

BAB IV

DATA DAN ANALISA HASIL PERCOBAAN

Percobaan alat yang dilakukan dimulai dengan melakukan *degassing*, yaitu dengan cara memanaskan kedua adsorber dengan menggunakan media pemanas minyak goreng pada suhu 150°C yang dialirkan melalui *tube-tube* di dalam adsorben menggunakan CTB (*Circulating Thermostatic Bath*). Adapun tujuan dari proses ini adalah untuk menguapkan zat-zat yang tidak diperlukan pada adsorben, sehingga memperbaiki kondisi adsorben dan diharapkan dapat melakukan penyerapan lebih baik. Setelah dipanaskan, dilakukan proses pemvakuman melalui katup pada bagian reservoir (r1) menggunakan pompa vakum hingga diperoleh tekanan vakum sistem mencapai -76 cmHg *gauge*. Setelah sistem dalam keadaan vakum maka metanol dimasukkan ke dalam *reservoir* melalui katup r1 dan akan mengalir menuju evaporator. Dan selanjutnya dilakukan proses adsorpsi.

4.1 Proses Adsorpsi

Proses adsorpsi dilakukan setelah proses *degassing*. Proses *pre-cooling* dilakukan untuk persiapan proses adsorpsi, yaitu dengan mengalirkan air pendingin yang diset pada temperatur 25°C dan 20°C pada CTB (*Circulating Thermostatic Bath*) selama 30 menit. Setelah proses *pre-cooling*, kemudian dilanjutkan dengan proses adsorpsi selama 1 jam.

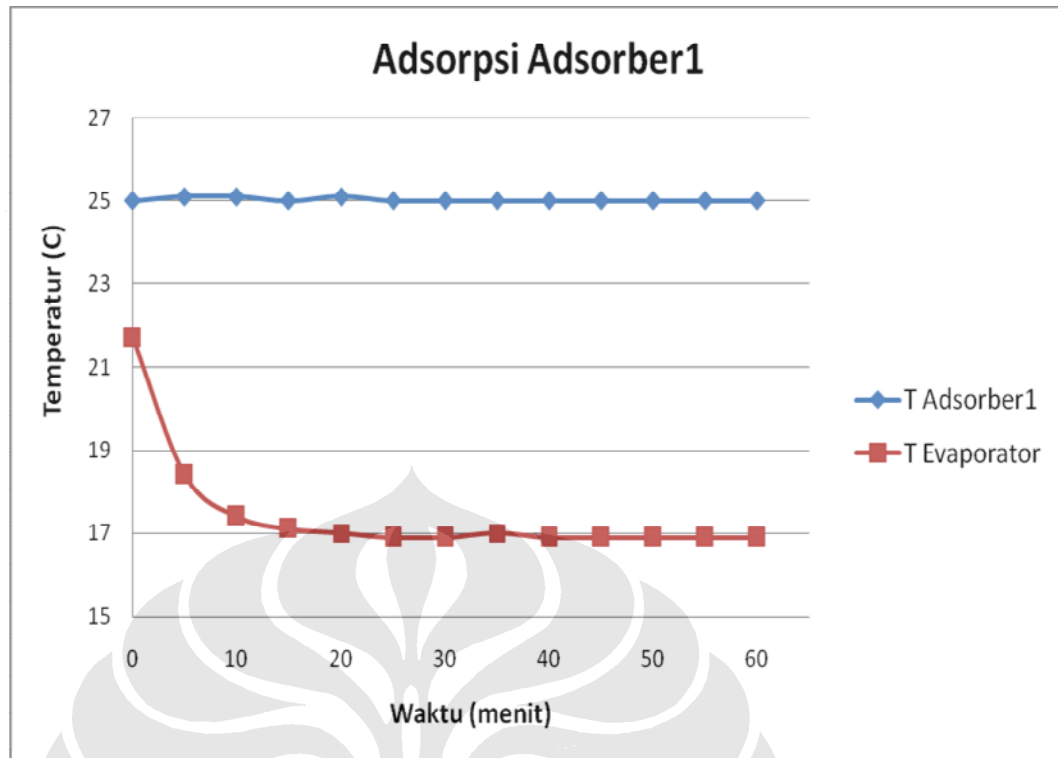
4.1.1 Data dan Analisa Proses Adsorpsi pada Adsorber1

Tabel dibawah ini (table 4.1) adalah data hasil percobaan adsorpsi yang dilakukan pada adsorber1.

