

BAB III

PERBAIKAN ALAT

Alat pendingin sistem adsorpsi yang dipakai merupakan alat yang dirancang dan dibuat oleh riki wendri dan ray usmar dimana ternyata masih terdapat kekurangan sehingga alat pendingin yang dipakai pada saat itu masih belum bisa bekerja dengan seharusnya, dan masih terdapat beberapa kekurangan yang harus dilengkapi serta beberapa bagian yang harus diganti. Beberapa perbaikan, penggantian dan penambahan yang dilakukan antara lain

3.1 ADSORBEN

Karbon aktif yang ada pada adsorber terdahulu diganti dengan karbon aktif yang memiliki spesifikasi yang telah ditentukan (Lampiran 1) penggantian karbon aktif dilakukan karena diperkirakan kemampuan karbon aktif yang terdahulu sudah menurun jauh daya serapnya diakibatkan kebocoran sehingga kemungkinan bahwa karbon aktifnya sudah terisi oleh gas yang ada dilingkungan sekitar dan juga tidak diketahui spesifikasi dari karbon yang digunakan, karbon aktif yang dibuat dari batu bara yang dicampur dengan semen sebagai pengikatnya, dengan perbandingan antara semen dan karbon aktif adalah 1 : 4 sehingga hasil campuran tadi beratnya menjadi 150 gr dan dimasukkan kedalam cetakan untuk dipadatkan dengan memakai mesin pres hidrolik dengan tekanan 50 bar selama 10 menit . Setelah itu karbon aktif dikeluarkan dari cetakan dan dijemur selama 1 hari dibawah sinar matahari agar karbon aktif padat dan pengikat yang digunakan sudah mengering. Setelah itu karbon aktif di oven dengan temperature 120 °C selama 3 jam dengan tujuan untuk menghilangkan kadar air yang ada dalam karbon aktif. Setelah itu dibor bagian tengahnya dengan diameter 2.5 cm yang berfungsi sebagai aliran uap methanol pada saat proses adsorpsi dan desorpsi. Kemudian seluruh karbon aktif ditimbang satu-satu dan dimasukkan kedalam

adsorber sebanyak 16 buah dengan berat rata-rata 113.75 gram dan tebal rata-rata 30.5 mm



Gambar 3.1 Lempengan Karbon aktif padat

Tabel 3.1 Berat Karbon Aktif Setelah di Bor Diameter 2.5 cm
(Diameter Luar Karbon 73.8 cm)

No	TEBAL (mm)	BERAT (gram)
1	32	120
2	30	110
3	30	120
4	29	105
5	29	110
6	31	120
7	30	115
8	31	115
9	29	115
10	29.5	115
11	30	115
12	33.5	125
13	34	120
14	30	100
15	32	120
16	29	95

3.2 KATUP EKSPANSI

Pada alat pendingin sistem adsorpsi yang digunakan masih belum terdapat katup ekspansi yang berfungsi untuk menurunkan tekanan setelah keluar dari kondenser. Untuk katup ekspansi yang digunakan yaitu yang memiliki satu arah keluaran sehingga methanol yang dari kondenser setelah melewati katup ekspansi tidak bisa kembali lagi ke kondenser, katup ekspansi ini harus juga memiliki pengaturan

untuk mengatur besar kecil aliran yang masuk kedalam katup ekspansi. Katup ekspansi yang digunakan adalah jenis throttle dan dipasang diantara kondenser dan reservoir.



Gambar 3.2 Katup Ekspansi *Throttle*

3.3 REDUCER PADA ADSORBER

Pada bagian reducer yang berada diatas dan dibawah adsorber yang semula menggunakan plastik, digantikan dengan besi tuang dengan tujuan agar sambungan yang semula menggunakan lem dapat diganti dengan sambungan las sehingga dapat mengatasi kebocoran yang ada.

