

**PENGUJIAN *CIGARETTE SMOKE FILTER* BERBASIS  
*THERMOPHORESIS*, KARBON AKTIF, DAN FILTER  
UDARA KONVENSIIONAL**

**SKRIPSI**

Oleh

**ARI WIDIARTO**  
**04 04 02 009 6**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA  
GENAP 2007/2008**

**PENGUJIAN *CIGARETTE SMOKE FILTER* BERBASIS  
*THERMOPHORESIS*, KARBON AKTIF, DAN FILTER  
UDARA KONVENSIONAL**

**SKRIPSI**

Oleh

**ARI WIDIARTO**

**04 04 02 009 6**



**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN  
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA  
GENAP 2007/2008**

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

### **PENGUJIAN *CIGARETTE SMOKE FILTER* BERBASIS *THERMOPHORESIS*, KARBON AKTIF, DAN FILTER UDARA KONVENSIONAL**

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan dilingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya. Penelitian dan penulisan tugas akhir ini dilakukan bersama Ario Ardianto Baroto dengan judul tugas akhir “Perancangan *Cigarette Smoke Filter* Berbasis *Thermophoresis*, Karbon Aktif dan Filter Udara Konvensional” sehingga terdapat kata-kata atau kalimat yang sama

Depok, 7 Juli 2008

**ARI WIDIARTO**

NPM. 04 04 02 009 6

## PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

### **PENGUJIAN *CIGARETTE SMOKE FILTER* BERBASIS *THERMOPHORESIS*, KARBON AKTIF, DAN FILTER UDARA KONVENSIONAL**

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 1 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 10 Juli 2008

Dosen Pembimbing

**Dr-Ing.Ir. Nandy Putra**

NIP. 132 128 630

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat ALLAh SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya berupa kesempatan dan kemauan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir/skripsi yang berjudul **“PENGUJIAN CIGARETTE SMOKE FILTER BERBASIS THERMOPHORESIS, KARBON AKTIF, DAN FILTER UDARA KONVENSIONAL”** tepat pada waktunya.

Tujuan dari penulisan buku skripsi ini adalah untuk memenuhi prasyarat mata kuliah tugas akhir/ skripsi yang terdapat pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penulisan skripsi ini juga bertujuan untuk mengurangi permasalahan pencemaran udara yang ditimbulkan oleh asap rokok, karena asap rokok yang terbakar pada ujung rokok dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada perokok pasif.

Selama mengerjakan skripsi, penulis mendapatkan banyak bantuan dan dukungan baik berupa moril dan materiil. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan dukungan yang telah diberikan maka penulisan skripsi ini tidak dapat berjalan dengan baik. Tanpa mengurangi rasa hormat dan dengan kerendahan hati maka izinkanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis yakni: keluarga ( ayah, ibu, my lovely bigbro and lilsis), Dr-Ing. Ir. Nandy Putra selaku dosen pembimbing, Ario Ardianto Baroto sebagai rekan skripsi, serta rekan-rekan mahasiswa teknik mesin lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis juga menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna dikarenakan terdapatnya kealpaan dan kesalahan yang terdapat dalam penulisan skripsi ini. Oleh karenanya penulis sangat mengharapkan koreksi, kritik, dan saran agar penulisan skripsi ini menjadi sempurna. Akhir kata semoga

penulisan skripsi ini bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pihak-pihak yang membutuhkan pada umumnya.

Depok, 28 Juli 2008

(Ari Widiarto )

