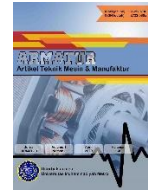
Contents list available at [Sinta](https://scholar.ummetro.ac.id/index.php/armatur)**A R M A T U R**

: Artikel Teknik Mesin &amp; Manufaktur

Journal homepage: <https://scholar.ummetro.ac.id/index.php/armatur>**Perancangan alat penukar panas APK berbahan bakar sekam padi untuk pengering udang rebon kapasitas 50 Kg****Raeksy Rahardiansyah<sup>1\*</sup>, Oleh<sup>2</sup>, Aa Santosa<sup>3</sup>**<sup>1,2,3</sup>Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jl. HS. Ronggo Waluyo, Telukjambe Timur, Karawang, Indonesia**A R T I C L E  
I N F O****Keywords:**CFD  
IMTD  
thermal energy  
wet dried shrimp  
water content.**A B S T R A C T**

50 kg wet rebon shrimp drying machine is an energy-saving tool that works by flowing hot air with a temperature between 40 to 50 degrees Celsius to the surface of rebon shrimp. The main component of this drying machine is heat exchanger. Air and husks are burned to produce heat energy. The gas then passes through the heat exchanger tube using a heat exchanger. The heat exchanger used is a cross-flow heat exchanger, meaning that the gas released after burning the husk is not mixed with the air fluid. To determine the performance of the heat exchanger, the construction plan is designed using the IMTD approach and as effective as possible because CFD simulation is integrated into Ansys15.0. The results of previous measurements and calculations are the input data entered into the application. With a turnaround time of 8 hours, 50 kg of fresh rebon shrimp can be dried to 31.2 kg of water thanks to the 103.5 watt heat flow rate from the air dryer.

**Pendahuluan**

Proses pengeringan udang rebon masih banyak menggunakan metode pengeringan tradisional di bawah sinar matahari, sehingga menimbulkan bau yang kurang nyaman untuk para masyarakat sekitar. Proses pengeringan udang rebon dengan menggunakan alat penukar panas (APK) berbahan bakar sekam belum banyak digunakan untuk mengeringkan udang rebon [1]. Proses pengeringan ini

memberikan manfaat lebih pada rebon seperti waktu pengeringan yang lebih cepat dan tidak memerlukan ruangan yang lebih besar serta hemat biaya karena menggunakan bahan yang jarang digunakan. Saat musim hujan atau malam hari proses pengeringan juga bisa dilakukan [2].

Penggunaan pengeringan menggunakan *heat exchanger* dinilai cukup efektif. Pengurangan kadar air pada udang rebon dapat dikurangi menjadi 10 – 15%

\*Corresponding author: [niisaa26@mail.ac.id](mailto:niisaa26@mail.ac.id)

DOI: <https://doi.org/10.24127/armatur.v5i2.5882>

Received 17 Juli 2024; Received in revised form 03 Agustus 2024; Accepted 24 September 2024

Available online 30 September 2024

dari sisa air pada udang rebon (udang rebon kering). Dampak lain dari penggunaan bahan bakar sekam juga akan menurunkan biaya operasional lebih besar. Harga jual dan produksi udang rebon yang menggunakan bahan bakar sekam akan meningkat karena proses pengeringan yang dilakukan secara terus menerus tanpa adanya gangguan cuaca [3].

Hasil pengamatan di lapangan proses pembakaran sekam yang dibakar pada proses pembakaran sekam dengan kecepatan aliran udara antara 0,5 – 1,5 m/s, ruang bakar mempunyai suhu yang cukup tinggi yaitu 180°C – 200°C. Kecepatan aliran udara yang masuk ke dalam ruang bakar tergantung dari banyaknya udang rebon yang akan dikeringkan. Sedangkan suhu udara panas yang mengalir ke ruang pengering berkisar antara 40 °C – 50 °C dengan kecepatan udara 5 – 8 m/s [4].

