

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental (*experimental research*) yaitu dengan melakukan pengamatan secara langsung untuk memperoleh data sebab akibat melalui eksperimen guna mendapatkan data empiris. Dalam hal ini obyek penelitian yang diamati adalah pengaruh besar sudut *flat filler* terhadap unjuk kerja *cooling tower* tipe *forced draft counterflow*. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fluida, Jurusan Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah :

1. Variabel bebas (*independent variable*) adalah variabel yang besarnya ditentukan oleh peneliti dan harganya dapat diubah-ubah dengan metode tertentu untuk mendapatkan nilai variabel terikat dari obyek penelitian, sehingga dapat diperoleh hubungan antara keduanya. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi sudut *flat filler cooling tower*. Adapun sudut pemasangan *flat filler* yang digunakan adalah 60°; 75°; 90°.
2. Variabel terikat (*dependent variable*) adalah variabel yang nilainya tergantung dari variabel bebas dan diketahui setelah penelitian dilakukan. Variabel terikat yang diamati dalam penelitian ini adalah laju perpindahan kalor, *number transfer unit* dan efektivitas (*effectivness*) dari *cooling tower*.
3. Variabel terkontrol (*control variable*) adalah variabel yang telah ditentukan nilainya sebelum penelitian dan variabel yang nilainya dikonstankan. Dalam penelitian ini yang bernilai konstan adalah jarak antar *flat filler*. Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah :
 - Debit udara masuk yaitu 20 ; 25 ; dan 30 liter/detik.
 - Temperatur air panas masuk *cooling tower* sebesar 50 °C.
 - Sudut *blower* udara 45°.
 - Debit air 0,025 liter/detik.
 - Jarak antar *flat filler* 12 cm

- Jumlah *filler* 4 buah

3.3 Alat-alat yang digunakan :

1. Kolom pendingin

Kolom pendingin berupa silinder vertikal sebagai tempat berlangsungnya kontak antara air dengan udara.



Gambar 3.1 Kolom pendingin

2. Bak penampung air

Digunakan untuk menampung air yang telah didinginkan oleh udara.



Gambar 3.2 Bak penampung air

3. Blower

Blower yang digunakan berfungsi sebagai pemasok aliran udara pendingin dari atmosfer.



Gambar 3.3 Blower

Spesifikasi:

Jenis : *Elektric Blower*

Daya : 150 watt

Putaran : 3600 rpm

Debit udara maksimum : 15 m/s

4. Pompa

Digunakan untuk mensirkulasikan air panas yang akan didinginkan.



Gambar 3.4 Pompa

Spesifikasi:

Jenis : DAB AQUA, ITALY 125 A

Putaran : 2850 Rpm

Daya : 125 Watt

Suction Head : 9 m

Discharge : 24 m

5. Heater

Pemanas air sebagai beban pendinginan atau pengganti kondensor dalam proses pendinginan.



Gambar 3.5 Heater

Spesifikasi

Jenis : *Water Heater*

Daya : 600 Watt

6. Bulb Thermometer

Menggunakan termometer tipe *bulb thermometer* (air raksa atau alkohol) yang terdiri dari termometer bola basah dan bola kering sehingga selain untuk mengukur suhu air, dapat pula digunakan untuk menentukan suhu dan kelembaban udara.



Gambar 3.6 *Bulb Thermometer*

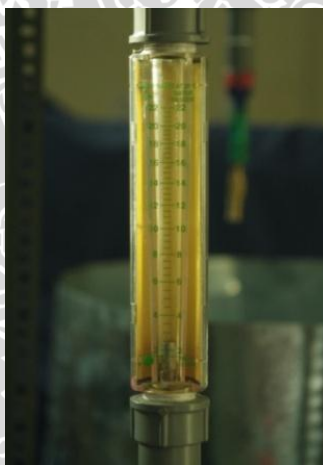
Spesifikasi :

Jenis : *Bulb Thermometer*

Batas suhu : 0°-100° C

7. *Flowmeter*

Alat ini digunakan untuk mengukur debit udara maupun debit air yang masuk *cooling tower*.