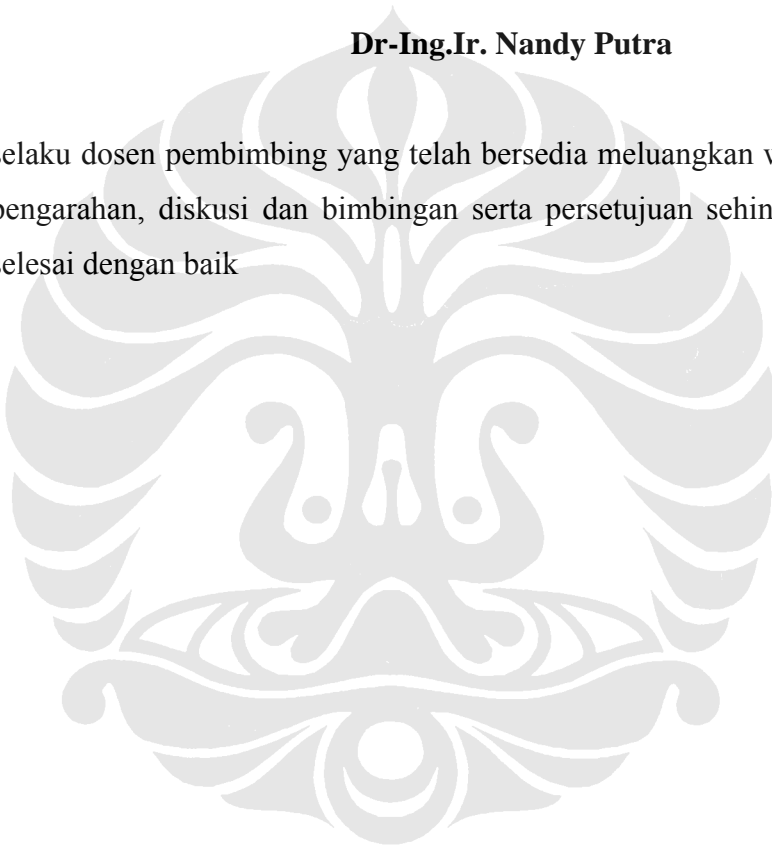


## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

**Dr-Ing.Ir. Nandy Putra**

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik



## DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
DAFTAR ISTILAH / SIMBOL	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN PENELITIAN	4
1.4 PEMBATASAN MASALAH	4
1.5 METODOLOGI PENELITIAN	5
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II DASAR TEORI	7



2.1 ASAP ROKOK	7
2.1.1 Komposisi Asap Rokok	8
2.1.2 <i>Properties</i> Asap Rokok	11
2.2 KARBON AKTIF	12
2.2.1 Penyerapan <i>Isotherm</i>	13
2.2.2 <i>Surface Area</i>	14
2.3 <i>THERMOPHORESIS</i>	17
BAB III METODE PENGUJIAN <i>CIGARETTE SMOKE FILTER</i>	21
3.1 TUJUAN PENGUJIAN	21
3.2 INSTALASI ALAT PENGUJIAN	21
3.3 PERALATAN PENGUJIAN <i>CIGARETTE SMOKE FILTER</i>	24
3.3.1 Kertas saring	24
3.3.2 Rokok filter	24
3.3.3 <i>Power supply voltage regulator DC</i>	25
3.3.4 Termokopel	25
3.3.5 <i>Hot wire anemometer</i>	27
3.3.6 Timbangan digital	27
3.4 PROSEDUR PENGUJIAN	28
3.5 VARIASI PENGAMBILAN DATA PENGUJIAN	32
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA	34
4.1 PERHITUNGAN AWAL JUMLAH MASSA AEROSOL	34
4.2 PENGUJIAN MENGGUNAKAN FILTER UDARA KONVENSIONAL	35

4.3 PENGUJIAN MENGGUNAKAN RANGKAIAN FILTER UDARA KONVENSIONAL DAN KARBON AKTIF HOMOGEN	38
4.4 PENGUJIAN MENGGUNAKAN RANGKAIAN FILTER UDARA KONVENSIONAL DAN KARBON AKTIF TANPA PENCETAKAN	40
4.5 PENGUJIAN MENGGUNAKAN RANGKAIAN FILTER UDARA KONVENSIONAL DAN KARBON AKTIF HETEROGEN (BERLAPIS)	43
4.6 PENGUJIAN MENGGUNAKAN <i>THERMAL PRECIPITATOR</i>	45
4.7 PENGUJIAN MENGGUNAKAN RANGKAIAN FILTER UDARA KONVENSIONAL, KARBON AKTIF HOMOGEN, DAN <i>THERMAL PRECIPITATOR</i>	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 KESIMPULAN	53
5.2 SARAN	53
DAFTAR ACUAN	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	56