Dengan hal tersebut di atas maka penulis mencoba merancang alat penukar panas dengan memanfaatkan sekam yang dihasilkan dari penggilingan padi. Alat penukar panas yang digunakan memanfaatkan panas hasil pembakaran sekam yang dihasilkan dari penggilingan padi. Sekam padi yang akan dibakar dimasukkan ke dalam ruang bakar. Penukar panas yang akan dirancang adalah penukar panas tipe aliran silang. Udara panas dan kering yang dihasilkan *heat exchanger* digunakan sebagai media pengangkut kandungan air pada udang rebon kering dan dibuang ke lingkungan. Proses pengeringan udang rebon dilakukan pada wadah atau bak tertutup dengan pengendalian dilakukan dengan pengatur suhu yang dipasang pada wadah pengering. Aliran udara panas bergerak melintasi tumpukan udang rebon [5].

## **Tinjauan Pustaka**

### **Sekam Padi**

Sekam padi adalah sejenis lapisan keras yang membagi karyopsis menjadi dua bagian yang disebut *emma* dan *palea* yang saling bertautan. Pada proses penggilingan

padi, sekam akan dipisahkan dari butirannya dan digunakan sebagai bahan sisa atau limbah penggilingan. Karbon hitam tergolong biomassa yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti limbah industri, bahan bakar dan energi, atau bahan limbah [6].

Dari proses penggilingan padi biasanya diperoleh sekam sekitar 20-30%, dedak antara 8-12% dan beras giling antara 50-63,5% dari berat awal gabah. Persentase sekam yang tinggi ini dapat menimbulkan permasalahan lingkungan. Sekam mempunyai berat jenis 1.125 kg/m<sup>3</sup>, dengan nilai kalor 1 kg sekam sebesar 3300 k. kalori. Sekam mempunyai berat jenis 0,100 g/ml, nilai kalor antara 3300 -3600 k. kalori/kg sekam dengan konduktivitas panas 0,271 BTU [7].

### **Kandungan Air Dalam Udang Rebon**

Kandungan air dalam makanan ikut menentukan *acceptability* kesegaran daya tahan bahan itu. Selain itu merupakan bagian dari suatu bahan makanan, air merupakan pencuci yang baik bagi bahan makanan tersebut atau alat-alat yang digunakan dalam pengolahannya sebageian besar perubahan. Perubahan bahan makanan terjadi dalam media air yang ditambahkan atau berasal dari bahan itu sendiri [8].

Komposisi utama karbon terdiri dari udara, dengan kandungan berkisar antara 66,0 hingga 84,0%. Udara merupakan salah satu komponen baja reboning. Ada dua jenis udara di udang rebon: udara bebas dan udara terikat. Udara sederhana terhambat oleh penguapan atau pengeringan. Udara yang terkontaminasi sangat tipis dan hilang dari daging dan udang rebon, bahkan dengan penanganan yang tepat [9].

### **Kebutuhan Panas Pengeringan**

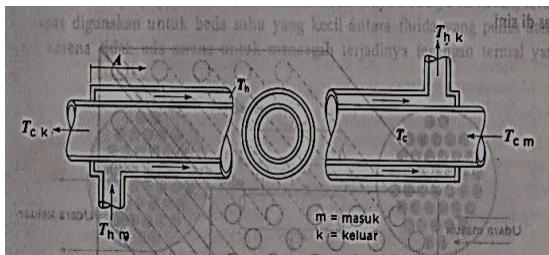
Kalor yang diserap oleh udara panas dan kering yang masuk ruang pengering dengan temperatur Tak. Sementara temperatur awal udang rebon segar sebesar Taw. Panas jenis air dalam udang rebon segar Cpp.

## Siklus Udara Pengeringan

Temperatur udara yang akan masuk dan keluar ruang pengering dipertahankan mempunyai beda temperatur  $6^{\circ}\text{C}$  dimana temperatur udara panas masuk ruang pengering  $T_1$  tergantung temperatur udara yang keluar  $T_2$ . Temperatur udara kering tidak boleh terlalu tinggi, agar kualitas kualitas yang dihasilkan memenuhi standar. Umumnya udara kering yang di supply kedalam ruang pengering di atas temperatur.

## Penukar Panas

Alat Penukar Panas APK (*Heat Exchanger*) adalah suatu alat yang berfungsi untuk memindahkan energi panas melalui dinding atau sekat. Berpindahannya panas tersebut karena adanya perbedaan energi diantara kedua daerah/zat tersebut. Perpindahan panas tersebut melibatkan parameter-parameter penting dari kedua daerah/zat tersebut.