Gambar 3.7 *Flowmeter*

Spesifikasi :

Jenis : *Flowmeter Acrylic*

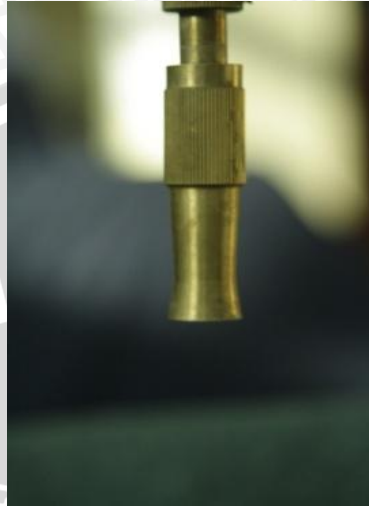
Batas pengukuran : 2- 22 liter/detik

Bahan dasar : *Plastik Acrylic*

Dimensi : 4 x 24 (cm²)

8. *Nozzle Sprayer*

Alat ini digunakan untuk menghasilkan semprotan air (*spray*) dengan variasi sudut semprotan yang dapat diatur.



Gambar 3.8 *Nozzle sprayer*

9. *Anemometer*

Digunakan untuk menghitung kecepatan udara masuk *cooling tower*.



Gambar 3.9 *Anemometer*

Spesifikasi :

Jenis	: Anemometer digital
Batas pengukuran	: 0-30 (m/s) 0-90 (km/hr)
Dimensi	: 4 x 10,5 x 1,8 (cm ³)

10. *Filler*

Merupakan isian pada kolom pendingin yang terbuat dari plastik dan diletakkan secara *horizontal* dan disusun secara *zig-zag*.



Gambar 3.10 *Filler*

Spesifikasi :

Jenis : *Flat filler*

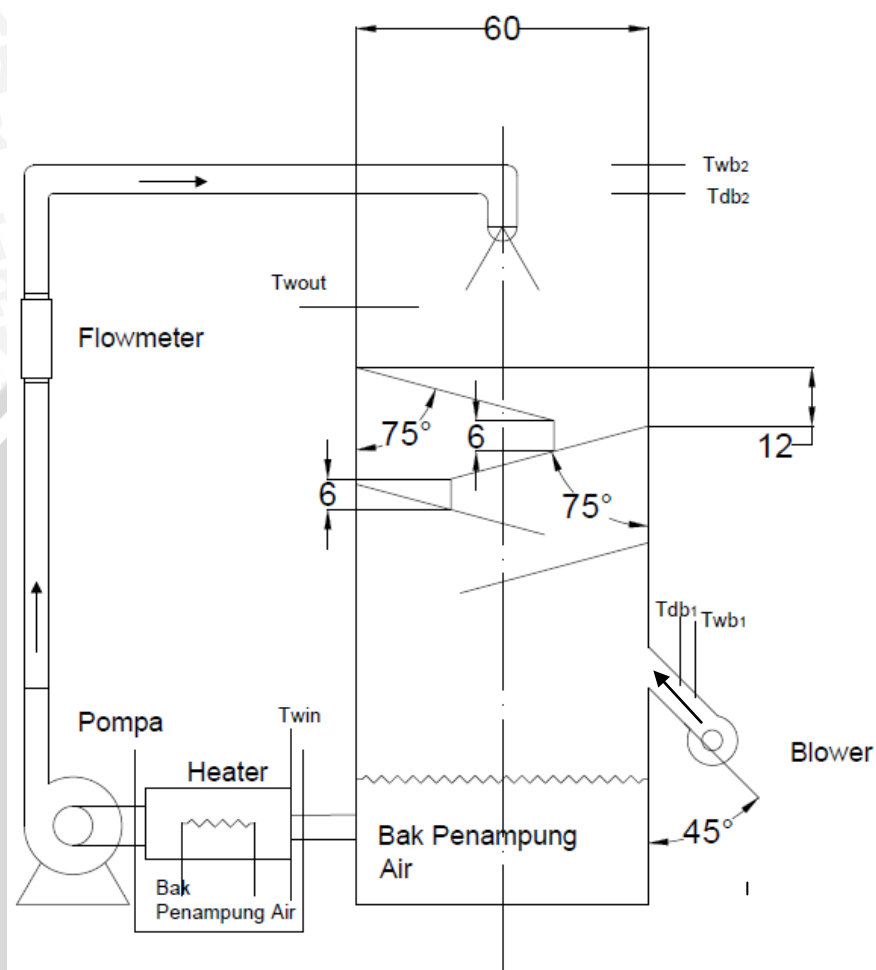
Tebal : 1mm

Ukuran : 42 x 56 (cm²)