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> Komponen rokok dan asap rokok	8
<b>Gambar 2.2</b> Sidestream smoke	9
<b>Gambar 2.3</b> Kurva penyerapan <i>isotherm</i>	15
<b>Gambar 2.4</b> Permukaan <i>adsorbent</i> yang telah diperbesar	16
<b>Gambar 2.5</b> Pembentukan <i>monolayer</i> pada <i>adsorbent</i>	17
<b>Gambar 2.6</b> Pembentukan <i>multilayer</i> pada <i>adsorbent</i>	18
<b>Gambar 2.7</b> Pengisian secara penuh pori-pori pada <i>adsorbent</i>	18
<b>Gambar 2.8</b> Gaya <i>thermophoresis</i> pada dua pelat	19
<b>Gambar 3.1</b> Instalasi alat	23
<b>Gambar 3.2</b> Skema pengujian	23
<b>Gambar 3.3</b> Kertas saring	24
<b>Gambar 3.4</b> Rokok filter	25
<b>Gambar 3.5</b> <i>Power supply voltage regulator</i> DC	25
<b>Gambar 3.6</b> Termokopel	26
<b>Gambar 3.7</b> <i>Digital temperature recorder</i>	26
<b>Gambar 3.8</b> <i>Hot wire anemometer</i>	27
<b>Gambar 3.9</b> Timbangan digital	28
<b>Gambar 4.1</b> Grafik pengujian menggunakan filter udara konvensional	36
<b>Gambar 4.2</b> Grafik pengujian menggunakan rangkaian filter udara konvensional dan karbon aktif homogen	39

<b>Gambar 4.3</b>	Grafik pengujian menggunakan rangkaian filter udara konvensional dan karbon aktif tanpa pencetakan	41
<b>Gambar 4.4</b>	Grafik pengujian menggunakan rangkaian filter udara konvensional dan karbon aktif heterogen (berlapis)	44
<b>Gambar 4.5</b>	Grafik pengujian menggunakan <i>thermal precipitator</i>	46
<b>Gambar 4.6</b>	Grafik pengujian menggunakan rangkaian filter udara konvensional, karbon aktif homogen, dan <i>thermal precipitator</i>	49

