

## **BAB III**

### **METODE PENGUJIAN CIGARETTE SMOKE FILTER**

#### **3.1 TUJUAN PENGUJIAN**

Tujuan dari pengujian *Cigarette Smoke Filter* ialah untuk mengetahui seberapa besar kinerja penyaringan yang dihasilkan dengan membandingkan massa partikel yang tersaring pada kertas saring menggunakan rangkaian filter dan kombinasi variasi filter karbon dengan dilengkapi dan tanpa rangkaian *thermal precipitator*.

Berdasarkan data massa partikel yang tersaring pada kertas saring maka dapat diketahui seberapa besar kinerja yang dihasilkan dari :

1. Rangkaian filter dengan hanya menggunakan filter udara mobil, rangkaian filter dengan hanya menggunakan rangkaian *thermal precipitator*
2. Rangkaian filter menggunakan filter udara mobil dan karbon aktif homogen
3. Rangkaian filter menggunakan filter udara mobil dan karbon aktif berlapis
4. Rangkaian filter menggunakan filter udara mobil dan karbon aktif tanpa pencetakan
5. Rangkaian filter menggunakan filter udara mobil, karbon aktif terbaik serta rangkaian *thermal precipitator*

#### **3.2 INSTALASI ALAT PENGUJIAN**

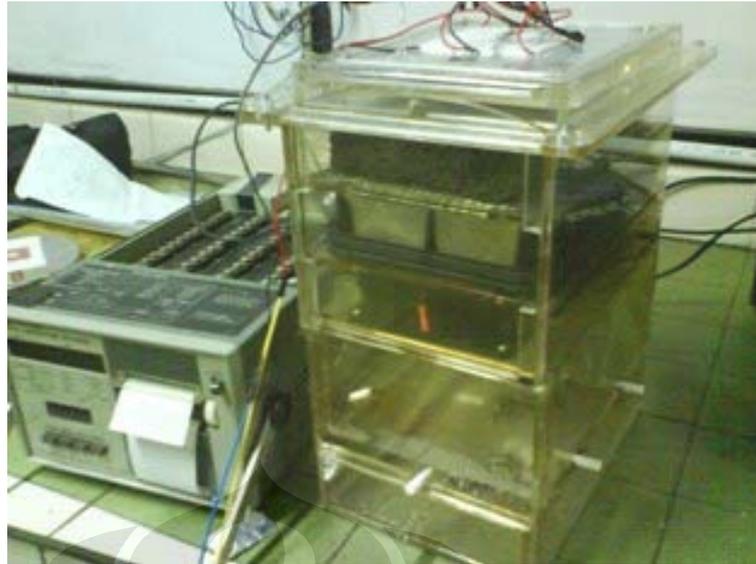
Instalasi meliputi proses pemasangan komponen-komponen penyusun ke dalam *casing* seperti *fan*, filter udara mobil, karbon aktif tanpa pencetakan, karbon aktif homogen, karbon aktif berlapis, dan rangkaian *thermal precipitator*. Selain pemasangan komponen-komponen *Cigarette Smoke Filter* tersebut, dibutuhkan

peralatan pengujian seperti kertas saring, rokok filter, termokopel, *power supply voltage regulator DC*, *hot wire anemometer*, timbangan digital dan *digital temperature recorder*. Berikut ini merupakan spesifikasi komponen-komponen *Cigarette Smoke Filter*.

