

BAB III METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama enam bulan yaitu pada bulan Desember 2019 sampai dengan juni 2020 di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro.

2. Alat Dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian heat exchanger ini adalah sebagai berikut :

a. Alat

Adapun komponen pembantu yang digunakan dalam pembuatan *heat exchanger* adalah sebagai berikut :

1) Gerinda

Digunakan untuk memotong besi rangka dan baffle.



Gambar 15. Gerinda

2) Las listrik

Digunakan untuk menyatukan besi sehingga menjadi rangka *heat exchanger*.



Gambar 16. Las listrik

3) Meteran

Digunakan untuk mengukur panjang, pendeknya komponen-komponen *heat exchanger* yang akan dipotong seperti besi rangka, baffle dan lain sebagainya.

4) Kacamata Las Dan Sarung Tangan

Digunakan untuk safety pada saat proses pengerjaan *heat exchanger*.

5) Bor tangan

Bor tangan digunakan untuk melubangi akrilik dan rangka heat exchanger.

b. Bahan

a. Pipa Tembaga Dengan Diameter 9,5 mm

Pipa tembaga digunakan sebagai tube yang digunakan untuk mengalirnya fluida panas.



Gambar 16. Pipa Tembaga

b. Pipa Pvc Dengan Diameter 110 mm

Pipa pvc digunakan sebagai cover pipa tembaga dan juga baffle, selain digunakan sebagai cover juga digunakan sebagai tempat mengalirnya fluida dingin.

c. Nilon Batangan

Nilon batangan digunakan sebagai baffle ataupun skat-skat pada heat exchanger.



Gambar 17. Nilon Batangan

d. Pipa PVC dengan diameter 1.27 mm

Pipa ini digunakan untuk menyalurkan fluida dari pompa menuju ke *heat exchanger*



Gambar 18. Pipa pvc diameter 1.27 mm

e. Besi persegi panjang

Besi ini digunakan sebagai rangka dan juga dudukan komponen-komponen lainnya.



Gambar 19. Besi persegi panjang

f. Pompa

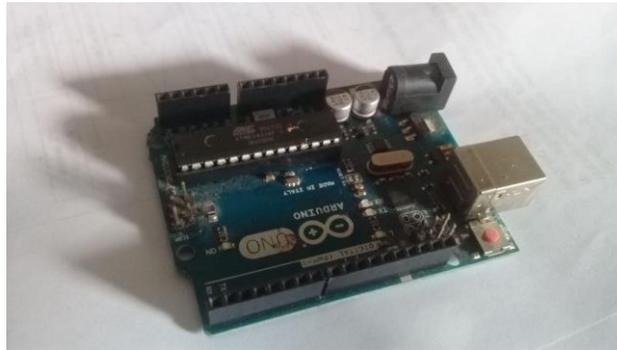
Digunakan untuk mensirkulasikan fluida keseluruhan sistem *heat exchanger*



Gambar 20. Pompa air

g. Arduino

Digunakan sebagai pengatur sensor-sensor pada heat exchanger dimana data yang telah dibaca oleh sensor akan ditampilkan ke lcd



Gambar 21. Arduino

h. Lcd

Digunakan untuk membaca data dari sensor, baik data temperatur maupun *pressure* yang terhubung dengan arduino.



Gambar 22. Lcd

i. Sensor suhu

Digunakan untuk mengetahui suhu masuk dan suhu keluar. sensor ini diletakan pada sisi masuk dan sisi keluar *heat exchanger*



Gambar 23. Sensor suhu

j. Bak penampung

Terdapat dua buah bak penampung yang digunakan untuk menampung fluida yang keluar dan masuk dari *heat exchanger* baik fluida dingin maupun fluida panas.



Gambar 24. Bak penampung

k. Stop keran

Digunakan untuk mengatur jumlah fluida yang masuk pada *heat exchanger* agar laju aliran fluida dapat dikontrol melalui stop keran ini.



Gambar 25. Stop Keran

l. Flow meter

Flow meter digunakan untuk melihat jumlah debit air yang masuk ke *heat exchanger* baik debit fluida dingin maupun debit fluida panas. indikator flow yang tertera pada flow meter yaitu hingga 35 lpm.



