

# DESAIN DAN ANALISA ALAT PENGERING TIPE SURYA PADA PENGERINGAN BIJI KOPI DENGAN SISTEM KONVEKSI ALAMI DAN PEMERATAAN CAHAYA MATAHARI MENGGUNAKAN CERMIN

Edi Agel Pranata<sup>1</sup>, Zuhaimi<sup>2</sup>, Zulkifli<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur,  
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe

<sup>2</sup> Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Jl. Medan-Banda Aceh Km.280 Buketrata

\*Penulis Korespondensi: zulkifli@pnl.ac.id

## Abstrak

Pengeringan biji kopi adalah salah satu proses penting dalam industri pengolahan kopi. Metode pengeringan tradisional menggunakan terpal dan disinari cahaya matahari sering kali menghadapi kendala seperti rendahnya efisiensi intensitas matahari, dan kurangnya kebersihan yang diakibatkan kontaminasi debu dan kotoran di lapangan terbuka, sehingga mempengaruhi kualitas hasil akhir produk biji kopi. Dari permasalahan tersebut maka dirancang 4 variasi desain alat pengering biji kopi pada inlet masuknya udara, gap rak 1,2, dan 3, serta outlet udara keluar menggunakan software Auto CAD untuk mempermudah proses mendesain alat. Adapun desain alat pengering biji kopi yang dibuat akan menggunakan sistem konveksi alami untuk menyalurkan udara panas yang melintasi permukaan pelat aluminium dan masuk kedalam ruang pengering melalui saluran kolektor panas. Selain itu penambahan ceremin pada dua sisi alat digunakan untuk memantulkan cahaya matahari sehingga meningkatkan intensitas cahaya yang masuk kedalam ruang pengering dari sisi samping alat. Dari hasil analisa yang dilakukan menggunakan ansys maka diperoleh variasi desain 4 dengan input 20 cm, gap rak pertama, kedua, dan ketiga 20 cm, serta output dengan diameter 8 cm merupakan desain yang paling baik. Temperature rak pada desain 4 sebesar 298K atau 24°C cukup merata dibandingkan desain lain, dengan kecepatan aliran fluida 1.5 m/s mampu mencapai rak ketiga hingga output keluar udara, dan tekanan udara desain 4 secara konstan sebesar 268.58 Pa. selain itu berdasarkan analisa yang dilakukan menggunakan hukum sinelius maka diperoleh sudut yang efisien untuk meratakan intensitas cahaya matahari berada pada posisi 45° dan energi kalor yang disalurkan secara konveksi sebesar 51.5 J/s.

**Keywords:** Alat Pengering, Konveksi Alami, Refektor Cermin, Auto CAD, Ansys

## 1 Pendahuluan

### 1.1 Pengolahan Biji Kopi

Menurut Asmak Afriliana tahun 2018 pada bukunya yang berjudul Teknologi Pengolahan Kopi Terkini [1], pengolahan biji kopi di bagi menjadi 2 tahap, yaitu tahap pengolahan hulu dan tahap pengolahan hilir. Tahap pengolahan hulu dapat dilakukan dengan dua metode yaitu metode basah dan metode kering. Metode kering dilakukan dengan mengeringkan buah kopi sampai kadar air mencapai 12-13% setelah itu kulit buahnya baru di kupas, sedangkan metode basah dilakukan dengan mengupas kulit buah terlebih dahulu baru kemudian dicuci dan dikeringkan sampai kadar air mencapai 12 -13%.

Adapun berdasarkan studi kasus yang dilakukan oleh Yuli Wibowo dan Cita Bella Palupi tahun 2022 [2] di salah satu Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) di kabupaten Jember bernama Rumah Kopi Banjarsengon pengolahan biji kopi dilakukan dengan 2 metode, yaitu metode basah yang terbagi menjadi metode *full wash*, dan metode *honey*, serta metode kering atau metode natural. Metode *full wash*, dan metode *honey* dilakukan dengan mengupas kulit

buah terlebih dahulu baru kemudian dikeringkan sampai kadar air mencapai 12 -13%. Namun perbedaannya terletak pada proses pencucian dimana biji kopi pada metode *full wash* perlu dicuci terlebih dahulu sedangkan metode *honey* tidak perlu di cuci terlebih dahulu. Untuk metode natural, buah kopi yang sudah disortir dan dicuci dikeringkan sampai kadar air mencapai 12-13% setelah itu kulit buahnya baru di kupas

### 1.2 Pengeringan biji kopi

Pengeringan merupakan salah satu tahapan pasca panen yang sangat kritis karena dapat mempengaruhi mutu biji kopi. Sehingga pada penelitian yang dilakukan oleh Raida Agustina. Tahun 2016 [3], dibuatlah alat pengering biji kopi tipe bak dengan sumber panas tungku sekam kopi dan kolektor surya untuk mengkaji proses pengeringan biji kopi.

Seperti penelitian yang dilakukan oleh Endri Yani dan Suryadi Fajrin tahun 2013 [4], dimana penelitian tersebut membuat alat dengan sebuah ruang kaca untuk meletakkan biji kopi dan memanfaatkan sinar matahari dalam proses pengeringan serta penambahan sebuah *blower*

untuk mengatur kecepatan udara yang melintasi kolektor panas, sehingga pengeringan tetap dapat dilakukan walau cuaca mendung atau hujan.

### 1.3 Desain alat

Menurut Saufik Luthfianto dan Siswiyanti tahun 2008 [5]. Sebelum membuat sebuah produk, hal yang perlu kita lakukan adalah mendesain produk terlebih dahulu dengan melakukan serangkaian kegiatan berupa perencanaan maupun pengembangan produk. mulai dari tahap penggalian ide, analisis dilanjutkan dengan tahap pengembangan, konsep perancangan, sistem dan detil, pembuatan prototype, proses produksi, evaluasi atau pengujian produk, dan berakhir dengan tahap pendistribusian. Selain itu perancangan juga perlu melihat dari sisi perawatan suatu produk agar produk bisa digunakan lebih efisien.

