

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimental nyata (*true experimental research*). Jenis penelitian ini digunakan untuk menguji pengaruh dari suatu perlakuan atau desain baru terhadap proses. Pengaruh dari beberapa perlakuan atau desain yang berbeda terhadap suatu percobaan akan dibandingkan sehingga diperoleh suatu kejadian yang saling berhubungan.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada 12 Desember 2011 sampai 16 Desember 2011 di Laboratorium Instrumental, Fakultas Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang.

3.3 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas (*independent variable*)

- a. Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan sebelum penelitian. Besar variabel bebas diubah-ubah atau konstan untuk mendapat hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat sehingga tujuan penelitian dapat tercapai. Dalam penelitian ini variabel bebas yang digunakan adalah debit air dingin 3 l/menit, 5 l/menit, 7 l/menit, dan 9 l/menit.
- b. Pemasangan *Heat exchanger* mulai tanpa turbulator hingga penggunaan *turbulator* yang memiliki luas $1/4$, $1/2$ dan $3/4$ lingkaran dari diameter pipa luarnya. Serta pemasangan turbulator dengan variasi susunan.

2. Variabel terkontrol

Variabel ini dijaga konstan dan terkontrol pada saat penelitian dilakukan, tetapi juga mempengaruhi variabel terikat yang terjadi. Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah :

- a. Temperatur air panas masuk pada pipa dalam dari reservoir panas sebesar 60°C , toleransi $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

- b. Temperatur air dingin masuk pada pipa bagian luar dari reservoir dingin 23°C , toleransi $\pm 1^{\circ}\text{C}$.
- c. Debit air panas pada pipa dalam heat exchanger konstan sebesar 60 liter/jam.

3. Variabel terikat (*dependent variable*)

Variabel terikat adalah variabel yang nilainya tergantung pada nilai dari variabel bebasnya. Dengan adanya hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat akan menghasilkan perubahan nilai dari variabel terikat tersebut. Variabel terikat yang diamati dalam penelitian ini adalah:

- a. Laju perpindahan panas, dan
- b. *Pressure drop*.

3.4 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Pipa dalam

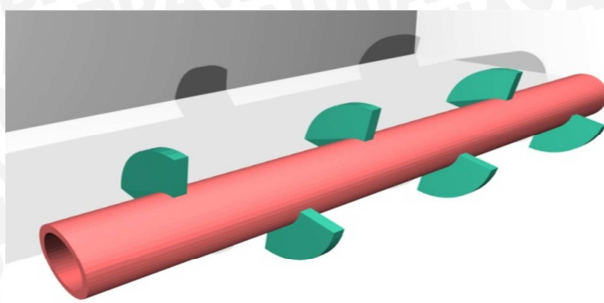
Pipa yang digunakan adalah pipa dari bahan tembaga yang berdiameter luar 16 mm, tebal 0,75 mm dan panjang 1000 mm. Fungsi pipa ini adalah untuk mengalirkan air panas, sehingga dapat terjadi perpindahan kalor dengan air pendingin yang mengalir di permukaan luar pipa dalam.

2. Pipa luar

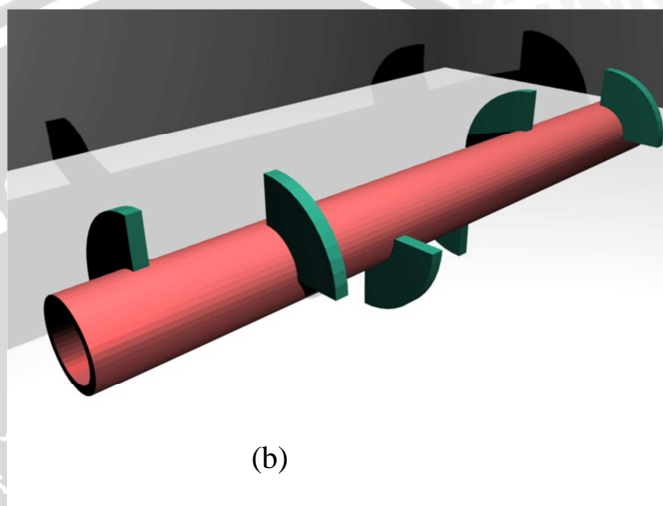
Pipa yang digunakan adalah pipa dari bahan PVC yang berdiameter luar 36 mm, tebal 3 mm dan panjang 960 mm. Fungsi pipa ini adalah untuk mengalirkan air pendingin, sehingga dapat terjadi perpindahan kalor dengan panas yang mengalir pada pipa.