Tabel 4.1 Data hasil proses adsorpsi adsorber1

Waktu (menit)	T ads 2 ($^{\circ}\text{C}$)	T ads 1 ($^{\circ}\text{C}$)	T evap ($^{\circ}\text{C}$)
0	22,7	25	21,7
5	22,7	25,1	18,4
10	22,7	25,1	17,4
15	22,7	25	17,1
20	22,7	25,1	17
25	22,7	25	16,9
30	22,7	25	16,9
35	22,7	25	17
40	22,7	25	16,9
45	22,7	25	16,9
50	22,7	25	16,9
55	22,7	25	16,9
60	22,7	25	16,9

Pada table di atas dapat dilihat temperature di adsorber2, temperature di adsorber1, dan temperature di evaporator. Pada awalnya temperature sistem sama dengan temperatur lingkungan yaitu $22\pm 1^{\circ}\text{C}$. Namun karena dilakukan proses *pre-cooling*, maka temperatur di adsorber1 mengalami kenaikan dan dibuat konstan pada temperature 25°C . Proses *pre-cooling* bertujuan untuk membuat temperatur yang seimbang di adsorben sehingga adsorben tersebut dalam keadaan siap untuk menyerap adsorbat dari *evaporator*. Di bawah ini adalah grafik yang menunjukkan perubahan temperatur yang terjadi di evaporator saat adsorber1 diadsorpsi.



Gambar 4.1 Grafik temperatur di evaporator saat adsorber1 diadsorpsi

Pada grafik diatas terjadi penurunan temperatur dengan cepat pada 5 menit pertama yaitu dari $21,7^{\circ}\text{C}$ menjadi $18,4^{\circ}\text{C}$. Hal ini terjadi dikarenakan sesaat setelah katup evaporator menuju adsorber1 (e1) dibuka maka metanol di evaporator diserap dengan cepat oleh adsorben. Namun setelah 5 menit terlihat dengan jelas pengaruh dari adsorpsi yaitu penurunan temperatur secara perlahan. Penurunan temperatur terus terjadi hingga menit ke 25 yang sekaligus mencapai temperatur terendah pada $16,9^{\circ}\text{C}$. Setelah menit ke 25 temperatur konstan, hal ini dikarenakan terjadinya penyeimbangan temperatur dari efek adsorpsi yang masih berlangsung. Pada proses ini temperatur terendah yang dicapai adalah $16,9^{\circ}\text{C}$ yang terjadi pada menit ke 25. Penurunan temperatur yang dapat dicapai adalah $4,8^{\circ}\text{C}$. Sedangkan temperatur pada adsorber1 cenderung konstan pada 25°C , hal ini dikarenakan fluida yang dialirkan masuk ke adsorber melalui *tube-tube* tembaga diset pada 25°C dengan menggunakan CTB (*Circulating Thermostatic Bath*).

