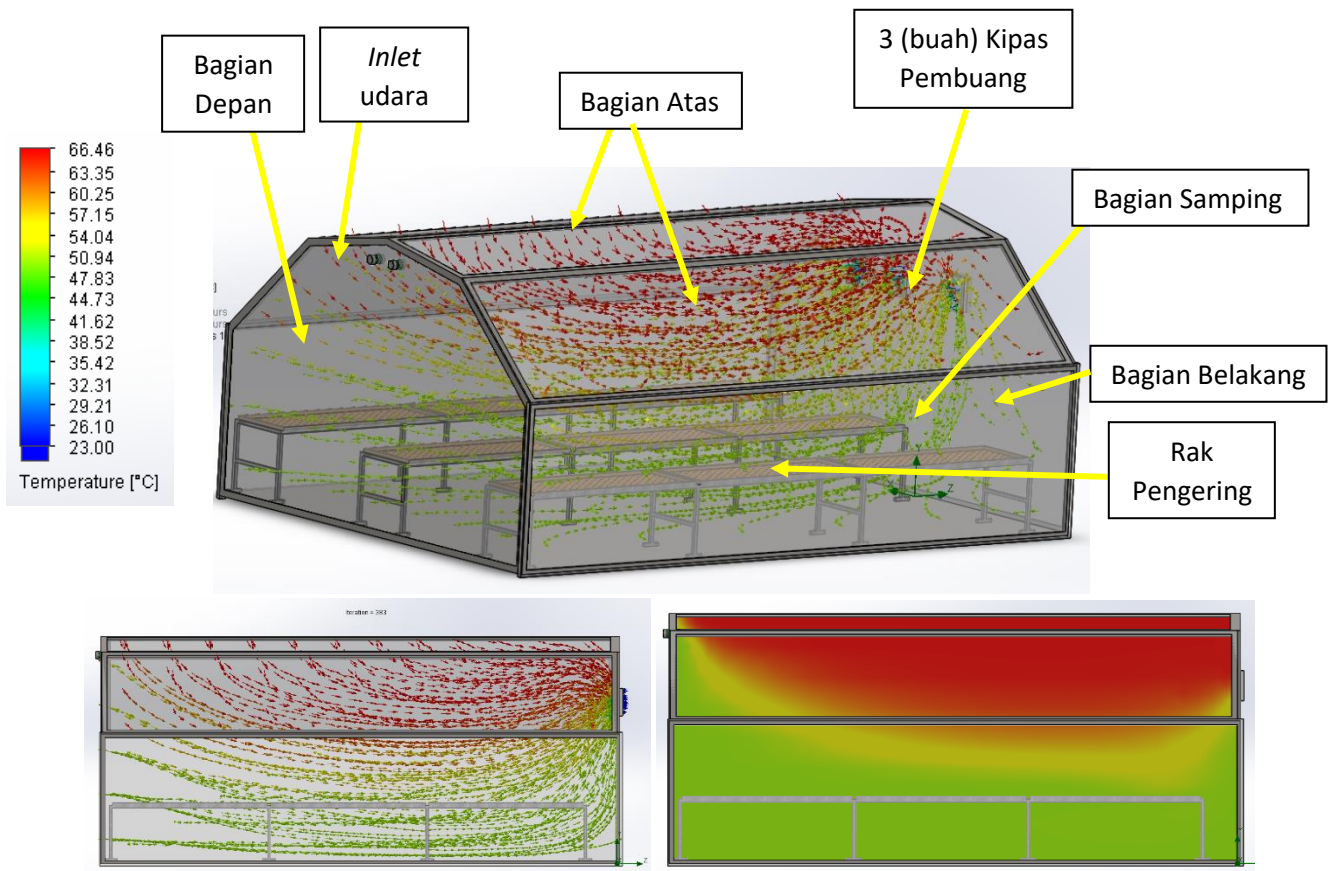
#### 4. Perhitungan berat biji kopi pada 1 tumpukan (1 *layer*)

Berat biji kopi pada 1 *layer* (lapis) rak pengering adalah  $\pm 8\text{ kg}$ . Pada lampiran 3

#### 5. Perhitungan kapasitas biji kopi pada 1 (satu) rak pengering

Dengan tinggi rak 45 (mm) terdapat  $\pm 7$  lapis tumpukan biji kopi. Berat biji kopi pada 1 *layer* (lapis) adalah  $\pm 8\text{ kg}$ , sehingga dalam 1 rak pengering dapat menampung 56 kg biji kopi ( $8\text{ kg} \times 7\text{ lapis} = 56\text{ kg}$ ). Dalam ruang pengering asal (asli) terdapat 3 baris rak pengering dengan masing-masing baris terdiri dari 3 rak pengering dan total rak pengering berjumlah 9 (buah). Sehingga berdasarkan perhitungan kapasitas didapat bahwa ruang pengering asal (asli) dengan konfigurasi 3 baris rak pengering dan 9 (buah) memiliki kapasitas pengeringan sebesar 504 kg ( $56\text{ kg} \times 9 = 504\text{ kg}$ ) dengan bahan pengeringan adalah biji kopi.

#### 4.6.2. Simulasi CFD



Gambar 4.25. Simulasi CFD asli

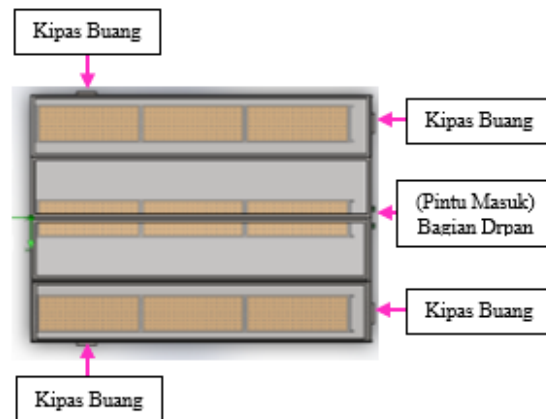
Pada gambar 4.26 merupakan simulasi CFD pada rumah pengering tenaga surya asli atau merupakan bentuk asli yang tidak diubah secara desain, sama seperti pada gambar 4.20. Proses simulasi CFD menggunakan *software solidworks* 2018 dengan fitur *flow simulation*. Suhu *input* adalah 66.46 °C pada bagian atas, 56°C pada bagian depan, samping dan belakang. Berdasarkan gambar 4.26, sebaran udara panas dalam ruang pengeringan tidak merata dan bahkan tidak mengenai rak pengering. Suhu (66,46 – 63,35 °C) ditandai dengan warna merah, suhu (63,35 – 60,25 °C) ditandai dengan warna oranye, suhu (57,15 – 54,04 °C) ditandai dengan warna kuning dan suhu (54,04 – 41,62 °C) ditandai dengan warna hijau. Untuk meseragamkan sebaran udara panas dalam ruang pengering perlu dilakukan optimasi dengan memberikan perlakuan berupa perubahan posisi kipas dan jumlah kipas serta memberikan perlakuan terhadap jumlah layer. Pada gambar 4.19 merupakan hasil simulasi CFD dengan konfigurasi bawaan atau asal, yakni dengan posisi kipas berjumlah 3 (buah) yang berada dibagian belakang tepatnya dibagian atas, serta dengan 1 lapis rak jemur (1 *layer*).

#### 4.6.3. Skenario Optimasi Desain Pengering Keseragaman Sebaran Udara Panas Dengan Simulasi CFD

Terdapat 5 (lima) skenario simulasi CFD untuk optimasi sebaran udara pada rumah pengering tenaga surya. Mula-mula posisi kipas pembuang berada di bagian belakang tepatnya di atas yang berjumlah 3 (buah). Suhu *input* adalah 66.46 °C pada bagian atas, 56°C pada bagian depan, samping dan belakang.

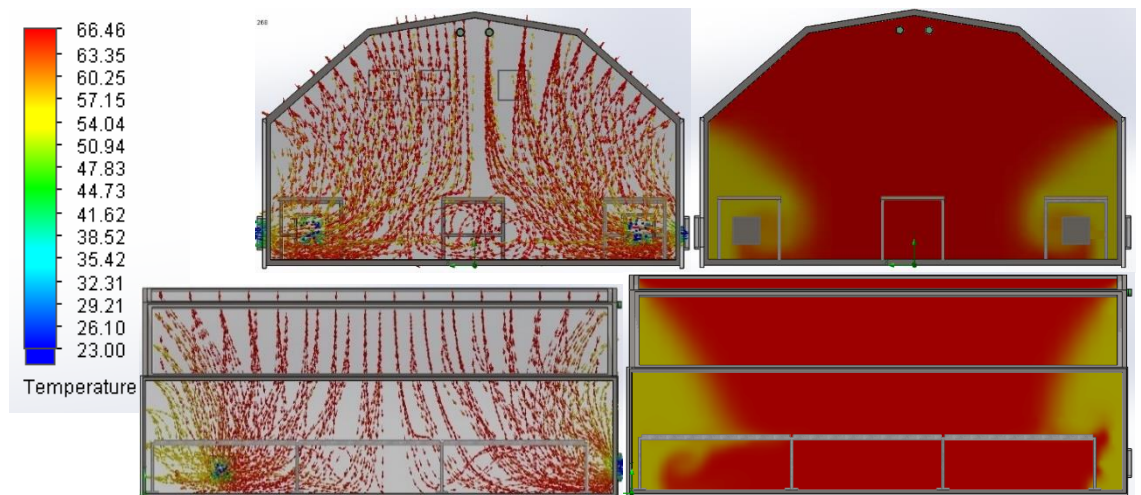
##### 1. Skenario 1

Dalam skenario 1 terdapat 4 (*layer*)



Gambar 4.26. Posisi kipas buang skenario 1

##### a. *Layer 1*



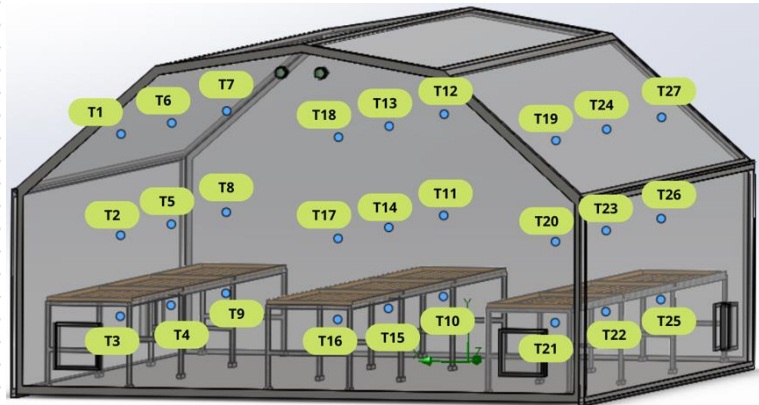
Gambar 4.27. Skenario 1 *layer 1 arrow and cut plot*

Layer 1  
Medium - Fluid; Iteration = 294

| Nama Titik | X [m] | Y [m] | Z [m] | Temp [°C] |
|------------|-------|-------|-------|-----------|
| T1         | 2.2   | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T2         | 2.2   | 1.5   | -6.2  | 64.44     |
| T3         | 2.2   | 0.7   | -6.2  | 56.48     |
| T4         | 2.2   | 0.7   | -3.8  | 56.86     |
| T5         | 2.2   | 1.5   | -3.8  | 59.48     |
| T6         | 2.2   | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T7         | 2.2   | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T8         | 2.2   | 1.5   | -1.2  | 66.30     |
| T9         | 2.2   | 0.7   | -1.2  | 61.09     |
| T10        | 0     | 0.7   | -1.2  | 66.36     |
| T11        | 0     | 1.5   | -1.2  | 57.78     |
| T12        | 0     | 2.5   | -1.2  | 65.79     |
| T13        | 0     | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T14        | 0     | 1.5   | -3.8  | 66.40     |
| T15        | 0     | 0.7   | -3.8  | 66.40     |
| T16        | 0     | 0.7   | -6.2  | 66.40     |
| T17        | 0     | 1.5   | -6.2  | 66.34     |
| T18        | 0     | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T19        | -2.2  | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T20        | -2.2  | 1.5   | -6.2  | 64.04     |
| T21        | -2.2  | 0.7   | -6.2  | 56.77     |
| T22        | -2.2  | 0.7   | -3.8  | 56.65     |
| T23        | -2.2  | 1.5   | -3.8  | 58.91     |
| T24        | -2.2  | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T25        | -2.2  | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T26        | -2.2  | 1.5   | -1.2  | 66.38     |
| T27        | -2.2  | 0.7   | -1.2  | 59.22     |

STDV= 3.98

| Nama     | Satuan | Nilai | $\Delta T$ |
|----------|--------|-------|------------|
| Av Temp  | [°C]   | 63.71 |            |
| Min Temp | [°C]   | 25.5  | 40.91      |
| Max Temp | [°C]   | 66.41 |            |



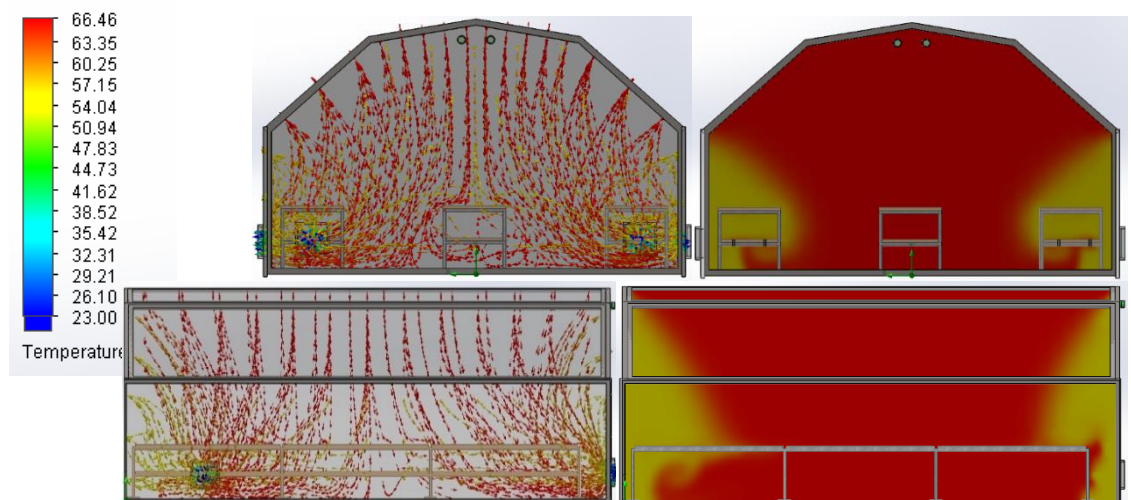
(a)

(b)

Gambar 4.28. Skenario 1 layer 1 (a) tabel titik suhu, (b) alamat titik suhu

Berdasarkan gambar 4.28 dapat dilihat bahwa penyebaran udara panas dapat mengenai dasar dari ruang pengering dengan mengambil 27 titik (gambar 4.29) untuk mengetahui posisi suhu. Sehingga mendapat suhu rata-rata 63,71 °C, suhu minimal adalah 25.04 °C, suhu maksimal adalah 66.41 °C dan standar deviasi (stdv) sebesar 3,98 serta medapatkan nilai  $\Delta T$  sebesar 40,91 °C.

b. Layer 2



Gambar 4.29. Skenario 1 layer 2 arrow and cut plot

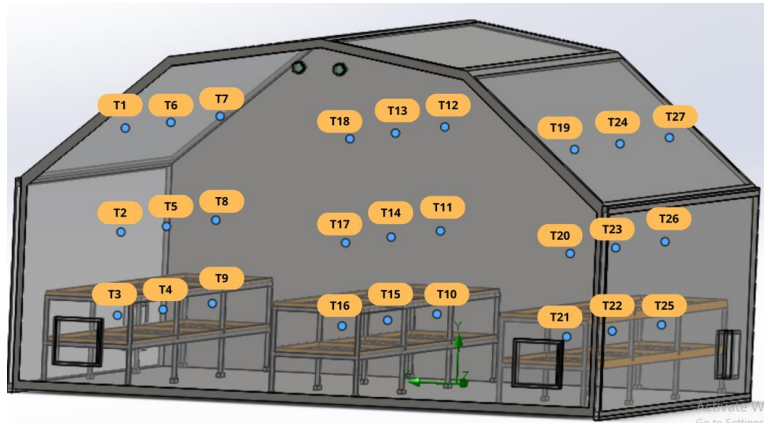
Layer 2

Medium - Fluid; Iteration = 193

| Nama Titik | X [m] | Y [m] | Z [m] | Temp [°C] |
|------------|-------|-------|-------|-----------|
| T1         | 2.2   | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T2         | 2.2   | 1.5   | -6.2  | 63.77     |
| T3         | 2.2   | 0.7   | -6.2  | 56.18     |
| T4         | 2.2   | 0.7   | -3.8  | 56.06     |
| T5         | 2.2   | 1.5   | -3.8  | 60.12     |
| T6         | 2.2   | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T7         | 2.2   | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T8         | 2.2   | 1.5   | -1.2  | 66.28     |
| T9         | 2.2   | 0.7   | -1.2  | 63.73     |
| T10        | 0     | 0.7   | -1.2  | 59.40     |
| T11        | 0     | 1.5   | -1.2  | 58.66     |
| T12        | 0     | 2.5   | -1.2  | 65.86     |
| T13        | 0     | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T14        | 0     | 1.5   | -3.8  | 66.40     |
| T15        | 0     | 0.7   | -3.8  | 66.40     |
| T16        | 0     | 0.7   | -6.2  | 66.39     |
| T17        | 0     | 1.5   | -6.2  | 66.40     |
| T18        | 0     | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T19        | -2.2  | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T20        | -2.2  | 1.5   | -6.2  | 63.36     |
| T21        | -2.2  | 0.7   | -6.2  | 56.01     |
| T22        | -2.2  | 0.7   | -3.8  | 56.08     |
| T23        | -2.2  | 1.5   | -3.8  | 59.57     |
| T24        | -2.2  | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T25        | -2.2  | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T26        | -2.2  | 1.5   | -1.2  | 66.34     |
| T27        | -2.2  | 0.7   | -1.2  | 62.73     |

STDV= 3.97

| Nama     | Satuan | Nilai | $\Delta T$ |
|----------|--------|-------|------------|
| Av Temp  | [°C]   | 63.69 |            |
| Min Temp | [°C]   | 24.7  | 41.71      |
| Max Temp | [°C]   | 66.41 |            |



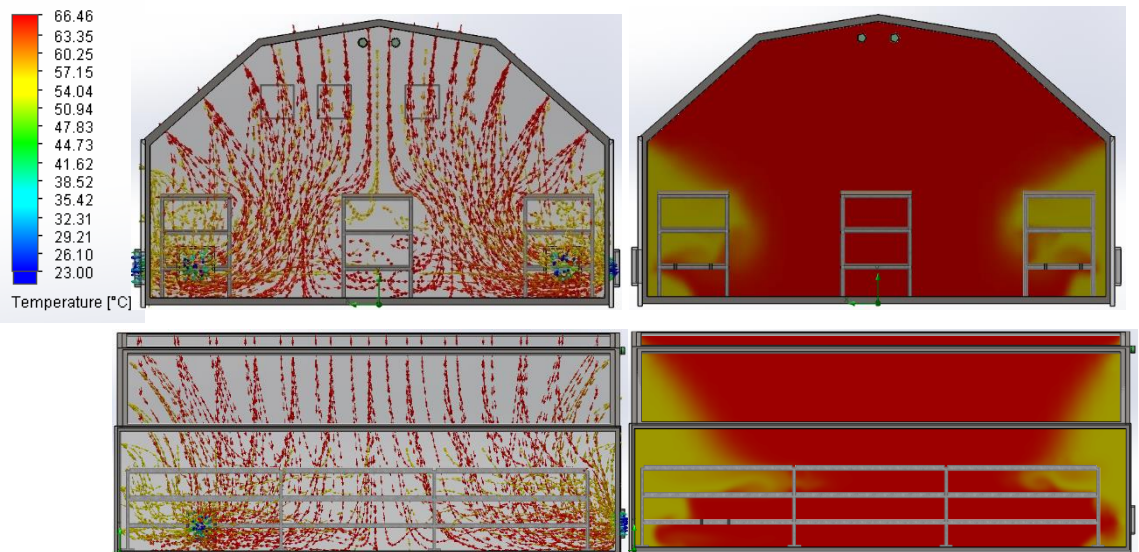
(a)

(b)

Gambar 4.30. Skenario 1 layer 2 (a) tabel titik suhu, (b) alamat titik suhu

Berdasarkan gambar 4.30 dapat dilihat bahwa penyebaran udara panas dapat mengenai dasar dari ruang pengering dengan mengambil 27 titik (gambar 4.31) untuk mengetahui posisi suhu. Sehingga mendapat suhu rata-rata 63,69 °C, suhu minimal adalah 24,7 °C, suhu maksimal adalah 66,41 °C dan standar deviasi (stdv) sebesar 3,97 serta mendapatkan nilai  $\Delta T$  sebesar 41,71 °C.

c. Layer 3



Gambar 4.31. Skenario 1 layer 3 arrow and cut plot

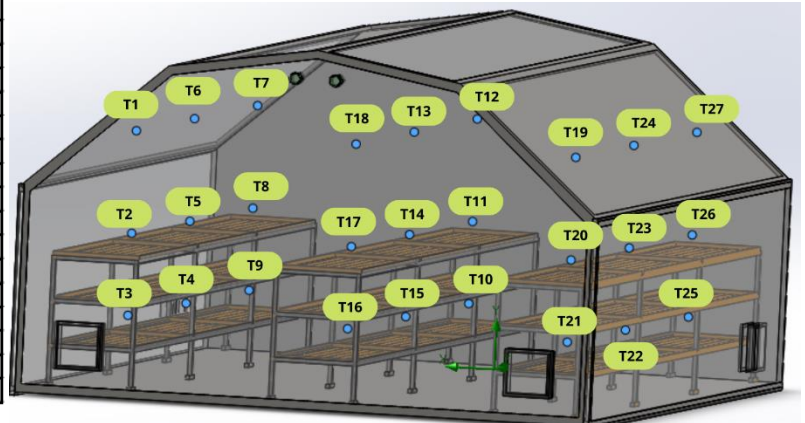
Layer 3

Medium - Fluid; Iteration = 288

| Nama Titik | X [m] | Y [m] | Z [m] | Temp [°C] |
|------------|-------|-------|-------|-----------|
| T1         | 2.2   | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T2         | 2.2   | 1.5   | -6.2  | 64.36     |
| T3         | 2.2   | 0.7   | -6.2  | 58.94     |
| T4         | 2.2   | 0.7   | -3.8  | 58.55     |
| T5         | 2.2   | 1.5   | -3.8  | 59.60     |
| T6         | 2.2   | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T7         | 2.2   | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T8         | 2.2   | 1.5   | -1.2  | 66.15     |
| T9         | 2.2   | 0.7   | -1.2  | 59.61     |
| T10        | 0     | 0.7   | -1.2  | 65.48     |
| T11        | 0     | 1.5   | -1.2  | 57.78     |
| T12        | 0     | 2.5   | -1.2  | 65.80     |
| T13        | 0     | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T14        | 0     | 1.5   | -3.8  | 66.40     |
| T15        | 0     | 0.7   | -3.8  | 66.40     |
| T16        | 0     | 0.7   | -6.2  | 66.40     |
| T17        | 0     | 1.5   | -6.2  | 66.25     |
| T18        | 0     | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T19        | -2.2  | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T20        | -2.2  | 1.5   | -6.2  | 64.52     |
| T21        | -2.2  | 0.7   | -6.2  | 59.73     |
| T22        | -2.2  | 0.7   | -3.8  | 59.66     |
| T23        | -2.2  | 1.5   | -3.8  | 58.82     |
| T24        | -2.2  | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T25        | -2.2  | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T26        | -2.2  | 1.5   | -1.2  | 66.40     |
| T27        | -2.2  | 0.7   | -1.2  | 59.84     |

