

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN
ALAT UJI ADSORPSI KINETIK**

· TESIS

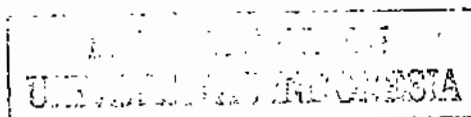
Oleh:

ARFIE IKHSAN FIRMANSYAH

06 06 00 286 2



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



PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis dengan judul :

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT UJI ADSORPSI KINETIK

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Magister Teknik pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tesis yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar magister teknik di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 11 Juli 2008



Arfie Ikhsan Firmansyah

NPM 06 06 00 286 2

PENGESAHAN

Tesis dengan judul :

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT UJI ADSORPSI KINETIK

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Magister Teknik pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Tesis ini telah diujikan pada sidang ujian tesis pada tanggal 7 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai tesis pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 11 Juli 2008

Dosen Pembimbing,



Dr.-Ing. Ir. Nasruddin, M.Eng

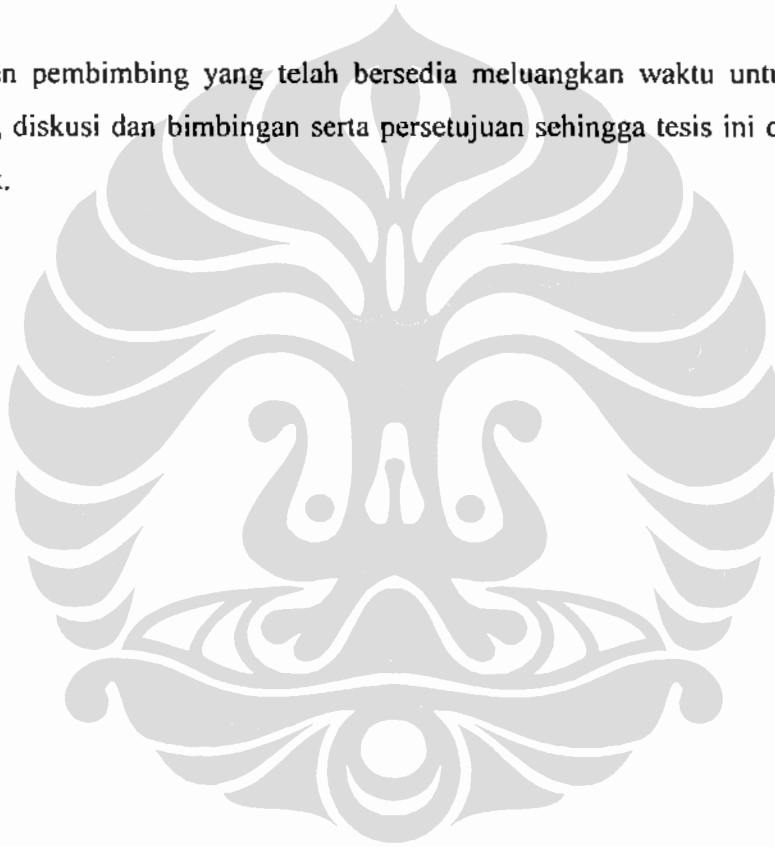
NIP. 132 142 259

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Dr.-Ing. Ir. Nasruddin, M.Eng

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



Arfie Ikhsan Firmansyah
NPM: 06 06 00 286 2
Departemen Teknik Mesin

Dosen Pembimbing :
Dr-Ing. Ir. Nasruddin M.Eng

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT UJI KINETIK ADSORPSI

ABSTRAK

Sistem adsorpsi pada padatan atau sistem adsorpsi fisik banyak sekali digunakan dewasa ini. Sistem adsorpsi digunakan pada sistem penjernihan air, penyerapan limbah, *gas storage* (penyimpan gas), sistem pendingin, pemurnian gas (*gas purification*) dan lain-lain. Pada sistem adsorpsi media penyerapannya biasa disebut sebagai adsorben dan zat yang terserap disebut sebagai adsorbat. adsorben adalah zat atau material yang mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mempertahankan cairan atau gas didalamnya. Efisiensi sistem menggunakan aplikasi adsorpsi ditentukan oleh karakteristik adsorpsi.

Di Indonesia alat untuk mendapatkan data karakteristik adsorpsi berupa kapasitas dan laju penyerapan sangat sulit ditemukan. Kebutuhan alat uji untuk mendapatkan data karakteristik adsorpsi sangat dibutuhkan pada penelitian adsorpsi fisik.