Bahan dasar : Plastik

3.4 Skema Instalasi Alat Penelitian

Alat-alat penelitian tersebut disusun seperti gambar berikut ini :



Gambar 3.11 Instalasi Penelitian

Keterangan

$T_{w_{in}}$: Termometer pengukur suhu air panas

$T_{w_{out}}$: Termometer pengukur suhu air dingin

T_{db_1} : Termometer suhu bola kering 1 (T_1)

T_{wb_1} : Termometer suhu bola basah 1 (T_2)

T_{db_2} : Termometer suhu bola kering 2 (T_3)

T_{wb_2} : Termometer suhu bola basah 2 (T_4)

3.5 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah pengambilan data dalam penelitian ini:

1. Persiapan alat-alat yang dibutuhkan dan disusun sesuai dengan gambar instalasi penelitian.
2. Memasang *filler* pada *cooling tower* sesuai dengan jarak dan sudut yang telah ditentukan.
3. Mencoba alat yang digunakan untuk memastikan sudah bekerja dengan baik dan tidak ada kebocoran atau gangguan.
4. Menyalakan pompa air pada kondisi operasinya.
5. Menyalakan *blower* dan mengatur kondisi katup hingga debit udara masuk sesuai dengan tiap variasi yang telah ditentukan.
6. Menyalakan *heater* sampai suhu air merata yang ditandai dengan termometer air panas menunjukkan harga tetap, yakni 50 °C
7. Kemudian mengambil data suhu pada tiap *termometer* untuk tiap-tiap variasi debit udara masuk.
8. Mengulang langkah 2-7 dengan berbagai variasi sudut *flat filler* dan debit udara masuk yang telah ditentukan.
9. Menghentikan operasi alat.
10. Menarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

3.6 Rencana Pengambilan Data

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengambilan data empirik, yaitu data temperatur air keluar *cooling tower* serta temperatur udara basah dan kering yang keluar dari *cooling tower*. Semua pengambilan data itu dilakukan untuk tiap-tiap variasi besar sudut *flat filler cooling tower* sebagai variabel bebas dan variasi debit udara masuk sebagai variabel terkontrol.

Data yang diperoleh dicatat pada tabel pengambilan data seperti yang ditunjukkan tabel 3.1. Setiap kombinasi variasi sudut *flat filler* dan debit udara masuk dilakukan pengambilan data sebanyak 3 kali, kemudian hasilnya dirata-ratakan.

Tabel 3.1 Contoh tabel data hasil pengujian

Sudutfiller (°)	Q (ltr/dtk)	Suhu(°C)					
		T _{w in}	T _{w out}	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
60	20						
	25						
	30						
75	20						
	25						
	30						
90	20						
	25						
	30						

dengan :

T_{w in} = Temperatur air masuk *cooling tower* (°C)

T_{w out} = Temperatur air keluar *cooling tower* (°C)

T₁ = Temperatur suhu bola kering masuk (°C)

T₂ = Temperatur suhu bola basah masuk (°C)

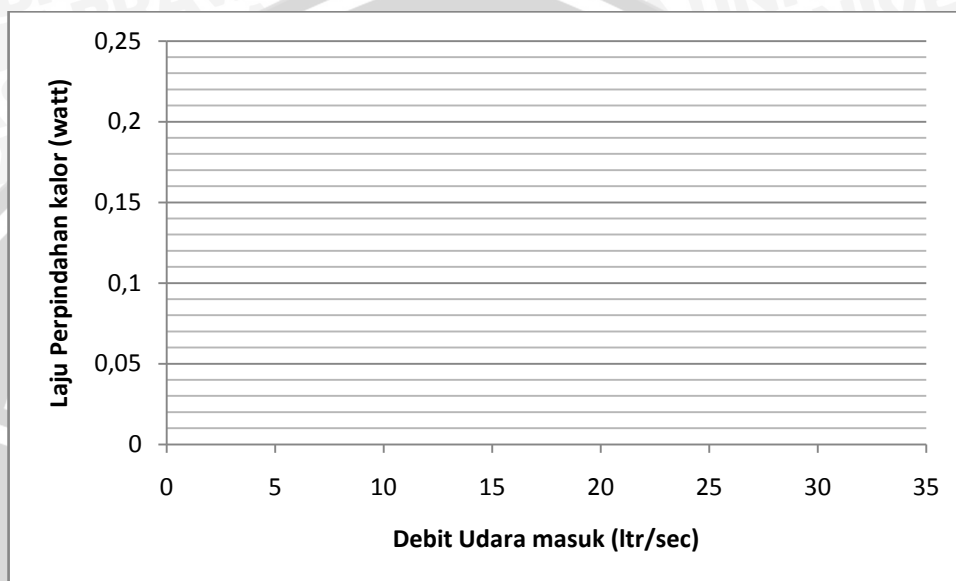
T₃ = Temperatur suhu bola kering keluar (°C)

