

OPTIMASI DESAIN ALAT PENUKAR KALOR PANAS UDARA UNTUK PENGERING IKAN DENGAN MEMANFAATKAN GAS BUANG MOTOR DIESEL

Iman Dirja
Universitas Singaperbangsa Karawang
Jalan HS.Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Puseurjaya, Telukjambe Timur,
Kabupaten Karawang

ABSTRAK

Dari waktu ke waktu perkembangan alat penukar kalor selalu mengalami kemajuan yang mana menyesuaikan perkembangan jaman dan kebutuhan. Pemanfaatan gas buang dari hasil pembakaran dapat mengurangi emisi yang bisa mempengaruhi lingkungan sekitar karena karena unsur-unsur zat yang terkandung pada gas buang mengandung unsur yang bisa merusak lingkungan.

Potensi energi yang terbuang dari motor diesel masih dapat dimanfaatkan untuk sebagai proses pengeringan ikan, sehingga dapat meningkatkan efektifitas dan produktifitas dari hasil ikan yang akan dikeringkan. Analisa perancangan alat penukar panas dengan pemanfaatan gas buang motor diesel untuk alat pengering ikan. Adapun panas yang terdapat pada Gas Buang Motor Diesel sebesar $250^{\circ}\text{C} - 300^{\circ}\text{C}$.

Dimana gas buang yang berasal dari motor diesel tersebut dialirkan ke alat penukar kalor sehingga panas yang dikeluarkan menuju alat pengering mempunyai temperatur 50°C dan kapasitas dari alat pengering sebesar $100\text{kg}/9$ jam dan $Q = 10\text{kW} - 20\text{kW}$, sedangkan laju aliran massanya $0,686$ kg/s dengan perancangan alat penukar kalor tipe cangkang dan pipa dimana aliran panas gas buang motor diesel melalui pipa, dan udara melalui shell.

Kata kunci : gas buang, laju aliran massa, cangkang dan pipa

ABSTRACT

From time to time the development of a heat exchanger which is always progress to adjust the changing times and needs. Utilization of exhaust gases from the combustion can reduce emissions that could affect the environment because as the elements of substances contained in exhaust gases contain elements that could damage the environment.

Potential wasted energy from the diesel engine can still be used as the process of drying fish, thus increasing the effectiveness and productivity of fish products to be dried. Analysis of heat exchanger design with utilization of diesel engine exhaust for fish drier. The heat contained in Diesel Exhaust at $250^{\circ}\text{C} - 300^{\circ}\text{C}$.

Where exhaust gases from diesel engines are supplied to a heat exchanger so that heat is released to the dryers have temperature of 50°C and dryers capacity of $100\text{ kg}/9\text{ h}$ and $Q=10\text{ kW}-20\text{ kW}$, while its mass flow rate 0.686 kg/s with design of heat exchanger shell and tube type where the heat flow through a diesel engine exhaust pipes, and air through the - shell.

Keywords: fluegas, mass flow rate, shell and tube

I. PENDAHULUAN

Dari waktu ke waktu perkembangan alat penukar kalor selalu mengalami kemajuan yang mana menyesuaikan perkembangan jaman dan kebutuhan. Pemanfaatan gas buang dari hasil pembakaran dapat mengurangi emisi yang bisa mempengaruhi lingkungan sekitar karena karena unsur-unsur zat yang

terkandung pada gas buang mengandung unsur yang bisa merusak lingkungan.

Potensi energi yang terbuang dari motor diesel yang dapat dimanfaatkan untuk proses pengeringan sehingga dapat meningkatkan efektifitas dan produktifitas dari hasil ikan yang dikeringkan. Adapun panas yang dihasilkan dari Gas Buang Mesin Diesel sebesar $200^{\circ}\text{C} - 300^{\circ}\text{C}$.