Gambar 1. Diagram penukar panas aliran Iawan dalam pipa pada pipa yang sederhana

Temperatur fluida panas  $T_h$  dan temperatur fluida dingin  $T_c$  pada dua buah pipa yang berbeda. Karena perbedaan energi, maka panas dari fluida panas akan dipindahkan ke fluida yang dingin. Arah aliran fluida pada masing-masing pipa berlawanan satu dengan lainnya.

## Perpindahan Panas

Perpindahan panas merupakan transfer energi panas dari satu tempat ke tempat lainnya dengan atau tanpa medium didalarnya. Perpindahan panas dapat terjadi jika ada perbedaan temperatur antara tempat-tempat tersebut. Perpindahan panas dapat berupa perpindahan panas konduksi, konveksi, radiasi atau kombinasi dari ketiga

tersebut itu sendiri [10]. Untuk bahan las yang tebal digunakan takik atau alur untuk pengisian logam cair las. Bagi pengelasan tumpuk maka tidak diperlukan bentuk kampuh yang sesuai dengan anjuran dari AWS.

## Perpindahan Panas Konduksi Pada Pipa

Perpindahan panas konduksi adalah berpindahnya panas dari fluida panas ke fluida dingin melalui media padat. Perpindahan panas konduksi sangat dipengaruhi oleh konduktivitas termal medium, luas perpindahan panas dan beda temperatur kedua sisi medium tersebut [11].

## Perpindahan Panas Konveksi Pada Pipa

Perpindahan panas konveksi terjadi melalui fluida cair atau gas. Perpindahan panas ini sangat dipengaruhi oleh koefisien perpindahan panas konveksi, luas dan beda temperturnya.

## Perpindahan Panas MenyeIuruh

Perpindahan panas menyeluruh *Preheater* adalah perpindahan kombinasi berbagai perpindahan panas yang terjadi pada system penukar kalor. Kombinasi perpindahan panas dapat berupa kombinasi seri, paralel atau paralel seri. Kombinasi ini melibatkan banyak partisi/medium yang tersusun secara teratur atau acak.

## Computational Fluid Dynamics (CFD)

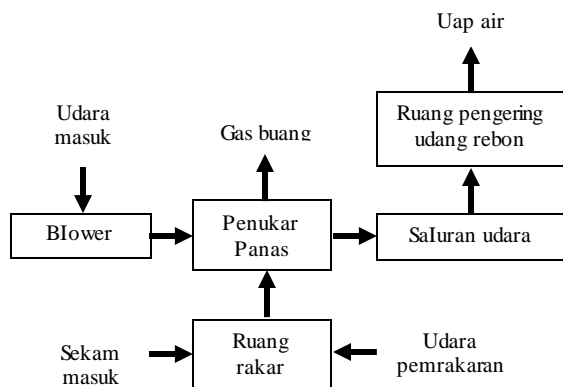
Adalah salah satu aplikasi yang terintegrasi pada *Software Ansys 15.0*. Aplikasi ini mampu menggambarkan dan mensimulasudang rebon gejala-gejala dari suatu sistem yang dimodeIkan. Menggambarkan dan mensimulasikan udang rebon suatu model dengan menggunakan *Software Ansys 15.0* dilakukan secara sistematis di mulai dengan memilih strategi sampai dengan hasil akhir [12].

## Metode Penelitian

Mesin pengering udang rebon basah yang dirancang merupakan mesin pengering dengan bahan rakar sekam padi

yang dirakar dalam ruang pemrakaran. Komponen utama yang digunakan dalam mesin pengering ini terdiri dari: penukar panas, rak atau wadah udang rebon basah, ruang rakar, saluran udara panas dan saluran gas buang. Dalam merancang mesin pengering udang rebon ini ada beberapa yang diperlukan sebagai data-data operasional untuk menentukan dimensi dan geometri penukar panas dan *system* pendukung lainnya. Data-data yang diperlukan dalam perancangan diantaranya adalah: Temperatur pengeringan, temperatur udara lingkungan, kandungan air udang rebon, kecepatan dan laju aliran massa udara pengeringan, laju aliran panas gas panas pemrakaran sekam. Pada penelitian ini pemodelan dilakukan menggunakan *Fluid Flow (Fluent)* dari aplikasi *Ansys 15* dengan 64 bit. Untuk memulai pemodelan dan simulasi ini dilakukan secara berurutan mulai dengan membangun geometri penukar panas, membagi geometri kedalam elemen-elemen hingga (*mesh*), dan distribusi temperatur dalam penukar panas.