3.4 ALAT PENGUKUR TEKANAN DAN TEMPERATUR

Pada sistem pendinginan adsorpsi skala kecil dipasangkan alat pengukur tekanan atau *compound pressure gauge* untuk mengukur tekanan yang terjadi pada saat proses adsorpsi dan desorpsi berlangsung dengan skala pengukuran minimum terkecil -76 cmHg dan maksimum 1 cmHg. Sedangkan untuk alat pengukur temperature digunakan termokopel dengan temperature terendah -50 °C dan temperature tertinggi 150 °C



(a)



(b)

Gambar 3.3 *Compound pressure* -76 – 1 cmHg



(a)



(b)

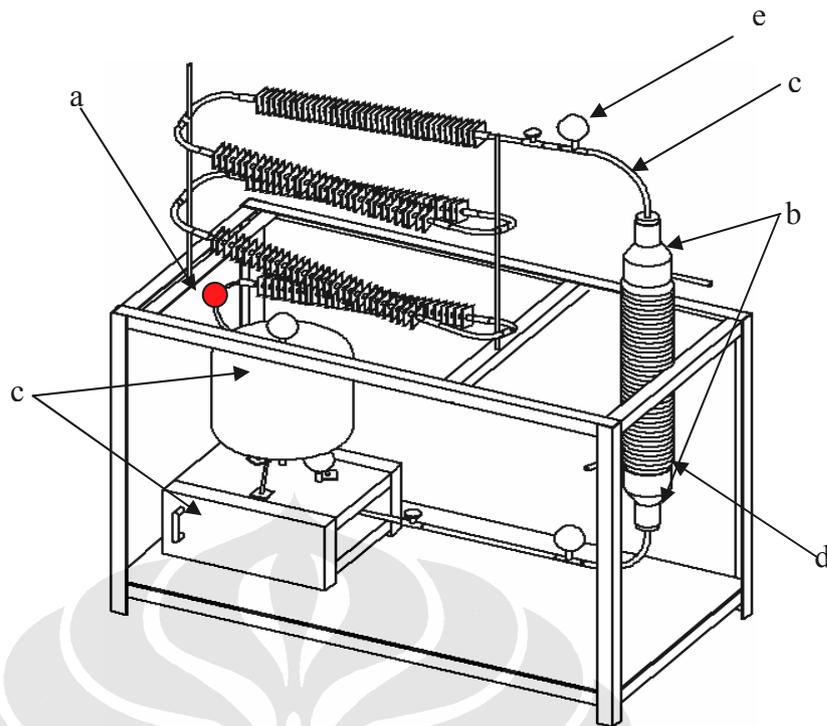
(a) Termokopel *digital* ≤ 70 °C; (b) Termokopel *digital* -50 °C – 150 °C

Gambar 3.4 alat pengukur temperature

Pada termokopel *digital* (a) diletakkan di adsorber, di antara adsorber dan saluran pipa yang dialiri fluida. Sedangkan termokopel *digital* (b) diletakkan pada *Reservoir*, *cool box* dan pada bagian atas dari adsorber sebelum katup 1. sedangkan *Pressure gauge* dipasang diatas adsorber sebelum katup 1, dibawah adsorber setelah katup 4, pada *Reservoir* dan *Cool box*.

3.5 PERBAIKAN SAMBUNGAN

Untuk setiap sambungan yang ada pada alat pendingin sistem adsorpsi, yang semula menggunakan lem untuk menutup kebocoran di sambungan diganti dengan pengelasan dan ditambah dengan bahan aditif sehingga bocor yang ada dapat dihilangkan atau dikurangi. Pengelasan yang digunakan yaitu las gas *asitelin* dan las *argon*, untuk las gas *asitelin* digunakan untuk sambungan antara pipa tembaga sedangkan las *argon* digunakan pada penyambungan antara *adsorber* yang berupa *stainless steel* dengan *reducer* yang merupakan besi tuang, las *argon* dipilih karena sangat baik untuk pengelasan *stainless steel* yang tipis dan mampu menutup dengan baik dan juga pertimbangan memilih las *argon* dibandingkan las gas *asitelin* dikarenakan logam yang akan disambung berbeda sehingga jika menggunakan las *asitelin* maka *stainless steel* akan meleleh sedangkan besi tuang belum panas



Gambar 3.5 Posisi perbaikan pada alat

Keterangan :

- a. Katup ekspansi
- b. Reducer
- c. Termokopel $< 70^{\circ}\text{C}$
- d. Termokopel $-50^{\circ}\text{C} - 150^{\circ}\text{C}$
- e. Pressure gauge



Gambar 3.6 alat pendingin sistem adsorpsi setelah diperbaiki

BAB IV

METODE PENGUJIAN DAN PENGAMBILAN DATA

4.1 PERSIAPAN

Setelah perbaikan selesai dan alat pendingin adsorpsi telah di assembly kembali, maka proses pengujian alat siap untuk dilakukan. Perlengkapan yang dibutuhkan.