T₄ = Temperatur suhu bola basah keluar (°C)

3.7 Pembuatan Grafik dan Pembahasan

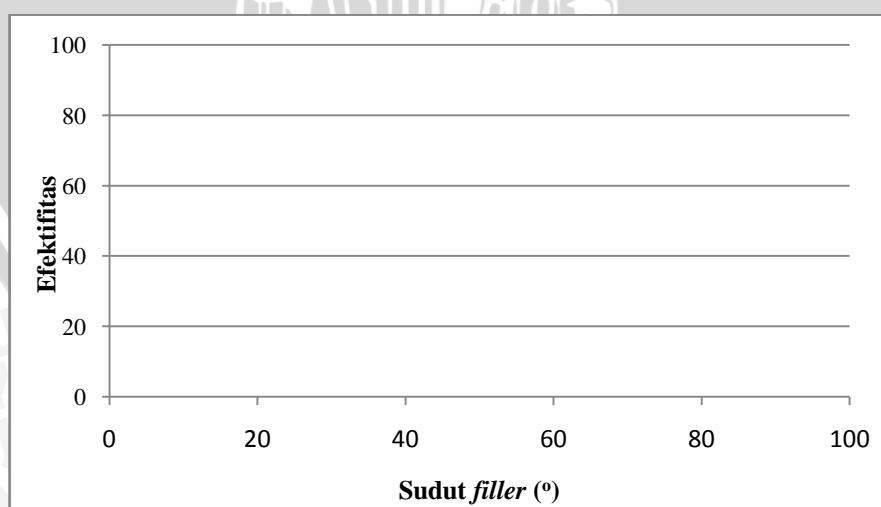
Nilai variabel yang telah diperoleh dari pengolahan data diplot menjadi grafik kemudian dilakukan pembahasan. Adapun grafik yang akan dibuat adalah:

- a. Grafik pengaruh variasi besar sudut pemasangan *flat filler* dan debit udara masuk terhadap laju perpindahan kalor *cooling tower*.



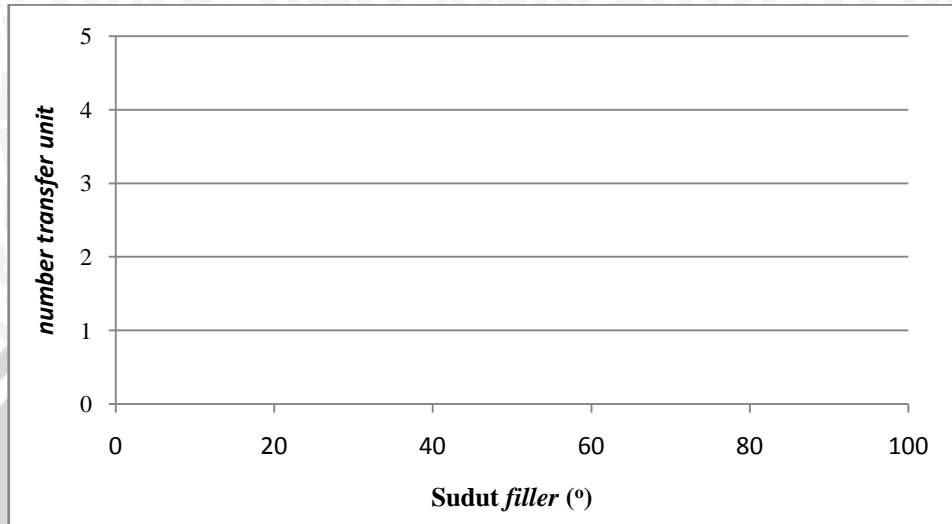
Gambar 3.12 Contoh grafik pengaruh variasi besar sudut pemasangan *flat filler* dan debit udara masuk terhadap laju perpindahan kalor *cooling tower*.