### 1.4 Menggambar menggunakan Computer Aided Desain (CAD)

Saat ini kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi telah banyak membantu dan mempermudah pekerjaan manusia salah satunya dalam hal menggambar sebuah rancangan. Sebelum adanya perangkat lunak yang mempermudah proses perancangan, orang dulu menggunakan kertas dan alat gambar untuk menggambar sebuah rancangan, maka dengan kemajuan teknologi ini hadirlah *Computer Aided Desain* (CAD) untuk membantu menggambar suatu rancangan dengan mudah seperti yang dilakukan oleh Fadli Arsi dan Fiky Two Nando tahun 2021 [6]

### 1.5 Pemilihan Komponen Alat dan Pemilihan Material Alat

Pada beberapa referensi alat pengering yang mengeringkan produk untuk dikonsumsi, umumnya menggunakan material yang memiliki standart food grade, dimana material yang digunakan layak dipakai untuk kontak langsung dengan makanan atau perlengkapan makanan. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Nasir W. Setyanto tahun 2012 [7]

Selain itu bentuk pada komponen alat yang menggunakan konsep perpindahan kalor juga harus disesuaikan dengan efisiensi pemerataan rambat panasnya. Seperti pada alat pengasapan ikan di Kecamatan Paiton, Kabupaten Probolinggo. setelah melalui beberapa pengembangan dan perbaikan oleh Eko Nurmianto tahun 2020 [8]

Seperti kajian eksperimental pada penelitian yang dilakukan oleh Firmansyah Burlian dan Aneka Firdaus tahun 2011 [9]. Kajian tersebut

mengkaji alat pengering kerupuk yang memanfaatkan tenaga surya sebagai sumber panas alami dengan komponen cermin datar sebagai konsentrator panas sehingga energi radiasi matahari yang dipantulkan dari cermin akan ditampung oleh kolektor dan mengakibatkan suhu panas pada kolektor semakin meningkat lebih tinggi.

### 1.6 Pembuatan Simulasi dan Analisa Menggunakan Computer Aided Engineering (CAE)

Perancangan suatu produk tidak cukup hanya dengan menampilkan gambar desain saja, namun diperlukan juga data tentang karakteristik material, analisa perpindahan panas, dan karakteristik lainnya. Oleh karena itu diperlukan bantuan komputer untuk melakukan kegiatan analisa dan simulasi yang dinamakan *Computer Aided Engineering* (CAE) [10]

### 1.7 Perpindahan Kalor

Perpindahan panas adalah perpindahan energi akibat adanya perbedaan suhu di antara dua tempat yang berbeda. Bahasan utama dalam perpindahan panas ialah cara energi di dalam panas dapat berpindah tempat dan laju perpindahannya dalam kondisi tertentu [11]. Perpindahan panas dari satu benda ke benda lain dapat terjadi secara konduksi, konveksi, dan Radiasi [12]. Namun penelitian ini hanya berfokus pada sistem konveksinya.

### 1.8 Pemantulan Cahaya Pada Cermin Datar

Pemantulan pada bidang datar terdiri dari dua jenis, yaitu pemantulan sempurna dan pemantulan baur. Pemantulan sempurna menghasilkan membentuk berkas sinar yang sejajar menuju suatu arah tertentu, Sementara pantulan baur menghasilkan sinar pantul yang tidak menuju ke satu arah tertentu tetapi menuju berbagai arah secara tidak teratur [13]. Gambar 1 menunjukkan perbedaan terjadinya sinar datang dari sinar pantul pada pemantulan sempurna (a), dan pemantulan baur (b).

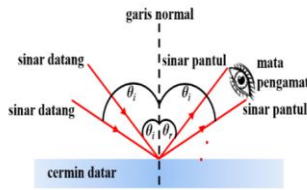


Gambar 1. (a) Pemantulan sempurna; (b) pemantulan baur

Pada pemantulan sempurna berlaku hukum pemantulan Snellius yang berbunyi:

- Sinar datang, sinar pantul dan garis normal terletak pada satu bidang datar

- b. Besar sudut datang sama dengan sudut pantul
- c. Sinar datang yang tegak lurus cermin akan dipantulkan kembali



Gambar 2. Hukum pemantulan sinelius

Perhatikan gambar 2 agar anda lebih memahami hukum pemantulan shellius. Secara matematis hukum pemantulan dapat dinyatakan pada persamaan (6):

$$\theta_i = \theta_r \tag{6}$$

Dimana:  $\theta_i$ : Sudut datang ( $^{\circ}$ ),  
 $\theta_r$ : Sudut pantul ( $^{\circ}$ ).

**2 Metoda Penelitian**

**2.1 Desain Alat**

**a. Konsep Desain berdasarkan Kepuasan Konsumen**

Berikut merupakan beberapa konsep desain berdasarkan permintaan konsumen yang akan dinilai oleh konsumen perdasarkan perlu atau tidak perlunya suatu komponen pada alat. Penilaian yang dilakukan yaitu Tidak Perlu (TP), Cukup Perlu (CP), Perlu (P), dan Sangat Perlu (SP).

**b. Konsep Desain Ergonomi**

Adapun syarat perancangan ergonomi meliputi:

1. Produk yang dibuat berorientasi pada manusia,
2. Konsep ergonomik harus berdasarkan pada pemikiran bahwa dalam setiap aktivitas manusia dihadapkan pada kendala fisik dan psikis,
3. Produk yang dibuat harus memperhatikan sistem kerja dari yang paling sederhana sampai dengan yang paling kompleks
4. Desain produk ergonomi perlu memperhatikan 3 komponen dalam lingkungan kerja yaitu ruang kerja, fator fisik, dan organisasi kerja

**c. Konsep Desain Manufaktur**

Syarat-syarat pada konsep desain manufaktur dijelaskan pada point –point dibawah ini:

1. Proses produksi dilakukan sesederhana mungkin tanpa memerlukan peralatan khusus dan mampu dibuat oleh siapa saja. Dengan ukuran yang bisa disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi lingkungan.
2. Proses perakitan dapat dilakukan dengan mudah.

