

**KINERJA SIEVE PLATE DISTILASI TERHADAP
PENGARUH BAFFLE PADA
SISTEM UDARA - AIR**

OLEH :

RETNO DEWATI

Retno Dewati

**KINERJA SIEVE PLATE DISTILASI TERHADAP
PENGARUH BAFFLE PADA SISTEM UDARA - AIR**

ISBN : 978 – 602 – 8915 – 20 - 5

Penulis : Retno Dewati

Diset dengan : MS - Word Font Times New Roman 12 pt.

Halaman Isi : 94

Ukuran Buku: 15,5 x 23 cm

Cetakan I : 2010

Unesa University Press

Dilarang mengutip dan memperbanyak tanpa izin tertulis dari Penerbit, sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun, baik cetak, fotoprint, mikrofilm dan sebagainya.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Puji Syukur kehadiran Allah SWT . atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Buku ini dengan judul : “ KINERJA SIEVE PLATE DISTILASI TERHADAP PENGARUH BAFFLE PADA SISTEM UDARA – AIR ”.

Dalam pelaksanaan penelitian ini tidak lepas dari bantuan semua pihak, sehingga penelitian dapat diselesaikan. Maka untuk ini penyusun menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak/Ibu yang telah membantu penyelesaian buku ini.

Penyusun berharap semoga buku ini dapat berguna bagi semua pihak yang memerlukan.

Surabaya, Februari 2010

Penyusun

ABSTRAK

Dalam penelitian ini telah dipelajari pengaruh Baffle terhadap derajat pencampuran liquid di dalam plate dan pressure drop pada plate. Tekanan operasi yang dipelajari dibatasi pada tekanan atmosfer.

Kolom distilasi yang digunakan mempunyai diameter 0.2 m, tinggi 1.4 m dengan jarak antar tray 0.4 m. Percobaan dilakukan dengan mengalirkan air ke dalam kolom dengan laju alir air 105 l/j, 149 l/j, 189 l/j dan mengalirkan udara masuk ke bagian bawah kolom dengan kecepatan supervisial 0 – 0.3 m/det. Setelah keadaan stabil, diukur penurunan tekanan plat kering, penurunan tekanan karena tinggi liquida jernih dan tinggi buih.

Derajat pencampuran ditentukan dengan metode stimulus respons yaitu dengan mengalirkan udara ke dalam sistim, kemudian aliran liquida diberi rangsangan berupa tracer (NaCl jenuh 20 ml) yang diinjeksikan ke dalam fluida masuk bejana. Sehingga dari percobaan akan didapat data mengenai konsentrasi dan waktu.

Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa penurunan tekanan oleh plat kering dapat menghasilkan korelasi $h_D = 8.34926 \frac{(\rho_G U_h^2)}{(2g \rho_L)}$. Besarnya penurunan tekanan residual pada kolom sieve

plate tanpa Baffle dan dengan baffle pada penelitian ini hampir konstan yaitu antara 1 – 2 mm H₂O. Hubungan antara Bilangan Peclet dan faktor F dan laju alir air dapat dinyatakan dengan persamaan empiris yaitu tanpa Baffle $Pe = 0.3837 F^{0.9254} Q^{-0.05229}$; Baffle V, $Pe = 0.00005306 F^{-2.341} Q^{-1.005}$; Baffle Tegak $Pe = 0.004989 F^{-1.775} Q^{-0.4848}$. Prosen perubahan tinggi liquida jernih terhadap kondisi tanpa baffle 86,88% untuk baffle V, 53,55% untuk baffle tegak (105 l/j); 73,5% untuk baffle V 50,64% untuk baffle tegak (149 l/j); 84,34% untuk baffle V, 65,58% untuk baffle tegak (189 l/j). Harga E_{MV} / E_{OG} untuk percobaan tanpa baffle lebih besar jika dibandingkan dengan harga E_{MV} / E_{OG} percobaan dengan baffle.

ABSTRACT

The baffle influence to the degree of liquid mixing in the plate and the pressure drop on the plate has been studied in this research. The operational pressure in this research is limited in the atmospheric pressure.

The distillation column that used in the research has a diameter of 0.2 m and a height of 1.4 m with the distance between trays is 0.4 m. The research was carried out by to flows water into the column with the flow rate of water are 105 l/h, 149 l/h, 189 l/h and to flows air into the lower of the column with superficial speed from 0 to 0.3 m/s. After steady state is required the dry plate pressure and the pressure drop because the difference between the height of clear liquid and the height of foam is measured.

The mixing degree is determined by stimulus response method, i.e flows air into the system, then give a tracer (i.e. NaCl saturated 20 CC) as a stimulator that injected into the fluid to the basin. This experiment will give the data off the concentrations and the time.

