

**PROSES ADSORPSI PENDINGIN  
KARBON AKTIF –METANOL TENAGA SURYA**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma



Disusun Oleh:

**YOHANES HARIO BUDI SANTOSO**

**NIM: 995214027**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SANATA DHARMA  
YOGYAKARTA  
2006**

**SOLAR POWERED ADSORPTION  
PROCESS CARBON ACTIVE-METHANOL  
REFRIGERATOR**

**FINAL PROJECT**

Presented as Partial Fulfillment of the Requirements

to Obtain the Sarjana Teknik Degree

In mechanical Engineering



By

**Yohanes Hario Budi. S**

**Student Number : 995214027**

**MECHANICAL ENGINEERING STUDY PROGRAM  
MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT  
ENGINEERING FAKULTY  
SANATA DHARMA UNIVERSITY  
YOGYAKARTA  
2006**

# **TUGAS AKHIR**

## **PROSES ADSORPSI PENDINGIN KARBON AKTIF –METANOL TENAGA SURYA**

Disusun Oleh:

**Nama : Yohanes Hario Budi Santoso**

**NIM : 995214027**

Telah disetujui oleh :

Pembimbing



Ir. FA. Rusdi Sambada, M.T

Tanggal Oktober 2006

## TUGAS AKHIR

### PROSES ADSORPSI PENDINGIN KARBON AKTIF –METANOL TENAGA SURYA

Dipersiapkan dan ditulis oleh:

Nama : **Yohanes Hario Budi Santoso**

NIM : **995214027**

Telah dipertahankan dihadapan panitian penguji

Pada tanggal 4 Oktober 2006

Dan dinyatakan memenuhi syarat

Susunan Panitia Penguji :

Ketua : Ir. Petrus Kanisius Purwadi, M.T

Sekretaris : Ir. Yohanes Baptista Lukiyanto, M.T

Anggota : Ir. Franciscus Asisi Rusdi Sambada, M.T




Yogyakarta, Oktober 2006

Fakultas Teknik

Universitas Sanata Dharma Yogyakarta

Dekan



  
Ir. Gregorius Heliarko, SJ, SS, B.ST, M.A, M.Sc

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dicantumkan dalam naskah ini disebut dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, Oktober 2006

Penulis

Yohanes Hario Budi Santoso

## INTISARI

Energi surya merupakan salah satu energi alternative yang dapat diperbaharui, hal ini berbeda dengan bahan bakar minyak dan gas bumi yang suatu saat nanti akan habis, disamping itu energi surya bisa didapatkan secara cuma-cuma dan tidak merusak lingkungan. Prospek pemanfaatan energi surya cukup menjanjikan terutama di negara-negara berkembang yang umumnya terletak di daerah tropis dengan energi surya yang melimpah seperti Indonesia. Salah satu pemanfaatannya adalah untuk pendingin adsorpsi energi surya. Pada system pendingin adsorpsi dibutuhkan komponen berupa kolektor surya, bahan refrigerant dan adsorber. Dalam penelitian ini methanol sebagai refrigerant dan karbon aktif sebagai adsorber.

Penelitian ini dilakukan untuk menjajaki kemungkinan penggunaan metanol dan karbon aktif yang dijual dipasar lokal khususnya Yogyakarta untuk dipakai pada pendingin adsorpsi energi surya dan menghitung koefisien unjuk kerja (COP) yang dihasilkan serta membandingkan hasil penelitian ini dengan hasil penelitian yang sudah ada. COP yang diperoleh 0.0326-0.049, COPs diperoleh 0.0122,  $\eta_{optik}$  78 %.

Kesimpulannya adalah methanol dan karbon aktif yang dijual di pasar lokal khususnya Yogyakarta bila digunakan sebagai pendingin adsorpsi energi surya masih tidak baik hal ini dimungkinkan karena keterbatasan alat, tingkat kevakuman yang kurang dan standar kualitas bahan yang kurang baik.

## KATA PENGANTAR

Terpujilah Bapa di surga atas cinta dan kasih-Nya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “ Proses Adsorpsi Pendingin Karbon Aktif-Metanol Tenaga Surya“. Tugas akhir ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.

Selama penulisan, penulis menemui berbagai kesulitan yang dikarenakan oleh keterbatasan penulis. Namun berkat dukungan dari berbagai pihak maka tugas ini dapat selesai.

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak **Ir. FA Rusdi Sambada, M.T**, selaku dosen pembimbing dan dosen penguji.
2. Romo **Ir. Gregorius Heliarko SJ, S.S, B.ST, M.A, M.Sc**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
3. Bapak **Yosef Agung Cahyanta, S.T, M.T**, selaku Kaprodi Teknik Mesin.
4. Bapak **Budi Setyahandana, S.T, M.T**, selaku Kajur Teknik Mesin.
5. Seluruh staf pengajar Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma Yogyakarta, yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis.

6. Kepada Malaikat Kecilku (*Franciska Niken Susanti*) yang selalu mendukung penulis baik rohani dan jasmani sampai tugas akhir ini selesai.
7. Kepada teman-teman seperjuangan TA Surya yang selalu pulang sore menjelang malam (Ipit'02, Drajat'02, Darmo'00, Agung'00, Calvin "Ivan Gunawan Ngapak" '02, Eko, Agus, Tulis'98, Andi'01, Anton'99, Banu '01) dan semua pihak yang telah banyak memberikan bantuan yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu penulis hingga terselesaikannya tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini banyak sekali kekurangan, sehingga penulis mohon kritik dan saran yang sifatnya membangun. Dan penulis berharap semoga penulisan ini dapat bermanfaat.

Penulis

Yohanes Hario Budi. S





## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN JUDUL (INGGRIS). .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
HALAMANPERNYATAAN KEASLIAN KARYA.....	v
HALAMAN INTISARI .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DARTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
BAB II DASAR TEORI .....	5
II.1 Teknologi Pendingin Energi Surya .....	5
II.2 Keseimbangan Energi Untuk Kolektor .....	12
II.3 Koefien Unjuk Kerja (COP) .....	15

BAB III METODE PENELITIAN .....	19
III.1 Bahan Penelitian .....	19
III.2 Peralatan Penelitian .....	21
III.3 Pelaksanaan Penelitian .....	23
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	28
IV.1 Hasil Penelitian .....	28
IV.2 Pengolahan Data.....	44
IV.3 Pembahasan .....	75
BAB V PENUTUP .....	124
V.1 Kesimpulan .....	124
V.2 Saran 124.....	124
DAFTAR PUSTAKA .....	125
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Keuntungan dan kerugian penggunaan sistem pendingin adsorpsi .....	10
Tabel 4.1 Pengukuran suhu dengan volume air 1 liter, posisi panci tertutup.....	28
Tabel 4.2 Pengukuran suhu dengan volume air 1 liter, posisi panci terbuka.....	29
Tabel 4.3 Pengukuran suhu tanggal dengan volume air 1 liter, posisi panci tertutup dan dicat.....	29
Tabel 4.4 Pengukuran suhu dengan volume air 1 liter, posisi panci terbuka dan dicat.....	30
Tabel 4.5 Pengukuran suhu dengan volume air 1 liter, posisi panci tertutup dicat.dan diselubung.....	30
Tabel 4.6 Pengukuran suhu dengan volume oli 0.5 liter, posisi panci tertutup dicat.dan diselubung.....	31
Tabel 4.7 Proses adsorpsi variasi massa karbon aktif vol methanol 250 ml, karbon aktif 0.275 kg .....	32
Tabel 4.8 Proses adsorpsi variasi massa karbon aktif vol methanol 250 ml, karbon aktif 0.300 kg .....	33
Tabel 4.9 Proses adsorpsi variasi massa karbon aktif vol methanol 250 ml, karbon aktif 0.250 kg.....	34
Tabel 4.10 Proses adsorpsi variasi massa karbon aktif vol methanol 250 ml, karbon aktif 0.225 kg.....	35
Tabel 4.11 Proses adsorpsi variasi massa karbon aktif vol methanol 250 ml, karbon aktif 0.200 kg.....	36
Tabel 4.12 Proses adsorpsi variasi volume methanol vol methanol 150 ml, karbon aktif 0.300 kg.....	37

Tabel 4.13 Proses adsorpsi variasi volume methanol vol methanol 100 ml, karbon aktif 0.300 kg.....	38
Tabel 4.14 Proses adsorpsi variasi volume methanol vol methanol 50 ml, karbon aktif 0.300 kg.....	39
Tabel 4.15 Proses adsorpsi variasi volume methanol vol methanol 200 ml, karbon aktif 0.300 kg.....	40
Tabel 4.16 Proses adsorpsi variasi campuran methanol-karbon aktif vol methanol 400 ml, karbon aktif 0.300 kg.....	41
Tabel 4.16 Proses adsorpsi variasi campuran methanol-karbon aktif vol methanol 400 ml, karbon aktif 0.275 kg.....	41
Tabel 4.17 Proses adsorpsi variasi campuran methanol-karbon aktif vol methanol 400 ml, karbon aktif 0.250 kg.....	42
Tabel 4.17 Proses adsorpsi variasi campuran methanol-karbon aktif vol methanol 350 ml, karbon aktif 0.225 kg.....	42
Tabel 4.18 Proses adsorpsi variasi campuran methanol-karbon aktif vol methanol 300 ml, karbon aktif 0.200 kg.....	43
Tabel 4.19 Hasil perhitungan efisiensi kolektor dengan vol air 1 liter selubung plastic.....	51
Tabel 4.20 Hasil perhitungan efisiensi kolektor dengan volume oli 0.5 liter selubung plastik.....	51
Tabel 4.21 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif, volume karbon aktif 0.275 kg volume methanol 250 ml.....	52

Tabel 4.22 Hasil perhitungan proses adsorpsi dengan volume karbon aktif 0.275 kg volume methanol 250 ml.....	52
Tabel 4.23 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 250 ml.....	53
Tabel 4.24 Hasil perhitungan proses adsorpsi dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 250 ml.....	53
Tabel 4.25 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.250 kg volume methanol 250 ml.....	54
Tabel 4.26 Hasil perhitungan proses adsorpsi dengan volume karbon aktif 0.250 kg volume methanol 250 ml.....	54
Tabel 4.27 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.225 kg volume methanol 250 ml.....	55
Tabel 4.28 Hasil perhitungan proses adsorpsi dengan volume karbon aktif 0.225 kg volume methanol 250 ml.....	55
Tabel 4.29 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.200 kg volume methanol 250 ml.....	56
Tabel 4.30 Hasil perhitungan proses adsorpsi dengan volume karbon aktif 0.200 kg volume methanol 250 ml.....	56
Tabel 4.31 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 150 ml.....	57
Tabel 4.32 Hasil perhitungan proses adsorpsi dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 150 ml.....	57

Tabel 4.33 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 100 ml.....	58
Tabel 4.34 Hasil perhitungan proses adsorpsi dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 100 ml.....	58
Tabel 4.35 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 50ml.....	59
Tabel 4.36 Hasil perhitungan proses adsorpsi dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 50 ml.....	59
Tabel 4.37 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 200 ml.....	60
Tabel 4.38 Hasil perhitungan proses adsorpsi dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 200 ml.....	60
Tabel 4.39 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.275 kg volume methanol 250 ml.....	61
Tabel 4.40 Hasil perhitungan proses desorpsi dengan volume karbon aktif 0.275 kg volume methanol 250 ml.....	61
Tabel 4.41 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 250 ml.....	62
Tabel 4.42 Hasil perhitungan proses desorpsi dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 250 ml.....	62
Tabel 4.43 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.250 kg volume methanol 250 ml.....	63

Tabel 4.44 Hasil perhitungan proses desorpsi dengan volume karbon aktif 0.250 kg volume methanol 250 ml.....	63
Tabel 4.45 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.225 kg volume methanol 250 ml.....	64
Tabel 4.46 Hasil perhitungan proses desorpsi dengan volume karbon aktif 0.225 kg volume methanol 250 ml.....	64
Tabel 4.47 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.200 kg volume methanol 250 ml.....	65
Tabel 4.48 Hasil perhitungan proses desorpsi dengan volume karbon aktif 0.200 kg volume methanol 250 ml.....	65
Tabel 4.49 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 150 ml.....	66
Tabel 4.50 Hasil perhitungan proses desorpsi dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 150 ml.....	66
Tabel 4.51 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 100 ml.....	67
Tabel 4.52 Hasil perhitungan proses desorpsi dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 100 ml.....	67
Tabel 4.53 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 50ml.....	68
Tabel 4.54 Hasil perhitungan proses desorpsi dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 50 ml.....	68

Tabel 4.55 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 200 ml.....	69
Tabel 4.56 Hasil perhitungan proses desorpsi dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 200 ml.....	69
Tabel 4.57 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan massa karbon aktif 0.300 kg.....	70
Tabel 4.58 Hasil perhitungan proses desorpsi dengan massa karbon aktif 0.300 kg.....	70
Tabel 4.59 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan massa karbon aktif 0.275 kg.....	71
Tabel 4.60 Hasil perhitungan proses desorpsi dengan volume karbon aktif 0.275 kg.....	71
Tabel 4.61 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan massa karbon aktif 0.250 kg.....	72
Tabel 4.62 Hasil perhitungan proses desorpsi dengan massa karbon aktif 0.250 kg.....	72
Tabel 4.63 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan massa karbon aktif 0.225 kg.....	73
Tabel 4.64 Hasil perhitungan proses desorpsi dengan volume karbon aktif 0.225 kg.....	73
Tabel 4.65 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan massa karbon aktif 0.200 kg.....	74
Tabel 4.66 Hasil perhitungan proses desorpsi dengan volume karbon aktif 0.200 kg.....	74



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Alur pendinginan surya.....	5
Gambar 2.2.a. Proses pemanasan kolektor pada pendingin adsorpsi surya.....	7
Gambar 2.2.b Proses desorpsi pada pendingin adsorpsi surya.....	7
Gambar 2.2.c. Proses pendinginan kolektor pada pendingin adsorpsi surya.....	8
Gambar 2.2.d. Proses adsorpsi pada pendingin adsorpsi surya.....	8
Gambar 2.3. Siklus karbon aktif.....	10
Gambar 3.1 Skema alat.....	21
Gambar 4.1 Grafik hubungan temperatur dan waktu dengan volume air 1 liter, posisi panci tertutup, terbuka, tertutup dan dicat, terbuka dan dicat.....	75
Gambar 4.2 Grafik hubungan temperatur dan waktu dengan volume air 1 liter, posisi panci tertutup dicat dan diselubung.....	76
Gambar 4.3 Grafik hubungan temperatur dan waktu dengan volume oli 0.5 liter, posisi panci tertutup dicat dan diselubung.....	76
Gambar 4.4 Grafik hubungan $\Delta T_{\text{air}}$ dan $Q_{\text{surya}}$ .....	77
Gambar 4.5 Grafik hubungan $\Delta T_{\text{oli}}$ dan $Q_{\text{surya}}$ .....	78
Gambar 4.6 Grafik hubungan $\eta_{\text{termal}}$ , $\eta_{\text{kolektor}}$ dan Input dan $T_{\text{air}}$ dengan Volume air 1 liter.....	79
Gambar 4.7 Grafik hubungan $\eta_{\text{termal}}$ , $\eta_{\text{kolektor}}$ dan Input dan $T_{\text{oli}}$ dengan Volume oli 0.5 liter.....	79
Gambar 4.8 Grafik hubungan $Q_{\text{datang}}$ , $Q_{\text{surya}}$ , $Q_{\text{terpakai}}$ , Input dan Waktu dengan volume air 1 liter.....	80
Gambar 4.9 Grafik hubungan $Q_{\text{datang}}$ , $Q_{\text{surya}}$ , $Q_{\text{terpakai}}$ , Input dan Waktu dengan volume oli 0.5 liter.....	81
Gambar 3.10 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif dengan Metanol tiap waktu massa karbon aktif 0.275 kg.....	82
Gambar 3.11 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif dengan Metanol tiap waktu massa karbon aktif 0.300 kg.....	82

Gambar 3.12 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif dengan Metanol tiap waktu massa karbon aktif 0.250 kg.....	83
Gambar 3.13 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif dengan Metanol tiap waktu massa karbon aktif 0.225 kg.....	83
Gambar 3.14 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif dengan Metanol tiap waktu massa karbon aktif 0.200 kg.....	84
Gambar 3.15 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif dengan Metanol tiap waktu volume methanol 150 ml.....	84
Gambar 3.16 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif dengan Metanol tiap waktu volume methanol 100 ml.....	85
Gambar 3.17 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif dengan Metanol tiap waktu volume methanol 50 ml.....	85
Gambar 3.18 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif dengan Metanol tiap waktu volume methanol 200 ml.....	86
Gambar 4.19 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan temperatur karbon aktif dengan massa karbon aktif 0.275 kg.....	87
Gambar 4.20 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan temperatur karbon aktif dengan massa karbon aktif 0.300 kg.....	87
Gambar 4.21 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan temperatur karbon aktif dengan massa karbon aktif 0.250 kg.....	88
Gambar 4.22 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan temperatur karbon aktif dengan massa karbon aktif 0.225 kg.....	88
Gambar 4.23 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan temperature karbon aktif dengan massa karbon aktif 0.200 kg.....	89
Gambar 4.24 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan temperatur karbon aktif dengan volume methanol 150 ml.....	89
Gambar 4.25 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan temperatur karbon aktif dengan volume methanol 100 ml.....	90
Gambar 4.26 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan temperatur karbon aktif dengan volume methanol 50 ml.....	90

Gambar 4.27 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan temperatur karbon aktif dengan volume methanol 200 ml.....	91
Gambar 4.28 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan massa karbon aktif 0.275 kg.....	92
Gambar 4.29 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan massa karbon aktif 0.300 kg.....	92
Gambar 4.30 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan massa karbon aktif 0.250 kg.....	93
Gambar 4.31 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan massa karbon aktif 0.225 kg.....	93
Gambar 4.32 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan massa karbon aktif 0.200 kg.....	94
Gambar 4.33 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan volume methanol 150 ml.....	94
Gambar 4.34 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan volume methanol 100 ml.....	95
Gambar 4.35 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan volume methanol 50 ml.....	95
Gambar 4.36 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan volume methanol 200 ml.....	96
Gambar 4.37 Grafik Hubungan antara COPS tiap waktu dengan energi dengan massa karbon aktif 0.275 kg.....	96
Gambar 4.38 Grafik Hubungan antara COPs tiap waktu dengan energi dengan massa karbon aktif 0.300 kg.....	97
Gambar 4.39 Grafik Hubungan antara COPs tiap waktu dengan energi surya massa karbon aktif 0.250 kg.....	97
Gambar 4.40 Grafik Hubungan antara COPs tiap waktu dengan energi surya massa karbon aktif 0.225 kg.....	98

Gambar 4.41 Grafik Hubungan antara COPs tiap waktu dengan energi surya	
massa karbon aktif 0.200.....	98
Gambar 4.42 Grafik Hubungan antara COPs tiap waktu dengan energi surya dengan	
volume methanol 150 ml.....	99
Gambar 4.43 Grafik Hubungan antara COPs tiap waktu dengan energi surya dengan	
volume methanol 100 ml.....	99
Gambar 4.44 Grafik Hubungan antara COPs tiap waktu dengan energi surya dengan	
volume methanol 50 ml.....	100
Gambar 4.45 Grafik Hubungan antara COPs tiap waktu dengan energi surya dengan	
volume methanol 200 ml.....	100
Gambar 4.46 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif tiap waktu dengan massa karbon aktif	
0.275 kg.....	101
Gambar 4.47 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif tiap waktu dengan massa karbon aktif	
0.300 kg.....	102
Gambar 4.48 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif tiap waktu dengan massa karbon aktif	
0.250 kg.....	102
Gambar 4.49 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif tiap waktu dengan massa karbon aktif	
0.225 kg.....	103
Gambar 4.50 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif tiap waktu dengan massa karbon aktif	
0.200 kg.....	103
Gambar 4.51 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif tiap waktu dengan volume methanol	
150 ml.....	104
Gambar 4.52 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif tiap waktu dengan volume methanol	
100 ml.....	104
Gambar 4.53 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif tiap waktu dengan volume methanol	
50 ml.....	105
Gambar 4.54 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif tiap waktu dengan volume methanol	
200 ml.....	105

Gambar 4.55 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif tiap waktu dengan massa karbon aktif 0.300 kg.....	106
Gambar 4.56 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif tiap waktu dengan massa karbon aktif 0.275 kg.....	106
Gambar 4.57 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif tiap waktu dengan massa karbon aktif 0.250 kg.....	107
Gambar 4.58 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif tiap waktu dengan massa karbon aktif 0.225 kg.....	107
Gambar 4.59 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif tiap waktu dengan massa karbon aktif 0.200 kg.....	108
Gambar 4.60 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan temperatur karbon aktif dengan massa karbon aktif 0.275 kg.....	109
Gambar 4.61 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan massa karbon aktif 0.300 kg.....	109
Gambar 4.62 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan massa karbon aktif 0.250 kg.....	110
Gambar 4.63 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan massa karbon aktif 0.225 kg.....	110
Gambar 4.64 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan massa karbon aktif 0.200 kg.....	111
Gambar 4.65 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan radiasi surya dengan volume methanol 150 ml.....	111
Gambar 4.66 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan radiasi surya dengan volume methanol 100 ml.....	112
Gambar 4.67 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan radiasi surya dengan volume methanol 50 ml.....	112
Gambar 4.68 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan radiasi surya dengan volume methanol 200 ml.....	113
Gambar 4.69 Grafik Hubungan antara COPc dengan temperatur Karbon Aktif dengan massa karbon aktif 0.300 kg.....	113

Gambar 4.70	Grafik Hubungan antara COPc dengan temperatur Karbon Aktif dengan massa karbon aktif 0.275 kg.....	114
Gambar 4.71	Grafik Hubungan antara COPc dengan temperatur Karbon Aktif dengan massa karbon aktif 0.250 kg.....	114
Gambar 4.72	Grafik Hubungan antara COPc dengan temperatur Karbon Aktif dengan massa karbon aktif 0.225 kg.....	115
Gambar 4.73	Grafik Hubungan antara COPc dengan temperatur Karbon Aktif dengan massa karbon aktif 0.200 kg.....	115
Gambar 4.74	Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan massa karbon aktif 0.275 kg.....	116
Gambar 4.75	Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan massa karbon aktif 0.300 kg.....	117
Gambar 4.76	Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan massa karbon aktif 0.250 kg.....	117
Gambar 4.77	Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan massa karbon aktif 0.225 kg.....	118
Gambar 4.78	Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan massa karbon aktif 0.200 kg.....	118
Gambar 4.79	Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan volume methanol 150 ml.....	119
Gambar 4.80	Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan volume methanol 100 ml.....	119
Gambar 4.81	Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi i surya dengan volume methanol 50 ml.....	120
Gambar 4.82	Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan volume methanol 200 ml.....	120
Gambar 4.83	Grafik Hubungan antara COPc dengan temperatur Karbon Aktif dengan massa karbon aktif 0.300 kg.....	121
Gambar 4.84	Grafik Hubungan antara COPc dengan temperatur Karbon Aktif dengan massa karbon aktif 0.275 kg.....	121

Gambar 4.85 Grafik Hubungan antara COPc dengan temperatur Karbon Aktif dengan massa karbon aktif 0.250 kg.....	125
Gambar 4.86 Grafik Hubungan antara COPc dengan temperatur Karbon Aktif dengan massa karbon aktif 0.225 kg.....	122
Gambar 4.87 Grafik Hubungan antara COPc dengan temperatur Karbon Aktif dengan massa karbon aktif 0.200 kg.....	123

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 LATAR BELAKANG**

Energi surya merupakan salah satu yang dapat dimanfaatkan secara optimal. Contoh yang dapat kita temukan dalam kehidupan sehari-hari adalah untuk mengeringkan pakaian. Di negara-negara yang teknologinya telah maju energi surya dapat dimanfaatkan untuk memasak, pembangkit listrik, pendingin, pengering hasil pertanian. Efek polusi sangat berpengaruh terhadap lingkungan dan kehidupan disekitarnya, banyak negara-negara maju menciptakan kendaraan bermotor menggunakan energi surya untuk mengurangi tingkat pencemaran lingkungan. Dalam pengembangan pemafaatannya banyak kreasi-kreasi tercipta dengan latar belakang untuk mensejahterakan kehidupan manusia.

Energi matahari merupakan salah satu energi alternatif yang dapat diperbaharui, hal ini beda dengan bahan bakar minyak dan gas bumi yang suatu saat dapat habis, selain itu energi matahari didapat secara cuma-cuma dan tidak merusak alam.

Dinegara yang sedang berkembang seperti di Indonesia, khususnya di daerah pedesaan, kebutuhan akan sistem pendingin untuk pengawetan atau penyimpanan bahan makanan, hasil panen, hasil perikanan, vaksin imunisasi dan keperluan lainnya yang dirasakan semakin meningkat. Sementara sistem pendinginan konvensional yang ada belum tentu bisa dipakai karena tidak semua desa memiliki jaringan listrik sehingga pendinginan tenaga surya sederhana yang



dapat bekerja tanpa adanya jaringan listrik merupakan alternatif pemecahan permasalahan kebutuhan sistem pendingin di daerah pedesaan tersebut.

Salah satu teknik pemanfaatan energi surya untuk sistem pendinginan adalah sistem kompresi uap yang digerakkan oleh tenaga listrik yang dihasilkan sel surya. Tetapi investasi sel surya terlalu mahal untuk masyarakat di pedesaan, disamping itu dibutuhkan teknologi tinggi untuk membuat dan merawat peralatan sel surya yang bagi negara-negara berkembang merupakan masalah tersendiri. Desain pendingin sel surya untuk negara-negara berkembang haruslah sederhana dan mudah perawatannya dengan kata lain harus dapat dibuat dan diperbaiki industri lokal. Teknik pemanfaatan yang lain adalah adsorpsi, sistem ini digerakkan oleh energi termal temperatur rendah yang mudah didapatkan dengan sebuah kolektor surya. Teknologi kolektor surya jauh lebih sederhana dibandingkan dengan teknologi sel surya dan umumnya dapat dibuat dan diperbaiki di industri lokal. Selain kolektor sebagai salah satu komponen utamanya sistem pendingin adsorpsi membutuhkan bahan refrigerant dan adsorber. Dalam sistem pendingin adsorpsi sering digunakan paduan bahan silika gel-air, zeolit-air, karbon aktif-metanol.

Dalam beberapa tahun terakhir penggunaan metanol sebagai refrigerant dan karbon aktif sebagai adsorber berhasil dikembangkan untuk membuat pendingin adsorpsi surya sederhana dengan biaya yang tidak mahal tetapi dapat menghasilkan pendinginan tanpa polusi. Selain tidak mahal, methanol dan karbon aktif merupakan bahan refrigerant dan adsorber yang ramah lingkungan.

#### **I.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menjajaki kemungkinan penggunaan karbon aktif yang dijual dipasar lokal khususnya di Yogyakarta untuk dipakai pada system pendingin adsorpsi energi surya dan menghitung koefisien unjuk kerja (COP) yang dihasilkan.
2. Membandingkan hasil yang didapat dari penelitian dengan hasil penelitian yang sudah ada.

#### **I.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah agar pembaca mengetahui manfaat yang didapat dari penelitian proses adsorpsi pada system pendingin adsorpsi karbon aktif-metanol yang dapat digunakan sebagai pengganti energi listrik. Makalah ini dapat merubah cara pandang pembaca bahwa energi surya yang ada bermanfaat untuk membuat prototipe (dikembangkan).

Penulisan makalah ini diharapkan dapat menyumbangkan pengetahuan kepada pembaca bagaimana proses adsorpsi pada system pendingin adsorpsi karbon aktif-metanol dapat digunakan sebagai system pendingin penyimpanan atau pengawetan bahan makanan, obat-obatan dan keperluan lainnya.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Salah satu faktor penentu unjuk kerja suatu system pendingin adsorpsi surya adalah sifat refrigerant (methanol) dan adsorbernya (karbon aktif). Sifat karbon aktif ditentukan oleh komposisi kimia, ukuran, konduktifitas termal dan sebagainya. Sifat-sifat karbon aktif tersebut umumnya tergantung dari kualitas bahan baku dan proses pembuatannya di pabrik. Umumnya karbon aktif yang banyak beredar di pasaran seperti yang beredar di Yogyakarta tidak mempunyai data spesifik ini. Sifat-sifat adsorber akan menentukan kapasitas pendinginan yang dapat dihasilkan dan menentukan unjuk kerja system pendingin secara keseluruhan. Selain kurangnya data spesifikasi karbon aktif yang beredar di pasar lokal, tulisan mengenai unjuk kerja system pendingin adsorpsi yang menggunakan karbon aktif yang banyak beredar dipasar lokal pun belum banyak ditemui.

## **I.3 Batasan Masalah**

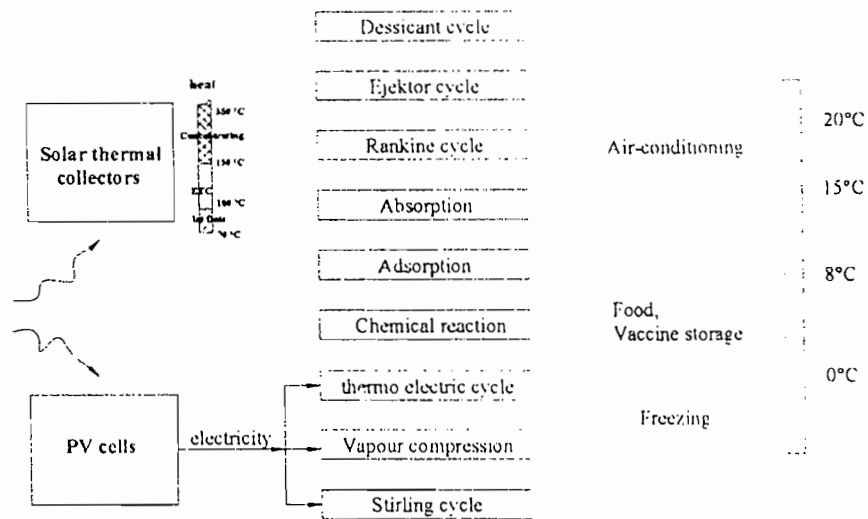
Pada penelitian ini akan diuji system pendingin adsorpsi dengan menggunakan karbon aktif-metanol yang banyak dijual dipasar lokal khususnya di Yogyakarta dan pada penelitian ini hanya proses adsorpsinya yang akan diteliti. Sifat-sifat karbon aktif-metanol tidak akan diteliti secara khusus tetapi akan dilihat pada unjuk kerjanya. Semakin baik sifat karbon aktif-metanol maka semakin sedikit yang diperlukan dan semakin kecil ukuran system pendingin untuk kapasitas pendinginan tertentu.

## BAB II

### DASAR TEORI

#### II.1 Teknologi Pendingin Energi Surya

Dalam penggunaannya untuk menghasilkan efek pendinginan, energi surya dapat dimanfaatkan dengan mengambil panasnya dengan bantuan kolektor termal atau mengubah energinya menjadi energi listrik dengan bantuan sel surya. Dalam penerapannya, penggunaan panas energi surya untuk pendinginan digunakan beberapa cara diantaranya untuk proses adsorpsi. Sedangkan yang telah diubah menjadi energi listrik dapat digunakan secara lebih luas. Pada proses adsorpsi untuk karbon aktif-metanol hanya memungkinkan untuk pendinginan sampai dengan suhu  $T < 0^{\circ}\text{C}$  dan hanya memungkinkan untuk pendinginan bahan makanan.

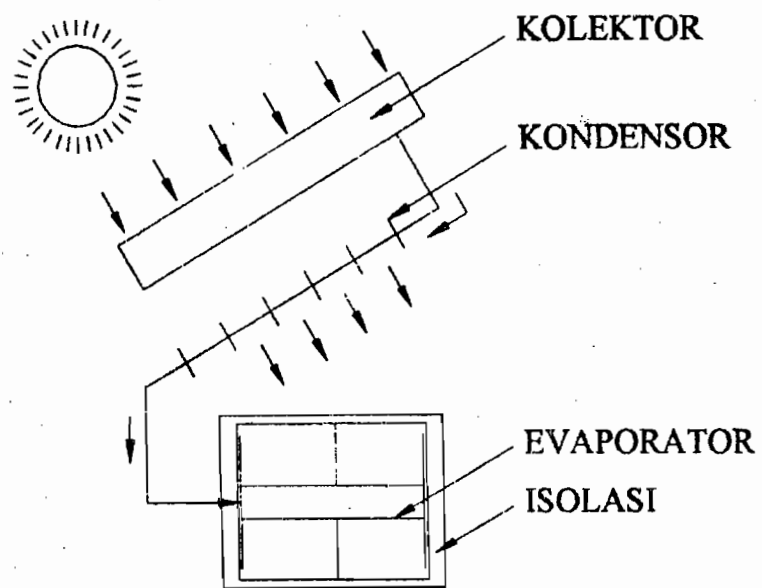


Gambar 2.1 Alur pendinginan surya

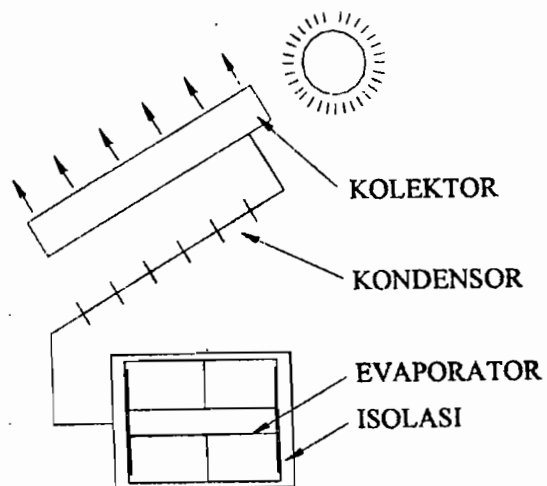
Adsorpsi sendiri terjadi karena adanya gaya tarik atom didalam zat penyerap, dalam hal ini karbon aktif. Dengan membuat vakum system, refrigerant (methanol) mampu mendidih pada suhu rendah dan menghasilkan uap. Dengan kondisi zat penyerap yang berongga memungkinkan uap air mengisi rongga-rongga tersebut sampai jenuh.

Agar proses tetap berlangsung kondisi zat penyerap harus tetap dijaga supaya dalam keadaan porus (berpori). Cara untuk menjaga keadaan itu dengan menguapkan uap methanol dengan jalan memanaskannya dengan bantuan kolektor surya. Methanol ini dapat digunakan kembali untuk proses selanjutnya sehingga memungkinkan proses situ berlangsung terus menerus.

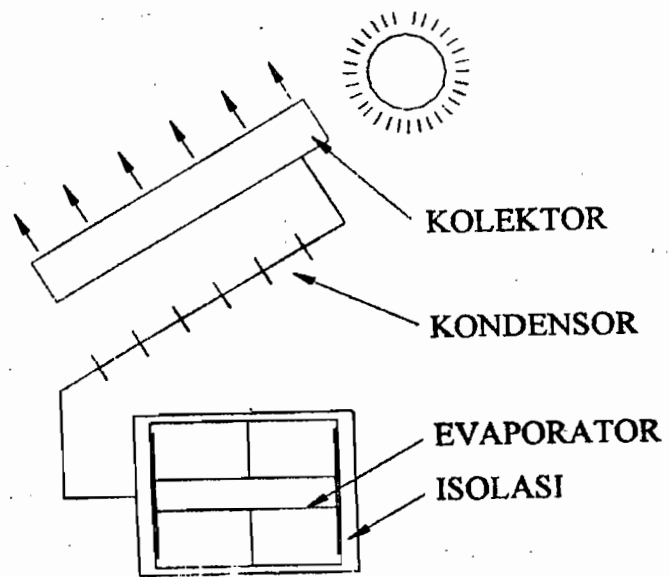
Siklus pendinginan adsorpsi terdiri dari proses adsorpsi (penyerapan) refrigeran (methanol) kedalam adsorber (karbon aktif) daya penyerapan sampai 25% (kg methanol/kg karbon aktif) dan proses pelepasan refrigeran dari adsorber (proses desorpsi). Gambar 2.2.a sampai 2.2.d memperlihatkan sistem pendingin adsorpsi surya, yang terdiri dari sebuah kolektor surya, sebuah kondensor dan sebuah evaporator yang diletakkan dalam sebuah kotak pendingin berisolasi. Karbon aktif diletakkan didalam kolektor dan methanol pada mulanya ada didalam evaporator. Sepanjang pagi sampai menjelang sore energi surya memanasi kolektor sehingga kolektor menjadi panas sekitar 100-200 oC (gambar 2.2.a), methanol yang sebelumnya terserap dalam karbon aktif juga menjadi panas sehingga menguap dan dilepaskan oleh karbon aktif, uap methanol mengembun dikondensor dan masuk dalam evaporator. (Gambar 2.2.b).



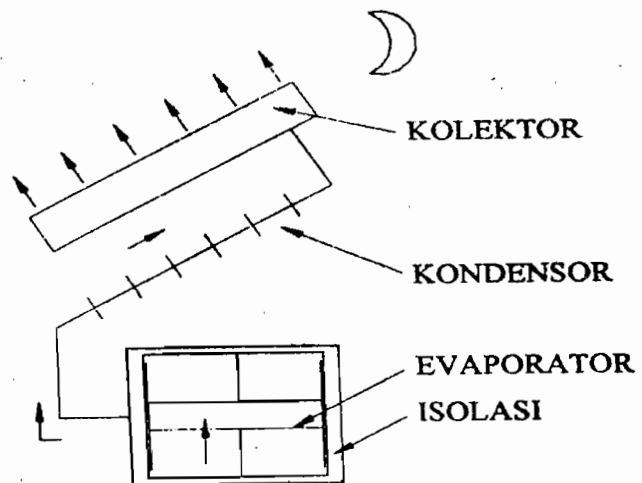
Gambar 2.2.a. Proses pemanasan kolektor pada pendingin adsorpsi surya



Gambar 2.2.b Proses desorpsi pada pendingin adsorpsi surya



Gambar 2.2.c. Proses pendinginan kolektor pada pendingin adsorpsi surya



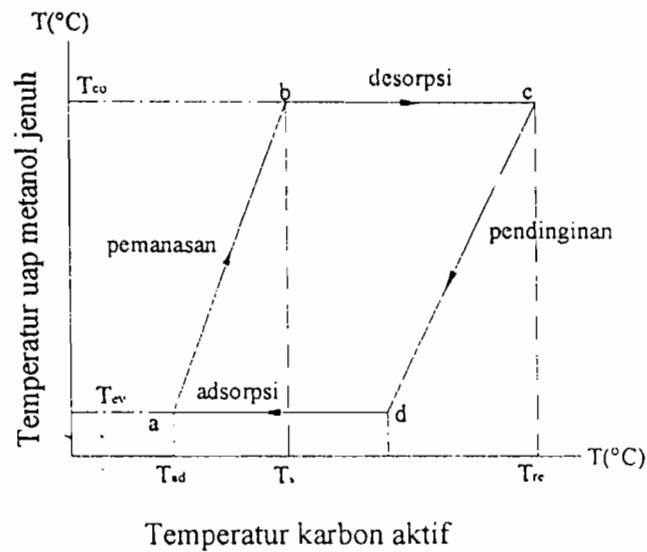
Gambar 2.2.d. Proses adsorpsi pada pendingin adsorpsi surya

Pada malam hari temperatur kolektor turun sampai ketemperatur sekitar (Gambar 2.2.c) dan karbon aktif menyerap uap metanol dari evaporator. Metanol dalam evaporator menguap dan menyerap panas dari beban pendinginan (bahan makanan, vaksin dan sebagainya) dalam kotak pendingin (Gambar 2.2.d). karena adsorpsi adalah proses pelepasan panas maka kolektor dapat didinginkan secara efisien pada malam hari. Dari penjelasan di atas, proses pendinginan berlangsung secara kontinyu maka dipakai dua buah kolektor, jika yang satu melaksanakan proses adsorpsi maka yang satu lagi melaksanakan proses desorpsi.

Siklus thermodinamik pendinginan adsorpsi dapat dijelaskan menggunakan gambar 2.3. pada akhir adsorpsi (titik a) karbon aktif bertemperatur  $T_{ad}$  dan tekanannya sama dengan dengan tekanan uap metanol dalam evaporator ( $P_{ev}$ ). Energi termal surya memanasi kolektor sehingga temperatur karbon aktif dan tekanan uap metanol naik, ketika kondisi ini proses desorpsi dan penguapan mulai terjadi. Desorpsi berlangsung sampai temperatur karbon aktif mencapai maksimum  $T_{re}$  (titik c),  $T_{re}$  berlangsung dari banyaknya energi termal surya yang diterima kolektor selama pemanasan.