### Diagram Alir



Panas yang dihasilkan dari pemrakaran sekam dan udara selanjutnya akan masuk kedalam penukar kalor melalui pipa-pipa api yang dipasang *vertical* dalam bagian penukar panas tersebut. Pada bagian samping kanan udara keluar blower masuk kedalam penukar panas dan bersinggungan dengan pipa-pipa yang diliri oleh panas gas sekam didalamnya. Sehingga panas akan

berpindah dari gas dalam pipa ke udara yang bergerak horizontal tersebut. Udara keluar dari penukar panas temperaturnya akan meningkat dari temperatur lingkungan ke temperatur 40 – 50°C. Selanjutnya udara panas ini akan dilairkan ke wadah udang rebon basah melalui celah-celah dibawah wadah. Proses pelepasan air dari udang rebon basah ke udara terjadi saat udara panas tersebut melewati celah atau rongga yang terbentuk karena tumpukan udang rebon basah.

## Hasil dan Pembahasan

### Temperatur Pengeringan

Temperatur udara panas yang dibutuhkan untuk pengeringan digunakan antara 40-50°C di atas temperatur pengeringan alami sekitar 28-30°C. Hal ini dimaksudkan agar udang rebon kering yang dihasilkan tidak pecah karena terlalu panas. Seperti disebutkan di atas, tegangan yang terjadi pada pipa bertekanan terdiri dari tegangan pada arah sejajar keliling dinding pipa dan tegangan arah melintang keliling pipa.

### Temperatur Udara Lingkungan

Disamping udara pemanasan perlu juga diperhatikan udang rebon temperatur sekitar. Perbedaan temperatur udara dingin dan panas dapat menimbulkan peningkatan kalor panas yang dibutuhkan. Selain itu perubahan temperatur juga akan menimbulkan peningkatan panas pada udang rebon tersebut yang akhirnya kondisi air dalam udang rebon yang dihasilkan tidak sesuai dengan keinginan. Hasil survai menggunakan raman cuaca diketahui temperatur udara sebar 28 dengan kelembaban relative 78%.

### Kandungan Air Udang Rebon

Udang rebon basah yang baru dipanen umumnya mengandung kadar air antara 30 – 35% air. Sedangkan untuk penggilingan udang rebon kering kandungan air yang disarankan antara 10 – 15%. Hal tersebut dimaksudkan agar proses

penggilangan padi memberi udang rebon hasil yang baik yaitu udang rebon tidak banyak pecah, hancur atau tidak terkupas.

### Kecepatan Dan Laju Aliran Massa Udara Pengerinan

Dalam kondisi alamiah proses pengeringan udang rebon basah kecepatan udara berkisar antara 1.5 – 2 m/s di lapangan terbuka. Pada proses pengeringan dengan menggunakan mesin pengering digunakan kecepatan udara 5 – 7 m/s. Proses tersebut memungkinkan kandungan air yang akan dibuang akan lebih cepat.

### Laju Aliran Panas Gas Panas Pemrakaran Sekam

Panas pembakaran sekam dan udara dalam ruang rakar yang terjadi berupa bara api saja. Dari hasil pengukuran dengan menggunakan termokopel pada pemrakaran normal temperatur yang ditimbulkan sebesar 200°C. temperatur ini dapat meningkat lagi jika udara yang diberi udang rebon kedalam ruang rakar ditambah. Sedangkan untuk udara pemrakaran yang dimasukkan kedalam ruang rakar ditentukan 2 m/s. Gas panas hasil pemrakaran sekam dan udara selanjutnya akan diteruskan kedalam *tube-tube* dalam penukar panas aliran silang.