The conclusion of this research is the pressure drop by dry plate can provide the correlation $h_D = 8.34926 \frac{(\rho_G U_h^2)}{(2g \rho_L)}$. The value of

residual pressure drop at the column of sieve plate without baffle and with use a baffle in this study close to constant value, i.e. 1-2 mm H₂O. The relation among the Peclet number, the F factor and the flow rate of water can express in empirical equation are : for without baffle $Pe = 0.3837 F^{0.9254} Q^{-0.05229}$; Baffle V, $Pe = 0.00005306 F^{-2.341} Q^{-1.005}$; vertical Baffle $Pe = 0.004989 F^{-1.775} Q^{-0.4848}$. The presentation of the difference of the clear liquid's height in the condition without use a baffle are 86,88% for the V baffle, 53,55% for the vertical baffle (105 l/h); 73,5% for V baffle, 50,64% for the vertical baffle (149 l/h); 84,34 for V baffle, 65,58% for vertical baffle (189 l/h). The value of E_{MV} / E_{OG} for the experiment without use a baffle is greater than the value of E_{MV} / E_{OG} for the experiment use a baffle.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR NOTASI	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Kinerja Sieve Plate Distilasi	3
2.2. Derajat Pencampuran	5
2.3. Penurunan Tekanan	14
2.4. Kerapatan Dispersi	17
2.5. Point Efficiency (efisiensi titik)	19
2.6. Hubungan antara Efisiensi Tray dan Efisiensi Titik	20
BAB III	

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Bahan	22
3.2. Alat	22
3.3. Variabel-Variabel	27
3.4. Pelaksanaan Penelitian	27

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
.....	30

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	37
5.2. Saran	39

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
A.2. Data Kalibrasi Laju Air	43
A.3. Pengaruh Faktor F terhadap Penurunan Tekanan Plat Kering	45
A.4.1. Data Pengukuran Bilangan Dispersi dan Bilangan Peclet pada Percobaan tanpa Baffle dengan Laju Alir Air 105 l/j	47
A.4.2. Data Pengukuran Bilangan Dispersi dan Bilangan Peclet pada Percobaan tanpa Baffle dengan Laju Alir Air 149 l/j	48
A.4.3. Data Pengukuran Bilangan Dispersi dan Bilangan Peclet pada Percobaan tanpa Baffle dengan Laju Alir Air 189 l/j	49
A.4.4. Data Pengukuran Bilangan Dispersi dan Bilangan Peclet pada Percobaan tanpa Baffle V dengan Laju Alir Air 105 l/j	50
A.4.5. Data Pengukuran Bilangan Dispersi dan Bilangan Peclet pada Percobaan tanpa Baffle V dengan Laju Alir Air 149 l/j	51
A.4.6. Data Pengukuran Bilangan Dispersi dan Bilangan Peclet pada Percobaan tanpa Baffle V dengan Laju Alir Air 189 l/j	52
A.4.7. Data Pengukuran Bilangan Dispersi dan Bilangan Peclet pada Percobaan tanpa Baffle Tegak dengan Laju Alir Air 105 l/j	53

A.4.8.	Data Pengukuran Bilangan Dispersi dan Bilangan Peclet pada Percobaan tanpa Baffle Tegak dengan Laju Alir Air 149 l/j	54
A.4.9.	Data Pengukuran Bilangan Dispersi dan Bilangan Peclet pada Percobaan tanpa Baffle Tegak dengan Laju Alir Air 189 l/j	55
A.5.1.	Data Pengukuran Penurunan Tekanan pada Percobaan tanpa Baffle dengan Laju Alir Air 105 l/j ...	56
A.5.2.	Data Pengukuran Penurunan Tekanan pada Percobaan tanpa Baffle dengan Laju Alir Air 149 l/j ...	56
A.5.3.	Data Pengukuran Penurunan Tekanan pada Percobaan tanpa Baffle dengan Laju Alir Air 189 l/j ...	57
A.5.4.	Data Pengukuran Penurunan Tekanan pada Percobaan dengan Baffle, Laju Alir Air 105 l/j	57
A.5.5.	Data Pengukuran Penurunan Tekanan pada Percobaan dengan Baffle, Laju Alir Air 149 l/j	58
A.5.6.	Data Pengukuran Penurunan Tekanan pada Percobaan dengan Baffle, Laju Alir Air 189 l/j	58
A.5.7.	Data Pengukuran Penurunan Tekanan pada Percobaan dengan Baffle tegak, Laju Alir Air 105 l/j ..	59
A.5.8.	Data Pengukuran Penurunan Tekanan pada Percobaan dengan Baffle tegak, Laju Alir Air 149 l/j ..	59
A.5.9.	Data Pengukuran Penurunan Tekanan pada Percobaan dengan Baffle tegak, Laju Alir Air 189 l/j ..	60
B.2.1.	Perhitungan Regresi Linier	59

