

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas hasil pengujian serta pembahasan pada *heat exchanger*, Pengujian *heat exchanger* ini nantinya terdiri dari beberapa tahap pengujian, Dimana waktu pengujian dimulai dari pukul 20.02 sampai dengan pukul 20.32 sore. Dari hasil pengujian yang diperoleh kemudian dilakukan pembahasan mengenai kinerja alat yang dibuat.

Spesifikasi Heat Exchanger

Tabel 4. 1 Spesifikasi Heat Exchanger

Perhitungan	Shell	Tube
Fluida	Air Dingin	Air Panas
T.In	26,5	40
T.Out	33,75	31,75
Beda Suhu	-6,5	8,25
Diameter	6mm	6mm
Panjang	60cm	240cm
Jumlah	2	6
Intel Pipe	0.23622 inch	6mm
Outlet Pipe	0.23622 inch	6mm
Laju Aliran	33,3m/s	33,3m/s

1.26 Hasil Penelitian

Tabel 4. 2 Hasil Pengambilan data heat Exchanger

Waktu/2 Menit (s')	T1 Aliran Fluida Panas (°C)	T2 Aliran Fluida Dingin (°C)	t1 Aliran Fluida dingin (Galon)(°C)	t2 Aliran Fluida Panas (Galon)(°C)	$\Delta LMTD$
2	26,5	40	33	31,75	14,18721
4	27,75	41,75	32,5	31,75	14,35288
6	26,25	39,5	26,5	32,25	10,95027
8	27	39,75	25,25	32	10,16795
10	26,25	40,75	33,5	31,5	15,57591
12	27,25	41	33,75	32	14,69286
14	26,25	37	27	32,5	8,270699
16	25,5	41,25	25,25	32	13,26975
18	27	42,25	34,75	32,75	16,30349
20	27,5	40,75	34	33,25	13,67163
22	26,75	42	26	32,75	12,76856
24	27,75	41	35	32,75	14,62236
26	32,75	43	35	33,75	10,89098
28	30,5	37,5	26,75	34,25	3,72265
30	29,5	40	25,75	33,5	7,511148

Dari Tabel 4.2 Menyatakan bahwa pengambilan data Real berada di tempat LAB Universitas Muhammadiyah Surabaya , Dengan Perancangan alat yang dibuat selama 6 Bulan . Data ini diambil

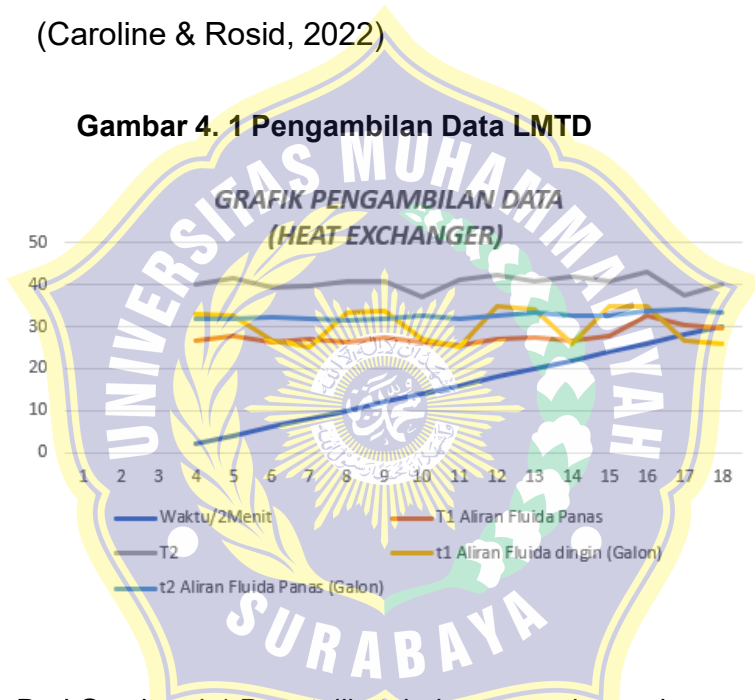
dalam kurun waktu per 2 menit selama 30 menit dan hasilnya seperti table 4.2 dengan rumus :

$$= (T2 - T1) - (t1 - t2) / \ln \frac{(T2 - T1)}{(t2 - t1)}$$

$$\Delta LMTD = \ln \frac{\Delta T1 - \Delta T2}{\left(\frac{\Delta T1}{\Delta T2}\right)}$$