Gambar 26. Flow meter

m. Saklar on/of

Saklar on/off digunakan untuk menghidupkan dan mematikan arus listrik pada pompa-pompa dan arduino.



Gambar 27. Saklar on/off

n. Akrilik

Akrilik digunakan sebagai panel indicator, dimana terdapat Lcd, flow meter, stop keran, indikator suhu, termo control dan lainnya.



Gambar 28. Akrilik

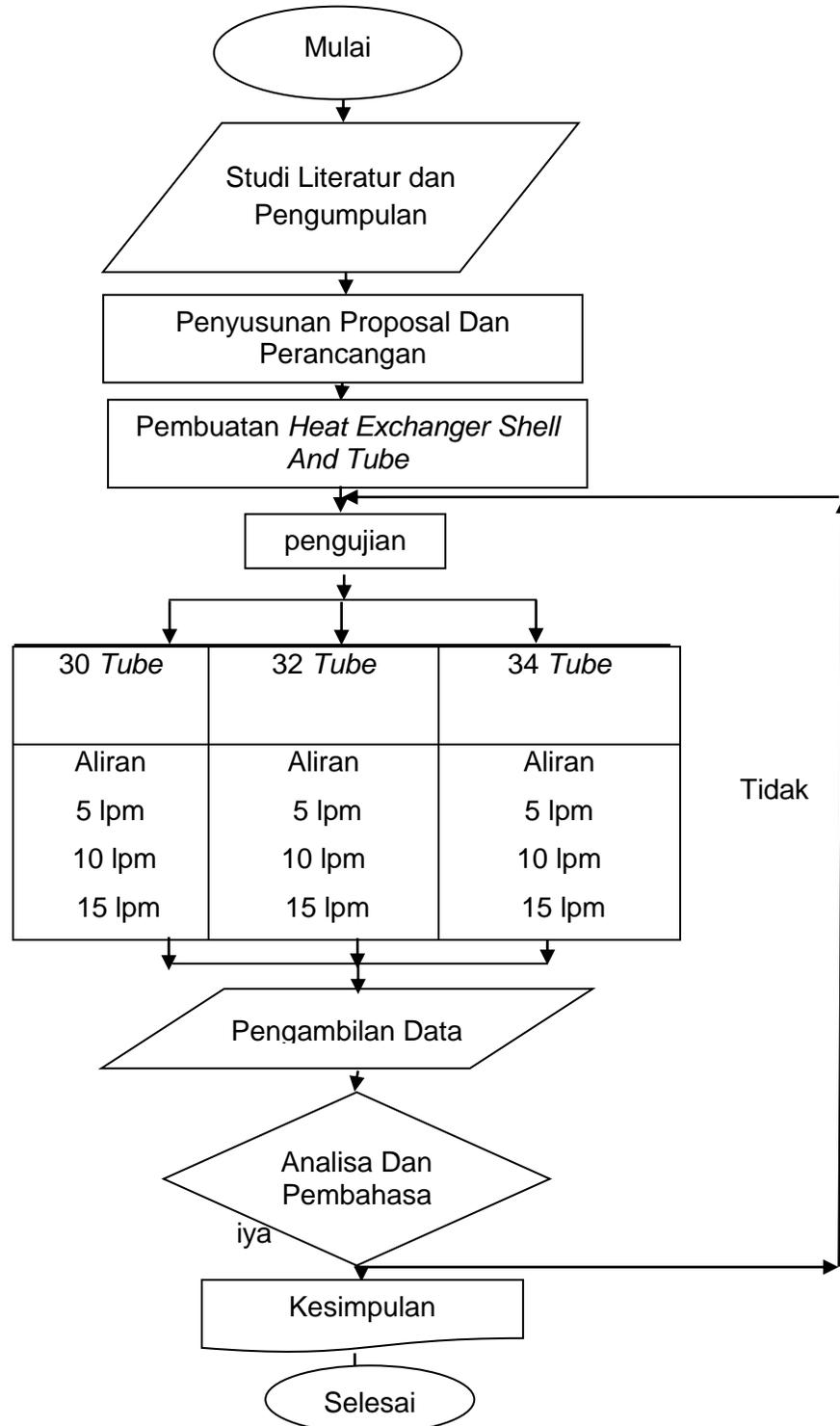
o. Termo kontrol

Termo kontrol digunakan untuk mengontrol suhu panas pada bak penampung yang diberi pemanas agar suhu yang masuk ke heat exchanger sesuai dengan yang diinginkan