- *Thermal bath* untuk memanaskan cairan dan memompa cairan kedalam pipa pemanas dan pendingin di adsorber
- Pompa vakum untuk menurunkan tekanan di dalam sistem
- Metanol sebanyak 0.3 L yang berfungsi sebagai pengganti *refrigerant*
- *Glasswool* sebagai insulasi pada sistem sehingga tidak ada temperatur yang masuk atau keluar dari sistem
- Oli SAE 10W - 40 sebagai fluida yang memanaskan Adsorber



(a)

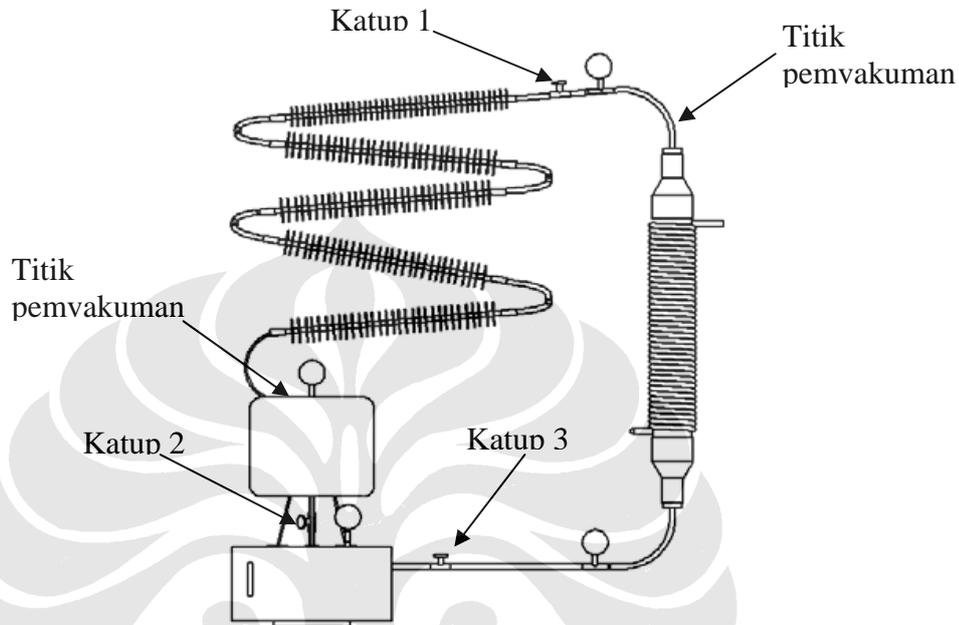


(b)

Gambar 4.1 (a) Pompa Vakum ; (b) Oli

Sistem kemudian di vakum dengan menggunakan pompa vakum sampai tekanan pada *pressure gauge* mencapai -70 cmHg, proses pemvakuman dilakukan dengan memvakum sistem menjadi 2 bagian yaitu bagian pertama yang divakum adalah pada bagian reservoir dengan katup 3 dan katup 1 dalam keadaan tertutup. Untuk

bagian dua pemvakuman dilakukan hanya pada adsorber dengan seluruh katup dalam keadaan tertutup.



Gambar 4.2 Titik Pemvakuman

Setelah sistem divakum kemudian disiapkan metanol untuk dimasukkan kedalam sistem, jumlah metanol yang dipersiapkan untuk dimasukkan kedalam sistem sebanyak 0.3 L. metanol kemudian dimasukkan kedalam sistem melalui titik pemvakuman 2 yaitu pada reservoir dengan keadaan seluruh katup dalam keadaan tertutup. Setelah itu dilakukan proses adsorpsi dan desorpsi sebanyak 5 kali sebelum dilakukan pengambilan data hal ini bertujuan untuk memberi kandungan adsorbat dalam sistem.