STDV= 3.38

| Nama     | Satuan | Nilai | $\Delta T$ |
|----------|--------|-------|------------|
| Av Temp  | [°C]   | 63.42 |            |
| Min Temp | [°C]   | 24.82 | 41.59      |
| Max Temp | [°C]   | 66.41 |            |



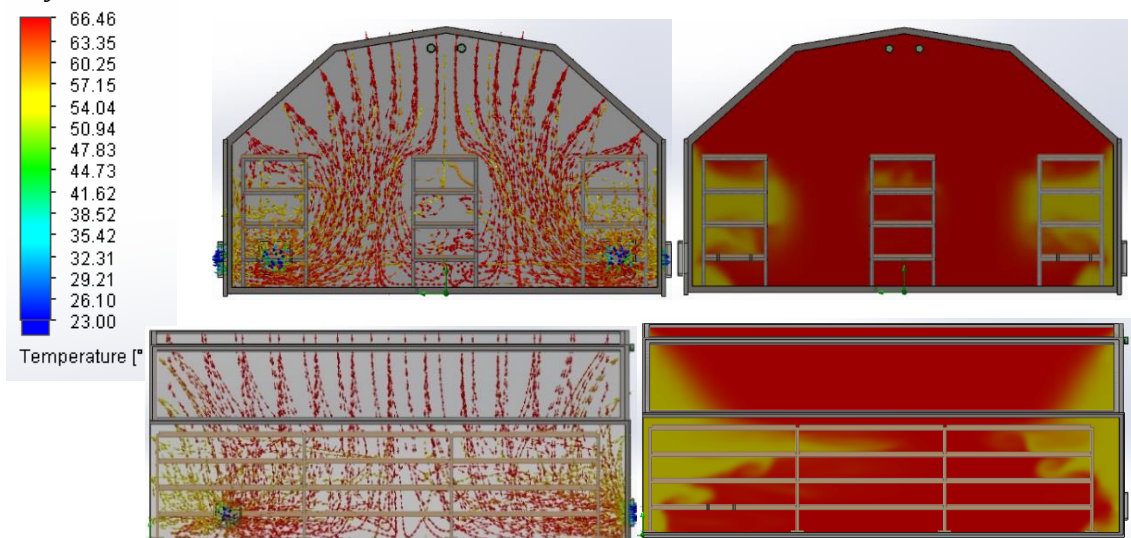
(a)

(b)

Gambar 4.32. Skenario 1 layer 3 (a) tabel titik suhu, (b) alamat titik suhu

Berdasarkan gambar 4.32 dapat dilihat bahwa penyebaran udara panas dapat mengenai dasar dari ruang pengering dengan mengambil 27 titik (gambar 4.33) untuk mengetahui posisi suhu. Sehingga mendapat suhu rata-rata 63,42 °C, suhu minimal 24,82 °C, suhu maksimal 66,41 °C dan standar deviasi (stdv) sebesar 3,38 serta mendapatkan nilai  $\Delta T$  sebesar 41,59 °C.

d. Layer 4



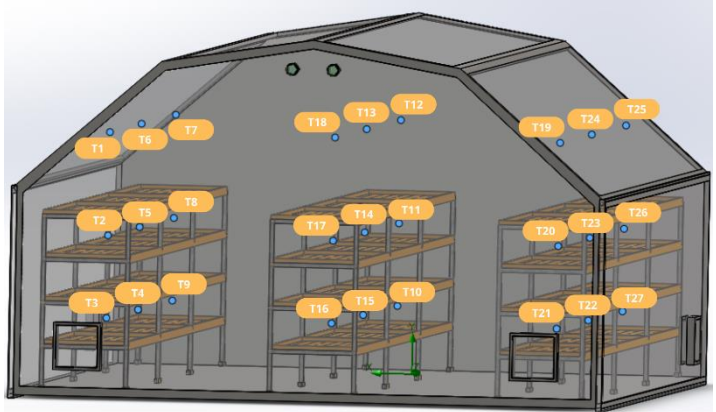
Gambar 4.33. Skenario 1 layer 4 arrow and cut plot

Layer 4  
Medium - Fluid; Iteration = 304

| Nama Titik | X [m] | Y [m] | Z [m] | Temp [°C] |
|------------|-------|-------|-------|-----------|
| T1         | 2.2   | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T2         | 2.2   | 1.5   | -6.2  | 62.67     |
| T3         | 2.2   | 0.7   | -6.2  | 61.50     |
| T4         | 2.2   | 0.7   | -3.8  | 57.95     |
| T5         | 2.2   | 1.5   | -3.8  | 60.01     |
| T6         | 2.2   | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T7         | 2.2   | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T8         | 2.2   | 1.5   | -1.2  | 65.30     |
| T9         | 2.2   | 0.7   | -1.2  | 58.88     |
| T10        | 0     | 0.7   | -1.2  | 63.43     |
| T11        | 0     | 1.5   | -1.2  | 56.19     |
| T12        | 0     | 2.5   | -1.2  | 65.68     |
| T13        | 0     | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T14        | 0     | 1.5   | -3.8  | 61.17     |
| T15        | 0     | 0.7   | -3.8  | 66.18     |
| T16        | 0     | 0.7   | -6.2  | 66.39     |
| T17        | 0     | 1.5   | -6.2  | 64.44     |
| T18        | 0     | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T19        | -2.2  | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T20        | -2.2  | 1.5   | -6.2  | 62.98     |
| T21        | -2.2  | 0.7   | -6.2  | 61.33     |
| T22        | -2.2  | 0.7   | -3.8  | 59.57     |
| T23        | -2.2  | 1.5   | -3.8  | 60.27     |
| T24        | -2.2  | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T25        | -2.2  | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T26        | -2.2  | 1.5   | -1.2  | 65.27     |
| T27        | -2.2  | 0.7   | -1.2  | 59.89     |

3.20

| Nama     | Satuan | Nilai | $\Delta T$ |
|----------|--------|-------|------------|
| Av Temp  | [°C]   | 63.48 |            |
| Min Temp | [°C]   | 25.5  | 40.9       |
| Max Temp | [°C]   | 66.4  |            |



(a)

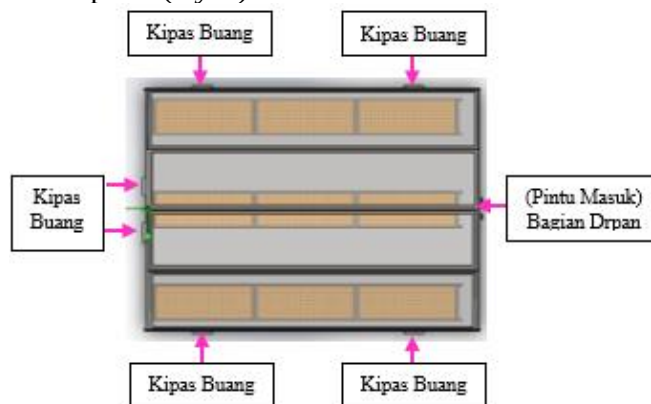
(b)

Gambar 4.34. Skenario 1 layer 4 (a) tabel titik suhu, (b) alamat titik suhu

Berdasarkan gambar 4.34 dapat dilihat bahwa penyebaran udara panas dapat mengenai dasar dari ruang pengering dengan mengambil 27 titik (gambar 4.35) untuk mengetahui posisi suhu. Sehingga didapat mendapat suhu rata-rata 63,48 °C, suhu minimal sebesar 25,5 °C, suhu maksimal 66,4 °C standar deviasi (stdv) sebesar 3,2 dan mendapatkan nilai  $\Delta T$  sebesar 40,9 °C.

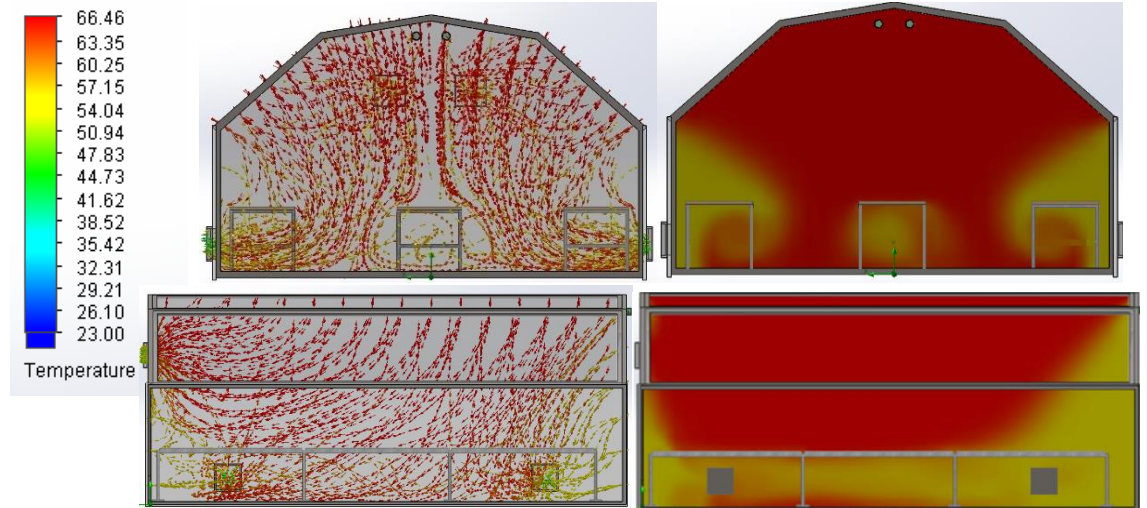
## 2. Skenario 2

Dalam skenario 2 terdapat 4 (layer)



Gambar 4.35. Posisi kipas buang skenario 2

a. Layer 1



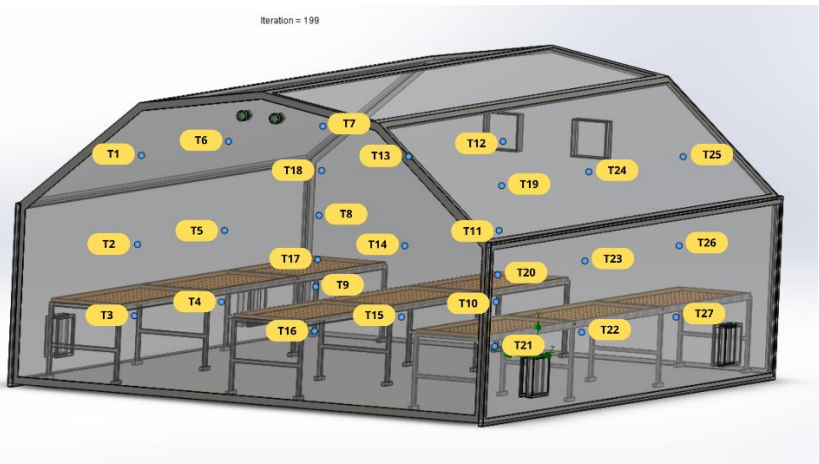
Gambar 4.36. Skenario 2 layer 1 arrow and cut plot

Layer 1

Medium - Fluid; Iteration = 199

| Nama Titik | X [m] | Y [m] | Z [m] | Temp [°C] |
|------------|-------|-------|-------|-----------|
| T1         | 2.2   | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T2         | 2.2   | 1.5   | -6.2  | 65.53     |
| T3         | 2.2   | 0.7   | -6.2  | 61.09     |
| T4         | 2.2   | 0.7   | -3.8  | 60.52     |
| T5         | 2.2   | 1.5   | -3.8  | 59.01     |
| T6         | 2.2   | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T7         | 2.2   | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T8         | 2.2   | 1.5   | -1.2  | 61.86     |
| T9         | 2.2   | 0.7   | -1.2  | 59.43     |
| T10        | 0     | 0.7   | -1.2  | 57.87     |
| T11        | 0     | 1.5   | -1.2  | 66.39     |
| T12        | 0     | 2.5   | -1.2  | 66.39     |
| T13        | 0     | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T14        | 0     | 1.5   | -3.8  | 66.40     |
| T15        | 0     | 0.7   | -3.8  | 57.59     |
| T16        | 0     | 0.7   | -6.2  | 56.17     |
| T17        | 0     | 1.5   | -6.2  | 61.64     |
| T18        | 0     | 2.5   | -6.2  | 66.39     |
| T19        | -2.2  | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T20        | -2.2  | 1.5   | -6.2  | 65.62     |
| T21        | -2.2  | 0.7   | -6.2  | 60.62     |
| T22        | -2.2  | 0.7   | -3.8  | 59.77     |
| T23        | -2.2  | 1.5   | -3.8  | 58.61     |
| T24        | -2.2  | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T25        | -2.2  | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T26        | -2.2  | 1.5   | -1.2  | 63.93     |
| T27        | -2.2  | 0.7   | -1.2  | 60.25     |
| STDV=      |       |       |       | 3.55      |

| Nama     | Satuan | Nilai | $\Delta T$ |
|----------|--------|-------|------------|
| Av Temp  | [°C]   | 62.66 |            |
| Min Temp | [°C]   | 24.12 |            |
| Max Temp | [°C]   | 66.42 |            |



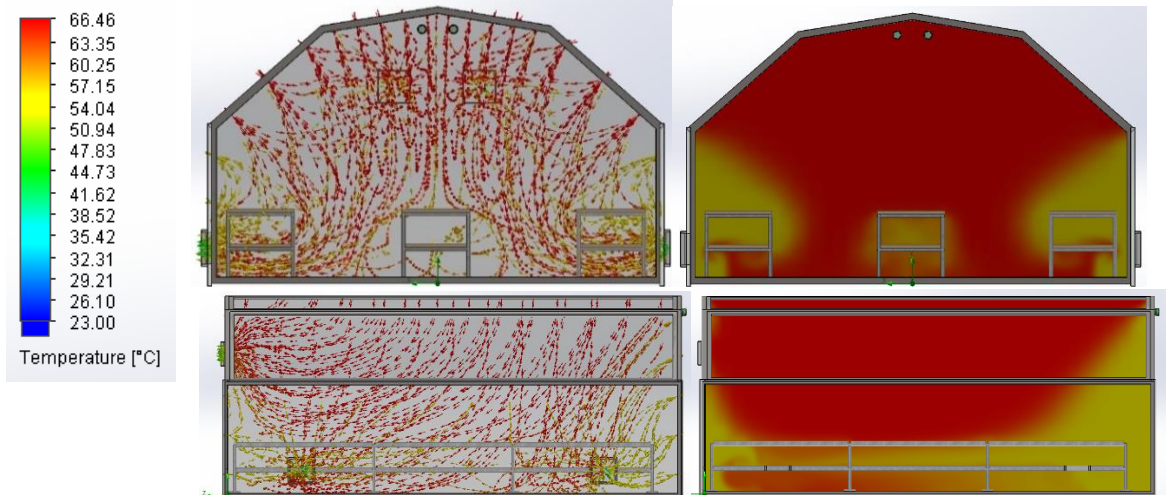
(a)

(b)

Gambar 4.37. Skenario 2 layer 1 (a) tabel titik suhu, (b) alamat titik suhu

Berdasarkan gambar 4.37 dapat dilihat bahwa penyebaran udara panas dapat mengenai dasar dari ruang pengering dengan mengambil 27 titik (gambar 4.38) untuk mengetahui posisi suhu. Sehingga mendapat suhu rata-rata 62,66 °C, suhu minimal 24,12 °C, suhu maksimal 66,42 °C dan standar deviasi (stdv) sebesar 3,55 serta mendapatkan nilai  $\Delta T$  sebesar 42,41 °C.

b. Layer 2

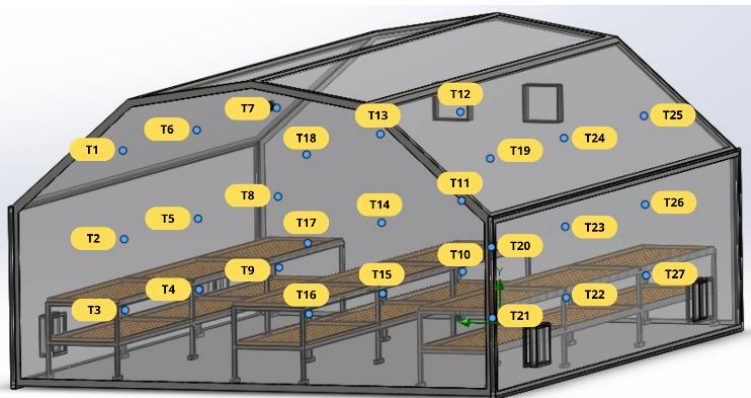


Gambar 4.38 Skenario 2 layer 2 arrow and cut plot

Layer 2  
Medium - Fluid; Iteration = 305

| Nama Titik | X [m] | Y [m] | Z [m] | Temp [°C] |
|------------|-------|-------|-------|-----------|
| T1         | 2.2   | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T2         | 2.2   | 1.5   | -6.2  | 65.45     |
| T3         | 2.2   | 0.7   | -6.2  | 61.74     |
| T4         | 2.2   | 0.7   | -3.8  | 56.00     |
| T5         | 2.2   | 1.5   | -3.8  | 59.37     |
| T6         | 2.2   | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T7         | 2.2   | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T8         | 2.2   | 1.5   | -1.2  | 62.67     |
| T9         | 2.2   | 0.7   | -1.2  | 59.60     |
| T10        | 0     | 0.7   | -1.2  | 59.89     |
| T11        | 0     | 1.5   | -1.2  | 66.39     |
| T12        | 0     | 2.5   | -1.2  | 66.39     |
| T13        | 0     | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T14        | 0     | 1.5   | -3.8  | 66.40     |
| T15        | 0     | 0.7   | -3.8  | 57.79     |
| T16        | 0     | 0.7   | -6.2  | 56.28     |
| T17        | 0     | 1.5   | -6.2  | 61.38     |
| T18        | 0     | 2.5   | -6.2  | 66.39     |
| T19        | -2.2  | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T20        | -2.2  | 1.5   | -6.2  | 65.15     |
| T21        | -2.2  | 0.7   | -6.2  | 61.13     |
| T22        | -2.2  | 0.7   | -3.8  | 56.01     |
| T23        | -2.2  | 1.5   | -3.8  | 58.78     |
| T24        | -2.2  | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T25        | -2.2  | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T26        | -2.2  | 1.5   | -1.2  | 62.66     |
| T27        | -2.2  | 0.7   | -1.2  | 59.48     |
| STDV=      |       |       |       | 3.82      |

| Nama     | Satuan | Nilai | $\Delta T$ |
|----------|--------|-------|------------|
| Av Temp  | [°C]   | 62.72 |            |
| Min Temp | [°C]   | 23.31 |            |
| Max Temp | [°C]   | 66.43 |            |



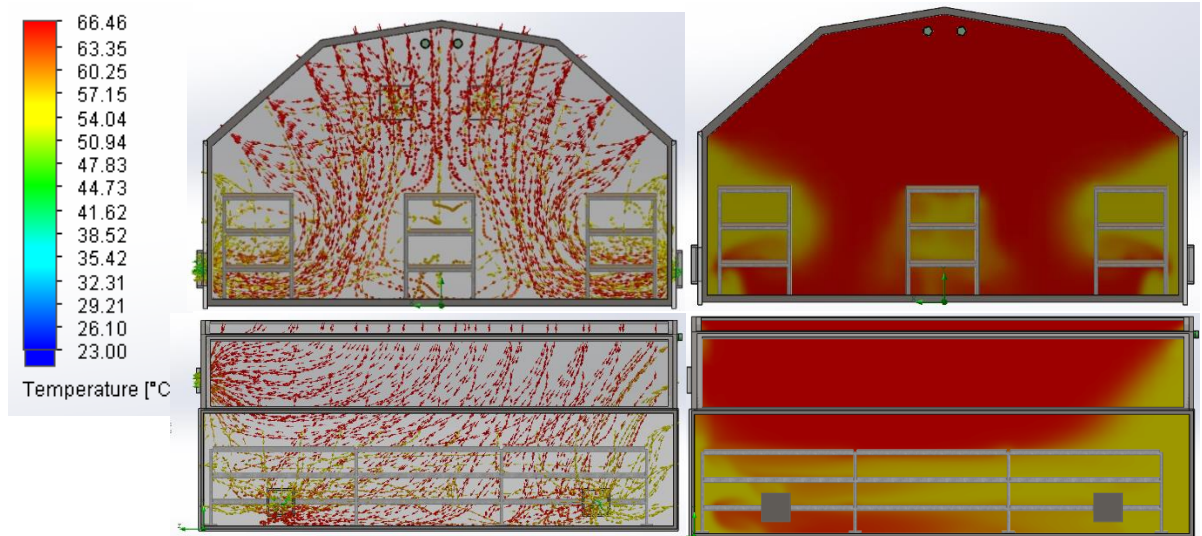
(a)

(b)

Gambar 4.39 Skenario 2 layer 2 (a) tabel titik suhu, (b) alamat titik suhu

Berdasarkan gambar 4.39 dapat dilihat bahwa penyebaran udara panas dapat mengenai dasar dari ruang pengering dengan mengambil 27 titik (gambar 4.40) untuk mengetahui posisi suhu. Sehingga didapat suhu rata-rata 62,72 °C, suhu minimal 23,31 °C, suhu maksimal 66,43 °C dan standar deviasi (stdv) sebesar 3,81 serta mendapatkan nilai  $\Delta T$  sebesar 43,12 °C.

c. Layer 3



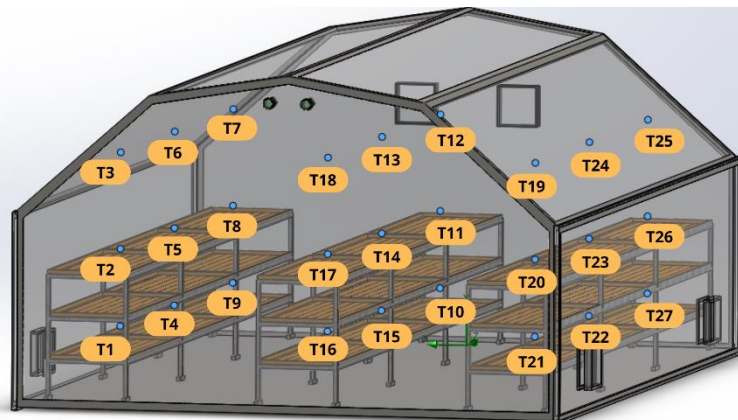
Gambar 4.40 Skenario 2 layer 3 arrow and cut plot