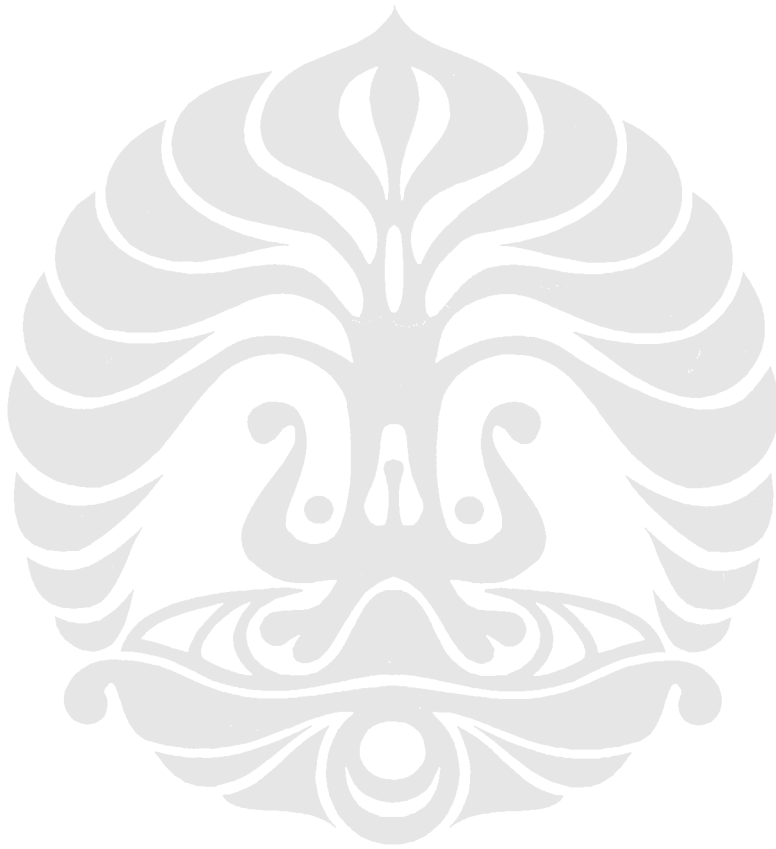


## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 2.1</b> Komposisi partikel <i>sidestream smoke</i>	11
<b>Tabel 2.2</b> <i>Properties sidestream smoke</i> ETS	12
<b>Tabel 2.3</b> Tipe dan <i>properties</i> karbon aktif	14
<b>Tabel 3.1</b> Komponen <i>Cigarette Smoke Filter</i>	22
<b>Tabel 3.2</b> Persamaan kalibrasi tiap <i>channel</i>	27
<b>Tabel 4.1</b> Penambahan massa aerosol pada perhitungan massa awal aerosol	35
<b>Tabel 4.2</b> Penambahan massa aerosol pada pengujian menggunakan filter udara konvensional	36
<b>Tabel 4.3</b> Penambahan massa aerosol pada pengujian menggunakan rangkaian filter udara konvensional dan karbon aktif homogen	38
<b>Tabel 4.4</b> Penambahan massa aerosol pada pengujian menggunakan rangkaian filter udara konvensional dan karbon aktif tanpa pencetakan	41
<b>Tabel 4.5</b> Penambahan massa aerosol pada pengujian menggunakan rangkaian filter udara konvensional dan karbon aktif heterogen	44
<b>Tabel 4.6</b> Penambahan massa aerosol pada pengujian menggunakan <i>thermal precipitator</i>	46

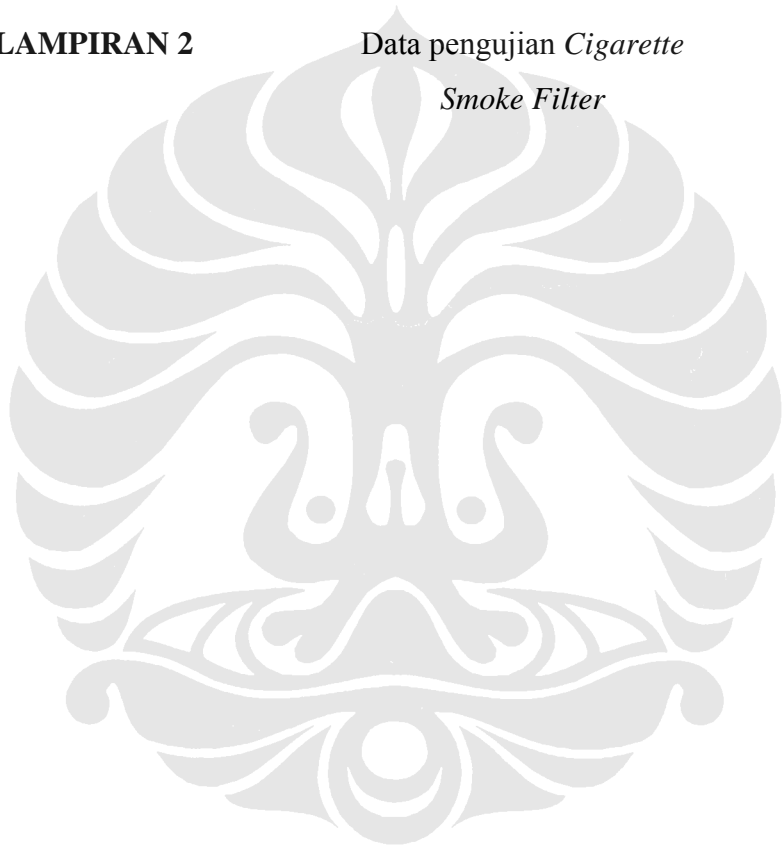
**Tabel 4.7** Penambahan massa awal aerosol pada pengujian menggunakan rangkaian filter udara konvensional, karbon aktif homogen, dan *thermal precipitator*

49



## DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
<b>LAMPIRAN 1</b>	Tabel Air Contaminants	57
<b>LAMPIRAN 2</b>	Data pengujian <i>Cigarette</i> <i>Smoke Filter</i>	58



## DAFTAR SINGKATAN



AC	Alternating Current
EPA	Environmental Protection Agency
ETS	Environmental Tobacco Smoke
DC	Direct Current
DKI	Daerah Khusus Ibukota
RSP	Respirable Suspended Particulate Matter
WHO	World Health Organization



## DAFTAR ISTILAH DAN SIMBOL

Simbol	Keterangan	Dimensi
$\lambda$	Konstanta konduktivitas kalor gas	
$a$	Konstanta koefisien refleksi thermal	
$k$	Konstanta Boltzmann	$1.38 \cdot 10^{-23}$ J/K
$m$	Massa molekul gas	kg
$n$	Densitas	$\text{kg/m}^3$
$P$	Tekanan	$\text{kg/m}^2$
$R$	Radius partikel	meter
$T$	Temperatur	K
$v$	Kecepatan gas	meter/sekon
$v^{\text{sph}}$	Kecepatan partikel	meter/sekon
$\eta$	Efisiensi	