4.1.2 Data dan Analisa Proses Adsorpsi pada Adsorber2

Setelah mendapatkan data adsorpsi pada adsorber1, maka dengan kondisi dan metode pengambilan data yang sama dilakukan pengambilan data adsorpsi pada adsorber2. Tabel berikut ini adalah data yang diperoleh :

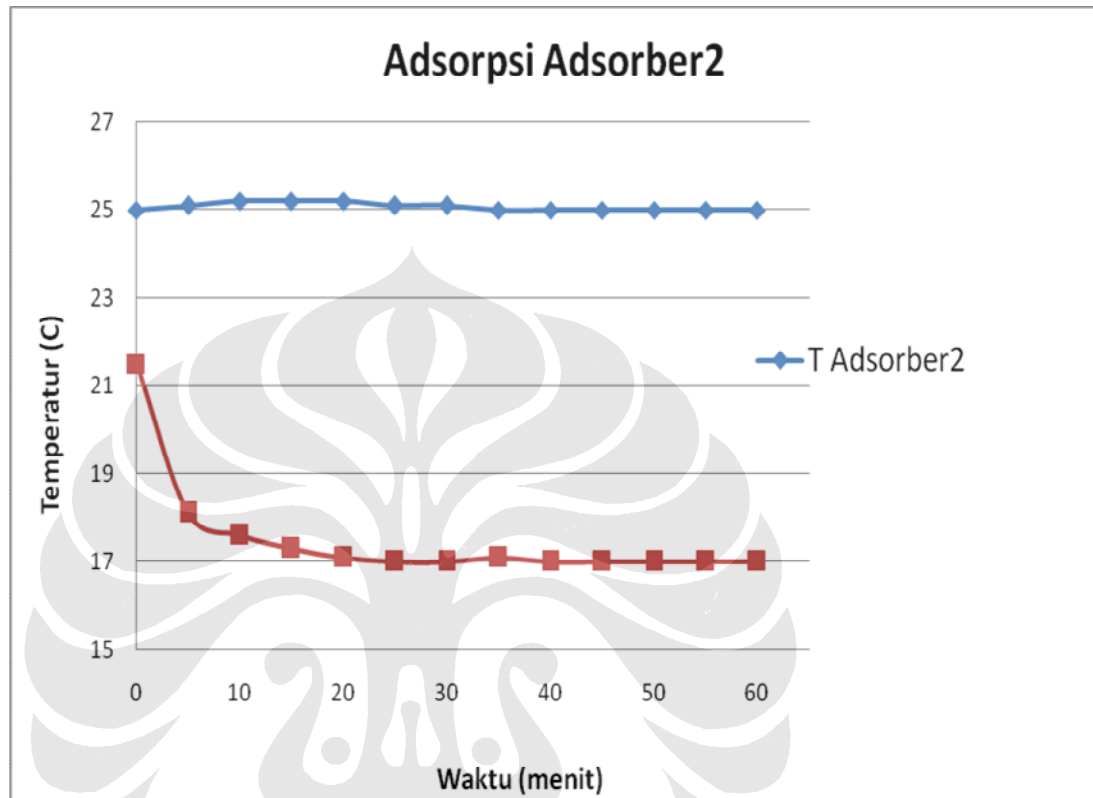
Tabel 4.2. Data hasil proses adsorpsi adsorber2

Waktu (menit)	T ads 2 (°C)	T ads 1 (°C)	T evap (°C)
0	25	23	21,5
5	25,1	23	18,1
10	25,2	23	17,6
15	25,2	23	17,3
20	25,2	23	17,1
25	25,1	23	17
30	25,1	23	17
35	25	23	17,1
40	25	23	17
45	25	23	17
50	25	23	17
55	25	23	17
60	25	23	17

Pada awalnya temperatur di adsorber2 sama dengan temperatur di adsorber1 yaitu 23°C. Namun dilakukan proses *pre-cooling* dengan mengalirkan fluida bertemperatur 25°C ke adsorber2 melalui tube-tube tembaga yang dihubungkan dengan CTB (*Circulating Thermostatic Bath*). Proses ini dilakukan selama 30 menit dan diperoleh suhu adsorber2 yang konstan pada 25°C. Dan

Universitas Indonesia

selama proses adsorpsi yang berlangsung 60 menit proses pre-cooling tetap berlangsung. Data hasil adsorpsi ditampilkan dalam grafik di bawah ini :