Layer3

Medium - Fluid; Iteration = 314

| Nama Titik | X [m] | Y [m] | Z [m] | Temp [°C] |
|------------|-------|-------|-------|-----------|
| T1         | 2.2   | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T2         | 2.2   | 1.5   | -6.2  | 63.76     |
| T3         | 2.2   | 0.7   | -6.2  | 60.65     |
| T4         | 2.2   | 0.7   | -3.8  | 59.52     |
| T5         | 2.2   | 1.5   | -3.8  | 58.03     |
| T6         | 2.2   | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T7         | 2.2   | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T8         | 2.2   | 1.5   | -1.2  | 56.81     |
| T9         | 2.2   | 0.7   | -1.2  | 57.93     |
| T10        | 0     | 0.7   | -1.2  | 57.56     |
| T11        | 0     | 1.5   | -1.2  | 65.33     |
| T12        | 0     | 2.5   | -1.2  | 66.39     |
| T13        | 0     | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T14        | 0     | 1.5   | -3.8  | 66.32     |
| T15        | 0     | 0.7   | -3.8  | 56.63     |
| T16        | 0     | 0.7   | -6.2  | 56.05     |
| T17        | 0     | 1.5   | -6.2  | 59.51     |
| T18        | 0     | 2.5   | -6.2  | 66.39     |
| T19        | -2.2  | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T20        | -2.2  | 1.5   | -6.2  | 64.27     |
| T21        | -2.2  | 0.7   | -6.2  | 61.39     |
| T22        | -2.2  | 0.7   | -3.8  | 59.99     |
| T23        | -2.2  | 1.5   | -3.8  | 57.33     |
| T24        | -2.2  | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T25        | -2.2  | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T26        | -2.2  | 1.5   | -1.2  | 56.55     |
| T27        | -2.2  | 0.7   | -1.2  | 57.27     |
| STDV=      |       |       |       | 4.15      |

| Nama     | Satuan | Nilai | $\Delta T$ |
|----------|--------|-------|------------|
| Av Temp  | [°C]   | 62.46 |            |
| Min Temp | [°C]   | 24    |            |
| Max Temp | [°C]   | 66.43 |            |



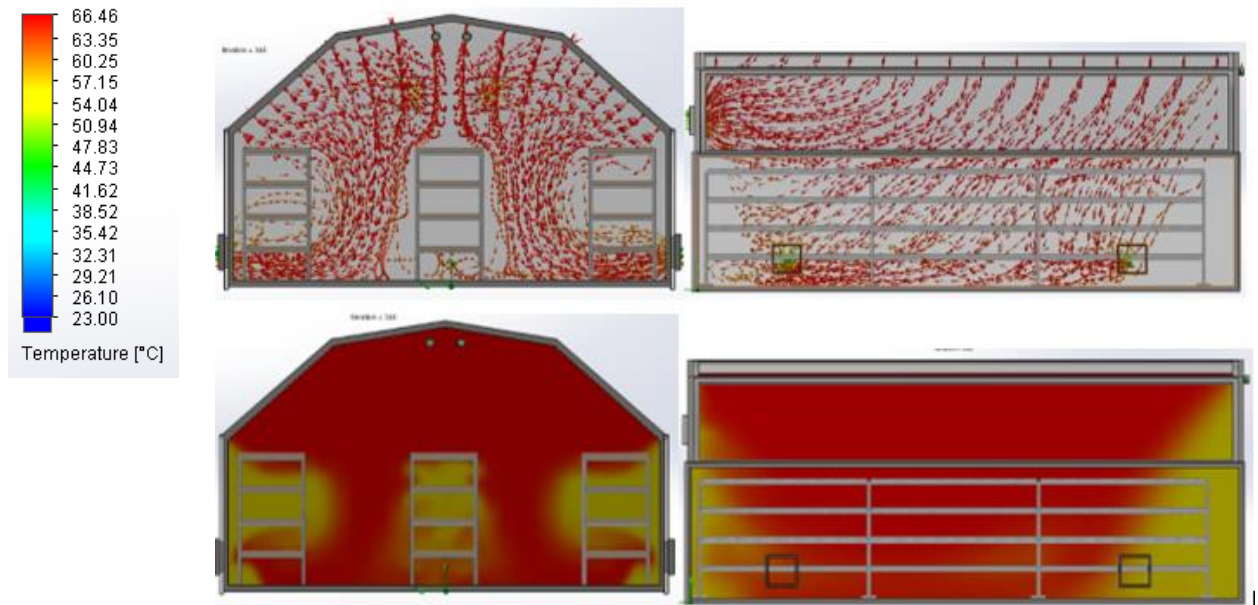
(a)

(b)

Gambar 4.41. Skenario 2 layer 3, (a) tabel titik suhu, (b) alamat titik suhu

Berdasarkan gambar 4.41 dapat dilihat bahwa penyebaran udara panas dapat mengenai dasar dari ruang pengering dengan mengambil 27 titik (gambar 4.42) untuk mengetahui posisi suhu. Sehingga didapat suhu rata-rata 62,46 °C, suhu minimal 24 °C, suhu maksimal 66,43 °C dan standar deviasi (stdv) sebesar 4,15 dan mendapatkan nilai  $\Delta T$  sebesar 42,43 °C.

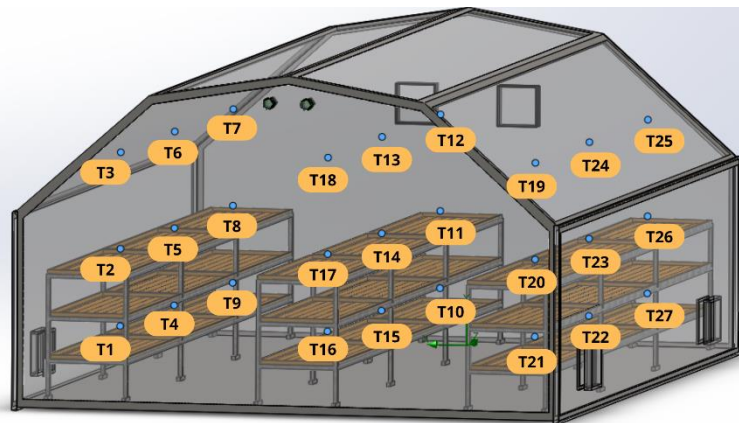
d. Layer 4



Gambar 4.42. Skenario 2 layer 4 arrow and cut plot

| Sampel Fan 2                    |       |       |          |
|---------------------------------|-------|-------|----------|
| Medium - Fluid; Iteration = 346 |       |       |          |
| X [m]                           | Y [m] | Z [m] | Temp[°C] |
| 2.2                             | 2.5   | -6.2  | 66.40    |
| 2.2                             | 1.5   | -6.2  | 65.43    |
| 2.2                             | 0.7   | -6.2  | 58.59    |
| 2.2                             | 0.7   | -3.8  | 60.20    |
| 2.2                             | 1.5   | -3.8  | 58.93    |
| 2.2                             | 2.5   | -3.8  | 66.40    |
| 2.2                             | 2.5   | -1.2  | 66.40    |
| 2.2                             | 1.5   | -1.2  | 56.09    |
| 2.2                             | 0.7   | -1.2  | 58.06    |
| -2.2                            | 0.7   | -1.2  | 57.79    |
| -2.2                            | 1.5   | -1.2  | 56.10    |
| -2.2                            | 2.5   | -1.2  | 66.40    |
| -2.2                            | 2.5   | -3.8  | 66.40    |
| -2.2                            | 1.5   | -3.8  | 58.42    |
| -2.2                            | 0.7   | -3.8  | 60.44    |
| -2.2                            | 0.7   | -6.2  | 58.56    |
| -2.2                            | 1.5   | -6.2  | 64.91    |
| -2.2                            | 2.5   | -6.2  | 66.40    |
| 0                               | 2.5   | -6.2  | 66.39    |
| 0                               | 1.5   | -6.2  | 56.02    |
| 0                               | 0.7   | -6.2  | 56.32    |
| 0                               | 0.7   | -3.8  | 57.37    |
| 0                               | 1.5   | -3.8  | 56.22    |
| 0                               | 2.5   | -3.8  | 66.40    |
| 0                               | 2.5   | -1.2  | 66.39    |
| 0                               | 1.5   | -1.2  | 56.93    |
| 0                               | 0.7   | -1.2  | 60.18    |
| STDV=                           |       |       | 4.32     |

| Nama     | Satuan | Nilai | $\Delta T$ |
|----------|--------|-------|------------|
| Av Temp  | [°C]   | 62.33 |            |
| Min Temp | [°C]   | 24    |            |
| Max Temp | [°C]   | 66.4  |            |



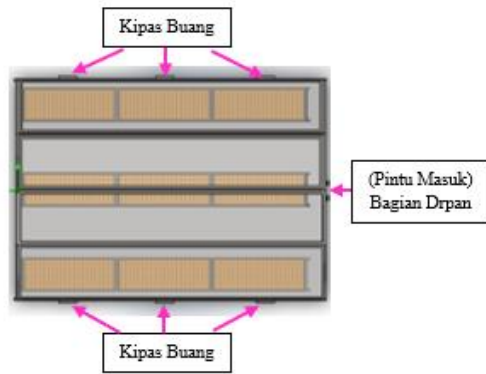
(a)

(b)

Gambar 4.43. Skenario 2 layer 4 (a) tabel titik suhu, (b) alamat titik suhu

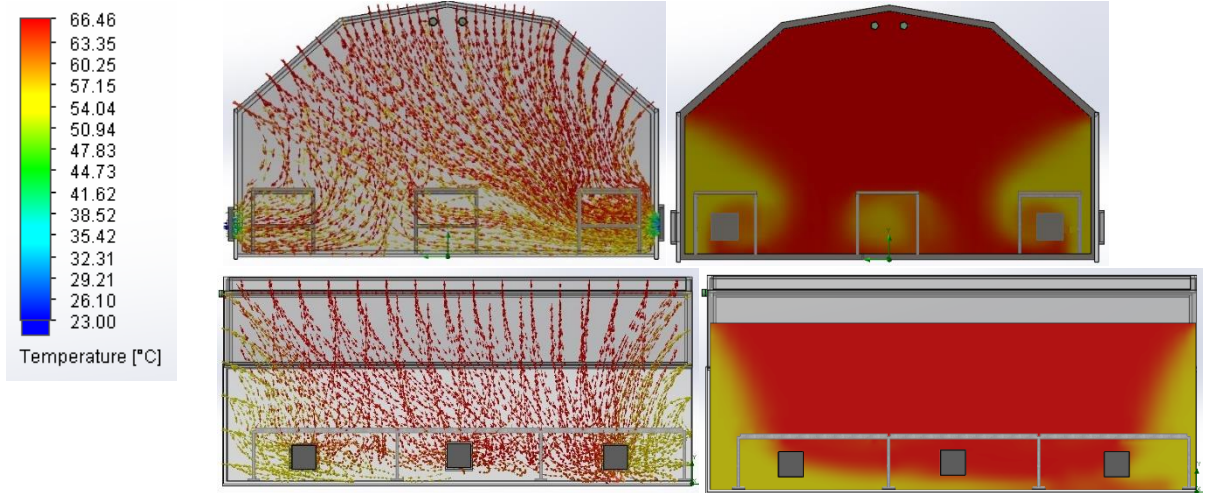
Berdasarkan gambar 4.43 dapat dilihat bahwa penyebaran udara panas dapat mengenai dasar dari ruang pengering dengan mengambil 27 titik (gambar 4.44) untuk mengetahui posisi suhu. Sehingga didapat suhu rata-rata 62,33 °C, suhu minimal adalah 24 °C, suhu maksimal adalah 66,4 °C dan standar deviasi (stdv) sebesar 4,32 dan mendapatkan nilai  $\Delta T$  sebesar 42,4 °C.

### 3. Skenario 3



Gambar 4.44. Posisi kipas buang skenario 3

#### a. Layer 1

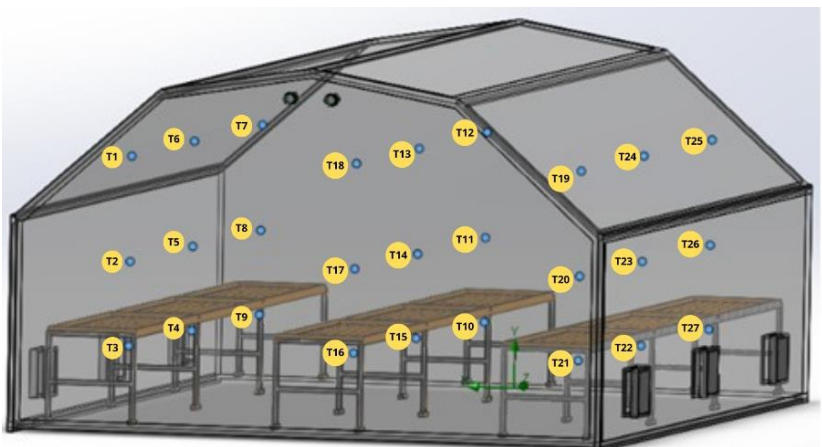


Gambar 4.45. Skenario 3 layer 1 arrow and cut plot

Sec 3 layer 1  
Medium - Fluid; Iteration = 182

| Nama Titik | X [m] | Y [m] | Z [m] | Temp [°C] |
|------------|-------|-------|-------|-----------|
| T1         | 2.2   | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T2         | 2.2   | 1.5   | -6.2  | 58.01     |
| T3         | 2.2   | 0.7   | -6.2  | 56.01     |
| T4         | 2.2   | 0.7   | -3.8  | 56.18     |
| T5         | 2.2   | 1.5   | -3.8  | 59.51     |
| T6         | 2.2   | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T7         | 2.2   | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T8         | 2.2   | 1.5   | -1.2  | 66.21     |
| T9         | 2.2   | 0.7   | -1.2  | 62.40     |
| T10        | 0     | 0.7   | -1.2  | 56.11     |
| T11        | 0     | 1.5   | -1.2  | 60.14     |
| T12        | 0     | 2.5   | -1.2  | 66.03     |
| T13        | 0     | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T14        | 0     | 1.5   | -3.8  | 66.40     |
| T15        | 0     | 0.7   | -3.8  | 65.40     |
| T16        | 0     | 0.7   | -6.2  | 56.77     |
| T17        | 0     | 1.5   | -6.2  | 61.88     |
| T18        | 0     | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T19        | -2.2  | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T20        | -2.2  | 1.5   | -6.2  | 66.33     |
| T21        | -2.2  | 0.7   | -6.2  | 64.39     |
| T22        | -2.2  | 0.7   | -3.8  | 66.14     |
| T23        | -2.2  | 1.5   | -3.8  | 66.31     |
| T24        | -2.2  | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T25        | -2.2  | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T26        | -2.2  | 1.5   | -1.2  | 66.37     |
| T27        | -2.2  | 0.7   | -1.2  | 61.36     |
| STDV=      |       |       |       | 3.92      |

| Nama     | Satuan | Nilai | $\Delta T$ |
|----------|--------|-------|------------|
| Av Temp  | [°C]   | 62.3  |            |
| Min Temp | [°C]   | 24    |            |
| Max Temp | [°C]   | 64.41 |            |



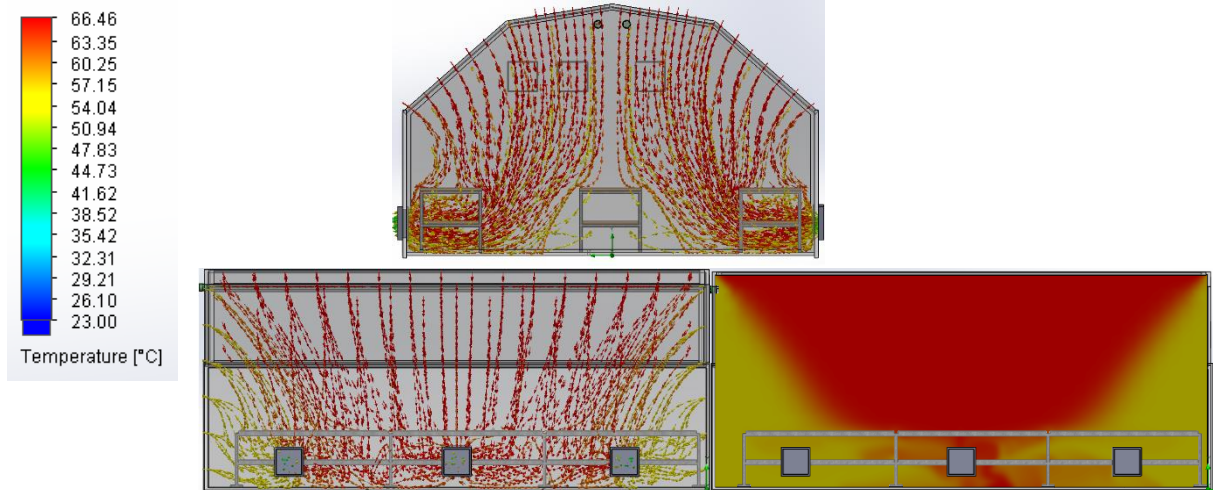
(a)

(b)

Gambar 4.46. Skenario 3 layer 1, (a) tabel titik suhu, (b) alamat titik suhu

Berdasarkan gambar 4.46 dapat dilihat bahwa penyebaran udara panas dapat mengenai dasar dari ruang pengering dengan mengambil 27 titik (gambar 4.47) untuk mengetahui posisi suhu. Sehingga didapat suhu rata-rata 62,3 °C, suhu minimal adalah 24 °C, suhu maksimal adalah 66,41 °C dan standar deviasi (stdv) sebesar 3,92 dan mendapatkan nilai  $\Delta T$  sebesar 40,41 °C.

b. Layer 2



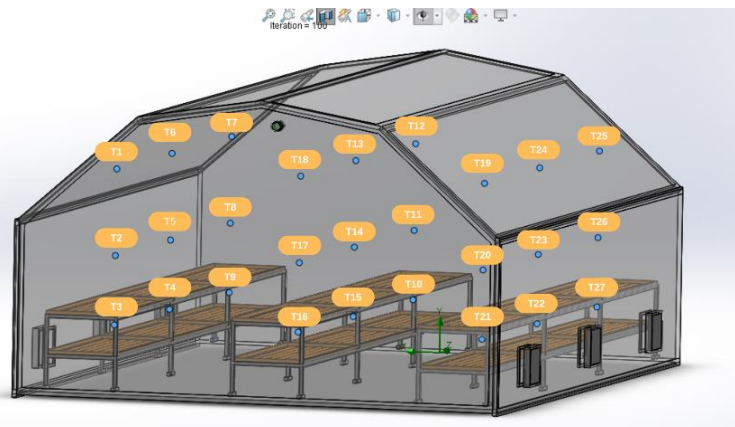
Gambar 4.47. Skenario 3 layer 2 arrow and cut plot

sec 3 layer 2  
Medium - Fluid; Iteration = 100

| Nama Titik | X [m] | Y [m] | Z [m] | Temp [°C] |
|------------|-------|-------|-------|-----------|
| T1         | 2.2   | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T2         | 2.2   | 1.5   | -6.2  | 65.46     |
| T3         | 2.2   | 0.7   | -6.2  | 63.04     |
| T4         | 2.2   | 0.7   | -3.8  | 64.53     |
| T5         | 2.2   | 1.5   | -3.8  | 66.04     |
| T6         | 2.2   | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T7         | 2.2   | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T8         | 2.2   | 1.5   | -1.2  | 61.61     |
| T9         | 2.2   | 0.7   | -1.2  | 58.72     |
| T10        | 0     | 0.7   | -1.2  | 56.05     |
| T11        | 0     | 1.5   | -1.2  | 56.33     |
| T12        | 0     | 2.5   | -1.2  | 65.62     |
| T13        | 0     | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T14        | 0     | 1.5   | -3.8  | 66.40     |
| T15        | 0     | 0.7   | -3.8  | 66.40     |
| T16        | 0     | 0.7   | -6.2  | 58.21     |
| T17        | 0     | 1.5   | -6.2  | 57.58     |
| T18        | 0     | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T19        | -2.2  | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T20        | -2.2  | 1.5   | -6.2  | 65.76     |
| T21        | -2.2  | 0.7   | -6.2  | 62.60     |
| T22        | -2.2  | 0.7   | -3.8  | 63.86     |
| T23        | -2.2  | 1.5   | -3.8  | 66.11     |
| T24        | -2.2  | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T25        | -2.2  | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T26        | -2.2  | 1.5   | -1.2  | 60.91     |
| T27        | -2.2  | 0.7   | -1.2  | 58.05     |
| STDV=      |       |       |       | 3.65      |

(a)

| Nama     | Satuan | Nilai | $\Delta T$ |
|----------|--------|-------|------------|
| Av Temp  | [°C]   | 63.18 | 42.44      |
| Min Temp | [°C]   | 24    |            |
| Max Temp | [°C]   | 66.44 |            |

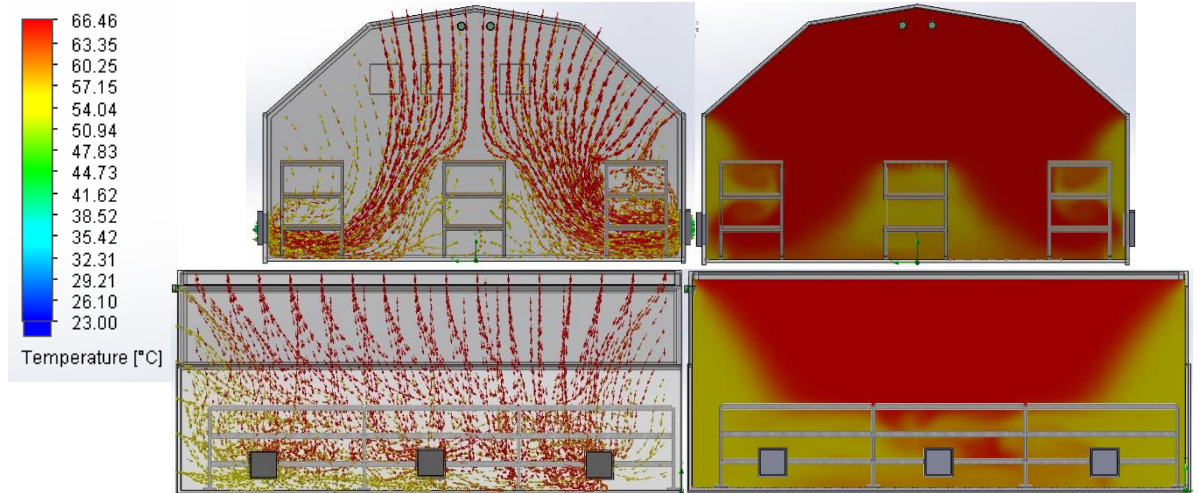


(b)