Gambar 29. Termo control

B. Tahapan Penelitian



Gambar 30. Diagram Alir

1. Teknik sampling

Adapun variasi yang digunakan pada penelitian *heat exchanger* ini yaitu variasi pada jumlah *tube* yaitu *tube* 30,32,dan 34. Dan debit aliran 5,10,15 L/menit.

2. Tahapan

a. Tahapan prosedur pembuatan *heat exchanger* (skala laboratorium)

- 1) Melakukan tahap perencanaan baik dari segi desain, bahan dan biaya.
- 2) Setelah desain dan bahan sudah ditentukan selanjutnya adalah proses pembuatan rangka *heat exchanger*.
- 3) Setelah rangka sudah jadi selanjutnya adalah memasang komponen-komponen *heat exchanger* seperti pompa, bak penampung air, *shell and tube*, panel indicator dan juga sensor-sensor.
- 4) Setelah komponen-komponen *heat exchanger* terpasang maka siap untuk pengambilan data.

b. Langkah Pengujian

- 1) Menyiapkan alat dan bahan
- 2) Menghidupkan stop kontak pada panel indikator *heat exchanger*
- 3) Menyalakan pemanas
- 4) Memastikan pompa bekerja dengan baik
- 5) Ketika suhu panas sudah mencapai suhu yang diinginkan maka pompa siap di hidupkan.
- 6) Mencatat suhu dan tekanan masuk serta suhu dan tekanan keluar.
- 7) Perhitungan untuk mengetahui koefisien perpindahan panas menyeluruh pada *heat exchanger*

C. Definisi oprasional variabel

1. Spesifikasi Bahan Uji

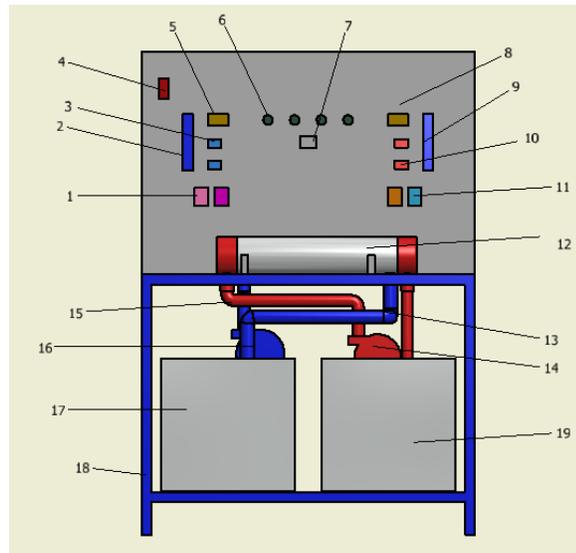
Adapun spesifikasi *shell and tube* yang di buat :

Tabel 1. Spesifikasi *shell and tube*

No	Nama komponen	Dimensi
1	Diameter tube	9,5 mm
2	Diameter shell	110 mm
3	Panjang tube	500 mm
4	Panjang shell	560 mm
5	Suhu fluida panas masuk	60 °C
6	Suhu fluida dingin masuk	30 °C
7	Jumlah tube	30, 32, dan 34
8	Jumlah baffle	10
9	Tipe pitch	Triangular pitch

2. Spesifikasi Heat exchanger

Adapun spesifikasi heat exchanger sebagai berikut :