Informasi karakteristik adsorpsi sangat berguna sebagai dasar memilih pasangan adsorben-adsorbat pada perancangan sistem menggunakan aplikasi adsorpsi fisik, sehingga didapatkan efisiensi yang tinggi (El-Sharkawy, Ibrahim et al, 2008). Salah satu metode pengukuran karakteristik adsorpsi adalah metode volumetrik, dimana menghitung kapasitas dan laju penyerapan dilakukan dengan menggunakan perubahan tekanan per satuan waktu pada temperatur konstan atau dikenal dengan adsorpsi isotermaal (Dawoud dan Aristov, 2003).

Alat uji adsorpsi kinetik dirancang dan dibuat dengan metode volumetrik dapat digunakan mengukur tekanan dan temperatur per detik. Perhitungan data unjuk kerja alat uji adsorpsi kinetik menggunakan persamaan gas ideal untuk menghitung kapasitas dan laju penyerapan. Pengujian unjuk kerja alat uji adsorpsi dilakukan dengan uji *repeatability* data dan validasi data menggunakan uji statistik T-berpasangan.

Uji *repeatability* data dan validasi data didapatkan $t_{hitung} = -379.177$. Hasil pengujian hipotesis penelitian diterima pada $\alpha = 0.05$. Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat kesamaan data antara pengujian 1 dan 2 pada taraf signifikan (nyata) 95%.

Kata Kunci : adsorpsi, karakteristik adsorpsi dan metode volumetrik

Arfie Ikhsan Firmansyah
NPM: 06 06 00 286 2
Mechanical Engineering Departement

Counsellor:
Dr-Ing. Ir. Nasruddin M.Eng

DESIGN AND MANUFACTURING KINETICS OF ADSORPTION

ABSTRACT

Adsorption in solid surface is used by research and industrial. Adsorption system has used for water purity, gas storage, cooling system, gas purification etc. In adsorption system, Material or physic media is conceiving call adsorbent and the material is permeated call adsorbate. Adsorbent is material, which is having ability to fasten and maintain liquid or gas. Efficiency of system is using adsorption system, that is determined by adsorption characteristic

In Indonesia, adsorption test rig to get the data of adsorption characteristic in the form of capacity and kinetic of adsorption is difficult found. The test rig is required to get the data of adsorption characteristic by research of adsorption

The information of adsorption characteristic is based to found best couples adsorbent-adsorbate, which is used to get high efficiency by design of adsorption system. (El-Sharkawy, Ibrahim Et al, 2008). One of method of measurement of adsorption characteristic is volumetric method, that is measurement capacity and kinetic of adsorption by using pressure change and constant temperature per time or adsorption isothermal (Dawoud And Aristov, 2003)

The designed and manufacturing test rig kinetic of adsorption is used by volumetric method, which can be used to measure pressure and temperature per second. The data processing is using thermodynamics equation of ideal gas (STP), that is calculating capacity and kinetic of adsorption. The performance of test rig examination is using repeatability of data. The conclusion of examination is using statistical paired-samples T-test.

Result of repeatability and validation of data is get $t_{hitung} = - 379.177$, that is mean the research hypothesis accepted at $\alpha = 0.05$. The conclusion of research is have a same data between examination 1 and 2 at signification level (real) 95%.

Keywords : adsorption, adsorption characteristic and volumetric method

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR NOTASI	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1. 1 LATAR BELAKANG	1
1. 2 PERUMUSAN MASALAH	2
1. 3 TUJUAN PENELITIAN	3
1. 4 PEMBATAAN MASALAH	3
1. 5 LOKASI PENELITIAN	3
1. 6 METODE PENULISAN	3
1. 7 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 ADSORPSI	5
2.1.1 Adsorpsi fisik	5
2.1.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi	7
2.1.3 Adsorben dan adsorbat	8
2.1.3.1 Adsorben	8
2.1.3.2 Adsorbat	11
2.1.4 Adsorbat kimia	12
2.2 METODE PENGUKURAN ADSORPSI	13
2.2.1 Metode carrier gas	13
2.2.2 Metode volumetrik	14
2.2.3 Metode gravimetrik	15
2.1.4 Metode kalorimetrik	12
2.3 PERPINDAHAN MASSA	17
2.4 LAJU PENYERAPAN DENGAN METODE VOLUMETRIK	17
BAB III PERANCANGAN ALAT UJI KINETIK ADSORPSI	20
3.1 ALUR PERANCANGAN	20
3.2 RANCANGAN ALAT UJI ADSORPSI KINETIK	22
3.2.1 Pressure vessel	23
3.2.2 Measuring cell	24
3.2.3 Fluids jacket	24