3. *Turbulator*

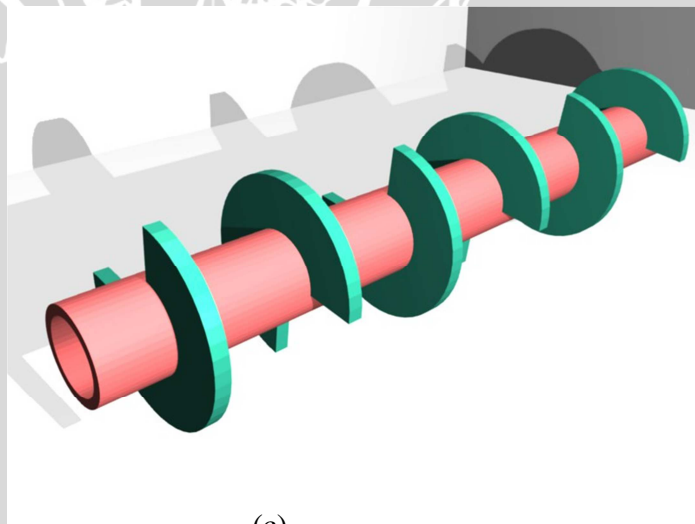
Merupakan plat tipis dari bahan PVC dengan bentuk tertentu yang mempunyai tebal (t) 10mm.



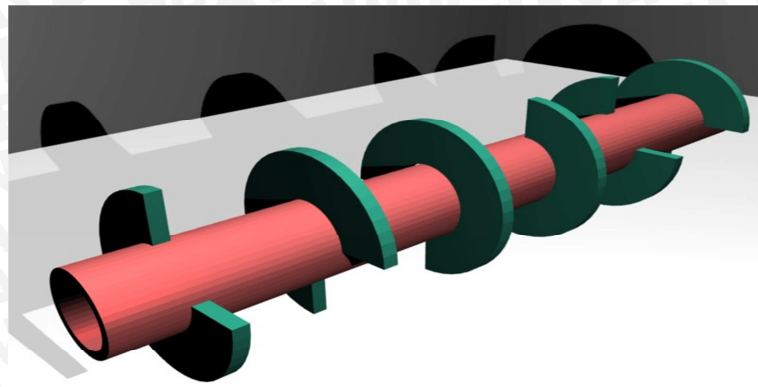
(a)



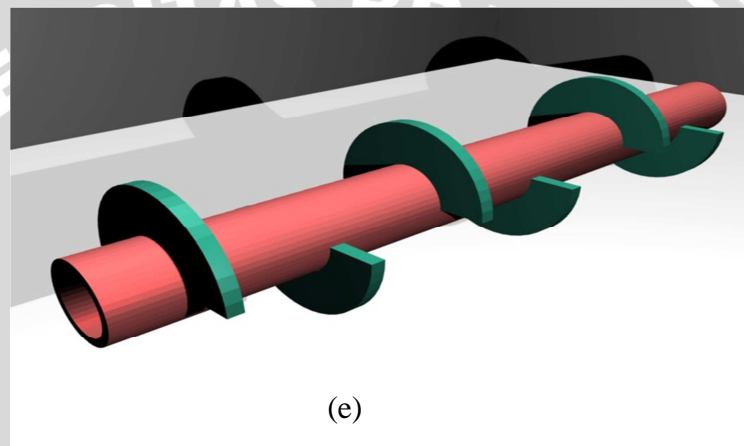
(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 3.1 Bentuk dan susunan turbulator yang akan dipakai pada penelitian. (a) dan (b) untuk turbulator $\frac{1}{4}$ lingkaran ; (c) dan (d) untuk turbulator $\frac{3}{4}$ lingkaran ; dan (e) untuk $\frac{1}{2}$ lingkaran.