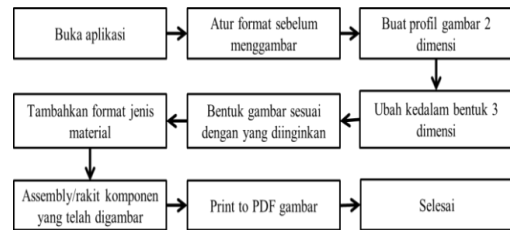
3. Material yang digunakan mudah didapat dengan harga yang terjangkau.
4. Dimensi alat yang dirancang menggunakan satuan yang besar (cm dan m).

**d. Konsep Desain Perawatan**

Desain untuk perawatan berguna untuk kemudahan dalam pemeliharaan atau perawatan produk tersebut. Produk yang akan dibuat harus dirancang sedemikian rupa sehingga konsumen mudah dalam memperbaiki dan merawat produk tersebut nantinya.

**2.2 Menggambar Menggunakan CAD (Auto CAD)**

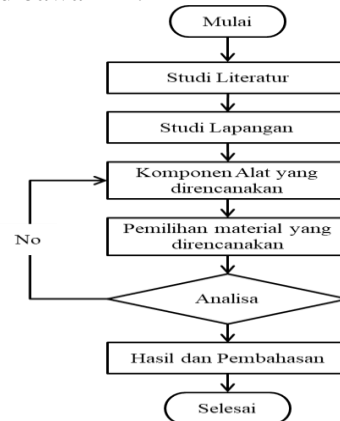
adapun tahapan menggambar desain alat pengering biji kopi dijelaskan pada point-point di bawah ini.



Gambar 3. Proses menggambar dengan aplikasi AutoCAD

**2.3 Pembuatan Komponen Dan pemilihan Material Yang Direncanakan**

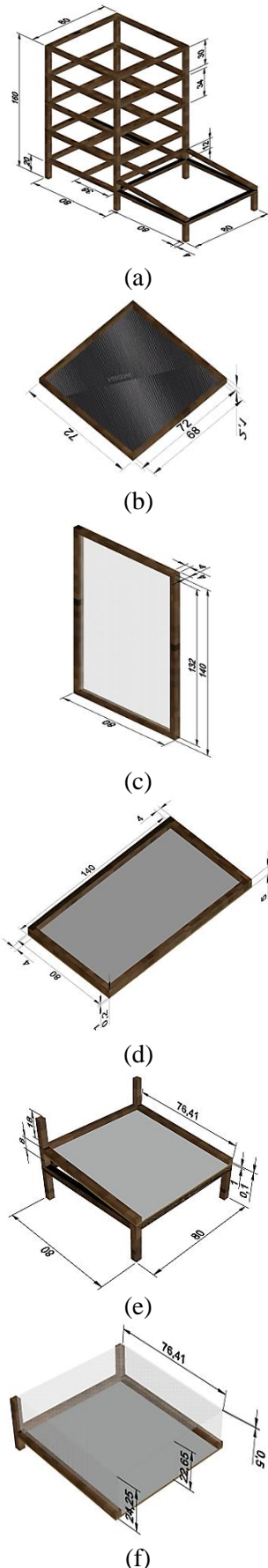
Adapun tahapan dalam merencanakan komponen yang ingin di buat dan pemilihan material yang direncanakan dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Tahapan perancangan komponen dan pemilihan material yang direncanakan

**2.4 Pembuatan Komponen Dan Dimensi Yang Direncanakan**

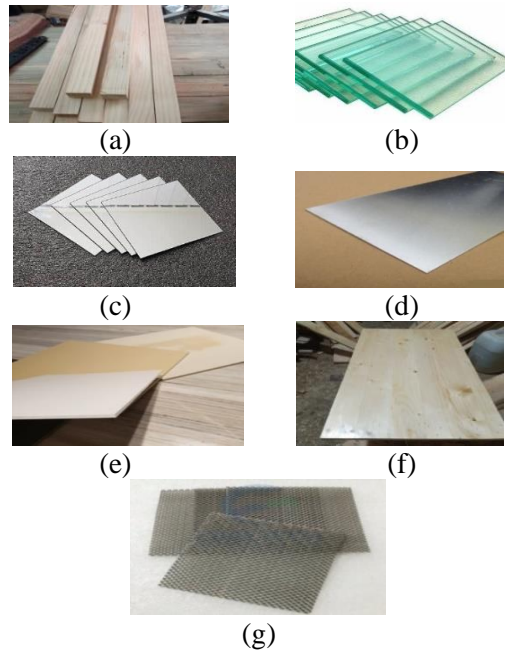
Adapun komponen–komponen yang dipilih dalam mendesain adalah sebagai berikut:



Gambar 5. Komponen alat, (a) Ruang pengeringan, (b) Rak pengeringan, (c) Pintu ruang pengeringan, (d) Cermin *reflector*, (e) Kolektor panas, (f) Saluran konveksi panas

### 2.5 Pemilihan Material Yang Direncanakan

Adapun material – material yang dipilih dalam mendesain adalah sebagai berikut:



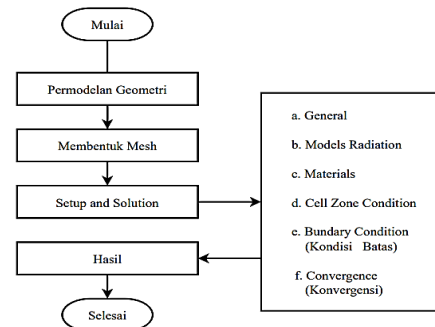
Gambar 6. Material Alat, (a) Kayu Balok, (b) Kaca Transparan, (c) Cermin Datar, (d) Plat Aluminium, (e) Papan PVC, (f) Papan Triplek, (g) Jaring Kawat Halus

### 2.6 Penentuan Sudut Cermin Reflektor

Penentuan sudut dan dimensi cermin reflektor panas mengikut pada hukum sinellius, untuk mendapatkan sudut kemiringan yang sesuai dan mampu meratakan panas matahari pada proses pengeringan biji kopi.

