

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Metode Penelitian

Penelitian menggunakan metode penelitian eksperimental (*experimental research*), yaitu melakukan pengamatan secara langsung untuk mendapatkan data sebab dan akibat dalam suatu proses melalui eksperimen sehingga dapat diketahui pengaruh variasi bilangan Reynolds, kemiringan, *pitch* pada *vertical rectangular rib turbulator* terhadap karakteristik aliran.

#### 3.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian

Penyusunan dan pengoperasian alat penelitian dilakukan di Laboratorium Motor Bakar, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya pada bulan Oktober 2016 – Selesai.

#### 3.3 Variabel Penelitian

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

##### 1. Variabel bebas

Variabel bebas adalah merupakan variabel yang nilainya ditetapkan oleh peneliti serta harganya dapat diubah – ubah dengan metode tertentu untuk mendapatkan nilai variabel terikat dari obyek penelitian, sehingga dapat diperoleh hubungan antara keduanya. Variabel bebas pada penelitian ini adalah:

- Sudut :  $0^{\circ}$ ;  $10^{\circ}$ ;  $20^{\circ}$ ;  $30^{\circ}$ ;  $40^{\circ}$ ;  $50^{\circ}$ ;  $60^{\circ}$ ;  $70^{\circ}$ ;  $80^{\circ}$ ;  $90^{\circ}$ .
- *Gap to height* : 0, >1 dan <1.
- *Pitch* : 10mm, 25mm, 15mm.
- Bilangan Reynolds : 846; 1411.

##### 2. Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang berkaitan dengan variabel bebas dan diketahui setelah penelitian dilakukan. Variabel terikat yang diamati pada penelitian ini adalah:

- Waktu visualisasi aliran mencapai konstan.
- Jumlah celah yang terisi pewarna.

- Bentuk pusaran.

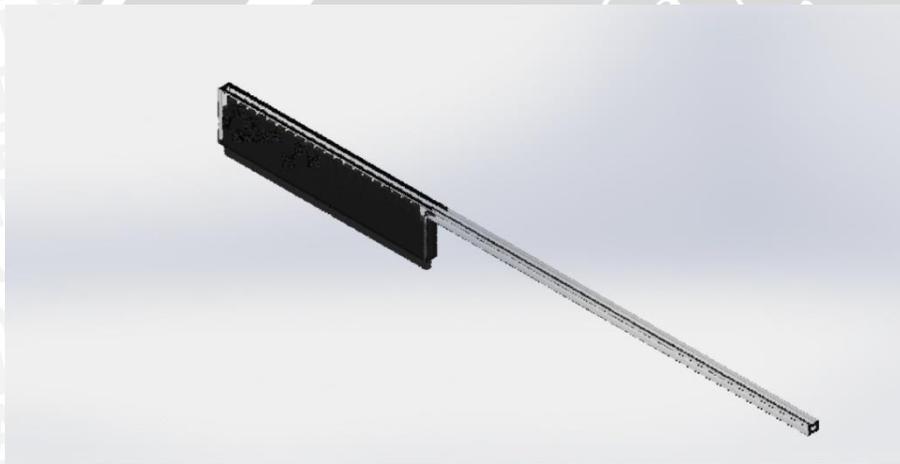
### 3. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang nilainya ditentukan oleh peneliti dan dikondisikan konstan. Variabel terkontrol pada penelitian ini adalah *turbulator*, *vertical rectangular rib* dan debit campuran pewarna.

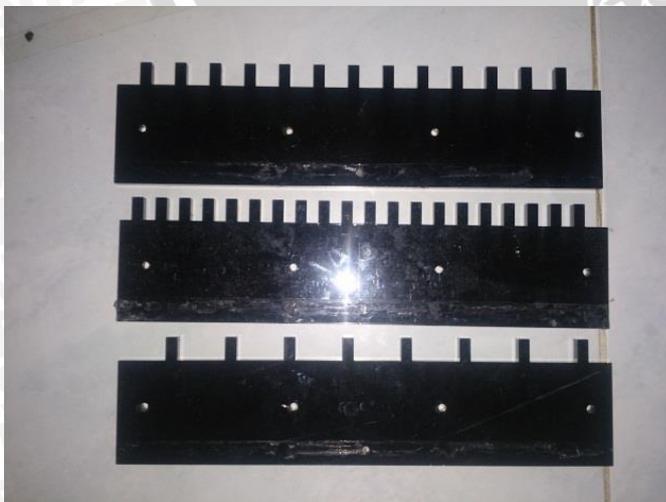
## 3.4 Peralatan Penelitian

### 1. Turbulator

Adalah alat yang digunakan untuk menghasilkan aliran turbulen yang dapat mengakibatkan koefisien gesekan meningkat dan perpindahan panas yang terjadi semakin cepat.