4. Sensor dan peralatan pendukung lainnya.

a. *Thermocouple*

Thermocouple yang digunakan adalah tipe K. *Thermocouple* ini digunakan untuk mengukur temperatur air panas, temperatur keluar air panas, temperature masuk air dingin dan, temperature keluar air dingin. Dalam hal ini *thermocouple* yang digunakan untuk mengubah suatu besaran fisis yang berupa suhu menjadi bentuk listrik berupa tegangan.

b. Peralatan pendukung

- Digital Multimeter : Alat ini berfungsi mengubah data analog dari *termocouple* menjadi temperatur dengan tampilan digital.

5. Manometer

Diisi dengan zat cair (air) sebagai fluida pengukurnya. Prinsipnya adalah mengukur beda tekanan air pendingin antara yang masuk dan keluar yang ditunjukkan oleh perbedaan ketinggian permukaan air pada manometer, yang selanjutnya digunakan untuk menentukan *pressure drop* yang terjadi pada aliran air pendingin dipipa luar.

6. Pompa

Pompa yang digunakan dalam penelitian ini ada 2, yaitu pompa untuk air panas dan pompa untuk air dingin. Adapun spesifikasi kedua pompa tersebut adalah sebagai berikut:

- Merk : Vosso
- Model : SN-2500
- Kapasitas : 1200L/H
- Such head : 1.2 meter
- Daya : 220 watt
- Volt/Hz : 220-240/50Hz
- Buatan : cina

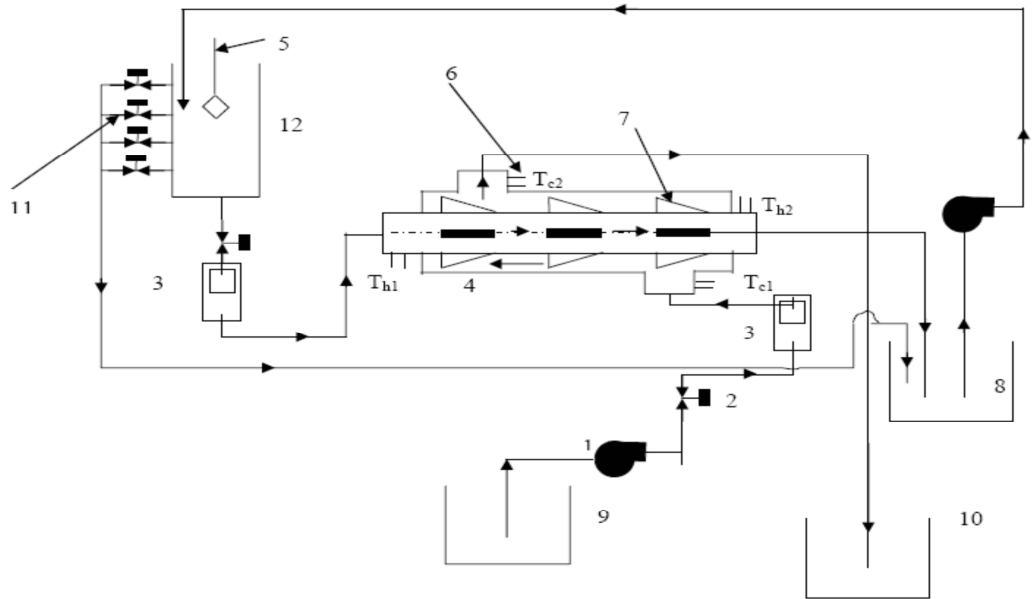
7. Flowmeter

Alat ini berfungsi untuk mengetahui debit aliran air pendingin yang mengalir pada pipa luar. Karena pada pipa bagian luar terdapat *turbulator* yang akan menyebabkan gesekan antara fluida saluran semakin tinggi, maka besar luasan *turbulator* akan menyebabkan tekanan air semakin berkurang. Sehingga dengan penggunaan *flowmeter* akan semakin mudah untuk menjaga debit air selalu konstan pada setiap variasi luasan *turbulator*.

