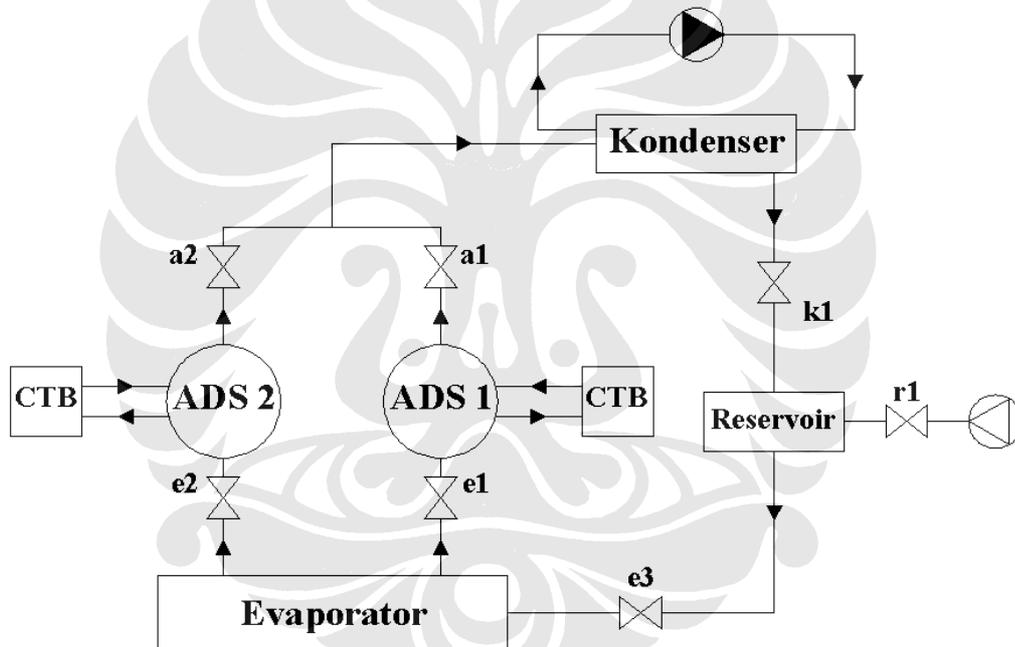


BAB 3

METODE PENGUJIAN DAN PENGAMBILAN DATA

3.1. Deskripsi Alat Adsorpsi

Alat adsorpsi yang diuji memiliki beberapa komponen utama, yaitu: adsorber, evaporator, kondenser, dan reservoir (gbr. 3.1). Diantara kondenser dan katup reservoir dipasang katup untuk melakukan proses ekspansi agar terjadi penurunan tekanan dari kondenser menuju reservoir. Pada setiap komponen utama dipasangkan alat ukur untuk mendapatkan tekanan dan temperatur pada saat proses berlangsung.



Gambar 3.1. Skema alat pengujian

Untuk mendapatkan proses adsorpsi dan desorpsi secara bersamaan, maka digunakan dua buah adsorber. Setiap adsorber berisi tujuh buah adsorben yang dilalui pipa tembaga sebagai penghantar panas dari luar sistem yang dipompa oleh *Circulating Thermostatic Bath* (CTB). Diantara susunan adsorben dipasang plat tembaga (*fin*) untuk menghantarkan panas ke seluruh permukaan adsorben. Panas tersebut yang digunakan adsorben untuk melakukan penyerapan metanol dari

evaporator pada proses adsorpsi dan pelepasan metanol menuju kondenser pada proses desorpsi.

Di dalam kondenser terdapat lilitan pipa tembaga yang akan dialiri air dari pompa sentrifugal dengan arah berlawanan (*counter flow*) untuk merubah fase metanol dari gas menjadi cair.

Reservoir digunakan untuk memastikan fase metanol dalam bentuk cair sebelum masuk ke evaporator. Pada komponen ini dipasang katup yang menghubungkan sistem dengan lingkungan.