Pada saat surya mulai tenggelam temperatur kolektor turun dan tekanan uap metanol juga turun menjadi  $P_{ev}$  (titik d), penguapan refrigeran pun mulai terjadi. Proses pendinginan ini terjadi sampai temperatur karbon aktif mencapai  $T_{ad}$  (titik a).





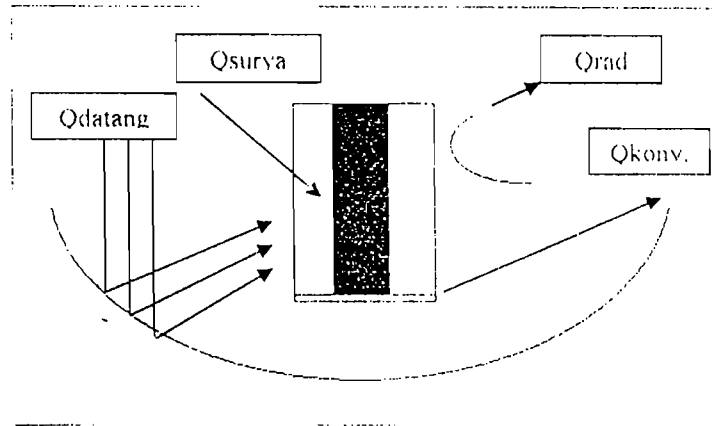
Gambar 2.3. Siklus karbon aktif

Adapun keuntungan dan kerugian penggunaan sistem pendinginan adsorpsi dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1. Keuntungan dan kerugian penggunaan sistem pendingin adsorpsi

Keuntungan	Kerugian
1. Perawatan murah.	1. Dibutuhkan energi panas yang lebih besar.
2. Tidak perlu menggunakan alat mekanik.	2. Kapasitas pendinginan yang tidak besar.
3. COPnya yang dihasilkan tidak terlalu rendah berkisar 0.3.	3. konduktifitas termal yang rendah menyebabkan proses pemanasan lama.
4. Cukup menggunakan kolektor surya.	4. Sulit dicapai tekanan yang rendah.
5. Dapat bekerja pada temperature rendah.	5. Sangat dipengaruhi pada temperature lingkungan.

Beberapa penelitian tentang pendingin adsorpsi dengan energi surya yang dilakukan diantaranya oleh Hinotani (1983) mendapatkan bahwa harga COP system pendinginan adsorpsi surya akan mendekati konstan pada temperature pemanasan 160 °C atau lebih. Grenier (1983) melakukan eksperimen system pendingin adsorpsi surya dan mendapatkan harga COP sebesar 0.12. Pons (1987) meneliti pendingin adsorpsi surya tetapi COPnya hanya 0.1. Zhu Zepei (1987) melakukan pengetesan pada system pendingin adsorpsi surya dengan menggunakan kolektor plat datar dan kondensor berpendingin udara mendapatkan COP yang rendah sebesar 0.054 modifikasi yang dilakukan dengan memvakumkan system dan penggunaan reflector datar tidak banyak menaikkan harga COP. Kreussler (1999) melakukan penelitian dan hasilnya adalah dengan pemanasan 150 °C didapatkan energi pendingin sebesar 250 kJ per kilogram adsorber. Sebuah penyimpanan dengan volume 125 lt dapat didinginkan menggunakan kolektor seluas 3 m<sup>3</sup>. Ramos (2003) mendapatkan COP sebesar 0.25 dengan menggunakan kolektor parabola terpisah dari system pendingin sehingga setiap kali diperlukan proses pemvakuman. System yang dipakai Ramos tidak menggunakan kondensor, Ramos juga mendapatkan kapasitas adsorpsi adsorber mencapai optimal dengan pemanasan tabung adsorber sebesar 250 °C. Penelitian-penelitian tersebut menggunakan zeolitnya sebagai adsorbernya yang diproduksi di Jerman, Slonaft-Czech dan Prancis.



Gambar 2.4. Keseimbangan energi pada kolektor

## 11.2 Keseimbangan Energi Untuk Kolektor

Energi yang datang dari matahari dihitung dengan rumus

$$Q_{\text{datang}} = G \times A_{\text{AP}} \dots \dots \dots (1)$$

dengan :

$G$  = intensitas matahari

$A_{\text{AP}}$  = luas parabola

Energi yang didapatkan oleh air yang menghasilkan peningkatan suhu dari air dan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Q_{\text{terpakai}} = m \cdot c_{\text{Pair}} \cdot \frac{\Delta T_{\text{air}} (^{\circ}\text{C})}{\Delta t (\text{dik})} \dots \dots \dots (2)$$

dengan :

$m_{\text{air}}$  = massa air (kg)

$C_{\text{Pair}}$  = panas jenis air, 4.179 kJ/kg °C

$C_{\text{Poli}}$  = panas jenis oli, 1.796 kJ/ kg °C

$\Delta T_{\text{air}}$  = beda temperature air (°C)

$\Delta t$  = beda waktu (detik)

Keseimbangan energi pada sekeliling tabung adalah:

$$Q_{\text{surya}} = Q_{\text{terpakai}} + Q_{\text{hilang}} \dots\dots\dots(3)$$

dengan:

$Q_{\text{surya}}$  = radiasi surya yang diserap tabung (W)

$Q_{\text{terpakai}}$  = energi yang didapatkan air sehingga temperature naik (W)

$Q_{\text{hilang}}$  = kerugian absorber yang panas terhadap lingkungan (W)

Energi yang didapatkan air menghasilkan peningkatan suhu dari air dan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini

Untuk asumsi keadaan tunak, hilang semuanya ke lingkungan secara radiasi dan konveksi :

$$Q_{\text{hilang}} = Q_{\text{plastik}}^{\text{rad}} + Q_{\text{plastik}}^{\text{konv}} + Q_{\text{plastik}}^{\text{ads}} \dots\dots\dots(4)$$

dengan:

$Q_{\text{plastik}}^{\text{rad}}$  = energi yang dilepaskan oleh plastic secara radiasi (W)

$Q_{\text{plastik}}^{\text{konv}}$  = energi yang dilepaskan oleh plastic secara konveksi (W)

$Q_{\text{plastik}}^{\text{ads}}$  = energi yang diserap plastic (W)

Persamaan untuk kerugian radiasi

$$Q_{\text{plastik}}^{\text{rad}} = \epsilon_{\text{plastik}} \times \sigma \times A_{\text{plastik}} \times (T_{\text{plastik}}^4 - T_{\text{lingk}}^4) \dots\dots\dots(5)$$

dengan :

$\epsilon_{\text{kaca}}$  = emisivitas plastic diasumsikan 0.9

$\sigma$  = Konstanta Stefan Boltzman  $5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{k}^4$

$A_{\text{plastik}}$  = luas selubung plastic ( $\text{m}^2$ )

Fluk energi konveksi  $Q_{\text{plastik}}^{\text{konv}}$  merupakan fungsi dari permukaan plastik dan dari perbedaan temperatur antara plastik dengan lingkungan. Termasuk juga adsorbsivitas  $\alpha_{\text{kaca}}$  yang dipengaruhi oleh geometri, kemampuan permukaan, sifat-sifat udara dan kecepatan angin.

$$Q_{\text{plastik}}^{\text{konv}} = \alpha_{\text{plastik}} \times A_{\text{plastik}} \times (T_{\text{plastik}} - T_{\text{lingk}}) \dots\dots\dots(6)$$

Untuk harga  $\alpha_{\text{plastik}}$  diperkirakan 15 W/( $\text{m}^2\text{K}$ )

Energi yang diserap oleh selubung plastik  $Q_{\text{plastik}}^{\text{ads}}$  dapat dihitung

menggunakan rumus:

$$Q_{\text{plastik}}^{\text{ads}} = m_{\text{plastik}} \times C_{\text{p plastik}} \times \frac{\Delta T_{\text{plastik}}}{\Delta t} \dots\dots\dots(7)$$

dengan :

$m_{\text{plastik}}$  = massa plastik (kg)

$C_{\text{p plastik}}$  = panas jenis Plastik 0.168 kJ/kg °C

Efisien optic dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\eta_{\text{optik}} = \rho \times \tau \times \alpha \dots\dots\dots(8)$$

dengan :

$\rho$  = reflektifitas kolektor sebesar 0.92 alumunium foil.

$\tau$  = angka transmisivitas selubung diasumsikan sebesar 0.9

$\alpha$  = absorpsivitas tabung diasumsikan 0.9

Efisiensi optic tergantung pada reflektifitas (kemampuan memantulkan cahaya) kolektor, absorpsivitas (penyerapan) tabung, dan transmisivitas (penerusan cahaya) selubung.

Perbandingan dari energi terpakai terhadap energi surya yang diserap ditentukan sebagai efisiensi termal.

$$\eta_{\text{termal}} = \frac{Q_{\text{terpakai}}}{Q_{\text{surya}}} \dots\dots\dots(9)$$

persamaan untuk efisiensi kolektor adalah

$$\eta_{\text{kolektor}} = \eta_{\text{optic}} \times \eta_{\text{termal}} \dots\dots\dots(10)$$

### II.3 Koefisien Unjuk Kerja (COP)

Koefisien unjuk kerja dari sebuah pendingin adsorpsi karbon aktif-metanol dapat dihitung dengan menggunakan langkah-langkah sebagai berikut:

Panas spesifik methanol  $C_{p_m}$  (kJ/kg °C) dapat dihitung dengan persamaan :  
(Tabel A-3E, Specific heatd and densities of common solid and liquids, hal 822)

$$C_{p_m} = 3.9924 - 0.0158T_m + 0.0000364T_m^2 \dots\dots\dots(11)$$

dengan :

$T_m$  = Temperatur methanol pada saat divakum (°K)

Panas laten methanol  $l$  (kJ/kg) dapat dihitung dengan persamaan :

$$L = 1038.1395 + 2.4329T - 0.006665T^2 \dots\dots\dots(12)$$

dengan :

$T_m$  = Temperatur methanol pada saat divakum (°K)

Jumlah methanol yang teradsorpsi saat ini  $dM_{mi}$  (kg) dapat dihitung dengan persamaan :

$$dM_{mi} = M_{ka2} - M_{ka1} \dots\dots\dots(13)$$

dengan :

$M_{m1}$  = massa karbon sebelumnya (kg)

$M_{m2}$  = massa karbon saat ini (kg)

Kandungan methanol dalam karbon aktif X (%) dapat dihitung dengan persamaan:

(Zepei Zhu, 1987, hal : 53)

$$X_i = (X_{i-1} \times M_{ka} / 100 + dM_{mi}) / M_{ka} \times 100 \dots\dots\dots(14)$$

dengan :

$X_i$  = kandungan methanol dalam karbon aktif saat ini (%)

$X_{i-1}$  = kandungan methanol dalam karbon aktif pada saat pengukuran sebelumnya (%)

$M_{ka}$  = massa karbon aktif (kg)

$dM_{mi}$  = jumlah methanol teradsorpsi saat ini (kg)

Perubahan kandungan methanol dalam karbon aktif  $dX$  (%) selisih methanol dalam karbon aktif saat ini dengan pengukuran sebelumnya dengan persamaan :

(Zepei Zhu, 1987, hal : 54)

$$dX = X_i - X_{i-1} \dots\dots\dots(15)$$

Panas sensibel tabung karbon aktif dan karbon aktif  $Q_{t,ka}$  (kJ/h) dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q_{t,ka} = \frac{(M_t \times C_{p_t} + M_{ka} \times C_{p_{ka}}) \times (T_{ka,i} - T_{ka,i-1})}{\Delta t} \dots\dots\dots(16)$$

dengan :

$M_t$  = massa tabung karbon aktif (kg),  $M_t = 1.4$  kg

$C_{p_t}$  = panas spesifik tabung karbon aktif (kJ/kg °C),  $C_{p_t} = 0.452$  kJ/kg °C

$M_{ka}$  = massa karbon aktif (kg)

$C_{p_{ka}}$  = panas spesifik karbon aktif (kJ/kg °C),  $C_{p_{ka}} = 0.70$  kJ/kg °C

$T_{ka,i}$  = temperature karbon aktif saat ini (°C)

$T_{ka,i-1}$  = temperature karbon aktif pada saat pengukuran sebelumnya (°C)

$\Delta t$  = lama waktu pengukuran sebelum sampai saat ini (jam)

Panas sensibel methanol yang berada dalam karbon aktif  $Q_m$  (kJ/h) dapat dihitung dengan persamaan:

(Zepei Zhu, 1987, hal : 55)

$$Q_m = \frac{(M_{ka} \times X_m \times C_{p_m}) \times (T_{ka,i} - T_{ka,i-1})}{\Delta t} \dots\dots\dots(17)$$

dengan :

$M_{ka}$  = massa karbon aktif (kg)

$X_m$  = kandungan methanol dalam karbon aktif rata-rata (%)  $\frac{(X_i + X_{i-1})}{2}$

$C_{p_m}$  = panas spesifik methanol (kJ/kg °C)

$T_{ka,i}$  = temperatur karbon aktif saat ini (°C)



$T_{ka,i-1}$  = temperatur karbon aktif pada saat pengukuran sebelumnya (oC)

$\Delta t$  = lama waktu pengukuran sebelum sampai saat ini (jam)

Panas untuk adsorpsi methanol  $Q_{ad}$  (kJ/h) dapat dihitung dengan persamaan:

(Zepei Zhu, 1987, hal : 56)

$$Q_{ad} = \frac{dM_{mi} \times \Delta H}{\Delta t} \dots\dots\dots(18)$$

dengan :

$dM_{mi}$  = jumlah methanol teradsorpsi saat ini (kg)

$\Delta H$  = panas laten adsorpsi (kJ/kg) untuk karbon aktif – methanol

$\Delta H = 1500$  kJ/kg

$\Delta t$  = lama waktu pengukuran sebelum sampai saat ini (jam)

Panas berguna  $Q_c$  (kJ/h) dapat dihitung dengan persamaan:

(Zepei Zhu, 1987, hal : 58)

$$Q_c = Q_{l,ka} + Q_m + Q_{ad} \dots\dots\dots(19)$$

Efisiensi kolektor selama waktu  $\Delta t$ ,  $\eta_c$  dapat dihitung dengan persamaan:

$$\eta_c = \left( \frac{Q_c}{Q_l} \right) \times 100\% \dots\dots\dots(20)$$

Total energi pendinginan  $Q_l$  (kJ) dapat dihitung dengan persamaan:

(Zepei Zhu, 1987, hal : 59)

$$Q_L = M_{m,RE} \times L \dots\dots\dots(21)$$

dengan :

$M_{in,RE}$  = massa methanol yang teradsorpsi (kg)

$L$  = panas laten methanol (kJ/kg)

Unjuk kerja siklus  $COP_c$  dapat dihitung dengan persamaan:

(Zepei Zhu, 1987, hal : 59)

$$COP_c = \frac{Q_L}{Q_c} \dots\dots\dots(22)$$

Unjuk kerja solar COPs dapat dihitung dengan persamaan:

$$COP_s = \frac{Q_L}{Q_i} \dots\dots\dots(23)$$

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **III.1 Bahan penelitian**

Bahan untuk pengujian keseimbangan energi adalah kolektor parabola piringan dan menggunakan panci sebagai tempat yang diberi fluida.

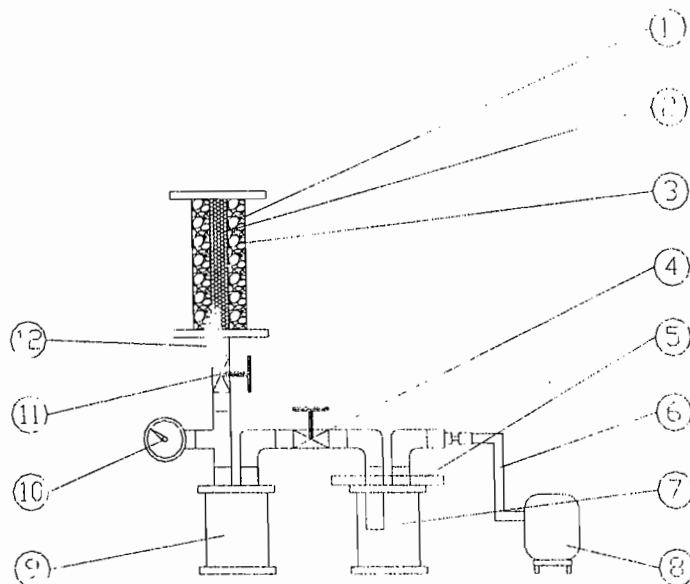
Bahan yang digunakan dalam penelitian pendingin adsorpsi adalah methanol sebagai refrigerant dan karbon aktif sebagai adsorbernya.

Adapun variable yang divariasikan adalah sebagai berikut:

1. Memanaskan air, volume air 1 liter posisi panci tertutup belum dicat.
2. Memanaskan air, volume air 1 liter posisi panci terbuka belum dicat.
3. Memanaskan air, volume air 1 liter posisi panci tertutup dicat hitam.
4. Memanaskan air, volume air 1 liter posisi panci terbuka dicat hitam.
5. Memanaskan air, volume air 1 liter posisi panci tertutup dicat hitam dan diselubung.
6. Memanaskan oli, volume oli 0.5 liter posisi panci tertutup dicat hitam dan diselubung.
7. Volume methanol di evaporator 250 ml, massa karbon aktif ditabung 0,300 kg.
8. Volume methanol di evaporator 250 ml, massa karbon aktif ditabung 0,275 kg.
9. Volume methanol di evaporator 250 ml, massa karbon aktif ditabung 0,250 kg.

10. Volume methanol di evaporator 250 ml, massa karbon aktif ditabung 0,225 kg.
11. Volume methanol di evaporator 250 ml, massa karbon aktif ditabung 0,200 kg
12. Volume methanol di evaporator 50 ml, massa karbon aktif ditabung 0,300 kg.
13. Volume methanol di evaporator 100 ml, massa karbon aktif ditabung 0,300 kg.
14. Volume methanol di evaporator 150 ml, massa karbon aktif ditabung 0300, kg.
15. Volume methanol di evaporator 200 ml, massa karbon aktif ditabung 0,300 kg
16. Volume methanol 400 ml dicampur karbon aktif 0.300 kg
17. Volume methanol 400 ml dicampur karbon aktif 0.275 kg
18. Volume methanol 400 ml dicampur karbon aktif 0.250 kg
19. Volume methanol 350 ml dicampur karbon aktif 0.225 kg
20. Volume methanol 300 ml dicampur karbon aktif 0.200 kg

### III.2 Peralatan Penelitian



Gambar 3.1 Skema alat

Keterangan :

1. Tabung karbon aktif (baja)
2. Pipa berlubang (saluran uap methanol) (aluminium)
3. Karbon aktif
4. Katup 1
5. Penampung air
6. Selang analyzer
7. Tabung penjebak uap air
8. Pompa vakum
9. Evaporator
10. Manometer
11. Katup 2
12. Pipa tembaga

Fungsi dari peralatan yang digunakan adalah :

1. Tabung karbon aktif berbentuk silinder terbuat dari besi, dan berisi karbon aktif
2. Pipa berlubang (saluran uap air) adalah pipa di dalam tabung karbon aktif yang mempunyai banyak lubang, melalui lubang – lubang ini uap air dari evaporator diserap karbon aktif.
3. Karbon aktif sebagai adsorber.
4. Katup 1 adalah katup jenis bola, dibuka pada saat proses pemvakuman dan ditutup saat pompa vakum dimatikan.
5. Penampung air terbuat dari resin sehingga transparan dan sebagai penampung air dingin berfungsi mengembunkan uap air.
6. Selang analyzer berfungsi sebagai penghubung pompa vakum.
7. Tabung perjebak uap air terbuat dari gelas kaca dan berfungsi mengembunkan uap air agar tidak terhisap pompa vakum.
8. Pompa vakum dengan jenis rotari berfungsi memvakumkan seluruh sistem pendingin.
9. Tabung evaporator terbuat dari gelas kaca sehingga proses pendidihan dan pendinginan air dapat terlihat.
10. Manometer, digunakan untuk mengukur tekanan dan kevakuman sistem pendingin.
11. Katup 2 adalah katup jenis bola, dibuka pada saat proses pendinginan (adsorpsi) dan ditutup saat proses desorpsi.
12. Pipa tembaga berfungsi sebagai saluran penghubung sistem alat.

### III.3 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan melalui tiga tahap yaitu:

1. Tahap persiapan, meliputi persiapan penulis dengan membaca literature tentang pendingin adsorpsi dan pengumpulan data yang mendukung penelitian, mencari bahan-bahan yang diperlukan untuk membuat alat percobaan dan merangkainya sampai alat itu jadi dan tidak mengalami kebocoran.
2. Pengambilan data, sebelum pengambilan data dimulai lakukan pengecekan kebocoran pada alat adsorpsi sampai tidak ada kebocoran lagi. Jika tidak ada kebocoran lagi pengambilan data dilakukan setiap 5 menit sekali.
3. Tahap pembahasan data. Dari data-data yang sudah dianalisa kemudian diolah menjadi kesimpulan dan penutup.

Langkah-langkah penelitian yang harus dilakukan adalah:

Untuk keseimbangan energi.

a. Pembuatan alat

❖ Mencari jari-jari parabola dengan focus 0.4018 m

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{2f}{1 + \cos \theta} \\ &= \frac{2 \times 0.4018}{1 + \cos 90} \\ &= 0.8036 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\rho = r = 0.8036 \text{ m}$$

Dimeter parabola 1.6 m

- ❖ Mencari jarak antara titik fokus dengan permukaan parabola

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{2f}{1 + \cos \theta} \\ &= \frac{2 \times 0.4018}{1 + \cos 0} \\ &= 0.4018 \text{ m}\end{aligned}$$

Untuk sudut-sudut yang lain dicari dengan cara yang sama.

- ❖ Mencari luas parabola

$$\text{Luas} = 2 \pi \int_0^{35} x \sqrt{1 + \left(\frac{dx}{dy}\right)^2} dy$$

$$x = \sqrt{\frac{y}{0.0062}} = \frac{1}{\sqrt{0.0062}} = \frac{1}{\sqrt{0.0062}} y^{0.5}$$

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dy} &= \frac{1}{\sqrt{0.0062}} \times \frac{1}{2} y^{-0.5} \\ &= \frac{1}{2\sqrt{0.0062}} \times \frac{1}{\sqrt{y}}\end{aligned}$$

$$\left(\frac{dx}{dy}\right)^2 = \frac{1}{0.0248y}$$

$$1 + \frac{1}{0.0248y} = \frac{0.0248y + 1}{0.0248y}$$

$$\text{Luas} = 2 \pi \int_0^{35} \sqrt{\frac{y}{0.0062}} \times \sqrt{\frac{0.0248y + 1}{0.0248y}} dy$$

$$2 \pi \int_0^{35} \sqrt{\frac{0.0248y + 1}{0.0062 \times 0.0248}} dy$$

$$\frac{2\pi}{\sqrt{0.0062 \times 0.0248}} \times \int_0^{35} \sqrt{1 + 0.0248y} dy$$





Missal  $u = 0.0248y$

$$\frac{du}{dy} = 0.0248$$

$$du = 0.0248 dy$$

$$dy = \frac{du}{0.0248}$$

$$y = 0 \text{ -----} u = 0$$

$$y = 35 \text{ -----} u = 0.0248 \times 35 \\ = 0.868$$

$$\text{Luas} = 506.45 \int_0^{0.868} \sqrt{1+u} \times \frac{du}{0.0248}$$

$$= 20.421,371 \int_0^{0.868} \sqrt{1+u} du$$

$$= 20.421,371 \int_0^{0.868} \sqrt{1+(\sqrt{u})^2} du$$

$$a = 1$$

$$u = \sqrt{u}$$

$$= \frac{1}{2} \times \sqrt{u} \times \sqrt{u+1} + \frac{1}{2} (1) \ln |\sqrt{u} + \sqrt{u+1}| \Big|_0^{0.868}$$

$$= \frac{1}{2} \times \sqrt{0.868} \times \sqrt{1.868} + \frac{1}{2} \ln |\sqrt{0.868} + \sqrt{1.868}|$$

$$= 0.6366 + 0.4161$$

$$= 1.0527$$

$$= 20.421,37 \times 1.0527$$

$$= 2.15 \text{ m}^2$$

Luas parabola  $2.15 \text{ m}^2$

b. Pengukuran masukan energi matahari.

1. Solar cell menerima energi matahari

2. Diukur tegangan keluarannya setiap 5 menit bersama dengan pengambilan data.

c. Pengambilan data

1. Menggunakan kolektor termal surya parabola piringan dengan bahan aluminium foil untuk keseimbangan energi.

a. Panci diisi oleh air dengan volume 1 liter kemudian dipanasi menggunakan kolektor parabola jenis piringan,

b. Setiap 5 menit sampai 60 menit diukur suhu air dan masukan mataharinya.

c. Untuk variasi posisi panci terbuka dan tertutup tidak dicat, panci terbuka dan tertutup di cat hitam, panci dicat dan diselubung serta memanaskan oli menggunakan cara yang sama hanya panci diselubung diukur suhu selubungnya dengan volume air 1 liter dan oli 0.5 liter.

2. Untuk proses adsorpsi langkah-langkah yang digunakan adalah:

1. Mengisi karbon aktif kedalam tabung dengan massa 0.300 kg dan mengisi methanol kedalam gelas evaporator dengan volume 250 ml.

2. Membuka kedua katup lalu diukur temperatur awal methanol-karbon aktif dan tekanan awalnya.

3. Memasang pompa vakum kemudian pompa kita hidupkan sampai kevakuman maksimum dan cek tekanan yang dihasilkan vakum sampai tekanan tidak naik lagi.
4. Setelah 10 menit divakum tutup katup 1 hingga tertutup benar-benar rapat, matikan dan copot pompa vakum.
5. Ukur tekanan, suhu methanol-karbon aktif, suhu lingkungan setelah divakum.
6. Ukur suhu methanol-karbon aktif dan suhu lingkungan tiap 5 menit hingga 60 menit.
7. Selesai pengambilan data, tekan pentil hingga tekanan kembali 0 dan lepas tabung yang berisi karbon aktif kemudian karbon aktif ditimbang.
8. Masukkan karbon ke dalam panci kemudian dipanasi menggunakan kolektor parabola.
9. Ukur suhu karbon aktif dan masukan matahari setiap 5 menit sampai 60 menit.
10. Selesai pengambilan data timbang massa karbon aktif yang telah dipanasi menggunakan kolektor parabola.
11. Ulangi percobaan diatas dengan volume methanol-karbon aktif yang berbeda-beda

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### IV. 1 Hasil Penelitian

Setelah melakukan serangkaian penelitian dengan melakukan memanaskan air dan oli serta proses adsorpsi methanol-karbon aktif maka diperoleh data-data sebagai berikut:

#### **Keseimbangan energi untuk kolektor**

Tabel 4.1 Pengukuran suhu tanggal 23-06-2006 jam 11.00 dengan volume air 1 liter, posisi panci tertutup.

Waktu (t)	Input (V)	R ( $\Omega$ )	I (A)	G ( $W/m^2$ )	Tair ( $^{\circ}C$ )	$\Delta T_{air}$
0	3.69	10	0.369	922.5	27	
300	3.62	10	0.369	905.0	55	28
600	3.90	10	0.390	975.0	71	16
900	3.75	10	0.375	937.5	79	8
1200	3.73	10	0.373	932.5	90	11
1500	3.62	10	0.362	905.0	97	7
1800	3.60	10	0.36	900.0	98	1
2100	3.85	10	0.385	962.5	99	1
2400	3.81	10	0.381	952.5	99	0
2700	3.79	10	0.379	947.5	99	0
3000	3.89	10	0.389	972.5	99	0
3300	3.85	10	0.385	962.5	99	0
3600	3.83	10	0.383	957.5	99	0

Tabel 4.2 Pengukuran suhu tanggal 23-06-2006 jam 12.05 dengan volume air 1 liter, posisi panci terbuka.

Waktu (t)	Input (V)	R ( $\Omega$ )	I (A)	G ( $W/m^2$ )	Tair ( $^{\circ}C$ )	$\Delta T_{air}$
0	3.69	10	0.369	922.5	27	
300	3.79	10	0.379	947.5	51	24
600	3.76	10	0.376	940.0	64	13
900	3.76	10	0.376	940.0	71	7
1200	3.78	10	0.378	945.0	75	4
1500	3.76	10	0.376	940.0	77	2
1800	3.95	10	0.395	987.5	77	0
2100	3.92	10	0.392	980.0	77	0
2400	3.90	10	0.390	975.0	79	2
2700	3.90	10	0.390	975.0	81	2
3000	3.90	10	0.390	975.0	81	0
3300	3.91	10	0.391	977.5	82	1
3600	3.85	10	0.385	962.5	82	0

Tabel 4.3 Pengukuran suhu tanggal 26-06-2006 jam 11.40 dengan volume air 1 liter, posisi panci tertutup dan dicat.

Waktu (t)	Input (V)	R ( $\Omega$ )	I (A)	G ( $W/m^2$ )	Tair ( $^{\circ}C$ )	$\Delta T_{air}$
0	3.95	10	0.395	987.5	27	
300	4.09	10	0.409	1022.5	54	27
600	3.96	10	0.396	990.0	72	18
900	3.85	10	0.385	962.5	87	15
1200	3.87	10	0.387	967.5	97	10
1500	3.84	10	0.384	960.0	97	0
1800	0.57	10	0.057	142.5	97	0
2100	3.90	10	0.390	975.0	99	2
2400	4.13	10	0.413	1032.5	99	0
2700	3.97	10	0.397	992.5	99	0
3000	3.99	10	0.399	997.5	99	0
3300	4.05	10	0.405	1012.5	99	0
3600	4.11	10	0.411	1027.5	99	0

Tabel 4.4 Pengukuran suhu tanggal 26-06-2006 jam 11.40 dengan volume air 1 liter, posisi panci terbuka dan dicat.

Waktu (t)	Input (V)	R ( $\Omega$ )	I (A)	G ( $W/m^2$ )	Tair ( $^{\circ}C$ )	$\Delta T_{air}$
0	3.51	10	0.351	877.5	27	
300	2.70	10	0.270	675.0	56	29
600	3.26	10	0.326	815.0	69	13
900	3.54	10	0.354	885.0	77	8
1200	1.82	10	0.182	455.0	82	5
1500	3.99	10	0.399	997.5	85	3
1800	4.00	10	0.400	1000	85	0
2100	3.90	10	0.390	975.0	85	0
2400	3.96	10	0.396	990.0	88	3
2700	3.98	10	0.398	995.0	89	1
3000	4.11	10	0.411	1027.5	89	0
3300	3.92	10	0.392	980.0	91	2
3600	4.00	10	0.400	1000	92	1

Tabel 4.5 Pengukuran suhu tanggal 03-07-2006 jam 11.34 dengan volume air 1 liter, posisi panci tertutup dicat dan diselubung.

Waktu (t)	Input (V)	R ( $\Omega$ )	I (A)	G ( $W/m^2$ )	Tair ( $^{\circ}C$ )	Tling	Tslub	$\Delta T_{air}$	$\Delta T_{slub}$
0	3.53	10	0.353	882.5	27	31	33		
300	3.51	10	0.351	877.5	50	32	135	23	102
600	3.40	10	0.34	850	68	32	139	18	4
900	3.47	10	0.347	867.5	77	32	141	9	2
1200	3.40	10	0.34	850	88	32	170	11	29
1500	3.37	10	0.337	842.5	97	32	170	9	0
1800	3.38	10	0.338	845	98	32	170	1	0
2100	3.42	10	0.342	855	99	35	170	1	0
2400	3.44	10	0.344	860	99	33	170	0	0
2700	3.48	10	0.348	870	99	31	170	0	0
3000	3.50	10	0.35	875	99	31	180	0	10
3300	3.46	10	0.346	865	99	28	182	0	2
3600	3.38	10	0.338	845	99	28	188	0	6

Tabel 4.6 Pengukuran suhu tanggal 04-07-2006 jam 11.30 dengan volume oli 0.5 liter, posisi panci tertutup dicat dan diselubung.

Waktu (t)	Input (V)	R ( $\Omega$ )	I (A)	G ( $W/m^2$ )	Toli ( $^{\circ}C$ )	Tling ( $^{\circ}C$ )	Tslub ( $^{\circ}C$ )	$\Delta T_{oli}$ ( $^{\circ}C$ )	$\Delta T_{slub}$
0	3.33	10	0.333	832.5	26	29	104		
300	1.50	10	0.150	375	125	32	114	99	10
600	1.14	10	0.114	285	134	30	117	9	3
900	2.70	10	0.270	675	143	31	127	9	10
1200	3.01	10	0.301	752.5	168	33	132	25	5
1500	2.84	10	0.284	710	196	33	134	28	2
1800	3.00	10	0.300	750	216	33	135	20	1
2100	2.98	10	0.298	745	229	35	139	13	4
2400	3.16	10	0.316	790	235	35	160	6	21
2700	1.20	10	0.120	300	237	34	165	2	5
3000	2.88	10	0.288	720	240	33	170	3	5
3300	3.23	10	0.323	807.5	244	35	173	4	3
3600	2.85	10	0.285	712.5	252	35	180	8	7

### Proses adsorpsi methanol-karbon aktif

#### Variasi massa karbon aktif

1. Volume awal methanol	: 250 ml
Massa awal karbon aktif	: 0.275 kg
Temperature awal methanol	: 25.3 °C
Temperature awal karbon aktif	: 27.3 °C
Temperature methanol saat divakum	: 24.0 °C
Temperature karbon aktif saat divakum	: 27.5 °C
Lamanya waktu divakum	: 10 menit
Tekanan pemakuman	: -30 In.Hg
Massa karbon aktif	: 0.2875 kg

#### Pemanasan karbon aktif

Jam	: 11.29 WIB
massa karbon aktif	: 0.275 kg

Tabel data 4.7

Waktu (t)	T <sub>metanol</sub> (°C)	T <sub>1 karbon</sub> (°C)	T <sub>2 karbon</sub> (°C)	T <sub>ling</sub> (°C)	Input (V)
0	21.7	27.2	27.2	26.5	3.02
5	22.2	27.3	61.5	2.3	0.45
10	22.7	27.5	68.0	25.9	0.73
15	23.3	27.5	72.0	27.0	3.98
20	23.9	27.6	78.2	26.9	3.97
25	24.0	27.6	80.6	26.0	0.57
30	24.1	27.6	90.0	26.1	1.21
35	24.4	27.7	91.7	26.9	2.00
40	25.3	27.7	98.5	27.0	3.87
45	25.0	27.8	102.5	27.2	0.77
50	25.7	27.9	103.5	27.7	3.73
55	25.8	27.9	106.5	27.5	0.63
60	26.1	28.1	110.5	26.9	0.63



2. Volume awal methanol	: 250 ml
Massa awal karbon aktif	: 0.300 kg
Temperature awal methanol	: 27.2 °C
Temperature awal karbon aktif	: 27.8 °C
Temperature methanol saat divakum	: 24.3 °C
Temperature karbon aktif saat divakum	: 27.1 °C
Lamanya waktu divakum	: 10 menit
Tekanan pemakuman	: -30 In.Hg
Massa karbon aktif	: 0.3125 kg
<b>Pemanasan karbon aktif</b>	
Jam	: 14.50 WIB
massa karbon aktif	: 0.300 kg

Tabel data 4.8

Waktu (menit)	$T_{\text{metanol}} (^{\circ}\text{C})$	$T^1_{\text{karbon}} (^{\circ}\text{C})$	$T_{\text{ling}} (^{\circ}\text{C})$	Input (V)	$T^2_{\text{karbon}} (^{\circ}\text{C})$
0	20.8	27.1	26.5	3.19	53.7
5	21.7	27.1	26.3	3.18	60.8
10	22.1	27.2	25.9	3.06	70.5
15	23.2	27.2	27.0	3.07	74.4
20	23.9	27.2	26.9	3.16	82.0
25	24.0	27.3	26.0	3.13	82.3
30	24.5	27.4	26.1	3.16	84.0
35	24.6	27.4	26.9	3.13	85.6
40	24.8	27.8	27.0	3.17	87.1
45	25.0	28.0	27.2	3.18	89.4
50	25.3	28.0	27.7	3.15	92.3
55	25.3	28.0	26.5	3.17	96.0
60	25.4	28.6	26.9	3.18	97.1

3. Volume awal methanol	: 250 ml
Massa awal karbon aktif	: 0.250 kg
Temperature awal methanol	: 24.6 °C
Temperature awal karbon aktif	: 25.9 °C
Temperature methanol saat divakum	: 19.2 °C
Temperature karbon aktif saat divakum	: 25.9 °C
Lamanya waktu divakum	: 10 menit
Tekanan pemakuman	: -30 In.Hg
Massa karbon aktif	: 0.255 kg
<b>Pemanasan karbon aktif</b>	
Jam	: 14.50 WIB
massa karbon aktif	: 0.220 kg

Tabel data 4.9

Waktu (detik)	T <sub>metanol</sub> (°C)	T <sup>1</sup> <sub>karbon</sub> (°C)	T <sub>ling</sub> (°C)	Input (V)	T <sup>2</sup> <sub>karbon</sub> (°C)
0	17.9	25.7	25.6	3.03	26.5
5	18.6	25.9	25.3	2.85	54.7
10	19.1	25.9	25.1	3.09	91.4
15	19.5	25.9	25.1	3.20	93.6
20	20.5	25.9	25.4	3.19	96.3
25	21.6	25.9	25.5	3.26	100.0
30	22.1	26.0	25.8	3.24	102.5
35	22.3	26.0	25.8	3.33	110.4
40	22.8	26.1	25.8	3.31	123.7
45	22.9	26.1	25.7	3.26	144.1
50	22.9	26.1	25.4	3.28	154.4
55	23.3	26.1	26.1	3.35	166.2
60	23.4	26.1	25.5	3.33	180.0

4. Volume awal methanol	: 250 ml
Massa awal karbon aktif	: 0.225 kg
Temperature awal methanol	: 24.5 °C
Temperature awal karbon aktif	: 26.6 °C
Temperature methanol saat divakum	: 21.1 °C
Temperature karbon aktif saat divakum	: 26.6 °C
Lamanya waktu divakum	: 10 menit
Tekanan pemakuman	: -30 In.Hg
Massa karbon aktif	: 0.255 kg
<b>Pemanasan karbon aktif</b>	
Jam	: 12.27 WIB
massa karbon aktif	: 0.200 kg

Tabel data 4.10

Waktu (detik)	T <sub>metanol</sub> (°C)	T <sup>1</sup> <sub>karbon</sub> (°C)	T <sub>ling</sub> (°C)	Input (V)	T <sup>2</sup> <sub>karbon</sub> (°C)
0	17.8	26.2	25.7	1.20	39.0
5	18.5	26.7	25.8	2.85	25.1
10	19.3	26.7	25.6	2.96	65.0
15	20.4	27.0	25.8	0.84	73.9
20	20.9	26.7	26.0	0.72	77.8
25	21.7	26.7	27.0	2.92	77.9
30	22.0	26.8	26.2	2.83	83.8
35	22.9	26.8	27.0	2.71	84.7
40	23.3	26.9	26.5	2.53	86.6
45	23.6	27.0	26.2	2.86	92.9
50	23.7	26.9	26.1	2.87	100.5
55	23.9	27.1	26.0	2.53	100.6
60	24.1	27.1	25.8	1.45	101.6

5. Volume awal methanol	: 250 ml
Massa awal karbon aktif	: 0.200 kg
Temperature awal methanol	: 25.7 °C
Temperature awal karbon aktif	: 27.4 °C
Temperature methanol saat divakum	: 21.6 °C
Temperature karbon aktif saat divakum	: 26.0 °C
Lamanya waktu divakum	: 10 menit
Tekanan pemakuman	: -30 In.Hg
Massa karbon aktif	: 0.200 kg
<b>Pemanasan karbon aktif</b>	
Jam	: 11.24 WIB
massa karbon aktif	: 0.170 kg

Tabel data 4.11

Waktu (detik)	T <sub>metanol</sub> (°C)	T <sub>karbon</sub> <sup>1</sup> (°C)	T <sub>ling</sub> (°C)	Input (V)	T <sub>karbon</sub> <sup>2</sup> (°C)
0	18.2	26.7	26.7	3.35	35.0
5	19.1	26.8	26.1	3.32	86.3
10	20.3	26.8	26.9	3.33	91.4
15	21.3	26.8	26.5	3.28	94.1
20	21.7	26.9	26.5	3.06	96.5
25	22.2	27.0	26.4	1.75	97.7
30	22.8	27.1	26.2	3.38	97.8
35	23.5	27.1	26.5	3.58	101.1
40	23.5	27.2	26.5	3.31	102.2
45	23.7	27.2	26.3	0.88	102.3
50	24.0	27.3	26.1	0.93	104.1
55	24.2	27.3	26.5	3.18	105.9
60	24.5	27.4	26.5	3.16	110.9