Dimana gas buang yang berasal dari motor diesel tersebut dialirkan ke alat penukar kalor sehingga panas yang dikeluarkan menuju ke alat pengering

mempunyai temperatur sebesar 50°C dan kapasitas dari alat pengering sebesar 100 Kg/9 jam dan $Q = 10$ kW dan temperatur sebesar 50°C, sehingga dilakukan perancangan alat penukar kalor yang dibutuhkan untuk mengalirkan panas yang sudah diturunkan temperaturnya.

Alat penukar kalor pada proses ini digunakan untuk menurunkan temperatur dan tekanan dari gas buang ke alat pengering. Maka terlebih dahulu peneliti mempunyai tujuan untuk menentukan dimensi utama alat penukar kalor yang optimum ketika panas gas buang yang dialirkan kepada alat pengering, dapat optimum. Ada beberapa faktor yang dapat diperhitungkan untuk menentukan kondisi optimum alat penukar kalor ke alat pengering yaitu :

- a. Fluida panas dari silincer (T_{ho})
- b. Panas pengeringan total dari gas buang yang berasal dari silincer menuju ruang pengering.
- c. Laju aliran udara yang dikondisikan untuk memperoleh kondisi optimum dari alat pengering tersebut.

Dalam hal ini akan dipelajari seberapa besar pengaruh faktor-faktor tersebut terhadap dimensi alat pengering ikan.

- Parameter Penelitian :
 - Panas gas buang = 250°C - 300°C
 - Laju aliran massa gas buang = 0,686 kg/s
 - Laju aliran massa udara yang dibutuhkan = 0,515 kg/s
 - Temperatur keluar yang dibutuhkan = 50°C
 - Temperatur masuk = 32°C
- Variabel bebas :
 - Laju aliran udara (m/s)
 - Efektivitas alat penukar kalor (%)

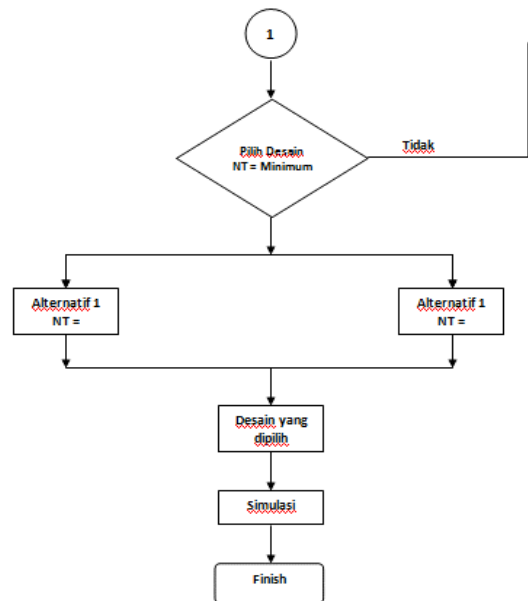
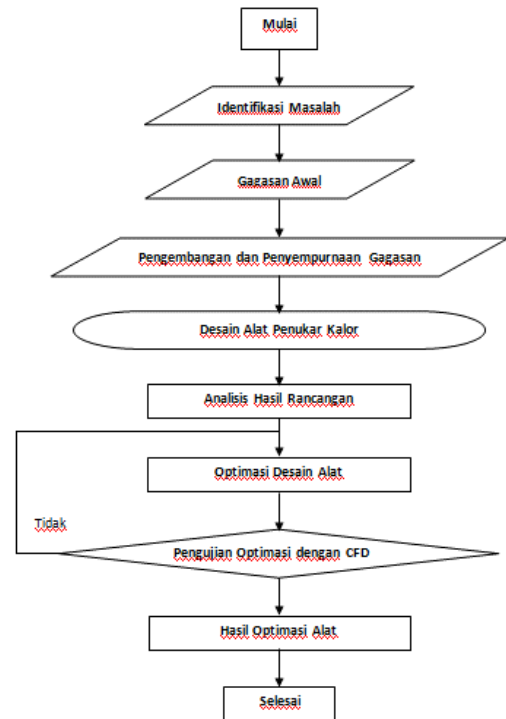
Batasan dan Ruang lingkup Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan variabel-variabel bebas diatas dan pembahasan fokus pada analisis perpindahan panas (*heat transfer*) dan aliran fluida dari energi gas buang ke alat penukar kalor. Dengan memperhatikan parameter dari dimensi utama alat penukar

kalor yaitu luas penampang frontal (A), panjang pipa (L), diameter luar pipa (d_o) dan jumlah pipa (N).

II. METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian



Gambar 1 Flowchart alur penelitian

Optimasi Desain Alat Penukar Kalor

Setelah dilakukan analisis besarnya nilai efektivitas termal (ϵ) dan besarnya nilai

koefisien global perpindahan panas di dalam alat penukar kalor, U. kemudian dilakukan optimasi terhadap alat penukarkalor sehingga diperoleh desain alat penukar kalor yang optimal.

Variable-variabel :

- a. Diameter tube
- b. Panjang pipa
- c. Jumlah pipa
- d. Luas penampang

Rangkaian Kegiatan Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada dasar perhitungan Optimasi Design alat penukar kalor yang dibutuhkan untuk pengering ikan dengan pemanfaatan gas buang mesin diesel.

Aktivitas penelitian dimulai dengan mencatat spesifikasi yang dibutuhkan dari alat pengering ikan dan spesifikasi dari mesin diesel.

Teknik Pengumpulan Data

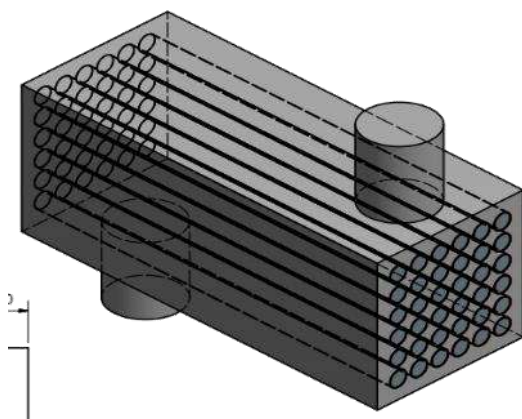
Pengumpulan data dilakukan dengan mengukur parameter-parameter yang ada pada Gas Buang :

- Mengukur temperatur gas buang pada silencer mesin diesel.
- Mengukur tekanan gas buang yang keluar dari silencer.

Teknik Pengolahan Data

Data yang diperoleh secara kuantitatif diolah dengan menggunakan persamaan-persamaan berdasarkan pustaka yang digunakan. Selanjutnya dilakukan perancangan dan optimasi design alat penukar kalor.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Design alat penukar kalor

Sedangkan sifat-sifat udara dan gas buang yang dievaluasi pada temperatur rata-ratanya adalah sebagai berikut :

Udara :		Gas Buang :	
Cp_{ud} = 1009	J/Kg.k	Cp_{gb} = 1034	J/Kg.k
ρ_{ud} = 1,1267	Kg/m ³	ρ_{gb} = 0,6745	Kg/m ³
Kf_{ud} = 0,0271	w/m.k	Kf_{gb} = 0,0421	w/m.k
μ_{ud} = $1,91 \times 10^{-5}$	Kg/m.s	μ_{gb} = $2,78 \times 10^{-5}$	Kg/m.s
Pr_{ud} = 0,711		Pr_{gb} = 0,68	