Evaporator berbentuk *double tube* dimana pipa bagian dalam digunakan sebagai kabin sebagai tempat pendinginan air. Hubungan ke komponen lainnya dibatasi dengan menggunakan katup *ball valve*.

3.2. Alat Ukur

3.2.1. *Pressure transmitter*

Pada alat uji adsorpsi dengan 2 adsorber digunakan dua buah *pressure transmitter* yang digunakan untuk mengukur tekanan di kedua adsorber pada sistem adsorpsi tersebut. *Pressure transmitter* tersebut membaca tekanan dalam *miliAmpere* (mA) dimana *pressure range* 0 – 6 bar abs. sebanding dengan 4 – 20 mA. *Pressure transmitter* yang digunakan pada alat uji adsorpsi dengan 2 adsorber memiliki spesifikasi, sebagai berikut:

Pabrikan	: Siemens
Tipe	: sitrans P serie Z
<i>Pressure range</i>	: 0 – 16 bar absolut
<i>Analog Output</i>	: 4 – 20 mA
Akurasi	: 0.15 %



Gambar 3.2. *Pressure transmitter*

3.2.2. Data akuisisi (DA & C)

Data akuisisi digunakan untuk menerima sinyal atau *analog output* dari alat ukur, yaitu *pressure transmitter* dan termokopel. Data *analog* yang diterima data akuisisi dari alat ukur diubah menjadi data digital, sehingga mampu dibaca dan disimpan komputer.

Data akuisisi terdiri dari dua bagian, yaitu *analog input module* dan *converter*. *Analog input module* merupakan alat yang menangkap sinyal dari alat ukur, sedangkan *converter* merupakan alat yang menerima, mengubah sinyal dan menguatkan keluaran *analog input module* agar dapat diterima komputer melalui *communication port*.

Pada alat uji adsorpsi dengan dua adsorber terdapat satu data akuisisi, yaitu data akuisisi untuk menerima keluaran *thermocouples* berupa mV dan *pressure transmitter* berupa mA. Spesifikasi DA & C yang digunakan pada pengujian adalah sebagai berikut:

Pabrikan	: Advantech
Tipe <i>analog input module</i>	: 4018 ⁺
<i>Converter</i>	: 4520
<i>Input accepted</i>	: thermocouple tipe J, K, T, E, R, S and B current input ± 20 mA, 4~20 mA
Akurasi	: 0.1%
<i>Power supply</i>	: 10 – 30 V dc



(a)



(b)

Gambar 3.3. (a) *Converter*, (b) *analog input module*

3.2.3. *Pressure gauge* vakum

Pengukuran tekanan pada kondenser, evaporator, dan reservoir dilakukan dengan menggunakan *pressure gauge* vakum. Pada bagian reservoir digunakan tipe *compound* untuk memudahkan uji kebocoran sebelum dilakukan proses pengujian. Spesifikasi alat ukur yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Posisi : kondenser dan evaporator
 Pabrikan : Schuh Technology
Pressure range : -76 – 0 cmHg (-15 – 0 psi)
 Akurasi : 1 cmHg
2. Posisi : reservoir
 Pabrikan : Wika
Pressure range : -1 – 5 bar
 Akurasi : 0.2 bar



Gambar 3.4. *Pressure gauge* vakum

3.2.4. Termokopel

Termokopel digunakan untuk mengukur temperatur diletakkan di kedua adsorber, kondenser, reservoir, dan evaporator. Pada alat pengujian digunakan termokopel tipe K dengan kisaran temperatur -200 – 1350⁰C.