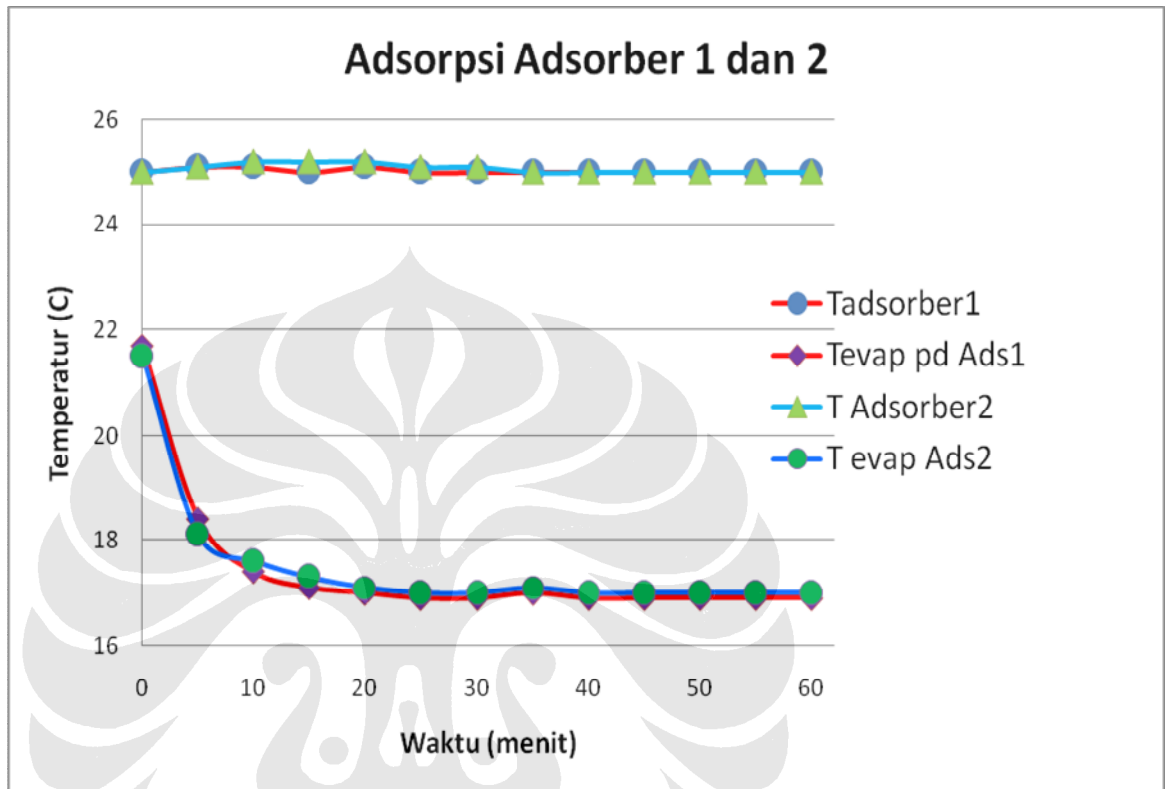


Gambar 4.2 Grafik temperatur evaporator saat adsorpsi pada adsorber2

Temperatur awal pada evaporator $21,5^{\circ}\text{C}$ turun dengan cepat dalam 5 menit awal, yaitu dari $21,5^{\circ}\text{C}$ menjadi $18,1^{\circ}\text{C}$. Penurunan yang cepat ini juga dikarenakan sesaat setelah katup penghubung evaporator dan adsorber2 dibuka terjadi penurunan tekanan pada evaporator. Setelah itu terjadi penurunan temperatur secara perlahan akibat adanya penyerapan yang dilakukan adsorben. Temperatur akhirnya stabil pada menit ke 30 hingga menit ke 60 pada temperatur 17°C .