Tabel 4.1. jenis perancangan staggered

Perhitungan NO	Ukuran Tube inch	Jarak Antar Tube (X_t) Meter	Lay Out staggered
1	1 inc	1,25 x Do	stagered
2	1 inc	1,5 x Do	stagered
3	1 inc	1,75 x Do	stagered
4	1 inc	2 x Do	stagered
5	1,5 inc	1,25 x Do	stagered
6	1,5 inc	1,5 x Do	stagered
7	1,5 inc	1,75 x Do	stagered
8	1,5 inc	2 x Do	stagered
9	2 inc	1,25 x Do	stagered
10	2 inc	1,5 x Do	stagered
11	2 inc	1,75 x Do	stagered
12	2 inc	2 x Do	stagered
13	2,5 inc	1,25 x Do	stagered
14	2,5 inc	1,5 x Do	stagered
15	2,5 inc	1,75 x Do	stagered
16	2,5 inc	2 x Do	stagered

Tabel 4.2. jenis perancangan Inline

Perhitungan NO	Ukuran Tube inch	Jarak Antar Tube (X_t) Meter	Lay Out staggered
17	1 inc	1,25 x Do	Inline
18	1 inc	1,5 x Do	Inline
19	1 inc	1,75 x Do	Inline
20	1 inc	2 x Do	Inline
21	1,5 inc	1,25 x Do	Inline
22	1,5 inc	1,5 x Do	Inline
23	1,5 inc	1,75 x Do	Inline
24	1,5 inc	2 x Do	Inline
25	2 inc	1,25 x Do	Inline
26	2 inc	1,5 x Do	Inline
27	2 inc	1,75 x Do	Inline
28	2 inc	2 x Do	Inline
29	2,5 inc	1,25 x Do	Inline
30	2,5 inc	1,5 x Do	Inline
31	2,5 inc	1,75 x Do	Inline
32	2,5 inc	2 x Do	Inline

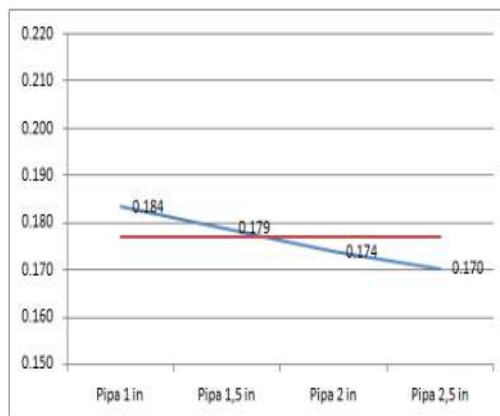
Tabel 4.3. ilustrasi perancangan **stagered**

Perhitungan NO	Ukuran Tube inch	Jarak Antar Tube (X_t) Meter	Lay Out stagered
1	1 inc	1,25 x Do	stagered