B.2.2.	Hubungan antara Kecepatan Lubang dengan Penurunan Tekanan Plat Kering	61
B.3.1.	Pengaruh Faktor F terhadap Bilangan Dispersi/Bilangan Peclet pada Percobaan Tanpa Baffle dengan Laju Alir Air 105 l/j	62
B.3.2.	Pengaruh Faktor F terhadap Bilangan Dispersi/Bilangan Peclet pada Percobaan Tanpa Baffle dengan Laju Alir Air 149 l/j	62
B.3.3.	Pengaruh Faktor F terhadap Bilangan Dispersi/Bilangan Peclet pada Percobaan Tanpa Baffle dengan Laju Alir Air 189 l/j	63
B.3.4.	Pengaruh Faktor F terhadap Bilangan Dispersi/Bilangan Peclet pada Percobaan dengan Baffle, Laju Alir Air 105 l/j	63
B.3.5.	Pengaruh Faktor F terhadap Bilangan Dispersi/Bilangan Peclet pada Percobaan dengan Baffle, Laju Alir Air 149 l/j	64
B.3.6.	Pengaruh Faktor F terhadap Bilangan Dispersi/Bilangan Peclet pada Percobaan dengan Baffle, Laju Alir Air 189 l/j	64
B.3.7.	Pengaruh Faktor F terhadap Bilangan Dispersi/Bilangan Peclet pada Percobaan dengan Baffle tegak , Laju Alir Air 105 l/j	65
B.3.8.	Pengaruh Faktor F terhadap Bilangan Dispersi/Bilangan Peclet pada Percobaan dengan Baffle tegak, Laju Alir Air 149 l/j	65

B.3.9.	Pengaruh Faktor F terhadap Bilangan Dispersi/Bilangan Peclet pada Percobaan dengan Baffle tegak, Laju Alir Air 189 l/j	66
B.4.1.	Harga E_{MV}/E_{OG} pada Percobaan tanpa Baffle, Laju Alir Air 105 l/j	67
B.4.2.	Harga E_{MV}/E_{OG} pada Percobaan tanpa Baffle, Laju Alir Air 149 l/j	67
B.4.3.	Harga E_{MV}/E_{OG} pada Percobaan tanpa Baffle, Laju Alir Air 189 l/j	68
B.4.4.	Harga E_{MV}/E_{OG} pada Percobaan dengan Baffle, Laju Alir Air 105 l/j	68
B.4.5.	Harga E_{MV}/E_{OG} pada Percobaan dengan Baffle, Laju Alir Air 149 l/j	69
B.4.6.	Harga E_{MV}/E_{OG} pada Percobaan dengan Baffle, Laju Alir Air 189 l/j	69
B.4.7.	Harga E_{MV}/E_{OG} pada Percobaan dengan Baffle tegak, Laju Alir Air 105 l/j	70
B.4.8.	Harga E_{MV}/E_{OG} pada Percobaan dengan Baffle tegak, Laju Alir Air 149 l/j	70
B.4.9.	Harga E_{MV}/E_{OG} pada Percobaan dengan Baffle tegak, Laju Alir Air 189 l/j	71
B.5.1.	Prosen Perubahan Nilai Tinggi Liquida Jernih terhadap Kondisi tanpa Baffle (untuk Data Laju Alir Air 105 l/j)	71

B.5.2. Prosen Perubahan Nilai Tinggi Liquida Jernih terhadap
Kondisi tanpa Baffle (untuk Data Laju Alir Air 149 l/j)
..... 72

B.5.3. Prosen Perubahan Nilai Tinggi Liquida Jernih terhadap
Kondisi tanpa Baffle (untuk Data Laju Alir Air 189 l/j)
..... 72

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Susunan Pealatan Distilasi Sieve Tray	24
2. Bentuk Baffle V	25
3. Bentuk Baffle Tegak	26
4. Hubungan antara Faktor F dengan Bilangan Peclet pada Laju Alir Air 105 l/j	34
5. Hubungan antara Faktor F dengan Bilangan Peclet pada Laju Alir Air 149 l/j	35
6. Hubungan antara Faktor F dengan Bilangan Peclet pada Laju Alir Air 189 l/j	36
7. Hubungan Laju Alir Air dengan Penurunan Tekanan 44	
8. Pengaruh Faktor F terhadap Penurunan Tekanan Plat Kering	46

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A Data Penelitian

LAMPIRAN B Perhitungan Data Hasil Penelitian

LAMPIRAN C Program Perhitungan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sieve plate seringkali lebih disukai dibanding bubble cap plate pada kolom-kolom yang dirancang secara komersial. Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi sieve plate adalah melengkapi sieve plate tersebut dengan baffle. Dengan adanya baffle, kontak antara uap dan cairan dapat dikendalikan sehingga efisiensi bisa ditingkatkan dan juga dengan adanya baffle, intensitas pencampuran cairan di dalam sieve tray dapat ditingkatkan sehingga permasalahan yang berhubungan dengan adanya solid dalam cairan dapat diatasi.

Penelitian mengenai pengaruh baffle terhadap kinerja sieve tray distilasi perlu dilaksanakan. Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan untuk acuan dalam merancang suatu kolom sieve tray distilasi dan dapat digunakan untuk sistem-sistem yang mengandung solid.

1.2. Perumusan Masalah

Sieve tray makin sering digunakan dalam kolom distilasi. Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi adalah melengkapi baffle pada sieve tray. Diharapkan dengan adanya baffle ini efisiensi plate lebih meningkatkan dan dapat digunakan untuk campuran yang mengandung solid. Adanya baffle kemungkinan berpengaruh terhadap hydraulic plate.