4.1.3 Perbandingan Data Adsorpsi pada Adsorber1 dan Adsorber2

Grafik di bawah ini menunjukkan perbandingan temperatur dari hasil adsorpsi adsorber1 dan adsorpsi adsorber2 :



Gambar 4.3 Perbandingan temperatur adsorpsi adsorber1 dan adsorber2

Dari grafik dapat dilihat bahwa dengan temperatur fluida pendingin di adsorber yang sama (25°) maka temperatur yang dicapai di evaporator hampir sama. Temperatur terendah yang dicapai di evaporator saat adsorpsi adsorber1 adalah $16,9^{\circ}\text{C}$ dimana temperatur awalnya $21,7^{\circ}\text{C}$. Sedangkan adsorpsi dengan adsorber2 mencapai temperatur terendah 17°C dengan temperatur awal $21,5^{\circ}\text{C}$. Dapat dikatakan bahwa kemampuan adsorpsi kedua adsorber sama.

4.1.4 Data dan Analisa Proses Adsorpsi Kontinyu

Kemudian dilakukan pengambilan data adsorpsi secara kontinyu, yaitu adsorpsi dilakukan oleh adsorber2 kemudian dilanjutkan dengan adsorpsi oleh

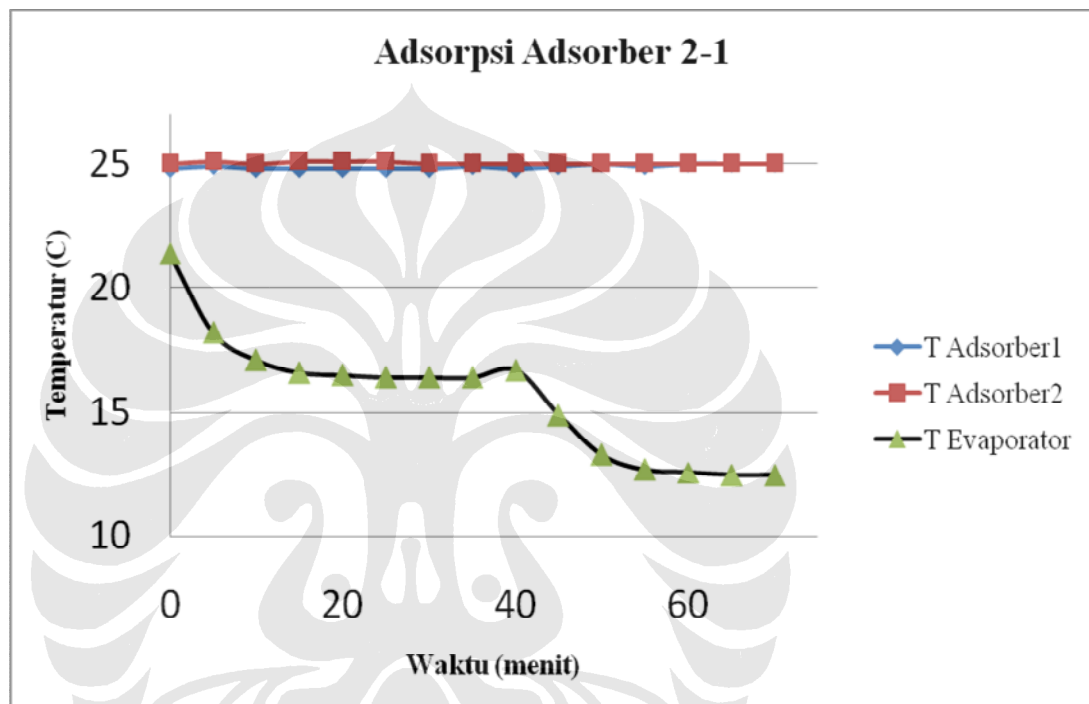
adsorber1. Hal ini dilakukan untuk mengetahui temperatur terendah yang dapat dicapai oleh alat. Dibawah ini adalah data yang diperoleh dari proses yang dilakukan :