### Variasi volume methanol

l	Volume awal methanol	: 150 ml
	Massa awal karbon aktif	: 0.300 kg
	Temperature awal methanol	: 24.7 °C
	Temperature awal karbon aktif	: 27.8 °C
	Temperature methanol saat divakum	: 18.2 °C
	Temperature karbon aktif saat divakum	: 26.6 °C
	Lamanya waktu divakum	: 10 menit
	Tekanan pemakuman	: -30 In.Hg
	Massa karbon aktif	: 0.300 kg

### Pemanasan karbon aktif

Jam	: 10.10 WIB
massa karbon aktif	: 0.290 kg

Tabel data 4.12

Waktu (detik)	T <sub>metanol</sub> (°C)	T <sub>karbon</sub> <sup>1</sup> (°C)	T <sub>ling</sub> (°C)	Input (V)	T <sub>karbon</sub> <sup>2</sup> (°C)
0	15.8	26.0	26.4	3.00	62.0
50	17.5	26.2	25.6	3.03	74.2
10	18.7	26.2	25.9	3.05	87.5
15	19.3	26.2	25.7	3.09	98.1
20	20.2	26.2	25.4	3.19	105.2
25	20.8	26.2	25.7	3.21	110.9
30	21.4	26.4	25.8	3.19	117.5
35	22.4	26.5	26.1	3.13	120.7
40	22.7	26.6	26.8	3.16	122.8
45	22.8	26.6	26.6	3.22	124.2
50	23.3	26.6	25.9	3.24	126.8
55	23.6	26.6	25.7	3.37	144.6
60	23.8	26.7	25.9	3.40	168.2

2	Volume awal methanol	: 100 ml
	Massa awal karbon aktif	: 0.300 kg
	Temperature awal methanol	: 24.8 °C
	Temperature awal karbon aktif	: 26.1 °C
	Temperature methanol saat divakum	: 18.2 °C
	Temperature karbon aktif saat divakum	: 26.1 °C
	Lamanya waktu divakum	: 10 menit
	Tekanan pemakuman	: -30 In.Hg
	Massa karbon aktif	: 0.300 kg
	<b>Pemanasan karbon aktif</b>	
	Jam	: 10.10 WIB
	massa karbon aktif	: 0.270 kg

Tabel data 4.13

Waktu (detik)	T <sub>metanol</sub> (°C)	T <sub>karbon</sub> <sup>1</sup> (°C)	T <sub>ling</sub> (°C)	Input (V)	T <sub>karbon</sub> <sup>2</sup> (°C)
0	14.7	25.4	25.4	3.32	23.3
5	16.3	25.5	25.0	3.24	80.2
10	18.7	225.6	25.1	2.49	87.0
15	19.4	25.6	25.1	3.22	88.3
20	20.5	25.7	25.6	1.34	90.5
25	20.6	25.7	25.4	1.22	91.2
30	21.3	25.7	25.0	3.28	94.7
35	21.8	25.7	25.3	3.28	99.7
40	22.1	25.7	25.2	3.22	104.2
45	22.2	25.8	25.2	3.30	107.6
50	22.6	25.8	25.2	3.20	110.7
55	23.3	25.8	26.3	0.87	115.6
60	23.6	26.0	26.8	0.84	117.2

3	Volume awal methanol	: 50 ml
	Massa awal karbon aktif	: 0.300 kg
	Temperature awal methanol	: 25.7 °C
	Temperature awal karbon aktif	: 27.2 °C
	Temperature methanol saat divakum	: 16.3 °C
	Temperature karbon aktif saat divakum	: 26.3 °C
	Lamanya waktu divakum	: 10 menit
	Tekanan pemakuman	: -30 In.Hg
	Massa karbon aktif	: 0.300 kg
	<b>Pemanasan karbon aktif</b>	
	Jam	: 10.33 WIB
	massa karbon aktif	: 0.290 kg

Tabel data 4.14

Waktu (detik)	$T_{\text{metanol}} (^{\circ}\text{C})$	$T^1_{\text{karbon}} (^{\circ}\text{C})$	$T_{\text{ling}} (^{\circ}\text{C})$	Input (V)	$T^2_{\text{karbon}} (^{\circ}\text{C})$
0	14.4	26.4	26.2	3.59	28.3
5	17.3	26.4	26.0	3.69	78.9
10	19.5	26.5	26.2	2.96	108.3
15	20.9	26.6	26.3	2.88	114.1
20	21.0	26.6	26.5	3.23	115.5
25	21.3	26.6	26.6	3.49	126.4
30	21.3	26.6	25.2	3.34	130.5
35	21.8	26.7	25.8	1.97	138.2
40	22.2	26.7	25.5	1.12	141.1
45	22.3	26.7	25.9	3.59	146.3
50	22.8	26.7	26.1	1.63	149.6
55	23.2	26.8	26.0	0.87	153.8
60	23.8	26.8	26.3	3.46	154.5

4	Volume awal methanol	: 200 ml
	Massa awal karbon aktif	: 0.300 kg
	Temperature awal methanol	: 25.7 °C
	Temperature awal karbon aktif	: 27.0 °C
	Temperature methanol saat divakum	: 20.2 °C
	Temperature karbon aktif saat divakum	: 26.3 °C
	Lamanya waktu divakum	: 10 menit
	Tekanan pemakuman	: -30 In.Hg
	Massa karbon aktif	: 0.305 kg
	<b>Pemanasan karbon aktif</b>	
	Jam	: 9.30 WIB
	massa karbon aktif	: 0.300 kg

Tabel data 4.15

Waktu (detik)	T <sub>metanol</sub> (°C)	T <sup>1</sup> <sub>karbon</sub> (°C)	T <sub>ling</sub> (°C)	Input (V)	T <sup>2</sup> <sub>karbon</sub> (°C)
0	16.3	25.8	25.8	3.17	27.0
5	17.7	25.9	25.8	1.60	61.5
10	18.3	25.9	25.4	1.10	70.7
15	19.0	25.9	25.6	3.29	72.6
20	19.9	26.0	25.8	3.14	96.1
25	20.1	26.0	25.6	3.23	107.5
30	20.4	26.0	25.4	3.26	113.7
35	21.1	26.0	25.5	3.24	114.8
40	21.6	26.0	25.7	2.00	118.3
45	22.0	26.0	25.7	3.18	121.9
50	22.3	26.0	25.8	3.43	123.6
55	22.7	26.1	25.6	3.38	130.0
60	23.1	26.3	25.7	3.28	140.0



**Variasi campuran antara methanol dan karbon aktif**

1	Jam	: 09.35 WIB
	Massa karbon aktif	: 0.300 kg
	Volume methanol	: 400 ml
	<b>Setelah ditiriskan</b>	
	Massa karbon aktif	: 0.400 kg
	Volume methanol	: 260 ml
	<b>Setelah dipanaskan</b>	
	Massa karbon aktif	: 0.310 kg
2	Jam	: 10.55 WIB
	Massa karbon aktif	: 0.275 kg
	Volume methanol	: 400 ml
	<b>Setelah ditiriskan</b>	
	Massa karbon aktif	: 0.355 kg
	Volume methanol	: 270 ml
	<b>Setelah dipanaskan</b>	
	Massa karbon aktif	: 0.290 kg

**Tabel data 4.16**

Waktu (detik)	Input (V)	T <sup>1</sup> <sub>karbon</sub> (°C)	Input (V)	T <sup>2</sup> <sub>karbon</sub> (°C)
0	3.49	27.1	3.99	27.9
300	3.64	46.7	3.87	49.2
600	3.70	47.9	3.83	52.2
900	3.71	48.5	3.96	60.4
1200	3.30	49.9	4.04	64.8
1500	3.78	51.5	3.98	71.2
1800	3.70	56.9	3.86	80.1
2100	3.77	60.5	3.97	93.5
2400	3.76	65.1	3.96	107.9
2700	3.77	70.1	4.03	117.0
3000	3.85	75.9	3.92	126.5
3300	3.85	79.8	3.85	139.9
3600	3.93	82.0	3.81	140.2

3	Jam	: 12.28 WIB
	Massa karbon aktif	: 0.250 kg
	Volume methanol	: 400 ml
	<b>Setelah ditiriskan</b>	
	Massa karbon aktif	: 0.360 kg
	Volume methanol	: 250 ml
	<b>Setelah dipanaskan</b>	
	Massa karbon aktif	: 0.260 kg
4	Jam	: 10.30 WIB
	Massa karbon aktif	: 0.225 kg
	Volume methanol	: 350 ml
	<b>Setelah ditiriskan</b>	
	Massa karbon aktif	: 0.290 kg
	Volume methanol	: 240 ml
	<b>Setelah dipanaskan</b>	
	Massa karbon aktif	: 0.220 kg

Tabel data 4.17

Waktu (detik)	Input (V)	$T^3_{\text{karbon}} (^{\circ}\text{C})$	Input (V)	$T^4_{\text{karbon}} (^{\circ}\text{C})$
0	4.06	21.4	3.83	61.9
300	4.04	51.0	4.03	62.8
600	3.98	49.2	4.13	85.6
900	3.46	49.5	3.82	98.1
1200	3.87	54.7	3.76	101.2
1500	1.49	57.9	4.17	101.5
1800	3.72	62.4	1.02	109.8
2100	3.70	70.4	3.94	110.6
2400	3.74	74.6	3.89	141.3
2700	3.68	81.7	3.91	168.7
3000	3.48	88.7	3.90	187.8
3300	3.60	89.1	3.89	190.1
3600	2.49	90.8	3.20	198.5

5 Jam	: 11.52 WIB
Massa karbon aktif	: 0.200 kg
Volume methanol	: 300 ml
<b>Setelah ditiriskan</b>	
Massa karbon aktif	: 0.260 kg
Volume methanol	: 230 ml
<b>Setelah dipanaskan</b>	
Massa karbon aktif	: 0.200 kg

Tabel data 4.18

Waktu (detik)	Input (V)	T <sub>karbon</sub> <sup>s</sup> (°C)
0	3.88	24.9
300	3.82	67.2
600	3.85	87.1
900	3.80	107.8
1200	3.79	109.6
1500	3.74	134.4
1800	3.72	146.7
2100	3.70	167.9
2400	3.67	199.5
2700	3.66	200.5
3000	3.65	203.4
3300	3.66	205.8
3600	3.64	210.5

## IV.2 Pengolahan Data

Data-data hasil penelitian diatas digunakan untuk perhitungan keseimbangan energi untuk kolektor dan unjuk kerja dari sebuah pendingin adsorpsi methanol-karbon aktif dengan menggunakan persamaan yang telah ditulis pada bab didepan dan perhitungan dengan menggunakan data dari tabel 4.5 dan 4.7

### Keseimbangan energi untuk kolektor

- a. Energi matahari yang datang  $Q_{datang}$  (W) dihitung menggunakan persamaan (1)

$$\begin{aligned} Q_{datang} &= G \times A_{AP} \\ &= 882.5 \times 2.15 \\ &= 1897.38 \text{ W} \end{aligned}$$

- b. Energi yang terpakai  $Q_{terpakai}$  (W) dihitung menggunakan persamaan (2)

$$\begin{aligned} Q_{terpakai} &= m_{air} \cdot c_{p,air} \cdot \frac{\Delta T_{air} (^{\circ}C)}{\Delta t(dtk)} \\ &= 1 \times 4179 \times \frac{23}{300} \\ &= 320.39 \text{ W} \end{aligned}$$

- c. Energi yang diserap oleh selubung plastik  $Q_{plastik}^{ads}$  (W) dihitung menggunakan persamaan (7)

$$\begin{aligned} Q_{plastik}^{ads} &= m_{plastik} \times C_{p,plastik} \times \frac{\Delta T_{plastik}}{\Delta t} \\ &= 0.025 \times 168 \times \frac{102}{300} \end{aligned}$$

$$= 1.428 \text{ W}$$

- d. Energi yang dilepaskan oleh plastik secara konveksi  $Q_{plastik}^{konv}$  (W) dihitung menggunakan persamaan (6)

$$\begin{aligned} Q_{plastik}^{konv} &= \alpha_{plastik} \times A_{plastik} \times (T_{plastik} - T_{lingk}) \\ &= 15 \text{ W/(m}^2\text{K)} \times 0.078 \times (408 - 305) \\ &= 172.36 \text{ W} \end{aligned}$$

- e. Energi yang dilepaskan oleh plastik secara radiasi  $Q_{plastik}^{rad}$  (W) dihitung menggunakan persamaan (5)

$$\begin{aligned} Q_{plastik}^{rad} &= \epsilon_{plastik} \times \sigma_{plastik} \times A_{plastik} \times (T_{plastik}^4 - T_{lingk}^4) \\ &= 0,9 \times (5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4) \times 0.078 \times (408^4 - 305^4) \\ &= 1.12 \text{ W} \end{aligned}$$

- f. Energi yang hilang  $Q_{hilang}$  (W) dihitung menggunakan persamaan (4)

$$\begin{aligned} Q_{hilang} &= Q_{plastik}^{rad} + Q_{plastik}^{konv} + Q_{plastik}^{ads} \\ &= 1.12 \text{ W} + 172.36 \text{ W} + 1.428 \text{ W} \\ &= 174.91 \text{ W} \end{aligned}$$

- g. Energi dari matahari  $Q_{surya}$  (W) dihitung menggunakan persamaan (3)

$$\begin{aligned} Q_{surya} &= Q_{terpakai} + Q_{hilang} \\ &= 320.39 \text{ W} + 174.91 \text{ W} \\ &= 495.30 \text{ W} \end{aligned}$$

- h. Efisiensi Optik  $\eta_{optik}$  dihitung menggunakan persamaan (8)

$$\eta_{optik} = \rho \times \tau \times \alpha$$

$$= 0,92 \times 0,9 \times 0,9$$

$$= 0,78$$

$$= 78 \%$$

- i. Efisiensi termal  $\eta_{\text{termal}}$  dihitung menggunakan persamaan (9)

$$\eta_{\text{termal}} = \frac{Q_{\text{terpakai}}}{Q_{\text{surya}}}$$

$$= \frac{320,39}{495,30}$$

$$= 0,65$$

$$= 65\%$$

- j. Efisiensi kolektor  $\eta_{\text{kolektor}}$  dihitung menggunakan persamaan (10)

$$\eta_{\text{kolektor}} = \eta_{\text{optik}} \times \eta_{\text{termal}}$$

$$= 0,78 \times 0,54$$

$$= 0,42$$

$$= 42 \%$$

### **Pendingin adsorpsi methanol-karbon aktif**

- k. Panas spesifik methanol  $C_{p_m}$  (kJ/kg °C) dihitung menggunakan persamaan (11)

$$C_{p_m} = 3,9924 - 0,0158T_m + 0,0000364T_m^2$$

$$= 3,9924 - (0,0158 \times 297) + (0,0000364 \times 297)^2$$

$$= 2,380 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$$

- l. Panas laten methanol 1 kJ/kg) dihitung menggunakan persamaan (12)

$$\begin{aligned} L &= 1038.1395 + 2.4329T - 0.006665T^2 \\ &= 1038.1395 + (2.4329 \times 297) - (0.006665 \times 297^2) \\ &= 1172.798 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

- m. Jumlah methanol yang teradsorpsi saat ini  $dM_{mi}$  (kg) dihitung menggunakan persamaan (13)

$$\begin{aligned} \Delta M_{ka} &= M_{ka2} - M_{ka1} \\ &= 0.2875 - 0.275 \\ &= 0.0125 \text{ kg} \\ &= 0.0125 / 12 \\ &= 0.0010417 \\ dM_{m-1} &= 0.0010417 + 0 \\ &= 0.0010417 \text{ kg} \end{aligned}$$

- n. Kandungan methanol dalam karbon aktif X (%) dihitung menggunakan persamaan (14)

$$\begin{aligned} X_i &= (X_{i-1} \times M_{ka} / 100 + dM_{mi}) / M_{ka} \times 100 \\ &= (0 \times 0.275 / 100 + 0.0010417) / 0.0010417 \times 100 \\ &= 0.00004\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{i-1} &= (0 \times 0.275 / 100 + 0) / 0.0010417 \times 100 \\ &= 0\% \end{aligned}$$

- o. Perubahan kandungan methanol dalam karbon aktif  $dX$  (%) dihitung menggunakan persamaan (15)

$$dX = X_i - X_{i-1}$$

$$= 0.00004 - 0$$

$$= 0.00004\%$$

- p. Panas sensibel tabung karbon aktif dan karbon aktif  $Q_{t,ka}$  (kJ/h) dihitung menggunakan persamaan (16)

$$\begin{aligned} Q_{t,ka} &= \frac{(M_t \times Cp_t + M_{ka} \times Cp_{ka}) \times (T_{ka,i} - T_{ka,i-1})}{\Delta t} \\ &= \frac{(1.4 \times 0.452 + 0.275 \times 0.70) \times 0.1}{0.083} \\ &= 0.990 \text{ kJ/h} \end{aligned}$$

- q. Panas sensibel methanol yang berada dalam karbon aktif  $Q_m$  (kJ/h) dihitung menggunakan persamaan (17)

$$\begin{aligned} Q_m &= \frac{(M_{ka} \times X_m \times Cp_m) \times (T_{ka,i} - T_{ka,i-1})}{\Delta t} \\ &= \frac{(0.275 \times 0.0125 \times 2.510) \times 0.1}{0.0833} \\ &= 0.01036 \text{ kJ/h} \end{aligned}$$

- r. Panas untuk adsorpsi methanol  $Q_{ad}$  (kJ/h) dihitung menggunakan persamaan (18)

$$\begin{aligned} Q_{ad} &= \frac{dM_{mi} \times \Delta H}{\Delta t} \\ &= \frac{0.0010417 \times 1500}{0.083} \\ &= 18.750 \text{ kJ/h} \end{aligned}$$

- s. Panas berguna  $Q_c$  (kJ/h) dihitung menggunakan persamaan (19)

$$\begin{aligned} Q_c &= Q_{t,ka} + Q_m + Q_{ad} \\ &= 0.990 \text{ kJ/h} + 0.01036 \text{ kJ/h} + 17.750 \text{ kJ/h} \end{aligned}$$



$$= 19.74 \text{ kJ/h}$$

- t. Total energi surya masuk  $Q_i$  (W) dihitung menggunakan persamaan (1)

$$\begin{aligned} Q_i &= G \times A_{AP} \\ &= 1585.5 \times 2.15 \\ &= 1623.25 \text{ W} \end{aligned}$$

- u. Efisiensi kolektor selama waktu  $\Delta t$ ,  $\eta_c$  (%) dihitung menggunakan persamaan (20)

$$\begin{aligned} \eta_c &= \left( \frac{Q_c}{Q_i} \right) \times 100\% \\ &= \left( \frac{19.74}{1623.25} \right) \times 100\% \\ &= 1.2 \% \end{aligned}$$

- v. Total energi pendinginan  $Q_L$  (kJ) dihitung menggunakan persamaan (21)

$$\begin{aligned} Q_L &= M_{in,RE} \times L \\ &= 0.0010417 \times 1172.79 \\ &= 14.660 \text{ kJ} \end{aligned}$$

- w. Unjuk kerja siklus  $COP_c$  dihitung menggunakan persamaan (22)

$$\begin{aligned} COP_c &= \frac{Q_L}{Q_c} \\ &= \frac{14.660}{19.74} \\ &= 0.065 \end{aligned}$$

x. Unjuk kerja solar COPs dihitung menggunakan persamaan (23)

$$\begin{aligned} \text{COPs} &= \frac{Q_L}{Q_i} \\ &= \frac{14.660}{1623.25} \\ &= 0.009 \end{aligned}$$



### 1 Tabel Hasil Perhitungan Untuk Efisiensi Kolektor

Tabel 4.19 hasil perhitungan efisiensi kolektor dengan volume air 1 liter selubung plastic (Tabel 4.5)

Qdatang (W)	Qterpakai (W)	$Q_{plastik}^{ads}$	$Q_{plastik}^{konv}$	$Q_{plastik}^{rad}$	Qhilang	Qsurya	$\eta_{optik}$	$\eta_{termal}$	$\eta_{kolektor}$
1897.38									
1886.63	320.4	1.428	172.36	94.33	268.12	588.51	78%	54%	42%
1827.50	250.7	0.056	177.04	99.79	276.88	527.62	78%	48%	37%
1865.13	125.4	0.028	179.38	102.58	281.98	407.35	78%	31%	24%
1827.50	153.2	0.406	213.31	147.80	361.52	514.75	78%	30%	23%
1811.38	125.4	0.000	213.31	147.80	361.11	486.48	78%	26%	20%
1816.75	13.9	0.000	213.31	147.80	361.11	375.04	78%	4%	3%
1838.25	13.9	0.000	210.31	146.09	356.40	370.33	78%	4%	3%
1849.00	0.0	0.000	212.31	147.24	359.55	359.55	78%	0%	0%
1870.50	0.0	0.000	214.31	148.36	362.67	362.67	78%	0%	0%
1881.25	0.0	0.140	226.01	166.17	392.32	392.32	78%	0%	0%
1859.75	0.0	0.028	231.35	171.52	402.90	402.90	78%	0%	0%
1816.75	0.0	0.084	238.37	182.93	421.39	421.39	78%	0%	0%

Untuk Tabel data yang lain dilakukan dengan cara yang sama dan hasilnya dapat dilihat pada table-table berikut dibawah ini

Tabel 4.20 hasil perhitungan efisiensi kolektor dengan volume oli 0.5 liter selubung plastic (Tabel 4.6)

Qdatang (W)	Qterpakai (W)	$Q_{plastik}^{ads}$	$Q_{plastik}^{konv}$	$Q_{plastik}^{rad}$	Qhilang	Qsurya	$\eta_{optik}$	$\eta_{termal}$	$\eta_{kolektor}$
1789.88									
806.25	592.68	0.140	147.79	68.20	216.13	808.81	73%	73%	57%
612.75	53.880	0.042	153.30	72.79	226.13	280.01	78%	19%	15%
1451.25	53.880	0.140	164.00	84.44	248.58	302.46	78%	18%	14%
1617.88	149.67	0.070	167.85	89.77	257.69	407.36	78%	37%	29%
1526.50	167.63	0.028	170.19	92.42	262.64	430.27	78%	39%	30%
1612.50	119.73	0.014	171.36	93.76	265.14	384.87	78%	31%	24%
1601.75	77.827	0.056	174.04	98.08	272.17	350.00	78%	22%	17%
1698.50	35.920	0.294	198.61	129.45	328.36	364.28	78%	10%	8%
645.00	11.973	0.070	205.46	138.21	343.74	355.71	78%	3%	3%
1548.00	17.960	0.070	212.31	147.24	359.62	377.58	78%	5%	4%
1736.13	23.947	0.042	213.82	151.31	365.17	389.12	78%	6%	5%
1531.88	47.893	0.098	222.01	163.90	386.01	433.90	78%	11%	9%

## 2. Tabel Hasil Perhitungan Untuk Proses Adsorpsi Karbon Aktif-Methanol

### Variasi Massa Karbon Aktif

Tabel 4.21 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.275 kg volume methanol 250 ml (Tabel 4.7)

dMmi	Xi	dX	Xm
0.0	0.0	0.0	0.0
0.001042	0.00004	0.000038	0.00001894
0.002083	0.00008	0.000038	0.00001894
0.003125	0.00011	0.000076	0.00003788
0.004167	0.00015	0.000076	0.00003788
0.005208	0.00019	0.000114	0.00005682
0.006250	0.00023	0.000114	0.00005682
0.007292	0.00027	0.000152	0.00007576
0.008333	0.00030	0.000152	0.00007577
0.009375	0.00034	0.000189	0.00009470
0.010417	0.00038	0.000189	0.00009471
0.011458	0.00042	0.000227	0.00011365
0.012500	0.00045	0.000227	0.00011365

Tabel 4.22 Hasil perhitungan proses adsorpsi dengan volume karbon aktif 0.275 kg volume methanol 250 ml (Tabel 4.7)

Qi (W/m <sup>2</sup> )	Qt,ka (kJ/h)	Qm (kJ/h)	Qad (kJ/h)	Qc (kJ/h)	$\eta_C$ (%)	Ql kJ	COPc	COPs	
1623.25									
241.88	0.990	0.000016	19	20	1.2%	14.66	0.743	0.009	
392.38	1.981	0.000031	37	39	16.3%	14.66	0.371	0.061	
2139.25	0.000	0.000000	56	56	14.3%	14.66	0.261	0.037	
2133.88	0.990	0.000031	75	76	3.6%	14.66	0.193	0.007	
306.38	0.000	0.000000	94	94	4.4%	14.66	0.156	0.007	
650.38	0.000	0.000000	113	113	36.7%	14.66	0.130	0.048	
1075.00	0.990	0.000063	131	132	20.3%	14.66	0.111	0.023	
2080.13	0.000	0.000000	150	150	14.0%	14.66	0.098	0.014	
413.88	0.990	0.000078	169	170	8.2%	14.66	0.086	0.007	
2004.88	0.990	0.000078	187	188	45.5%	14.66	0.078	0.035	
338.63	0.000	0.000000	206	206	10.3%	14.66	0.071	0.007	
338.63	1.981	0.000188	225	227	67.0%	14.66	0.065	0.043	
Rata-rata COPc							0.197		
Rata-rata COPs									0.025

Tabel 4.23 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 250 ml (Tabel 4.8)

dMmi	Xi	dX	Xm
0.0	0.0	0.0	0.0
0.001042	0.00004	0.000038	0.00001894
0.002083	0.00008	0.000038	0.00001894
0.003125	0.00011	0.000076	0.00003788
0.004167	0.00015	0.000076	0.00003788
0.005208	0.00019	0.000114	0.00005682
0.006250	0.00023	0.000114	0.00005682
0.007292	0.00027	0.000152	0.00007576
0.008333	0.00030	0.000152	0.00007577
0.009375	0.00034	0.000189	0.00009470
0.010417	0.00038	0.000189	0.00009471
0.011458	0.00042	0.000227	0.00011365
0.012500	0.00045	0.000227	0.00011365

Tabel 4.24 Hasil perhitungan proses adsorpsi dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 250 ml (Tabel 4.8)

Qi	Qt,ka	Qm	Qad	Qc	$\eta C$	Ql	COPc	COPs
1715								
1709	0.633	0.0000	19	19	1.1%	14.65	0.756	0.0085
1645	0.759	0.0104	38	38	2.2%	14.65	0.383	0.0086
1650	0.633	0.0000	56	57	3.5%	14.65	0.258	0.0089
1699	0.633	0.0000	75	76	4.6%	14.65	0.194	0.0089
1682	0.683	0.0104	94	94	5.6%	14.65	0.155	0.0086
1699	0.675	0.0104	113	113	6.7%	14.65	0.129	0.0087
1682	0.633	0.0000	131	132	7.8%	14.65	0.111	0.0086
1704	0.759	0.0415	150	151	9.0%	14.65	0.097	0.0087
1709	0.689	0.0207	169	169	9.9%	14.65	0.086	0.0086
1693	0.633	0.0000	188	188	11.0%	14.65	0.078	0.0086
1704	0.633	0.0000	206	207	12.2%	14.65	0.071	0.0087
1709	0.759	0.0622	225	226	13.3%	14.65	0.065	0.0086

Rata-rata COPc 0.199

Rata-rata COPs 0.0087

Tabel 4.25 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.250 kg volume methanol 250 ml (Tabel 4.9)

dMmi	Xi	dX	Xm
0.0	0.0	0.0	0.0
0.0050	0.00018	0.000182	0.00009091
0.0100	0.00036	0.000182	0.00009092
0.0150	0.00055	0.000364	0.00018183
0.0200	0.00073	0.000364	0.00018184
0.0250	0.00091	0.000545	0.00027275
0.0300	0.00109	0.000546	0.00027275
0.0350	0.00127	0.000727	0.00036366
0.0400	0.00145	0.000727	0.00036367
0.0450	0.00164	0.000909	0.00045458
0.0500	0.00182	0.000909	0.00045459
0.0550	0.00200	0.001091	0.00054550
0.0600	0.00218	0.001091	0.00054551

Tabel 4.26 Hasil perhitungan proses adsorpsi dengan volume karbon aktif 0.250 kg volume methanol 250 ml (Tabel 4.9)

Qi	Qt,ka	Qm	Qad	Qc	$\eta C$	Ql	COPc	COPs	
1629									
1532	1.053	0.0089	90	91	5.6%	5.90	0.065	0.0036	
1661	0.633	0.0000	180	181	11.8%	5.90	0.033	0.0039	
1720	0.633	0.0000	270	271	16.3%	5.90	0.022	0.0036	
1715	0.633	0.0000	360	361	21.0%	5.90	0.016	0.0034	
1752	0.633	0.0000	450	451	26.3%	5.90	0.013	0.0034	
1742	0.843	0.0045	540	541	30.9%	5.90	0.011	0.0034	
1790	0.633	0.0000	630	631	36.2%	5.90	0.009	0.0034	
1779	0.633	0.0000	720	721	40.3%	5.90	0.008	0.0033	
1752	0.843	0.0045	810	811	45.6%	5.90	0.007	0.0033	
1763	0.633	0.0000	900	901	51.4%	5.90	0.007	0.0034	
1801	0.633	0.0000	990	991	56.2%	5.90	0.006	0.0033	
1790	0.633	0.0000	1080	1081	60.0%	5.90	0.005	0.0033	
Rata-rata COPc							0.017		
Rata-rata COPs									0.0034

Tabel 4.27 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.225 kg volume methanol 250 ml (Tabel 4.10)

dMmi	Xi	dX	Xm
0.0	0.0	0.0	0.0
0.0300	0.00109	0.001091	0.00054545
0.0600	0.00218	0.001091	0.00054551
0.0900	0.00327	0.002182	0.00109096
0.1200	0.00436	0.002182	0.00109102
0.1500	0.00545	0.003273	0.00163647
0.1800	0.00655	0.003273	0.00163653
0.2100	0.00764	0.004364	0.00218198
0.2400	0.00873	0.004364	0.00218204
0.2700	0.00982	0.005455	0.00272749
0.3000	0.01091	0.005455	0.00272755
0.3300	0.01200	0.006546	0.00327300
0.3600	0.01309	0.006546	0.00327305

Tabel 4.28 Hasil perhitungan proses adsorpsi dengan volume karbon aktif 0.225 kg volume methanol 250 ml (Tabel 4.10)

Qi	Qt,ka	Qm	Qad	Qc	$\eta C$	Ql	COPc	COPs
645.00								
1531.88	1.578	0.1010	540	542	0.8%	35.32	0.065	0.055
1591.00	0.633	0.0000	1080	1081	0.7%	35.32	0.033	0.023
451.50	0.633	0.0000	1620	1621	1.0%	35.32	0.022	0.022
387.00	0.633	0.0000	2160	2161	4.8%	35.32	0.016	0.078
1569.50	0.822	0.0202	2700	2701	7.0%	35.32	0.013	0.091
1521.13	0.633	0.0000	3240	3241	2.1%	35.32	0.011	0.023
1456.63	0.822	0.0202	3780	3781	2.5%	35.32	0.009	0.023
1359.88	0.633	0.0000	4320	4321	3.0%	35.32	0.008	0.024
1537.25	0.822	0.0202	4860	4861	3.6%	35.32	0.007	0.026
1542.63	0.633	0.0000	5400	5401	3.5%	35.32	0.007	0.023
1359.88	0.822	0.0202	5940	5941	3.9%	35.32	0.006	0.023
779.38	0.633	0.0000	6480	6481	4.8%	35.32	0.005	0.026
Rata-rata COPc							0.017	
Rata-rata COPs							0.036	

Tabel 4.29 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.200 kg volume methanol 250 ml (Tabel 4.11)

dMmi	Xi	dX	Xm
0.0	0.0	0.0	0.0
0.000	0.00000	0.000000	0.00000000
0.000	0.00000	0.000000	0.00000000
0.000	0.00000	0.000000	0.00000000
0.000	0.00000	0.000000	0.00000000
0.000	0.00000	0.000000	0.00000000
0.000	0.00000	0.000000	0.00000000
0.000	0.00000	0.000000	0.00000000
0.000	0.00000	0.000000	0.00000000
0.000	0.00000	0.000000	0.00000000
0.000	0.00000	0.000000	0.00000000
0.000	0.00000	0.000000	0.00000000
0.000	0.00000	0.000000	0.00000000
0.000	0.00000	0.000000	0.00000000
0.000	0.00000	0.000000	0.00000000

Tabel 4.30 Hasil perhitungan proses adsorpsi dengan volume karbon aktif 0.200 kg volume methanol 250 ml (Tabel 4.11)

Qi	Qt,ka	Qm	Qad	Qc	$\eta C$	Ql	COPc	COPs
1801								
1785	0.801	0	0	0.801	0.0004%	0.000	0.000	0.000
1790	0.633	0	0	0.633	0.0004%	0.000	0.000	0.000
1763	0.633	0	0	0.633	0.0004%	0.000	0.000	0.000
1645	0.801	0	0	0.801	0.0005%	0.000	0.000	0.000
941	0.801	0	0	0.801	0.0005%	0.000	0.000	0.000
1817	0.801	0	0	0.801	0.0009%	0.000	0.000	0.000
1924	0.633	0	0	0.633	0.0003%	0.000	0.000	0.000
1779	0.801	0	0	0.801	0.0004%	0.000	0.000	0.000
473	0.633	0	0	0.633	0.0004%	0.000	0.000	0.000
500	0.801	0	0	0.801	0.0017%	0.000	0.000	0.000
1709	0.633	0	0	0.633	0.0013%	0.000	0.000	0.000
1699	0.801	0	0	0.801	0.0005%	0.010	0.012	0.000
Rata-rata COPc							0.001	
Rata-rata COP's								0.000



### Variasi Volume Methanol

Tabel 4.31 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 150 ml (Tabel 4.12)

dMmi	Xi	dX	Xm
0.0	0.0	0.0	0.0
0.000000	0.000000	0.000000	0.00000000
0.000000	0.000000	0.000000	0.00000000
0.000000	0.000000	0.000000	0.00000000
0.000000	0.000000	0.000000	0.00000000
0.000000	0.000000	0.000000	0.00000000
0.000000	0.000000	0.000000	0.00000000
0.000000	0.000000	0.000000	0.00000000
0.000000	0.000000	0.000000	0.00000000
0.000000	0.000000	0.000000	0.00000000
0.000000	0.000000	0.000000	0.00000000
0.000000	0.000000	0.000000	0.00000000
0.000000	0.000000	0.000000	0.00000000
0.000000	0.000000	0.000000	0.00000000

Tabel 4.32 Hasil perhitungan proses adsorpsi dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 150 ml (Tabel 4.12)

Qi	Qt,ka	Qm	Qad	Qc	$\eta C$	Qi	COPc	COPs
1613								
1629	1.137	0	0.000000	1.137	0.00%	0.000	0.000	0.000
1639	0.633	0	0.000000	0.633	0.00%	0.000	0.000	0.000
1661	0.633	0	0.000000	0.633	0.00%	0.000	0.000	0.000
1715	0.633	0	0.000000	0.633	0.00%	0.000	0.000	0.000
1725	0.633	0	0.000000	0.633	0.00%	0.000	0.000	0.000
1715	1.137	0	0.000000	1.137	0.00%	0.000	0.000	0.000
1682	0.885	0	0.000000	0.885	0.00%	0.000	0.000	0.000
1699	0.885	0	0.000000	0.885	0.00%	0.000	0.000	0.000
1731	0.633	0	0.000000	0.633	0.00%	0.000	0.000	0.000
1742	0.633	0	0.000000	0.633	0.00%	0.000	0.000	0.000
1811	0.633	0	0.000000	0.633	0.00%	0.000	0.000	0.000
1828	0.885	0	0.000000	0.885	0.00%	0.000	0.000	0.000

Rata-rata COPc

0

Rata-rata COPs

0

Tabel 4.33 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 100 ml (Tabel 4.13)

dMmi	Xi	dX	Xm
0.0	0.0	0.0	0.0
0.010000	0.00036	0.000364	0.00018182
0.020000	0.00073	0.000364	0.00018184
0.030000	0.00109	0.000727	0.00036365
0.040000	0.00145	0.000727	0.00036367
0.050000	0.00182	0.001091	0.00054549
0.060000	0.00218	0.001091	0.00054551
0.070000	0.00255	0.001455	0.00072733
0.080000	0.00291	0.001455	0.00072735
0.090000	0.00327	0.001818	0.00090916
0.100000	0.00364	0.001818	0.00090918
0.110000	0.00400	0.002182	0.00109100
0.120000	0.00436	0.002182	0.00109102

Tabel 4.34 Hasil perhitungan proses adsorpsi dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 100 ml (Tabel 4.13)

Qi	Qt,ka	Qm	Qad	Qc	$\eta_C$	Ql	COPc	COPs
1784.50								
1741.50	0.885	0.0090	180	180.89	1%	11.8	0.065	0.0066
1338.38	0.885	0.0090	360	360.89	1%	11.8	0.033	0.0068
1730.75	0.633	0.0000	540	540.63	1%	11.8	0.022	0.0088
720.25	0.885	0.0090	720	720.89	1%	11.8	0.016	0.0068
655.75	0.633	0.0000	900	900.63	1%	11.8	0.013	0.0163
1763.00	0.633	0.0000	1080	1080.63	1%	11.8	0.011	0.0180
1763.00	0.633	0.0000	1260	1260.63	1%	11.8	0.009	0.0067
1730.75	0.633	0.0000	1440	1440.63	1%	11.8	0.008	0.0067
1773.75	0.885	0.0090	1620	1620.89	1%	11.8	0.007	0.0068
1720.00	0.633	0.0000	1800	1800.63	1%	11.8	0.007	0.0066
467.63	0.633	0.0000	1980	1980.63	1%	11.8	0.006	0.0068
451.50	1.137	0.0180	2160	2161.15	1%	11.8	0.005	0.0252

Rata-rata COPc 0.017

Rata-rata COPs 0.0102

Tabel 4.35 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 50ml (Tabel 4.14)

dMmi	Xi	dX	Xm
0.0	0.0	0.0	0.0
0.025	0.00091	0.000909	0.00045455
0.050	0.00182	0.000909	0.00045459
0.075	0.00273	0.001818	0.00090914
0.100	0.00364	0.001818	0.00090918
0.125	0.00455	0.002727	0.00136373
0.150	0.00546	0.002728	0.00136377
0.175	0.00636	0.003637	0.00181832
0.200	0.00727	0.003637	0.00181836
0.225	0.00818	0.004546	0.00227291
0.250	0.00909	0.004546	0.00227295
0.275	0.01000	0.005455	0.00272750
0.300	0.01091	0.005455	0.00272755

Tabel 4.36 Hasil perhitungan proses adsorpsi dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 50 ml (Tabel 4.14)

Qi	Qt,ka	Qm	Qad	Qc	$\eta C$	Ql	COPc	COPs
1929.63								
1983.38	0.6328	0.0000	450	450.63	1%	29.4	0.065	0.015
1591.00	0.8848	0.0224	900	900.91	1%	29.4	0.033	0.015
1548.00	0.8848	0.0224	1350	1350.91	1%	29.4	0.022	0.018
1736.13	0.6328	0.0000	1800	1800.63	1%	29.4	0.016	0.019
1875.88	0.6328	0.0000	2250	2250.63	1%	29.4	0.013	0.017
1795.25	0.6328	0.0000	2700	2700.63	1%	29.4	0.011	0.016
1058.88	0.8848	0.0224	3150	3150.91	1%	29.4	0.009	0.016
602.00	0.6328	0.0000	3600	3600.63	1%	29.4	0.008	0.028
1929.63	0.6328	0.0000	4050	4050.63	1%	29.4	0.007	0.049
876.13	0.6328	0.0000	4500	4500.63	1%	29.4	0.007	0.015
467.63	0.8848	0.0224	4950	4950.91	1%	29.4	0.006	0.034
1859.75	0.6328	0.0000	5400	5400.63	1%	29.4	0.005	0.063

Rata-rata COPc 0.017

Rata-rata COPs 0.025

Tabel 4.37 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 200 ml (Tabel 4.15)

dMmi	Xi	dX	Xm
0.0	0.0	0.0	0.0
0.005	0.00018	0.000182	0.00009091
0.010	0.00036	0.000182	0.00009092
0.015	0.00055	0.000364	0.00018183
0.020	0.00073	0.000364	0.00018184
0.025	0.00091	0.000545	0.00027275
0.030	0.00109	0.000546	0.00027275
0.035	0.00127	0.000727	0.00036366
0.040	0.00145	0.000727	0.00036367
0.045	0.00164	0.000909	0.00045458
0.050	0.00182	0.000909	0.00045459
0.055	0.00200	0.001091	0.00054550
0.060	0.00218	0.001091	0.00054551

Tabel 4.38 Hasil perhitungan proses adsorpsi dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 200 ml (Tabel 4.15)