Tabel 3.1 Komponen *Cigarette Smoke Filter*

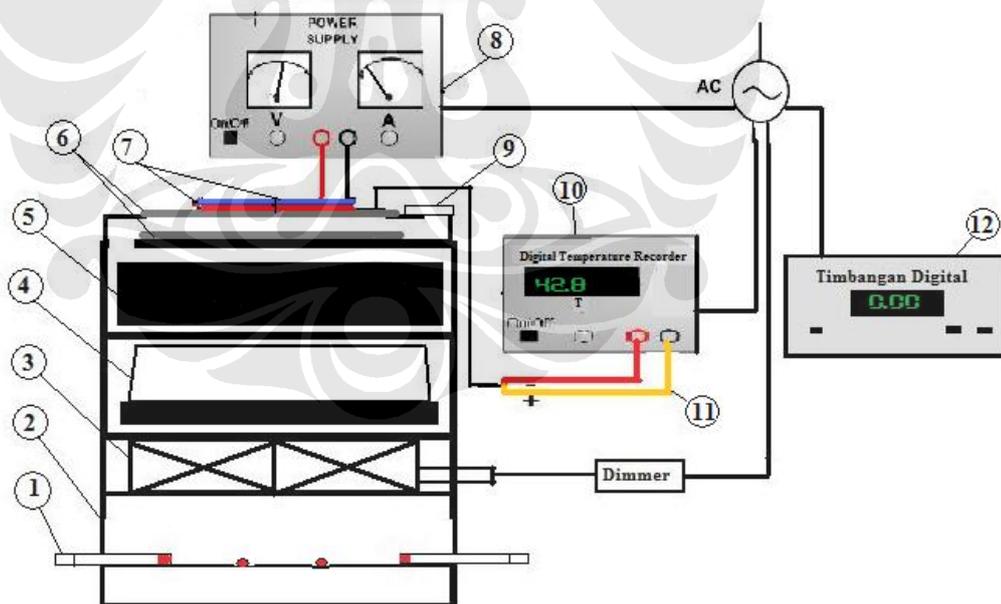
No.	Komponen	Spesifikasi	
1	<i>Casing</i>	Dimensi	300 mm x 210 mm x 333,16 mm
		Material	Akrilik
2	<i>Fan</i>	Merek	OKAY-II
		Input	220/240 V AC 1,4 A
		Dimensi	120 mm x 120 mm x 25 mm
3	Filter udara mobil	Merek	Toyota Air Filter
4	Filter karbon aktif homogen	Dimensi	240 mm x 130 mm x 40 mm
		Massa	1050,85 gram
5	Filter karbon aktif berlapis	Dimensi	240 mm x 130 mm x 40 mm
		Massa	1076,84 gram
6	Filter karbon aktif tanpa pencetakan	Dimensi	240 mm x 130 mm x 40 mm
		Massa	648,9 gram
7	<i>Thermoelectric</i>	Dimensi	40 mm x 40 mm x 3,5 mm
		Input	16-27 Volt DC, 0,85 Amp
8	Pelat	Material	Aluminium
		Dimensi	150 mm x 182 mm 130 mm x 182 mm

Proses pengujian diawali dengan memasang komponen dan alat-alat yang dibutuhkan pada posisi yang ditentukan, seperti ditunjukkan pada gambar 3.1. Skema pengujian dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.1 Instalasi alat

- |                        |                                      |
|------------------------|--------------------------------------|
| 1. Rokok filter        | 7. Thermoelectric                    |
| 2. Casing akrilik      | 8. Power Supply Voltage Regulator DC |
| 3. Fan                 | 9. Kertas saring                     |
| 4. Filter Udara Mobil  | 10. Digital Temperature Recorder     |
| 5. Filter Karbon Aktif | 11. Termokopel Tipe K                |
| 6. Pelat aluminium     | 12. Timbangan Digital                |