Tabel 4.3 Temperatur di evaporator saat adsorpsi pada adsorber2 – adsorber 1

Waktu (menit)	T ads 2 (°C)	T ads 1 (°C)	T evap (°C)
0	25	24,8	21,4
5	25,1	24,9	18,2
10	25	24,8	17,1
15	25,1	24,8	16,6
20	25,1	24,8	16,5
25	25,1	24,8	16,4
30	25	24,8	16,4
35	25	24,9	16,4
40	25	24,8	16,7
45	25	24,9	14,9
50	25	25	13,3
55	25	24,9	12,7
60	25	25	12,6
65	25	25	12,5
70	25	25	12,5

Sebelum proses adsorpsi dilakukan maka pada masing-masing adsorber dilakukan proses *pre-cooling* selama 30 menit. Temperatur fluida pendingin yang

dipakai adalah 25°C yang diset pada CTB (*Circulating Thermostatic Bath*). Karena tujuan dari proses adsorpsi kontinyu adalah untuk mendapatkan temperatur terendah maka pengambilan data hanya 35 menit setiap adsorber. Di bawah ini adalah grafik yang menggambarkan perubahan temperatur di evaporator selama 70 menit :



Gambar 4.4 Grafik perubahan temperatur di evaporator saat adsorpsi pada adsorber2 – adsorber1

Saat katup evaporator menuju adsorber2 (e2) dibuka maka terjadi adsorpsi oleh adsorber2, dimana adsorben akan menyerap metanol yang ada di evaporator. Dari grafik dapat dilihat penurunan temperatur dari $21,4^{\circ}\text{C}$ menjadi $16,4^{\circ}\text{C}$ dalam 25 menit. Dimana pada 10 menit pertama penurunan temperatur sangat cepat, hal ini karena penyerapan metanol yang dilakukan pada 10 menit tersebut cukup banyak. Namun setelah melewati 25 menit temperatur cenderung konstan, sama dengan proses sebelumnya dilakukan.

Pada menit ke 40 katup evaporator menuju adsorber1 (e1) dibuka bersamaan dengan katup e2 ditutup, sehingga proses adsorpsi dilanjutkan oleh adsorber2.

Sesaat setelah katup dibuka terjadi sedikit kenaikan temperatur dalam beberapa detik, hal ini dikarenakan adanya penyeimbangan temperatur antara evaporator dan adsorber yang berbeda cukup jauh. Dari grafik terlihat bahwa penurunan temperatur masih terjadi sama halnya dengan adsorpsi pada adsorber2. Hal ini menunjukkan bahwa masih terjadi proses adsorpsi oleh adsorber1, sekaligus menunjukkan bahwa masih adanya metanol di evaporator. Pada proses adsorpsi oleh adsorber2 ini diperoleh temperatur terendah 12,4°C. Sehingga dengan menggunakan dua tahap adsorpsi dapat menurunkan temperatur dari 21,4°C hingga 12,5°C (penurunan 9,1°C).

Setelah mendapatkan data dari proses adsorpsi secara kontinyu maka penulis ingin memperoleh temperatur yang lebih rendah lagi sekaligus mengetahui kemampuan amal adsorpsi. Adapun hal yang dilakukan adalah dengan menurunkan temperatur fluida pendingin di adsorber yang awalnya 25°C menjadi 20°C.