4.2 METODE PENGUJIAN

4.2.1 Desorpsi

Sebelum dilakukan proses desorpsi harus ditetapkan terlebih dahulu temperatur lingkungan pada saat itu dan temperatur oli yang akan dialirkan untuk memanaskan adsorber dimana untuk temperatur T_{in} yaitu oli memiliki variasi suhu

yaitu 100 °C, 110 °C, 120 °C, 130 °C, dan 140 °C. setelah suhu T_{in} ditentukan maka oli akan dipanaskan dengan menggunakan *Thermal bath* type CC1



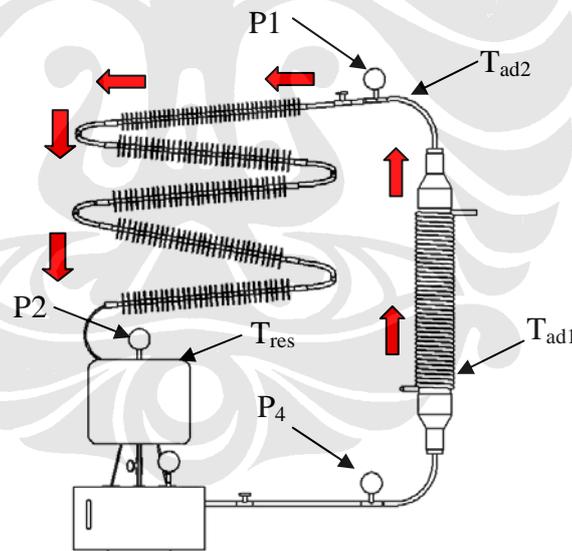
Gambar 4.3 *Thermal bath* type CC1

Oli dipanaskan terlebih dahulu sampai dengan temperatur yang diinginkan kemudian setelah sampai temperturnya baru kemudian dialiri ke pipa pemanas dan pendingin pada adsorber. setelah dialiri oli maka temperatur dan tekanan yang ada pada bagian adsorber langsung meningkat dari sebelumnya, perubahan temperatur dan tekanan terus dicatat selama proses *pre-heating* dan proses desorpsi berlangsung. Setelah oli masuk kedalam pipa di adsorber keadaan katup masih dalam keadaan tertutup dan dilakukan proses *pre-heating* selama 1 jam begitu pula untuk semua percobaan dengan temperatur T_{in} yang berbeda-beda, dalam 1 jam didapatkan tekanan yang berbeda-beda dari masing-masing temperatur T_{in} begitu pula dengan temperatur gas metanol pada adsorber didapatkan berbeda-beda setelah 1 jam untuk masing-masing percobaan. kemudian katup 1 dibuka sehingga metanol yang ada dalam adsorber mengalir melalui kondenser sehingga temperatur metanol menurun dan terkondensasi sehingga metanol menjadi campuran fase uap dan cair kemudian melewati katup ekspansi yang mengakibatkan tekanan dan temperatur pada metanol menurun setelah itu metanol ditampung di reservoir sampai metanol berubah fase menjadi cair, baru dilanjutkan ke proses selanjutnya. pada saat dibuka katup 1 tekanan yang semula naik kembali menjadi turun, proses ini merupakan proses desorpsi.

Proses desorpsi dilakukan selama 1 jam dengan temperatur T_{in} yang telah ditetapkan sebelumnya. setelah 1 jam dari bukaan katup 1 proses desorpsi dihentikan dan katup 1 ditutup. Jadi proses desorpsi dilakukan selama 2 jam dimulai dari *pre-heating* selama 1 jam dan dilanjutkan dengan pembukaan katup 1 selama 1 jam sampai dengan selesai.

Hal-hal yang harus diketahui selama proses desorpsi adalah:

1. temperatur lingkungan pada saat proses desorpsi terjadi
2. temperatur T_{in} yang memanaskan adsorber
3. kecepatan aliran oli yang dipengaruhi oleh temperatur T_{in} yang berbeda-beda
4. Bukaan katup ekspansi sebesar $\frac{1}{2}$ bukaan penuh
5. data yang diambil pada proses desorpsi yaitu tekanan dan temperatur pada P1, P4, P3, T_{ad2} , T_{ad1} , T_{res}
6. Pemanasan adsorber dilakukan selama 2 jam sejak dialiri oli sampai dengan proses desorpsi selesai