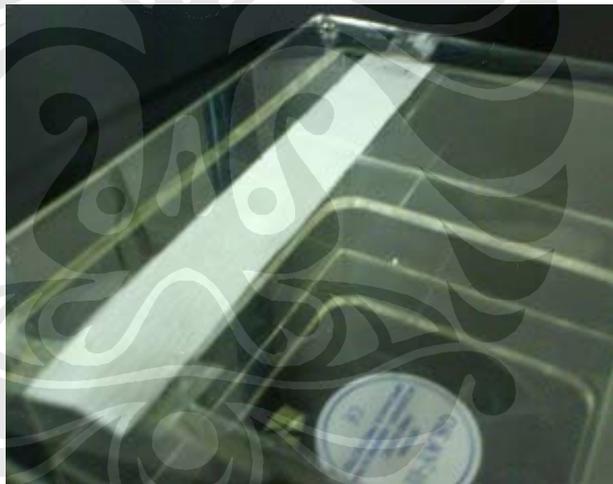
Gambar 3.2 Skema pengujian

### 3.3 PERALATAN PENGUJIAN *CIGARETTE SMOKE FILTER*

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai peralatan yang digunakan untuk pengujian kinerja *Cigarette Smoke Filter*. Peralatan tersebut berupa kertas saring, rokok filter, peralatan listrik seperti *power supply voltage regulator DC*, sensor temperatur berupa termokopel beserta data kalibrasinya, *hot wire anemometer*, timbangan elektronik dan *digital temperature recorder*.

#### 3.3.1 Kertas saring

Kertas saring yang digunakan adalah kertas saring kimia dengan pori-pori sebesar 0,1  $\mu\text{m}$ . Kertas saring dengan dimensi yang disesuaikan akan diletakkan pada lubang *outlet* alat untuk menangkap partikel asap rokok selama jangka waktu tertentu. Partikel yang tertangkap adalah partikel asap rokok yang tidak tersaring oleh alat. Perbandingan massa sebelum dan sesudah pengujian akan menentukan kinerja penyaringan alat.



**Gambar 3.3** Kertas saring

#### 3.3.2 Rokok filter

Rokok yang digunakan dalam pengujian adalah rokok dengan filter. Rokok ini dipilih guna menyesuaikan dengan data ukuran partikel asap yang dimiliki, selain itu, rokok jenis ini juga banyak dikonsumsi di pasaran.



**Gambar 3.4** Rokok filter

### 3.3.3 *Power supply voltage regulator DC*

Sebagai sumber daya *thermal precipitator*, digunakan *power supply DC* dengan regulator tegangan sehingga temperatur yang dihasilkan dapat dikontrol sesuai tegangan yang diberikan. *Power supply voltage regulator DC* tersebut menggunakan tegangan input sebesar 220 VAC kemudian akan diubah menjadi arus DC. Untuk pengujian, digunakan *Power supply voltage regulator DC* bermerek Universal dengan tegangan maksimal 30 Volt DC dan arus maksimal 10 Ampere.



**Gambar 3.5** *Power supply voltage regulator DC*

### 3.3.4 Termokopel

Termokopel yang digunakan dalam penelitian ini adalah termokopel tipe K, dengan material pembentuknya adalah *kromel* (Nikel-Kromium) dan *alumel* (Nikel-Aluminium). Termokopel menggunakan prinsip efek *Seebeck* dalam pengukuran temperatur, dengan pembangkit tegangan sebagai fungsi dari gradien temperatur.



**Gambar 3.6** Termokopel

Karena *output* dari termokopel berupa tegangan (mV), untuk pembacaannya ke dalam satuan temperatur digunakan sebuah *digital temperature recorder* YEW tipe 3874.



**Gambar 3.7** *Digital temperature recorder*

Untuk mendapatkan pengukuran temperatur yang tepat dari termokopel tipe K maka perlu dilakukan kalibrasi dengan tujuan mendapatkan konversi dari temperatur yang ditampilkan dengan temperatur sebenarnya. Hal ini dilakukan dengan melakukan perbandingan pengambilan data temperatur oleh termokopel pada termometer digital dengan temperatur air 80-27 °C dengan pengukuran menggunakan termometer raksa.