Qi	Qt,ka	Qm	Qad	Qc	$\eta_C$	Ql	COPc	COPs
1703.88								
860.00	0.8848	0.0045	90	90.89	1%	5.9	0.065	0.003
591.25	0.6328	0.0000	180	180.63	1%	5.9	0.033	0.007
1768.38	0.6328	0.0000	270	270.63	1%	5.9	0.022	0.010
1687.75	0.8848	0.0045	360	360.89	1%	5.9	0.016	0.003
1736.13	0.6328	0.0000	450	450.63	1%	5.9	0.013	0.003
1752.25	0.6328	0.0000	540	540.63	1%	5.9	0.011	0.003
1741.50	0.6328	0.0000	630	630.63	1%	5.9	0.009	0.003
1075.00	0.6328	0.0000	720	720.63	1%	5.9	0.008	0.003
1709.25	0.6328	0.0000	810	810.63	1%	5.9	0.007	0.005
1843.63	0.6328	0.0000	900	900.63	1%	5.9	0.007	0.003
1816.75	0.8848	0.0045	990	990.89	1%	5.9	0.006	0.003
1763.00	1.1368	0.0090	1080	1081.15	1%	5.9	0.005	0.003

Rata-rata COPc 0.017

Rata-rata COPs 0.004

### 3. Tabel Hasil Perhitungan Untuk Proses Desorpsi Methanol-Karbon Aktif

#### Variasi Massa Karbon Aktif

Tabel 4.39 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.275 kg volume methanol 250 ml (Tabel 4.7)

dMmi	Xi	dX	Xm
0.0	0.0	0.0	0.0
0.001875	0.000068	0.000068	0.00003409
0.003750	0.000136	0.000068	0.00003409
0.005625	0.000205	0.000136	0.00006819
0.007500	0.000273	0.000136	0.00006819
0.009375	0.000341	0.000205	0.00010228
0.011250	0.000409	0.000205	0.00010228
0.013125	0.000477	0.000273	0.00013637
0.015000	0.000546	0.000273	0.00013638
0.016875	0.000614	0.000341	0.00017047
0.018750	0.000682	0.000341	0.00017047
0.020625	0.000750	0.000409	0.00020456
0.022500	0.000818	0.000409	0.00020457

Tabel 4.40 Hasil perhitungan proses desorpsi dengan volume karbon aktif 0.275 kg volume methanol 250 ml (Tabel 4.7)

Qi	Qt,ka	Qm	Qad	Qc	$\eta_C$	Ql	COPc
1623.25							
241.88	79.314	3.552	34	116.62	0.07%	1.466	0.0126
392.38	15.096	0.673	67	83.27	0.34%	1.466	0.0176
2139.25	9.321	0.414	101	110.98	0.28%	1.466	0.0132
2133.88	14.403	0.642	135	150.04	0.07%	1.466	0.0098
306.38	5.625	0.249	169	174.62	0.08%	1.466	0.0084
650.38	21.795	0.973	203	225.27	0.74%	1.466	0.0065
1075.00	4.008	0.176	236	240.43	0.37%	1.466	0.0061
2080.13	15.789	0.704	270	286.49	0.27%	1.466	0.0051
413.88	9.321	0.414	304	313.48	0.15%	1.466	0.0047
2004.88	2.391	0.104	337	339.99	0.82%	1.466	0.0043
338.63	7.011	0.311	371	378.57	0.19%	1.466	0.0039
338.63	9.321	0.414	405	414.73	1.22%	1.466	0.0035

Rata-rata COPc 0.0080

Tabel 4.41 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 250 ml (Tabel 4.8)

dMmi	Xi	dX	Xm
0.0	0.0	0.0	0.0
0.012500	0.00045	0.000455	0.00022727
0.025000	0.00091	0.000455	0.00022730
0.037500	0.00136	0.000909	0.00045457
0.050000	0.00182	0.000909	0.00045459
0.062500	0.00227	0.001364	0.00068186
0.075000	0.00273	0.001364	0.00068189
0.087500	0.00318	0.001818	0.00090916
0.100000	0.00364	0.001818	0.00090918
0.112500	0.00409	0.002273	0.00113645
0.125000	0.00455	0.002273	0.00113648
0.137500	0.00500	0.002728	0.00136375
0.150000	0.00546	0.002728	0.00136377

Tabel 4.42 Hasil perhitungan proses desorpsi dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 250 ml (Tabel 4.8)

Qi	Qt,ka	Qm	Qad	Qc	$\eta_C$	QI	COPc
1715							
1709	17.973	0.803	225	243.775	0.14%	14.65	0.060
1645	24.525	1.097	450	475.621	0.28%	14.65	0.031
1650	9.909	0.441	675	685.350	0.42%	14.65	0.021
1699	19.233	0.859	900	920.092	0.56%	14.65	0.016
1682	0.837	0.034	1125	1125.871	0.66%	14.65	0.013
1699	4.365	0.192	1350	1354.557	0.81%	14.65	0.011
1682	4.113	0.181	1575	1579.294	0.93%	14.65	0.009
1704	3.861	0.170	1800	1804.030	1.07%	14.65	0.008
1709	5.877	0.260	2025	2031.137	1.19%	14.65	0.007
1693	7.389	0.328	2250	2257.717	1.32%	14.65	0.006
1704	9.405	0.418	2475	2484.823	1.47%	14.65	0.006
1709	2.853	0.124	2700	2702.977	1.59%	14.65	0.005

Rata-rata COPc 0.016

Tabel 4.43 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.250 kg volume methanol 250 ml (Tabel 4.9)

dMmi	Xi	dX	Xm
0.0	0.0	0.0	0.0
0.0350	0.00127	0.001273	0.00063636
0.0700	0.00255	0.001273	0.00063643
0.1050	0.00382	0.002546	0.00127279
0.1400	0.00509	0.002546	0.00127285
0.1750	0.00636	0.003818	0.00190922
0.2100	0.00764	0.003819	0.00190928
0.2450	0.00891	0.005091	0.00254565
0.2800	0.01018	0.005091	0.00254571
0.3150	0.01146	0.006364	0.00318207
0.3500	0.01273	0.006364	0.00318214
0.3850	0.01400	0.007637	0.00381850
0.4200	0.01527	0.007637	0.00381856

Tabel 4.44 Hasil perhitungan proses desorpsi dengan volume karbon aktif 0.250 kg volume methanol 250 ml (Tabel 4.9)

Qi	Qt,ka	Qm	Qad	Qc	$\eta_C$	Ql	COPc
1629							
1532	59.301	8.824	630	698	0.4%	41.30	0.059
1661	77.151	11.484	1250	1349	0.9%	41.30	0.031
1720	4.701	0.688	1890	1895	1.1%	41.30	0.022
1715	5.751	0.845	2520	2527	1.5%	41.30	0.016
1752	7.851	1.158	3150	3159	1.8%	41.30	0.013
1742	5.331	0.782	3780	3786	2.2%	41.30	0.011
1790	16.671	2.472	4410	4429	2.5%	41.30	0.009
1779	28.011	4.162	5040	5072	2.8%	41.30	0.008
1752	42.921	6.384	5670	5719	3.2%	41.30	0.007
1763	21.711	3.223	6300	6325	3.6%	41.30	0.007
1801	24.861	3.692	6930	6959	3.9%	41.30	0.006
1790	29.061	4.318	7560	7593	4.2%	41.30	0.005

Rata-rata COPc 0.016

Tabel 4.45 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.225 kg volume methanol 250 ml (Tabel 4.10)

dMmi	Xi	dX	Xm
0.0	0.0	0.0	0.0
0.2550	0.00927	0.009273	0.00463636
0.5100	0.01855	0.009274	0.00463683
0.7650	0.02782	0.018546	0.00927319
1.0200	0.03709	0.018547	0.00927365
1.2750	0.04637	0.027820	0.01391002
1.5300	0.05564	0.027821	0.01391048
1.7850	0.06491	0.037094	0.01854685
2.0400	0.07419	0.037095	0.01854731
2.2950	0.08346	0.046367	0.02318367
2.5500	0.09274	0.046368	0.02318414
2.8050	0.10201	0.055641	0.02782050
3.0600	0.11128	0.055642	0.02782096

Tabel 4.46 Hasil perhitungan proses desorpsi dengan volume karbon aktif 0.225 kg volume methanol 250 ml (Tabel 4.10)

Qi	Qt,ka	Qm	Qad	Qc	$\eta_C$	Ql	COP <sub>c</sub>
645.00							
1531.88	26.3516	5.1481	4590	4621	7%	64.74	0.014
1591.00	49.2206	9.6295	9180	9239	6%	64.74	0.007
451.50	16.9016	3.2962	13770	13790	9%	64.74	0.005
387.00	7.4516	1.4444	18360	18369	41%	64.74	0.004
1569.50	0.2696	0.0370	22950	22950	59%	64.74	0.003
1521.13	11.2316	2.1851	27540	27553	18%	64.74	0.002
1456.63	1.7816	0.3333	32130	32132	21%	64.74	0.002
1359.88	3.6716	0.7037	36720	36724	25%	64.74	0.002
1537.25	11.9876	2.3333	41310	41324	30%	64.74	0.002
1542.63	14.4446	2.8148	45900	45917	30%	64.74	0.001
1359.88	0.2696	0.0370	50490	50490	33%	64.74	0.001
779.38	1.9706	0.3704	55080	55082	41%	64.74	0.001
Rata-rata COP <sub>c</sub>							0.004



Tabel 4.47 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.200 kg volume methanol 250 ml (Tabel 4.11)

dMmi	Xi	dX	Xm
0.0	0.0	0.0	0.0
0.0250	0.00091	0.000909	0.00045455
0.0500	0.00182	0.000909	0.00045459
0.0750	0.00273	0.001818	0.00090914
0.1000	0.00364	0.001818	0.00090918
0.1250	0.00455	0.002727	0.00136373
0.1500	0.00546	0.002728	0.00136377
0.1750	0.00636	0.003637	0.00181832
0.2000	0.00727	0.003637	0.00181836
0.2250	0.00818	0.004546	0.00227291
0.2500	0.00909	0.004546	0.00227295
0.2750	0.01000	0.005455	0.00272750
0.3000	0.01091	0.005455	0.00272755

Tabel 4.48 Hasil perhitungan proses desorpsi dengan volume karbon aktif 0.200 kg volume methanol 250 ml (Tabel 4.11)

Qi	Qt,ka	Qm	Qad	Qc	$\eta_C$	Ql	COPc
1801							
1785	86.265	9.222	450	545	0.30%	35.29	0.065
1790	8.649	0.917	900	910	0.51%	35.29	0.039
1763	4.617	0.485	1350	1355	0.76%	35.29	0.026
1645	4.113	0.431	1800	1805	1.02%	35.29	0.020
941	2.097	0.216	2250	2252	1.37%	35.29	0.016
1817	0.249	0.018	2700	2700	2.87%	35.29	0.013
1924	5.625	0.593	3150	3156	1.74%	35.29	0.011
1779	1.929	0.198	3600	3602	1.87%	35.29	0.010
473	0.249	0.018	4050	4050	2.28%	35.29	0.009
500	3.105	0.324	4500	4503	9.52%	35.29	0.008
1709	3.105	0.324	4950	4953	9.91%	35.29	0.007
1699	8.481	0.899	5400	5409	3.16%	35.29	0.007

Rata-rata COPc 0.019

### Variasi Volume Methanol

Tabel 4.49 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 150 ml (Tabel 4.12)

dMmi	Xi	dX	Xm
0.0	0.0	0.0	0.0
0.010000	0.00036	0.000364	0.00018182
0.020000	0.00073	0.000364	0.00018184
0.030000	0.00109	0.000727	0.00036365
0.040000	0.00145	0.000727	0.00036367
0.050000	0.00182	0.001091	0.00054549
0.060000	0.00218	0.001091	0.00054551
0.070000	0.00255	0.001455	0.00072733
0.080000	0.00291	0.001455	0.00072735
0.090000	0.00327	0.001818	0.00090916
0.100000	0.00364	0.001818	0.00090918
0.110000	0.00400	0.002182	0.00109100
0.120000	0.00436	0.002182	0.00109102

Tabel 4.50 Hasil perhitungan proses desorpsi dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 150 ml (Tabel 4.12)

Qi	Qt,ka	Qm	Qad	Qc	$\eta_C$	Ql	COPc
1613							
1629	30.825	1.088	180	212	0.13%	11.81	0.056
1639	33.597	1.186	360	395	0.24%	11.81	0.030
1661	26.793	0.946	540	568	0.35%	11.81	0.021
1715	17.973	0.633	720	739	0.44%	11.81	0.016
1725	14.445	0.508	900	915	0.53%	11.81	0.013
1715	16.713	0.589	1080	1097	0.64%	11.81	0.011
1682	8.145	0.285	1260	1268	0.74%	11.81	0.009
1699	5.373	0.187	1440	1446	0.86%	11.81	0.008
1731	3.609	0.125	1620	1624	0.96%	11.81	0.007
1742	6.633	0.232	1800	1807	1.04%	11.81	0.007
1811	44.937	1.588	1980	2027	1.16%	11.81	0.006
1828	59.553	2.105	2160	2222	1.23%	11.81	0.005

Rata-rata COPc 0.016

Tabel 4.51 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 100 ml (Tabel 4.13)

dMmi	Xi	dX	Xm
0.0	0.0	0.0	0.0
0.030	0.00109	0.001091	0.00054545
0.060	0.00218	0.001091	0.00054551
0.090	0.00327	0.002182	0.00109096
0.120	0.00436	0.002182	0.00109102
0.150	0.00545	0.003273	0.00163647
0.180	0.00655	0.003273	0.00163653
0.210	0.00764	0.004364	0.00218198
0.240	0.00873	0.004364	0.00218204
0.270	0.00982	0.005455	0.00272749
0.300	0.01091	0.005455	0.00272755
0.330	0.01200	0.006546	0.00327300
0.360	0.01309	0.006546	0.00327305

Tabel 4.52 Hasil perhitungan proses desorpsi dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 100 ml (Tabel 4.13)

Qi	Qt,ka	Qm	Qad	Qc	$\eta_C$	QI	COPc
1784.50							
1741.50	143.469	20.304	540	704	0.4%	47.26	0.067
1338.38	17.217	2.427	1080	1100	0.6%	47.26	0.043
1730.75	3.357	0.464	1620	1624	1.2%	47.26	0.029
720.25	5.625	0.785	2160	2166	1.3%	47.26	0.022
655.75	1.845	0.250	2700	2702	3.8%	47.26	0.017
1763.00	8.901	1.249	3240	3250	5.0%	47.26	0.015
1763.00	12.681	1.784	3780	3794	2.2%	47.26	0.012
1730.75	11.421	1.606	4320	4333	2.5%	47.26	0.011
1773.75	8.649	1.213	4860	4870	2.8%	47.26	0.010
1720.00	7.893	1.106	5400	5409	3.0%	47.26	0.009
467.63	12.429	1.749	5940	5954	3.5%	47.26	0.008
451.50	4.113	0.571	6480	6485	13.9%	47.26	0.007

Rata-rata COPc 0.021

Tabel 4.53 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 50ml (Tabel 4.14)

dMmi	Xi	dX	Xm
0.0	0.0	0.0	0.0
0.025	0.00091	0.000909	0.00045455
0.050	0.00182	0.000909	0.00045459
0.075	0.00273	0.001818	0.00090914
0.100	0.00364	0.001818	0.00090918
0.125	0.00455	0.002727	0.00136373
0.150	0.00546	0.002728	0.00136377
0.175	0.00636	0.003637	0.00181832
0.200	0.00727	0.003637	0.00181836
0.225	0.00818	0.004546	0.00227291
0.250	0.00909	0.004546	0.00227295
0.275	0.01000	0.005455	0.00272750
0.300	0.01091	0.005455	0.00272755

Tabel 4.54 Hasil perhitungan proses desorpsi dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 50 ml (Tabel 4.14)

Qi	Qt,ka	Qm	Qad	Qc	$\eta C$	Ql	COPc
1929.63							
1983.38	127.593	15.735	450	593	0.3%	41.45	0.070
1591.00	74.169	9.142	900	983	0.5%	41.45	0.042
1548.00	14.697	1.804	1350	1367	0.9%	41.45	0.030
1736.13	3.609	0.435	1800	1804	1.2%	41.45	0.023
1875.88	27.549	3.389	2250	2281	1.3%	41.45	0.018
1795.25	10.413	1.275	2700	2712	1.4%	41.45	0.015
1058.88	19.485	2.394	3150	3172	1.8%	41.45	0.013
602.00	7.389	0.902	3600	3608	3.4%	41.45	0.011
1929.63	13.185	1.617	4050	4065	6.8%	41.45	0.010
876.13	8.397	1.026	4500	4509	2.3%	41.45	0.009
467.63	10.665	1.306	4950	4962	5.7%	41.45	0.008
1859.75	1.845	0.218	5400	5402	11.6%	41.45	0.008

Rata-rata COPc                      0.022

Tabel 4.55 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 200 ml (Tabel 4.15)

dMmi	Xi	dX	Xm
0.0	0.0	0.0	0.0
0.005	0.00018	0.000182	0.00009091
0.010	0.00036	0.000182	0.00009092
0.015	0.00055	0.000364	0.00018183
0.020	0.00073	0.000364	0.00018184
0.025	0.00091	0.000545	0.00027275
0.030	0.00109	0.000546	0.00027275
0.035	0.00127	0.000727	0.00036366
0.040	0.00145	0.000727	0.00036367
0.045	0.00164	0.000909	0.00045458
0.050	0.00182	0.000909	0.00045459
0.055	0.00200	0.001091	0.00054550
0.060	0.00218	0.001091	0.00054551

Tabel 4.56 Hasil perhitungan proses desorpsi dengan volume karbon aktif 0.300 kg volume methanol 200 ml Tabel 4.15)

Qi	Qt,ka	Qm	Qad	Qc	$\eta C$	Ql	COPc
1703.88							
860.00	87.021	1.533	90	179	0.1%	5.92	0.033
591.25	23.265	0.409	180	204	0.2%	5.92	0.029
1768.38	4.869	0.084	270	275	0.5%	5.92	0.022
1687.75	59.301	1.044	360	420	0.2%	5.92	0.014
1736.13	28.809	0.506	450	479	0.3%	5.92	0.012
1752.25	15.705	0.275	540	556	0.3%	5.92	0.011
1741.50	2.853	0.049	630	633	0.4%	5.92	0.009
1075.00	8.901	0.155	720	729	0.4%	5.92	0.008
1709.25	9.153	0.160	810	819	0.8%	5.92	0.007
1843.63	4.365	0.076	900	904	0.5%	5.92	0.007
1816.75	16.209	0.284	990	1006	0.5%	5.92	0.006
1763.00	25.281	0.444	1080	1106	0.6%	5.92	0.005
Rata-rata COPc							0.014

### Variasi Campuran Methanol-Karbon Aktif

Tabel 4.57 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan massa karbon aktif 0.300 kg (Tabel 4.16)

dMmi	Xi	dX	Xm
0.0	0.0	0.0	0.0
0.090	0.00327	0.003273	0.00163636
0.180	0.00655	0.003273	0.00163653
0.270	0.00982	0.006546	0.00327289
0.360	0.01309	0.006546	0.00327305
0.450	0.01636	0.009819	0.00490942
0.540	0.01964	0.009819	0.00490958
0.630	0.02291	0.013092	0.00654595
0.720	0.02618	0.013092	0.00654611
0.810	0.02946	0.016365	0.00818247
0.900	0.03273	0.016365	0.00818264
0.990	0.03600	0.019638	0.00981900
1.080	0.03928	0.019638	0.00981916

Tabel 4.58 Hasil perhitungan proses desorpsi dengan massa karbon aktif 0.300 kg (Tabel 4.16)

Qi	Qt,ka	Qm	Qad	Qc	$\eta C$	Ql	COPc
1875.88							
1956.50	49.473	16.056	1620	1686	0.9%	105	0.062
1988.75	3.105	0.983	3240	3244	1.7%	105	0.032
1994.13	1.593	0.492	4860	4862	2.4%	105	0.022
1773.75	3.609	1.147	6480	6485	3.3%	105	0.016
2031.75	4.113	1.311	8100	8105	4.6%	105	0.013
1988.75	13.689	4.424	9720	9738	4.8%	105	0.011
2026.38	9.153	2.949	11340	11352	5.7%	105	0.009
2021.00	11.673	3.768	12960	12975	6.4%	105	0.008
2026.38	12.681	4.096	14580	14597	7.2%	105	0.007
2069.38	14.697	4.751	16200	16219	8.0%	105	0.006
2069.38	9.909	3.195	17820	17833	8.6%	105	0.006
2112.38	5.625	1.802	19440	19447	9.4%	105	0.005

Rata-rata COPc 0.017

Tabel 4.59 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan massa karbon aktif 0.275 kg (Tabel 4.16)

dMmi	Xi	dX	Xm
0.0	0.0	0.0	0.0
0.065	0.00236	0.002364	0.00118182
0.130	0.00473	0.002364	0.00118194
0.195	0.00709	0.004728	0.00236375
0.260	0.00946	0.004728	0.00236387
0.325	0.01182	0.007091	0.00354569
0.390	0.01418	0.007092	0.00354581
0.455	0.01655	0.009455	0.00472763
0.520	0.01891	0.009455	0.00472775
0.585	0.02127	0.011819	0.00590956
0.650	0.02364	0.011819	0.00590968
0.715	0.02600	0.014183	0.00709150
0.780	0.02837	0.014183	0.00709162

Tabel 4.60 Hasil perhitungan proses desorpsi dengan volume karbon aktif 0.275 kg (Tabel 4.16)

Qi	Qt,ka	Qm	Qad	Qc	$\eta_C$	QI	COPc
2144.63							
2080.13	49.284	11.552	1170	1231	0.6%	105	0.085
2058.63	7.011	1.627	2340	2349	1.1%	105	0.045
2128.50	19.023	4.447	3510	3533	1.7%	105	0.030
2171.50	10.245	2.386	4680	4693	2.2%	105	0.022
2139.25	14.865	3.471	5850	5868	2.7%	105	0.018
2074.75	20.640	4.827	7020	7045	3.3%	105	0.015
2133.88	31.035	7.267	8190	8228	4.0%	105	0.013
2128.50	33.345	7.810	9360	9401	4.4%	105	0.011
2166.13	21.102	4.935	10530	10556	5.0%	105	0.010
2107.00	22.026	5.152	11700	11727	5.4%	105	0.009
2069.38	31.035	7.267	12870	12908	6.1%	105	0.008
2047.88	0.774	0.163	14040	14041	6.8%	105	0.007

Rata-rata COPc 0.023

Tabel 4.61 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan massa karbon aktif 0.250 kg (Tabel 4.17)

dMmi	Xi	dX	Xm
0.0	0.0	0.0	0.0
0.100	0.00364	0.003636	0.00181818
0.200	0.00727	0.003637	0.00181836
0.300	0.01091	0.007273	0.00363655
0.400	0.01455	0.007273	0.00363673
0.500	0.01818	0.010910	0.00545491
0.600	0.02182	0.010910	0.00545509
0.700	0.02546	0.014547	0.00727327
0.800	0.02909	0.014547	0.00727345
0.900	0.03273	0.018183	0.00909164
1.000	0.03637	0.018184	0.00909182
1.100	0.04000	0.021820	0.01091000
1.200	0.04364	0.021820	0.01091018

Tabel 4.62 Hasil perhitungan proses desorpsi dengan volume karbon aktif 0.250 kg (Tabel 4.17)

Qi	Qt,ka	Qm	Qad	Qc	$\eta_C$	Ql	COPc
2182.25							
2171.50	58.461	21.087	1600	1880	0.9%	105	0.056
2139.25	0.711	0.228	3600	3601	1.7%	105	0.029
1859.75	3.231	1.138	5400	5404	2.5%	105	0.019
2080.13	7.851	2.807	7200	7211	3.9%	105	0.015
1875.88	6.801	2.427	9000	9009	4.3%	105	0.012
1999.50	9.531	3.413	10800	10813	5.8%	105	0.010
1988.75	16.881	6.068	12600	12623	6.3%	105	0.008
2010.25	8.901	3.186	14400	14412	7.2%	105	0.007
1978.00	14.991	5.385	16200	16220	8.1%	105	0.006
1870.50	14.781	5.310	18000	18020	9.1%	105	0.006
1935.00	0.921	0.303	19800	19801	10.6%	105	0.005
1338.38	3.651	1.289	21600	21605	11.2%	105	0.005
Rata-rata COPc							0.015



Tabel 4.63 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan massa karbon aktif 0.225 kg (Tabel 4.17)

dMmi	Xi	dX	Xm
0.0	0.0	0.0	0.0
0.070	0.00255	0.002545	0.00127273
0.140	0.00509	0.002546	0.00127285
0.210	0.00764	0.005091	0.00254558
0.280	0.01018	0.005091	0.00254571
0.350	0.01273	0.007637	0.00381844
0.420	0.01527	0.007637	0.00381856
0.490	0.01782	0.010183	0.00509129
0.560	0.02037	0.010183	0.00509142
0.630	0.02291	0.012728	0.00636415
0.700	0.02546	0.012729	0.00636427
0.770	0.02800	0.015274	0.00763700
0.840	0.03055	0.015274	0.00763713

Tabel 4.64 Hasil perhitungan proses desorpsi dengan volume karbon aktif 0.225 kg (Tabel 4.17)

Qi	Qt,ka	Qm	Qad	Qc	$\eta_C$	QI	COPc
2058.63							
2166.13	1.782	0.430	1260	1262	0.6%	105	0.083
2219.88	43.173	10.895	2520	2574	1.2%	105	0.041
2053.25	23.706	5.973	3780	3810	1.9%	105	0.028
2021.00	5.940	1.481	5040	5047	2.5%	105	0.021
2241.38	0.648	0.143	6300	6301	2.8%	105	0.017
1623.25	15.768	3.966	7560	7580	4.7%	105	0.014
2117.75	1.593	0.382	8820	8822	4.2%	105	0.012
2090.88	58.104	14.671	10080	10153	4.9%	105	0.010
2101.63	51.867	13.094	11340	11405	5.4%	105	0.009
2096.25	36.180	9.127	12600	12645	6.0%	105	0.008
2090.88	4.428	1.099	13860	13866	6.6%	105	0.008
1720.00	15.957	4.014	15120	15140	8.8%	105	0.007

Rata-rata COPc 0.021

Tabel 4.65 Hasil perhitungan kandungan methanol dalam karbon aktif dengan massa karbon aktif 0.200 kg (Tabel 4.18)

dMmi	Xi	dX	Xm
0.0	0.0	0.0	0.0
0.060	0.00218	0.002182	0.00109091
0.120	0.00436	0.002182	0.00109102
0.180	0.00655	0.004364	0.00218193
0.240	0.00873	0.004364	0.00218204
0.300	0.01091	0.006546	0.00327295
0.360	0.01309	0.006546	0.00327305
0.420	0.01527	0.008728	0.00436396
0.480	0.01746	0.008728	0.00436407
0.540	0.01964	0.010910	0.00545498
0.600	0.02182	0.010910	0.00545509
0.660	0.02400	0.013092	0.00654600
0.720	0.02618	0.013092	0.00654611

Tabel 4.66 Hasil perhitungan proses desorpsi dengan volume karbon aktif 0.200 kg (Tabel 4.18)

Qi	Qt,ka	Qm	Qad	Qc	$\eta_C$	Ql	COPc
2085.50							
2053.25	71.145	15.401	1080	1167	0.6%	105	0.090
2069.38	33.513	7.245	2160	2201	1.1%	105	0.048
2042.50	34.857	7.537	3240	3282	1.6%	105	0.032
2037.13	3.105	0.655	4320	4324	2.1%	105	0.024
2010.25	41.745	9.029	5400	5451	2.7%	105	0.019
1999.50	20.745	4.478	6480	6505	3.2%	105	0.016
1988.75	35.697	7.719	7560	7603	3.8%	105	0.014
1972.63	53.169	11.505	8640	8705	4.4%	105	0.012
1967.25	1.761	0.364	9720	9722	4.9%	105	0.011
1961.88	4.953	1.056	10800	10806	5.5%	105	0.010
1967.25	4.113	0.874	11880	11885	6.1%	105	0.009
1956.50	7.977	1.711	12960	12970	6.6%	105	0.008

Rata-rata COPc 0.024

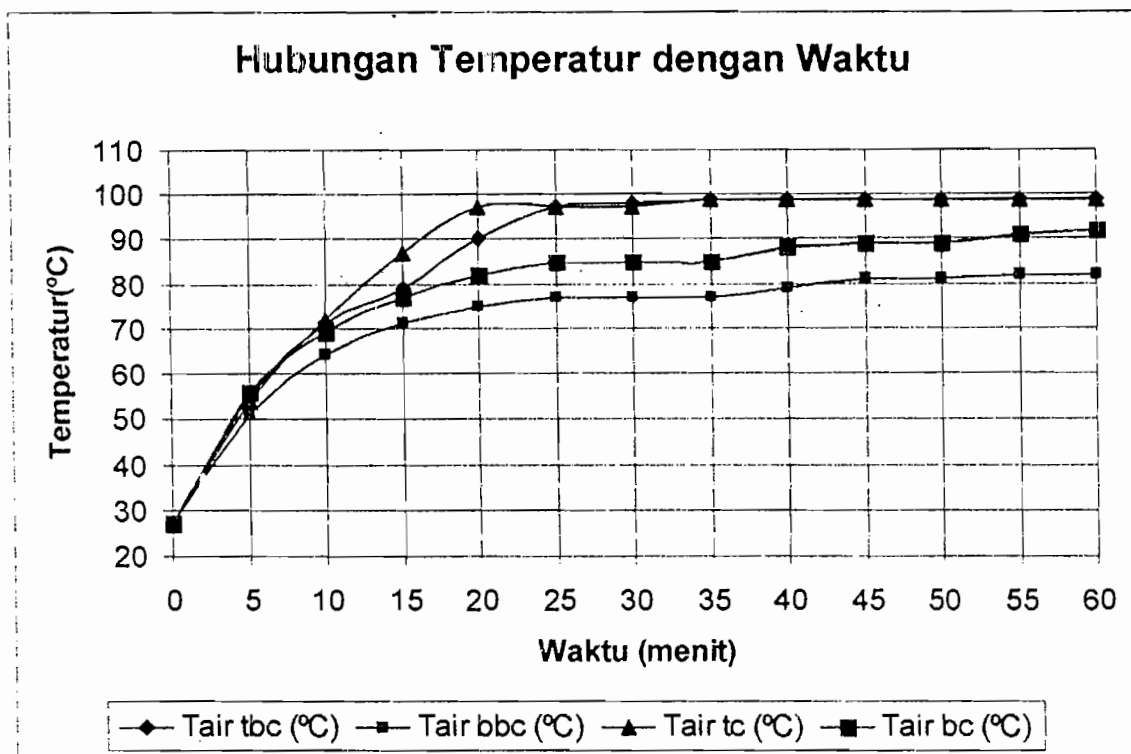


### IV. 3 Pembahasan

Dari perhitungan yang telah dilakukan data-data yang dihasilkan dapat dibuat grafik seperti dibawah ini

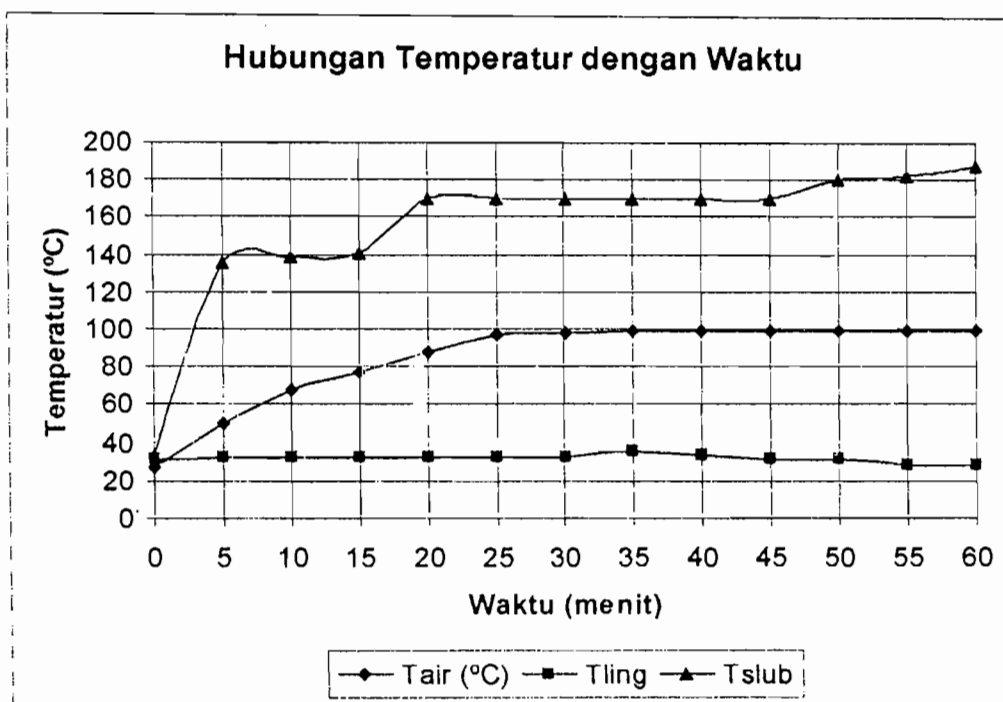
#### 1. Grafik Keseimbangan Energi Untuk Kolektor

##### a. Hubungan Temperatur dengan Waktu

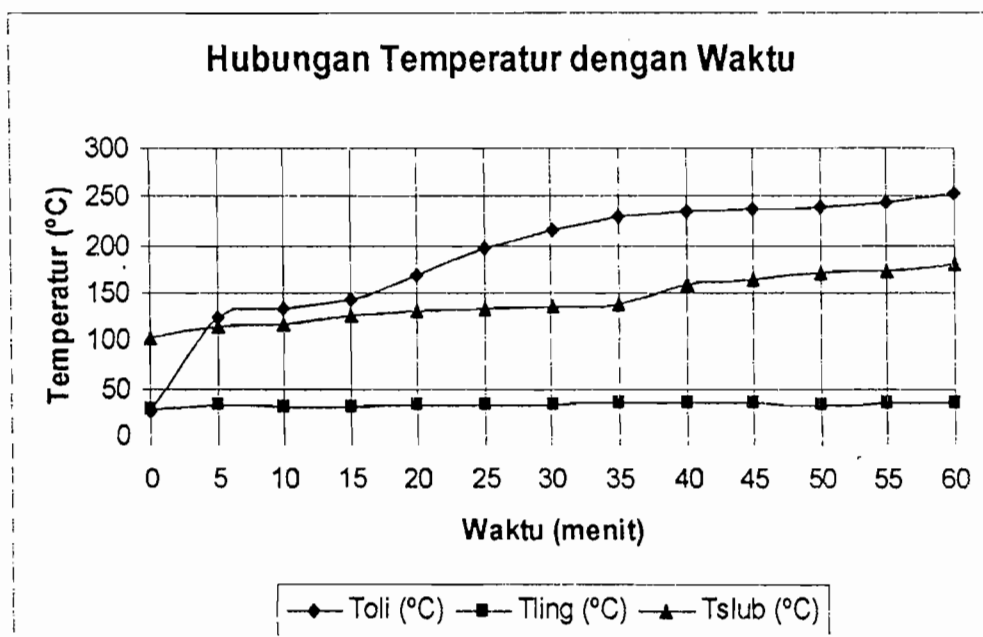


Gambar 4.1 Grafik hubungan temperatur dan waktu dengan volume air 1 liter, posisi panci tertutup, terbuka, tertutup dan dicat, terbuka dan dicat (dari Tabel 4.1, 4.2, 4.3, 4.4)

Posisi panci mempengaruhi temperatur pada air dengan perubahan waktu. Setelah pemanasan dilakukan selama 1 jam ternyata perbedaan posisi panci tertutup sangat berpengaruh dikarenakan uap air yang panas tidak langsung terbang ke lingkungan tetapi dapat memanaskan kembali air tersebut



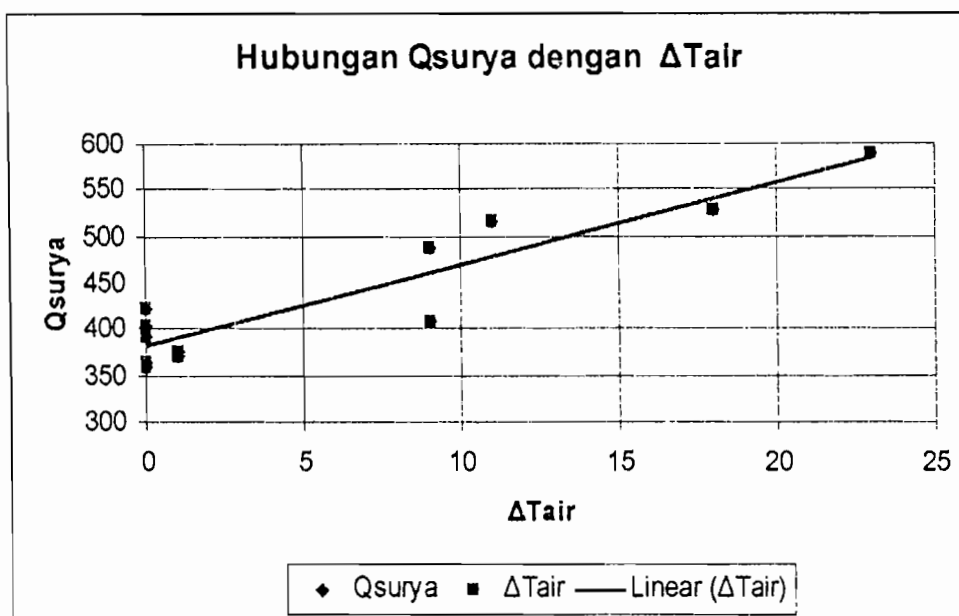
Gambar 4.2 Grafik hubungan temperatur dan waktu dengan volume air 1 liter, posisi panci tertutup dicat dan diselubung (dari Tabel 4.5)



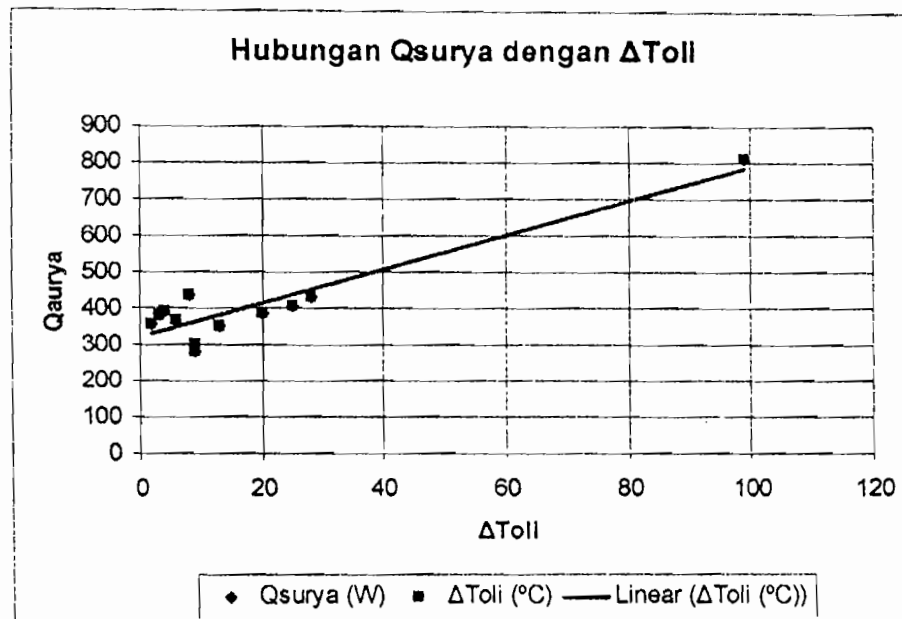
Gambar 4.3 Grafik hubungan temperatur dan waktu dengan volume oli 0.5 liter, posisi panci tertutup dicat dan diselubung (dari Tabel 4.6)

Perubahan temperatur pada air, oli dan selubung terjadi seiring dengan perubahan waktu. Perubahan suhu pada selubung lebih tinggi dikarenakan udara didalam selubung tidak langsung terkena angin secara langsung apabila angin bertiup pelan sehingga untuk pendinginan kecil. Pada grafik diatas air mendidih  $\pm$  20 menit dikarenakan banyak beberapa kerugian seperti matahari tertutup awan atau angin yang kencang.