Gambar 4.48. Skenario 2 layer 2, (a) tabel titik suhu, (b) alamat titik suhu

Berdasarkan gambar 4.48 dapat dilihat bahwa penyebaran udara panas dapat mengenai dasar dari ruang pengering dengan mengambil 27 titik (gambar 4.49) untuk mengetahui posisi suhu. Sehingga didapat suhu rata-rata 63,18 °C, suhu minimal adalah 24 °C, suhu maksimal adalah 66,44 °C dan standar deviasi (stdv) sebesar 3,65 dan mendapatkan nilai  $\Delta T$  sebesar 42,44 °C.

c. Layer 3

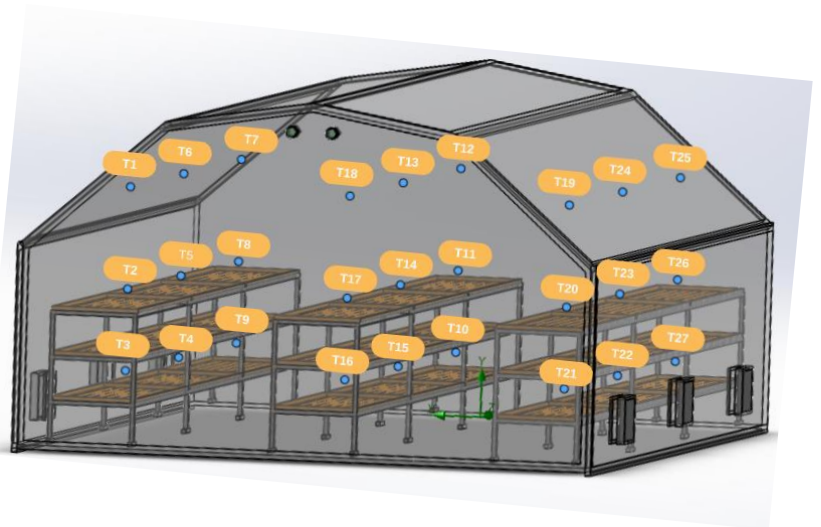


Gambar 4.49. Skenario 3 layer 3 arrow and cut plot

sec 3 layer 3  
Medium - Fluid; Iteration = 249

| Nama Titik | X [m] | Y [m] | Z [m] | Temp[°C] |
|------------|-------|-------|-------|----------|
| T1         | 2.2   | 2.5   | -6.2  | 66.40    |
| T2         | 2.2   | 1.5   | -6.2  | 56.78    |
| T3         | 2.2   | 0.7   | -6.2  | 56.00    |
| T4         | 2.2   | 0.7   | -3.8  | 56.00    |
| T5         | 2.2   | 1.5   | -3.8  | 58.46    |
| T6         | 2.2   | 2.5   | -3.8  | 66.40    |
| T7         | 2.2   | 2.5   | -1.2  | 66.40    |
| T8         | 2.2   | 1.5   | -1.2  | 65.75    |
| T9         | 2.2   | 0.7   | -1.2  | 59.95    |
| T10        | 0     | 0.7   | -1.2  | 56.26    |
| T11        | 0     | 1.5   | -1.2  | 60.17    |
| T12        | 0     | 2.5   | -1.2  | 66.11    |
| T13        | 0     | 2.5   | -3.8  | 66.40    |
| T14        | 0     | 1.5   | -3.8  | 66.40    |
| T15        | 0     | 0.7   | -3.8  | 66.29    |
| T16        | 0     | 0.7   | -6.2  | 58.98    |
| T17        | 0     | 1.5   | -6.2  | 61.78    |
| T18        | 0     | 2.5   | -6.2  | 66.40    |
| T19        | -2.2  | 2.5   | -6.2  | 66.40    |
| T20        | -2.2  | 1.5   | -6.2  | 66.40    |
| T21        | -2.2  | 0.7   | -6.2  | 66.23    |
| T22        | -2.2  | 0.7   | -3.8  | 65.70    |
| T23        | -2.2  | 1.5   | -3.8  | 66.40    |
| T24        | -2.2  | 2.5   | -3.8  | 66.40    |
| T25        | -2.2  | 2.5   | -1.2  | 66.40    |
| T26        | -2.2  | 1.5   | -1.2  | 66.40    |
| T27        | -2.2  | 0.7   | -1.2  | 63.52    |
| STDV=      |       |       |       | 4.00     |

| Nama     | Satuan | Nilai | $\Delta T$ |
|----------|--------|-------|------------|
| Av Temp  | [°C]   | 62.41 |            |
| Min Temp | [°C]   | 24    |            |
| Max Temp | [°C]   | 66.43 |            |



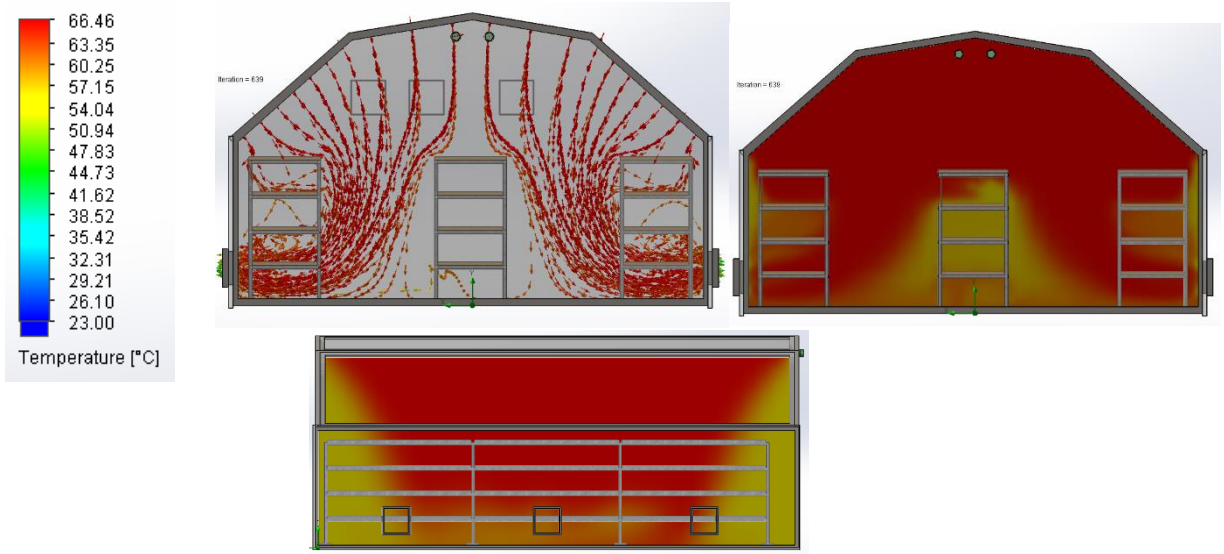
(a)

(b)

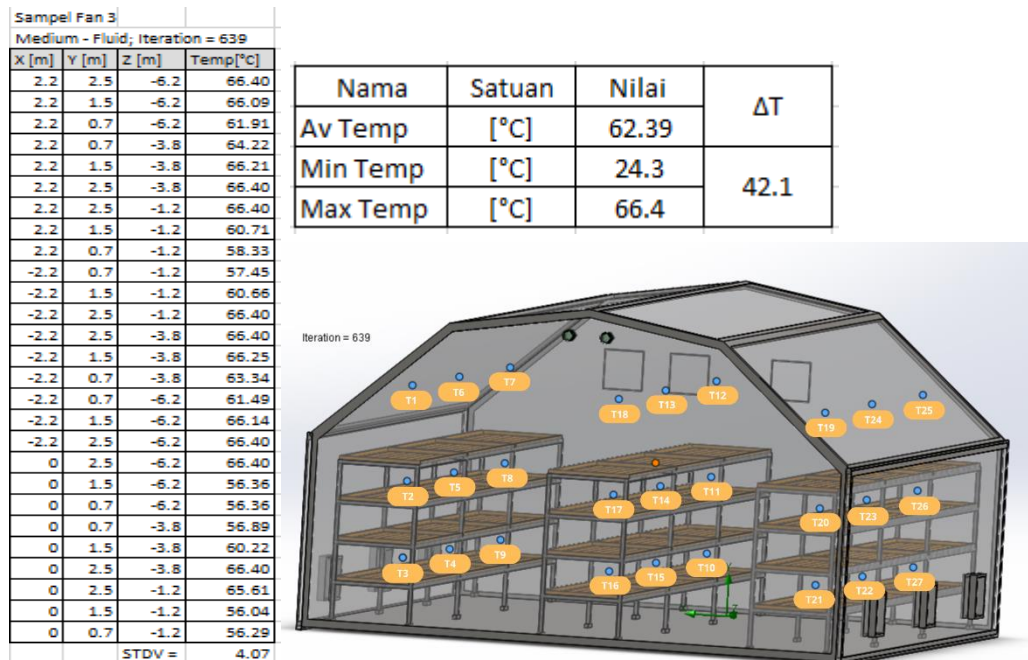
Gambar 4.50. Skenario 2 layer 3, (a) tabel titik suhu, (b) alamat titik suhu

Berdasarkan gambar 4.50 dapat dilihat bahwa penyebaran udara panas dapat mengenai dasar dari ruang pengering dengan mengambil 27 titik (gambar 4.510) untuk mengetahui posisi suhu. Sehingga didapat suhu rata-rata 62,41 °C, suhu minimal adalah 24 °C, suhu maksimal adalah 66,43 °C dan standar deviasi (stdv) sebesar 4,00 dan mendapatkan nilai  $\Delta T$  sebesar 42,43 °C.

d. Layer 4



Gambar 4.51. Skenario 3 layer 4 arrow and cut plot



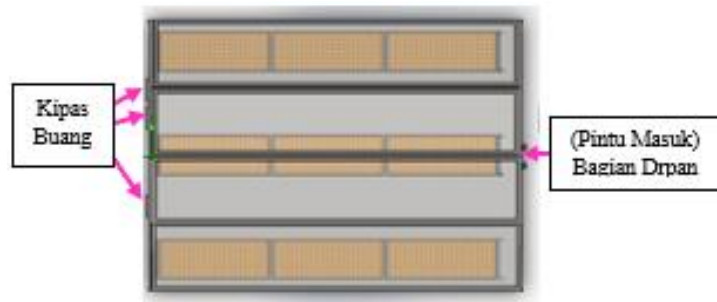
(a)

(b)

Gambar 4.52. Skenario 3 layer 4, (a) tabel titik suhu, (b) alamat titik suhu

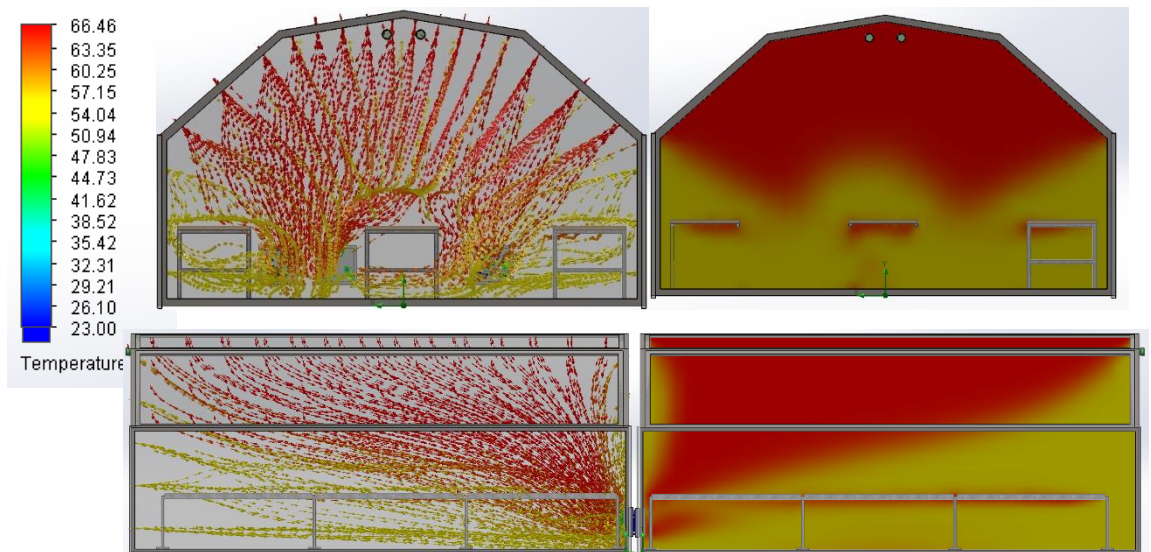
Berdasarkan gambar 4.52 dapat dilihat bahwa penyebaran udara panas dapat mengenai dasar dari ruang pengering dengan mengambil 27 titik (gambar 4.53) untuk mengetahui posisi suhu. Sehingga didapat suhu minimal adalah 24.3 °C, suhu maksimal adalah 66,4 °C dan standar deviasi (stdv) sebesar 4,07 dan mendapatkan nilai  $\Delta T$  sebesar 41,66 °C.

#### 4. Skenario 4



Gambar 4.53. Posisi kipas buang skenario 4

##### a. Layer 1

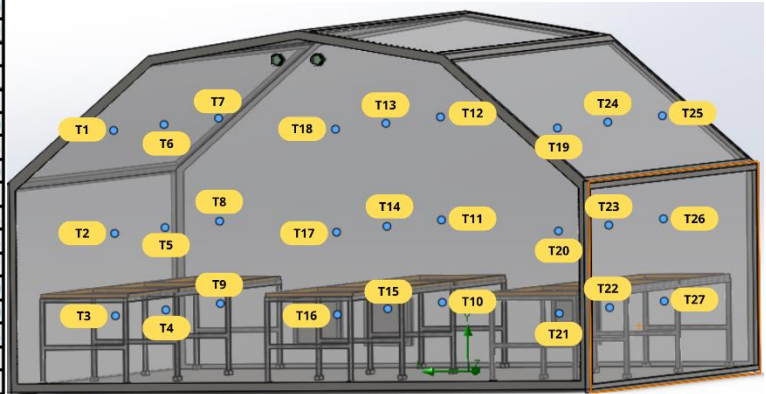


Gambar 4.54. Skenario 4 layer 1 arrow and cutplot

Layer 1  
Medium - Fluid; Iteration = 201

| Nama Titik | X [m] | Y [m] | Z [m] | Temp [°C] |
|------------|-------|-------|-------|-----------|
| T1         | 2.2   | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T2         | 2.2   | 1.5   | -6.2  | 58.05     |
| T3         | 2.2   | 0.7   | -6.2  | 56.02     |
| T4         | 2.2   | 0.7   | -3.8  | 56.97     |
| T5         | 2.2   | 1.5   | -3.8  | 59.58     |
| T6         | 2.2   | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T7         | 2.2   | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T8         | 2.2   | 1.5   | -1.2  | 65.85     |
| T9         | 2.2   | 0.7   | -1.2  | 56.62     |
| T10        | 0     | 0.7   | -1.2  | 59.26     |
| T11        | 0     | 1.5   | -1.2  | 66.19     |
| T12        | 0     | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T13        | 0     | 2.5   | -3.8  | 66.39     |
| T14        | 0     | 1.5   | -3.8  | 58.55     |
| T15        | 0     | 0.7   | -3.8  | 57.51     |
| T16        | 0     | 0.7   | -6.2  | 56.73     |
| T17        | 0     | 1.5   | -6.2  | 56.00     |
| T18        | 0     | 2.5   | -6.2  | 64.54     |
| T19        | -2.2  | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T20        | -2.2  | 1.5   | -6.2  | 57.55     |
| T21        | -2.2  | 0.7   | -6.2  | 56.04     |
| T22        | -2.2  | 0.7   | -3.8  | 56.24     |
| T23        | -2.2  | 1.5   | -3.8  | 58.17     |
| T24        | -2.2  | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T25        | -2.2  | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T26        | -2.2  | 1.5   | -1.2  | 61.98     |
| T27        | -2.2  | 0.7   | -1.2  | 57.01     |
| STDV=      |       |       |       | 4.45      |

| Nama     | Satuan | Nilai | ΔT   |
|----------|--------|-------|------|
| Av Temp  | [°C]   | 60.93 | 36.4 |
| Min Temp | [°C]   | 30    |      |
| Max Temp | [°C]   | 66.4  |      |



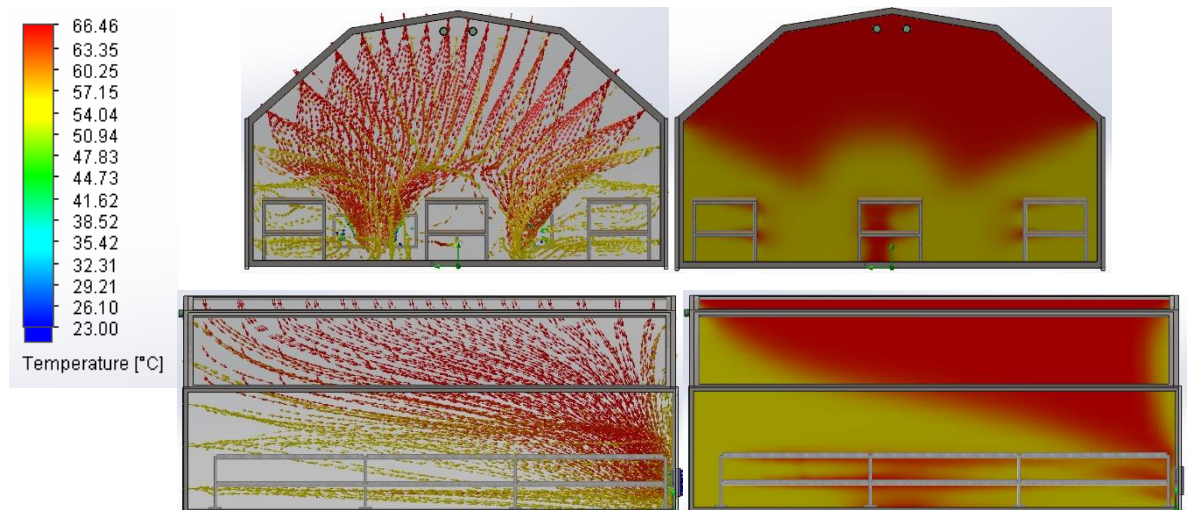
(a)

(b)

Gambar 4.55. Skenario 4 layer 1 (a) tabel titik suhu, (b) alamat titik suhu

Berdasarkan gambar 4.55 dapat dilihat bahwa penyebaran udara panas dapat mengenai dasar dari ruang pengering dengan mengambil 27 titik (gambar 4.56) untuk mengetahui posisi suhu. Sehingga didapat suhu rata-rata 60,93 °C, suhu minimal adalah 30 °C, suhu maksimal adalah 66,4 °C dan standar deviasi (stdv) sebesar 4,45 dan mendapatkan nilai  $\Delta T$  sebesar 36,4 °C.

b. Layer 2

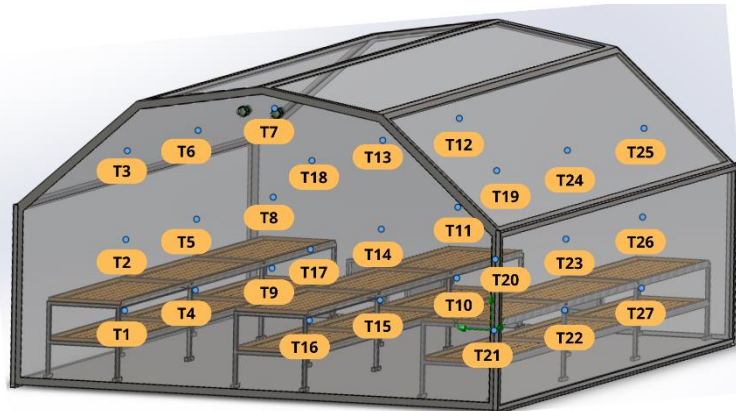


Gambar 4.56. Skenario 4 layer 2 arrow and cut plot

Layer 2  
Medium - Fluid; Iteration = 308

| Nama Titik | X [m] | Y [m] | Z [m] | Temp [°C] |
|------------|-------|-------|-------|-----------|
| T1         | 2.2   | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T2         | 2.2   | 1.5   | -6.2  | 57.42     |
| T3         | 2.2   | 0.7   | -6.2  | 56.00     |
| T4         | 2.2   | 0.7   | -3.8  | 56.03     |
| T5         | 2.2   | 1.5   | -3.8  | 59.05     |
| T6         | 2.2   | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T7         | 2.2   | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T8         | 2.2   | 1.5   | -1.2  | 65.30     |
| T9         | 2.2   | 0.7   | -1.2  | 56.01     |
| T10        | 0     | 0.7   | -1.2  | 59.06     |
| T11        | 0     | 1.5   | -1.2  | 66.05     |
| T12        | 0     | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T13        | 0     | 2.5   | -3.8  | 66.38     |
| T14        | 0     | 1.5   | -3.8  | 57.24     |
| T15        | 0     | 0.7   | -3.8  | 60.50     |
| T16        | 0     | 0.7   | -6.2  | 56.84     |
| T17        | 0     | 1.5   | -6.2  | 56.00     |
| T18        | 0     | 2.5   | -6.2  | 63.85     |
| T19        | -2.2  | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T20        | -2.2  | 1.5   | -6.2  | 57.09     |
| T21        | -2.2  | 0.7   | -6.2  | 56.00     |
| T22        | -2.2  | 0.7   | -3.8  | 56.00     |
| T23        | -2.2  | 1.5   | -3.8  | 57.73     |
| T24        | -2.2  | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T25        | -2.2  | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T26        | -2.2  | 1.5   | -1.2  | 62.02     |
| T27        | -2.2  | 0.7   | -1.2  | 56.14     |
| STDV=      |       |       |       | 4.55      |

| Nama     | Satuan | Nilai | $\Delta T$ |
|----------|--------|-------|------------|
| Av Temp  | [°C]   | 60.84 |            |
| Min Temp | [°C]   | 30    |            |
| Max Temp | [°C]   | 66.4  |            |



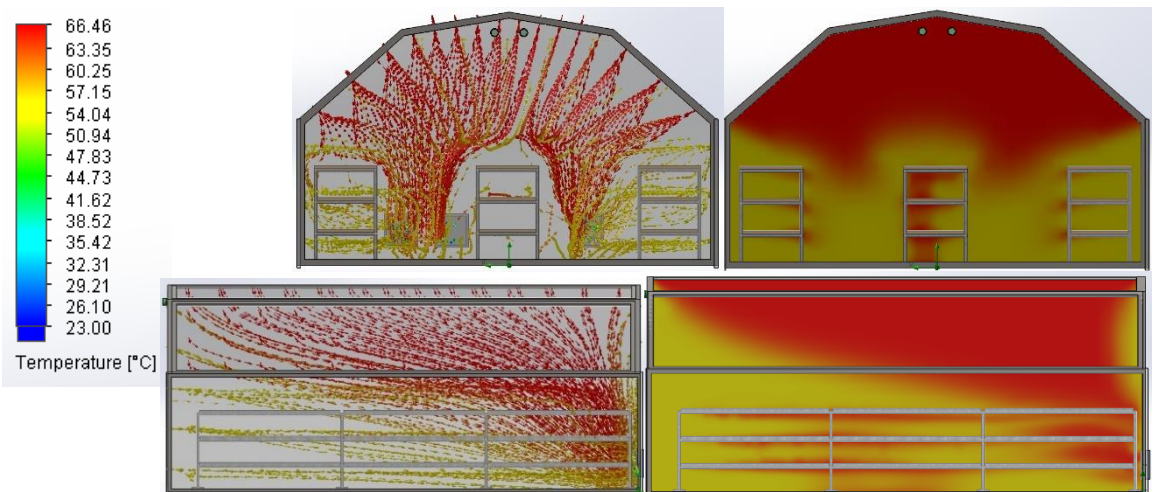
(a)