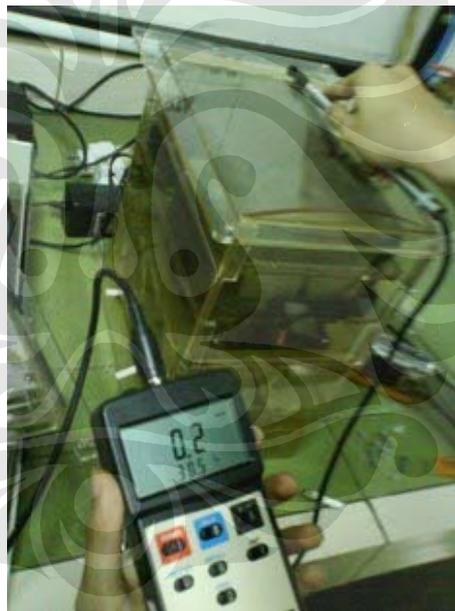
Berikut adalah data hasil persamaan kalibrasi tiap termokopel yang menghasilkan persamaan  $ax+b$ . Persamaan tersebut merupakan korelasi antara temperatur yang ditampilkan dengan temperatur sebenarnya.

Tabel 3.2 Persamaan kalibrasi tiap *channel*

No.	Termokopel	Persamaan
1	<i>Channel 1</i>	$y=(x*1,0803)+0,1748$
2	<i>Channel 2</i>	$y=(x*1,0196)+0,966$
3	<i>Channel 3</i>	$y=(x*1,0914)+0,156$
4	<i>Channel 4</i>	$y=(x*1,0188)+0,875$

### 3.3.5 *Hot wire anemometer*

*Hot wire anemometer* digunakan untuk mengukur kecepatan aliran udara yang dihasilkan *fan*. Kawat tipis yang berfungsi sebagai sensor harus terletak tegak lurus terhadap arah aliran udara. Kecepatan udara yang tertangkap akan ditampilkan pada layar digital alat tersebut.



Gambar 3.8 *Hot wire anemometer*

### 3.3.6 Timbangan digital

Timbangan digital digunakan untuk mengetahui pertambahan massa kertas saring dengan membandingkan massa sebelum dan sesudah pengujian. Timbangan digital yang digunakan memiliki kepekaan hingga 0,01 gram dan kapasitas maksimal 4000 gram.



**Gambar 3.9** Timbangan digital

### 3.4 PROSEDUR PENGUJIAN

Prosedur pengujian menjelaskan mengenai urutan langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk mendapatkan data. Pengambilan data dilakukan untuk mencapai tujuan dari pengujian yaitu mengetahui unjuk kerja dari alat. Langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Untuk menguji rangkaian filter dengan hanya menggunakan filter udara mobil:
  - a. Menimbang dan mencatat massa awal kertas saring yang digunakan.
  - b. Memasang dan memastikan pemasangan kertas saring berada pada posisi yang benar dan sesuai dengan posisi yang telah ditentukan dengan selotip.
  - c. Memasang filter udara mobil kedalam *casing*.
  - d. Menyalakan *fan* untuk mengarahkan *sidestream smoke* yang dihasilkan rokok menuju filter.
  - e. Menyalakan 6 buah batang rokok secara bersamaan selama 10 menit.
  - f. Menimbang kembali kertas saring yang digunakan untuk mengetahui penambahan massa partikel yang terjadi.
  - g. Ulangi langkah a-f sebanyak 5 kali untuk mengetahui rata-rata penambahan massa partikel.

2. Untuk menguji rangkaian filter menggunakan filter udara mobil dan karbon aktif homogen:

- a. Menimbang dan mencatat massa awal kertas saring yang digunakan.
- b. Memasang dan memastikan pemasangan kertas saring berada pada posisi yang benar dan sesuai dengan posisi yang telah ditentukan.
- c. Memasang filter udara mobil kedalam *casing*.
- d. Memasang filter karbon aktif homogen kedalam *casing*.
- e. Menyalakan *fan* untuk mengarahkan *sidestream smoke* yang dihasilkan menuju rangkaian filter.
- f. Menyalakan 6 buah batang rokok secara bersamaan selama 10 menit.
- g. Menimbang kembali kertas saring yang digunakan untuk mengetahui penambahan massa partikel yang terjadi.
- h. Ulangi langkah a-g sebanyak 5 kali untuk mengetahui rata-rata penambahan massa.