Tabel 1. Data-data teknis perancangan

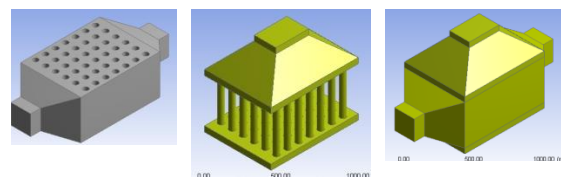
No	Nama Bagian	Simbol	Kondisi
1	Lama pengeringan	t	8 jam
2	Temperatur udara pengeringan	T <sub>co</sub>	50°C
3	Temperatur udara lingkungan	T <sub>∞</sub>	28°C 78%
4	Temperatur pemrakaran sekam	T <sub>hi</sub>	200°C
5	Kecepatan udara masuk pengering	V <sub>u</sub>	5 m/s
6	Kecepatan udara masuk pengering	V <sub>s</sub>	2 m/s
7	Kelembaban udara keluar udang rebon	∅	100%
8	Diameter tube	D	1 in
9	Panjang shell	I	800 mm
10	Lebar shell	b	600 mm
11	Tinggi shell	h	400 mm

### Pemodelan Dan Simulasi Geometri Penukar Panas.

Geometri objek yang dijadikan udang rebon bahan penelitian, dalam hal

ini adalah penukar panas aliran silang. Geometri ini diperoleh dari data-data awal dan perancangan. Untuk ukuran panjang, tinggi dan lebar penukar panas ditentukan sebelumnya. Diameter *tube* yang digunakan pada penukar panas ditentukan sebelumnya yaitu sebesar 2 in. Sedangkan jumlah *tube* diambil berdasarkan hasil perhitungan.

Berikut adalah geometri untuk penukar panas aliran panas silang. Dimana pada gambar 2 (a) model untuk udara, gambar 2 (b) gambar untuk model gas dan 2 (c) gambar gabungan udara dan gas.



Gambar 2. Geometri penukar panas aliran silang

### Elemen Tak Hingga (Mesh)

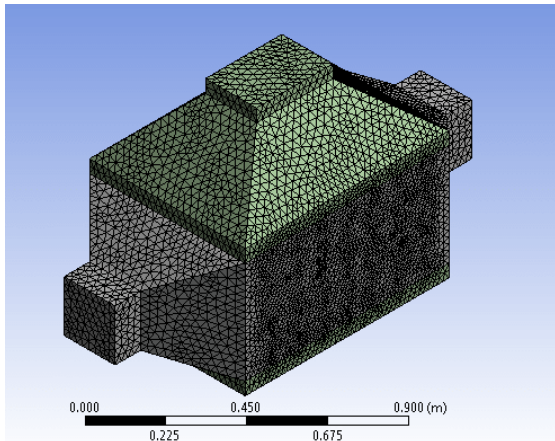
Setelah geometri dibuat selanjutnya adalah membuat dan menetapkan elemen-elemen kecil (*Mesh*) dari geometri tersebut. Pembuatan mesh dilakukan pada jendela *Mesh* yang ada pada menu utama *Ansys*. Disamping itu juga diberikan udang rebon insial pada bagian-bagian tersebut seperti udara masuk ruang, udara keluar, gas masuk, gas keluar dan dinding atau *shell* seperti dalam tabel 2 berikut:

Tabel 2. Kondisi batas operasional penukar panas

No	Nama Bagian	Inisial	Kondisi Operasional	Type	
				1	2
1	Udara masuk	Inlet udara	Velocity inlet	T = 30°C	V = 3.51 m/s
2	Udara keluar	Outlet udara	Pressure outlet	P = 0	
3	Gas masuk	Inlet gas	Mass flow inlet	T = 200°C	m = 0.2654 kg/s
4	Gas keluar	Outlet gas	Pressure outlet	P = 0	
5	Dinding/shell	Wall	Wall	T = 30°C	

Setelah inialisasi pada geometri selanjutnya mengatur mesh pada geometri tersebut. Pada geometri ini mesh diatur sesuai dengan standar bawaan dari *Ansys*

itu sendiri. Kulit dan kehalusan mesh diambil secara auto dengan smoothing high dan *coarse fine*. Hasil pembentukan mesh dapat dilihat pada gambar 3 berikut. Kedua material menggunakan mesh bentuk tetrahedral dengan kualitas yang berbeda-beda.