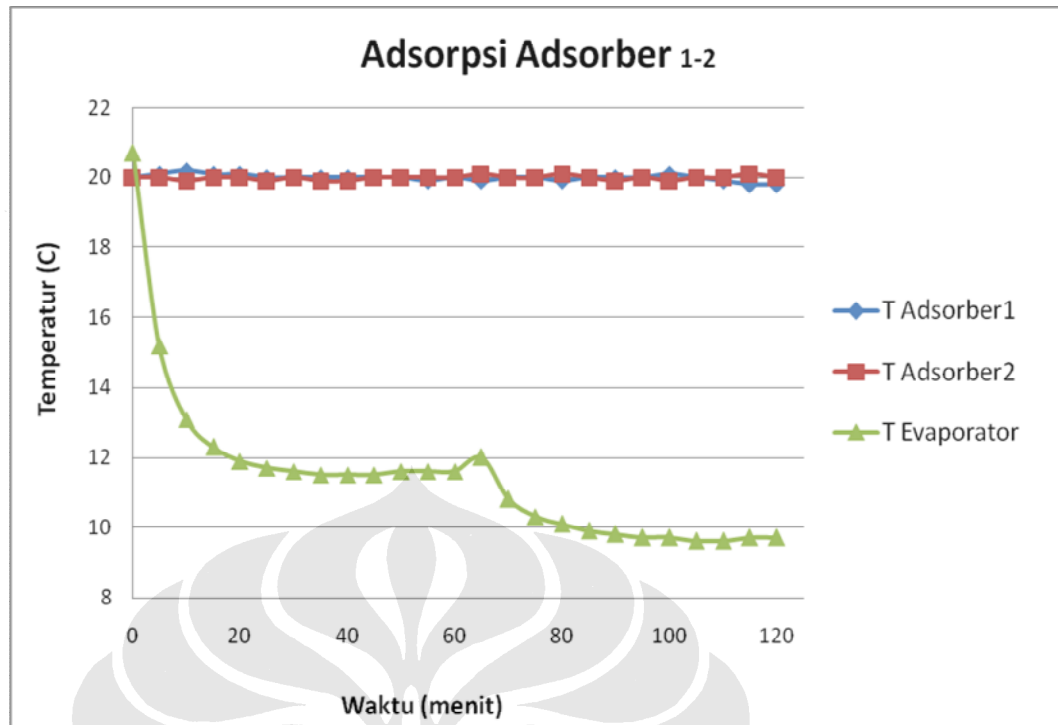
Data yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini :

Tabel 4.4 Temperatur di evaporator saat adsorpsi pada adsorber1 – adsorber2

menit	Tads1	Tevap	Tads2
0	20	20,7	20
5	20,1	15,2	20
10	20,2	13,1	19,9
15	20,1	12,3	20
20	20,1	11,9	20
25	20	11,7	19,9
30	20	11,6	20
35	20	11,5	19,9

40	20	11,5	19,9
45	20	11,5	20
50	20	11,6	20
55	19,9	11,6	20
60	20	11,6	20
65	19,9	12	20,1
70	20	10,8	20
75	20	10,3	20
80	19,9	10,1	20,1
85	20	9,9	20
90	20	9,8	19,9
95	20	9,7	20
100	20,1	9,7	19,9
105	20	9,6	20
110	19,9	9,6	20
115	19,8	9,7	20,1
120	19,8	9,7	20