Tabel 4.4. ilustrasi jenis perancangan **stagered dan in-line**

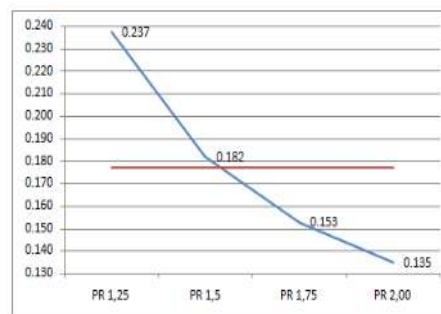
Perhitungan NO	Ukuran Tube inch	Jarak Antar Tube (X_t) Meter	Lay Out Inline stagered	Q kW	Efektifitas η
1	1 inc	1,25 x Do	stagered	34,1192	0,245
2	1 inc	1,5 x Do	stagered	26,0379	0,187
3	1 inc	1,75 x Do	stagered	21,8488	0,157
4	1 inc	2 x Do	stagered	19,1596	0,138
5	1,5 inc	1,25 x Do	stagered	33,0646	0,237
6	1,5 inc	1,5 x Do	stagered	25,4192	0,183
7	1,5 inc	1,75 x Do	stagered	21,4115	0,154
8	1,5 inc	2 x Do	stagered	18,8224	0,135
9	2 inc	1,25 x Do	stagered	31,911	0,229
10	2 inc	1,5 x Do	stagered	24,732	0,178
11	2 inc	1,75 x Do	stagered	20,922	0,150
12	2 inc	2 x Do	stagered	18,443	0,132
13	2,5 inc	1,25 x Do	stagered	30,881	0,222
14	2,5 inc	1,5 x Do	stagered	24,109	0,173
15	2,5 inc	1,75 x Do	stagered	20,474	0,147
16	2,5 inc	2 x Do	stagered	18,094	0,130
17	1 inc	1,25 x Do	Inline	35,3307	0,254
18	1 inc	1,5 x Do	Inline	26,5705	0,191
19	1 inc	1,75 x Do	Inline	22,0695	0,158
20	1 inc	2 x Do	Inline	19,2023	0,138
21	1,5 inc	1,25 x Do	Inline	34,1993	0,246
22	1,5 inc	1,5 x Do	Inline	25,9254	0,186
23	1,5 inc	1,75 x Do	Inline	21,6226	0,155
24	1,5 inc	2 x Do	Inline	18,8631	0,135
25	2 inc	1,25 x Do	Inline	32,9462	0,237
26	2 inc	1,5 x Do	Inline	25,1989	0,181
27	2 inc	1,75 x Do	Inline	21,1149	0,152
28	2 inc	2 x Do	Inline	18,4755	0,133
29	2,5 inc	1,25 x Do	Inline	31,8257	0,229
30	2,5 inc	1,5 x Do	Inline	24,5381	0,176
31	2,5 inc	1,75 x Do	Inline	20,6489	0,148

Hasil perhitungan rancangan alat pemanas udara dengan menerapkan beberapa ukuran pipa yang berbeda-beda diberikan pada gambar di bawah ini.



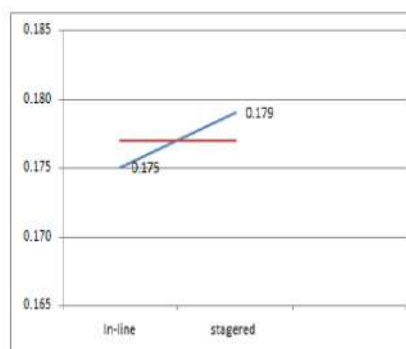
Gambar 4.3 Pengaruh rata-rata ukuran pipa 1 in, 1,5 in, 2 in, dan 2,5 in terhadap kemampuan termal atau efektifitas alat pemanas udara

Pengaruh rata-rata faktor jarak antar tube yang berbeda-beda terhadap hasil perhitungan perancangan alat pemanas udara diberikan pada gambar dibawah ini.



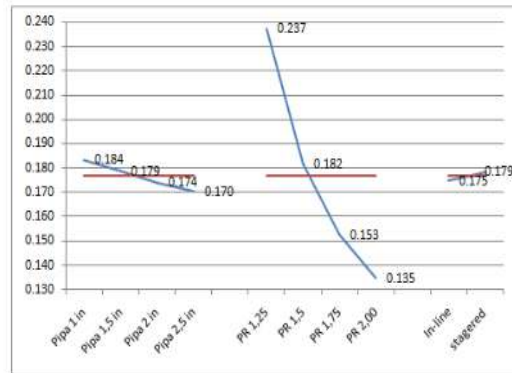
Gambar 4.4 Pengaruh rata-rata jarak antar pipa terhadap rancangan alat pemanas udara

Dalam perhitungan perancangan disini telah juga dicoba dipelajari pengaruh 2 buah bentuk susunan pipa yang berbeda, yaitu susunan tube in-line dan stagered terhadap rancangan alat pemanas udara.



Gambar 4.5 Pengaruh bentuk susunan pipa terhadap rancangan alat pemanas udara

Dari Hasil analisis pengaruh ke tiga faktor yang telah dibahas di atas selanjutnya dapat diidentifikasi kombinasi dari ke tiga faktor yang memberikan hasil rancangan (efektifitas perpindahan panas yang dirancang) yang terbaik.