### 2.7 Simulasi dan Analisa Pada Desain Alat

Tahapan tahapan dalam melakukan simulasi menggunakan ansys akan di jelaskan pada gambar 7 bawah ini:



Gambar 7. Tahapan simulasi pada aplikasi *ansys*

Perpindahan panas yang menjadi fokus pada proses simulasi adalah perpindahan panas pada kolektor panas menuju ruang pengeringan. Data yang dibutuhkan pada simulasi mencakup perhitungan perpindahan panas secara konveksi.

### 2.8 Variasi Simulasi dan Analisa Desain Alat Pengereng Biji Kopi

Tabel 2 menunjukkan variasi yang akan dilakukan pada setiap desain yang memiliki ukuran gap. Posisi gap pada arak pertama, kedua dan ketiga tetap, dimana posisi gap pada arak pertama dan ketiga berada di sisi belakang, sedangkan gap rak kedua berada di sisi depan. Hal – hal seperti temperature pada setiap rak, kecepatan aliran fluida, dan tekanan udara pada alat akan menjadi fokus pada simulasi dan analisa pada penelitian ini.

Tabel 2. Variasi simulasi desain

Variasi	Desain																			
	Gap (cm) D1 Plat 0.3 mm					Gap (cm) D2 Plat 0.3 mm					Gap (cm) D3 Plat 0.3 mm					Gap (cm) D4 Plat 0.3 mm				
	In	R1	R2	R3	Out	In	R1	R2	R3	Out	In	R1	R2	R3	Out	In	R1	R2	R3	Out
Temperatur Rak																				
Kecepatan Aliran Udara	20	15	10	5	8	20	20	20	20	20	5	5	5	5	8	20	20	20	20	20
Tekanan Udara																				

### 2.9 Perpindahan Kalor Secara Konveksi

Konveksi adalah perpindahan energi panas yang merambat melalui zat tertentu dengan disertai perpindahan dari zat perantara tersebut. Untuk perpindahan panas konveksi dapat dinyatakan dengan persamaan (3):

$$H = \frac{Q}{t} = h \times A \times (T_{Al} - T_c) \tag{3}$$

Dimana H: Kalor yang mengalir setiap detik (J/s), Q: Kalor (J atau kal), h: Koefisien konveksi ( W/ m<sup>2</sup>. °C), A: Luas permukaan (m<sup>2</sup>), T<sub>Al</sub>: Temperatur aluminium(°C), T<sub>u</sub>: Temperatur udara (°C), t: waktu (s).

Untuk menentukan nilai kalor maka penting untuk menentukan terlebih dahulu nilai koefisien konveksi kalor [14]. Nilai koefisien konveksi kalor dapat ditentukan menggunakan persamaan (2):

$$h = 0.664 \times \frac{k}{L} Re_L^{0.5} Pr^{0.33} \tag{2}$$

Dimana k: Konduktifitas termal (W/mK), L: panjang Plat, Re: Bilangan Reynold, Pr: Bilangan Prandtl

Sebelum menentukan nilai koefisien konveksi maka perlu mencari nilai bilangan Reynold untuk fluida (udara) yang mengalir diatas sebuah plat. Dengan menggunakan persamaan (1):

$$Re = \frac{(V \times L)}{\mu} \tag{1}$$

Dimana V: Kecepatan fluida (m/s), L: Panjang plat (m), μ: Viskositas kinematis (m<sup>2</sup>/s)

Nilai-nilai seperti k, μ, dan Pr diperoleh berdasarkan temperature film yang merupakan

rata-rata temperature udara, dan dapat dilihat pada tabel 3. Sehingga setelah mendapatkan variabel-variabel yang dibutuhkan pada persamaan koefisien konveksi, maka nilai koefisien konveksi bisa ditentukan.

Tabel 3. Air properties

Temperatur -t- (c)	Density -p- (Kg/m <sup>3</sup> )	Specific heat - Cp- (KJ/Kg.K)	Thermal Conduktiviti -k- (W/m.K)	Kinematik Viskositi -v- x10 <sup>-6</sup> (m <sup>2</sup> /s)	Expansion Coefficient -β- x10 <sup>3</sup> (1/K)	Prandtl's Number -Pr-
-150	2.793	1.026	0.0116	3.08	8.21	0.76
-100	1.960	1.009	0.0160	5.95	5.82	0.74
-50	1.534	1.005	0.0204	9.55	4.51	0.725
0	1.293	1.005	0.0243	13.30	3.67	0.715
20	1.205	1.005	0.0275	15.11	3.43	0.713
<b>40</b>	<b>1.127</b>	<b>1.005</b>	<b>0.0271</b>	<b>16.97</b>	<b>3.20</b>	<b>0.711</b>
60	1.067	1.009	0.0285	18.90	3.00	0.709
80	1.000	1.009	0.0299	20.94	2.83	0.708
100	0.946	1.009	0.0314	23.06	2.68	0.703
120	0.898	1.013	0.0328	25.23	2.55	0.70
140	0.854	1.013	0.0343	27.55	2.43	0.695
160	0.815	1.017	0.0358	29.85	2.32	0.69
180	0.779	1.022	0.0372	32.29	2.21	0.69
200	0.746	1.026	0.0386	34.63	2.11	0.685
250	0.675	1.034	0.0421	41.17	1.91	0.68
300	0.616	1.047	0.0454	47.85	1.75	0.68
350	0.566	1.055	0.0485	55.05	1.61	0.68
400	0.524	1.068	0.0515	62.53	1.49	0.68

## 3 Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Konsep-Konsep Desain Alat

#### a. Konsep desain berdasarkan kepuasan konsumen

Tabel 4 menunjukkan penilaian yang diisi oleh seorang petani kopi yang juga sekaligus dosen yaitu bapak Ilham Jaya terhadap desain alat pengereng biji kopi sebagai dasar penentuan desain alat pengereng biji kopi,