- b. Grafik pengaruh variasi besar sudut pemasangan *flat filler* dan debit udara masuk terhadap efektivitas *cooling tower*

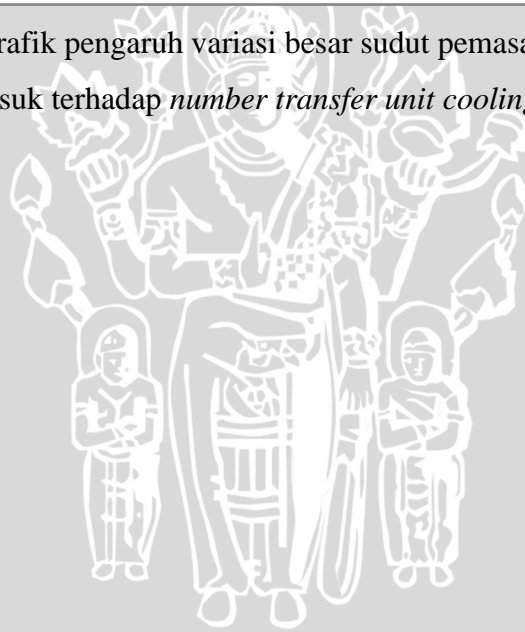


Gambar 3.13 Contoh grafik pengaruh variasi besar sudut pemasangan *flat filler* dan debit udara masuk terhadap efektivitas *cooling tower*.

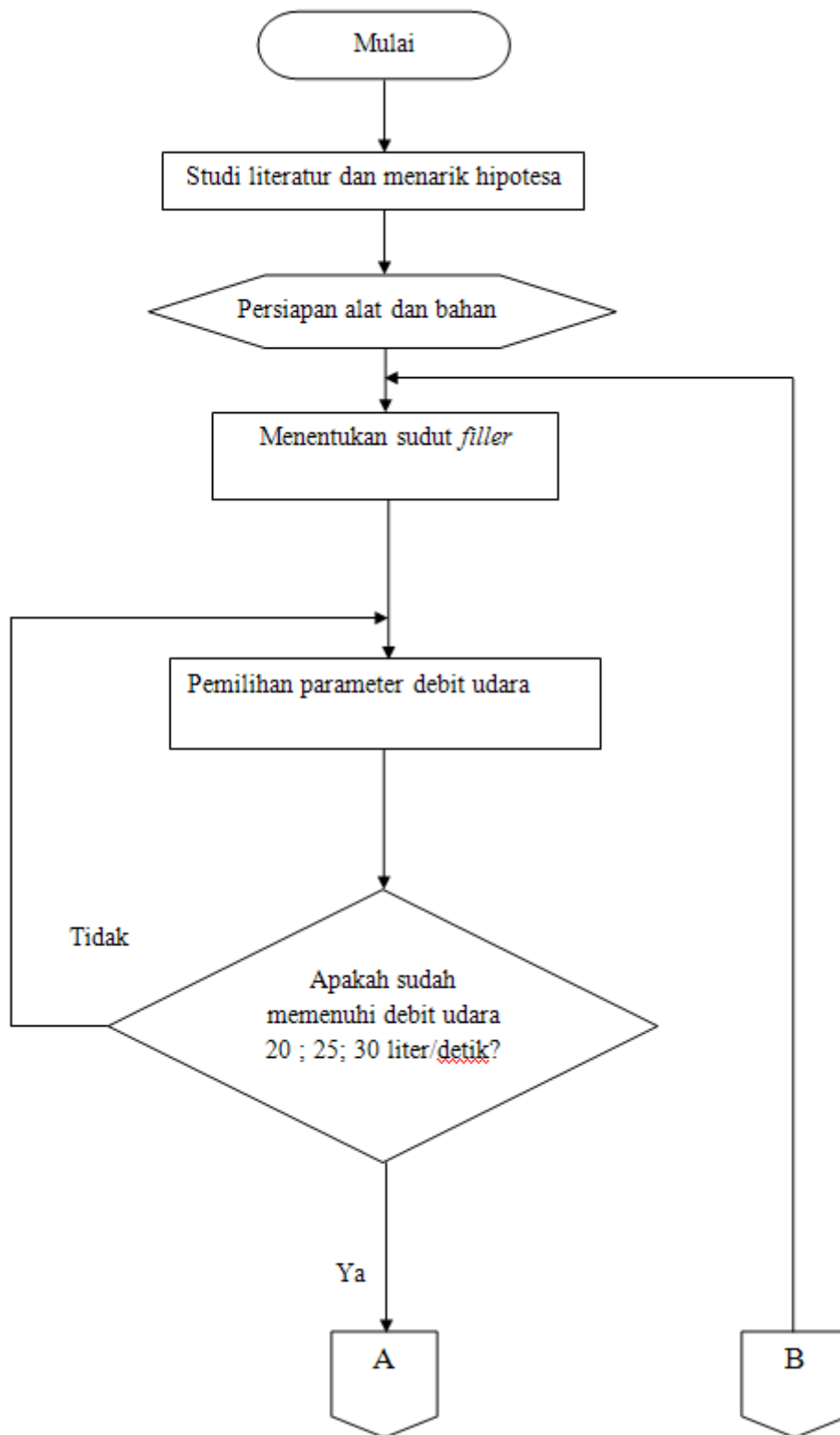
- c. Grafik pengaruh variasi besar sudut pemasangan *flat filler* dan debit air masuk terhadap *number transfer unit cooling tower*.