Gambar 4.6 Rancangan alat pemanas udara yang optimal

IV. KESIMPULAN

1. Perhitungan perancangan sebuah alat pemanas udara pipa tanpa sirip, dengan memanfaatkan energi panas gas buang motor Diesel, telah dilakukan. Setelah dilakukan perhitungan iterasi beberapa kali dengan batasan termal yang telah ditetapkan maka diperoleh hasil perancangan alat pemanas udara dengan susunan pipa 6 baris, dimana masing-masing baris terdiri dari 6 buah pipa juga.
2. Analisis hasil studi pengaruh secara bersamaan faktor-faktor ukuran pipa, jarak antar pipa dan bentuk susunan pipa terhadap kemampuan termal alat pemanas, dalam hal ini efektivitas perpindahan panasnya, memperlihatkan bahwa faktor jarak antar tube memberikan pengaruh yang terbesar jika dibandingkan dengan faktor ukuran tube dan bentuk susunan tube.
3. Jarak antar tube atau pitch ratio 1,25 memberikan pengaruh rata-rata efektivitas perpindahan panas yang terbaik, yaitu sebesar 0,237 bagi alat pemanas yang dirancang.
4. Faktor ukuran pipa 1 in memberikan pengaruh yang terbaik dibandingkan dengan ukuran pipa yang lain. dalam hal ini efektivitas perpindahan panas yang dihasilkan adalah 0,184
5. Faktor bentuk susunan pipa in-line dan staggered tidak memberikan pengaruh yang terlalu besar terhadap efektivitas perpindahan panas. Kedua faktor tersebut

memberikan pengaruh yang relatif sama besar.

DAFTAR PUSTAKA

1. Auliya Burhanuddin, 1993, *Karakteristik kolektor surya plat datar dengan variasi jarak penutup dan sudut kemiringan kolektor*, UNS
2. Arismunandar, W., 1995, *Teknologi Rekayasa Surya*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta
3. Bizzy, Irwin, Edi Saputra, 2000, *Pengeringan produk ubi kayu dengan alat penukar kalor bersirip*. Jurnal Teknik Mesin, inderalaya. FTUnsri
4. Departemen Teknik Kimia ITB. *Panduan pelaksanaan laboratorium modul 2.02 Pengeringan*, <http://www.che.itb.ac.id>
5. Djojodihardjo, H., 1985, *Dasar-dasar Termodinamika Teknik*, PT Gramedia, Jakarta
6. Frank P. Incropera and David P. De Witt, 1996, *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*, 4th Edition, John Wiley & Sons
7. Holman, J.P (1986), *Heat Transfer*, McGraw-Hill Inc.
8. Ismail, Thamrin. 2010. *Rancang Bangun Alat Pengering Ubi Kayu Tipe Rak Dengan Memanfaatkan Energi Surya*, Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-9, Palembang
9. Kristanto, P., dan Laeyadi, J., 2000, *Kolektor Surya Prismatik*, Jurnal Teknik Mesin Vol. 2 No.1 : 22-28
10. M.Syahri, 2011, *Rancang Bangun Sistem Desalinasi Energi Surya Menggunakan Absorber Bentuk Separo Elip Melintang*, Prosiding Seminar Teknik Kimia Keuangan, Yogyakarta
11. Rahardjo, I., I. Fitriana (2002), *Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Indonesia*, Seminar Strategi Penyediaan Listrik Nasional Dalam Rangka Mengantisipasi Pemanfaatan PLTU Batu Bara Skala Kecil, PLN, dan Energi Terbarukan.

12. Stoecker, W.F., J.W. Jones (1982), *Refrigeration and Air Conditioning*, McGraw-Hill Inc.
13. Wulandani, D., dan Nelwan, L.O., 2009, *Rancang Bangun Kolektor Surya Tipe Plat Datar dan Konsentrator Surya untuk Penghasil Panas Pada Pengering Produk-Produk Pertanian*, Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian IPB, Bogor