(b)

Gambar 4.57. Skenario 4 layer 2, (a) data suhu, (b) titik suhu

Berdasarkan gambar 4.57 dapat dilihat bahwa penyebaran udara panas dapat mengenai dasar dari ruang pengering dengan mengambil 27 titik (gambar 4.59) untuk mengetahui posisi suhu. Sehingga didapat suhu rata-rata 60,84 °C, suhu minimal adalah 30 °C, suhu maksimal adalah 66,4 °C dan standar deviasi (stdv) sebesar 4,55 dan mendapatkan nilai  $\Delta T$  sebesar 36,4 °C.

c. Layer 3

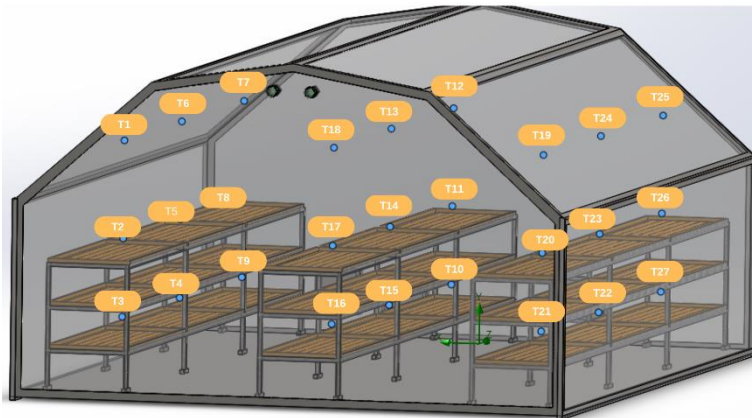


Gambar 4.58. Skenario 4 layer 3 arrow and cut plot

Layer3  
Medium - Fluid; Iteration = 314

| Nama Titik | X [m] | Y [m] | Z [m] | Temp [°C] |
|------------|-------|-------|-------|-----------|
| T1         | 2.2   | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T2         | 2.2   | 1.5   | -6.2  | 63.76     |
| T3         | 2.2   | 0.7   | -6.2  | 60.65     |
| T4         | 2.2   | 0.7   | -3.8  | 59.52     |
| T5         | 2.2   | 1.5   | -3.8  | 58.03     |
| T6         | 2.2   | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T7         | 2.2   | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T8         | 2.2   | 1.5   | -1.2  | 56.81     |
| T9         | 2.2   | 0.7   | -1.2  | 57.93     |
| T10        | 0     | 0.7   | -1.2  | 57.56     |
| T11        | 0     | 1.5   | -1.2  | 65.33     |
| T12        | 0     | 2.5   | -1.2  | 66.39     |
| T13        | 0     | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T14        | 0     | 1.5   | -3.8  | 66.32     |
| T15        | 0     | 0.7   | -3.8  | 56.63     |
| T16        | 0     | 0.7   | -6.2  | 56.05     |
| T17        | 0     | 1.5   | -6.2  | 59.51     |
| T18        | 0     | 2.5   | -6.2  | 66.39     |
| T19        | -2.2  | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T20        | -2.2  | 1.5   | -6.2  | 64.27     |
| T21        | -2.2  | 0.7   | -6.2  | 61.39     |
| T22        | -2.2  | 0.7   | -3.8  | 59.99     |
| T23        | -2.2  | 1.5   | -3.8  | 57.33     |
| T24        | -2.2  | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T25        | -2.2  | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T26        | -2.2  | 1.5   | -1.2  | 56.55     |
| T27        | -2.2  | 0.7   | -1.2  | 57.27     |
| STDV=      |       |       |       | 4.15      |

| Nama     | Satuan | Nilai | ΔT   |
|----------|--------|-------|------|
| Av Temp  | [°C]   | 62.46 | 42.4 |
| Min Temp | [°C]   | 24    |      |
| Max Temp | [°C]   | 66.4  |      |

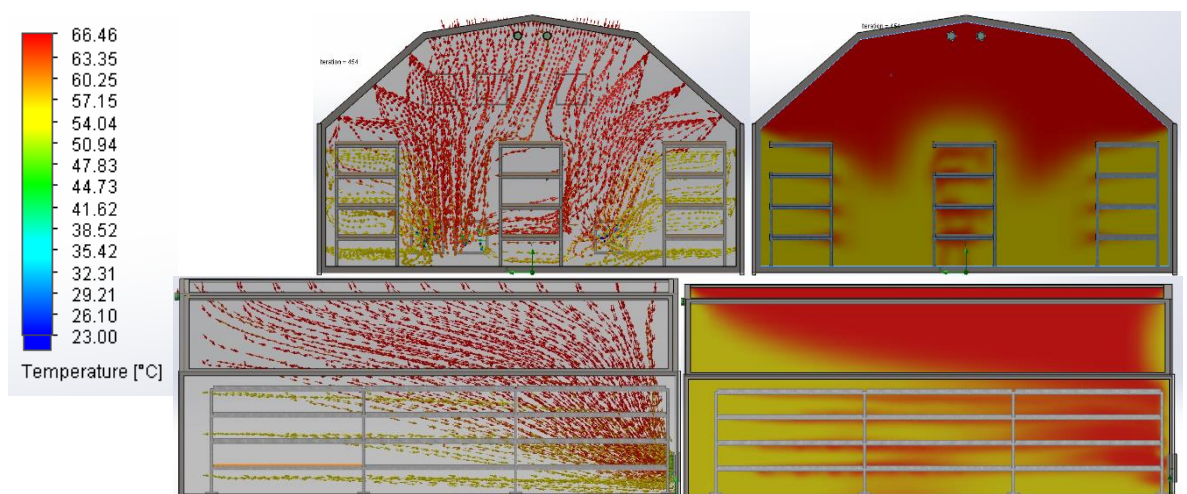


(a) (b)

Gambar 4.59. Skenario 4 layer 3, (a) data suhu, (b) titik suhu

Berdasarkan gambar 4.59 dapat dilihat bahwa penyebaran udara panas dapat mengenai dasar dari ruang pengering dengan mengambil 27 titik (gambar 4.60) untuk mengetahui posisi suhu. Sehingga didapat suhu rata-rata 62,46 °C, suhu minimal adalah 24 °C, suhu maksimal adalah 66,4 °C dan standar deviasi (stdv) sebesar 4,15 dan mendapatkan nilai  $\Delta T$  sebesar 42,4 °C.

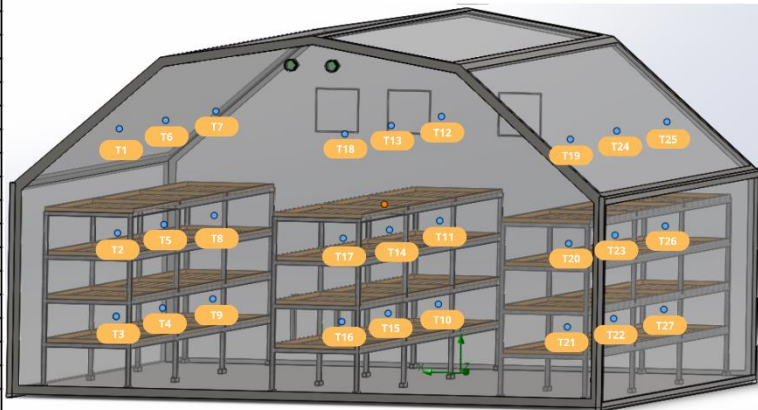
#### d. Layer 4



Gambar 4.60. Skenario 4 layer 4 arrow and cut plot

| Sampel Fan 4                    |       |       |       |          |
|---------------------------------|-------|-------|-------|----------|
| Medium - Fluid; Iteration = 454 |       |       |       |          |
| Nama Titik                      | x [m] | y [m] | z [m] | Temp[°C] |
| T1                              | 2.2   | 2.5   | -6.2  | 66.40    |
| T2                              | 2.2   | 1.5   | -6.2  | 56.00    |
| T3                              | 2.2   | 0.7   | -6.2  | 56.00    |
| T4                              | 2.2   | 0.7   | -3.8  | 56.01    |
| T5                              | 2.2   | 1.5   | -3.8  | 56.01    |
| T6                              | 2.2   | 2.5   | -3.8  | 66.40    |
| T7                              | 2.2   | 2.5   | -1.2  | 66.40    |
| T8                              | 2.2   | 1.5   | -1.2  | 62.63    |
| T9                              | 2.2   | 0.7   | -1.2  | 56.03    |
| T10                             | -2.2  | 0.7   | -1.2  | 56.00    |
| T11                             | -2.2  | 1.5   | -1.2  | 62.82    |
| T12                             | -2.2  | 2.5   | -1.2  | 66.40    |
| T13                             | -2.2  | 2.5   | -3.8  | 66.40    |
| T14                             | -2.2  | 1.5   | -3.8  | 56.00    |
| T15                             | -2.2  | 0.7   | -3.8  | 56.00    |
| T16                             | -2.2  | 0.7   | -6.2  | 56.00    |
| T17                             | -2.2  | 1.5   | -6.2  | 56.00    |
| T18                             | -2.2  | 2.5   | -6.2  | 66.40    |
| T19                             | 0     | 2.5   | -6.2  | 61.49    |
| T20                             | 0     | 1.5   | -6.2  | 56.08    |
| T21                             | 0     | 0.7   | -6.2  | 56.28    |
| T22                             | 0     | 0.7   | -3.8  | 59.99    |
| T23                             | 0     | 1.5   | -3.8  | 58.42    |
| T24                             | 0     | 2.5   | -3.8  | 66.22    |
| T25                             | 0     | 2.5   | -1.2  | 66.40    |
| T26                             | 0     | 1.5   | -1.2  | 63.75    |
| T27                             | 0     | 0.7   | -1.2  | 63.55    |
| STDV=                           |       |       |       | 4.60     |

| Nama     | Satuan | Nilai | $\Delta T$ |
|----------|--------|-------|------------|
| Av Temp  | [°C]   | 60.82 |            |
| Min Temp | [°C]   | 24.6  | 41.8       |
| Max Temp | [°C]   | 66.4  |            |



(a)

(b)

Gambar 4.61. Skenario 4 layer 4, (a) data suhu, (b) titik suhu

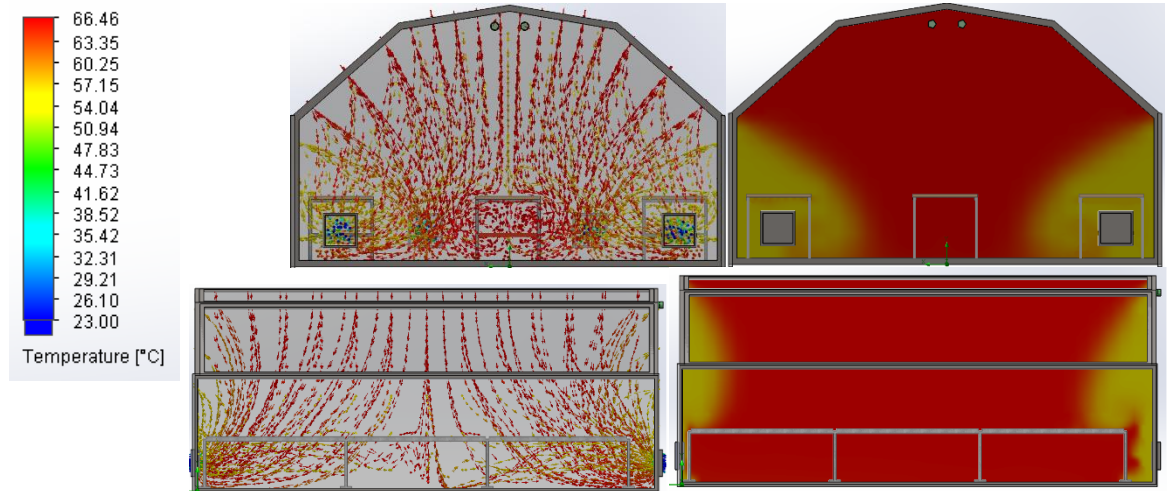
Berdasarkan gambar 4.61 dapat dilihat bahwa penyebaran udara panas dapat mengenai dasar dari ruang pengering dengan mengambil 27 titik (gambar 4.62) untuk mengetahui posisi suhu. Sehingga didapat suhu rata-rata 62,46 °C, suhu minimal adalah 24 °C, suhu maksimal adalah 66,4 °C dan standar deviasi (stdv) sebesar 4,60 dan mendapatkan nilai  $\Delta T$  sebesar 41,8 °C.

## 5. Skenario 5

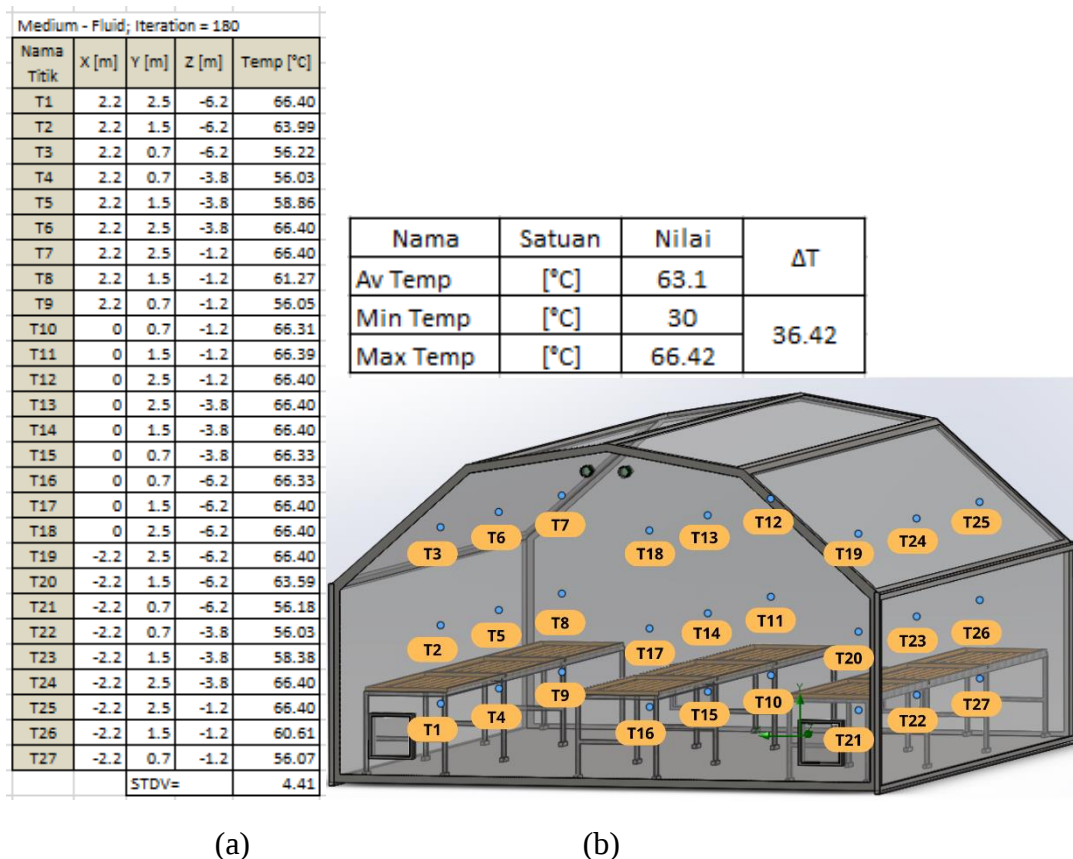


Gambar 4.62. Posisi kipas buang skenario 5

a. Layer 1



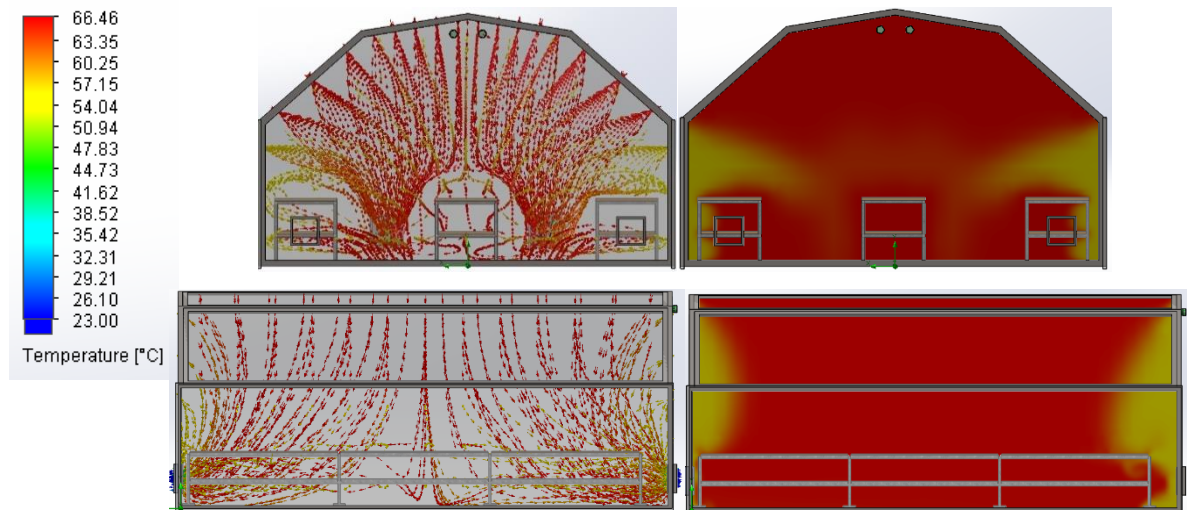
Gambar 4.63. Skenario 5 layer 1 arrow and cut plot



(a) (b)  
Gambar 4.64. Skenario 5 layer 1, (a) data suhu, (b) titik suhu

Berdasarkan gambar 4.64 dapat dilihat bahwa penyebaran udara panas dapat mengenai dasar dari ruang pengering dengan mengambil 27 titik (gambar 4.65) untuk mengetahui posisi suhu. Sehingga didapat suhu rata-rata 63,1 °C, suhu minimal adalah 30 °C, suhu maksimal adalah 66,42 °C dan standar deviasi (stdv) sebesar 4,41 dan mendapatkan nilai  $\Delta T$  sebesar 36,42 °C.

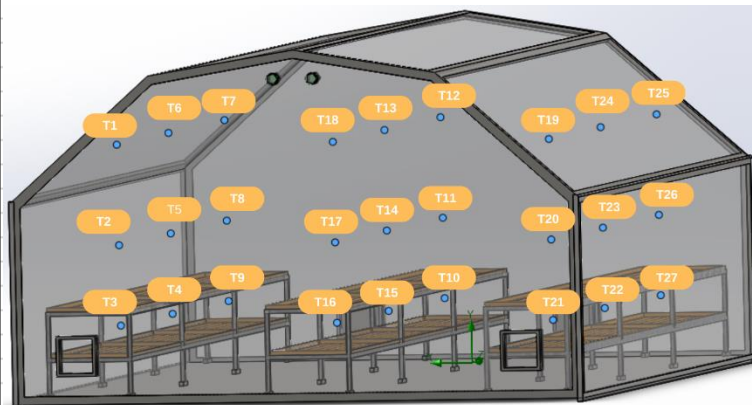
b. Layer 2



Gambar 4.65. Skenario 5 layer 2 arrow and cut plot

| Medium - Fluid; Iteration = 210 |       |       |       |           |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-----------|
| Nama Titik                      | x [m] | y [m] | z [m] | Temp [°C] |
| T1                              | 2.2   | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T2                              | 2.2   | 1.5   | -6.2  | 63.97     |
| T3                              | 2.2   | 0.7   | -6.2  | 56.40     |
| T4                              | 2.2   | 0.7   | -3.8  | 56.01     |
| T5                              | 2.2   | 1.5   | -3.8  | 58.88     |
| T6                              | 2.2   | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T7                              | 2.2   | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T8                              | 2.2   | 1.5   | -1.2  | 61.19     |
| T9                              | 2.2   | 0.7   | -1.2  | 56.02     |
| T10                             | 0     | 0.7   | -1.2  | 66.37     |
| T11                             | 0     | 1.5   | -1.2  | 66.39     |
| T12                             | 0     | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T13                             | 0     | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T14                             | 0     | 1.5   | -3.8  | 66.40     |
| T15                             | 0     | 0.7   | -3.8  | 66.38     |
| T16                             | 0     | 0.7   | -6.2  | 66.39     |
| T17                             | 0     | 1.5   | -6.2  | 66.40     |
| T18                             | 0     | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T19                             | -2.2  | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T20                             | -2.2  | 1.5   | -6.2  | 63.65     |
| T21                             | -2.2  | 0.7   | -6.2  | 56.13     |
| T22                             | -2.2  | 0.7   | -3.8  | 56.00     |
| T23                             | -2.2  | 1.5   | -3.8  | 58.40     |
| T24                             | -2.2  | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T25                             | -2.2  | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T26                             | -2.2  | 1.5   | -1.2  | 60.56     |
| T27                             | -2.2  | 0.7   | -1.2  | 56.08     |
|                                 |       |       | STDV= | 4.41      |

| Nama     | Satuan | Nilai | $\Delta T$ |
|----------|--------|-------|------------|
| Av Temp  | [°C]   | 63.11 |            |
| Min Temp | [°C]   | 30    | 36.4       |
| Max Temp | [°C]   | 66.4  |            |



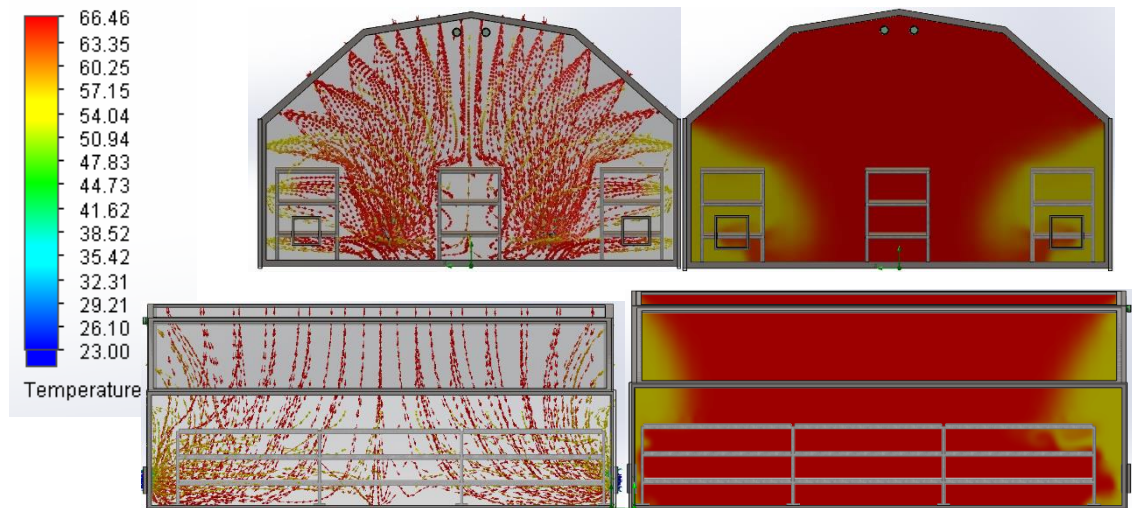
(a)