Gambar 3. Geometri penukar panas aliran silang

### Material (Setup)

Pemilihan material dilakukan pada *setup* jendela utama *Ansys*. Ada dua material yang dimasukkan ke dalam model tersebut yaitu udara dan gas. Parameter-parameter kedua material tersebut selanjutnya diatur pada *create/edit* material sesuai dengan temperatur kerja kedua fluida tadi. Material yang digunakan terdiri gas dan udara yang bekerja pada penukar panas sesuai dengan temperatur kondisi operasional masing-masing fluida. Sifat-sifat udara ditentukan dari temperatur udara masuk dan keluar saluran yaitu 39°C. Sedangkan untuk sifat-sifat gas diambil pada temperatur rata-rata 290°C. parameter gas dan udara dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

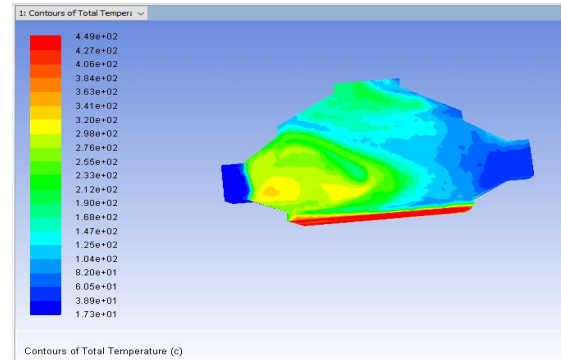
Tabel 3. Kondisi batas operasional penukar panas

No	Sifat Fluida	Fluida		Tube	Satuan
		Gas	Udara		
1	Rapat massa	0.6544	1.225	8030	kg/m <sup>3</sup>
2	Viskositas	$2.889 \cdot 10^{-5}$	$1.789 \cdot 10^{-5}$	0	kg/m.s

3	Konduktivitas	0.0432	0.0242	16.27	W/m.K
4	Panas jenis	$1039.4 \cdot 3$	$1006.4 \cdot 3$	$502.4 \cdot 8$	J/kg.K

### Distribusi Temperatur Hasil Simulasi CFD

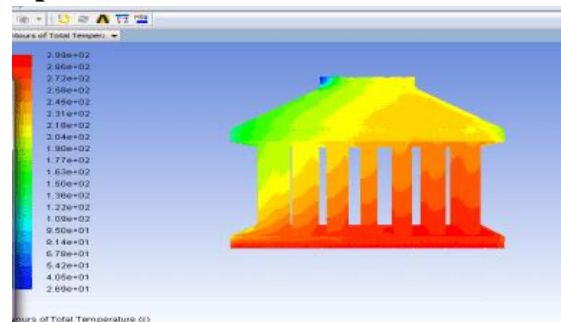
#### Distribusi Pada Aliran Gas



Gambar 4. Distribusi temperatur gas dan udara dalam penukar panas

Gambar di atas menunjukkan bahwa temperatur udara di sekitar struktur pipa meningkat sebesar 38.9 hingga 60.5°C dengan nilai tengah 49.7°C. Menurut perhitungan target, temperatur udara di luar mencapai  $T_{co} = 50^\circ\text{C}$ .

#### Distribusi Pada Temperatur Gas Dalam Pipa



Gambar 5. Distribusi temperatur gas dalam pipa

Gambar di atas menunjukkan bahwa temperatur gas masuk ( $T_{ci}$ ) seragam sebesar 200°C, sementara temperatur gas keluar ( $T_{co}$ ) sebesar 190°C, dengan target temperatur gas keluar sebesar 195°C.