b. Hubungan  $Q_{\text{surya}}$  dengan  $\Delta T_{\text{air}}$



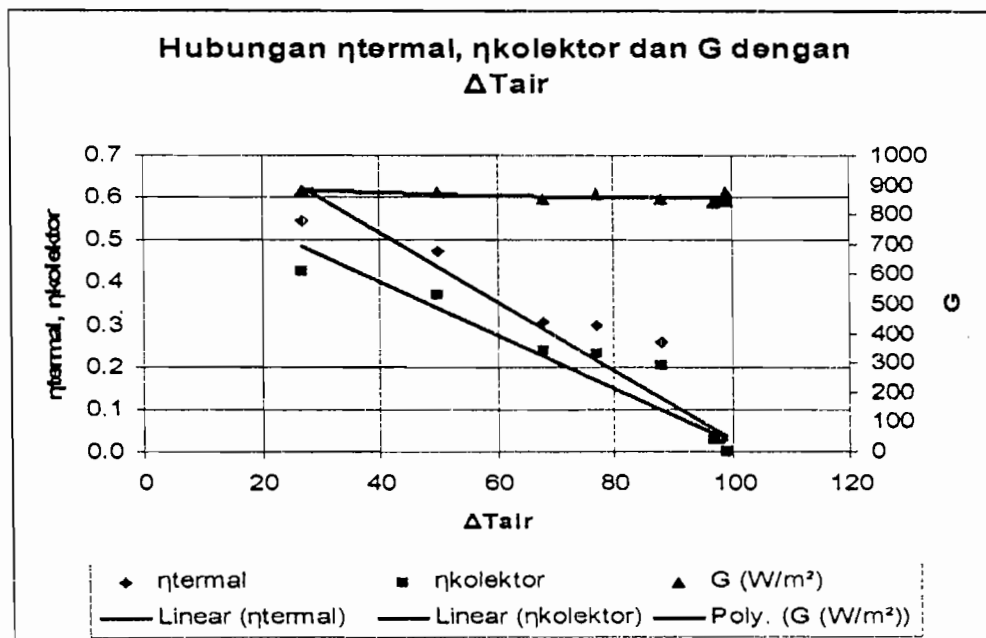
Gambar 4.4 Grafik hubungan  $\Delta T_{\text{air}}$  dan  $Q_{\text{surya}}$  ( Tabel 4.19)



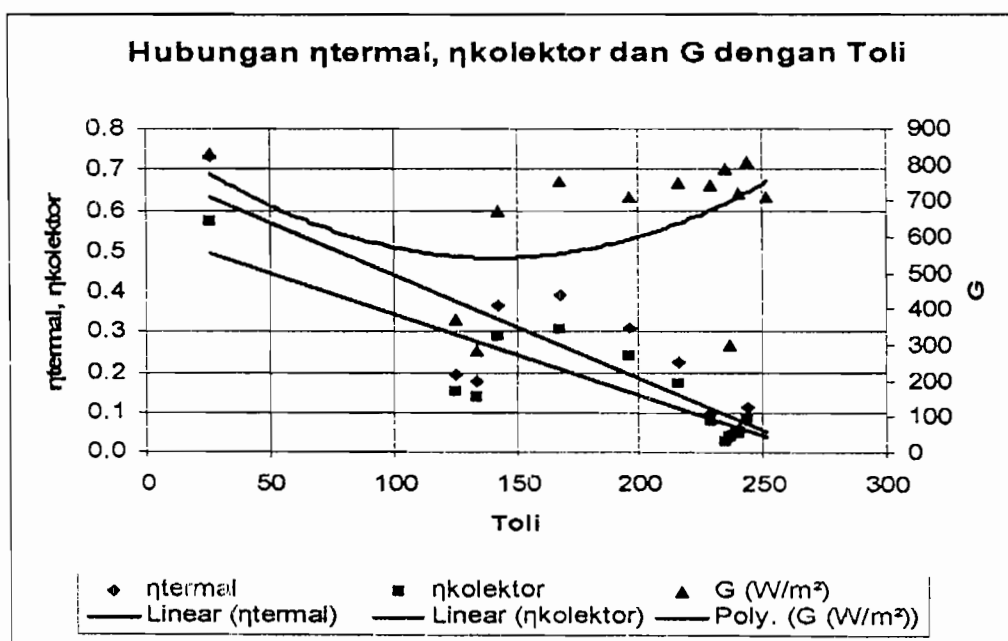
Gambar 4.5 Grafik hubungan  $\Delta T_{oli}$  dan  $Q_{surya}$  (Tabel 4.20)

Untuk mencapai  $\Delta T$  yang besar maka  $Q_{surya}$  harus besar pula. Kenaikan temperatur cenderung stabil dan tidak membutuhkan waktu yang lama untuk mencapai temperatur yang tinggi. Hal ini disebabkan karena udara di dalam slubung tidak dengan cepat berpengaruh dengan suhu lingkungan sehingga menyebabkan panas lebih cepat merambat karena medianya (udara) tidak banyak bergerak. Pada temperatur air lebih cepat dibandingkan temperatur oli karena pada saat pengambilan data panas tidak stabil dimana  $Q_{surya}$  air lebih kecil dibandingkan dengan  $Q_{surya}$  oli.

c. Hubungan  $\eta_{\text{termal}}$ ,  $\eta_{\text{kolektor}}$  dan  $G$  dengan Temperatur Air



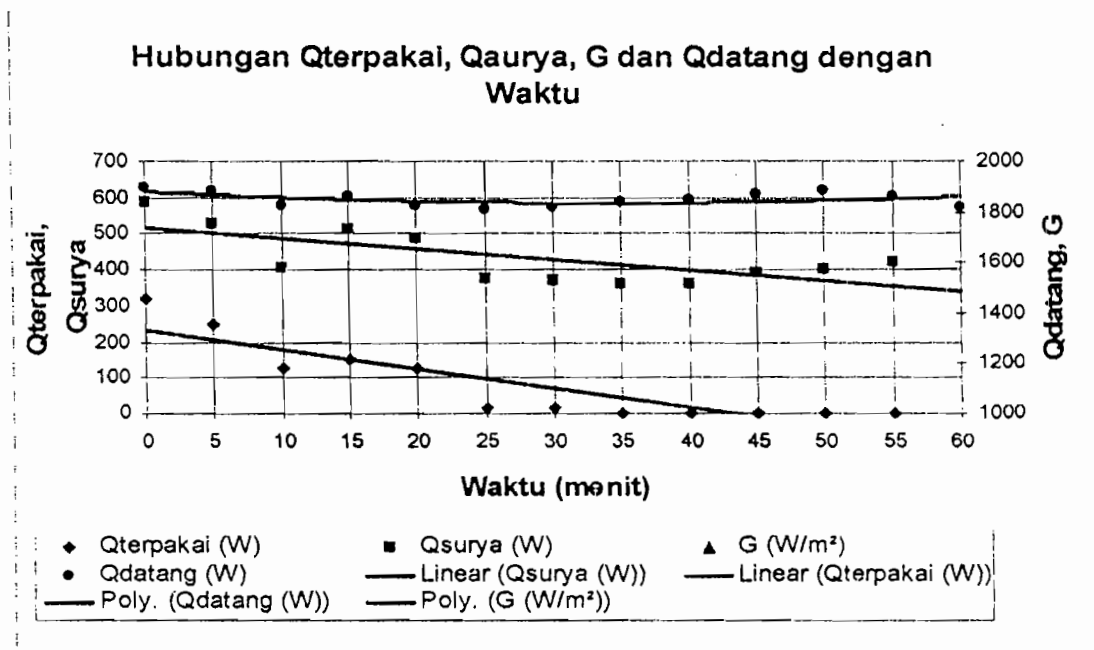
Gambar 4.6 Grafik hubungan  $\eta_{\text{termal}}$ ,  $\eta_{\text{kolektor}}$  dan Input dan Tair dengan Volume air 1 liter (dari Tabel 4. 19)



Gambar 4.7 Grafik hubungan  $\eta_{\text{termal}}$ ,  $\eta_{\text{kolektor}}$  dan Input dan Toli dengan Volume oli 0.5 liter (dari Tabel 4.20)

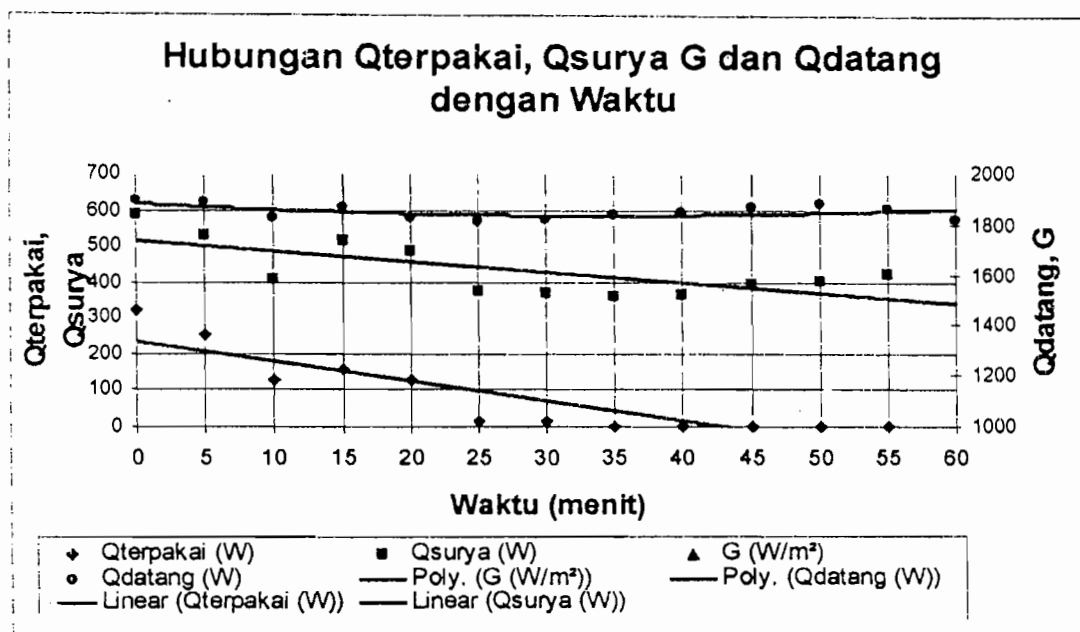
Efisiensi kolektor dipengaruhi oleh efisiensi termal dimana jika efisiensi termal besar maka efisiensi kolektor akan besar pula. Efisiensi kolektor juga dipengaruhi oleh bahan parabola. Parabola dengan bahan alumunium plat efisiensi kolektornya lebih tinggi dari pada kolektor dengan bahan alumunium foil. Perbedaan efisiensi ini tidak begitu besar karena selisih harga reflektivitas alumunium plat dengan alumunium foil hanya sedikit sekali.

d. Hubungan Qdatang, Qsurya, G dan Qterpakai dengan Waktu



Gambar 4.8 Grafik hubungan Qdatang, Qsurya, Qterpakai, Input dan Waktu dengan volume air 1 liter (dari Tabel 4.19)





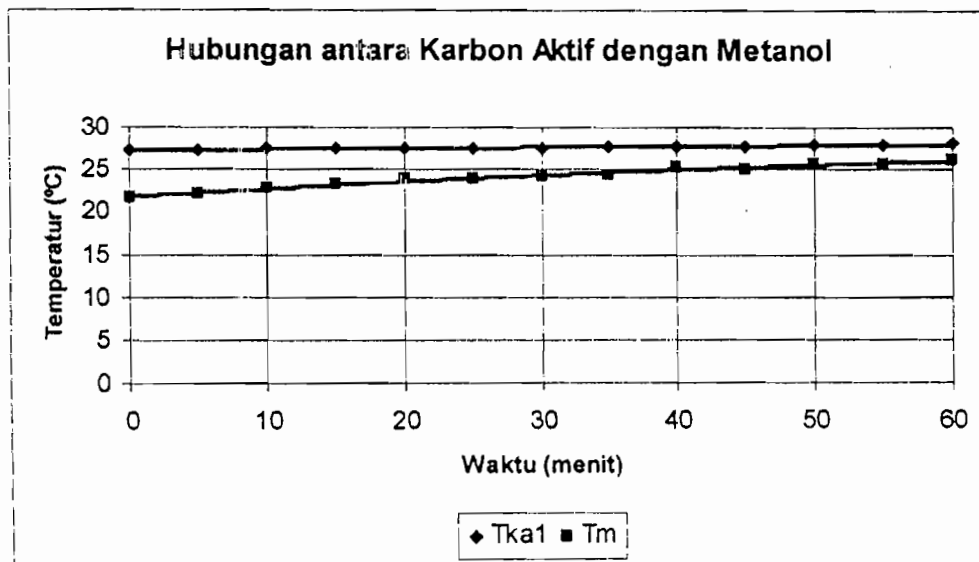
Gambar 4.9 Grafik hubungan  $Q_{\text{datang}}$ ,  $Q_{\text{surya}}$ ,  $Q_{\text{terpakai}}$ , Input dan Waktu dengan volume oli 0.5 liter (dari Tabel 4.20)

Energi yang terpakai mengikuti besar kecilnya  $Q_{\text{surya}}$ , jika  $Q_{\text{surya}}$  besar maka besar pula energi yang terpakai.  $Q_{\text{datang}}$  dan input tidak berpengaruh terhadap besar kecilnya  $Q_{\text{surya}}$ .

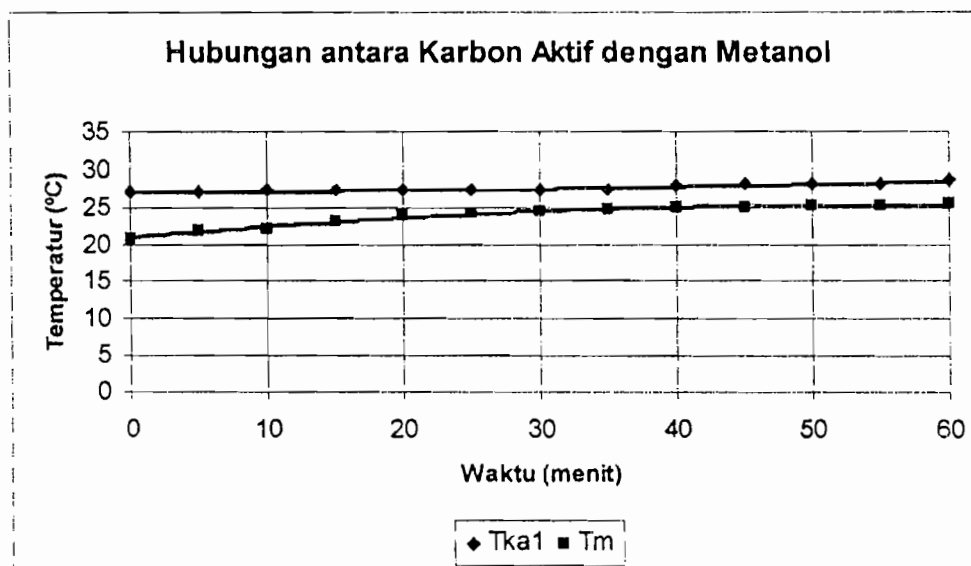
## 2. Grafik Proses Adsorpsi

### Variasi massa karbon aktif

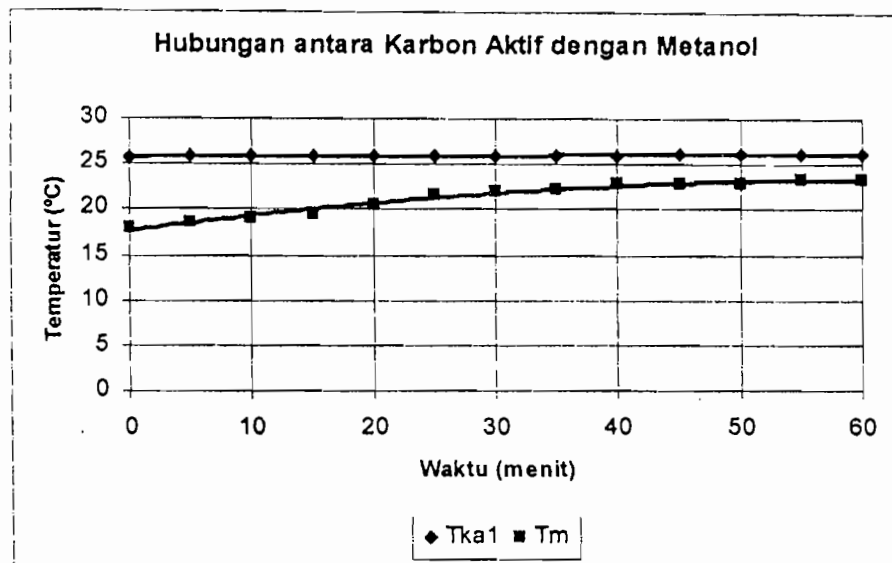
#### a. Grafik hubungan antara Karbon Aktif dengan Metanol



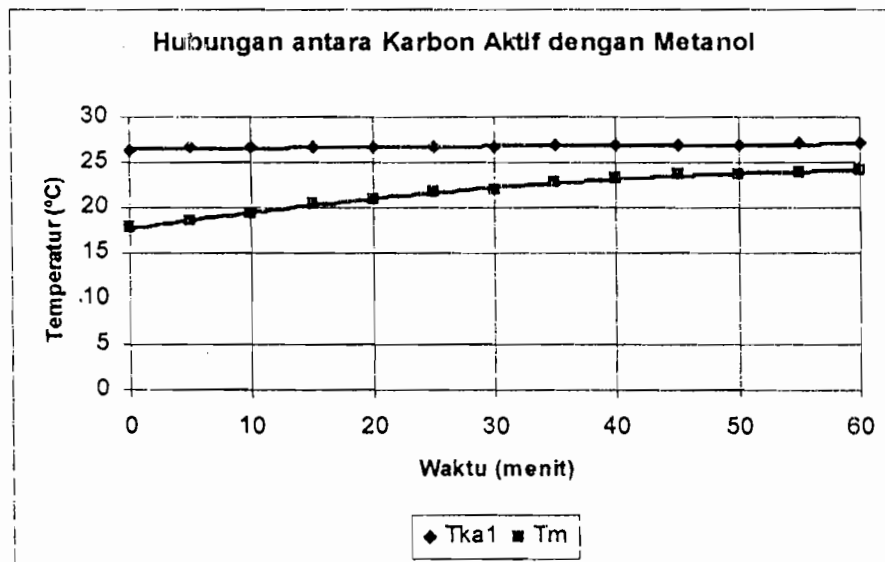
Gambar 3.10 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif dengan Metanol tiap waktu massa karbon aktif 0.275 kg (dari Tabel 4.21)



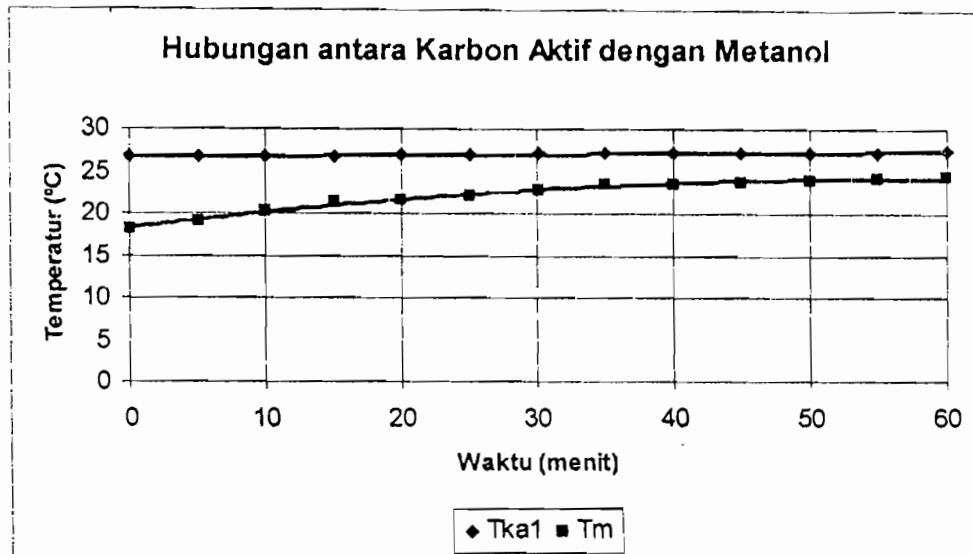
Gambar 3.11 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif dengan Metanol tiap waktu massa karbon aktif 0.300 kg (dari Tabel 4.22)



Gambar 3.12 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif dengan Metanol tiap waktu massa karbon aktif 0.250 kg (dari Tabel 4.23)

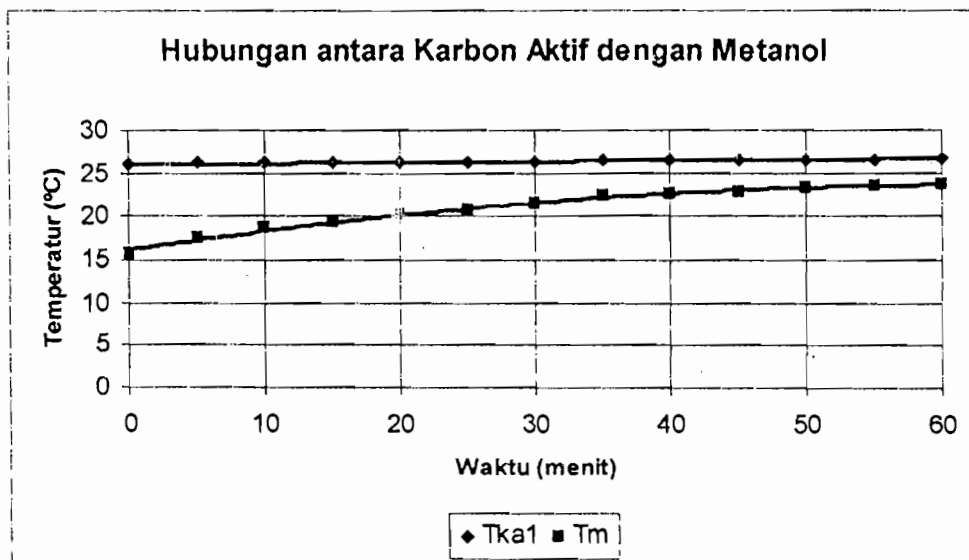


Gambar 3.13 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif dengan Metanol tiap waktu massa karbon aktif 0.225 kg (dari Tabel 4.24)

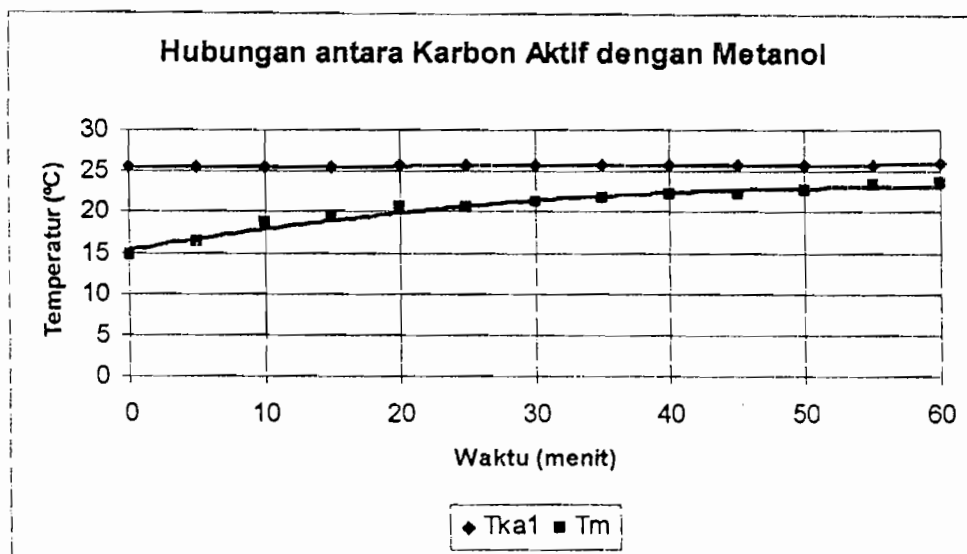


Gambar 3.14 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif dengan Metanol tiap waktu massa karbon aktif 0.200 kg (dari Tabel 4.25)

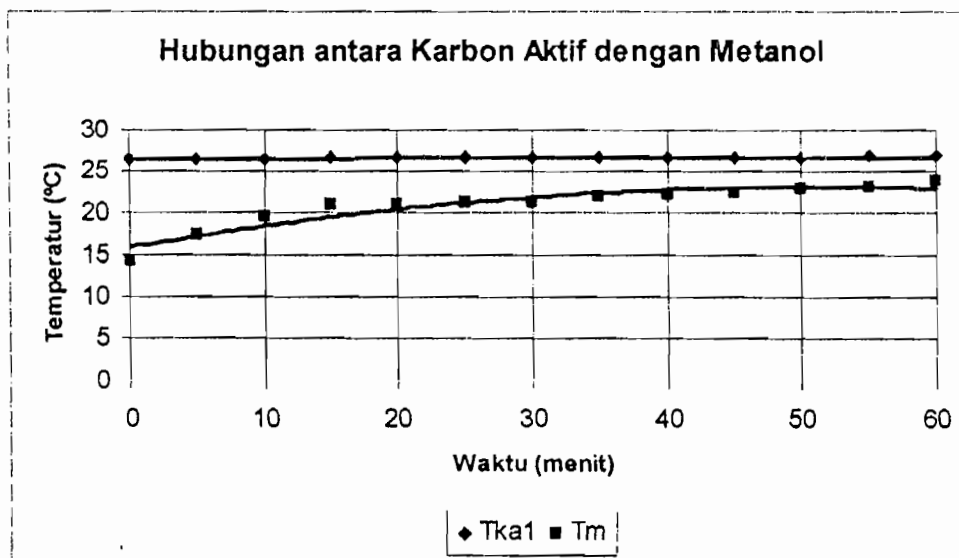
### Variasi Volume Metanol



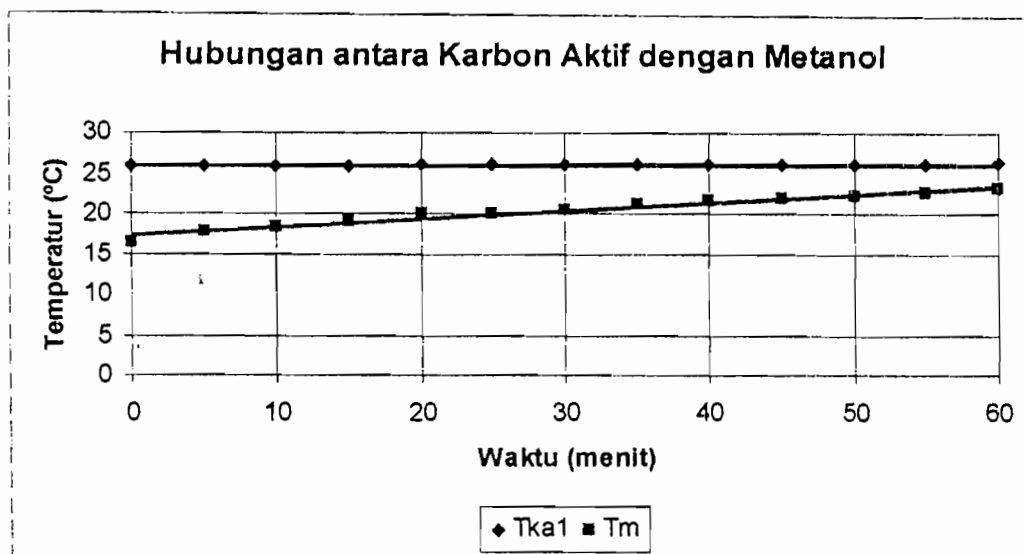
Gambar 3.15 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif dengan Metanol tiap waktu volume methanol 150 ml (dari Tabel 4.26)



Gambar 3.16 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif dengan Metanol tiap waktu volume methanol 100 ml (dari Tabel 4.27)



Gambar 3.17 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif dengan Metanol tiap waktu volume methanol 50 ml (dari Tabel 4.28)

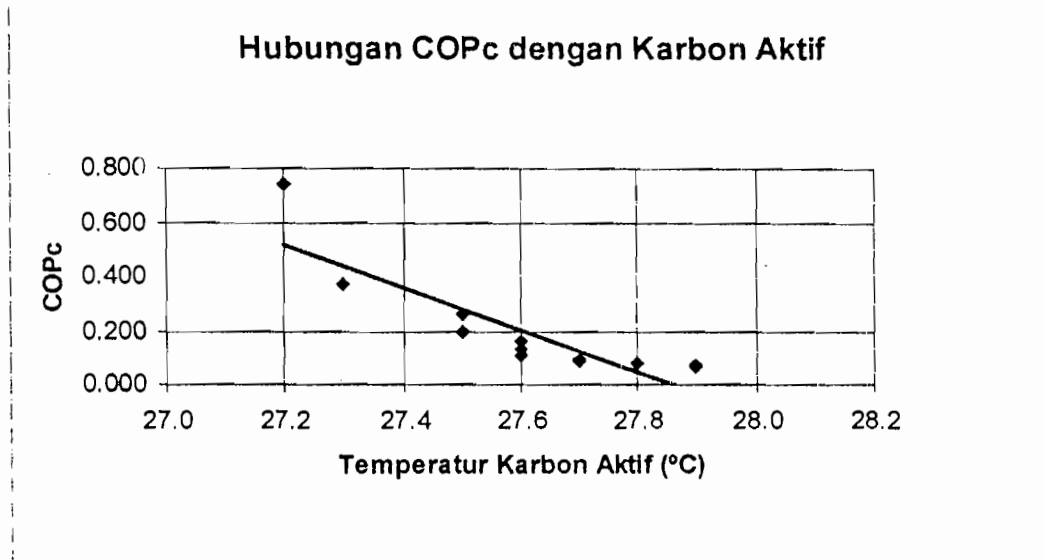


Gambar 3.18 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif dengan Metanol tiap waktu volume methanol 200 ml (dari Tabel 4.29)

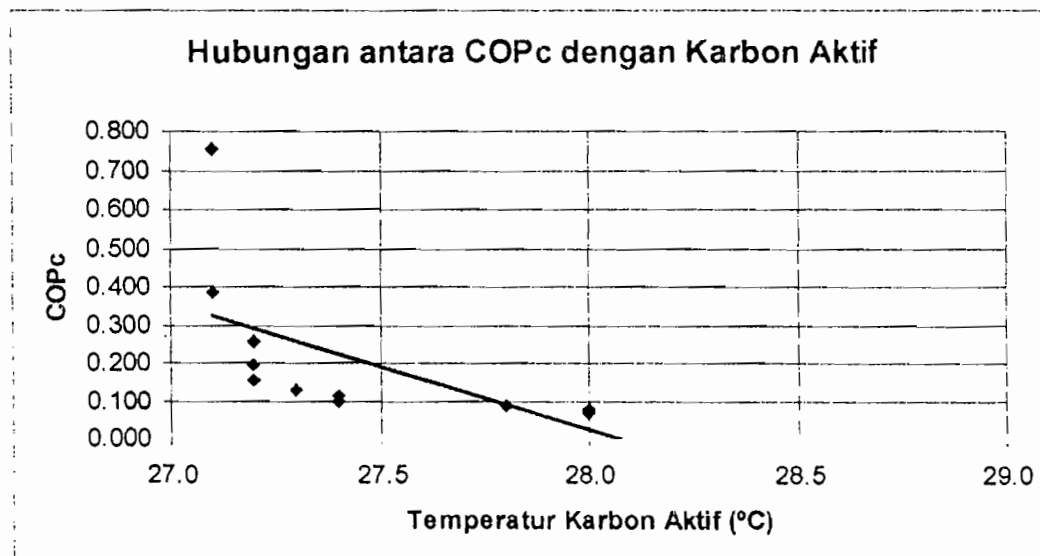
Dari gambar 3.10 sampai dengan Gambar 3.18 dapat diketahui temperatur karbon aktif dan temperatur methanol tiap waktu cenderung naik. Temperatur methanol semakin bertambah besar karena mendapat pengaruh dari temperatur lingkungan (beban pendinginan), sedangkan temperatur karbon aktif bertambah besar karena ada proses adsorpsi. Untuk variasi methanol juga sama.

b. Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan temperatur karbon aktif

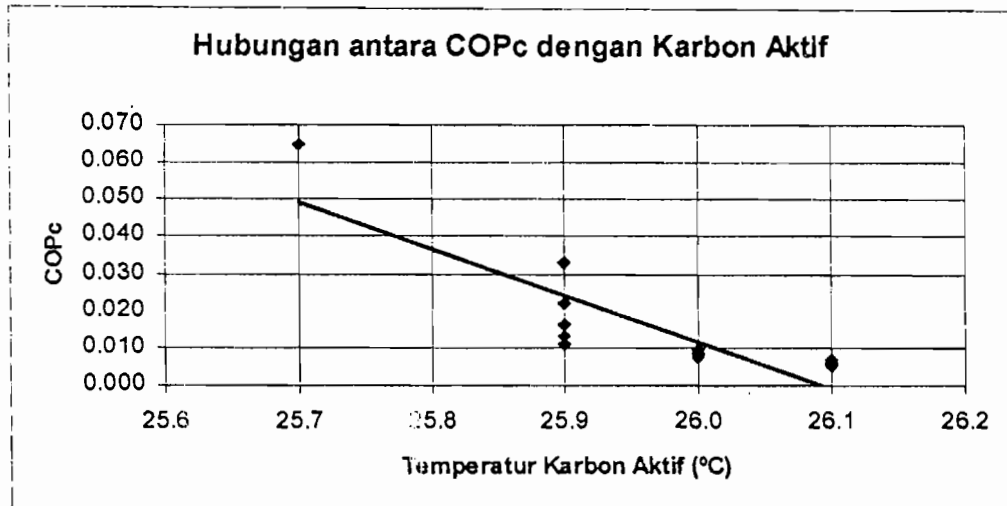
**Variasi massa karbon aktif**



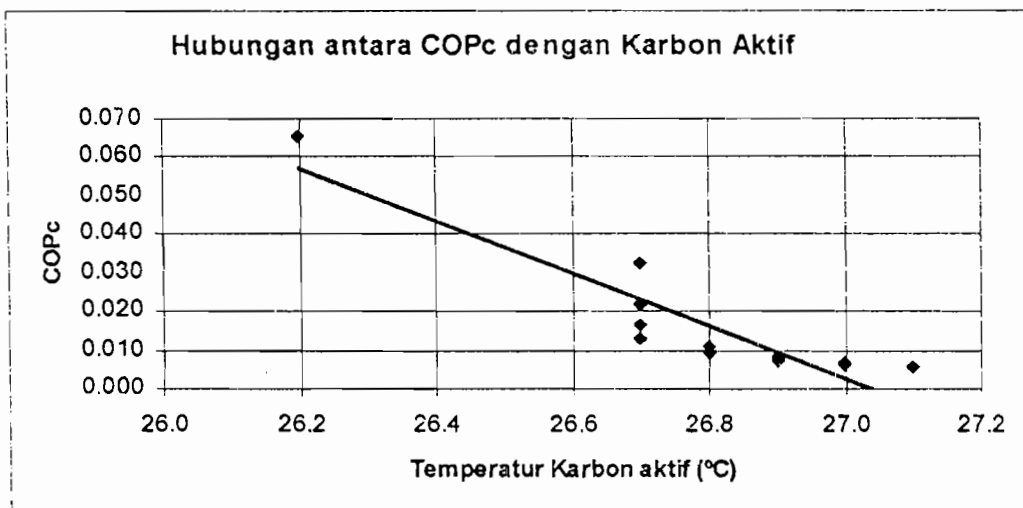
Gambar 4.19 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan temperatur karbon aktif dengan massa karbon aktif 0.275 kg (dari Tabel 4.21)



Gambar 4.20 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan temperatur karbon aktif dengan massa karbon aktif 0.300 (dari Tabel 4.22)

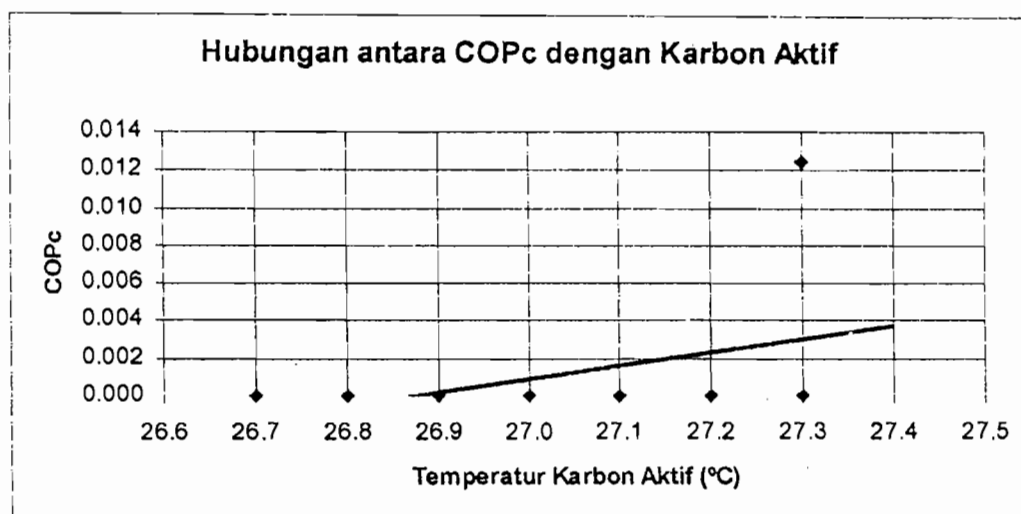


Gambar 4.21 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan temperatur karbon aktif dengan massa karbon aktif 0.250 (dari Tabel 4.23)



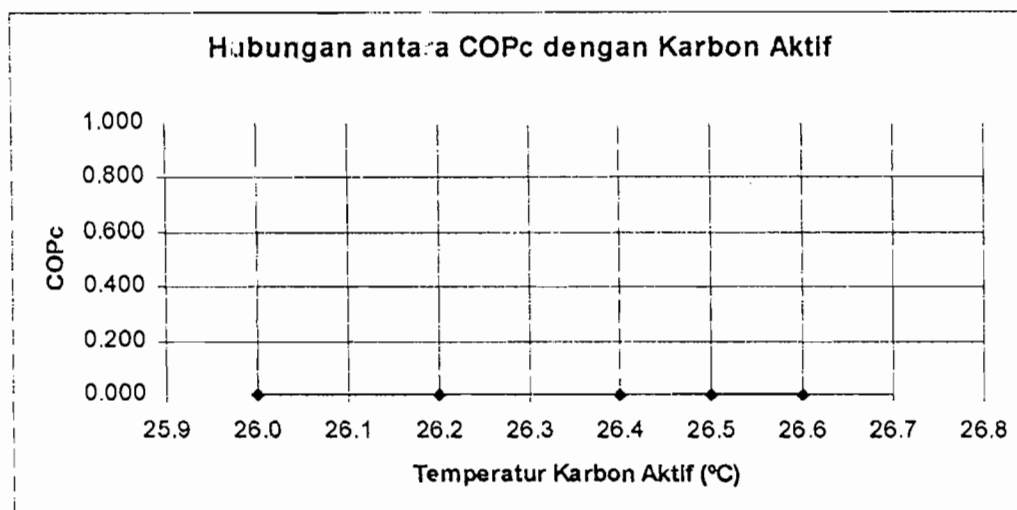
Gambar 4.22 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan temperatur karbon aktif dengan massa karbon aktif 0.225 (dari Tabel 4.24)



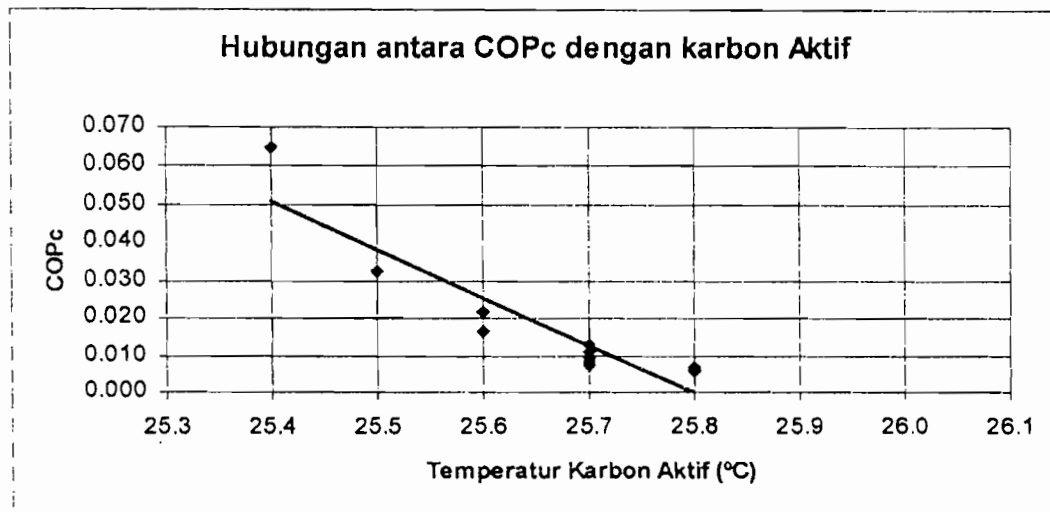


Gambar 4.23 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan temperature karbon aktif dengan massa karbon aktif 0.200 (dari Tabel 4.25)