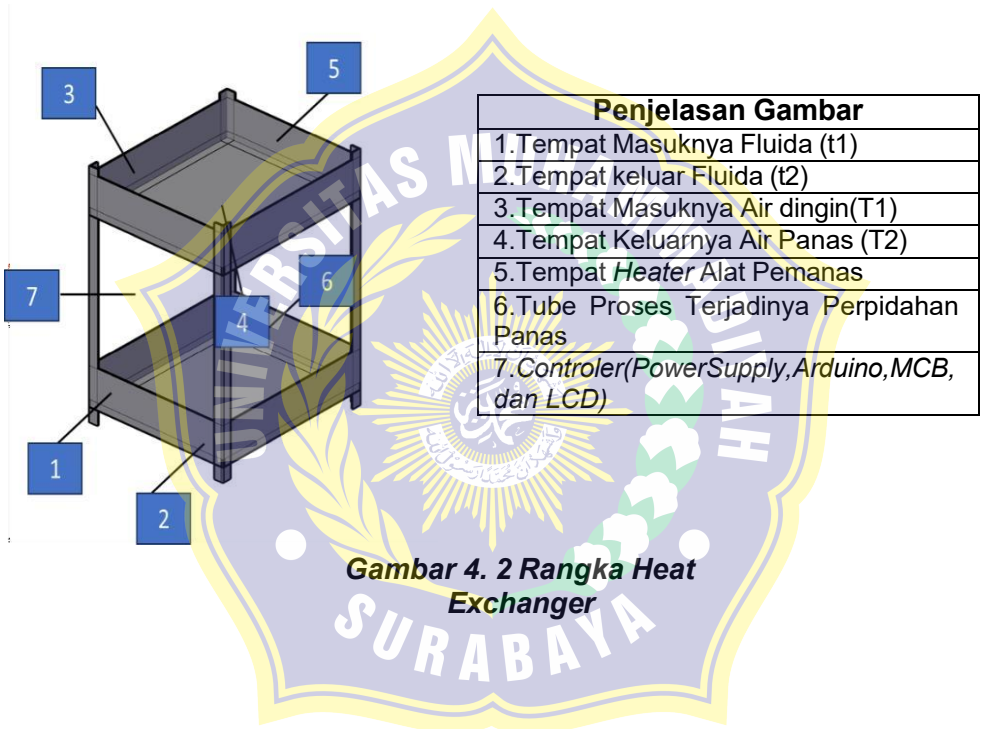
(Caroline & Rosid, 2022)

Gambar 4. 1 Pengambilan Data LMTD



Dari Gambar 4.1 Dapat diketahui mengenai percobaan *Aliran Fluida Panas dan Aliran Fluida Dingin* yang dilakukan adalah memonitoring suhu keluaran *heat exchanger* dan monitoring dilakukan selama 30 menit dimulai dari ,Menit ke 2 sampai dengan menit ke 30. Data ini diambil per 2 menit dan Hasil dari percobaan ini dapat dilihat pada tabel 4.1

1.27 Desain Alat Penukar Panas





Gambar 4. 3 Heat Exchanger secara keseluruhan

Dari gambar 4.2 dapat diketahui gambar 2 dimensi dari heat exchanger yang dibuat sedangkan gambar 4.2 adalah bentuk perangkat keras dari heat exchanger yang dibuat. Dari perangkat keras heat exchanger tersebut nantinya akan diuji apakah sesuai dengan perhitungan atau tidak. Berikut ini adalah spesifikasi dari heat exchanger yang telah dibuat.