Dalam penelitian ini akan dipelajari pengaruh baffle terhadap derajat pencampuran liquid di dalam plate dan pressure drop pada plate. Tekanan operasi yang dipelajari disini dibatasi pada tekanan atmosfer.

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1. Tujuan Penelitian

Mempelajari secara eksperimen pengaruh baffle terhadap karakteristik daripada tray kolom distilasi.

1.3.2. Manfaat Penelitian

Sebagai acuan untuk merancang kolom sieve plate distilasi yang diberi baffle.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kinerja Sieve Plate Distilasi

Distilasi adalah suatu proses yang bertujuan memisahkan suatu campuran liquida yang “miscible” dan “volatile” menjadi komponennya masing-masing atau sekelompok tertentu.

Sieve plate atau disebut perforated plate merupakan “equilibrium contact plate” yang tidak mahal, dimana sejak awal tahun 1950, banyak diadakan penelitian dan percobaan, karena konstruksinya murah, sederhana dan efisien.

Sieve plate pada waktu akhir-akhir ini makin banyak disukai untuk kolom-kolom distilasi yang dirancang komersial. Hal ini ditunjukkan dengan makin banyaknya Peneliti yang mempelajari karakteristik sieve plate ini.

P.D. Jones & Mathew Van Winkle (1957) mempelajari pengaruh teal plate dan sifat-sifat sistem seperti kecepatan gas dan komposisi sistem terhadap efisiensi dan pressure drop. Efisiensi plate untuk sistem binair biasanya diperkirakan berdasarkan anggapan bahwa efisiensi tiap komponen sama.

Gary C. Young & James H. Weber (1972) mengembangkan metoda untuk menghitung efisiensi Murphree dalam sistem multikomponen.

M.J. Ashley dan G.G. Haselden (1973) menyarankan baffle bentuk V untuk mengendalikan kontak antara uap dan liquid pada sieve plate yang selanjutnya dapat meningkatkan efisiensinya.

D.W. Weiler & R.D. Kirk Patrick, M.J. Lockett (1981) melaporkan bahwa pencampuran dalam down comer sangat berpengaruh terhadap tray efisiensi. Selama ini pengukuran tray efisiensi didasarkan pada anggapan bahwa terjadi pencampuran sempurna dalam down comer. Sehingga bila dalam kenyataan tidak terjadi pencampuran sempurna dalam down comer, pengukuran tray efisiensi menjadi over estimated. Efisiensi bukan satu-satunya tolok ukur dalam menyatakan kinerja sieve tray distilasi.

M.A. Haq (1982) mempelajari pengaruh viskositas, tegangan permukaan dan densitas pada liquid hold up dan total pressure drop. Liquid hold up merupakan tolok ukur yang penting karena pengaruhnya pada hydraulic dan perpindahan massa, namun merugikan dari segi hydraulic karena mengakibatkan pressure drop yang tinggi dan dapat menyebabkan weeping dan dumping.

Intensitas pencampuran liquid pada plate juga merupakan salah satu tolok ukur kinerja sieve tray yang penting. Intensitas pencampuran yang tinggi sangat baik terutama untuk sistem yang mengandung solid, selain itu intensitas pencampuran liquid plate berpengaruh terhadap tray efisiensi.

Nonot Soewarno (1982) mempelajari pencampuran pada sieve tray yang dipasang miring.

2.2. Derajat Pencampuran

Untuk menentukan derajat pencampuran fluida di dalam suatu alat digunakan teknik rangsangan-jawaban. Dalam hal ini, sistem dirangsang dan kemudian dilihat bagaimana jawaban (responsi) sistem terhadap rangsangan ini. Dengan analisa responsi ini informasi yang dibutuhkan mengenai sistem ini dapat diperoleh.

Rangsangan adalah merupakan tracer yang diinjeksikan ke dalam fluida masuk bejana, sedang jawaban (respon) adalah pencatatan menurut waktu daripada tracer yang meninggalkan bejana.

Setiap bahan yang dapat dideteksi dan tidak mengganggu karakter aliran di dalam bejana dapat digunakan sebagai tracer, dan berbagai type sinyal input dapat digunakan, yaitu sinyal acak, sinyal berkala, sinyal tahanan atau sinyal pulsa.

Model yang digunakan untuk menyatakan pola alir (karakteristik pencampuran) dalam suatu alat, yaitu antara lain model satu parameter yang dapat menggambarkan packed bed, bejana-bejana bentuk tabung dan tangki berpengaduk. Ada dua model satu yang digunakan yaitu : *model dispersi* dan *model tangki terpasang seri*.

A. Model Dispersi (model aliran piston terdispersi)

Adalah keadaan di mana aliran piston (plug flow) dari suatu fluida ada pencampuran kembali (back mixing) yang besarnya tidak tergantung pada posisi di dalam bejana.