8. Heater

Alat ini digunakan untuk mendapatkan air panas dengan temperature tertentu. *Heater* ini merubah energi listrik menjadi energi panas melalui koil yang selanjutnya digunakan untuk memanaskan air.

3.5 Skema Alat Penelitian



Gambar 3.2 Skema instalasi peralatan penelitian

Keterangan gambar di atas :

- 1) Pompa
- 2) Kran
- 3) Flow meter
- 4) Penukar kalor pipa ganda
- 5) Pemanas
- 6) *Thermocouple*.
- 7) *Turbulator*
- 8) Reservoir panas
- 9) Reservoir dingin
- 10) Lingkungan
- 11) Kran pembuangan
- 12) Reservoir panas

3.6 Prosedur penelitian

Persiapan meliputi :

1. Menyiapkan instalasi penelitian dengan berbagai variasi *turbulator*
2. Memanaskan air menggunakan *heater* sampai dengan temperatur 60°C sebagai persiapan air panas.
3. Pemeriksaan kondisi alat ukur meliputi *manometer* dan sensor beserta alat pendukungnya.

Pelaksanaan percobaan :

1. Memasang semua instalasi penelitian pada alat penukar kalor yang tanpa *turbulator*.
2. Menghidupkan kedua pompa dan mengatur debit air dingin maupun panas sesuai dengan ketentuan.
3. Setelah keadaan mencapai kondisi *steady*, mengambil data temperatur masuk dan temperatur keluar air dingin maupun air panas untuk tiap-tiap variasi debit air dingin.
4. Mengambil data perbedaan ketinggian permukaan air dingin yang mengalir dalam *annulus* berupa beda ketinggian air pada manometer untuk setiap variasi debit air dingin.
5. Mengulangi langkah 1 sampai 4 dengan memasang berbagai variasi *turbulator* yang telah ditentukan pada *annulus*.
6. Data kemudian diolah serta dilakukan analisa mengenai pengaruh variasi luas *turbulator* terhadap laju perpindahan panas dan *pressure drop*.
7. Menarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

3.7 Rancangan Penelitian

3.7.1 Rencana Pengambilan data

Penelitian ini akan mengambil data variabel bebas yaitu temperatur air panas dan temperatur air dingin untuk setiap variabel debit air panas pada tiap-tiap variasi *turbulator*. Bentuk tabel ditunjukkan pada tabel 3.1. Sedangkan data hasil pengujian *counter flow heat exchanger* susunan pipa ganda untuk variasi luas *turbulator* dan debit air dingin 3, 5, 7, dan 9 liter/menit dari *heat exchanger* menggunakan model tabel yang sama seperti tabel 3.1 dibawah ini.