Tabel 4. Nilai kebutuhan dan kepuasan konsumen

No	Konsep Desain Berdasarkan Kebutuhan Konsumen	Nilai Responden			
		TP	CP	P	SP
1	Desain alat harus menggunakan konsep ergonomi				✓
2	Pembuatan alat menggunakan material yang mudah didapatkan dan dengan harga yang terjangkau				✓
3	Perawatan alat dapat dilakukan dengan mudah				✓
4	Alat dapat digunakan di segala kondisi cuaca				✓
5	Material komponen yang kontak langsung dengan biji kopi harus berstandar food grade				✓
6	Desain ruang pengereng harus berbentuk kotak		✓		
7	Kapasitas alat pengereng biji kopi > 10 kg				✓
8	Desain alat yang dibuat ramah lingkungan				✓
9	Rak pengereng dapat dilepas pasang				✓
10	Alat dapat dipindah-pindah				✓

Berdasarkan tabel tersebut dapat dilihat bahwa hampir semua konsep desain sangat perlu untuk di buat sehingga dapat diambil kesimpulan jika sepuluh konsep desain dapat diterapkan sepenuhnya untuk menciptakan alat yang efisien

### 3.2 Konsep Desain Ergonomi

1. Dimensi ketinggian rak paling atas tidak melebihi ketinggian manusia, yaitu 126 cm,

sehingga memudahkan para petani ketika meletakkan rak pengering pada ruang pengering dan tidak memerlukan alat bantu lain untuk meletakkan rak pada ruang pengering sebab ketinggian yang masih terjangkau, bahkan rak yang paling bawah dengan jarak 58 cm dari tanah cukup efisien sehingga tidak mengharuskan petani dalam posisi jongkok yang dapat mengakibatkan *parestesia* atau kesemutan.

2. Dimensi pada ruang pengering di setiap rak memiliki volume cukup luas yaitu 155.552 cm<sup>3</sup> sehingga mempermudah petani untuk meletakkan rak pengering yang menopang biji kopi kedalam ruang pengering tanpa harus takut terjepit.
3. Penempatan alat di lapangan terbuka yang memberikan ruang sangat luas dalam bekerja dan menghemat tempat karena menggunakan sistem pengeringan rak tiga lapis. Alat yang dirancang memperhatikan organisasi kerja yang dibuktikan dari sistem kerja yang dapat dilakukan oleh perorangan saja.

**3.3 Konsep Desain Manufaktur**

Penerapan Konsep desain manufaktur pada alat dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Proses penyambungan rangka yang direncanakan hanya menggunakan paku.
2. Kaca yang di pasang pada alat dilakukan dengan membuat alur pada kerangka kayu kemudian diberikan lem pada bagian pinggirnya.
3. Cermin reflektor direkatkan pada sebuah papan PVC kemudian di berikan bingkai sehingga mampu meredam hentakan yang dapat mengakibatkan cermin pecah.
4. Material yang digunakan seperti yang direncanakan sangat mudah didapat dengan harga yang terjangkau.
5. Proses pengukuran mudah dilakukan karena dimensi alat menggunakan satuan (cm dan m).

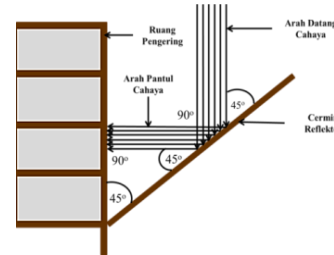
**3.4 Konsep Desain perawatan**

Ruang pengering yang luas mempermudah petani untuk membersihkan bagian dalam ruang pengering dari debu atau kotoran yang berasal dari biji kopi. Kaca dan cermin bagian luar yang rentan berdebu, berembun dan kotor dapat dibersihkan dengan cara dilap menggunakan kain agar cahaya dapat efisien masuk kedalam ruang pengering dan cermin dapat lebih efisien dalam memantulkan cahaya matahari. Apabila terjadi kerusakan maka dapat diganti dengan mudah tanpa harus membongkar semua komponen pada alat, Alat yang dirancang tidak menggunakan sistem permesinan sehingga tidak mengakibatkan

kebisingan, getaran, kontaminasi terhadap arus listrik, dan polusi akibat proses pembakaran terhadap motor bakar.

**3.5 Sudut Cermin Reflektor yang Digunakan**

Dari hukum sinellius maka diperoleh sudut cermin reflektor yang efisien untuk memantulkan cahaya matahari yang lurus menuju ruang pengering ketika posisi matahari tepat berada di atas alat dan rak di atas menutup rak di bawahnya adalah 45°. Seperti yang dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Proyeksi pantulan cahaya pada cermin

**3.6 Data yang digunakan dalam proses simulasi dan analisa**

Data untuk analisa dan simulasi dapat dilihat pada tabel 5 dan 6

Tabel 5. Temperature lingkungan dan kecepatan angin

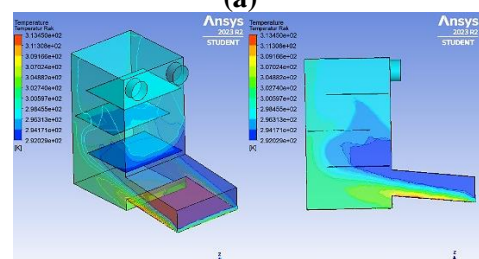
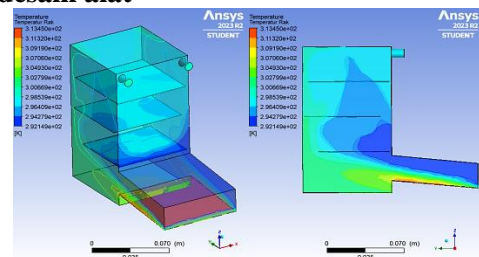
Data Simulasi	Bulan												Rata-Rata
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	
Temperatur (°C)	18,5	19	19,5	20	19,5	19	19	18,5	18,5	19	19	18,5	19
Kecepatan Angin (kph)	3	2,8	2,8	2,8	3	3,4	3,5	3,5	3,4	3,3	3	3	3,13