Proses pencampuran meliputi penyebaran kembali dari materi secara eddy dan penyebaran ini terulang banyak sekali selama aliran fluida melalui bejana, maka proses ini dapat dipandang bersifat stochastic; menyerupai proses difusi molekular.

Untuk difusi molekuler dalam arah x, menurut huku Fick berlaku :

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \mathcal{D} \frac{\partial^2 C}{\partial X^2} \dots\dots\dots (2-1)$$

Dimana :

\mathcal{D} = Koefisien difusi molekuler

Secara analog, bisa dipandang fenomena pencampuran kembali fluida dalam arah x dinyatakan dengan bentuk persamaan yang serupa.

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial X^2} \dots\dots\dots (2-2)$$

Dimana :

D = Koefisien dispersi aksial yang menerangkan derajat pencampuran balik selama aliran.

Dalam bentuk tak berdimensi dimana :

$$Z = \frac{(Ut + X)}{L} \text{ dan } \dots\dots\dots (2-3)$$

$$\theta = \frac{t}{t} = t \frac{U}{L}$$

Persamaan diferensial yang menggambarkan model dispersi adalah :

$$\frac{\partial C}{\partial \theta} = \left(\frac{D}{UL} \right) \frac{\partial^2 C}{\partial Z^2} - \frac{\partial C}{\partial Z} \dots\dots\dots (2-4)$$

Dimana :

$\left(\frac{D}{UL} \right)$ = Disebut bilangan dispersi bejana yang merupakan ukuran dan besarnya dispersi aksial.

$\frac{D}{UL} \rightarrow 0$ dispersi diabaikan, jadi plug flow

$\frac{D}{UL} \rightarrow \infty$ dispersi besar, jadi mixed flow

Model dispersi adalah cocok untuk aliran yang tidak terlalu menyimpang dari plug flow.

1. Model Dispersi untuk dispersi kecil

Bila diberikan suatu pulsa ideal pada fluida yang mengalir, maka dispersi akan merubah pulsa ini. Untuk dispersi kecil, penyebaran kurva pelacak tak banyak berubah bentuknya dalam aliran.

Dengan keadaan awal tak ada tracer, tiba-tiba diinjeksikan suatu input tracer berbentuk pulsa ideal pada aliran masuk bejana. Jawaban (respons) yang sudah dinormalkan dari rangsangan ini disebut kurva C. Normalisasi dilakukan dengan membagi C dengan Q, yaitu luas dibawah kurva konsentrasi – waktu.

$$C_{\theta} = \frac{1}{2\sqrt{\pi\left(\frac{D}{UL}\right)}} \exp\left[\frac{-(1-\theta)^2}{4\left(\frac{D}{UL}\right)}\right] \dots\dots\dots (2-5)$$

Yang menyajikan sekelompok kurva-kurva normal dengan harga rata-rata dan bervariasi :

$$\bar{\theta}_c = \frac{\bar{t}_c}{t} = 1 \dots\dots\dots (2-6)$$

$$\sigma_{\theta}^2 = \frac{\sigma^2}{\bar{t}^2} = 2 \left(\frac{D}{UL} \right) \text{ atau } \dots\dots\dots (2-7)$$

$$\sigma^2 = 2 \left(\frac{DL}{U^3} \right) \dots\dots\dots (2-8)$$

2. Model Dispersi untuk dispersi besar

Bila bentuk tracer berubah banyak melewati bejana, maka bentuk kurva yang terukur akan tidak simetris.

Dalam keadaan ini, kondisi pada titik masuk dan keluar (yang disebut kondisi batas) akan mempengaruhi bentuk kurva C yang diperoleh. Ada dua type kondisi batas yaitu :

- a. Bejana tertutup
- b. Bejana terbuka

a) Bejana Tertutup

Kurva C untuk bejana tertutup telah dihitung dengan metoda numerik.

Harga rata-rata dan variansi dibutuhkan untuk menentukan karakteristik suatu sebaran dengan beberapa harga numerik.

Besaran numerik yang pertama adalah *harga rata-rata* yang menunjukkan pusat dari sebaran :

Harga rata-rata diberikan sebagai berikut :

$$\bar{t} = \frac{\int_0^{\infty} t C dt}{\int_0^{\infty} C dt} \dots\dots\dots (2-9)$$

Bila kurva penyebaran hanya diketahui pada sejumlah waktu yang diskrit t_i , maka :

$$\bar{t} \cong \frac{\sum t_i C_i \Delta t_i}{\sum C_i \Delta t_i} \dots\dots\dots (2-10)$$

Besaran numerik yang kedua adalah variansi σ^2 yang menunjukkan ketervariansinya suatu sebaran.