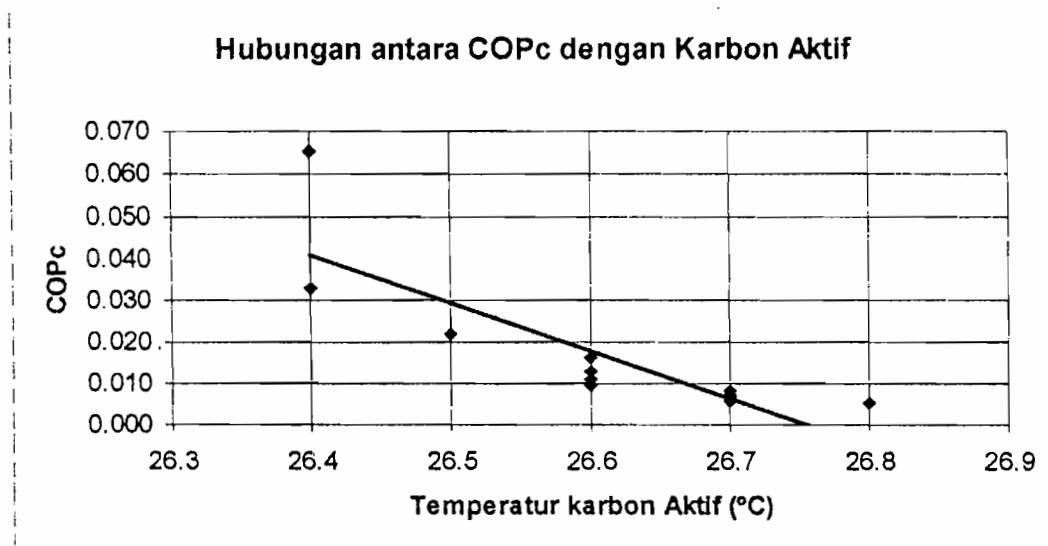
### Variasi Volume Metanol



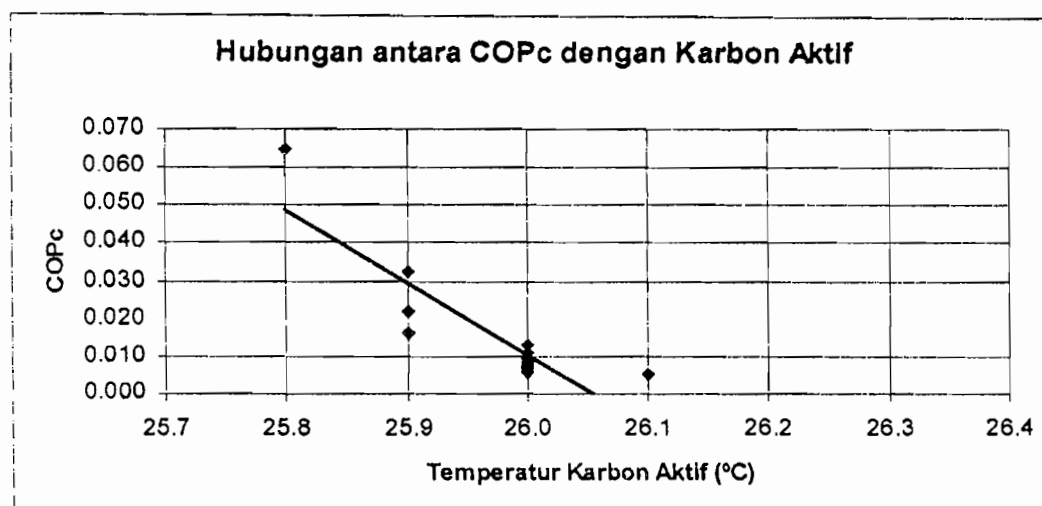
Gambar 4.24 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan temperatur karbon aktif dengan volume methanol 150 ml (dari Tabel 4.26)



Gambar 4.25 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan temperatur karbon aktif dengan volume methanol 100 ml (dari Tabel 4.27)



Gambar 4.26 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan temperatur karbon aktif dengan volume methanol 50 ml (dari Tabel 4.28)

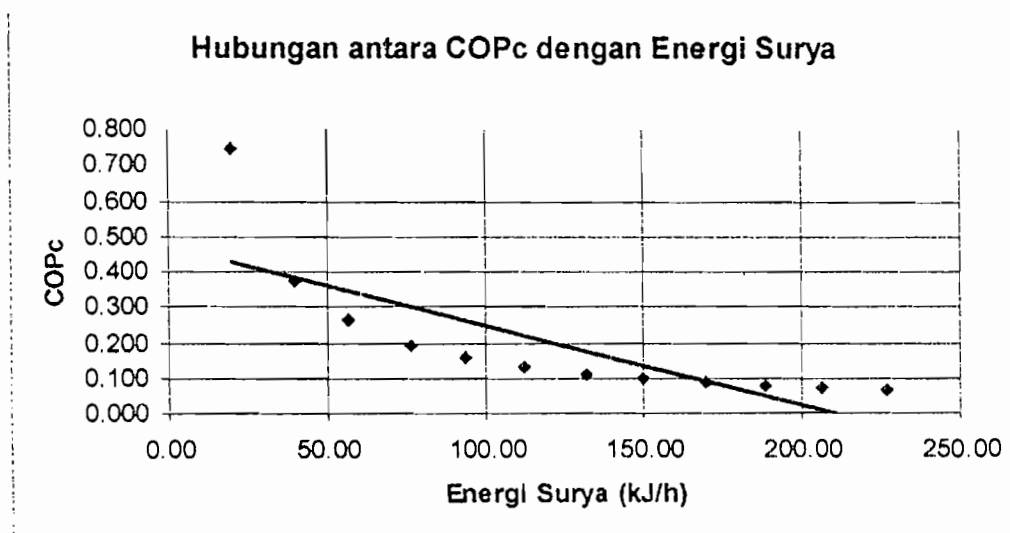


Gambar 4.27 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan temperatur karbon aktif dengan volume methanol 200 ml (dari Tabel 4.29)

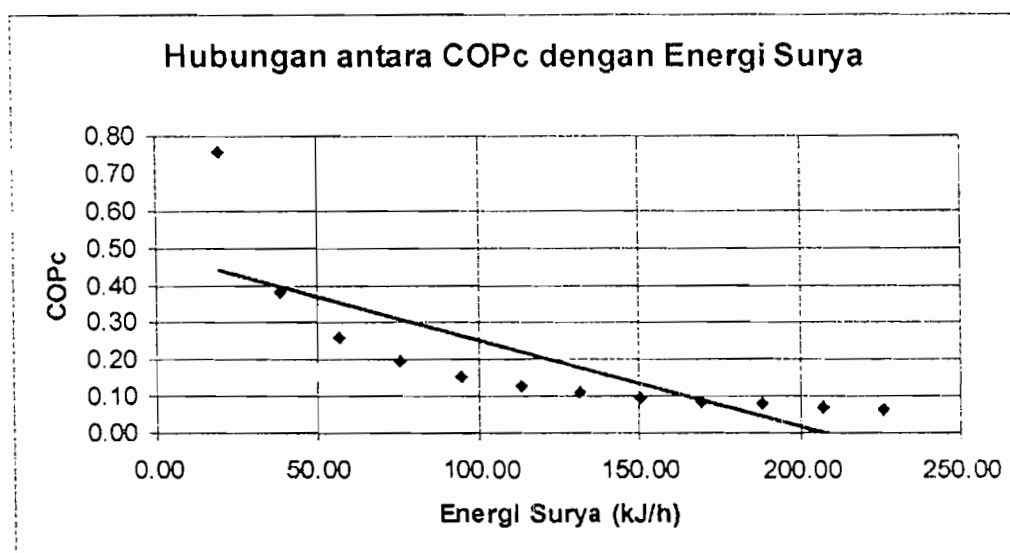
Berdasarkan Gambar 4.13 sampai dengan Gambar 4.26 dapat diketahui bahwa kecenderungan temperatur karbon aktif yang bertambah besar akan menghasilkan unjuk kerja siklus (COPc) yang kecil. Kemampuan karbon aktif dalam menyerap uap methanol dari tabung refrigerant semakin berkurang dan semakin lama karbon aktif akan menjadi jenuh, hal inilah yang mempengaruhi nilai COPc. Dari perhitungan COPc tiap waktu dapat diketahui bahwa sifat dan kualitas bahan baku karbon aktif mekanis kurang baik sebagai adsorber karena hanya mampu menghasilkan nilai COPc tiap waktu rata-rata 0.049 untuk proses adsorpsi.

b. Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya

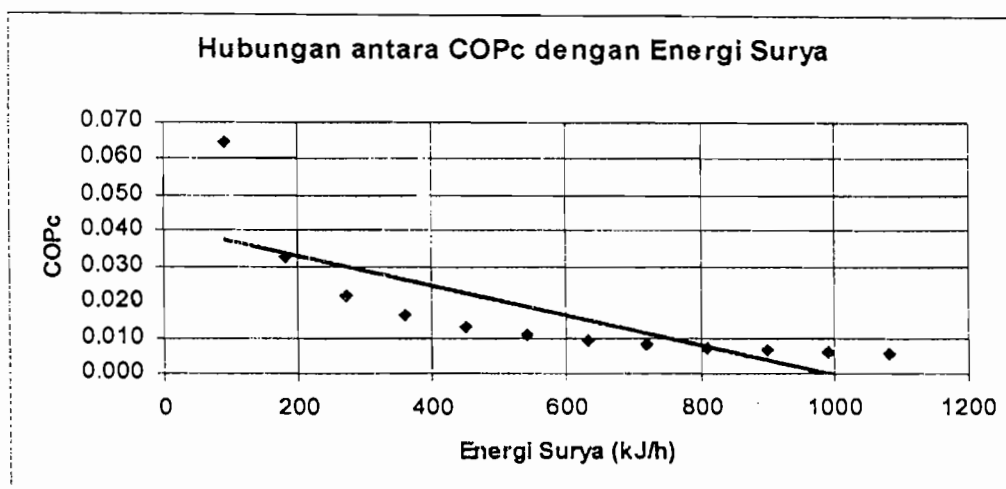
Variasi massa karbon aktif



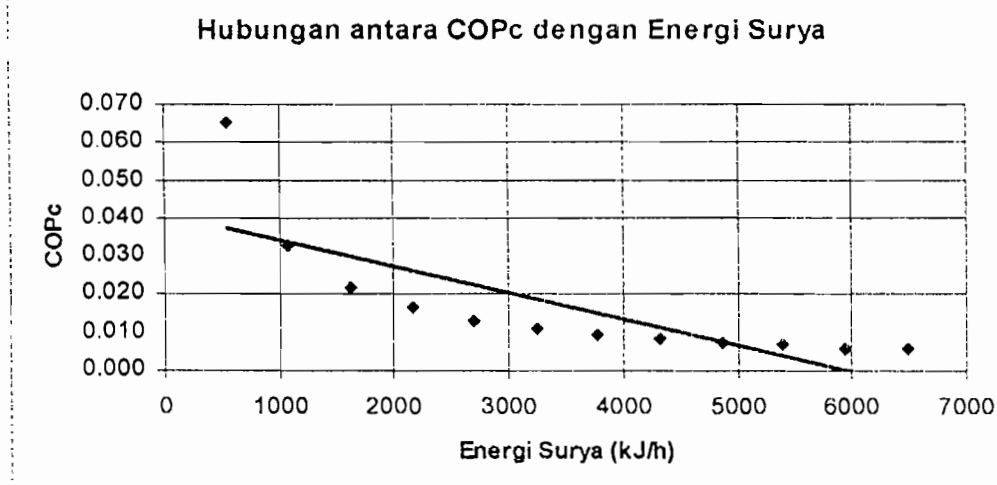
Gambar 4.28 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan massa karbon aktif 0.275 kg (dari Tabel 4.21)



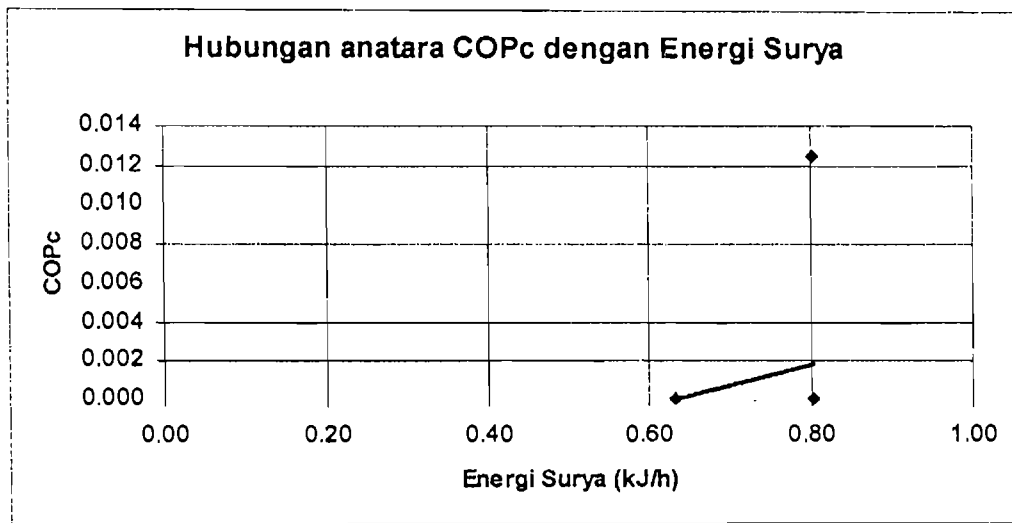
Gambar 4.29 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan massa karbon aktif 0.300 (dari Tabel 4.22)



Gambar 4.30 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan massa karbon aktif 0.250 (dari Tabel 4.23)

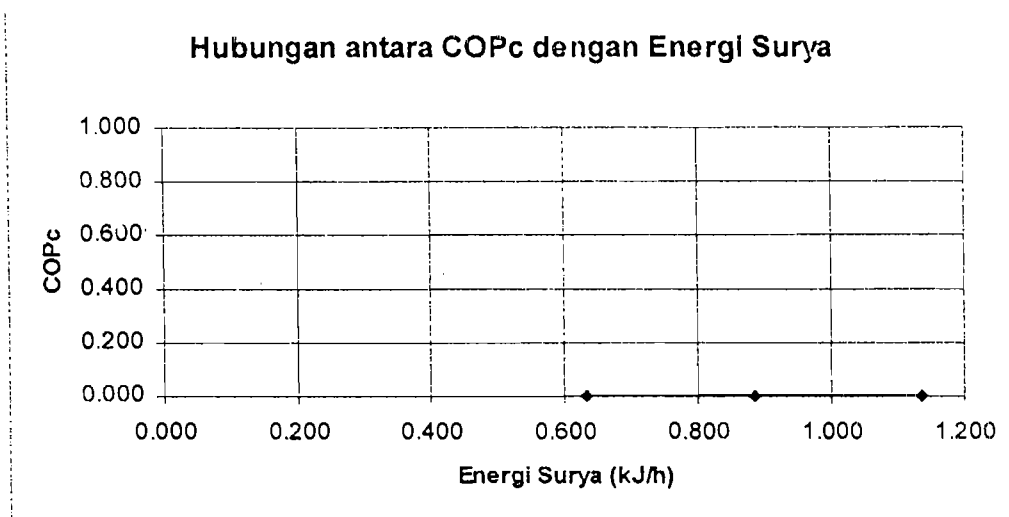


Gambar 4.31 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan massa karbon aktif 0.225 (dari Tabel 4.24)

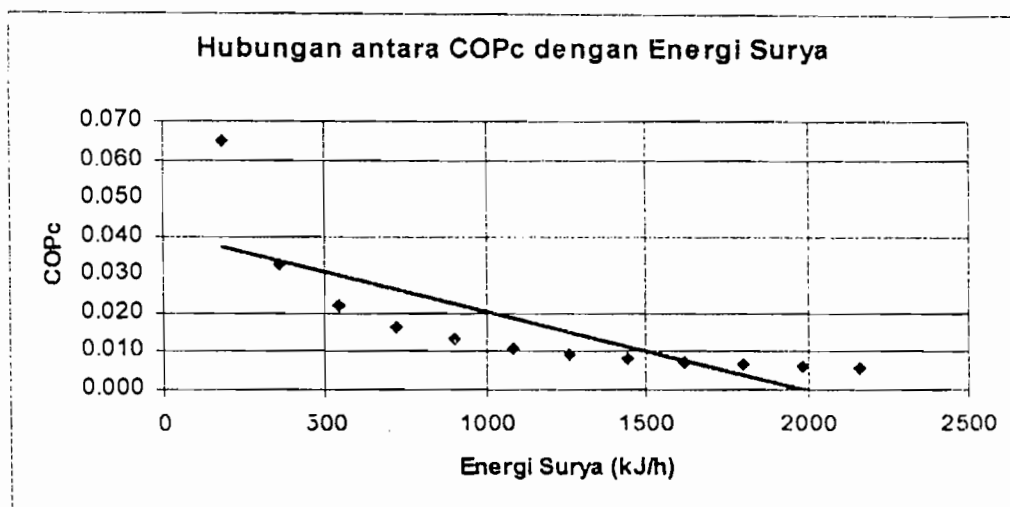


Gambar 4.32 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan massa karbon aktif 0.200 (dari Tabel 4.25)

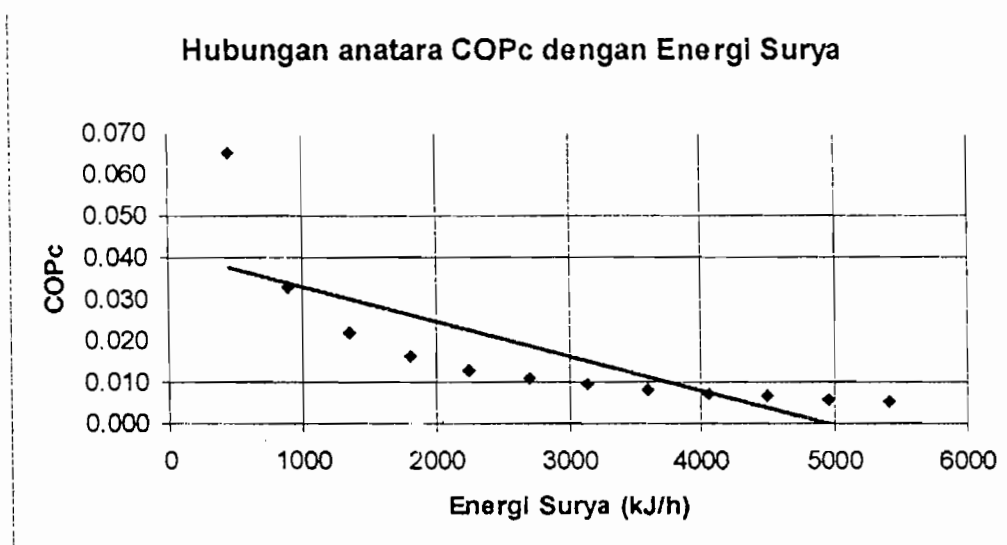
**Variasi Volume Metanol**



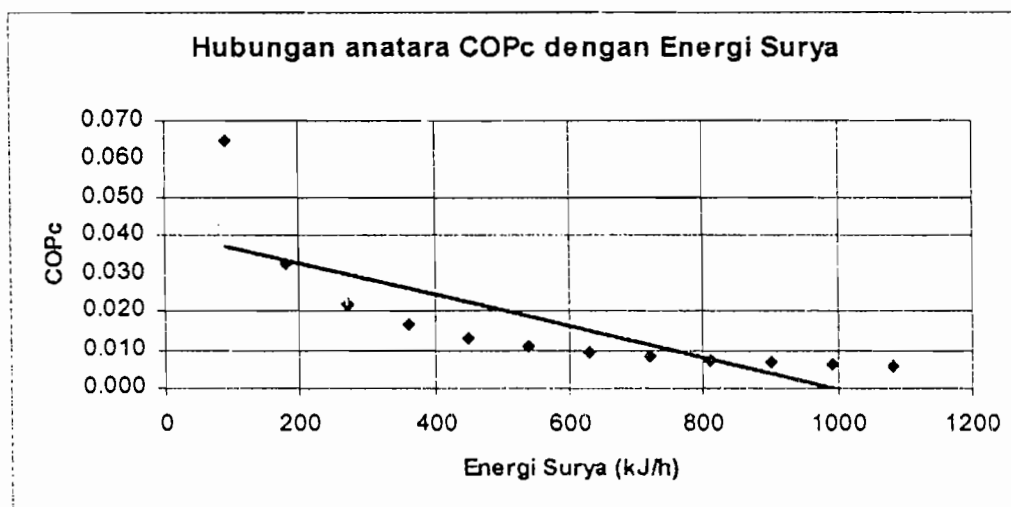
Gambar 4.33 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan volume methanol 150 ml (dari Tabel 4.26)



Gambar 4.34 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan volume methanol 100 ml (dari Tabel 4.27)



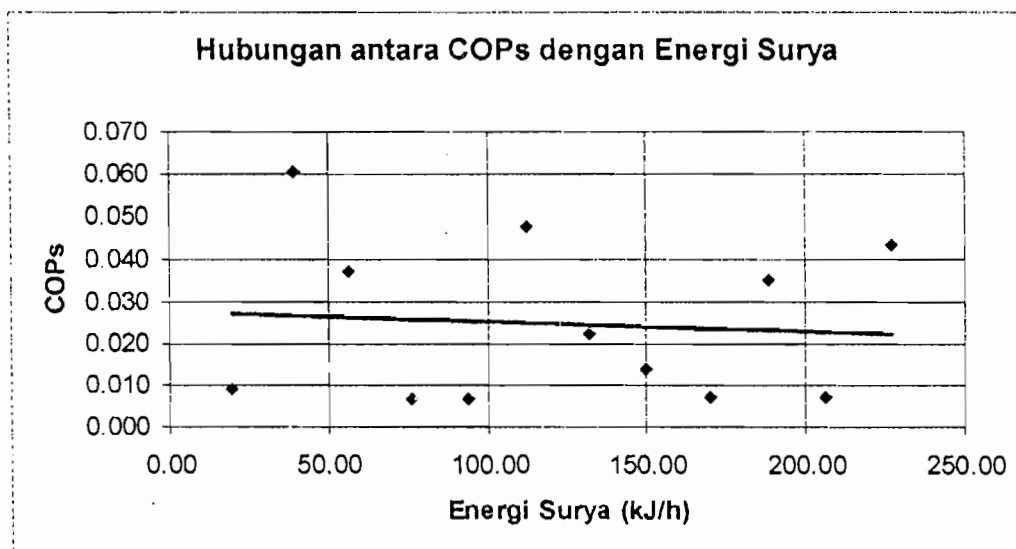
Gambar 4.35 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan volume methanol 50 ml (dari Tabel 4.28)



Gambar 4.36 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan volume methanol 200 ml (dari Tabel 4.29)

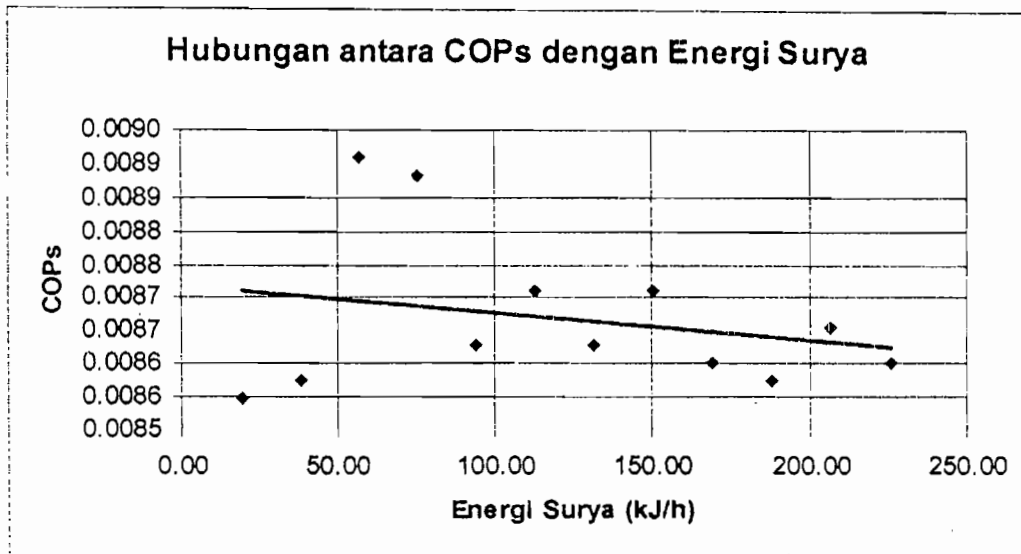
c. Grafik hubungan COPs dengan radiasi surya yang dapat dikumpulkan

**Variasi massa karbon aktif**

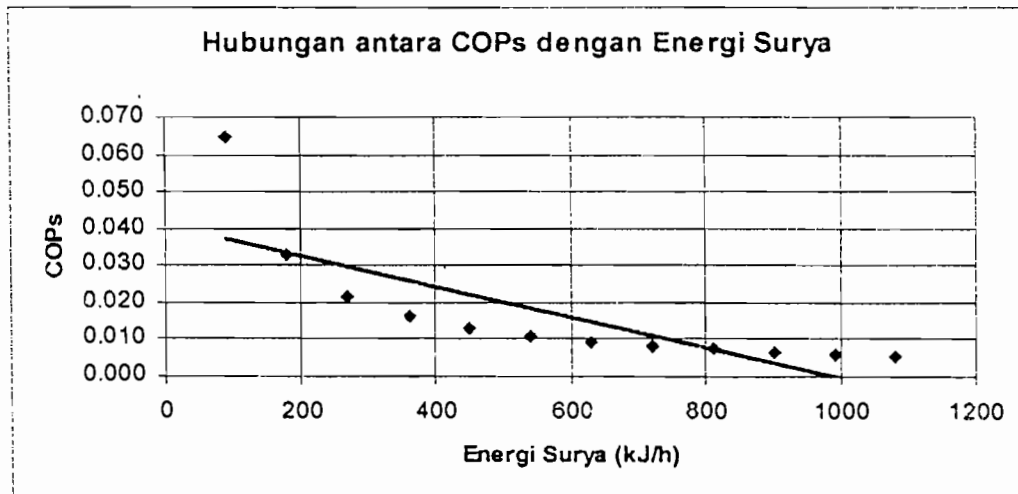


Gambar 4.37 Grafik Hubungan antara COPS tiap waktu dengan radiasi dengan massa karbon aktif 0.275 kg (dari Tabel 4.21)

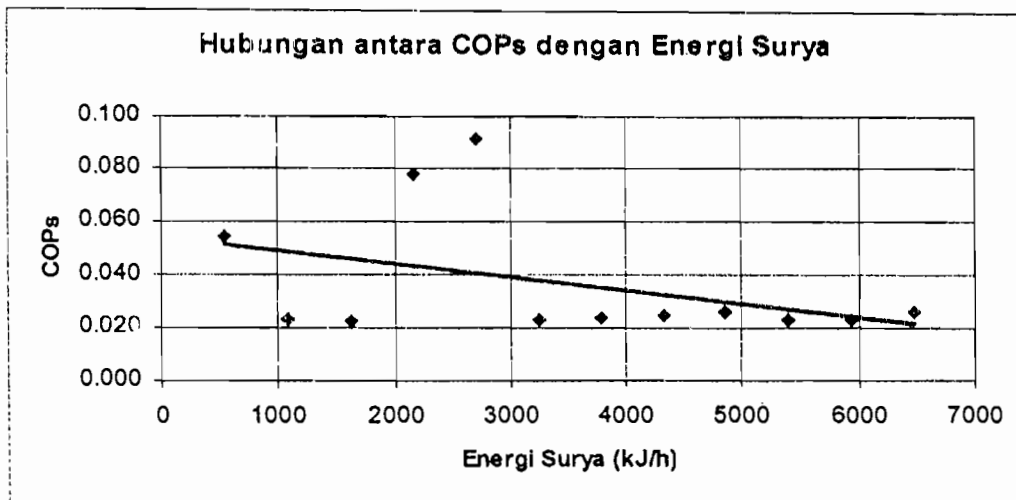




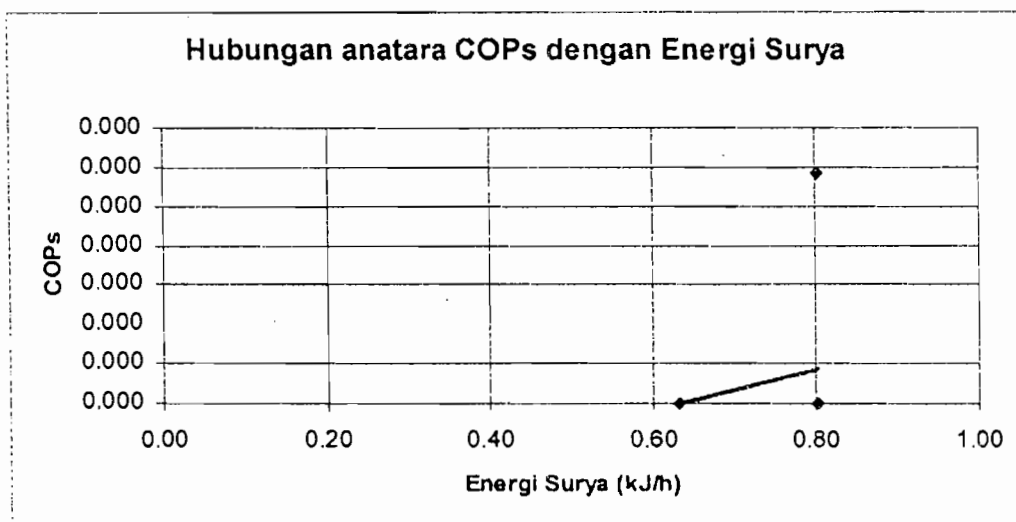
Gambar 4.38 Grafik Hubungan antara COPs tiap waktu dengan radiasi dengan massa karbon aktif 0.300 kg (dari Tabel 4.22)



Gambar 4.39 Grafik Hubungan antara COPs tiap waktu dengan radiasi surya massa karbon aktif 0.250 (dari Tabel 4.23)

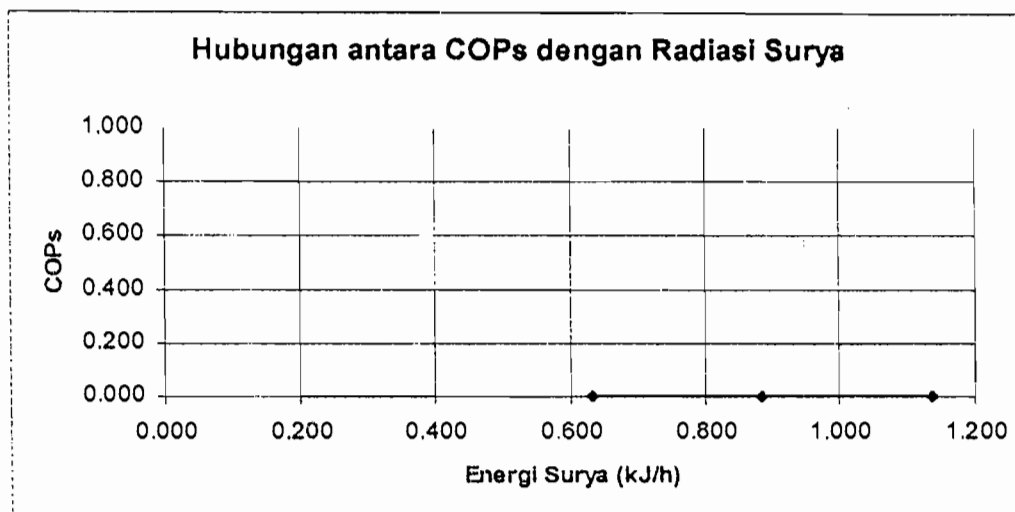


Gambar 4.40 Grafik Hubungan antara COPs tiap waktu dengan radiasi surya massa karbon aktif 0.225 (dari Tabel 4.24)



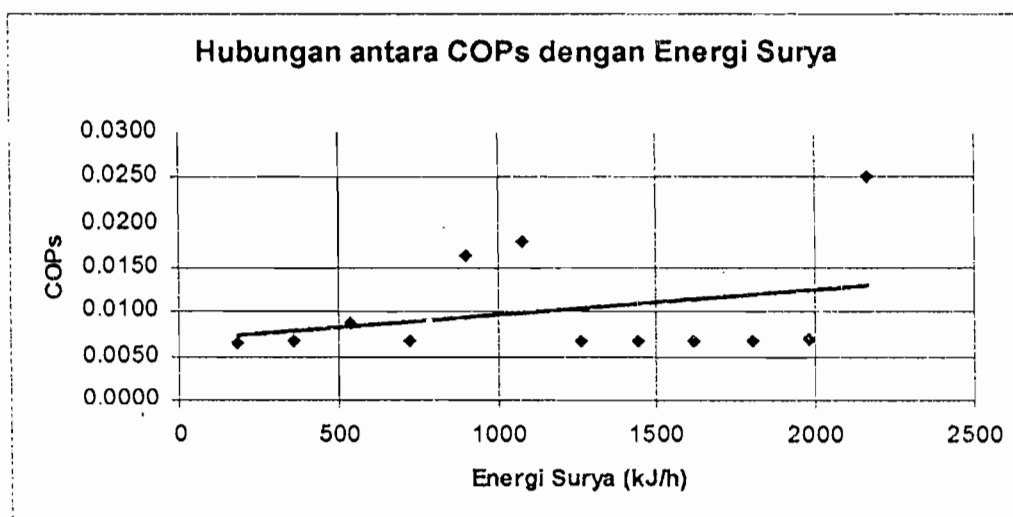
Gambar 4.41 Grafik Hubungan antara COPs tiap waktu dengan radiasi surya massa karbon aktif 0.200 (dari Tabel 4.25)

### Variasi volume methanol

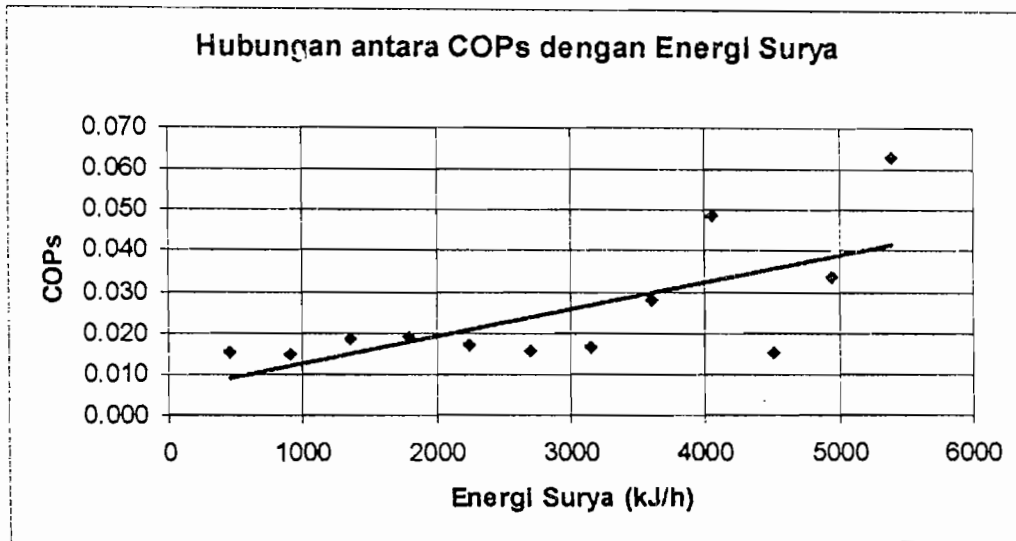


Gambar 4.42 Grafik Hubungan antara COPs tiap waktu dengan radiasi surya dengan volume methanol 150 ml (dari Tabel 4.26)

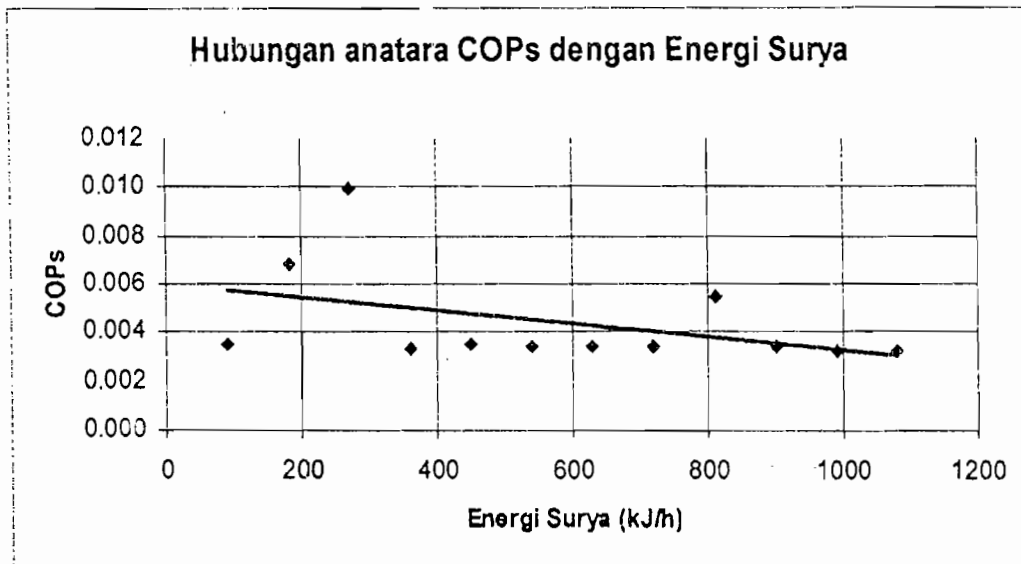
Pada Gambar 4.42 tidak terjadi proses adsorpsi methanol-karbon aktif



Gambar 4.43 Grafik Hubungan antara COPs tiap waktu dengan radiasi surya dengan volume methanol 100 ml (dari Tabel 4.27)



Gambar 4.44 Grafik Hubungan antara COPs tiap waktu dengan radiasi surya dengan volume methanol 50 ml (dari Tabel 4.28)



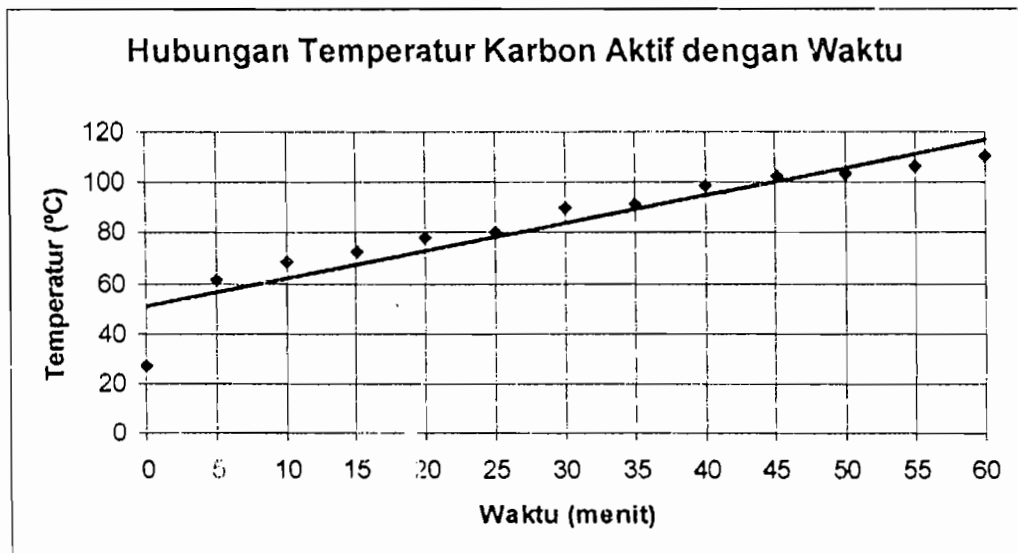
Gambar 4.45 Grafik Hubungan antara COPs tiap waktu dengan radiasi surya dengan volume methanol 200 ml (dari Tabel 4.29)

Berdasarkan Gambar 4.37 sampai dengan Gambar 4.45 dapat diketahui bahwa kecenderungan energi surya yang bertambah besar akan menghasilkan unjuk kerja solar (COPs) yang kecil, dikarenakan karbon aktif melepas uap methanol ke lingkungan sekitar dan tergantung dari seberapa besar kolektor surya menerima energi matahari, dengan COPs rata-rata 0.0122