Gambar 3.1 Desain turbulator



Gambar 3.2 Turbulator dengan berbagai variasi gap to height dan pitch ratio

Spesifikasi :

- Bentuk *Turbulator* : Persegi panjang dan gerigi *vertical rectangular*
- Bahan *Casing* : Akrilik
- Tebal *Casing* : 3 mm
- *Turbulator* : 3 buah
- Bahan *Turbulator* : Akrilik
- Berat *Turbulator* : 88 gram

## 2. Tangki pewarna

Adalah bejana yang digunakan untuk menampung pewarna untuk selanjutnya dialirkan menuju *turbulator*.



Gambar 3.3 Tangki pewarna

Spesifikasi :

- Kapasitas : 50 ml

## 3. Gelas Ukur 100 mL

Digunakan untuk mengukur volume pewarna yang akan dimasukkan kedalam tangki pewarna dengan volume ukur maksimum 250 mL.

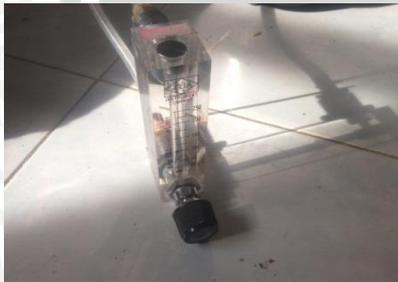




Gambar 3.4 Gelas ukur 100 mL

#### 4. Flowmeter

Digunakan untuk mengukur debit air yang masuk menuju *turbulator* dengan maksimum debitnya 250 ml/menit.



Gambar 3.5 Flowmeter

Spesifikasi :

- Kapasitas : 25-250 ml / menit
- Jenis Fluida : air

#### 6. Keran

Digunakan untuk mengatur bukaan aliran yang berasal sumber air menuju ke flowmeter.

#### 7. Selang

Digunakan untuk sarana mengalirkan air dari flowmeter menuju *turbulator*.

Spesifikasi :

- Diameter : 6 mm

#### 8. Tangki penetap ketinggian pewarna

Bejana yang digunakan untuk menyimpan sebagian pewarna untuk menjaga ketinggian dari tangki pewarna tetap konstan.



Gambar 3.6 Tangki penetap

Spesifikasi :

- Kapasitas : 10 ml

#### 9. Waterpass

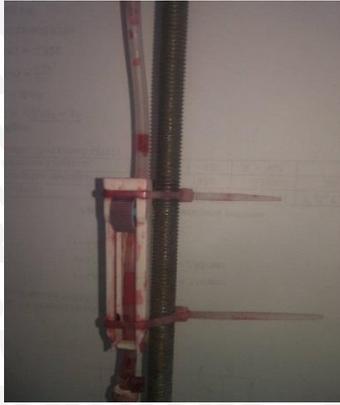
Adalah sebuah instrument yang digunakan untuk mengukur kedataran permukaan dari instalasi *turbulator*.



Gambar 3.7 Waterpass

#### 10. Roller clamp

Adalah sebuah alat yang berfungsi untuk membuka atau menutup aliran pewarna yang masuk pada instalasi *turbulator*.



Gambar 3.8 Roller clamp

Spesifikasi :

- Bahan : Plastik

#### 11. Selang pewarna

Sebagai sarana untuk tempat mengalir pewarna dari tangki pewarna menuju instalasi *turbulator*.

Spesifikasi :

- Diameter (Dalam) : 3 mm

#### 12. Busur derajat

Sebagai instrument untuk mengukur sudut atau kemiringan dari instalasi *turbulator*.

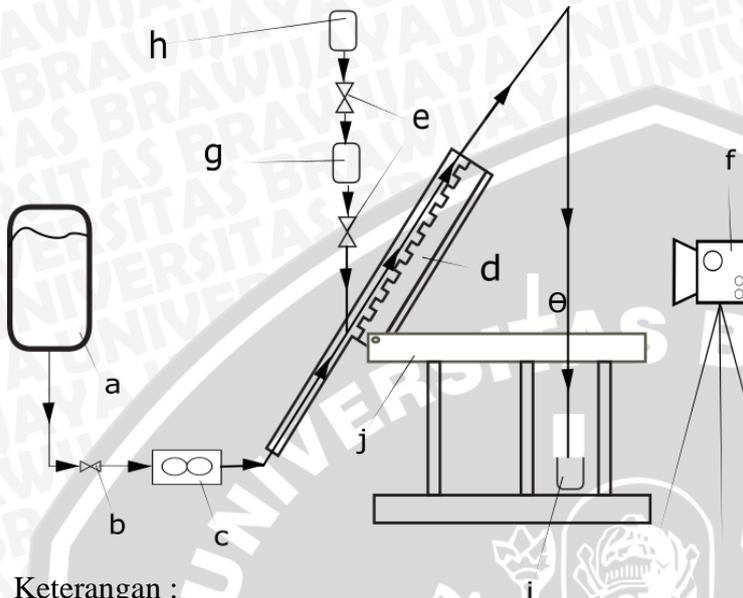
#### 13. Pewarna

Menggunakan pewarna berwarna merah.