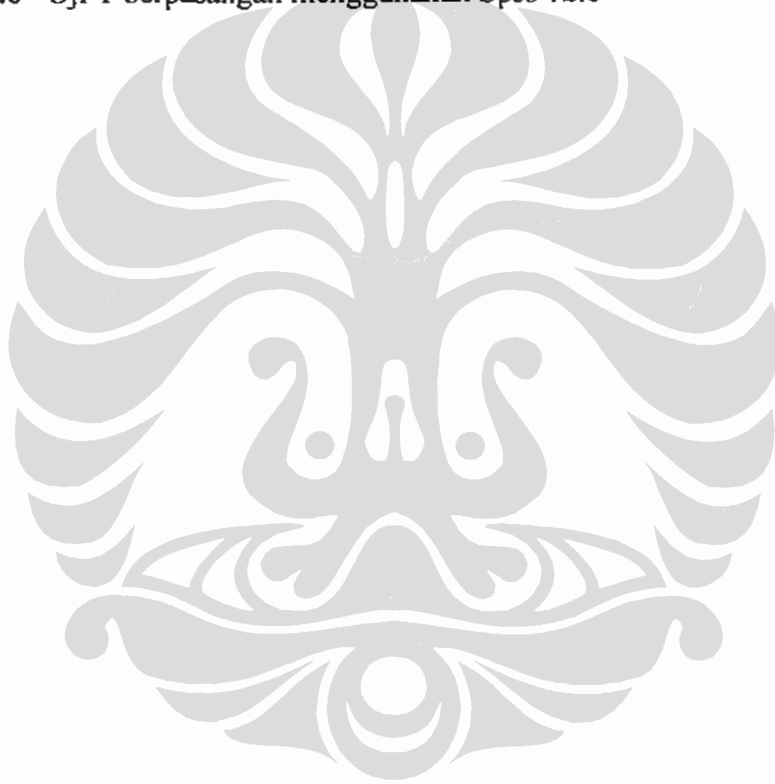
3.2.3.1 Fluids jacket 1	24
3.2.3.2 Fluids jacket 2	25
3.2.4 Pipa dan insulasi	26
3.2.5 Pressure transmitter	26
3.2.6 Thermocouples	27
3.2.7 Circulating thermal bath	28
3.2.8 Pompa vakum	28
3.2.9 Needle valve	29
3.2.10 Tube flaring	30
3.2.11 DA&C	31
3.2.12 Power supply	32
3.2.13 Komputer	32
3.2.14 Aquaduct	33
3.2.15 Water valve	33
BAB IV METODE PENGUJIAN DAN ANALISIS PENGUJIAN	34
4.1 PEMBUATAN ALAT UJI DAN PERSIAPAN ALAT UKUR	34
4.1.1 Instrumentasi	35
4.1.2 Verifikasi alat ukur	37
4.1.2.1 Verifikasi pressure transmitter	37
4.1.2.2 Verifikasi termocouples	40
4.2 PERSIAPAN PENGUJIAN	41
4.2.1 Degassing	41
4.2.2 Perhitungan volume alat uji adsorpsi kinetik	42
4.3 PENGUJIAN ALAT UJI KINETIK ADSORPSI	44
4.4 METODE PENGUJIAN REPEATIBILITY	46
4.5 METODE PENGUJIAN	47
BAB V KESIMPULAN	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kurva adsorpsi isotermis	6
Gambar 2.2 (a). Karbon aktif granul (b). Karbon aktif serat	10
Gambar 2.3 Skematik metode carrier gas	13
Gambar 2.4 Skematik metode volumetrik	15
Gambar 2.5 Skematik TGA	16
Gambar 2.6 Skematik Tian-Calvet kalorimeter	17
Gambar 2.7 Skema laju penyerapan	18
Gambar 2.8 Grafik hubungan penyerapan uap air	19
Gambar 3.1 Alur penulisan tesis	20
Gambar 3.2 Alur perancangan dan pembuatan alat uji adsorpsi kinetik	21
Gambar 3.3 Skematik rancangan alat uji adsorpsi kinetik	22
Gambar 3.4 Sketsa pressure vessel	23
Gambar 3.5 Sketsa measuring cell	24
Gambar 3.6 Sketsa fluids jacket 1	25
Gambar 3.7 Sketsa fluids jacket 2	25
Gambar 3.8 Pressure transmitter PTK 1400	27
Gambar 3.9 Thermocouples jenis screw	27
Gambar 3.10 Circulating thermal bath CCI-E	28
Gambar 3.11 Pompa vakum DRP-1400	29
Gambar 3.12 Needle valve SS-ORS2	30
Gambar 3.13 (a). Input analog module (b). Converter	32
Gambar 3.14 Power supply	32
Gambar 3.15 Water valve	33
Gambar 4.1 Alat uji adsorpsi kinetik	34
Gambar 4.2 Skematik alat uji adsorpsi kinetik	35
Gambar 4.3 Diagram alir instrumentasi alat ukur	36
Gambar 4.4 Program visidaq 3.11	37
Gambar 4.5 Skematik verifikasi pressure transmitter	38
Gambar 4.6 (a). Hasil verifikasi pressure transmitter channel 00 (b). Hasil verifikasi pressure transmitter channel 01	39
Gambar 4.7 Skematik verifikasi thermocouples	40
Gambar 4.8 (a). Hasil verifikasi thermocouples channel 00 (b). Hasil verifikasi thermocouples channel 01	41
Gambar 4.9 Timbangan AND FX 4000	41
Gambar 4.10 Skematik proses degassing	42
Gambar 4.11 Titik pemasangan measuring cell dan thermocouples	44
Gambar 4.12 Perbandingan tekanan dan temperatur pada uji tanpa sampel	48
Gambar 4.13 Grafik pengujian unjuk kerja alat uji adsorpsi kinetik	50