1.28 Nilai Koefisien Panas Universal (U)

Nilai U dihitung menggunakan persamaan dasar:

$$U = \frac{Q}{A \cdot \Delta T_m}$$

Laju perpindahan panas Q dapat dihitung dari data aliran fluida panas atau dingin. Dalam kasus ini, kita menggunakan data fluida panas:

$$Q = mh \cdot cp \cdot (Th, in - Th, out)$$

Dimana :

$mh =$ Laju aliran massa fluida panas $33m/s$

$cp =$ Kapasitas panas fluda $33m/s$

$Th, in =$ Suhu masuk fluida panas $-6,5^{\circ}C$

$Th, out =$ Suhu keluar fluida panas $8,25^{\circ}C$

$$Q = 33 \cdot 33 \cdot (-6,5 - 8,25) = 33 \cdot 33 \cdot (-14,75) \\ = 16065.75kW$$

Luas permukaan perpindahan panas Adapat dihitung berdasarkan desain alat. Misalkan luas permukaan A adalah $2 m^2$. Maka:

$$U = \frac{Q}{\Delta \cdot Tm} = \frac{16,06}{2 \cdot (-14,75)} = \frac{16,06 \times 1000}{-29,5} \\ = \frac{16,06 \times 1000}{-29,5} \\ = -544.407W/m^2.K$$

(Dhanraj Baid Jain college et al., 2019)

Tabel 4. 3 Pengambilan Data LMTD

Waktu/ 2Menit (s')	T1 Aliran Fluida Panas (°C)	T2 Aliran Fluida Dingin(°C)	t1 Aliran Fluida dingin (Galon)(°C)	Aliran Fluida Panas (Galon)(°C)	$\Delta LMTD$
2	26,5	40	31,75	31,75	14,18721
4	27,75	41,75	31,75	31,75	14,35288
6	26,25	39,5	32,25	32,25	10,95027
8	27	39,75	32	32	10,16795
10	26,25	40,75	31,5	31,5	15,57591
12	27,25	41	32	32	14,69286
14	26,25	37	32,5	32,5	8,270699
16	25,5	41,25	32	32	13,26975
18	27	42,25	32,75	32,75	16,30349
20	27,5	40,75	33,25	33,25	13,67163
22	26,75	42	32,75	32,75	12,76856
24	27,75	41	32,75	32,75	14,62236
26	32,75	43	33,75	33,75	10,89098
28	30,5	37,5	34,25	34,25	3,72265

30	29,5	40	25,75	33,5	7,511148
----	------	----	-------	------	----------

hasil dari perhitungan rumus yaitu

$$\begin{aligned} \text{LMTD} &= \ln \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)} \\ &= (T_2 - T_1) - (t_1 - t_2) / \ln \frac{(T_2 - T_1)}{(t_2 - t_1)} \end{aligned}$$

Dengan demikian :

$$\Delta T_1 = T_{h,in} - T_{c,out}$$

$$\Delta T_2 = T_{h,out} - T_{c,in}$$

Dari data yang diperoleh :

$$\Delta T_1 = 26,40^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C} = -6,5^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_2 = 33,75^\circ\text{C} - 31,75^\circ\text{C} = 8,25^\circ\text{C}$$

$$\text{Maka : } \Delta T = \frac{-6,5 - 8,25}{\ln \left(\frac{-6,5}{8,25}\right)} = \frac{-14,75}{-0,238} = 61,951$$