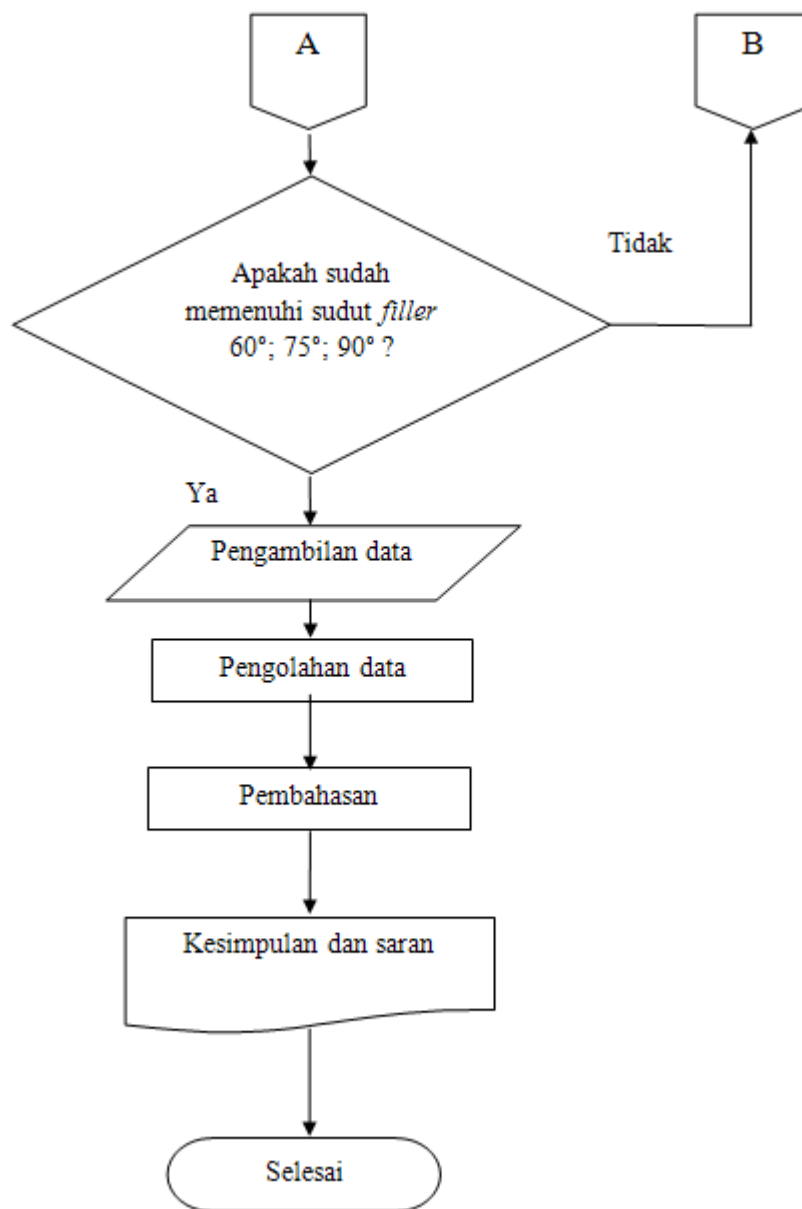


Gambar 3.14 Contoh grafik pengaruh variasi besar sudut pemasangan *flat filler* dan debit air masuk terhadap *number transfer unit cooling tower*.



3.8 Diagram Alir Penelitian





Gambar 3.15 Diagram alir penelitian