3.3. Persiapan Pengujian

Beberapa alat bantu yang perlu disiapkan sebelum melakukan pengujian alat, yaitu:

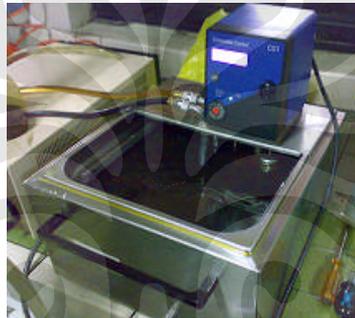
1. Dua buah CTB untuk menjaga temperatur kerja minyak goreng (150⁰C) atau air (20⁰C) yang akan dialirkan ke dalam setiap adsorber untuk

proses adsorpsi dan desorpsi (gbr. 3.5.a). Spesifikasi CTB yang digunakan dapat dilihat pada tabel:

Tabel spesifikasi CTB

	CTB 1	CTB 2
Pabrikasi	Huber	Huber
Tipe	CC1-E	CC1-E
Mesin pendingin	-	<i>Refrigeration chiller</i>
<i>Temperature range</i>	25 - 200 ⁰ C	-30 – 200 ⁰ C
Akurasi pada suhu 70 ⁰ C	± 0.02 K	± 0.02 K

(Ikhsan, Arfie, 2008)



Gambar 3.5. *Circulating Thermostatic Bath*

2. Pompa air untuk mengalirkan air menuju kondensor (gbr. 3.6)



Gambar 3.6. Pompa sentrifugal

3. Kompresor vakum untuk menurunkan tekanan di dalam sistem (gbr. 3.5.b). Spesifikasi kompresor vakum:

Pabrikasi: Ogawa seiki co, ltd

Tipe : DRP-1400

Jenis	: <i>Rotary vacuum pump</i>
Vakum maksimal	: 6.7×10^{-2} pa
Laju pemvakuman	: 1200 l/ min. (50 Hz) : 1440 l/ min (60 Hz)
Konsumsi energi	: 2.2 kW



Gambar 3.7. Kompresor vakum

4. *Power supply* yang terhubung dengan DA & C sebagai sumber listrik untuk menyalakan DA & C. *Power supply* yang digunakan memiliki spesifikasi:

Pabrikan	: Nagoya
Arus	: 20 A
Tegangan	: 9 – 24 V
5. Metanol pro-analisis (metanol 99,9%) yang berfungsi sebagai refrigeran.
6. Komputer yang memiliki *software* perekam data pengukuran.
7. Kabel tipe RS 232 sebagai *converter connection* antara DA & C dengan komputer.
8. *Thermaflex* sebagai insulasi pada sistem untuk menjaga agar tidak ada kalor yang masuk atau keluar sistem.
9. Minyak goreng sebagai fluida untuk memanaskan adsorber pada proses *degassing*, *preheating* dan desorpsi.

Proses pertama yang dilakukan setelah semua alat bantu telah disiapkan adalah proses *degassing* dengan cara mengalirkan minyak goreng dengan temperatur 150°C selama dua jam dengan menggunakan CTB, sehingga zat-zat

yang tidak diinginkan di dalam adsorben dapat terlepas. Kemudian sistem divakum melalui katup di reservoir (r1) dengan kondisi semua katup lainnya terbuka penuh hingga mencapai tekanan -76 cmHg.

Sebelum metanol sebanyak 250 ml dimasukkan ke dalam sistem melalui katup r1, maka katup a1, a2, e1, e2, dan k1 dalam kondisi tertutup. Metanol yang dimasukkan akan mengalir menuju evaporator. Selanjutnya metanol dimasukkan kembali sebanyak 250 ml ke dalam reservoir dan dimasukkan ke evaporator setelah proses adsorpsi pertama dilakukan. Kemudian katup k1 dibuka sekecil mungkin dalam posisi ekspansi dan katup e3 ditutup.

3.4. Metode Pengujian

3.4.1 Pengujian Adsorpsi

Proses adsorpsi dimulai dengan mendinginkan adsorber menggunakan air bertemperatur 20 °C selama tiga puluh menit menggunakan CTB untuk proses *pre-cooling*. Air dialirkan melalui pipa tembaga pada *flange* adsorber yang terhubung dengan adsorben di dalam adsorber. Pada proses ini katup a1, a2, e1, dan e2 dalam keadaan tertutup.