(b)

Gambar 4.66. Skenario 5 layer 1, (a) data suhu, (b) titik suhu

Berdasarkan gambar 4.66 dapat dilihat bahwa penyebaran udara panas dapat mengenai dasar dari ruang pengering dengan mengambil 27 titik (gambar 4.67) untuk mengetahui posisi suhu. Sehingga didapat suhu rata-rata 63,11 °C, suhu minimal adalah 30 °C, suhu maksimal adalah 66,4 °C dan standar deviasi (stdv) sebesar 4,41 dan mendapatkan nilai  $\Delta T$  sebesar 36,4 °C.

c. Layer 3

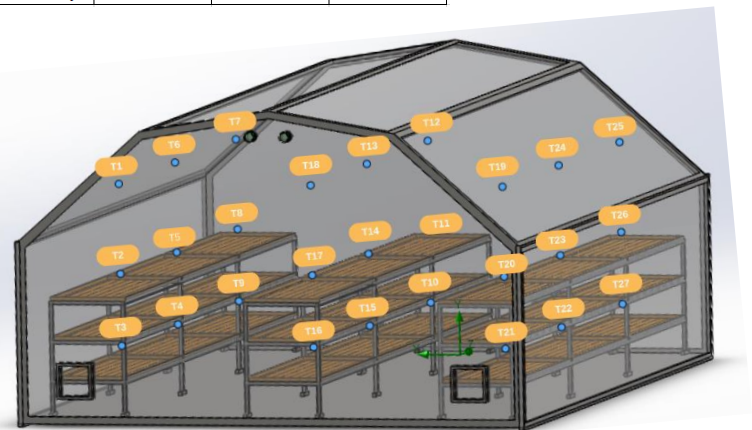


Gambar 4.67. Skenario 5 layer 3 arrow and cut plot

sec 5 layer 3  
Medium - Fluid; Iteration = 235

| Nama Titik | X [m] | Y [m] | Z [m] | Temp [°C] |
|------------|-------|-------|-------|-----------|
| T1         | 2.2   | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T2         | 2.2   | 1.5   | -6.2  | 64.40     |
| T3         | 2.2   | 0.7   | -6.2  | 57.74     |
| T4         | 2.2   | 0.7   | -3.8  | 56.02     |
| T5         | 2.2   | 1.5   | -3.8  | 57.54     |
| T6         | 2.2   | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T7         | 2.2   | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T8         | 2.2   | 1.5   | -1.2  | 59.72     |
| T9         | 2.2   | 0.7   | -1.2  | 55.99     |
| T10        | 0     | 0.7   | -1.2  | 66.38     |
| T11        | 0     | 1.5   | -1.2  | 66.28     |
| T12        | 0     | 2.5   | -1.2  | 66.39     |
| T13        | 0     | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T14        | 0     | 1.5   | -3.8  | 66.40     |
| T15        | 0     | 0.7   | -3.8  | 66.40     |
| T16        | 0     | 0.7   | -6.2  | 66.40     |
| T17        | 0     | 1.5   | -6.2  | 66.39     |
| T18        | 0     | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T19        | -2.2  | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T20        | -2.2  | 1.5   | -6.2  | 64.42     |
| T21        | -2.2  | 0.7   | -6.2  | 57.43     |
| T22        | -2.2  | 0.7   | -3.8  | 56.01     |
| T23        | -2.2  | 1.5   | -3.8  | 57.08     |
| T24        | -2.2  | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T25        | -2.2  | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T26        | -2.2  | 1.5   | -1.2  | 59.16     |
| T27        | -2.2  | 0.7   | -1.2  | 55.99     |
| STDV=      |       |       |       | 4.48      |

| Nama     | Satuan | Nilai | ΔT    |
|----------|--------|-------|-------|
| Av Temp  | [°C]   | 63.2  | 36.42 |
| Min Temp | [°C]   | 30    |       |
| Max Temp | [°C]   | 66.42 |       |



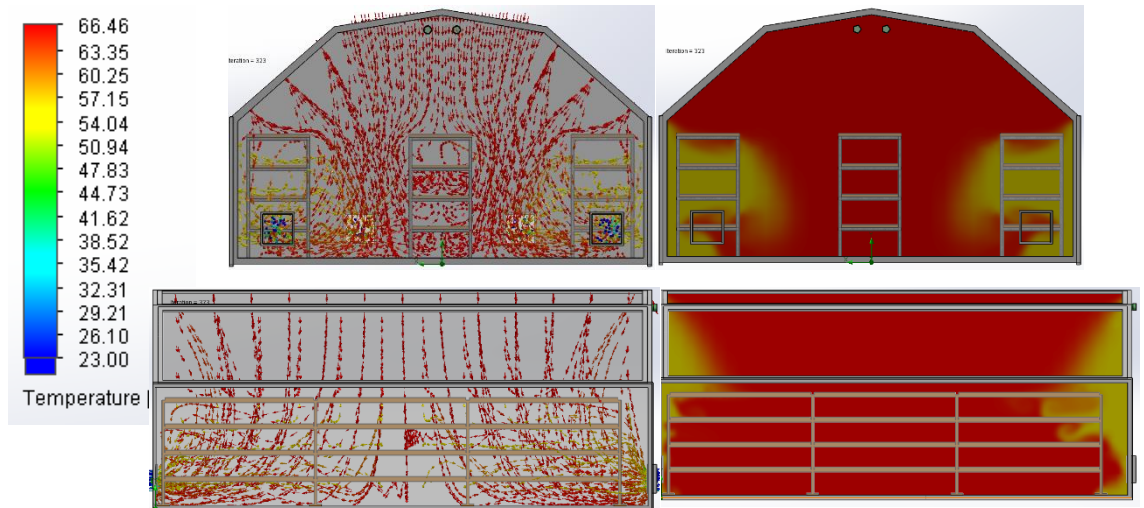
(a)

(b)

Gambar 4.68. Skenario 5 layer 3, (a) data suhu, (b) titik suhu

Berdasarkan gambar 4.68 dapat dilihat bahwa penyebaran udara panas dapat mengenai dasar dari ruang pengering dengan mengambil 27 titik (gambar 4.69) untuk mengetahui posisi suhu. Sehingga didapat suhu rata-rata 63,2 °C, suhu minimal adalah 30 °C, suhu maksimal adalah 66,42 °C dan standar deviasi (stdv) sebesar 4,48 dan mendapatkan nilai  $\Delta T$  sebesar 36,42 °C.

d. Layer 4

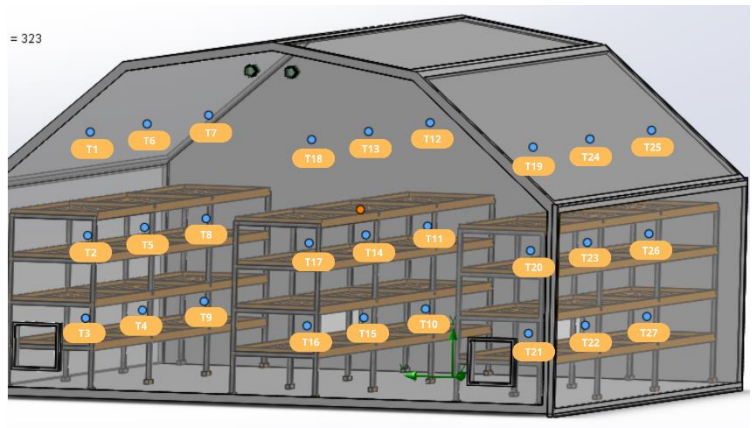


Gambar 4.69. Skenario 5 layer 4 arrow and cut plot

Sampel Fan 5  
Medium - Fluid; Iteration = 323

| Nama Titik | X [m] | Y [m] | Z [m] | Temp [°C] |
|------------|-------|-------|-------|-----------|
| T1         | 2.2   | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T2         | 2.2   | 1.5   | -6.2  | 60.53     |
| T3         | 2.2   | 0.7   | -6.2  | 59.95     |
| T4         | 2.2   | 0.7   | -3.8  | 59.29     |
| T5         | 2.2   | 1.5   | -3.8  | 57.91     |
| T6         | 2.2   | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T7         | 2.2   | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T8         | 2.2   | 1.5   | -1.2  | 62.06     |
| T9         | 2.2   | 0.7   | -1.2  | 55.99     |
| T10        | -2.2  | 0.7   | -1.2  | 55.99     |
| T11        | -2.2  | 1.5   | -1.2  | 62.21     |
| T12        | -2.2  | 2.5   | -1.2  | 66.40     |
| T13        | -2.2  | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T14        | -2.2  | 1.5   | -3.8  | 57.62     |
| T15        | -2.2  | 0.7   | -3.8  | 59.45     |
| T16        | -2.2  | 0.7   | -6.2  | 59.68     |
| T17        | -2.2  | 1.5   | -6.2  | 60.50     |
| T18        | -2.2  | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T19        | 0     | 2.5   | -6.2  | 66.40     |
| T20        | 0     | 1.5   | -6.2  | 65.05     |
| T21        | 0     | 0.7   | -6.2  | 66.39     |
| T22        | 0     | 0.7   | -3.8  | 66.40     |
| T23        | 0     | 1.5   | -3.8  | 66.40     |
| T24        | 0     | 2.5   | -3.8  | 66.40     |
| T25        | 0     | 2.5   | -1.2  | 66.30     |
| T26        | 0     | 1.5   | -1.2  | 66.39     |
| T27        | 0     | 0.7   | -1.2  | 66.38     |
| STDV=      |       |       |       | 3.81      |

| Nama     | Satuan | Nilai | $\Delta T$ |
|----------|--------|-------|------------|
| Av Temp  | [°C]   | 63.24 |            |
| Min Temp | [°C]   | 25.3  | 41.1       |
| Max Temp | [°C]   | 66.4  |            |



(a)

(b)

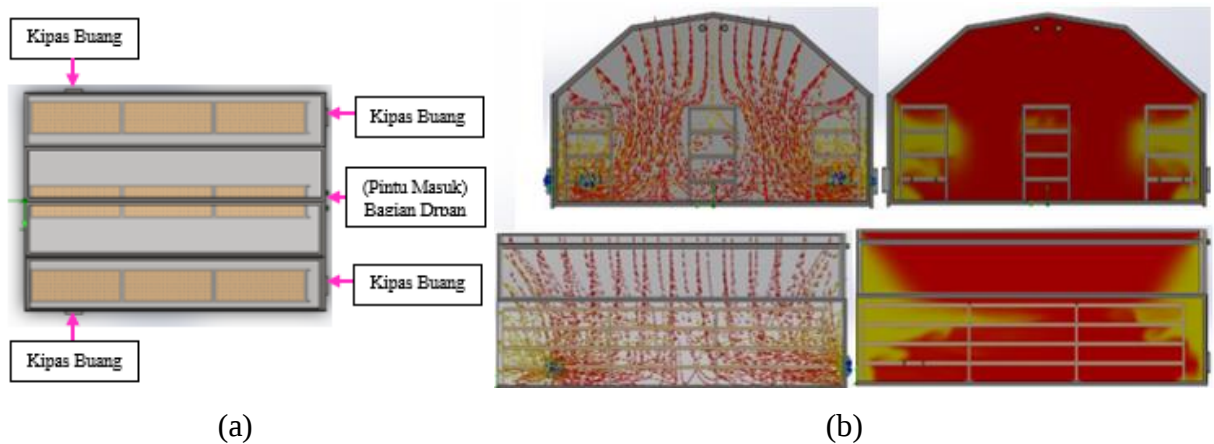
Gambar 4.70. Skenario 5 layer 4, (a) data suhu, (b) titik suhu

Berdasarkan gambar 4.70 dapat dilihat bahwa penyebaran udara panas dapat mengenai dasar dari ruang pengering dengan mengambil 27 titik (gambar 4.71) untuk mengetahui posisi suhu. Sehingga didapat suhu rata-rata 63,24 °C, suhu minimal adalah 25,3 °C, suhu maksimal adalah 66,42 °C dan standar deviasi (stdv) sebesar 4,48 dan mendapatkan nilai  $\Delta T$  sebesar 41,1 °C.

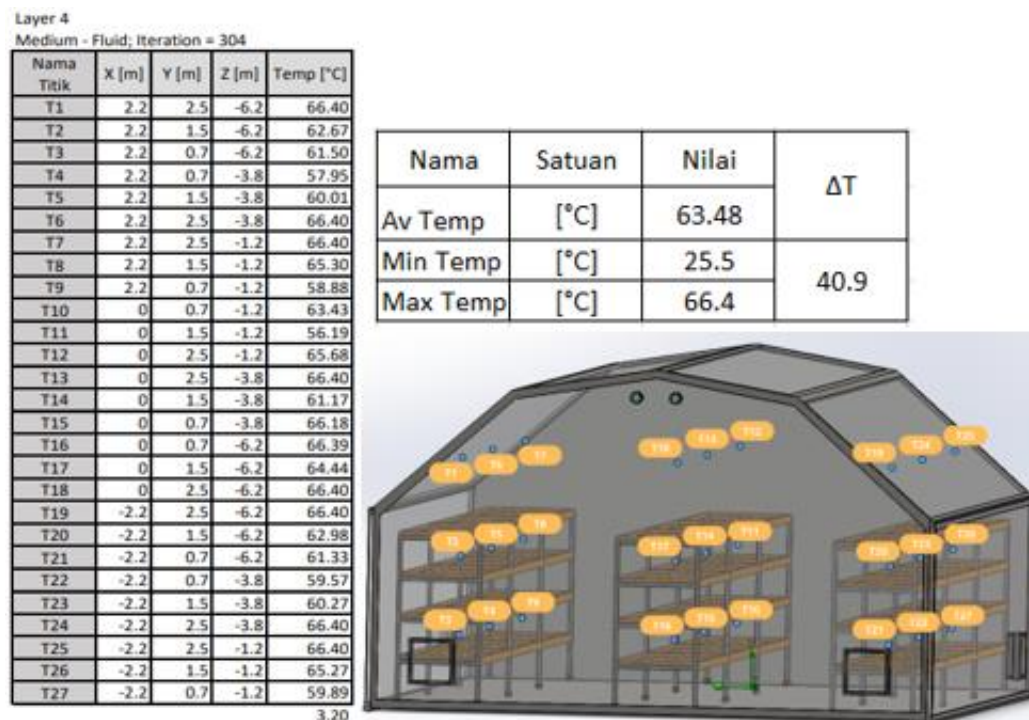
|                   | Skenario kipas | Temp Av [°C] | Temp Max [°C] | Standar Deviasi |      |
|-------------------|----------------|--------------|---------------|-----------------|------|
| Baris 3 - Layer 4 | 1              | 63.48        | 66.40         | 3.20            | Good |
|                   | 2              | 62.33        | 66.40         | 4.32            |      |
|                   | 3              | 62.39        | 66.40         | 4.07            |      |
|                   | 4              | 60.82        | 66.40         | 4.60            |      |
|                   | 5              | 63.24        | 66.40         | 3.81            |      |

Gambar 4.71. Data akhirs sampel

Berdasarkan pengambilan sampel untuk optimasi sebaran udara panas dalam ruangan pengering yang memiliki nilai baik adalah skenario 1 layer 4.

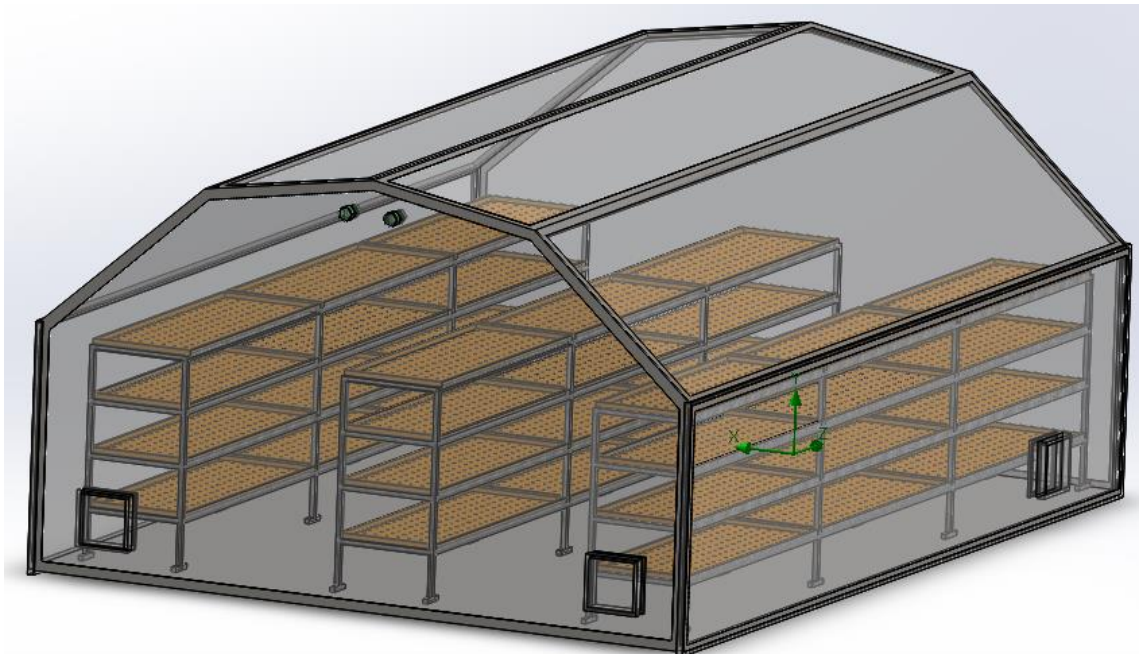


Gambar 4.72. (a) posisi kipas buang skenario 1, (b) arrow and cut plot



Gambar 4.73. tabel titik suhu dan alamat titik suhu

Berdasarkan hasil simulasi CFD didapat bahwa penyebaran suhu optimal berada pada skenario 1 layer 4 dengan konfigurasi kipas berada dibagian depan sebanyak 2 (buah) tepatnya dibagian bawah dan dibagian samping kiri dan kanan masing-masing sebanyak 1 (buah). Sehingga kapasitas dapat diketahui. Dalam skenario 1 layer 4 terdapat 27 rak pengering. 1 (satu) rak pengering dapat menampung 56 kg biji kopi. Maka 27 rak pengering dikalikan dengan 56 kg biji kopi adalah  $\pm 1512$  kg atau  $\pm 1,5$  ton.



Gambar 4.74. Isometrik skenario 1 *layer* 4

## **BAB V. PENUTUP**

### **5.1. Kesimpulan**

1. Mendapatkan hasil keseragaman sebaran udara panas dalam ruang pengering dengan membuat skenario optimasi sebanyak 5 (lima) perubahan pada posisi kipas pembuang dan lapisan rak pengering (*layer*).
2. Diketahui bahwa keseragaman sebaran udara panas yang optimal terdapat pada skenario 1 layer 4 dengan posisi kipas buang dibawah tepatnya dibagian depan dekat pintu masuk sebanyak 2 (buah), dan dibawah tepatnya dibagian samping belakang kanan dan kiri masing-masing sebanyak 1 (buah).
3. Pada skenario 1 layer 4 memiliki rata-rata suhu dalam ruangan 63,48 °C,  $\Delta T$  adalah 40,9 °C dan memiliki standar deviasi sebesar 3,20.

### **5.2. Saran**

1. Perlu dilakukan optimasi kembali terkait jumlah baris dari rak pengering dan layer.
2. Perlu dilakukan penambahan jumlah kipas buang dan posisi atau letak seperti skenario 1 layer 4
3. Perlu dilakukan analisi proses pengeringan dengan ketebalan bahan pertanian tertentu

## DAFTAR PUSTAKA

- , Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2020,” Kementerian. ESDM RI.
- , 2017. *Solar Dryer, Mesin Pengering Murah nan Higienis*. [Solar Dryer, Mesin Pengering Murah nan Higienis – Teknik Pengeringan \(ugm.ac.id\)](http://ugm.ac.id) [Diakses] 27 Mei 2022.
- , 2017. *Teknik Pengeringan*. [Teknik Pengeringan – Teknik Pengeringan \(ugm.ac.id\)](http://ugm.ac.id) [Diakses] 27 Mei 2022.
- , 2013. *Teknik Gambar Mesin 2D Dengan CAD*. <http://repositori.kemdikbud.go.id/10222/1/TEKNIK-GAMBAR-MESIN-2D-DENGAN-CAD-XI-3.pdf> [Diakses] 27 Mei 2022.
- , 2020. *Solar Dryer Dome, Inovasi Pengeringan Hasil Pertanian*. <http://dispertan.cilacapkab.go.id/>. [Diakses] 27 Mei 2022.
- Aak. (1980). *Budidaya Tanaman Kopi*. Yayasan Kanisius.
- Agustina, R., H. Syah dan R. Moulana. 2016. Karakteristik Pengeringan Biji Kopi dengan Pengering Tipe Bak dengan Sumber Panas Tungku Sekam Kopi dan Kolektor Surya. *J. Agrotechno* 1(1) : 20 – 27.
- Ambarita, H. 2011. *Buku Kuliah perpindahan panas konduksi (penyelesaian analitik dan numerik)*. Medan: Departemen Teknik Mesin FT Universitas Sumatera Utara.
- Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, Kemdikbud (Pusat Bahasa), *Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), "Portabel"*. (2018). Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, Kemdikbud (Pusat Bahasa).
- Castaño-Rodríguez, J., Amaya, D., & Ramos, O. 2018. Food Dryer Design and Analysis of Velocity and Temperature Profiles. *13(18)*, 6.
- Darmawan, H. (2004). *Dasar Perancangan Teknik*. Institut Teknologi Bandung.
- Dinas Perkebunan Provinsi Jawa Barat. 2018. Statistik Perkebunan Jawa Barat: Angka Sementara 2018. Bandung: Dinas Perkebunan Provinsi Jawa Barat.
- Felixon, K. (2011). *Penelitian Terhadap Pengembangan Penggunaan Material Plastik (Polikarbonat) Pada Selubung Bangunan*. Grogol: Jurusan Arsitektur FT Universitas Tarumanagara.