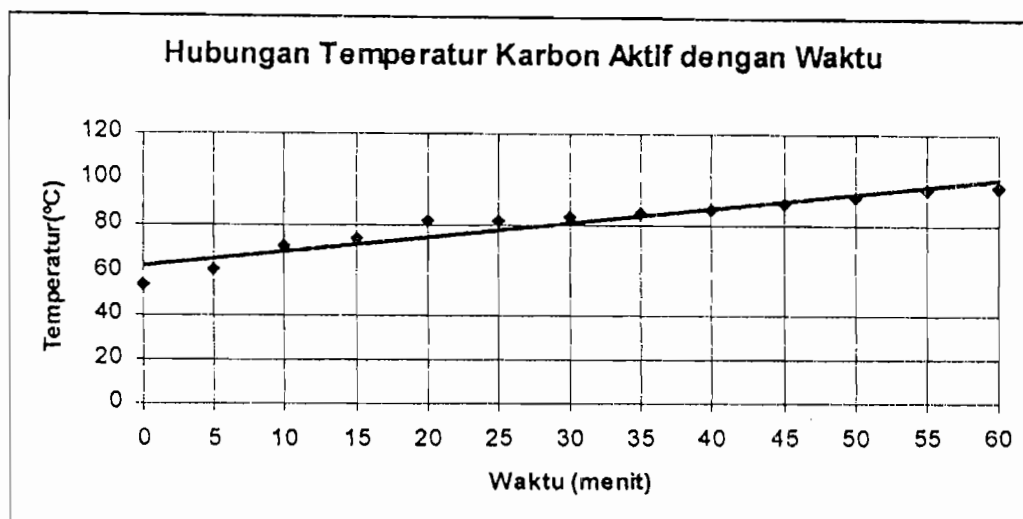
### 3. Grafik Proses Desorpsi

#### a. Grafik hubungan antara Karbon Aktif dengan Metanol

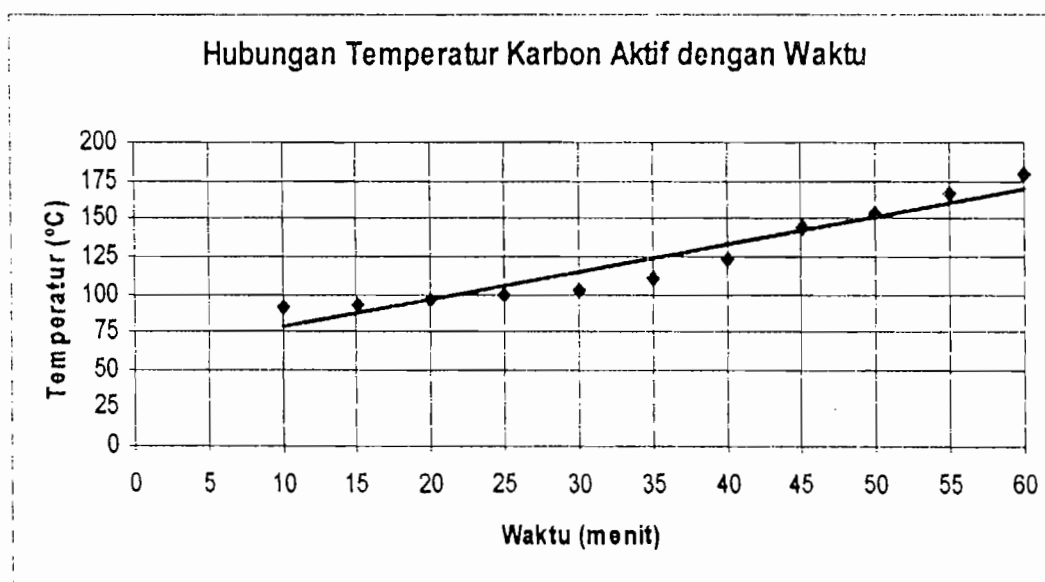
##### Variasi massa karbon aktif



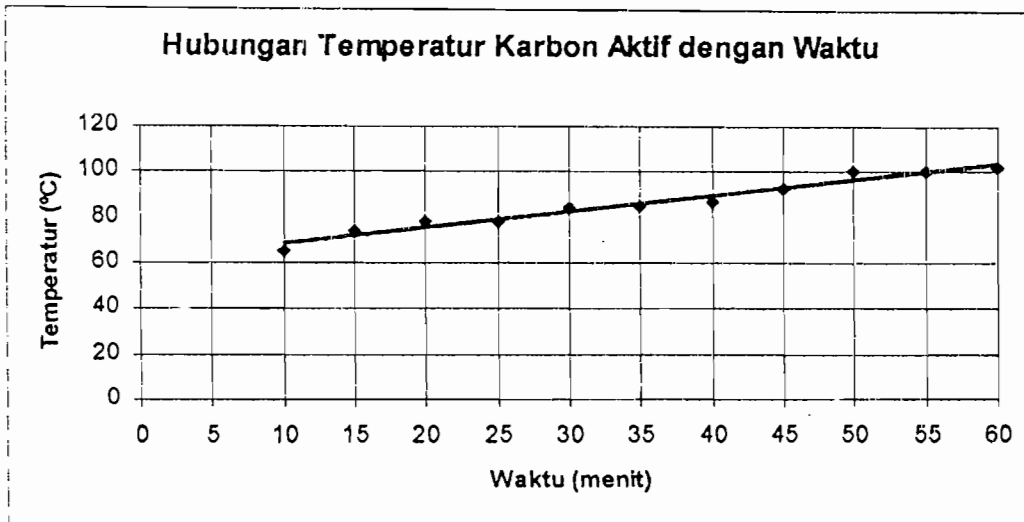
Gambar 4.46 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif tiap waktu dengan massa karbon aktif 0.275 kg (dari Tabel 4.30)



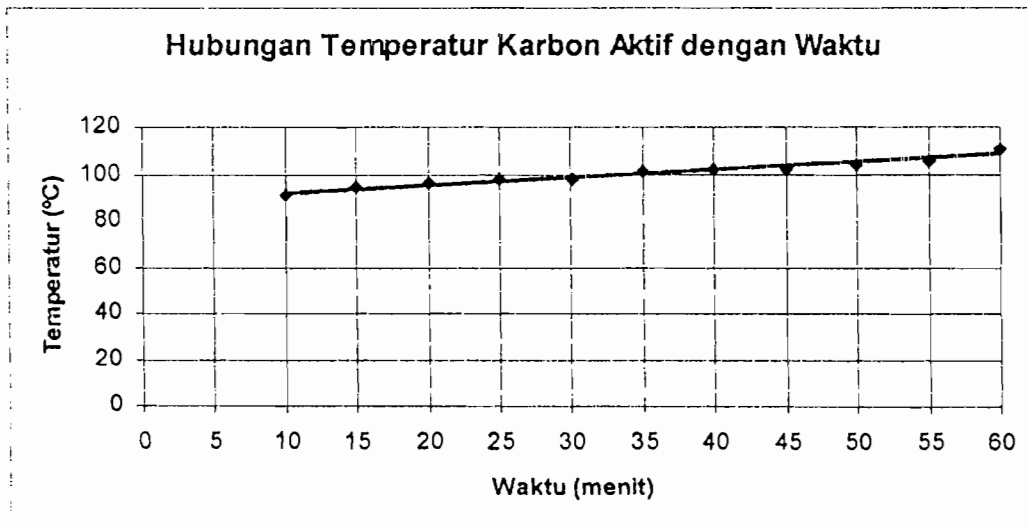
Gambar 4.47 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif tiap waktu dengan massa karbon aktif 0.300 kg (dari Tabel 4.31)



Gambar 4.48 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif tiap waktu dengan massa karbon aktif 0.250 kg (dari Tabel 4.32)

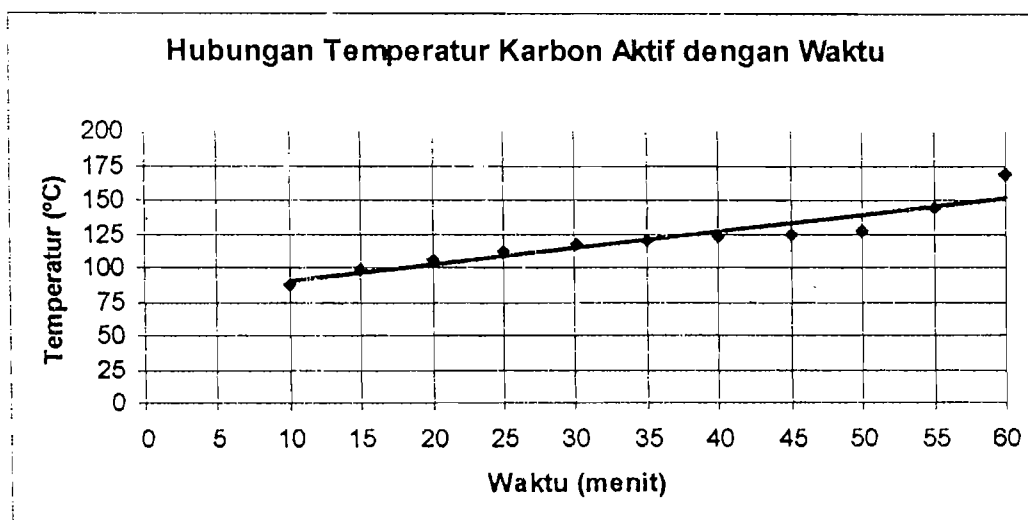


Cambar 4.49 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif tiap waktu dengan massa karbon aktif 0.225 kg (dari Tabel 4.33)

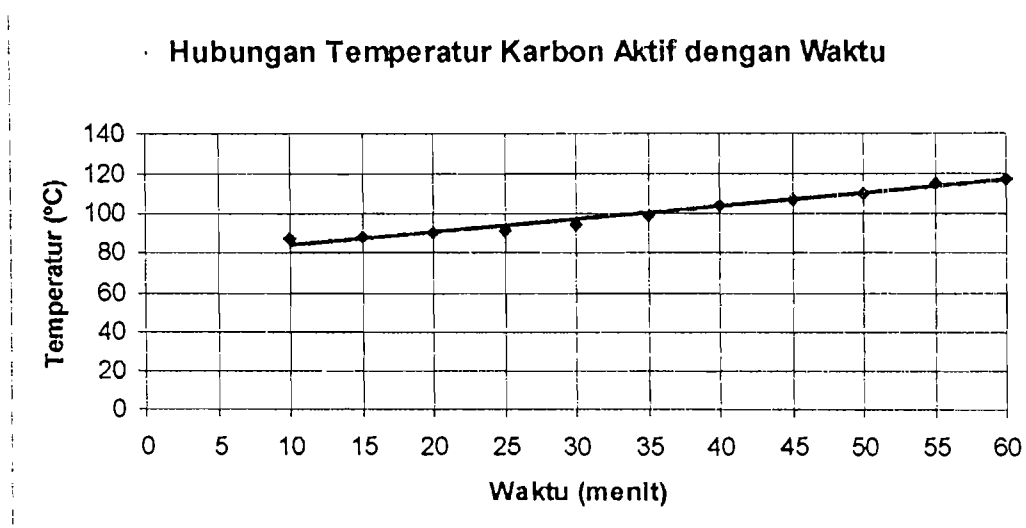


Gambar 4.50 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif tiap waktu dengan massa karbon aktif 0.200 kg (dari Tabel 4.34)

### Variasi volume methanol

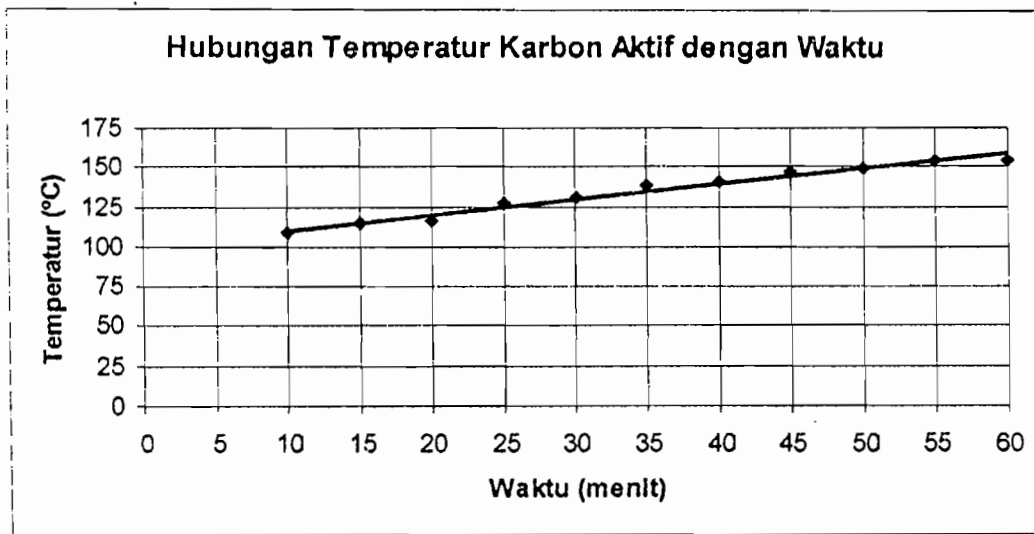


Gambar 4.51 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif tiap waktu dengan volume methanol 150 ml (dari Tabel 4.35)

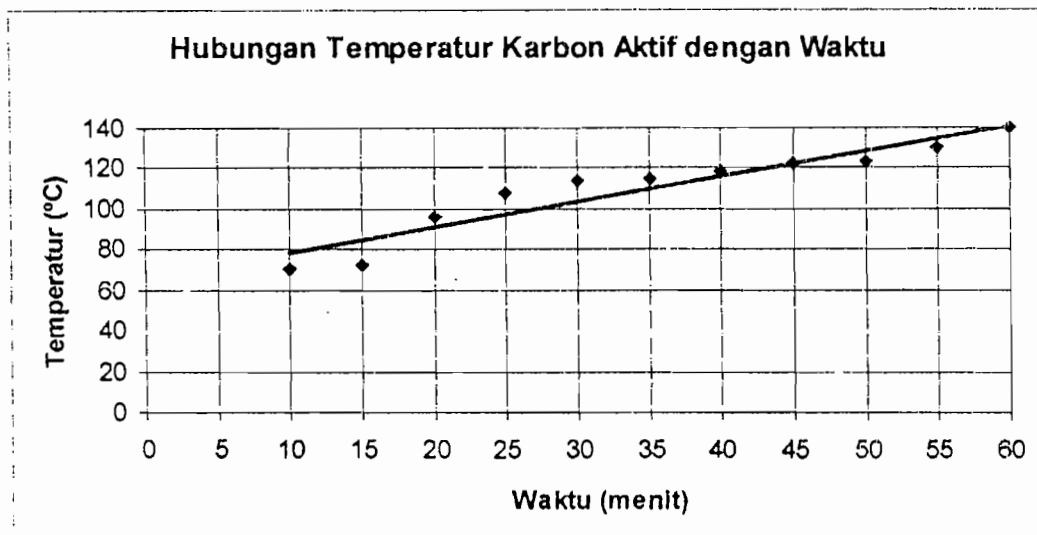


Gambar 4.52 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif tiap waktu dengan volume methanol 100 ml (dari Tabel 4.36)



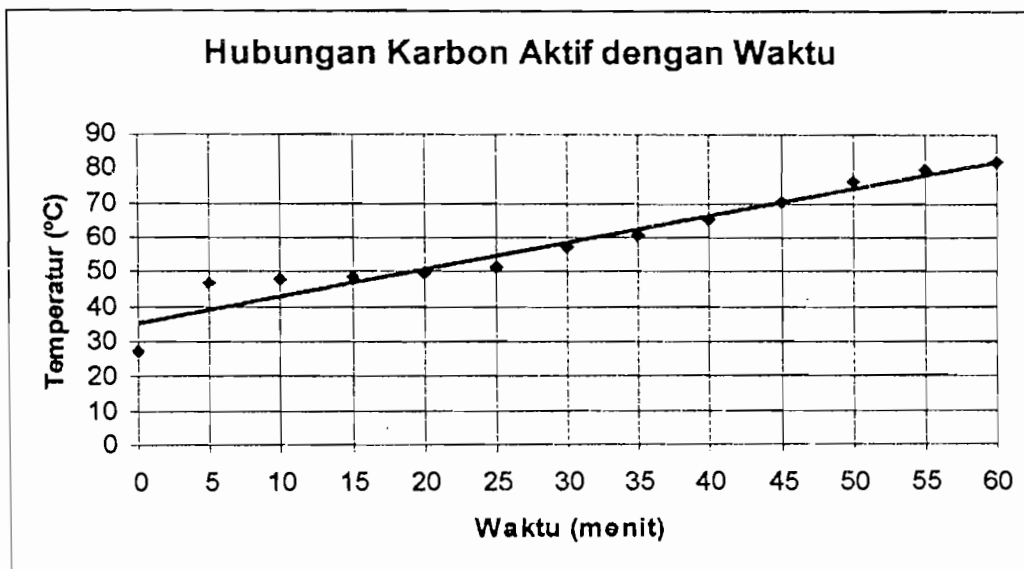


Gambar 4.53 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif tiap waktu dengan volume methanol 50 ml (dari Tabel 4.37)

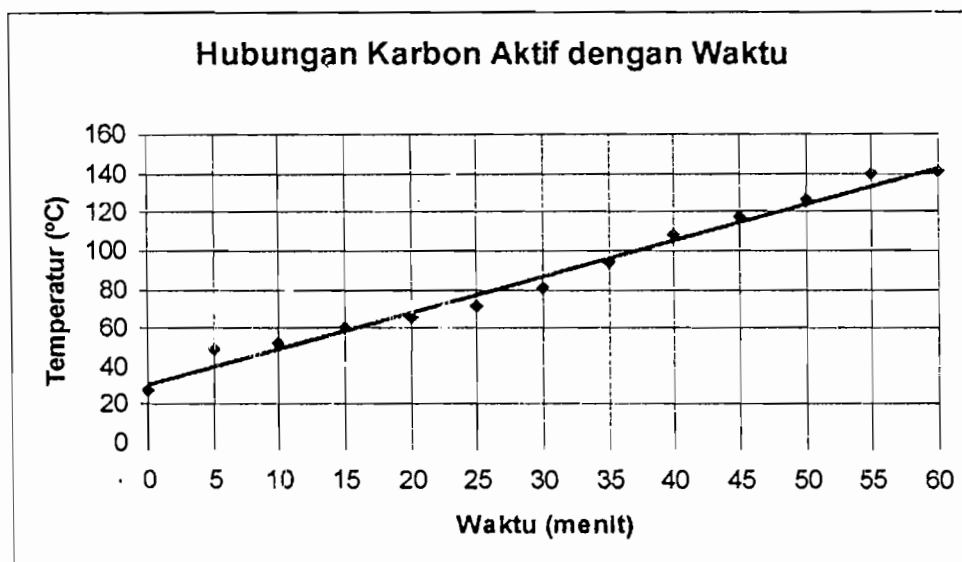


Gambar 4.54 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif tiap waktu dengan volume methanol 200 ml (dari Tabel 4.38)

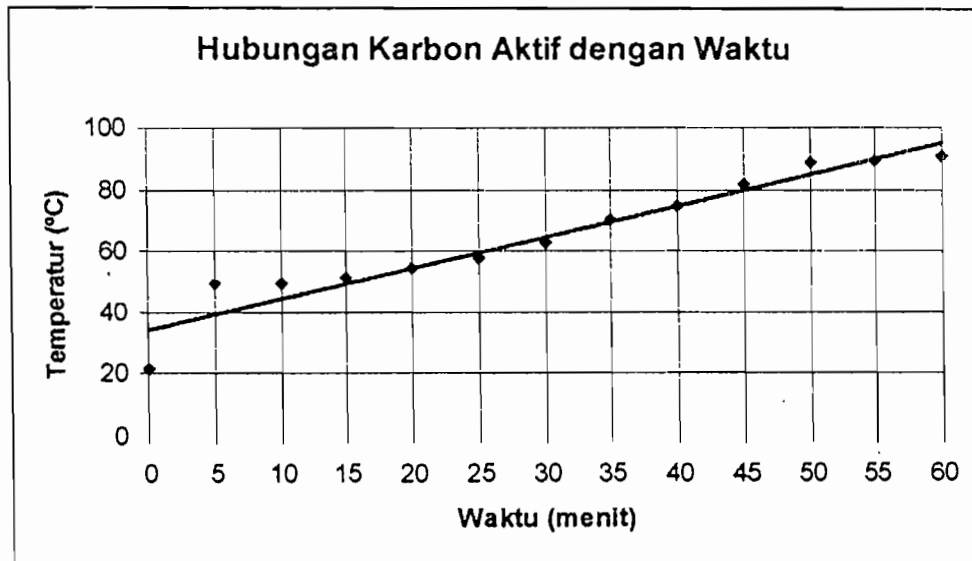
### Variasi Campuran Methanol-Karbon Aktif



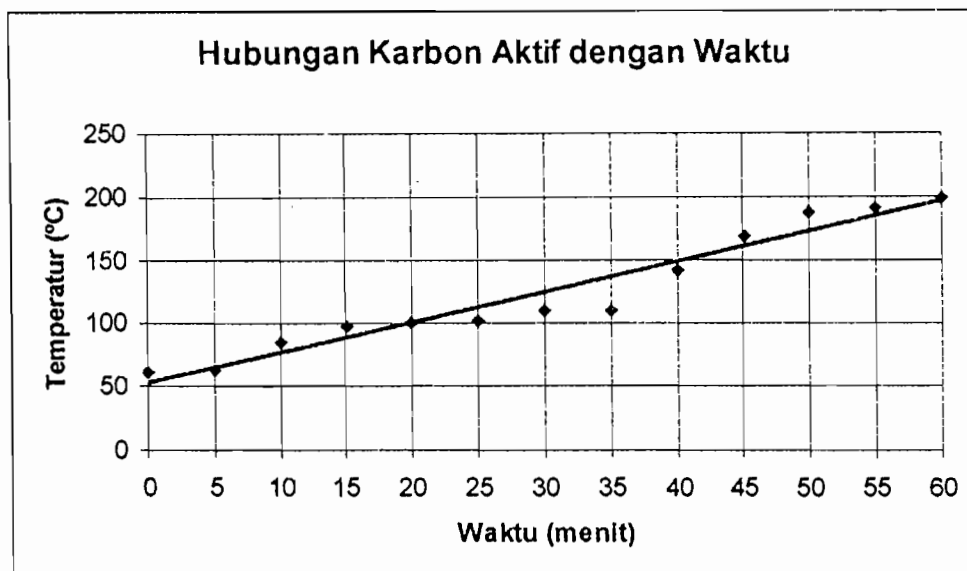
Gambar 4.55 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif tiap waktu dengan massa karbon aktif 0.300 kg (dari Tabel 4.39)



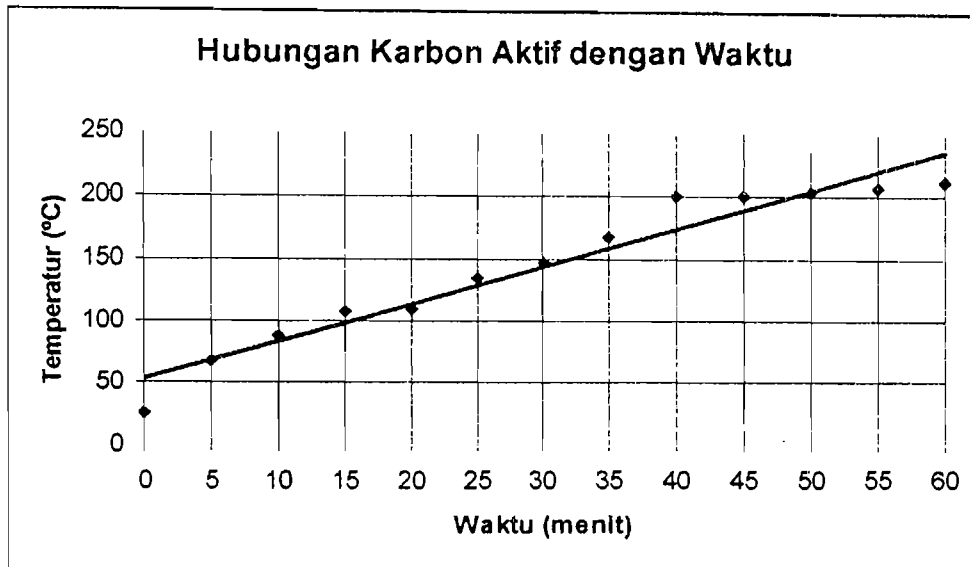
Gambar 4.56 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif tiap waktu dengan massa karbon aktif 0.275 kg (dari Tabel 4.40)



Gambar 4.57 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif tiap waktu dengan massa karbon aktif 0.250 kg (dari Tabel 4.41)



Gambar 4.58 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif tiap waktu dengan massa karbon aktif 0.225 kg (dari table 4.42)

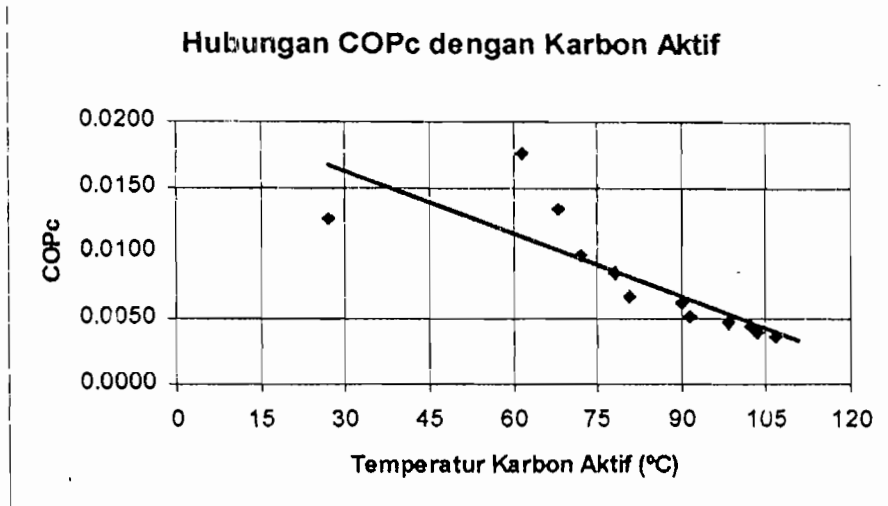


Gambar 4.59 Grafik Hubungan antara Karbon Aktif tiap waktu dengan massa karbon aktif 0.200 kg (dari table 4.43)

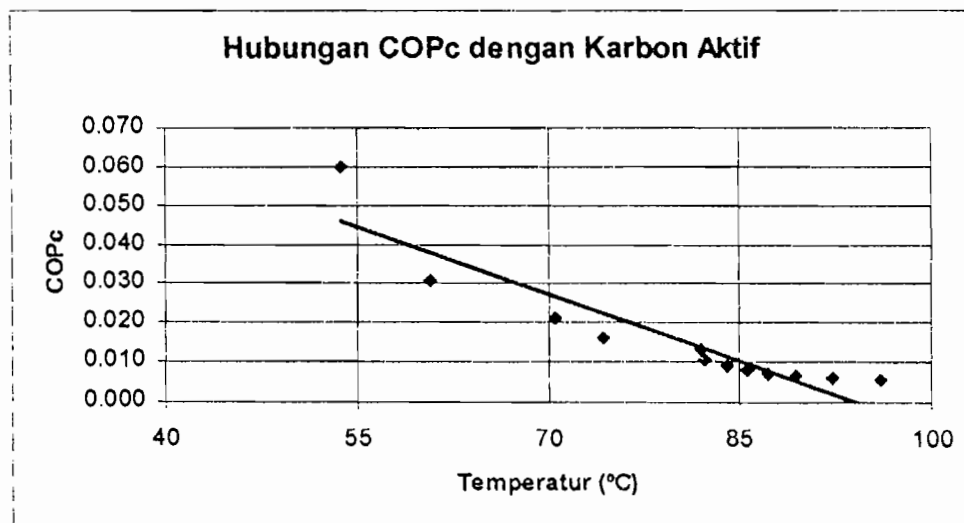
Dari Gambar 4.46 sampai dengan Gambar 4.59 dapat diketahui temperatur karbon aktif tiap waktu cenderung naik dikarenakan pada saat pemanasan karbon aktif melepas methanol ke lingkungan sekitar.

b. Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan temperatur karbon aktif

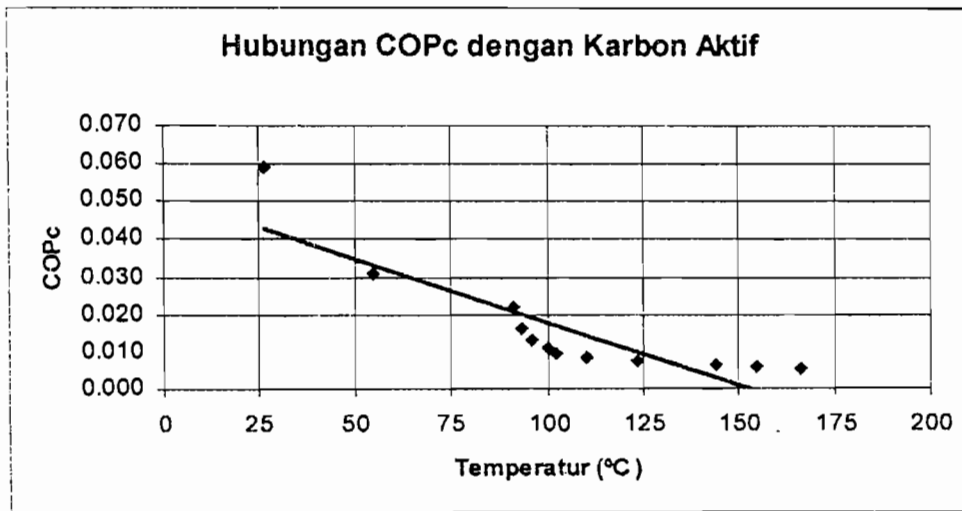
**Variasi Massa Karbon Aktif**



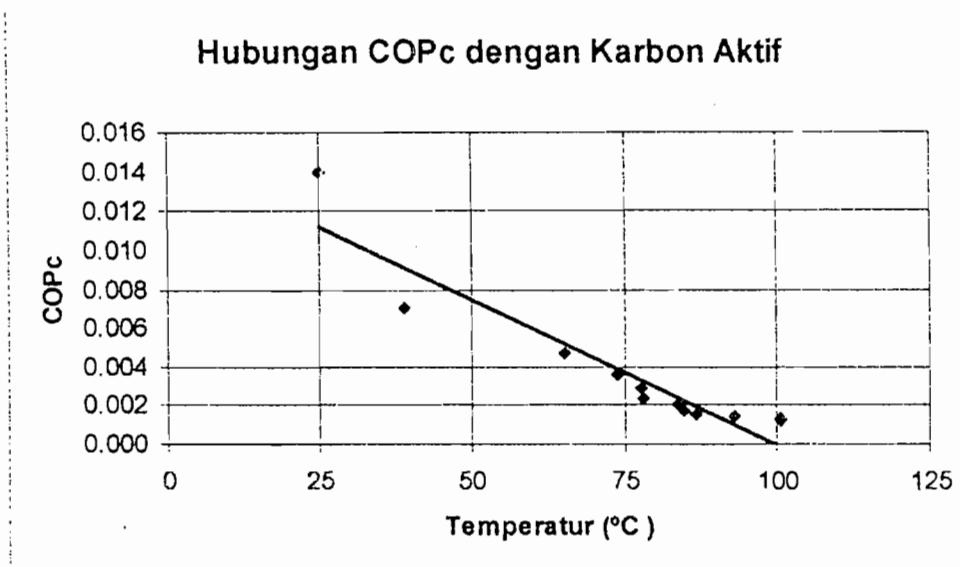
Gambar 4.60 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan temperatur karbon aktif dengan massa karbon aktif 0.275 kg (dari Tabel 4.21)



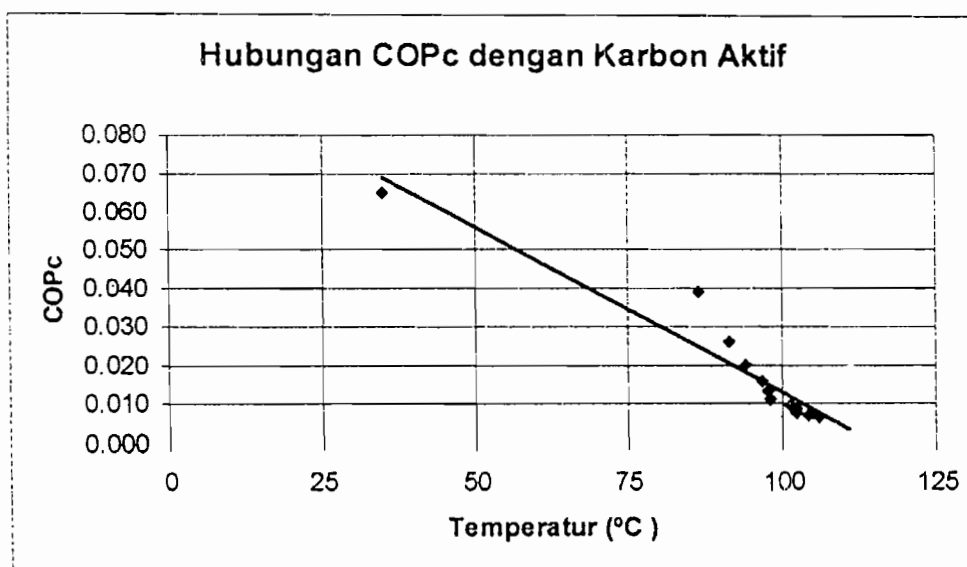
Gambar 4.61 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan massa karbon aktif 0.300 (dari Tabel 4.22)



Gambar 4.62 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan massa karbon aktif 0.250 (dari Tabel 4.23)

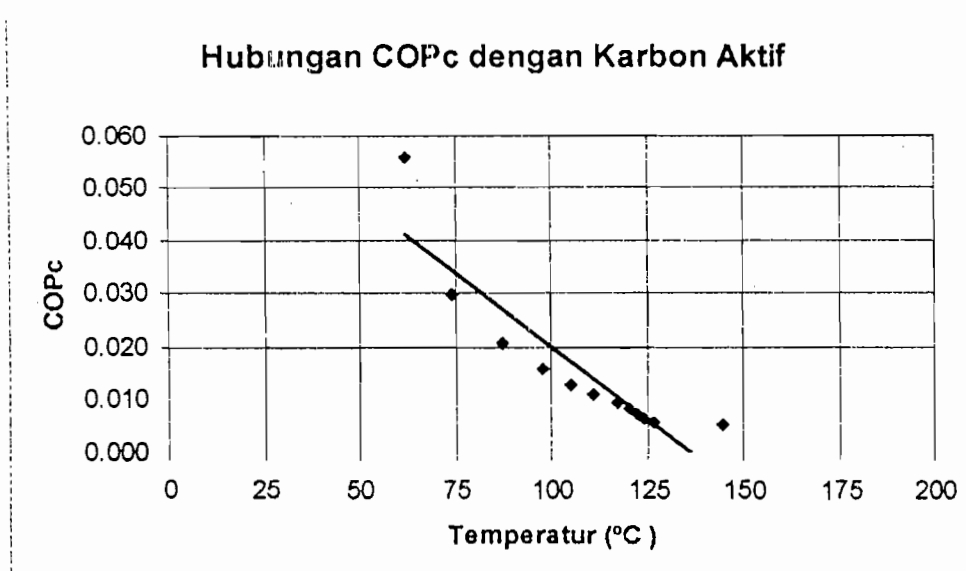


Gambar 4.63 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan massa karbon aktif 0.225 (dari Tabel 4.24)

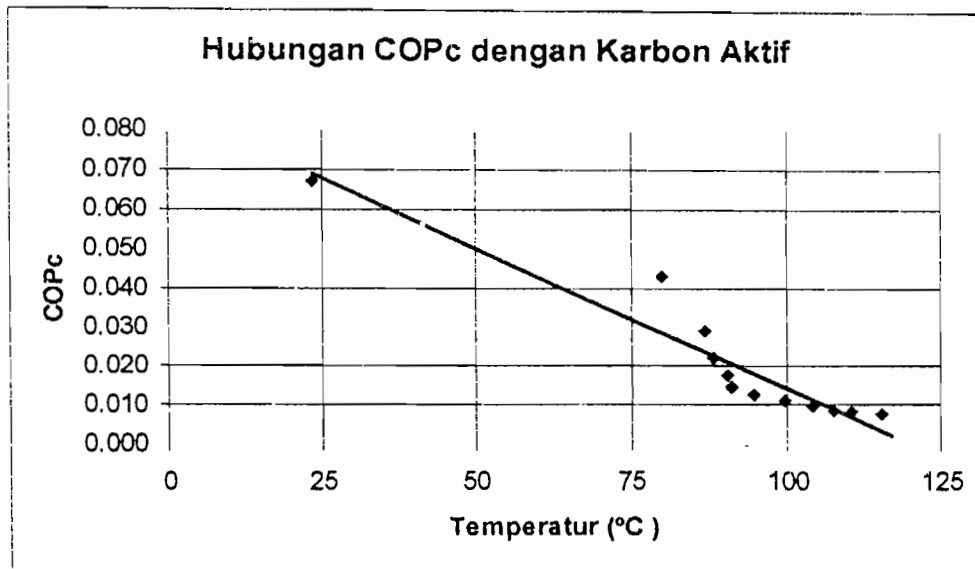


Gambar 4.64 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan massa karbon aktif 0.200 (dari Tabel 4.25)

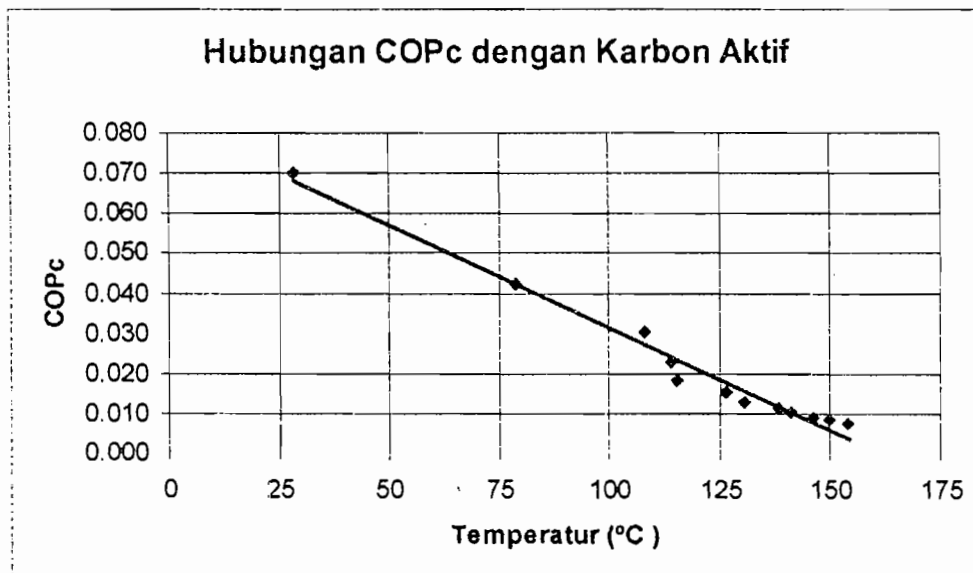
#### Variasi Volume Metanol



Gambar 4.65 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan radiasi surya dengan volume methanol 150 ml (dari Tabel 4.26)

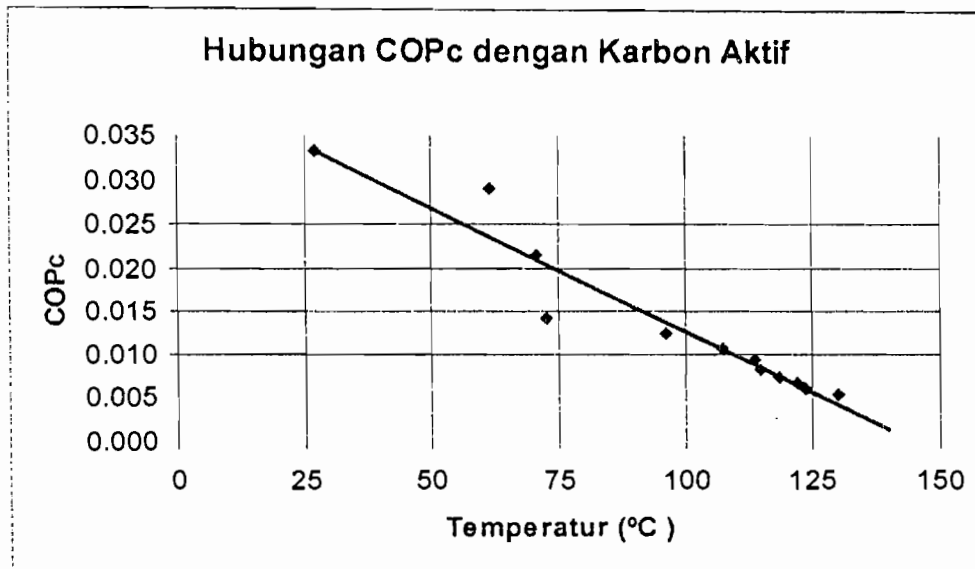


Gambar 4.66 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan radiasi surya dengan volume methanol 100 ml (dari Tabel 4.27)