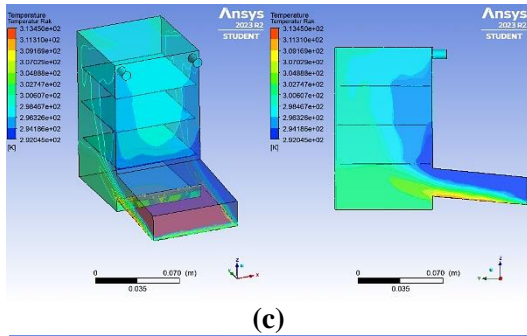
Tabel 6. Temperatur plat aluminium

Jam	9	10	11	12	13	14-	15	16	17	18	Rata-rata
T (Al)	40	44	46	46	42	43	40	38	34	30	40,3

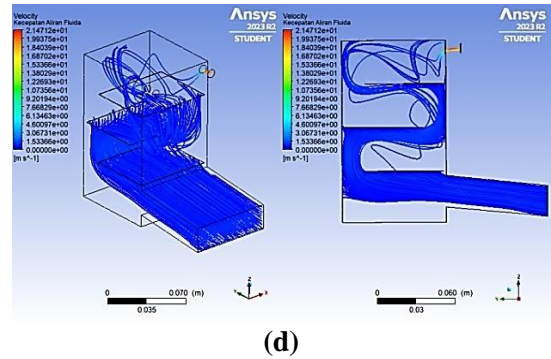
**3.7 Simulasi dan Analisa pada Setiap Variasi Desain Alat**

**a. Temperatur setiap rak pada variasi desain alat**

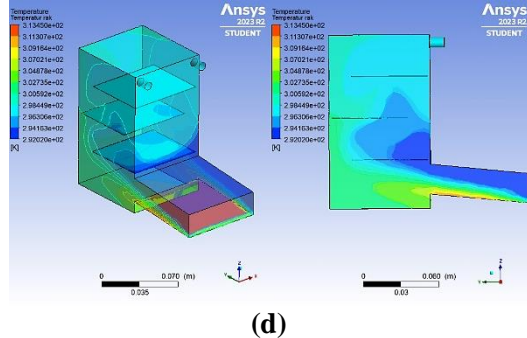




(c)



(d)



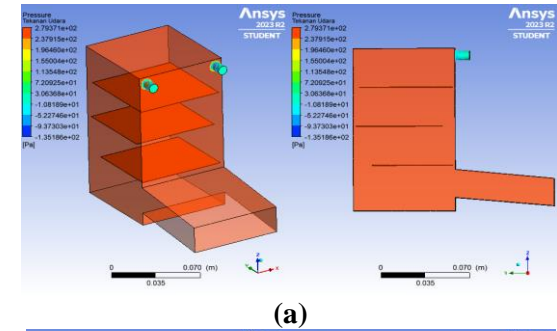
(d)

Gambar 10. Kecepatan Aliran Fluida, (a) desain 1, (b) desain 2, (c) desain 3, (d) desain 4

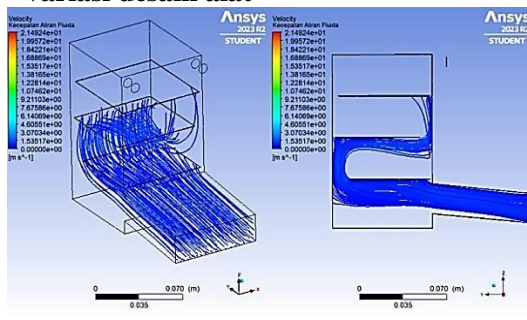
**c. Tekanan udara pada setiap variasi desain alat**

Gambar 9. Temperatur Rak, (a) desain 1, (b) desain 2, (c) desain 3, (d) desain 4

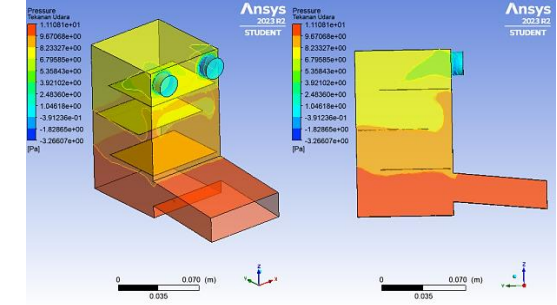
**b. Kecepatan aliran fluida pada setiap variasi desain alat**



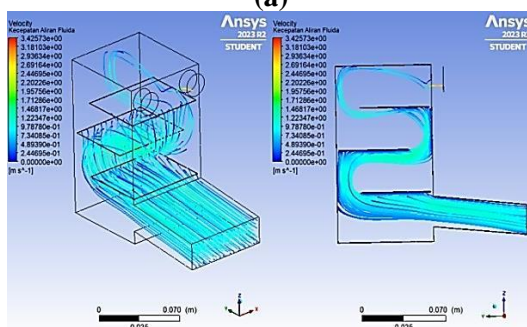
(a)



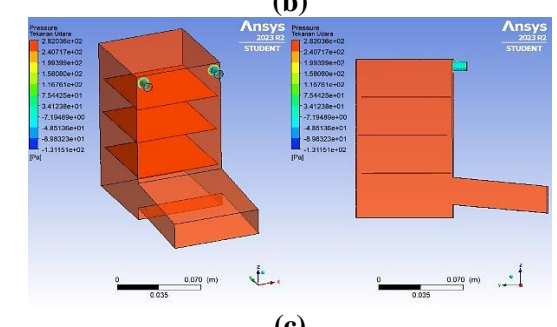
(a)



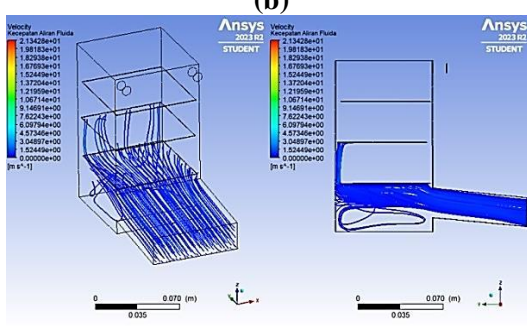
(b)