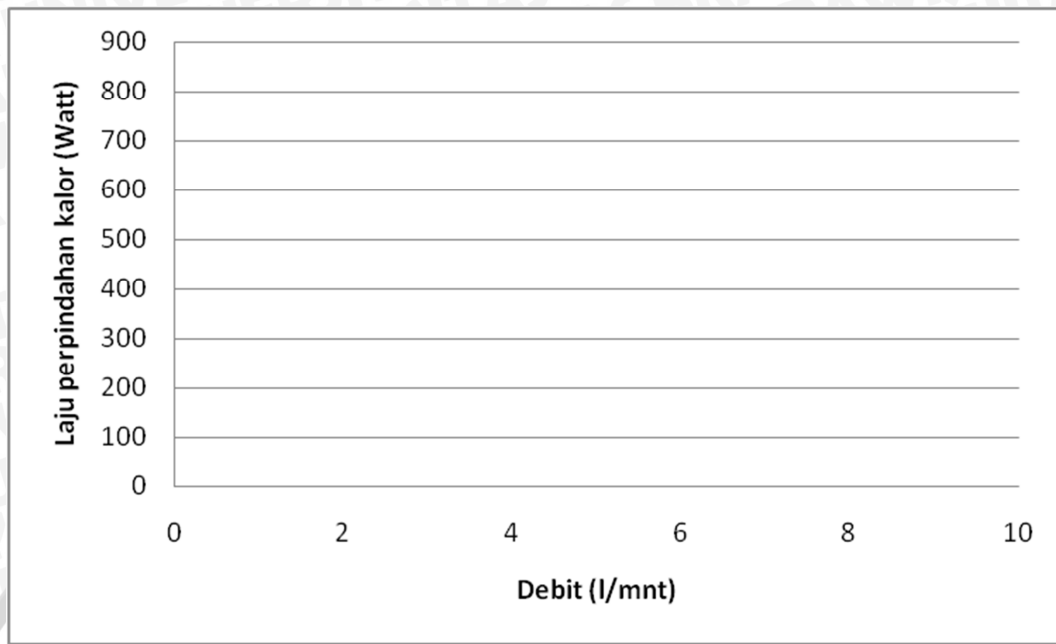
Tabel 3.1 Data pengujian *counter flow heat exchanger* susunan pipa ganda dengan pemasangan *turbulator* yang divariasikan.

No.	Q _h (Liter/jam)	Fluida Panas (°C)			Fluida Dingin (°C)			ΔP mmH ₂ O
		T _{h in}	T _{h out}	ΔT _h	T _{C in}	T _{C out}	ΔT _C	
1	180							
2	300							
3	420							
4	540							
Rata – rata								

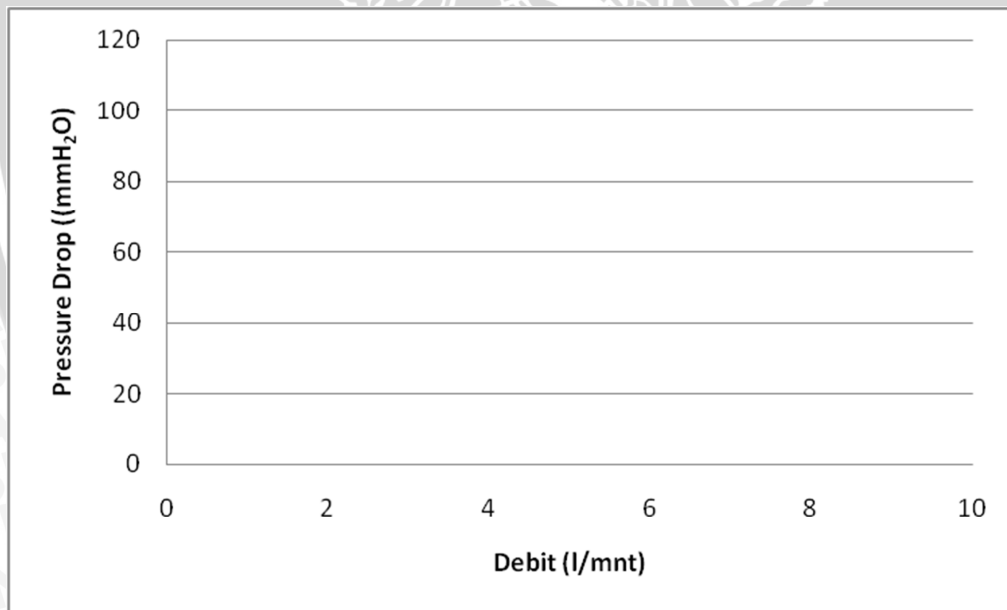
3.7.2 Pembuatan Grafik

Dalam penelitian ini, data akan diolah dan kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik sehingga mempermudah dalam mengamati pengaruh variabel bebas dan variabel terkontrol terhadap variabel terikat. Adapun rencana grafik yang akan dibuat dapat dilihat seperti di bawah ini.