Variansi σ^2 didefinisikan sebagai berikut :

$$\sigma^2 = \frac{\int_0^{\infty} (t - \bar{t})^2 C dt}{\int_0^{\infty} C dt} = \frac{\int_0^{\infty} t^2 C dt}{\int_0^{\infty} C dt} - \bar{t}^2 \dots\dots (2-11)$$

Dan dalam bentuk diskrit :

$$\sigma^2 \cong \frac{\sum (t_i - \bar{t})^2 C_i \Delta t_i}{\sum C_i \Delta t_i} \dots\dots\dots (2-12)$$

$$\sigma^2 = \cong \frac{\sum t_i^2 C_i \Delta t_i}{\sum C_i \Delta t_i} - \bar{t}^2 \dots\dots\dots (2-14)$$

$$\sigma_\theta^2 = \frac{\sigma^2}{\bar{t}^2} = 2 \frac{D}{UL} - 2 \left(\frac{D}{UL} \right)^2 (1 - e^{-UL/D}) \dots\dots (2-15)$$

b) Bejana terbuka

Untuk keadaan ini kurva C bisa ditentukan secara analisis. Dengan metoda pengukuran kurva C “through – the wall” diperoleh :

$$C_\theta = \frac{1}{2 \sqrt{\pi \theta \left(\frac{D}{UL} \right)}} \exp \left[- \frac{(1 - \theta)^2}{4 \theta \left(\frac{D}{UL} \right)} \right] \dots\dots\dots (2-16)$$

Dengan harga rata-rata dan variansi :

$$\bar{\theta}_c = \frac{\bar{t}_c}{\bar{t}} = 1 + 2 \frac{D}{UL} \dots\dots\dots (2-17)$$

$$\sigma_{\theta}^2 = \frac{\sigma^2}{\bar{t}^2} = 2 \frac{D}{UL} + 8 \left(\frac{D}{UL} \right)^2 \dots\dots\dots (2-18)$$

Untuk kondisi batas ini dan dengan tracer input berupa satu injeksi dengan bentuk sebarang dapat ditulis :

$$\Delta\sigma_{\theta}^2 = \frac{\Delta\sigma^2}{\bar{t}^2} = \frac{\sigma_{out}^2 - \sigma_{in}^2}{\bar{t}^2} = 2 \frac{D}{UL} \dots\dots (2-19)$$

B. Model Tangki Seri

Dalam hal ini alat diekivalenkan sebagai tangki-tangki teraduk berukuran sama yang dipasang seri dan parameter dari model ini adalah jumlah tangki-tangki ini. Dapat ditunjukkan dengan neraca bahan atau dengan menggunakan konvolusi integral atau dengan menggunakan transformasi Laplace, bahwa untuk N tangki seri berlaku :

$$\bar{t}_i E = \left(\frac{t}{\bar{t}_i} \right)^{N-1} \frac{1}{(N-1)!} e^{-t/\bar{t}_i} \dots\dots\dots (2-20)$$

$$E_{\theta i} = \bar{t}_i E = \frac{\theta_i^{N-1}}{(N-1)!} e^{-\theta_i} \dots\dots\dots (2-21)$$

$$E_{\theta} = (N\bar{t}_i)E = \frac{N(N\theta)}{(N-1)} e^{-N\theta} \dots\dots\dots (2-22)$$

Dimana :

\bar{t}_i = waktu tinggal rata-rata dalam satu tangki

\bar{t} = $N \bar{t}_i$ = waktu tinggal rata-rata dalam sistim N tangki

$$\theta_i = \frac{t}{\bar{t}_i} = N \frac{t}{\bar{t}}$$

$$\theta = \frac{t}{\bar{t}} = \frac{t}{N \bar{t}_i}$$

Harga rata-rata dan variansinya :

$$\bar{t} = N \bar{t}_i; \sigma^2 = N \bar{t}_i^2 = \frac{\bar{t}^2}{N} \dots\dots\dots (2-23)$$

$$\bar{\theta}_i = N; \sigma_{\theta_i}^2 = N \dots\dots\dots (2-24)$$

$$\bar{t}\theta = 1; \sigma_{\theta}^2 = \frac{1}{N} \dots\dots\dots (2-25)$$

(Octave Levenspiel, 1972)

2.3. Penurunan Tekanan

Penurunan tekanan tiap plat dikorelasikan sebagai jumlah tahanan gas/uap yang mengalir naik ke atas kolom. Penurunan tekanan pada distilasi plat berlubang terdiri dari :

- a. Tahanan terhadap gas yang mengalir melalui lubang-lubang pada plat.
- b. Tahanan yang dikenakan terhadap gas oleh massa liquida di atas plat.

Secara matematis penurunan tekanan plat dapat dinyatakan sebagai tinggi tekan liquida jernih (clear liquid head) sebagai berikut :

$$h_T = h_D + h_{\text{buih}} \dots\dots\dots (2-26)$$

Penurunan tahanan melalui buih terbentuk dari 2 (dua) bagian:

- a) Tahanan terhadap aliran gas yang harus melalui liquida di atas plat
- b) Tahanan yang dibutuhkan untuk menciptakan gelembung di setiap lubang dan pengaruh gas/liquida lainnya.