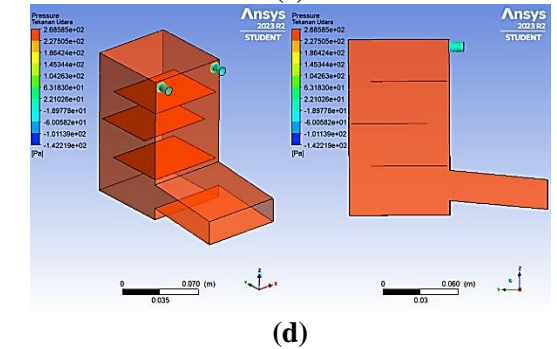
(b)



(c)



(c)

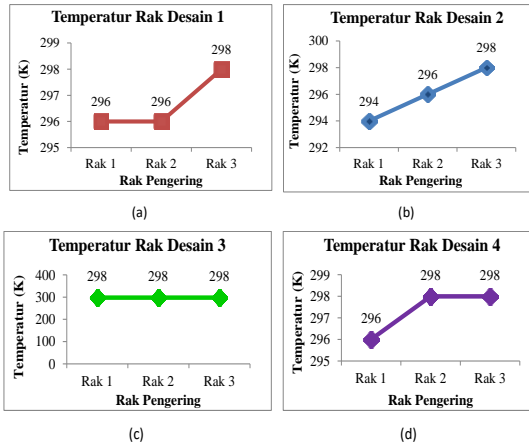


(d)

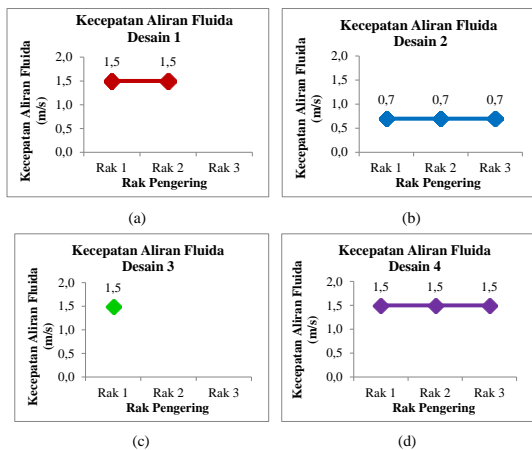
Gambar 11. Tekanan Udara, (a) desain 1, (b) desain 2, (c) desain 3, (d) desain 4

### 3.8 Pembahasan Simulasi dan Analisa Pada Setiap Variasi Desain Alat

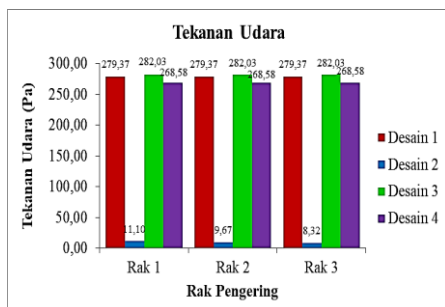
Dari hasil simulasi dan analisa yang dilakukan menggunakan Ansys maka diperoleh temperature setiap rak, kecepatan aliran fluida, dan tekanan udara sebagai berikut.



Gambar 12. Grafik temperature rak (a) desain 1, (b) desain 2, (c) desain 3, (d) desain 4



Gambar 13. Grafik Kecepatan aliran fluida (a) desain 1, (b) desain 2, (c) desain 3, (d) desain 4



Gambar 14. Tekanan udara setiap desain

Dari keempat desain tersebut maka desain 4 merupakan desain yang lebih efisien untuk mengeringkan biji kopi, dimana temperature alat pada desain empat memiliki temperature yang hampir sama pada setiap raknya sebesar 298K atau 24°C. walaupun desain 3 memiliki

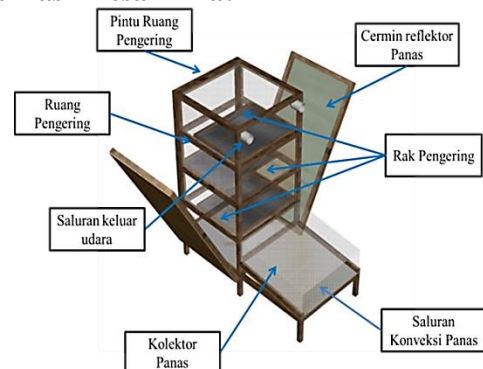
temperature yang lebih merata dibandingkan temperature desain empat, namun kecepatan aliran fluida desain 3 tidak secepat desain 4 ataupun desain 2. kecepatan aliran fluida pada desain. Kecepatan aliran fluida yang tidak merata hingga rak ketiga pada desain 3 mempengaruhi proses pengeringan seperti pada penelitian yang dilakukan oleh S. syahrul [15]. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa semakin tinggi kecepatan udara maka waktu pengeringan menjadi lebih cepat. Sehingga jika kecepatan tidak mencapai rak kedua dan ketiga maka pengeringan tidak akan efisien dan tidak merata. Berdasarkan penelitian yang dilakukan S.Syahrul pula walaupun kecepatan aliran fluida desain 2 dan desain 4 sama rata, namun kecepatan desain 4 lebih besar yaitu 1.5 m/s, dibandingkan kecepatan desain 2 0.7 m/s.

Tekanan udara yang paling baik adalah pada desain 4, dimana desain ini memiliki tekanan udara yang konstan dan lebih rendah dibandingkan desain yang lainnya. seperti penelitian yang dilakukan oleh mubarak [16]. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa semakin besar tekanan udara di dalam ruang pengering maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan kadar air. Sehingga tekanan udara desain empat dipilih karena memiliki tekanan udara yang konstan yaitu 268.58 Pa.

### 3.9 Energi kalor secara konveksi pada kolektor panas

Dari perhitungan menggunakan persamaan tentang perpindahan kalor secara konveksi maka diperoleh energi kalor yang masuk kedalam alat tersebut sebesar 51.5 J/s.