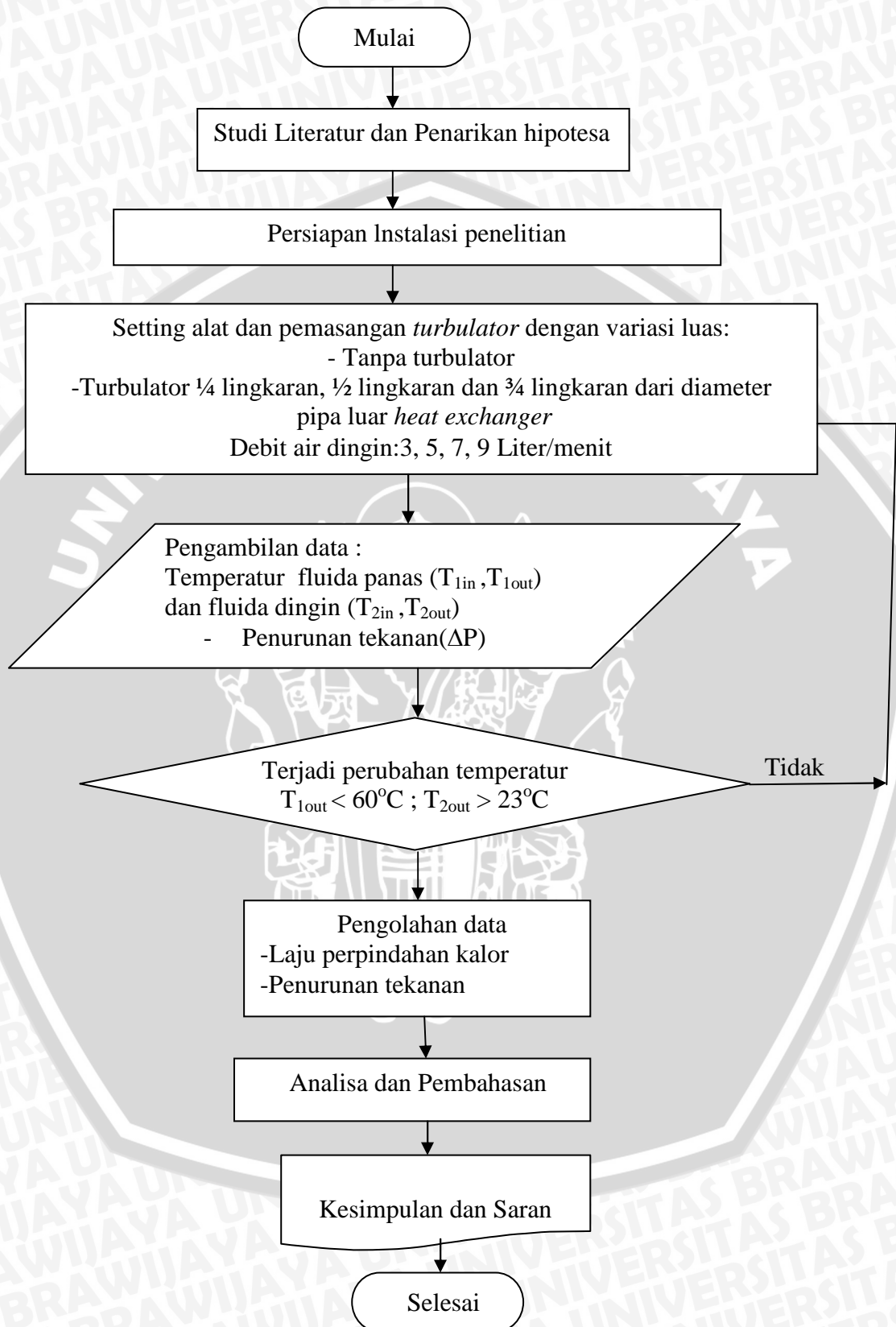


Gambar 3.3 Grafik pengaruh debit fluida dingin terhadap laju perpindahan panas dengan variasi luas *turburator*



Gambar 3.4 Grafik pengaruh debit fluida dingin terhadap *pressure drop* dengan variasi luas *turbulator*

3.8 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.5 Diagram Alir Penelitian

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