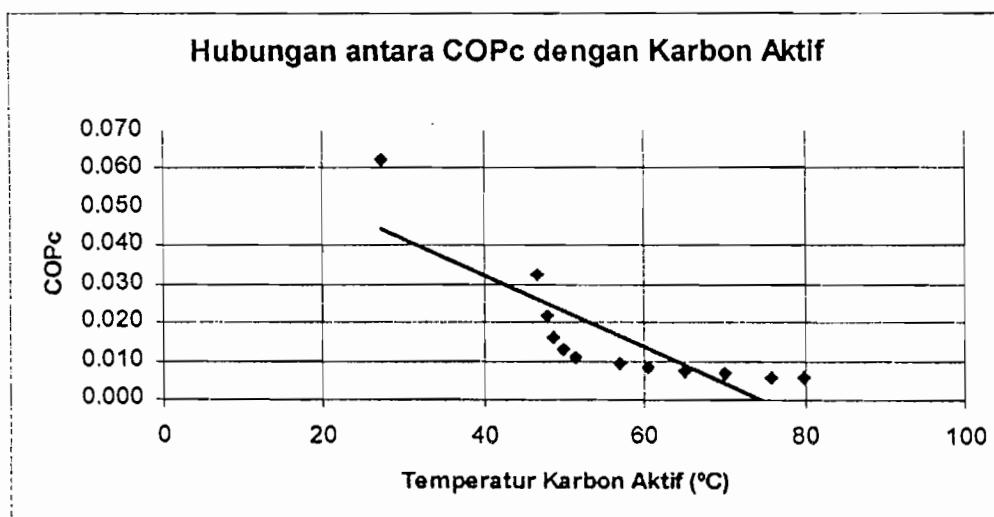
Gambar 4.67 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan radiasi surya dengan volume methanol 50 ml (dari Tabel 4.28)



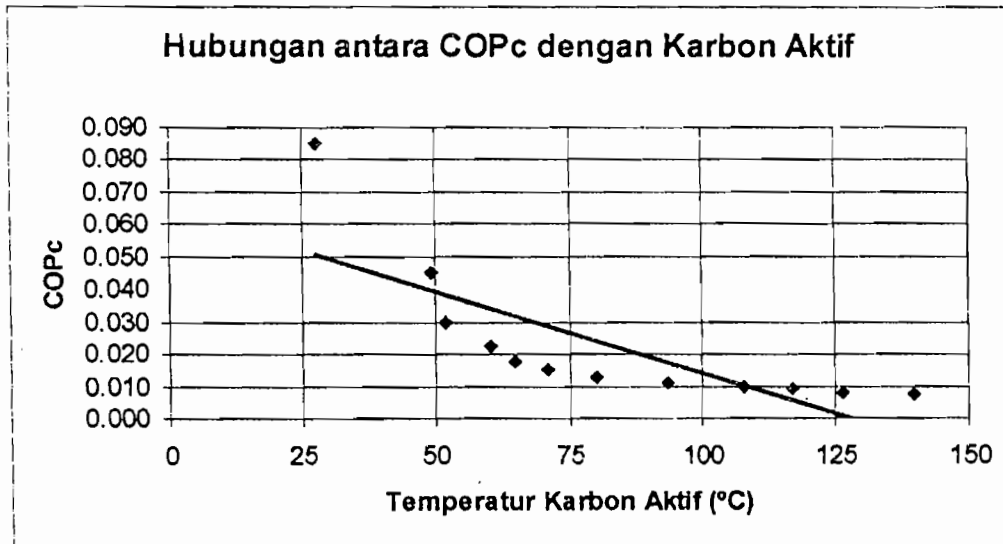


Gambar 4.68 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan radiasi surya dengan volume methanol 200 ml (dari Tabel 4.29)

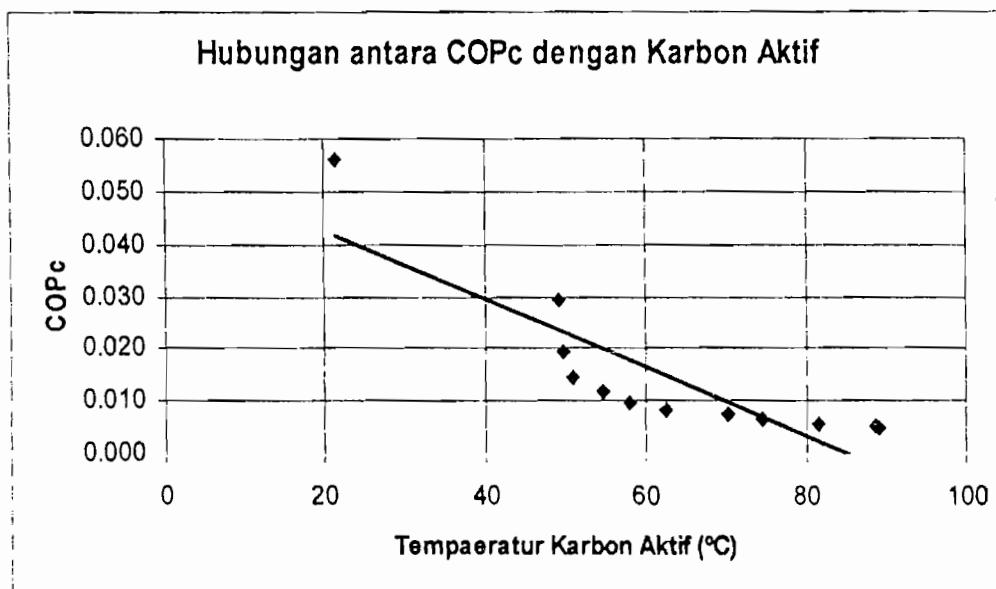
#### Variasi Campuran Methanol-Karbon Aktif



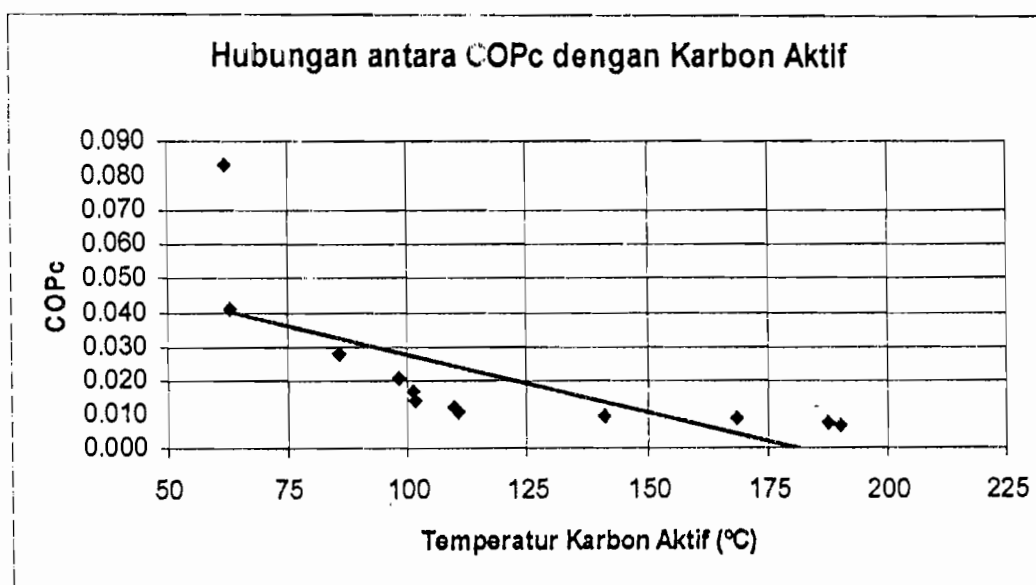
Gambar 4.69 Grafik Hubungan antara COPc dengan temperatur Karbon Aktif dengan massa karbon aktif 0.300 kg volume (dari Tabel 4.39)



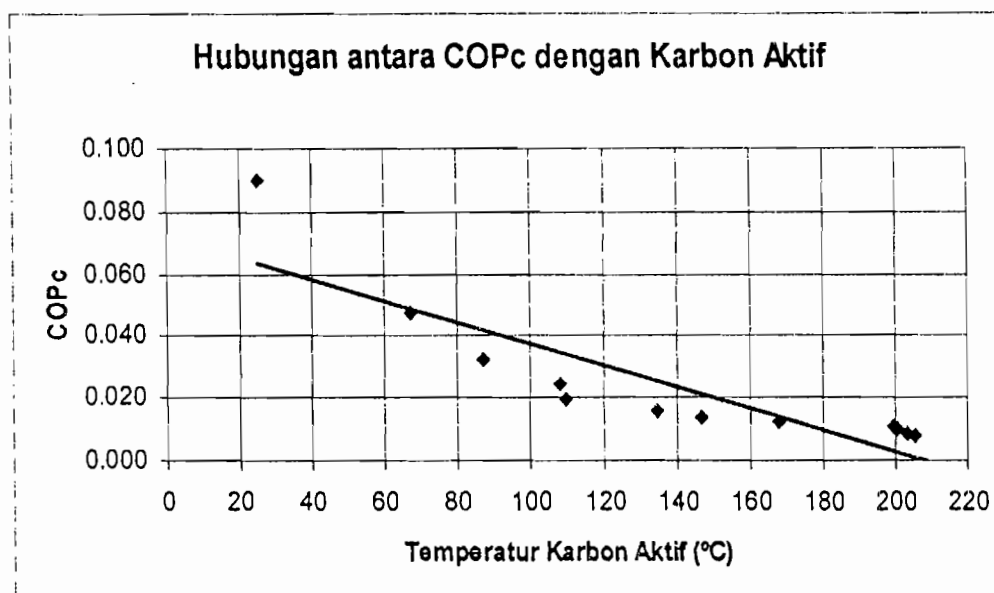
Gambar 4.70 Grafik Hubungan antara COPc dengan temperatur Karbon Aktif dengan massa karbon aktif 0.275 kg (dari Tabel 4.40)



Gambar 4.71 Grafik Hubungan antara COPc dengan temperatur Karbon Aktif dengan massa karbon aktif 0.250 kg (dari Tabel 4.41)



Gambar 4.72 Grafik Hubungan antara COP<sub>c</sub> dengan temperatur Karbon Aktif dengan massa karbon aktif 0.225 kg (dari table 4.42)

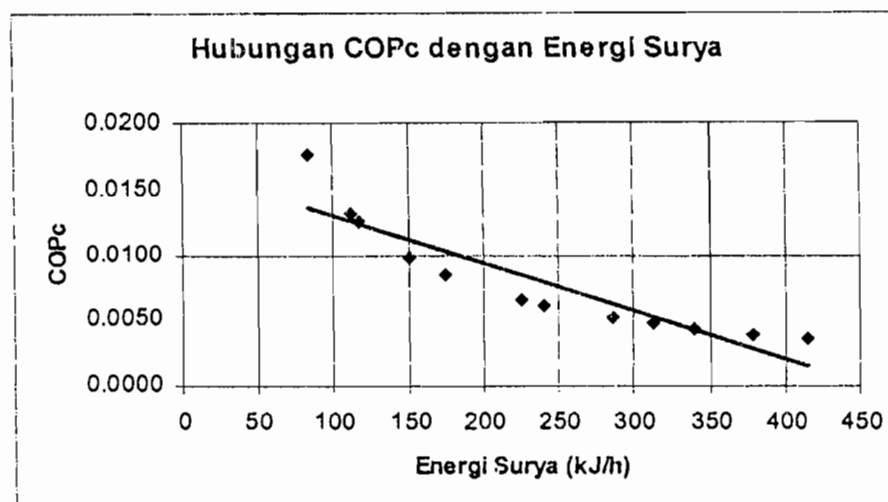


Gambar 4.73 Grafik Hubungan antara COP<sub>c</sub> dengan temperatur Karbon Aktif dengan massa karbon aktif 0.200 kg (dari table 4.43)

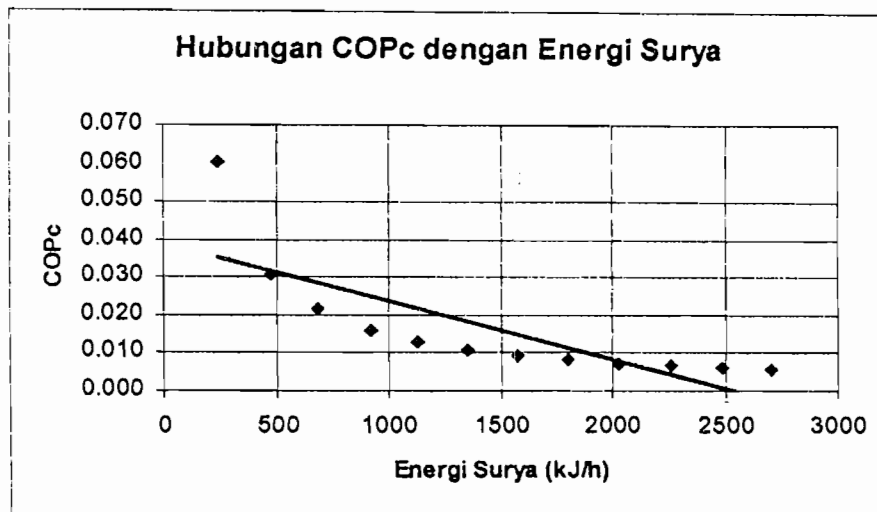
Berdasarkan Gambar 4.60 sampai dengan Gambar 4.73 dapat diketahui bahwa kecenderungan temperatur karbon aktif yang bertambah besar akan menghasilkan unjuk kerja siklus (COP<sub>c</sub>) yang kecil. Kemampuan karbon aktif dalam melepas uap methanol dari tabung refrigerant semakin berkurang dan semakin lama karbon aktif akan menjadi kering, hal inilah yang mempengaruhi nilai COP<sub>c</sub>. Dari perhitungan COP<sub>c</sub> tiap waktu dapat diketahui bahwa sifat dan kualitas bahan baku karbon aktif mekanis kurang baik sebagai adsorber karena hanya mampu menghasilkan nilai COP<sub>c</sub> tiap waktu rata-rata 0.0326.

#### c. Hubungan COP<sub>c</sub> dengan Energi Surya

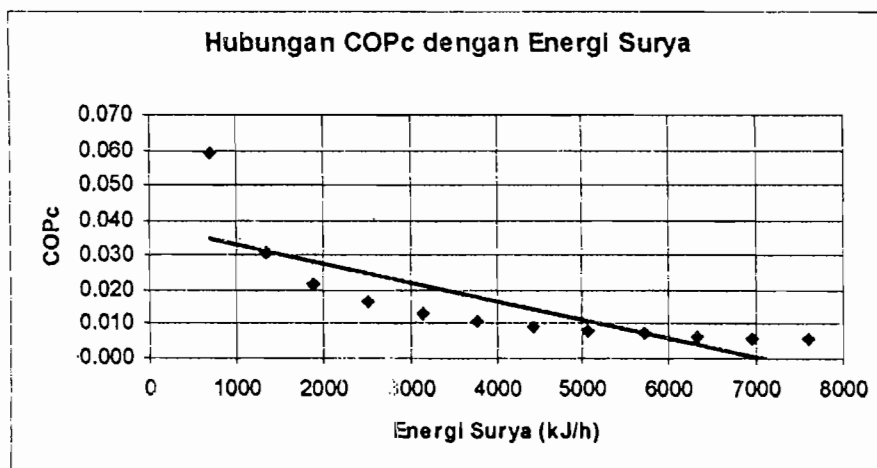
##### Variasi Massa Karbon Aktif



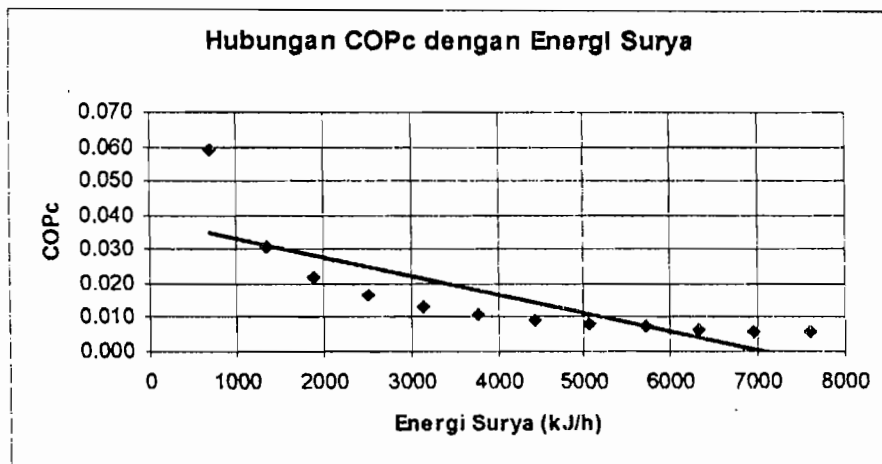
Gambar 4.74 Grafik Hubungan antara COP<sub>c</sub> tiap waktu dengan temperatur karbon aktif dengan massa karbon aktif 0.275 kg (dari Tabel 4.21)



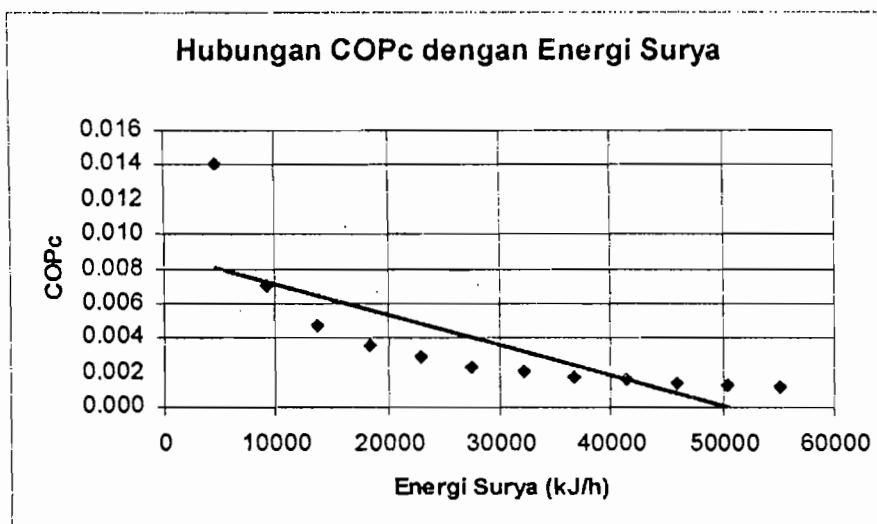
Gambar 4.75 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan massa karbon aktif 0.300 (dari Tabel 4.22)



Gambar 4.76 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan massa karbon aktif 0.250 (dari Tabel 4.23)

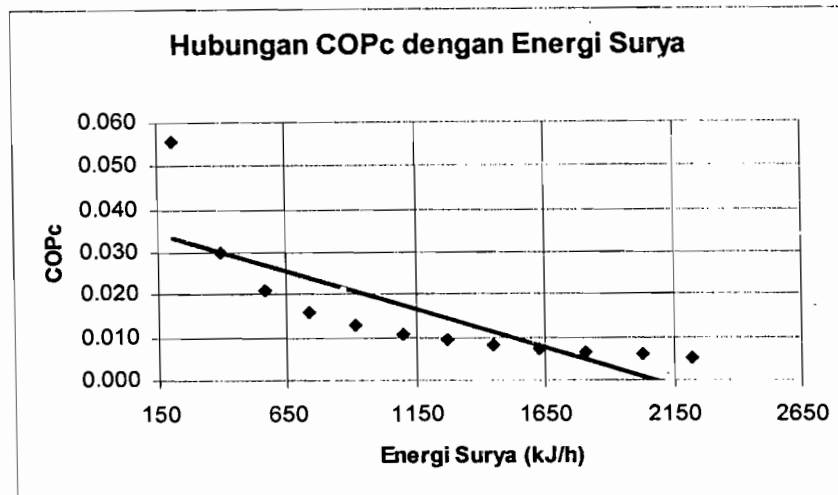


Gambar 4.77 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan massa karbon aktif 0.225 (dari Tabel 4.24)

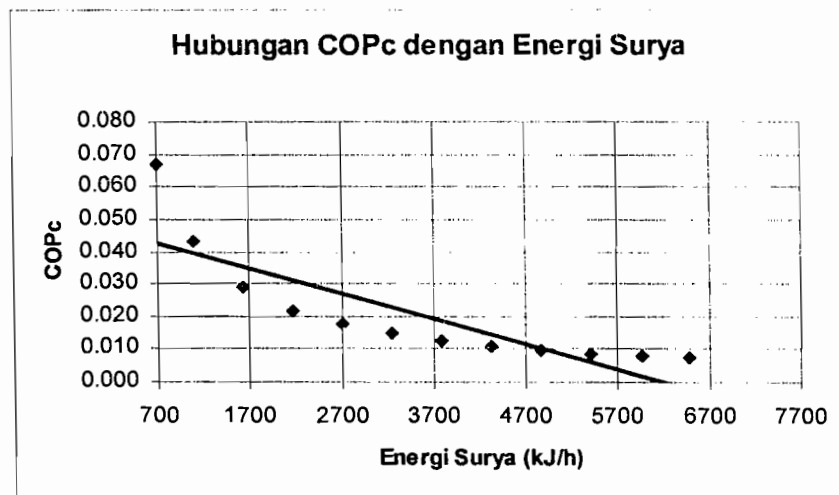


Gambar 4.78 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan massa karbon aktif 0.200 (dari Tabel 4.25)

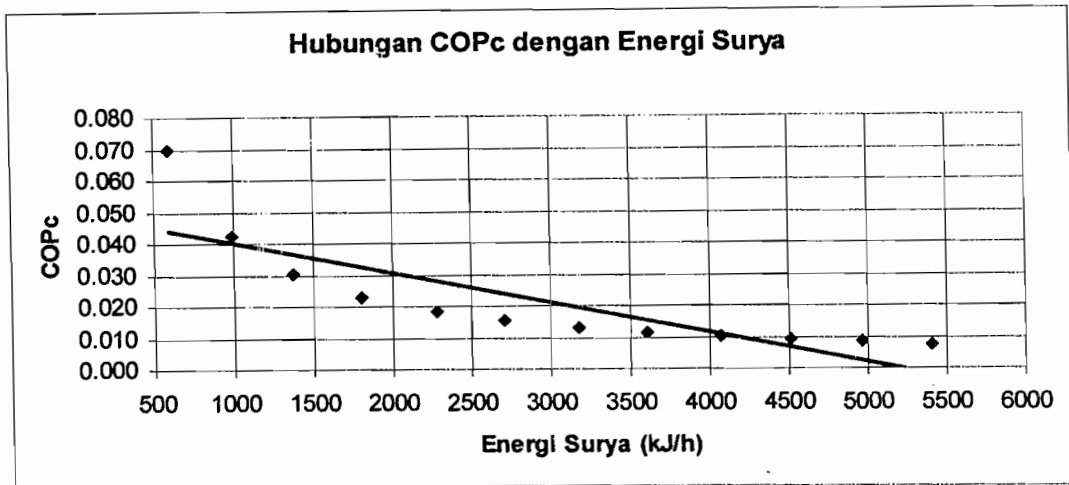
### Variasi Volume Metanol



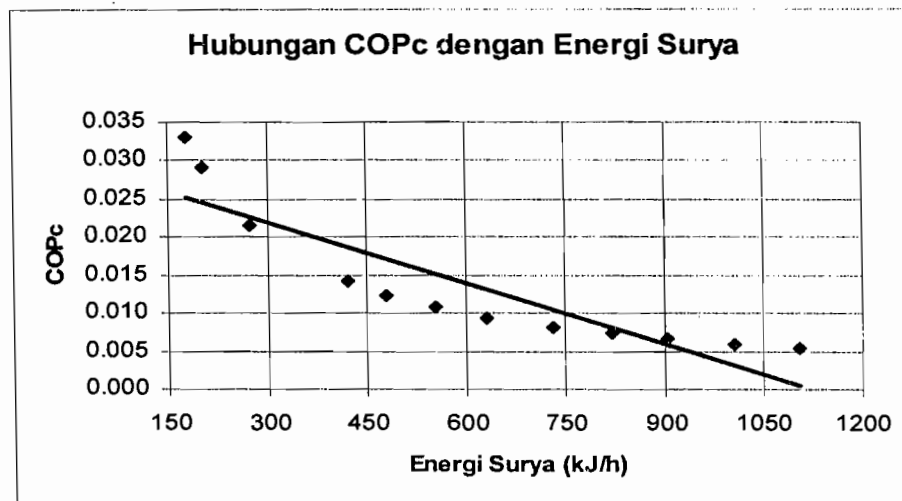
Gambar 4.79 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan volume methanol 150 ml (dari Tabel 4.26)



Gambar 4.80 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan volume methanol 100 ml (dari Tabel 4.27)



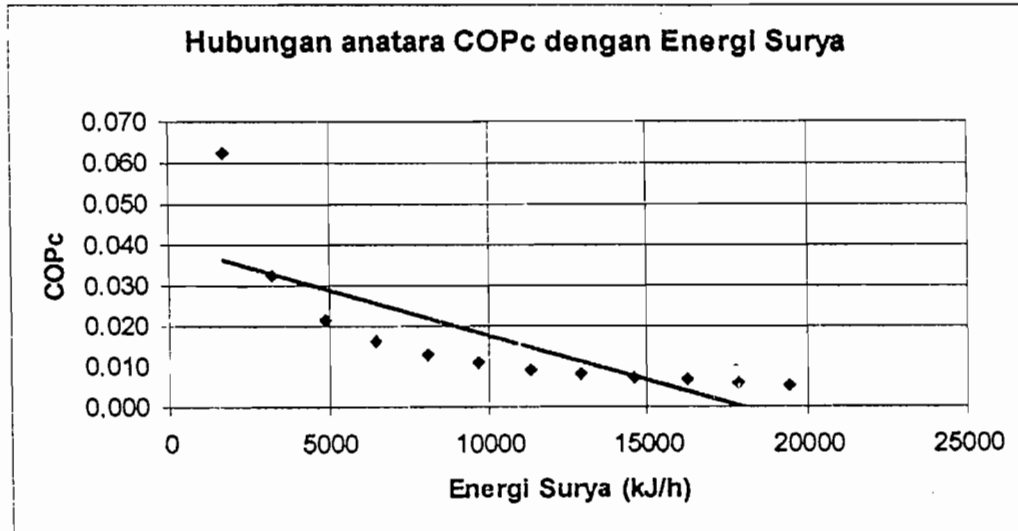
Gambar 4.81 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan volume methanol 50 ml (dari Tabel 4.28)



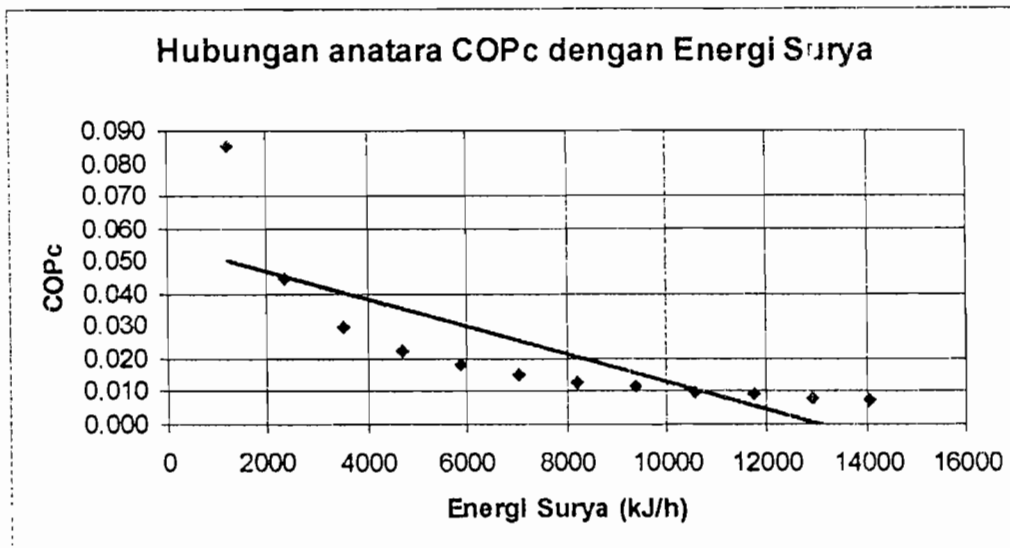
Gambar 4.82 Grafik Hubungan antara COPc tiap waktu dengan energi surya dengan volume methanol 200 ml (dari Tabel 4.29)



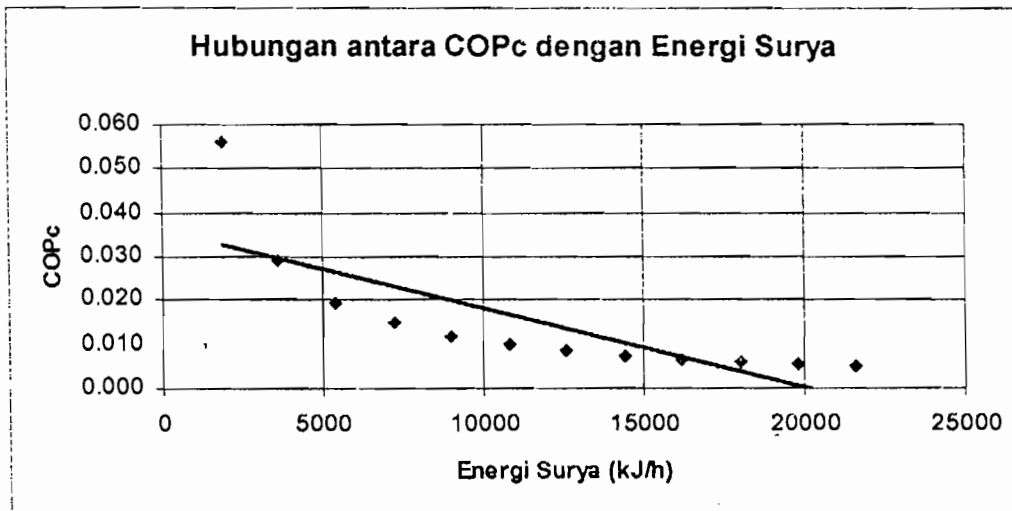
### Variasi Campuran Metanol-Karbon Aktif



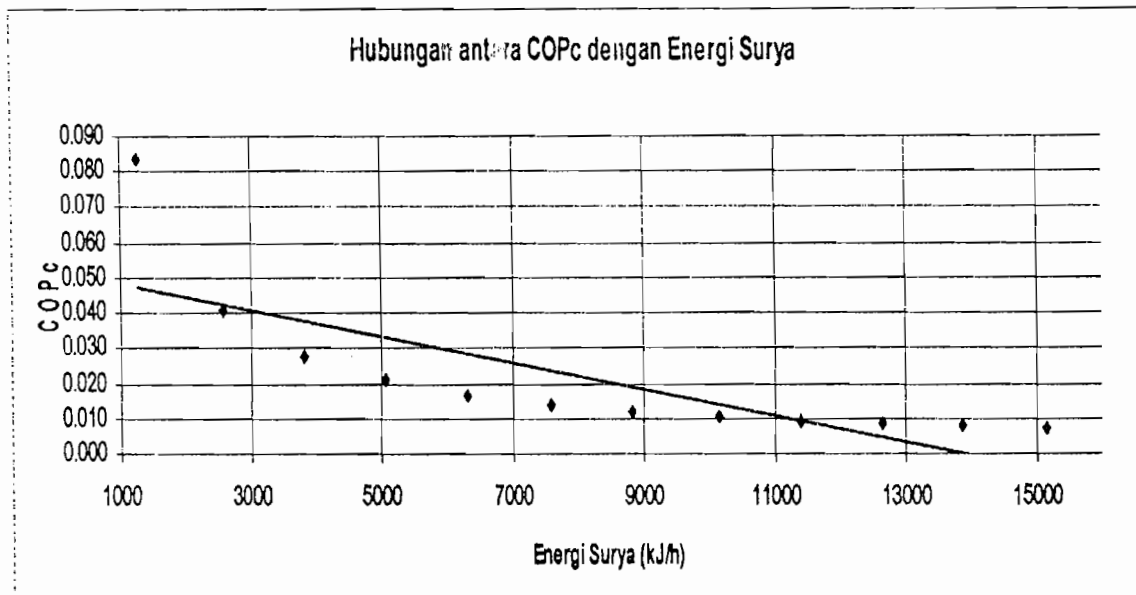
Gambar 4.83 Grafik Hubungan antara COPc dengan temperatur Karbon Aktif dengan massa karbon aktif 0.300 kg volume (dari Tabel 4.39)



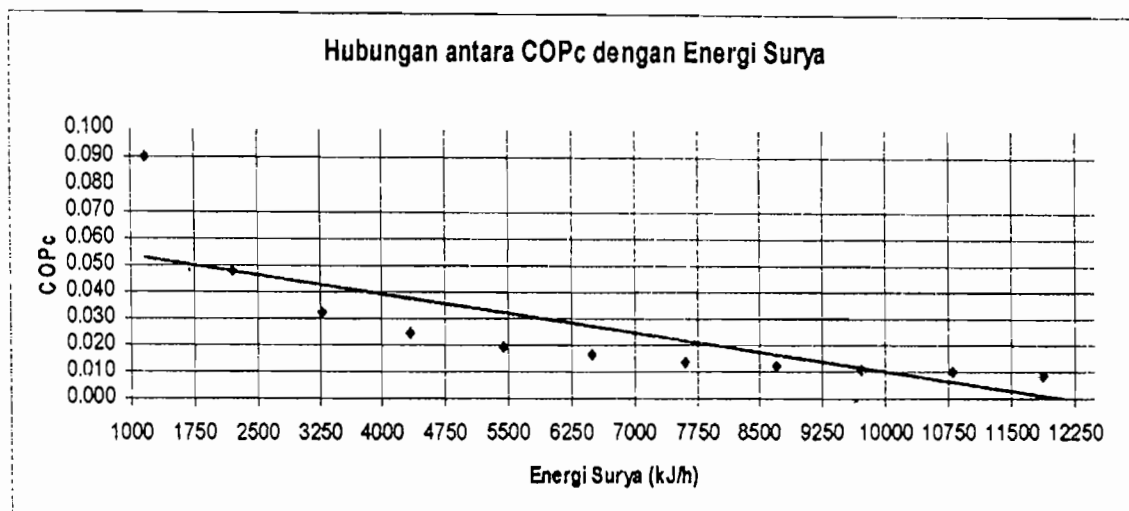
Gambar 4.84 Grafik Hubungan antara COPc dengan temperatur Karbon Aktif dengan massa karbon aktif 0.275 kg (dari Tabel 4.40)



Gambar 4.85 Grafik Hubungan antara COPc dengan temperatur Karbon Aktif dengan massa karbon aktif 0.250 kg (dari Tabel 4.41)



Gambar 4.86 Grafik Hubungan antara COPc dengan temperatur Karbon Aktif dengan massa karbon aktif 0.225 kg (dari table 4.42)



Gambar 4.87 Grafik Hubungan antara COPc dengan temperatur Karbon Aktif dengan massa karbon aktif 0.200 kg (dari table 4.43)

Dari Gambar 4.74 sampai dengan 4.87 dapat diketahui bahwa kecenderungan semakin besar energi surya yang di dapat maka semakin kecil COPc karena karbon melepas uap methanol dan semakin lama karbon aktif menjadi kering.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **V.1 Kesimpulan**

Setelah melakukan penelitian dengan peralatan sederhana, pengolahan data dan telah melakukan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- ❖ Bahan baku methanol-karbon aktif yang dijual pasar lokal khususnya Yogyakarta kalau digunakan untuk pendingin adsorpsi energi surya kurang baik karena COPc yang dihasilkan masih terlalu rendah. Penelitian yang penulis lakukan diperoleh hasil COPc yang lebih rendah yaitu antara 0.0326-0.049 sedangkan penelitian lain yang ada menghasilkan COPc antara 0.05-0.3. hal ini dimungkinkan karena keterbatasan alat, standar kualitas bahan baku aktif yang digunakan rendah. dan untuk COPs hanya dihasilkan 0.0122,

#### **V.2 Saran**

1. Sebaiknya jangan ada kebocoran pada sistem pada saat pengambilan data.
2. Sebaiknya sebelum melakukan penelitian baca dulu langkah-langkah penelitian dan variabel yang harus diukur
3. Hati-hati terhadap uap methanol karena dapat merusak kesehatan, kalau bisa gunakan masker agar tidak terhirup uap methanol
4. Dalam mengencangkan tabung karbon aktif jangan terlalu kencang karena dapat merusak karet pembatas.

## DAFTAR PUSTAKA



- Arismunandar, Wiranto, (1995), *Teknologi Rekayasa Surya*, Ja'arta, Pradnya Paramita.
- Duffie, J.A, Beckman, W.A, (1991), *Solar Engineering of Thermal Processes*, New York, Jhon Wiley.
- Grenier, Ph, (1983), *Experimental Result on 12 m<sup>3</sup> Solar Powered Cold Store Using the Intemittert Zeolite13x-Water Cycle*, Solar World Congress, Pergamon Press, pp, 353-358.
- Hinotani, K, (1983), *Development of Solar Actuated Zeolite Refrigeration System*, Solar World Congress, Vol. 1, Pergamon Press, pp, 527-531
- Krussler, S, (1999), *Experiments on Solar Adsorption Refrigeration Using Zeolit and Water*, Laboratory for Solar Energi, University of Applied Sciences Germany.
- Monuier, France, (2004), *Experimental Performance of an Advenced Solar Powered Adsorptive Ice Maker*, Proceedings of the 10<sup>th</sup> Brazil an Congress of Thermal Sciences an Engineering (Nov.29-Des.03,2004), Rio de Janeiro, Brazil.
- Pons, M, (1987), *Design of Solar Powered Solid Adsorption Ice Maker*, ASMEJ of Solar Engineering , 108,332-337.
- Pridasawas, W: Nemariam, T, (2003), *Solar Cooling*, Assigment for Ph.D Course: Solar Heating Technical University of Denmark (DTU)
- Ramos, Miguel, (2003), *Evaluation of a Zeolite-Water Solar Adsorption Refrigerator*, ISES Solar Word Congress ( June, 14-19,2003), Gotebork, Swedwn.
- Zhu, Z, (1987), *Testing of a Solar Powered Zeolite- Water Refrigerator*, M. Eng. Thesis, AIT, Bangkok.

# LAMPIRAN



**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SANATA DHARMA**

Kampus III, Paingan Maguwoharjo, Sleman -Yogyakarta  
Telp.(0274) 883037, 883968, 886530; Fax.(0274) 886529; Email :teknik@staff.usd.ac.id

**TUGAS AKHIR PROGRAM S-1**  
**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIV. SANATA DHARMA YOGYAKARTA**

No : 718 / TA / FT-USD / TM / September / 2006

Nama : Yohanes Hario Budi S  
NIM : 995214027  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik, Univ. Sanata Dharma Yogyakarta

Judul :

*Proses Adsorsi pendingin karbon aktif-metanol tenaga surya.*

Tanggal dimulai : 9 September 2005

Yogyakarta, 29 September 2006

Pembimbing II

Pembimbing I

Ir. FA. Rusdi Sambada, M.T.



**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SANATA DHARMA**  
Kampus III, Paingan Maguwoharjo, Sleman –Yogyakarta  
Telp.(0274) 883037, 883968, 886530; Fax.(0274) 886529; Email : [teknik@staff.usd.ac.id](mailto:teknik@staff.usd.ac.id)

**UJIAN PENDADARAN TUGAS AKHIR / SKRIPSI**  
**TANGGAL : 4 Oktober 2006**

NAMA Mhs. : Yohanes Hario Budi ~~ES~~

NIM : 995214027

JUDUL :

*Proses adsorpsi pendingin karbon aktif - metanol tenaga surya*

Pembimbing Utama : Ir. FA. Rusdi Sambada, M.T.

Pembimbing Kedua :

**USULAN REVISI DARI DOSEN PENGUJI**

1. 1 lembar untuk mahasiswa
2. 1 lembar untuk dosen pembimbing

- o) abstrak belum ada!
- o) Persamaan? yg belum ada sumbernya harus dilengkapi!
- o) gambar halaman 7 & 8 digantikan yg lebih baik!
- o) cek konversi satuan!

*see 5/10/06*  
*Rusdi*