### 3.10 Hasil Desain Alat



Gambar 15. Alat yang sudah di desain

Material yang digunakan pada alat terdiri dari kayu sebagai kerangka alat untuk menekan harga agar lebih terjangkau. Kolektor panas yang digunakan merupakan plat aluminium, sebab aluminium memiliki konduktivitas termal yang



baik, dengan nilai konduktivitas termal sebesar 202 W/m.C. setelah itu cermin digunakan sebagai media untuk memantulkan cahaya matahari sebab cahaya yang dipantulkan lebih terfokuskan dibandingkan menggunakan media lain seperti seng datar. Triplek digunakan untuk melapisi bagian bawah kolektor panas dan bagian dasar alat, sementara papan PVC digunakan untuk melapisi bagian bawah cermin. Rak pengering berbahan kawat logam agar dapat menyerap panas. Saluran keluar udara dibuat menggunakan pipa paralon agar mudah direkatkan dengan kaca.

#### 4. Kesimpulan

Konsep desain yang diterapkan pada alat pengering biji kopi mampu menjadi referensi dan membantu para petani dalam membuat alat pengering biji kopi yang efisien. Berdasarkan hukum sinellius maka diperoleh sudut cermin reflektor yang efisien untuk memantulkan cahaya matahari yang lurus menuju ruang pengering ketika posisi matahari tepat berada di atas alat dan rak di atas menutup rak di bawahnya adalah 45°.

Dari analisa yang telah dilakukan menggunakan ansys maka diperoleh variasi desain 4 dengan input 20 cm, gap rak pertama, kedua, dan ketiga 20 cm, serta output 8 cm. Adapun temperature pada desain 4 sebesar 298K atau 24°C dengan kecepatan aliran fluida 1.5 m/s, dan tekanan udara sebesar 268.58 Pa.

Berdasarkan perhitungan menggunakan persamaan 1 maka diperoleh energi kalor secara konveksi yang mengalir kedalam ruang pengering adalah sebesar 51.5J/s.

#### 5 Daftar Pustaka

- [1] A. Afriliana, "Teknologi Pengolahan Kopi Terkini," 2018, [Online]. Available: Yogyakarta
- [2] P. Studi, T. Industri, F. T. Pertanian, U. Jember, and J. Timur, "Analisis Nilai Tambah Pengolahan Biji Kopi Arabika (Studi Kasus: Rumah Kopi Banjarsengon, Jember)," vol. 16, no. 01, 2022.
- [3] R. Agustina and H. Syah, "Karakteristik Pengeringan Biji Kopi dengan Pengering Tipe Bak dengan Sumber Panas Tungku Sekam Kopi dan Kolektor Surya," no. March 2020, 2016.
- [4] A. Kopi, S. Barat, S. Barat, S. Barat, and S. Barat, "Kecepatan Aliran Udara Pada Solar Dryer Endri Yani \* & Suryadi Fajrin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Andalas Kampus Limau Manis Padang TeknikA," vol. 20, no. 1, pp. 17–22, 2013.
- [5] Stefanus Ongkodjojo, Charles Anson, and Soejono Tjitro, "Desain Dan Pembuatan Alat Penggiling Daging Dengan Quality Function Deployment," *J. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 2, pp. 106–113, 2006, [Online]. Available: <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/ind/article/view/16550>
- [6] G. Change *et al.*, "Perancangan Mesin Pengolah Limbah Lidi Kelapa Sawit Menggunakan Computer Aided Design (CAD)," *Pap. Knowl. . Towar. a Media Hist. Doc.*, vol. 3, no. 2, p. 6, 2021.
- [7] N. W. Setyanto, R. Himawan, E. Y. Arifianto, and P. M. Rina, "Perancangan Alat Pengering Mie Ramah Lingkungan," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 3, no. 3, pp. 411–420, 2012.
- [8] E. Nurmiyanto, N. A. Wessiani, and R. Megawati, "Desain alat pengasapan ikan menggunakan pendekatan ergonomi, qfd, dan pengujian organoleptik," *J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 9, no. 2, pp.68–82, 2020.
- [9] F. Burlian and A. Firdaus, "Kaji Eksperimental Alat Pengering Kerupuk Tenaga Surya Tipe Box Menggunakan Kosentrator Cermin Datar," *Pros. Semin. Nas. AVoER*, pp. 26–27, 2018.
- [10] A. Gamayel and G. Octavianus, *Tutorial Ansys Workbench untuk Bidang Mekanikal: Jilid 1*. Media Sains Indonesia, 2021.
- [11] M.- Dr. Drs. Jamaluddin P, *Perpindahan Panas Dan Massa Pada Penyangraian Dan Penggorengan Bahan Pangan*, vol. 13, no. 1. Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar, 2018.
- [12] min mas, "Perpindahan Kalor - Konduksi, Konveksi, Radiasi Dan Rumus Pengukurannya," Jan. 04, 2023. <https://www.pelajaran.co.id/perpindahan-kalor-konduksi-konveksi-radiasi/> (accessed Mar. 06, 2023).
- [13] M. Syafhira, *Fisika Optik Umum dan Mata*. 2021.
- [14] Taufiqur Rokhman, "Menghitung Koefisien Perpindahan Panas Konveksi," Nov.05,2018.<https://taufiqurrokhman.wordpress.com/2018/11/05/menghitung-koefisien-perpindahan-panas-konveksi/> (accessed Mar. 10, 2023).
- [15] S. Syahrul, R. Romdhani, and M. Mirmanto, "Pengaruh variasi kecepatan udara dan massa bahan terhadap waktu pengeringan jagung pada alat fluidized bed," *Din. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 119–126, 2016.
- [16] M. Mubarak, Mahmuddin, and Sungkono, "Pengaruh tekanan udara terhadap lama pengeringan gabah pada alat pengering tipe rak," *J. Tek. Mesin FT-UMI*, vol. 4, no. 1, pp. 90–95, 2022.