3. Untuk rangkaian filter menggunakan filter udara mobil dan karbon aktif berlapis:

- a. Menimbang dan mencatat massa awal kertas saring yang digunakan.
- b. Memasang dan memastikan pemasangan kertas saring berada pada posisi yang benar dan sesuai dengan posisi yang telah ditentukan.
- c. Memasang filter udara mobil kedalam *casing*.
- d. Memasang filter karbon aktif heterogen kedalam *casing*.
- e. Menyalakan *fan* untuk mengarahkan *sidestream smoke* yang dihasilkan menuju rangkaian filter.
- f. Menyalakan 6 buah batang rokok secara bersamaan selama 10 menit.
- g. Menimbang kembali kertas saring yang digunakan untuk mengetahui penambahan massa partikel yang terjadi.
- h. Ulangi langkah a-g sebanyak 5 kali untuk mengetahui rata-rata penambahan massa.

4. Untuk menguji rangkaian filter menggunakan filter udara mobil dan karbon aktif tanpa pencetakan:
  - a. Menimbang dan mencatat massa awal kertas saring yang digunakan.
  - b. Memasang dan memastikan pemasangan kertas saring berada pada posisi yang benar dan sesuai dengan posisi yang telah ditentukan.
  - c. Memasang filter udara mobil kedalam *casing*.
  - d. Memasang filter karbon aktif tanpa pencetakan kedalam *casing*.
  - e. Menyalakan *fan* untuk mengarahkan *sidestream smoke* yang dihasilkan menuju rangkaian filter.
  - f. Menyalakan 6 buah batang rokok secara bersamaan selama 10 menit.
  - g. Menimbang kembali kertas saring yang digunakan untuk mengetahui penambahan massa partikel yang terjadi.
  - h. Ulangi langkah a-g sebanyak 5 kali untuk mengetahui rata-rata penambahan massa.
5. Untuk rangkaian filter dengan hanya menggunakan rangkaian *thermal precipitator*:
  - a. Menimbang dan mencatat massa awal kertas saring yang digunakan.
  - b. Memasang dan memastikan pemasangan kertas saring berada pada posisi yang benar dan sesuai dengan posisi yang telah ditentukan.
  - c. Mengukur temperatur pada pelat atas menggunakan termokopel yang terhubung dengan *digital temperature recorder*.
  - d. Menghubungkan *thermal precipitator* dengan *power supply voltage regulator DC* untuk menghasilkan temperatur pada sisi panas sesuai dengan yang diinginkan.
  - e. Memeriksa temperatur yang dihasilkan oleh *thermoelectric* terhadap sisi panas rangkaian *thermal precipitator* menggunakan termokopel yang terhubung ke *digital temperature recorder*.
  - f. Memasang rangkaian *thermal precipitator* pada bagian atas *casing Cigarette Smoke Filter*.