#### 14. Wadah penampung

Sebagai tempat penampungan akhir dari air yang mengalir dari perangkat penelitian.

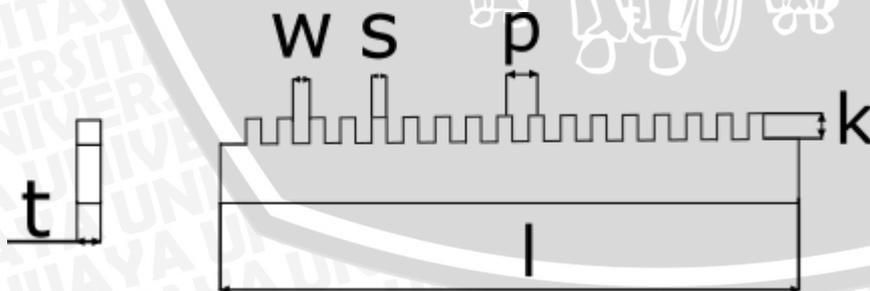
### 3.5 Instalasi Penelitian



Keterangan :

- a. Sumber Air (Tanki air)
- b. Keran
- c. Flowmeter
- d. Perangkat Penelitian
- e. Roller Clamp
- f. Kamera
- g. Tangki Pewarna
- h. Tangki Penetap Ketinggian Pewarna
- i. Wadah penampung
- j. frame

Gambar 3.9 Instalasi penelitian



Gambar 3.10 Skema umum turbulator vertical rectangular rib

Keterangan:

- w = celah antar ribs
- p = pitch

$l$  = panjang *turbulator*

$t$  = tebal *turbulator*

$k$  = tinggi *turbulator*

$s$  = panjang *rib*

$w/k$  = *gap to height*

Tabel 3.1  
Ukuran geometri *turbulator*

<i>Pitch</i>	$w/k$
10mm	<1
25mm	>1
15mm	=1

### 3.6 Prosedur Penelitian

Langkah - langkah pada penelitian dapat dilihat sebagai berikut :

#### 1. Studi literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari hal – hal yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan sehingga dapat menguatkan dalam pengambilan hipotesis serta memperjelas hasil penelitian.

#### 2. Observasi lapangan

Observasi lapangan dilakukan untuk studi terhadap peralatan yang diperlukan dalam penelitian.

#### 3. Pembuatan alat

Pembuatan alat dilakukan dengan mempersiapkan bahan untuk pembuatan *turbulator*.

#### 4. Perancangan instalasi

Perancangan instalasi dimulai dengan membuat instalasi *turbulator* dari bahan acrylic dengan ukuran yang telah ditentukan, kemudian dipasangkan dengan *rib turbulator* yang akan diambil data setelah itu dipasangkan pada frame yang telah disiapkan.

#### 5. Pengujian dan pengambilan data

Pengujian dilakukan pada instalasi *turbulator* dan pengambilan data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah video visualisasi air dan pewarna yang melewati *ribs* dari *turbulator*.

## 6. Analisa

Analisa pengujian dilakukan dengan mengamati perbedaan visualisasi yang terjadi dari beberapa waktu kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik.

### 3.7 Prosedur Pembuatan Model

1. Membuat desain *turbulator* sesuai penelitian yang dibutuhkan.
2. Menyiapkan bahan pembuatan *turbulator*, berbahan akrilik bening dan hitam dengan tebal 3 mm, dan 5 mm.
3. Memotong pola dari akrilik, dengan menggunakan pemotongan laser.
3. Merangkai bagian – bagian dari pola yang sudah dipotong sehingga membentuk *turbulator*.
4. Memasang saluran masuk dan keluar air dari instalasi *turbulator*.
5. Kemudian memasang selang pada keran sumber air {PDAM) menuju flowmeter dan dipasangkan pada saluran masuk *turbulator*.
6. kemudian memasang saluran pewarna menuju *turbulator*, yang dilanjutkan pemasangan tangki penetap ketinggian pewarna.
7. kemudian instalasi *turbulator* yang sudah terangkai dengan frame siap untuk diuji.