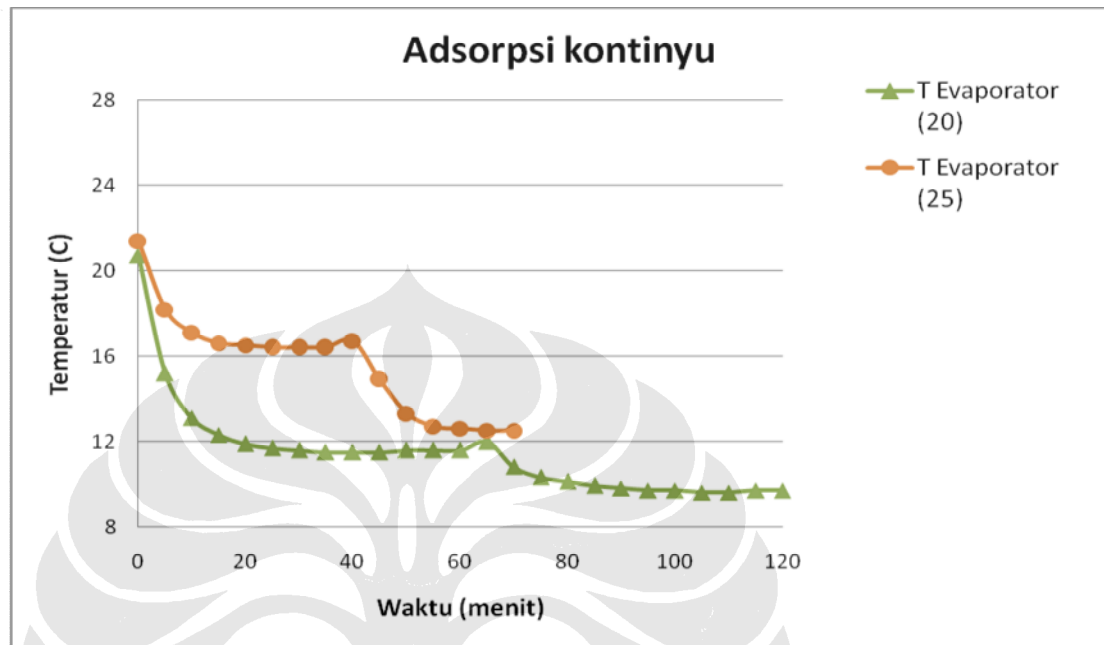
Sama halnya dengan proses adsorpsi sebelumnya, langkah awal yang dilakukan adalah melakukan *pre-cooling*. Namun kali ini temperatur yang di set pada CTB (*Circulating Thermostatic Bath*) adalah 20°C. Setelah melakukan *pre-cooling* pada masing-masing adsorber selama 30 menit maka temperatur di kedua adsorber sudah stabil di 20°C. Kemudian adsorpsi dilakukan selama 60 menit pada masing-masing adsorber. Di bawah ini adalah grafik yang menggambarkan perubahan temperatur di evaporator selama adsorpsi kontinyu dilakukan :



Gambar 4.5 Grafik penurunan temperatur di evaporator saat adsorpsi adsorber1-adsorber2

Adsorpsi pertama dilakukan oleh adsorber1 dengan membuka katup yang menghubungkan evaporator dan adsorber1 (e1). Dapat dilihat pada 5 menit pertama terjadi penurunan temperatur dari 20,7°C menjadi 15,2°C. Setelah itu terjadi penurunan temperatur secara perlahan hingga menit ke 35 yaitu pada temperatur 11,5°C. Temperatur ini terus konstan hingga menit ke 60, dan pada menit ke 65 katup e1 ditutup bersamaan dengan membuka katup e2. Sesaat setelah katup dibuka terjadi sedikit kenaikan temperatur dalam beberapa detik, hal ini dikarenakan adanya penyeimbangan temperatur antara evaporator dan adsorber yang berbeda cukup jauh. Proses adsorpsi berlanjut dan temperatur di evaporator masih turun dengan perlahan hingga mencapai temperatur terendah (9,6°C) pada menit ke 105. Setelah itu temperatur cenderung konstan. Dengan menggunakan temperatur fluida pendingin adsorber 20°C maka penurunan temperatur dapat mencapai 11,1°C.

Setelah mendapatkan masing-masing data temperatur di evaporator berdasarkan variasi temperatur fluida pendingin di adsorber (25°C dan 20°C), maka di bawah ini dibuat grafik yang menggambarkan perbedaannya:



Gambar 4.6 Grafik perbandingan temperatur di evaporator

Grafik yang berwarna *orange* adalah grafik yang menggambarkan perubahan temperatur di evaporator saat adsorpsi kontinyu dilakukan dengan temperature fluida pendingin adsorber 25°C . Sedangkan grafik yang berwarna hijau adalah perubahan temperatur di evaporator saat adsorpsi menggunakan fluida pendingin di adsorber 20°C . Dapat dilihat bahwa penurunan temperatur saat menggunakan fluida pendingin di adsorber 25°C adalah $9,1^{\circ}\text{C}$, sedangkan dengan fluida 20°C penurunan temperatur adalah $11,1^{\circ}\text{C}$.