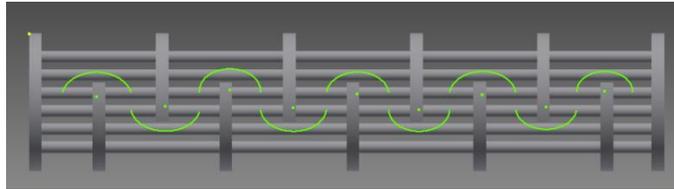


Gambar 31. Spesifikasi Alat

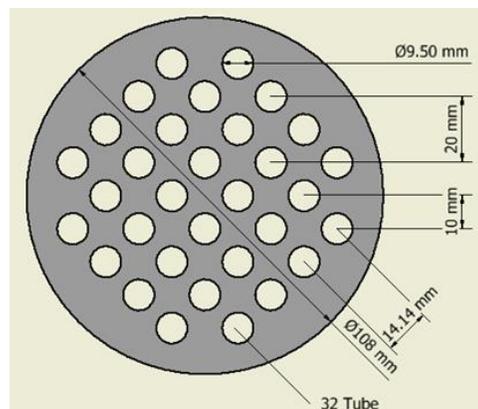
Keterangan :

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1. Saklar pompa air panas | 11. Saklar pompa air dingin |
| 2. Flow meter fluida panas | 12. <i>Shell and tube</i> |
| 3. Sensor suhu fluida panas | 13. Pipa aliran fluida dingin |
| 4. Saklar MCB | 14. Pompa air panas |
| 5. Lcd indikator air panas | 15. Pipa aliran fluida dingin |
| 6. Lampu indikator | 16. Pompa air dingin |
| 7. Termo kontrol | 17. Bak penampung air dingin |
| 8. Lcd indikator air dingin | 18. Rangka |
| 9. Flow meter fluida dingin | 19. Bak penampung air panas |
| 10. Sensor suhu fluida dingin | |

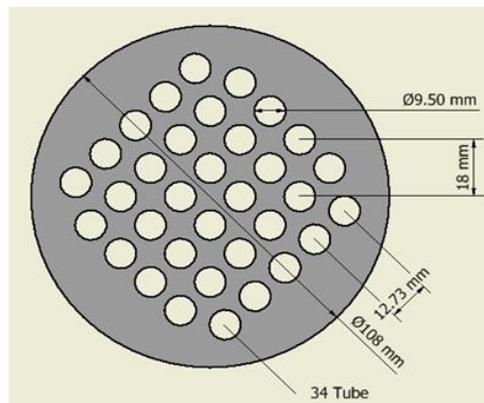
Adapun spesifikasi variasi jumlah tube dapat dilihat pada gambar. 20, 21, dan gambar. 22 dengan satu *shell* dan 10 *baffle*.



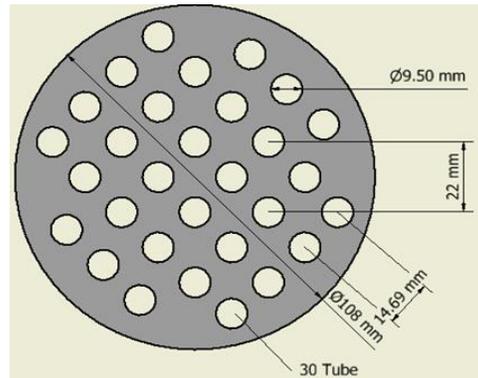
Gambar 32. Susunan baffle



Gambar 33. Baffle Dengan 32 Tube



Gambar 34. Baffle Dengan 34 Tube



Gambar 35. Baffle Dengan 30 Tube

D. Teknik Pengumpulan Data

1. Instrumen Pengambilan Data

Adapun instrumen dalam pengambilan data variasi jumlah tube yaitu dengan 30, 32 dan 34 tube dan variasi laju aliran 5 lpm, 10 lpm, 15 lpm.

Tabel 2. instrumen pengambilan data dengan 30 tube

No	Jumlah tube	m (lpm)	Temperature			
			T _h in °C	T _h out °C	T _c in °C	T _c in °C
1	30	5				
		10				
		15				

Tabel 3. instrumen pengambilan data dengan 32 tube

No	Jumlah tube	m (lpm)	Temperature			
			T _h in °C	T _h out °C	T _c in °C	T _c in °C
1	32	5				
		10				
		15				

Tabel 4. instrumen pengambilan data dengan 34 tube

No	Jumlah tube	m (lpm)	Temperature			
			T _h in °C	T _h out °C	T _c in °C	T _c in °C
1	34	5				
		10				
		15				