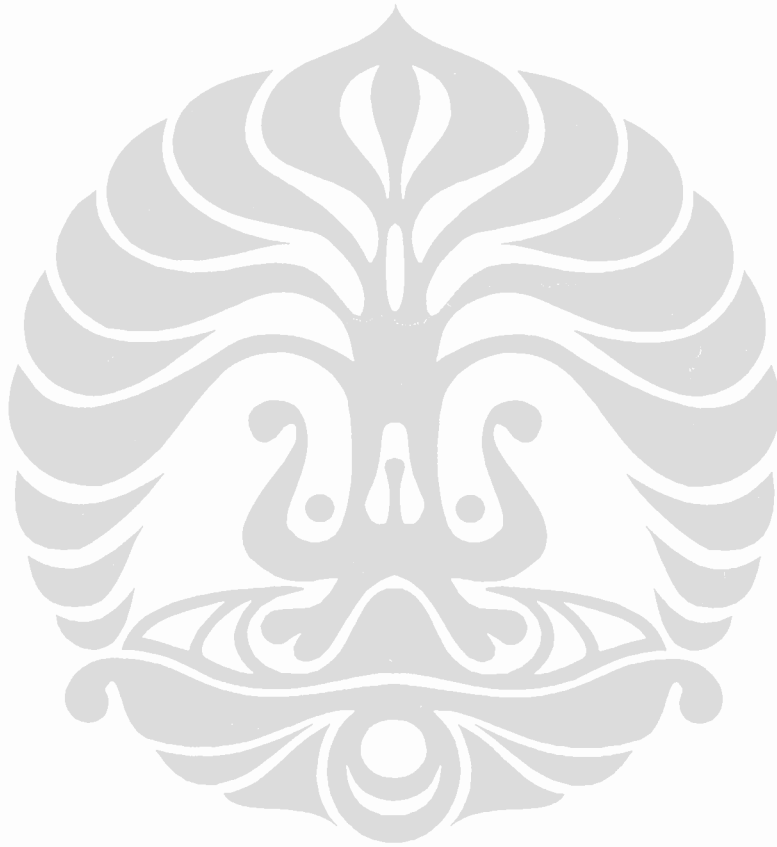
DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Distribusi pemasangan pipa	26
Tabel 4.1 Kondisi pengujian tanpa sampel	48
Tabel 4.2 Spesifikasi sampel	49
Tabel 4.3 Hasil proses degassing sampel	49
Tabel 4.4 Kondisi pengujian unjuk kerja alat uji adsorpsi kinetik	50
Tabel 4.5 Hasil pengujian pertama dan kedua alat uji adsorpsi kinetik Pada perhitungan kapasitas adsorpsi	51
Tabel 4.6 Uji T berpasangan menggunakan Spss 12.0	51



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran I Perhitungan perancangan alat uji adsorpsi kinetik	57
Lampiran II Gambar Rancangan	65
Lampiran III Data kalibrasi pressure transmitter dan thermocouples	70
Lampiran IV Properties CO ₂ dan tabel distribusi T	74



DAFTAR NOTASI

Δ	Perubahan / perbedaan	
h	Entalpi	[kJ/kg]
m	Massa	[kg]
\dot{m}	Perubahan massa per satuan waktu	[kg/s]
P	Tekanan	[bar]
R	Konstanta gas ideal	[kJ/(kg.K)]
ρ	Berat jenis	[kg/m ³]
s, dry	Sampel adsorben	
t	Waktu	[s]
T, ϑ	Temperatur	[K, °C]
V	Volume	[m ³]
x	Laju penyerapan	[g/100g]
χ	Kapasitas adsorpsi uap adsorbat	[-]
ads	Adsorpsi	
vv	Vapor pada vessel	
ms	<i>Measuring</i>	
d	Penyerapan uap	
0	Awal	
∞	Akhir	