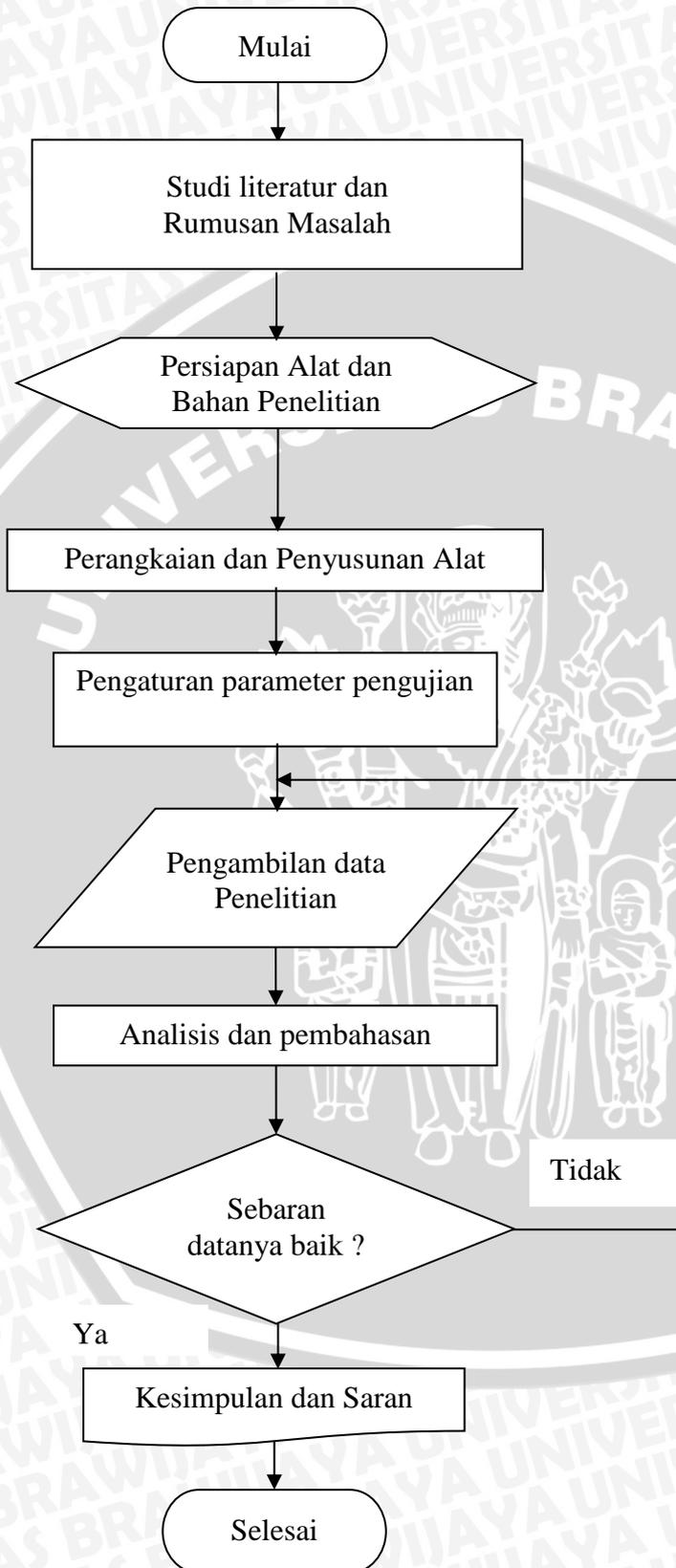
### 3.8 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan menurut langkah - langkah sebagai berikut:

1. Menyiapkan campuran pewarna dan mengisi tanki pewarna dan tangki penetap dengan ketinggian head pada tangki pewarna yang telah ditetapkan.
2. Pengambilan data pertama menggunakan air yang mengalir dengan debit 150 mililiter/menit dan sudut 90 derajat.
3. Mengecek kedataran dan mengukur sudut yang ditentukan dari instalasi *turbulator* yang akan diambil data.
4. Mengalirkan air pada instalasi *turbulator* sampai semua *rib* terisi penuh oleh air.
5. Setelah alat terisi penuh air, kemudian dialirkan campuran pewarna kedalam instalasi *turbulator* dan. Mulai dilakukan pengambilan video.
7. Pengambilan data tiap spesimen dilakukan 20 kali dengan variasi debit air yang mengalir dan kemiringan dari instalasi *turbulator*
8. Dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan waktu pewarna tesebar secara merata, dan jumlah celah *rib* yang terisi oleh pewarna.

### 3.9 Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah diagram alir penelitian yang akan dilakukan:



Gambar 3.11 Diagram Alir Penelitian