Dengan menggunakan definisi, istilah h_{buih} dapat dituliskan sebagai berikut :

$$h_{\text{buih}} = h_{\text{cl}} + h_r \dots\dots\dots (2-27)$$

Sehingga persamaan (2-26) dapat dituliskan :

$$h_T = h_D + h_{\text{cl}} + h_r \dots\dots\dots (2-28)$$

Jadi penurunan tekanan pada distilasi plat berlubang terdiri dari :

- a. Penurunan tekanan plat kering (h_D)
- b. Penurunan tekanan karena tinggi liquida jernih pada plat (h_{cl})
- c. Penurunan tekanan residual (h_r)

A. Penurunan Tekanan Plat Kering

Penurunan tekanan plat kering adalah penurunan tekanan pada gas yang melewati lubang-lubang plat yang dapat ditentukan dengan mengalirkan gas melalui plat dalam keadaan kering.

Penurunan tekanan plat kering dari plat berlubang secara normal dikorelasikan sebagai dalam persamaan type office:

$$h_D = \frac{\xi \rho_G U_h^2}{2 g \rho_L} \dots\dots\dots (2-29)$$

korelasi yang menghubungkan koefisien orifice dengan beberapa parameter tray antara lain korelasi Stichlmair dan Mersmann (1978):

$$\xi = \xi_0 + \varnothing^2 - 2 \varnothing \xi_0^{0.5} \text{ untuk } \frac{t}{d_h} < 2 \dots\dots\dots (2-30)$$

$$\xi = \xi_0 + \varnothing^2 - 2 \varnothing \text{ untuk } \frac{t}{d_h} > 2 \dots\dots\dots (2-31)$$

B. Penurunan Tekanan karena Tinggi Liquida Jernih (h_{cl})

Kebanyakan korelasi untuk tinggi cairan bening menggunakan persamaan Francis untuk memperkirakan tinggi puncak cairan atas Weir (Lockett, 1986).

Korelasi untuk tinggi cairan bening antara lain korelasi Colwell (1981), Chan dan Fair (1982) dan Bennet et al (1983), kesemuanya didasarkan pada persamaan Francis.

C. Penurunan Tekanan Residual

Penurunan tekanan residual ditentukan sebagai besarnya penurunan tekanan yang ditambahkan untuk memberikan kesamaan antara penurunan tekanan total dengan hasil penjumlahan antara penurunan tekanan plat kering dan penurunan tekanan karena tinggi liquida jernih.

2.4. Kerapatan Dispersi

Kerapatan dispersi, adalah parameter yang berhubungan dengan jumlah gelembung dalam cairan. Kerapatan dispersi didefinisikan sebagai persamaan :

$$\eta = \frac{\varepsilon}{1 - \varepsilon} = \frac{1 - \alpha}{\alpha} \dots\dots\dots (2-32)$$

Dimana :

ε = Volume gas/uap per unit volume dari dispersi 2 fase (Fraksi gas hold up)

α = Volume liquid per unit volume dari dispersi 2 fase (fraksi liquid hold up)

Beberapa korelasi untuk dispersi density pada sieve tray dan bubble cap tray (M.J. Lockett, 1986).

Crozier (1056)	
$\alpha = \exp [-(0.586 F_s + 0.45)]$	Bubble cap
Andrew (1969)	
$\alpha = 1 - (u_s / 5.6)^{0.17}$	Sieve, spray regime
Gardner & Mc Lean (1969)	
$\alpha = 1 - 0.205 F + \frac{8.7 \sigma \rho_L}{\rho H_2O}$	Sieve 0.49 < F_s < 1.1
Kastanek (1970)	
$\frac{(1 - \alpha)^3}{\alpha} = 4.45 \mu_s$	Bubble cap and sieve
Stichlmair (1978)	
$\alpha = 1 - \left(\frac{F}{F_{max}} \right)^{0.28}$	Bubble cap and sieve $0.03 < \frac{F}{F_{max}} < 0.9$
Takehashi et.al (1979)	
$\eta = 8.5 Fr^{0.5}$ $\eta = 1.25 \phi^{-0.14} Fr^{0.25}$	Sieve $d_h < 2$ mm, $u_s < 1.0 \text{ ms}^{-1}$ $Fr \leq 4.68 \times 10^{-4} \phi^{-0.56}$ $Fr \leq 4.68 \times 10^{-4} \phi^{-0.56}$
Colwell (1979)	
$\eta = 1.26 (Fr')^{0.4} \phi^{-0.25}$	Sieve, froth regime
Hofhuis & Zuiderweg (1979)	
$\eta = 3.4 Fr^{0.75}$	Sieve $Fr < 1.0$ all systems

$\eta = 3.4 Fr^{0.3}$	1.0 < Fr < 15.3 air-water 1.0 < Fr < 4.0 hydrocarbons
$\eta = 420 Fr \rho_G / \rho_L$	Fr > 15.3 air – water Fr > 4.0 hydrocarbons
$F_{max} = 2.5 (\phi^2 \sigma (\rho_G - \rho_L) g)^{0.25}$	
$Fr' = Fr \rho_G / (\rho_L - \rho_G)$	

2.5. Point Efficiency (efisiensi titik)

Perancangan suatu plate column didasarkan pada anggapan bahwa suatu plate ideal (keseimbangan). Pada kenyataannya tray tersebut tidak ideal. Parameter yang menunjukkan ketidakidealan dinyatakan dengan efisiensi tray. Efisiensi suatu tray di dalam plate column dapat diperkirakan dengan menaksir efisiensi titiknya. Efisiensi titik adalah efisiensi pada suatu tempat (titik) pada cairan di dalam tray. Phenomena perpindahan massa mempengaruhi besarnya efisiensi titik ini.