- g. Menyalakan *fan* untuk mengarahkan *sidestream smoke* yang dihasilkan menuju rangkaian *thermal precipitator*.
  - h. Menyalakan 6 buah batang rokok secara bersamaan selama 10 menit.
  - i. Menimbang kembali kertas saring yang digunakan untuk mengetahui penambahan massa partikel yang terjadi.
  - j. Ulangi langkah a-i sebanyak 5 kali untuk mengetahui rata-rata penambahan massa.
6. Untuk rangkaian filter dengan kombinasi filter udara mobil, karbon aktif terbaik, dan rangkaian *thermal precipitator*:
- a. Menimbang dan mencatat massa awal kertas saring yang digunakan.
  - b. Memasang dan memastikan pemasangan kertas saring berada pada posisi yang benar dan sesuai dengan posisi yang telah ditentukan.
  - c. Memasang filter udara mobil kedalam *casing*.
  - d. Memasang filter karbon aktif terbaik sesuai pengujian yang menghasilkan penyaringan terbaik.
  - e. Mengukur temperatur pada pelat atas menggunakan termokopel yang terhubung dengan *digital temperature recorder*.
  - f. Menghubungkan *thermal precipitator* dengan *power supply voltage regulator DC* untuk menghasilkan temperatur pada sisi panas *thermal precipitator* sesuai dengan yang diinginkan
  - g. Memeriksa temperatur yang dihasilkan oleh *thermal precipitator* terhadap sisi panas rangkaian *thermal precipitator* menggunakan termokopel yang terhubung ke *digital temperature recorder*.
  - h. Memasang rangkaian *thermal precipitator* pada bagian atas *casing Cigarette Smoke Filter*.
  - i. Menyalakan 6 buah batang rokok secara bersamaan selama 10 menit.
  - j. Menyalakan *fan* untuk mengarahkan *sidestream smoke* yang dihasilkan menuju rangkaian *thermal precipitator*.

- k. Menimbang kembali kertas saring yang digunakan untuk mengetahui penambahan massa partikel yang terjadi.
- l. Ulangi langkah a-k sebanyak 5 kali untuk mengetahui rata-rata penambahan massa.

### 3.5 VARIASI PENGAMBILAN DATA PENGUJIAN

Pengambilan data ditujukan untuk mengetahui kinerja penyaringan *Cigarette Smoke Filter*. Pengambilan data dilakukan pada lantai 3 Laboratorium Heat Transfer Gedung Departemen Teknik Mesin. Pengambilan data pengujian diantaranya dilakukan dengan menguji variasi rangkaian filter, kombinasi filter karbon aktif dan penggunaan *thermal precipitator* pada *Cigarette Smoke Filter*. Pengambilan data berupa penambahan massa rata-rata dan massa total pada kertas saring yang digunakan. Berikut merupakan variasi yang dilakukan pada pengambilan data untuk mengetahui kinerja penyaringan:

1. Variasi rangkaian filter

Variasi rangkaian filter ditujukan guna mengetahui kinerja masing-masing filter yang digunakan dan kinerja yang dihasilkan berdasarkan kombinasi penggunaan filter yang berbeda. Variasi rangkaian filter meliputi penggunaan filter udara mobil secara mandiri tanpa tambahan filter lainnya, penggunaan filter udara mobil dan filter karbon aktif tanpa pencetakan, penggunaan filter udara mobil dan filter karbon aktif homogen, penggunaan filter udara mobil dan karbon aktif berlapis.

2. Variasi penggunaan *thermal precipitator*

Penggunaan *thermal precipitator* ditujukan untuk mengetahui kinerja penyaringan dengan memanfaatkan gaya thermophoresis yang dihasilkan dari perbedaan temperatur pada sisi panas dan sisi dingin *thermal precipitator*. Variasi yang dilakukan ialah dengan menggunakan *thermal precipitator* tanpa tambahan filter lainnya dan menggunakan rangkaian filter udara mobil, filter karbon aktif homogen, dan *thermal precipitator*.

3. Variasi perbedaan temperatur pada sisi panas dan dingin *thermal precipitator*

Perbedaan temperatur yang dihasilkan pada sisi panas dan sisi dingin *thermal precipitator* akan menghasilkan gaya *thermophoresis*. Besarnya gaya *thermophoresis* dipengaruhi oleh perbedaan temperatur yang dihasilkan oleh sisi panas dan sisi dingin pada *thermal precipitator*, dengan melakukan variasi perbedaan temperatur yakni 0, 15, 25, dan 35°C maka akan diketahui perbedaan temperatur yang dapat menghasilkan gaya *thermophoresis* yang memberikan kinerja penyaringan terbaik.