- Ferrua, M. J., & Singh, R. P. 2019. *Modeling The Forced – Air Cooling Process of Fresh Strawberry Packages* Part 1. Numeric Model. *Journal of Refrig*, 335–348.
- Hamni, A. (2013). Rancang Bangun Dan Unjuk Kerja Mesin Pengupas Kulit Biji Kopi Basah Sistem Rol Karet Yang Produktif Dan Ergonomik. *MECHANICAL*, 4(2).
- Hendro Purnomo/121031069; Perpust. AKPRIND; Ir. Adi Purwanto, M. A. A. P. (2017). *Analisis dan Perancangan Mold Cover Bearing Dust Berbantuan Komputer*.
- Janjai, S., & Keawprasert, T. K. (2006). *Design and Performance of a Solar Tunnel Dryer* with. *International Energy Journal*, 7(3) 187-194.
- Janjai, S., Intawee, P., Kaewkiew, J., Sritus, C., & Khamvongsa, V. (2011). *A large-scale solar greenhouse dryer using polycarbonate cover: Modeling and testing in a tropical environment of Lao People's Democratic Republic*. *Renewable energy*, 36(3), 1053-1062.
- Jeffri, H. S. (2019). *Pembuatan Desain Core Dan Cavity Mangkuk Plastik Menggunakan Software Solidwork*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Kamaruddin, A. (1993). *Optimization of Solar Drying System*. In *International Energy Conference* (5th ed.).
- Kusmayati, Salam, A., & Ratnawati, J. (2021). *Pengembangan Solar Dryer Dome Untuk Peningkatan Kualitas Produksi Kopi*. 4, 8.
- Mustafa, Pulat, B. (1992). *Fundamentals of Industrial Ergonomics*. Prentice Hall, Michigan University.
- Nababan, Chandra A. 2018. *Analisis Computational Fluid Dynamics (CFD) pada mesin pengering pakaian yang memanfaatkan energi panas buangan kondensor ac (air conditioner) split 1 pk dengan menggunakan software solidworks 2015*. Skripsi: Universitas Sumatera Utara
- Ningsih, D. H. U. (2005). *Computer Aided Design / Computer Aided Manufactur [CAD/CAM]*. *Computer Aided Design*, 3, 7.
- Novita, E, Ahmad. H, Suhardi. (2013). *Teknologi Pengering Efek Rumah Kaca Sebagai Sumber Energi Alternatif Bangunan Pengering Hasil Pertanian*. Universitas Jember
- P, Groover, M., & Zimmers Jr, E. W. (1997). *CAD/CAM Computer-Aided Design and Manufacturing*. Prentice Hall.

- Rejo, A., Rahayu, S., & Panggabean, T. (2011). Karakteristik Mutu Biji Kopi Pada Proses Dekafeinasi. *Eprints UNSRI*.
- Rieuwpassa, F. J., Wodi, S. I. M., & Cahyono, E. (2019). *Rancangan Bangun dan Pengujian Alat Pengering Solar Dryer Sederhana*. 8(3), 11.
- Sari, D. S. (2008). *Potensi dan Aplikasi Polikarbonat pada Arsitektur*. Skripsi: Universitas Indonesia
- Singh, A., Sahni, D., & Dubey, A. 2016. *Experimental study of thermal effect of drying, heating, blowing machine with different stage*. International Journal of Research Granthaalayah, 4, 104-109.
- Suhendra. 2009. *Simulasi dan Modelling Aliran Udara Menggunakan CFD Pada Lantai Dua Masjid AT-Tauhid Arief Rahman Hakim UI Salemba*. Skripsi: Universitas Indonesia.
- Sulistiono, D. 2021. Simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD) cabinet dryer dengan sirip dan tanpa sirip. 27(1), 7-14.
- Sutabri, T. (2016). *Sistem Informasi Manajemen*. Yogyakarta: Andi.
- Tuakia. 2008. *Dasar-dasar CFD menggunakan Fluent*. Jakarta: Informatika.

## Lampiran 1. Perhitungan kapasitas pengeringan biji kopi

### LAMPIRAN

#### 1. Perhitungan tumpukan biji kopi luasan 1 liter

Diketahui :  $p = 10 \text{ cm}$

:  $l = 10 \text{ cm}$

:  $t = 10 \text{ cm}$

Diameter kopi :  $6 \text{ mm} = 0,6 \text{ cm}$

Diameter kopi di ambil dalam posisi biji kopi tidur

$$\text{Tumpukan biji kopi} = \frac{\text{panjang kubus}}{\text{diameter kopi}} = \frac{10}{0,6} = \pm 16 \text{ tumpukan}$$

Perumpamaan 1 liter biji kopi dalam wadah berbentuk kubus dengan ukuran  $10 \text{ cm}^3$  atau  $1 \text{ dm}^3$ . Sehingga di dapat  $\pm 16$  tumpukan biji kopi.

#### 2. Berat jenis biji kopi

##### a. Dalam luasan liter

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis} &= \frac{\text{berat jenis biji kopi (kg)}}{m^3} = \frac{561 \text{ kg}}{m^3} \times \frac{m^3}{1000dm^3} \\ &= \frac{561 \text{ kg}}{1000dm^3} \\ &= \frac{0,561 \text{ kg}}{\text{liter}}\end{aligned}$$

Sehingga berat jenis biji kopi dalam luasan 1 liter adalah 0,561 kg.

##### b. Dalam luasan $100 \text{ cm}^2$

Diketahui : Berat jenis kopi dalam 1 liter = 0,561 kg/ liter

: Jumlah tumpukan biji kopi = 16 tumpukan

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis biji kopi} &= \frac{\text{berat jenis (liter)}}{\text{tumpukan kopi}} \\ &= \frac{0,561 \text{ kg/liter}}{16}\end{aligned}$$

$$= 0,03 \text{ kg} = 30 \text{ gr}$$

$$= \frac{30 \text{ gr}}{100 \text{ cm}^2}$$

Sehingga berat jenis biji kopi dalam luasan 100 cm<sup>2</sup> adalah 30 gr/ 100cm<sup>2</sup>

3. Perhitungan luas rak pengering

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : p} &= 2400 \text{ (mm)} = 240 \text{ (cm)} \\ \text{: l} &= 840 \text{ (mm)} = 84 \text{ (cm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= p \times l \\ &= 240 \times 84 \\ &= 20160 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Sehingga pada gambar 4.23 memiliki luas adalah 20160 cm<sup>2</sup>

4. Perhitungan berat biji kopi pada 1 tumpukan (1 *layer*)

$$\begin{aligned} \text{Diketahui :} & \text{ luas rak pengering} \\ & \text{: berat biji kopi dalam luasan 100 cm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Berat biji kopi} = \text{luas pengering (cm}^2) \times \text{berat jenis kopi gr/ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat biji kopi} &= 20160 \text{ (cm}^2) \times 30 \text{ gr/100 cm}^2 \\ &= 201,6 \times 40 \\ &= 8064 \text{ gr} \\ &= \pm 8 \text{ kg} \end{aligned}$$

Sehingga berat biji kopi pada 1 *layer* (lapis) rak pengering adalah  $\pm 8$  kg.

5. Perhitungan kapasitas biji kopi pada 1 (satu) rak pengering

$$\begin{aligned} \text{Diketahui :} & \text{ Tinggi rak} = 45 \text{ (mm)} = 4,5 \text{ (cm)} \\ & \text{: Diameter kopi} = 6 \text{ (mm)} = 0,6 \text{ (cm)} \end{aligned}$$

$$= \frac{\text{tinggi rak}}{\text{diameter kopi}} = \frac{4,5 \text{ (cm)}}{0,6 \text{ (cm)}} = \pm 7 \text{ tumpukan biji kopi}$$

Dengan tinggi rak 45 (mm) terdapat  $\pm 7$  lapis tumpukan biji kopi

6. Perhitungan kapasitas biji kopi pada pengering

a. Kapasitas pada 1 rak pengering

Diketahui : 1 rak pengering = 7 lapis tumpukan biji kopi  
: Dalam 1 lapis = 8 kg

$$\begin{aligned} 1 \text{ rak pengering} &= 7 (\text{lapis}) \times 8 \text{ kg/lapis} \\ &= 56 \text{ kg} \end{aligned}$$

Sehingga dalam 1 rak pengering dapat menampung 56 kg biji kopi

b. Rak pengering asal berjumlah 9 buah dari 3 baris (1 layer)

Diketahui : 1 rak pengering = 56 kg  
: Jumlah rak = 9 (buah)

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas awal} &= 1 \text{ rak pengering} \times 9 \text{ buah rak pengering} \\ &= 504 \text{ kg} \end{aligned}$$

Sehingga dalam 9 buah rak pengering dari 3 baris pada ruang pengering dapat menampung 504 kg biji kopi.

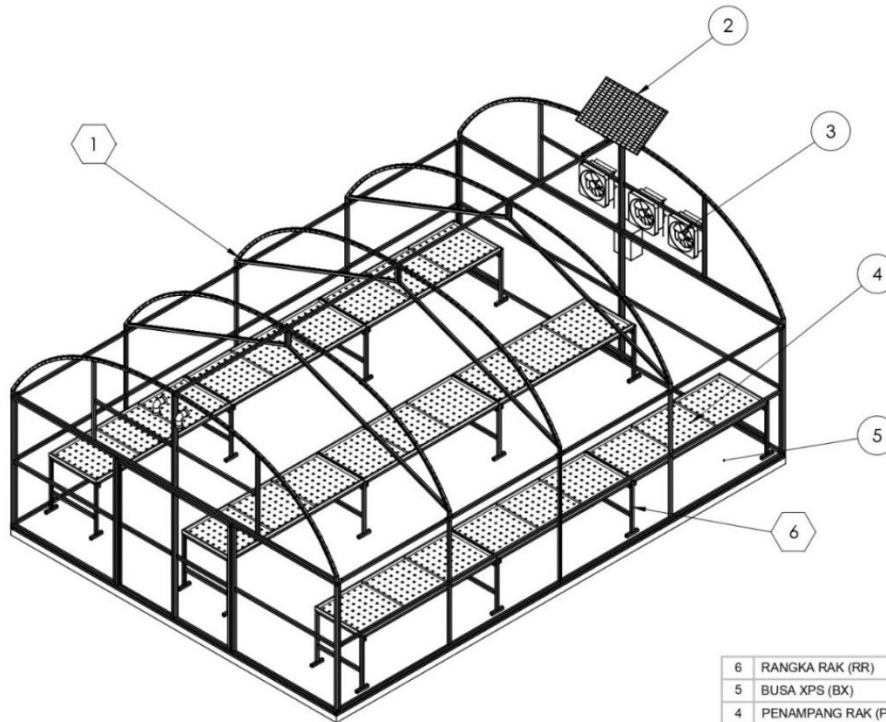
c. Rak pengering hasil simulasi berjumlah 27 buah dari 3 baris (4 layer)

Diketahui : 1 rak pengering = 56 kg  
: Jumlah rak = 27 (buah)

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas akhir} &= 1 \text{ rak pengering} \times 27 \text{ buah rak pengering} \\ &= 1512 \text{ kg} \\ &= 1,5 \text{ ton} \end{aligned}$$

Sehingga dalam 27 buah rak pengering (4 layer) dari 3 baris pada ruang pengering dapat menampung 1,5 ton biji kopi.

## Lampiran 2. Isometrik rumah pengering tenaga surya



ISOMETRIC VIEW  
SCALE 1 : 50

|    |                    |                |
|----|--------------------|----------------|
| 6  | RANGKA RAK (RR)    | RPTS-RR-00-000 |
| 5  | BUSA XPS (BX)      | RPTS-BX-00-000 |
| 4  | PENAMPANG RAK (PR) | RPTS-PR-00-000 |
| 3  | EXHAUST FAN (EF)   | RPTS-RP-00-000 |
| 2  | PANEL SURYA (PS)   | RPTS-PS-00-000 |
| 1  | RANGKA UTAMA (RU)  | RPTS-RU-00-000 |
| NO | NAMA BAGIAN        | Kode           |

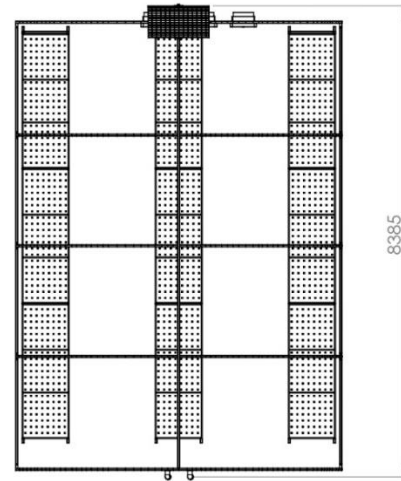


**POLITEKNIK ENJINIRING PERTANIAN INDONESIA**  
BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERTANIAN  
KEMENTERIAN PERTANIAN

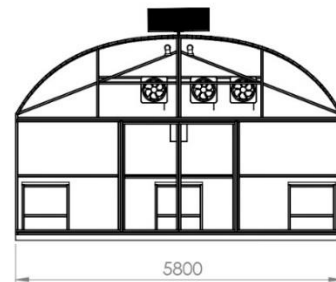


|                                                                                                         |           |           |         |       |                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------|-------|----------------------------|
| <b>NAMA MESIN : RUMAH PENERING TENAGA SURYA (RPTS)</b>                                                  |           |           |         |       |                            |
| <br>SKALA : 1 : 50 | DIRANCANG | Dimastria |         |       | NAMA BAGIAN                |
|                                                                                                         | DIGAMBAR  | Dimastria |         |       |                            |
|                                                                                                         | DIPERIKSA |           |         |       | NAMA SUB BAGIAN            |
|                                                                                                         | DISETUJUI |           |         |       |                            |
| SATUAN : mm                                                                                             | A3        | NAMA      | TANGGAL | PARAF | MATERIAL :<br>NO. GAMBAR : |

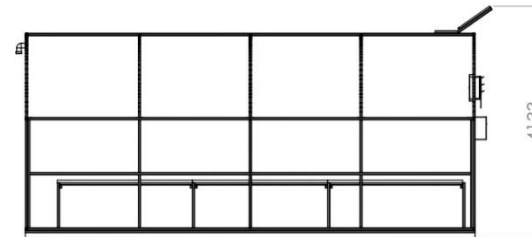
### Lampiran 3. PLT rumah pengering tenaga surya



TOP VIEW  
SCALE 1 : 70



FRONT VIEW  
SCALE 1 : 70



RIGHT VIEW  
SCALE 1 : 70

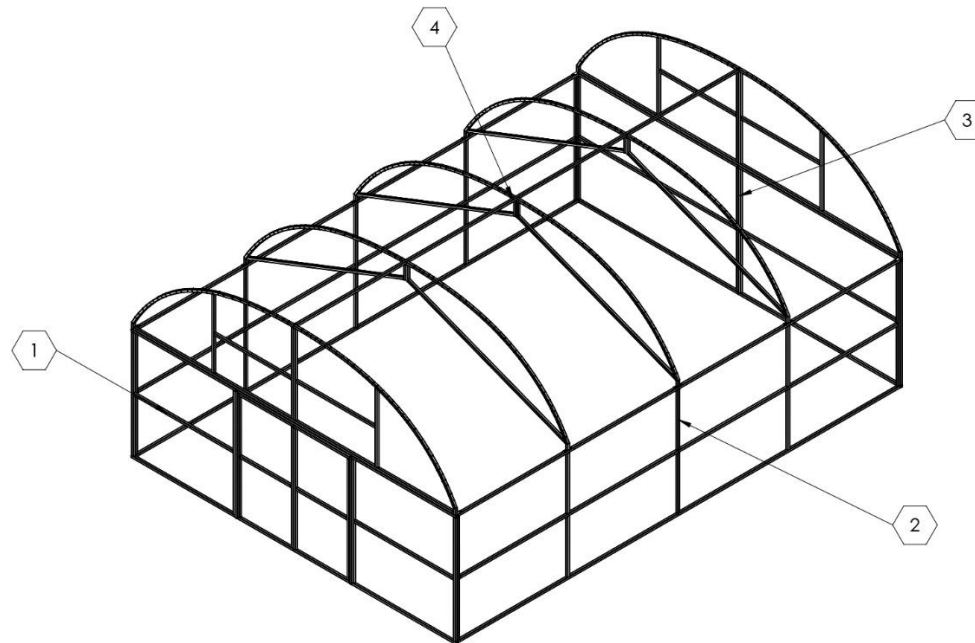


**POLITEKNIK ENJINIRING PERTANIAN INDONESIA**  
BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERTANIAN  
KEMENTERIAN PERTANIAN



| NAMA MESIN : RUMAH PENDING TENAGA SURYA (RPTS)                                                                         |            |           |         |       |  |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|---------|-------|--|-----------------|
| <br>SKALA : 1 : 70<br>SATUAN : mm | DIRANCANG  | Dimastria |         |       |  | NAMA BAGIAN     |
|                                                                                                                        | DIGAMBAR   | Dimastria |         |       |  | NAMA SUB BAGIAN |
|                                                                                                                        | DIPERIKSA  |           |         |       |  |                 |
|                                                                                                                        | DISETUUJUI |           |         |       |  |                 |
|                                                                                                                        | A3         | NAMA      | TANGGAL | PARAF |  | MATERIAL :      |
|                                                                                                                        |            |           |         |       |  | NO. GAMBAR :    |

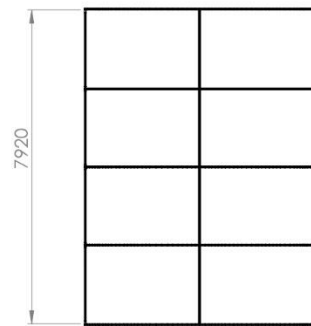
#### Lampiran 4. Isometrik rangka utama



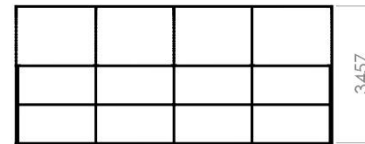
ISOMETRIC VIEW  
SCALE 1 : 50

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                     |                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------|
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | RANGKA PENUTUP ATAS | RPTS-RU-04-000           |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | RANGKA BELAKANG     | RPTS-RU-03-000           |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | RANGKA SAMPING      | RPTS-RU-02-000           |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | RANGKA DEPAN        | RPTS-RU-01-000           |
| NO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | NAMA BAGIAN         | Kode                     |
|  <b>POLITEKNIK ENJINIRING PERTANIAN INDONESIA</b><br>BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERTANIAN<br>KEMENTERIAN PERTANIAN  |                     |                          |
| <b>NAMA MESIN : RUMAH PENERING TENAGA SURYA (RPTS)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                   |                     |                          |
| <br>SKALA : 1 : 50<br>SATUAN : mm                                                                                                                                                                                                   | DIRANCANG           | Dimastria                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | DIGAMBAR            | Dimastria                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | DIPERIKSA           |                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | DISETUJUI           |                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                     | NAMA BAGIAN RANGKA UTAMA |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                     | NAMA SUB BAGIAN          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                     | MATERIAL :               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                     | NO. GAMBAR :             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | NAMA                | TANGGAL                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | PARAF               |                          |

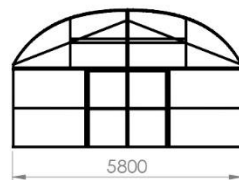
## Lampiran 5. Isometrik rangka utama



TOP VIEW  
SCALE 1 : 50



RIGHT VIEW  
SCALE 1 : 50



ISOMETRIC VIEW  
SCALE 1 : 50



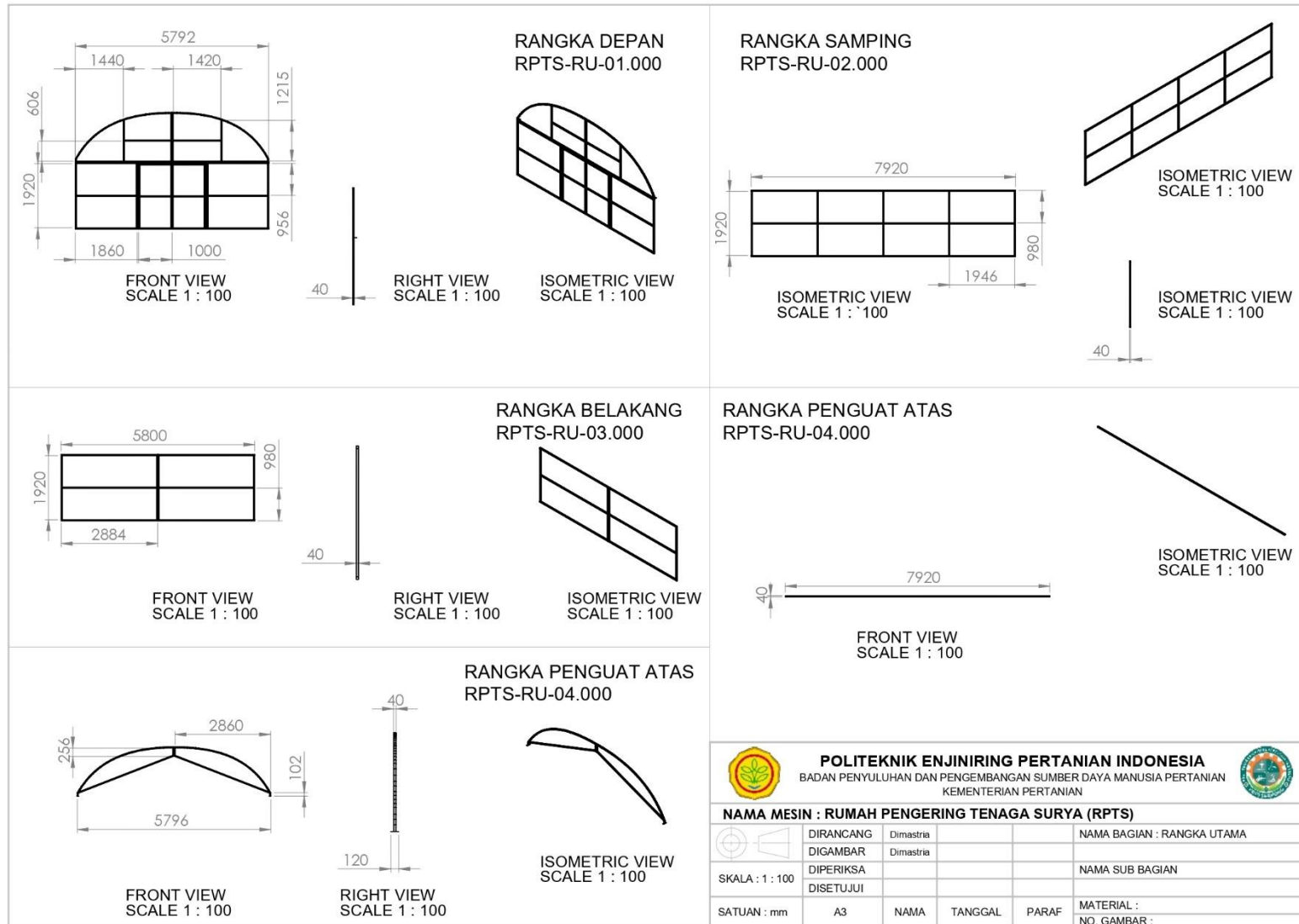
**POLITEKNIK ENJINIRING PERTANIAN INDONESIA**  
BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERTANIAN  
KEMENTERIAN PERTANIAN