1.29 Pengujian Buka Valve Laju Aliran Panas
Tabel 4. 4 Pengujian Buka Valve Laju Aliran Panas

Waktu/Menit	T2	t2	Selisih Panas
2	40	31.75	8.25
4	41.75	31,75	10
6	39.5	32.25	7.25
8	39.75	32	7.75
10	40.75	32.5	8.25
12	41	32	9
14	37	32.5	4.5
16	41.25	32.5	8.75
18	42.25	32	10.25
20	40.75	33.25	7
22	42	32.75	8
24	41	32.75	9.25
26	43	33.75	9.25
28	37.5	34.25	3.25
30	40	33.5	6.5

Operator memantau layar kontrol yang menampilkan aliran fluida panas dan perubahan suhu secara real-time. Ketika aliran stabil, suhu fluida dingin yang keluar dari heat exchanger mulai naik, menunjukkan bahwa perpindahan panas berlangsung efektif.

1.30 Pengujian Buka-an Valve Terhadap Laju Aliran Dingin

Tabel 4. 5 Buka-an Valve Terhadap Laju Aliran Dingin

Waktu/Menit	T1	t1	Selisih dingin
2	26.5	33	-6.5
4	27.75	32.5	-5.35
6	26.25	26.5	-025
8	27	32	-5
10	26.25	31.5	-5.25
12	27.25	32	-4.75
14	26.25	32.5	-6.25
16	25.5	32	-6.5
18	27	32.75	-6.5
20	27.5	33.75	5.75
22	26.75	32.75	-6
24	27.75	32.75	-5
26	32.75	33.75	-1
28	30.5	34.25	-3.75
30	29.5	33.5	-4

Semakin besar buka-an valve, semakin tinggi laju alir fluida yang melewati valve. Namun, ini juga berarti tekanan fluida akan menurun, yang akan berpengaruh pada enthalpi fluida penggerak.

Analisis simulasi menggunakan *CFDSOF* menunjukkan bahwa perubahan buka-an valve dapat mempengaruhi perbedaan tekanan yang

terjadi pada valve. Misalnya, pada Gate valve, perubahan bukaan valve dari 1/3 menutup hingga 3/4 menutup dapat menyebabkan perbedaan tekanan yang signifikan



1.31 Pengujian Temperature Transmitter

Tabel 4. 6 Pengujian Temperature Transmitter

T max	T Min
-65	8.25
-4.75	10
-0.25	7.75
1.75	7.75
-7.25	9.25
-6.5	9
-0.75	4.5
0.25	9.25
-6.5	7.5
-0.75	9.25
-7.25	8.25
-2.25	9.25
3.75	3.25
3.75	6.5

Setelah sensor menghasilkan sinyal, temperature transmitter menerima sinyal tersebut dan melakukan proses pengolahan. Transmitter ini mengkalibrasi dan mengubah sinyal dari sensor menjadi format yang lebih dapat digunakan, seperti sinyal Thermocouple. Proses ini juga mencakup penguatan sinyal dan pengurangan noise untuk meningkatkan akurasi.

1.32 Pembahasan

Sebagai contoh, mari kita perhatikan suatu heat exchanger pipa ganda yang digunakan untuk menghitung koefisien panas universal dan LMTD. Dalam kasus ini, kita memiliki dua aliran fluida, satu panas dan satu dingin, yang berinteraksi di dalam pipa ganda. Kita dapat menggunakan persamaan-persamaan di atas untuk menghitung koefisien panas universal dan LMTD.

Langkah-langkah Perhitungan

1. Menghitung Koefisien Panas Universal (U)

- Pertama, kita harus mengetahui nilai h_i dan h_o . Kita dapat menggunakan persamaan-persamaan konveksi untuk menghitung nilai ini.
- Kemudian, kita dapat menghitung nilai U menggunakan persamaan di atas.

2. Menghitung Log Mean Temperature Difference (LMTD)

- Kita harus mengetahui nilai ΔT_1 dan ΔT_2 ini dapat diperoleh dari data eksperimen atau simulasi.
- Kemudian, kita dapat menghitung nilai menggunakan persamaan di atas. ΔT_{LM}