### Kesimpulan

Mesin pengering gabah berkapasitas

50 kg dibuat dengan bahan bakar sekam, dan udara dibakar bersama di dalam ruang bakar. Hasil pembakaran sekam digunakan untuk memanaskan udara yang melewati area tersebut. Dengan temperatur pembakaran sekam sebesar 200°C dan aliran massa gas sebesar 0,2657 kg/s, maka pipa tersebut dapat memanaskan gas pengering udang rebon dengan temperatur udara 49,5°C di atas alat penukar kalor. Panas udara yang dihasilkan dari pemanasan pipa tersebut mengeringkan udang rebon sebesar 103,5 W dengan efektifitas 11%. Hasil ini dapat dilihat dan dibandingkan dengan beberapa simulasi panas di CFD.

Ukuran penukar panas untuk pengeringan biji-bijian adalah bagian akhir dari desain. Penukar panas memiliki panjang  $I = 800$  mm, lebar  $w = 600$  mm, dan tinggi  $h = 400$  mm. Komponen *heat exchanger* ini terdiri dari baja ringan berbentuk shell dan pipa yang terbuat dari baja tahan panas berukuran dua inci. Pipa *cross-flow* dengan pipa vertikal dipasang pada *heat exchanger*. Gas mengalir di dalam pipa, sedangkan udara mengalir di luar pipa. Terdapat 42 pipa yang dipasang dalam susunan garis lurus, dengan jarak antar pipa ( $X_t$ ) sebesar dua kali diameter luar pipa ( $2D_o$ ).

### Saran

Pemanasan udara dengan menggunakan penukar panas ini memiliki efektifitas yang rendah untuk itu diperlukan pemilihan penukar panas yang memberudang rebon efektifitas yang tinggi. Seperti menggunakan sirip-sirip pada *tube*.

### Referensi

[1] Irmawanto, M. H., "Pembuatan Mesin Pengering Udang Rebon Guna Meningkatkan Produktivitas Nelayan Kenjeran, Surabaya," *Aksiologi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 7, no. 3, pp. 539–

547, 2023.

- [2] Jaya Aghnia Adha Try Saputra, M. H., "Rancang Bangun Mesin Pengering Udang Rebon dengan Sistem Kontrol Otomatis Guna Meningkatkan Produktivitas Nelayan," *CYCLOTRON: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 5, no. 1, pp. 91 - 97, 2022.
- [3] Sri Amaliah Mandati, P., "Desain Eksperimen untuk Pengendalian Kadar Air Udang Rebon," *Journal of Manufacturing in Industrial Engineering and Technology (MIND-TECH)*, vol. 1, no. 2, Desember 2022.
- [4] Maghfiroh, V. N., "Optimalisasi Peningkatan Protein dan Kualitas Organoleptik Mie Basah Melalui Fortifikasi Tepung Udang Rebon (Acetes erythraeus)," *Journal OF Natural Science And Learning*, pp. 23-29, 2022.
- [5] Susana, I. B., "Pengering Berpenukar Kalor Dengan Sumber Energi Sekam Padi," *Machine: Jurnal Teknik Mesin*, vol. 6, no. 2, 2020.
- [6] Sattar Yunus, "Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Bahan Bakar Alat Pengering Gabah Di Kelurahan Allepolea Kec Maros Baru Kabupaten Maros," *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*, pp. 181-186, 2019.
- [7] Martha Betaubun, "Pelatihan Pemanfaatan Limbah Sekam Padi pada Siswa SMA Eunterpreneurship Chevalier Anasai Merauke," *Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*, vol. 2, no. 2, pp. 255-264, 2022.

- [8] Cheria Ayuni Putri, T. L., "Karakteristik Cencaluk Udang Rebon (*Acetes erythraeus*) Selama Proses Fermentasi," vol. 4, no. 1, pp. 50-62, 2022.
- [9] Holinesti, W. S., "Analisis Kualitas Sala Udang Rebon," *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, vol. 21, no. 1, 2020.
- [10] Kakak, S., *Heat Exchangers: Selection, Rating, and Thermal Design*, 2nd ed. New York: CRC Press, 2022.
- [11] Holman, J. J., *Perpindahan Kalor*. Jakarta: Erlangga, 1986.
- [12] Baliska, D. Z., "Metode CFD Untuk Pengolahan Data Pengukuran Temperatur Dan Analisis Distribusi Temperatur Ruang KRDE," *Jurnal Energi dan Teknologi Manufaktur*, vol. 6, no. 1, pp. 37 – 44, 2023.