Setelah tiga puluh menit, katup e yang menghubungkan adsorber yang didinginkan dengan evaporator dibuka agar metanol di dalam evaporator dapat diserap oleh karbon aktif yang berfungsi sebagai adsorben dan katup e3 dalam keadaan tertutup. Tekanan di dalam evaporator akan menurun mengikuti tekanan adsorber. Dalam kondisi tekanan rendah, panas dari evaporator digunakan untuk menguapkan metanol sehingga didapatkan efek pendinginan. Proses ini dilakukan selama 75 menit.

Selama proses *precooling* dan adsorpsi, diambil data-data berupa: tekanan dan temperatur adsorber, serta tekanan dan temperatur evaporator.

Pada saat pengambilan data proses adsorpsi terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu:

1. Temperatur lingkungan 27 ± 3 °C.
2. Temperatur air yang masuk ke adsorber dan lilitan kondenser dijaga pada suhu 20°C.
3. Katup e3 dalam kondisi tertutup.

3.4.2 Pengujian Desorpsi

Seperti halnya dengan proses adsorpsi, proses ini diawali dengan *preheating* selama tiga puluh menit yang dilakukan pada saat yang bersamaan dengan proses *precooling* di adsorber yang berbeda. Media fluida yang digunakan adalah minyak goreng dengan temperatur 150°C yang dipanaskan oleh CTB. Pada saat proses ini dilakukan, katup a1, a2, e1, dan e2 dalam keadaan tertutup.

Selanjutnya dilakukan proses desorpsi selama satu jam dengan membuka katup a yang menghubungkan adsorber yang dipanaskan tadi dengan kondenser. Akibat panas yang diserap oleh adsorben, maka metanol akan terlepas dalam bentuk gas menuju ke kondenser. Fase metanol akan berubah setelah melewati lilitan tembaga yang dialirkan air dengan suhu 20°C oleh pompa sentrifugal sehingga terjadi kondensasi.

Pada saat proses desorpsi, katup k1 dalam keadaan sedikit terbuka untuk melakukan proses ekspansi dan katup e3 tertutup. Di katup ini terjadi penurunan tekanan akibat pengecilan oleh luasan bukaan yang kecil.

Data-data yang diambil dalam proses ini yaitu: tekanan dan temperature adsorber, tekanan dan temperatur condenser, dan tekanan di reservoir. Parameter dan perlakuan yang perlu diketahui selama proses desorpsi adalah sebagai berikut:

1. Temperatur lingkungan $27 \pm 3^{\circ}\text{C}$
2. Temperatur minyak goreng untuk memanaskan adsorber kurang lebih 150°C .
3. Bukaan katup ekspansi sekecil mungkin untuk menghasilkan proses ekspansi.
4. Katup e3 dalam kondisi tertutup.
5. Air yang masuk pada lilitan kondenser memiliki temperatur 20°C dengan menggunakan pompa sentrifugal.

3.5 Pengambilan Data

Data-data yang diambil berupa data kuantitatif pada beberapa titik di setiap komponen yang terukur oleh alat ukur selama rentang waktu pengujian setiap siklus. Jeda waktu setiap pengambilan data dilakukan setiap lima menit

dengan mencatat ukuran awal yang terbaca di alat ukur sebelum dilakukan suatu proses.

Pengambilan data dilakukan dengan dua cara, yaitu secara otomatis melalui komputer yang membaca *input* data dari DA & C dan manual untuk pembacaan tekanan di evaporator, kondenser, dan reservoir. Untuk data tekanan di adsorber dilakukan konversi matematis untuk mengubah satuan yang terbaca oleh *pressure transmitter* dari satuan miliAmpere (mA) menjadi cmHg (absolut).