Gambar 4.4 Proses Desorpsi

4.2.3 Adsorpsi

Awal dari proses adsorpsi dimulai dari mengalirkan metanol yang terdapat di dalam reservoir kemudian dialirkan ke *cool box* dengan membuka katup 2 selama beberapa menit, setelah itu katup 2 ditutup kembali. Adsorber didinginkan dengan mengalirkan air pada bagian pipa pemanas dan pendingin yang sebelumnya dialirkan oli panas. dengan menggunakan pompa sentrifugal air

dialirkan dengan kecepatan aliran yang didapat kurang lebih 0.017 liter/detik dengan temperatur ruangan yang berkisar 27 – 29 °C. setelah air mengalir ke dalam pipa pemanas dan pendingin maka dimulailah proses *pre-cooling* untuk mendinginkan adsorben yang ada dalam adsorber sehingga mempersiapkan karbon aktif untuk dapat menghisap metanol pada saat proses adsorpsi nanti. Pada *pre-cooling* temperatur dan tekanan pada adsorber menurun dan penurunan tekanan dan temperatur terus dicatat. Proses *pre-cooling* dilakukan selama 1 jam. Setelah 1 jam dari dimulainya proses *pre-cooling* maka katup 3 dibuka sehingga metanol yang ada di cool box dapat diserap oleh karbon aktif yang ada di adsorber ini merupakan proses adsorpsi. proses adsorpsi dilakukan selama 2 jam sejak dimulai dibukanya katup 3, setelah 3 jam katup 3 ditutup dan proses adsorpsi dihentikan. sehingga total proses adsorpsi dari awal *pre-cooling* sampai dengan selesai yaitu 3 jam. untuk proses adsorpsi hanya dengan menggunakan waktu yang telah ditentukan, tidak seperti pada desorpsi yang mengubah-ubah temperatur T_{in} pada adsorpsi hanya dengan menggunakan temperatur ruangan yang telah diatur dengan menggunakan AC.



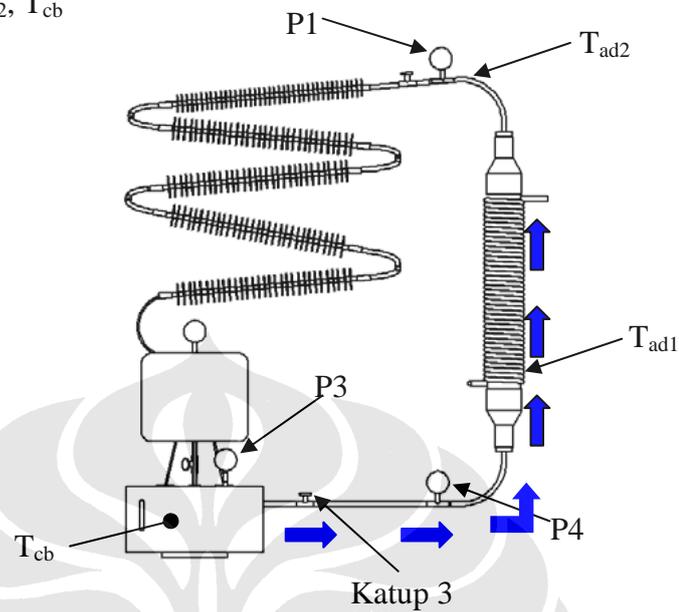
Gambar 4.5 Pompa sentrifugal

Hal-hal yang harus diketahui selama proses adsorpsi adalah

1. temperatur ruangan 27 - 29 °C
2. temperatur air yang mengalir ke dalam pipa 27 – 30 °C
3. kecepatan alir dari pompa sentrifugal adalah 0.017 liter/detik
4. proses *pre-cooling* dilakukan dalam keadaan semua katup tertutup
5. setelah 1 jam *pre-cooling* katup 3 dibuka
6. proses adsorpsi dilakukan selama 2 jam

7. pada saat adsorpsi didapatkan penurunan temperatur pada cool box
8. data-data yang didapatkan pada saat proses adsorpsi adalah P1, P3, P4,

T_{ad1}, T_{ad2}, T_{cb}



Gambar 4.5 Proses adsorpsi

4.3 PENGAMBILAN DATA

Pengambilan data dilakukan beberapa kali tetapi hanya diwakilkan dengan 5 kali percobaan untuk dianalisa lebih lanjut dengan temperatur yang berbeda dan selama 5 hari berturut-turut.

Data percobaan yang didapat berupa nilai kuantitatif dari parameter tekanan dan temperatur dengan lama waktu yang sama untuk setiap proses dalam percobaan. Satu siklus suatu percobaan membutuhkan sehari penuh, sehingga untuk mendapatkan beberapa data percobaan membutuhkan beberapa hari pula. Data-data percobaan tersebut dapat dilihat dilampiran .