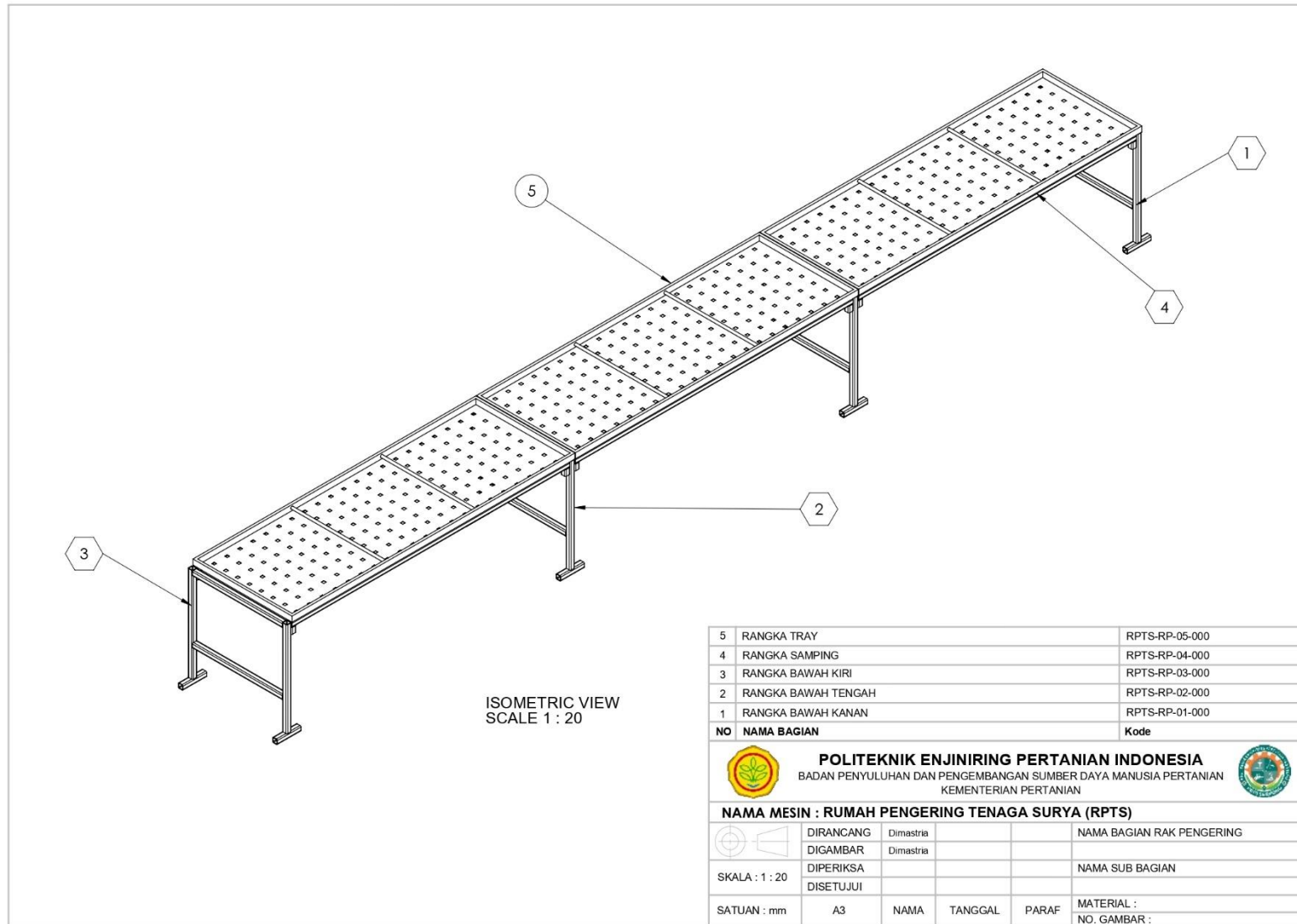
### NAMA MESIN : RUMAH PENERING TENAGA SURYA (RPTS)

|                                                                                                         |           |           |         |       |                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------|-------|--------------------------|
| <br>SKALA : 1 : 50 | DIRANCANG | Dimastria |         |       | NAMA BAGIAN RANGKA UTAMA |
|                                                                                                         | DIGAMBAR  | Dimastria |         |       |                          |
|                                                                                                         | DIPERIKSA |           |         |       | NAMA SUB BAGIAN          |
|                                                                                                         | DISETUJUI |           |         |       |                          |
| SATUAN : mm                                                                                             | A3        | NAMA      | TANGGAL | PARAF | MATERIAL :               |
|                                                                                                         |           |           |         |       | NO. GAMBAR :             |

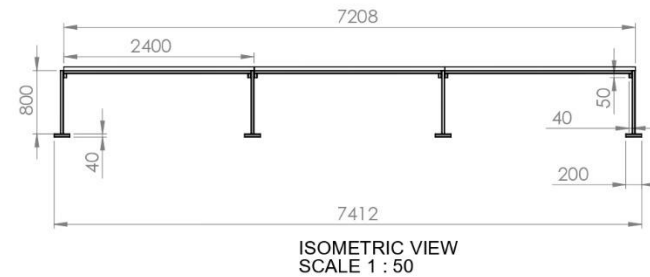
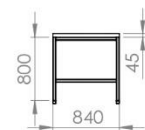
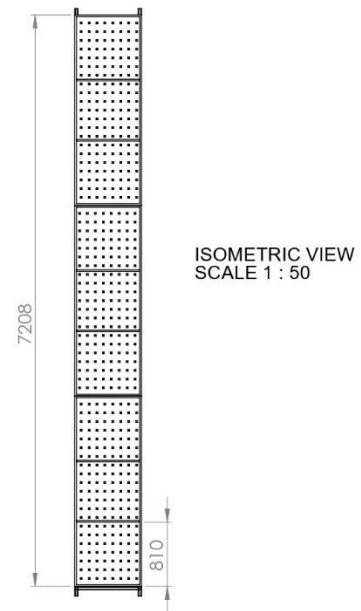
## Lampiran 6. Part rangka utama



## Lampiran 7. Isometrik rak pengering

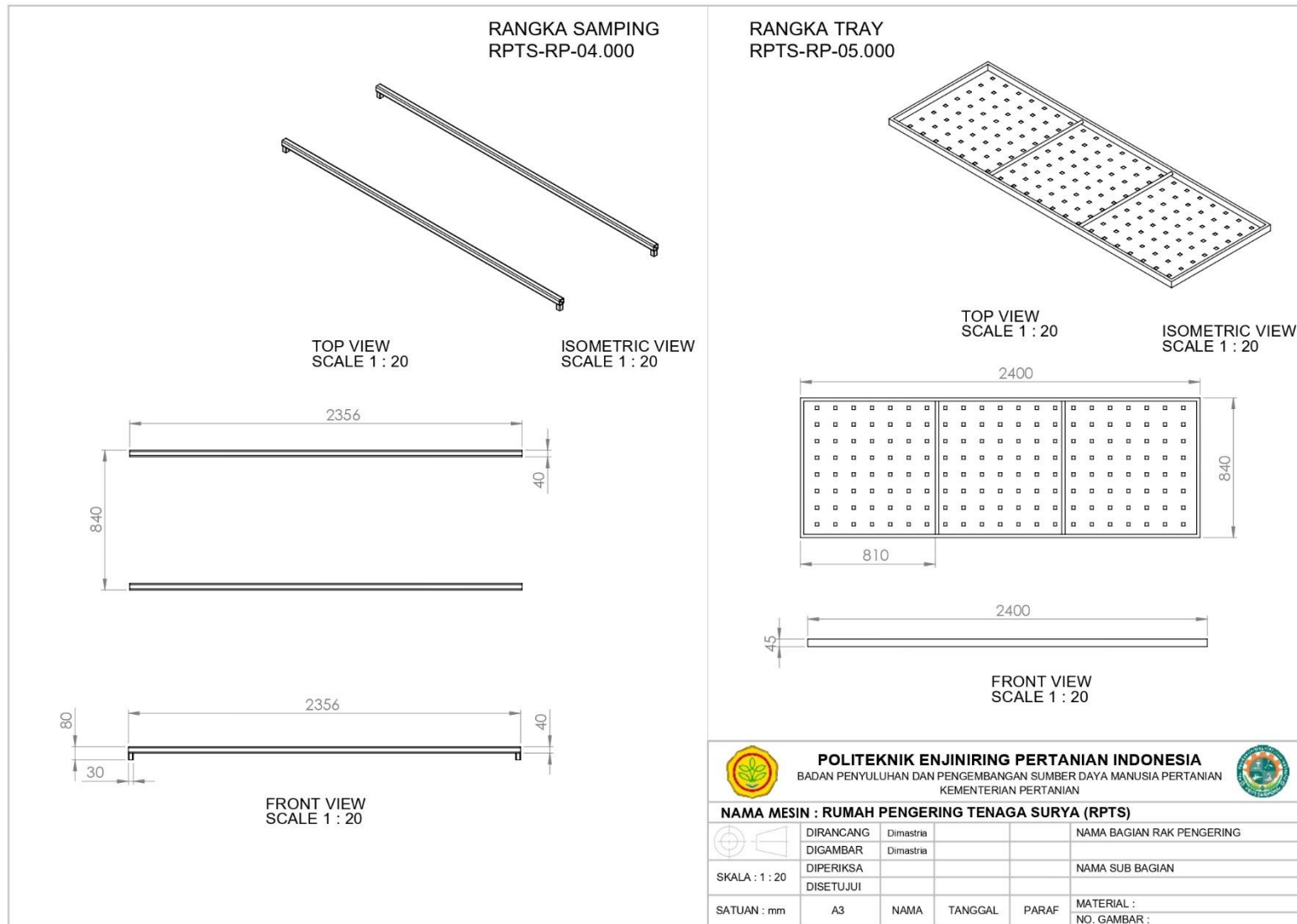


## Lampiran 8. PLT rak pengering

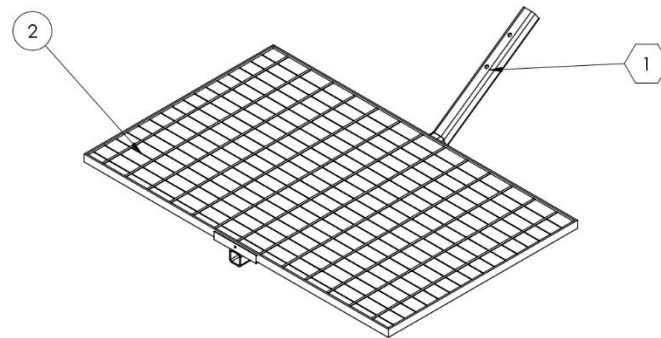


|                                                                                                                                                                                                                                    |           |           |         |       |                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------|-------|---------------------------|
|  <b>POLITEKNIK ENJINIRING PERTANIAN INDONESIA</b><br>BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERTANIAN<br>KEMENTERIAN PERTANIAN |           |           |         |       |                           |
| <b>NAMA MESIN : RUMAH PENGERING TENAGA SURYA (RPTS)</b>                                                                                                                                                                            |           |           |         |       |                           |
|                                                                                                                                               | DIRANCANG | Dimastria |         |       | NAMA BAGIAN RAK PENGERING |
|                                                                                                                                                                                                                                    | DIGAMBAR  | Dimastria |         |       |                           |
|                                                                                                                                                                                                                                    | DIPERIKSA |           |         |       | NAMA SUB BAGIAN           |
| SKALA : 1 : 50                                                                                                                                                                                                                     | DISETUJUI |           |         |       |                           |
| SATUAN : mm                                                                                                                                                                                                                        | A3        | NAMA      | TANGGAL | PARAF | MATERIAL :                |
|                                                                                                                                                                                                                                    |           |           |         |       | NO. GAMBAR :              |

## Lampiran 9. Part rak pengering



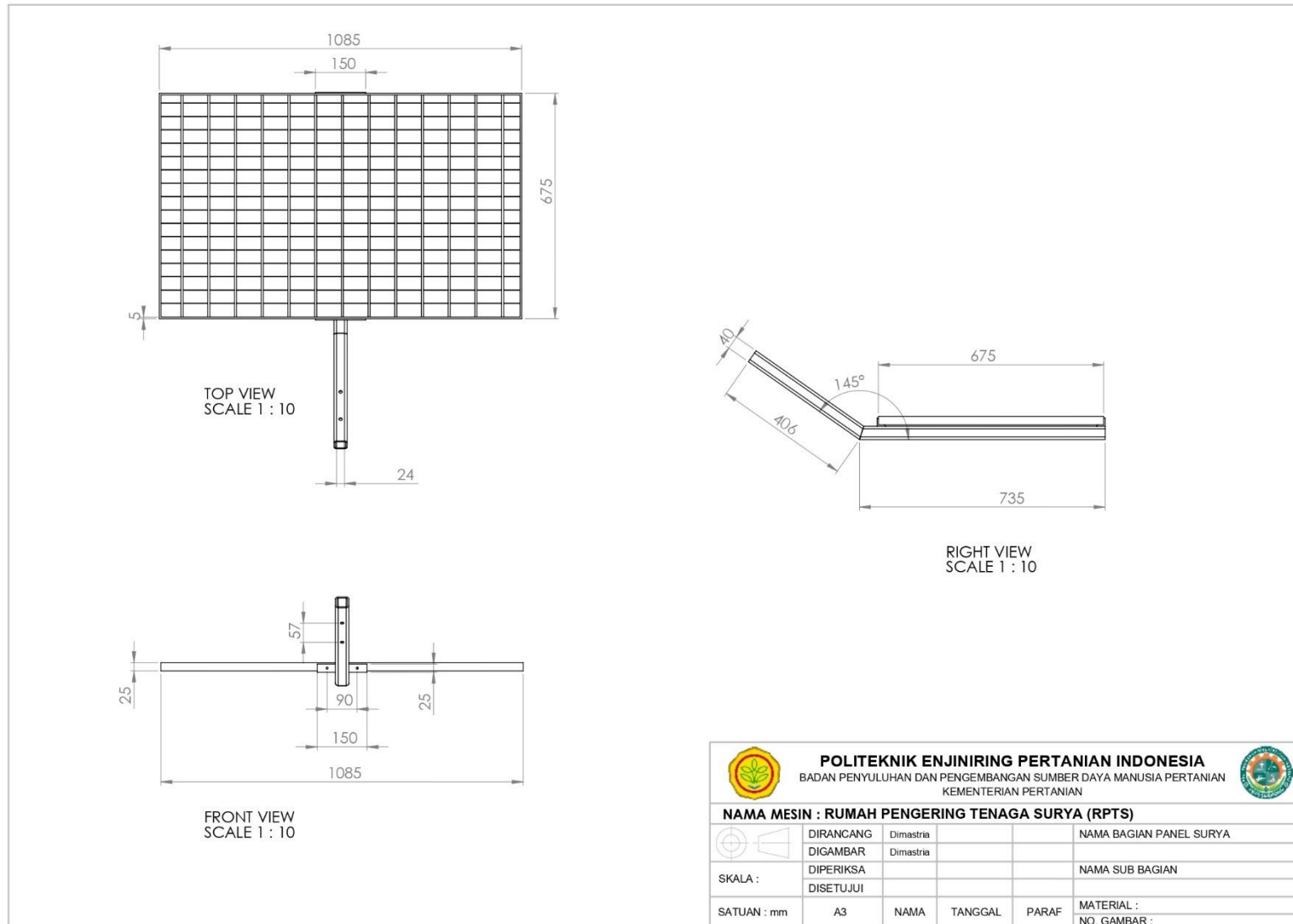
## Lampiran 10. Isometrik panel surya



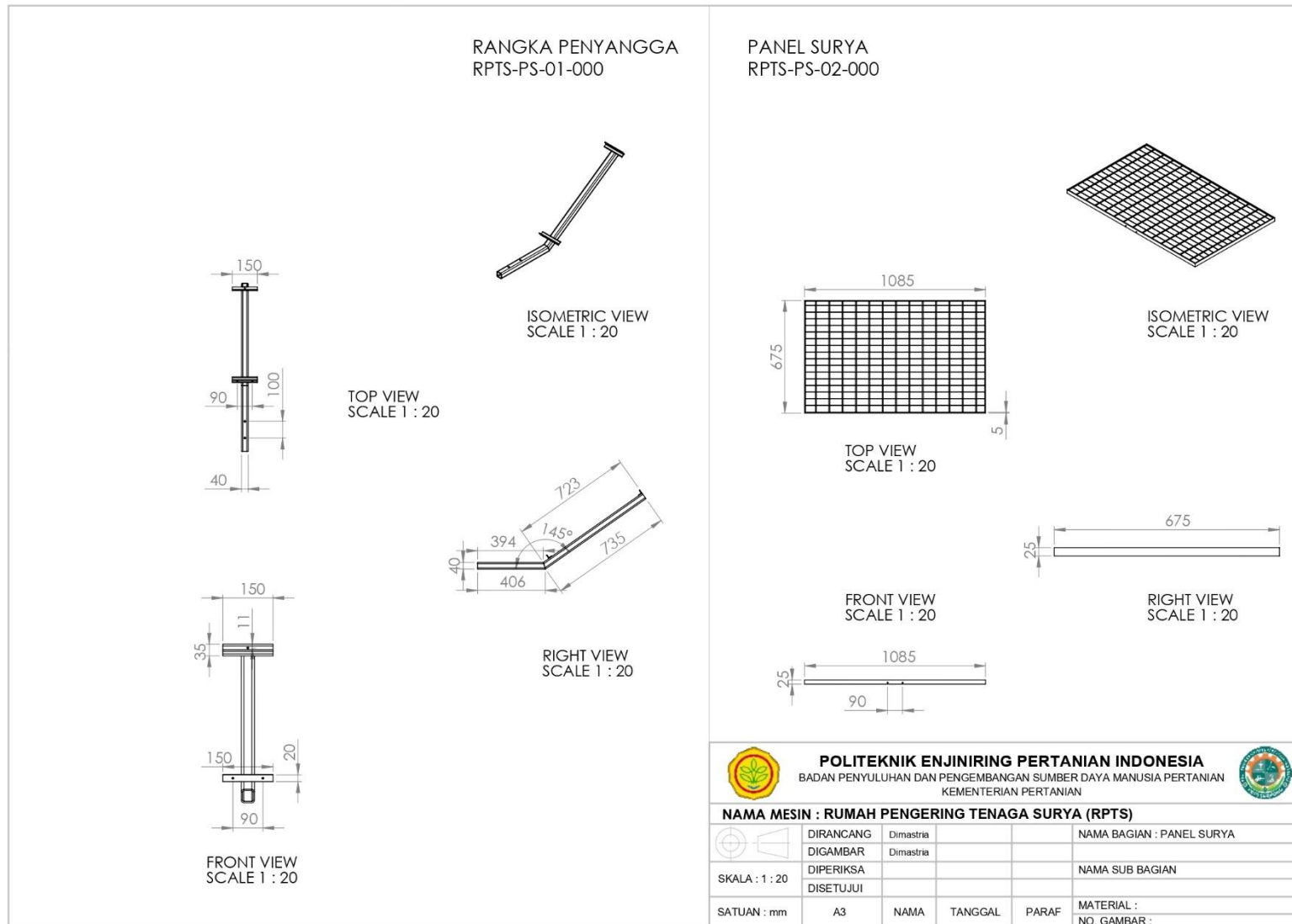
|    |                  |                |
|----|------------------|----------------|
| 2  | PANEL SURYA      | RPTS-PS-02-000 |
| 1  | RANGKA PENYANGGA | RPTS-PS-01-000 |
| NO | NAMA BAGIAN      | Kode           |

|                                                                                       |           |                                                                                                                                              |         |       |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  |           | <b>POLITEKNIK ENJINIRING PERTANIAN INDONESIA</b><br>BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERTANIAN<br>KEMENTERIAN PERTANIAN |         |       |  |
| <b>NAMA MESIN : RUMAH PENGERING TENAGA SURYA (RPTS)</b>                               |           |                                                                                                                                              |         |       |                                                                                       |
|  | DIRANCANG | Dimastria                                                                                                                                    |         |       | NAMA BAGIAN PANEL SURYA                                                               |
|                                                                                       | DIGAMBAR  | Dimastria                                                                                                                                    |         |       |                                                                                       |
|                                                                                       | DIPERIKSA |                                                                                                                                              |         |       | NAMA SUB BAGIAN                                                                       |
| SKALA :                                                                               | DISETUJUI |                                                                                                                                              |         |       |                                                                                       |
| SATUAN : mm                                                                           | A3        | NAMA                                                                                                                                         | TANGGAL | PARAF | MATERIAL :<br>NO. GAMBAR :                                                            |

## Lampiran 11. PLT panel surya



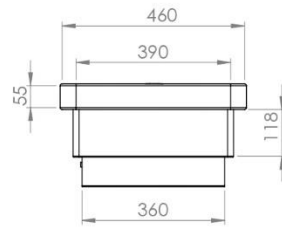
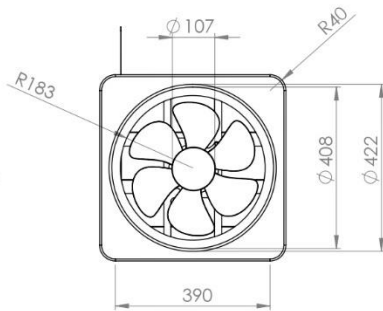
## Lampiran 12. Part panel surya



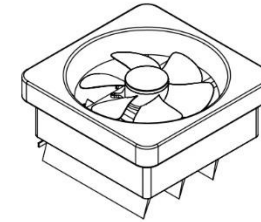
## Lampiran 13. PLT kipas buang

EXHAUST FAN  
RPTS-AS-01.000

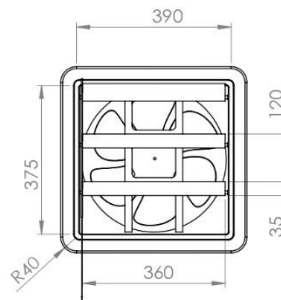
TOP VIEW  
SCALE 1 : 10



FRONT VIEW  
SCALE 1 : 10



ISOMETRIC VIEW  
SCALE 1 : 10



|                                                                                       |           |                                                                                                                                              |         |       |                       |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  |           | <b>POLITEKNIK ENJINIRING PERTANIAN INDONESIA</b><br>BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERTANIAN<br>KEMENTERIAN PERTANIAN |         |       |                       |  |
|                                                                                       |           | <b>NAMA MESIN : RUMAH PENGERING TENAGA SURYA (RPTS)</b>                                                                                      |         |       |                       |                                                                                       |
|  | DIRANCANG | Dimastria                                                                                                                                    |         |       | NAMA BAGIAN AKSESORIS |                                                                                       |
|                                                                                       | DIGAMBAR  | Dimastria                                                                                                                                    |         |       | NAMA SUB BAGIAN       |                                                                                       |
|                                                                                       | DIPERIKSA |                                                                                                                                              |         |       |                       |                                                                                       |
| SKALA : 1 : 10                                                                        | DISETUJUI |                                                                                                                                              |         |       |                       |                                                                                       |
| SATUAN : mm                                                                           | A3        | NAMA                                                                                                                                         | TANGGAL | PARAF | MATERIAL :            |                                                                                       |
|                                                                                       |           |                                                                                                                                              |         |       | NO. GAMBAR :          |                                                                                       |