Efisiensi titik diperkirakan menggunakan persamaan (2-33) dan (2-34), dimana N_G dan N_L yaitu jumlah satuan perpindahan fase uap dan liquid yang berhubungan dengan koefisien perpindahan massa.

$$\frac{1}{N_{OG}} = \frac{1}{N_G} + \frac{1}{N_L} \dots\dots\dots (2-33)$$

$$E_{OG} = 1 - \exp(-N_{OG}) \dots\dots\dots (2-34)$$

2.6. Hubungan antara Efisiensi Tray (E_{MV}) dan Efisiensi Titik (E_{OG})

Efisiensi tray berhubungan dengan pola cairan diatas tray. Lewis's menjabarkan formula yang berhubungan dengan E_{MV} dan E_{OG} , dengan anggapan perubahan konsentrasi yang diperhitungkan ke arah aliran liquida. Lewi's (1936) mendapat hubungan antara E_{MV} dan E_{OG} untuk beberapa tingkatan pencampuran liquid sebagai berikut :

$$\frac{E_{MV}}{E_{OG}} = \frac{1 - \exp [-(\eta + Pe)]}{(\eta + Pe) \left\{ 1 + \left[\frac{(\eta + Pe)}{\eta} \right] \right\}} + \frac{\exp \eta - 1}{\eta \left\{ 1 + \left[\frac{\eta}{(\eta + pe)} \right] \right\}} \dots\dots\dots (2-35)$$

Jika $Pe = \infty$ (plug flow) digunakan persamaan :

$$E_{MV} = \frac{\exp (\lambda E_{OG} - 1)}{\lambda} \dots\dots\dots (2-36)$$

Jika $Pe = 0$ (mixed flow), maka :

$$E_{MV} = E_{OG} \dots\dots\dots (2-37)$$

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Bahan

Pada penelitian ini digunakan bahan-bahan :

- Air
- NaCl

3.2. Alat

Peralatan yang digunakan :

1. Kolom sieve plate distilasi
Fungsi : tempat berlangsungnya distilasi.
2. Levelmeter
Fungsi : untuk mengukur tinggi cairan di dalam kolom.
3. Manometer
Fungsi : untuk mengukur penurunan tekanan.
4. Conductivitymeter
Fungsi : untuk mengukur konduktivitas cairan (penentuan derajat pencampuran).
5. Airflowmeter
Fungsi : untuk mengukur kecepatan udara.
6. Blower
Fungsi : untuk meniupkan udara ke dalam kolom
Spesifikasi : type E₂, 220 V, 370 W, 180 mmWG, 50 Hz, 3.36 A, 4 m³/min, 2800 Rpm, 100 μF.
7. Pompa

Fungsi : untuk mengalirkan air dari tangki ke kolom

Spesifikasi : Merk Yusco, Pump LQ 100

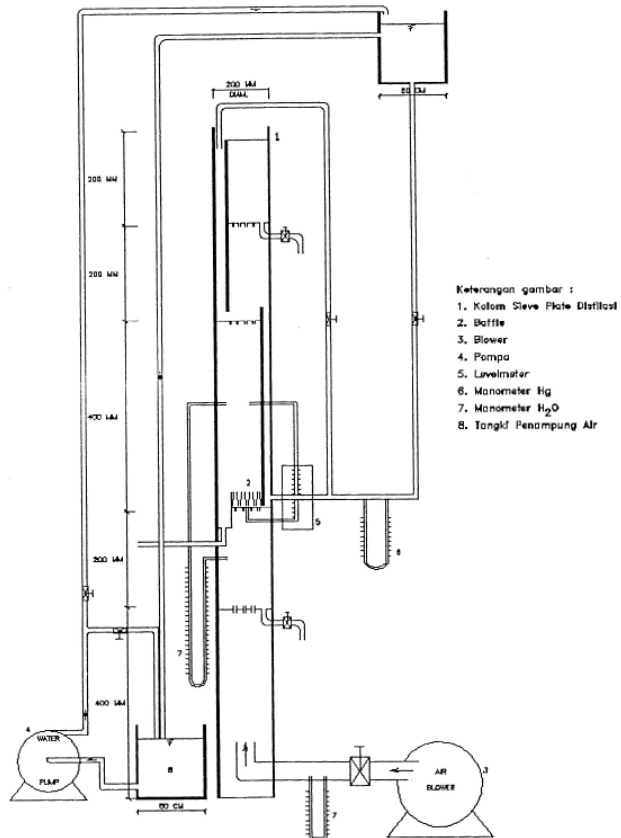
$$Q = 5 - 40 \text{ l/menit};$$

$$Q_{\max} = 45 \text{ l/menit}$$

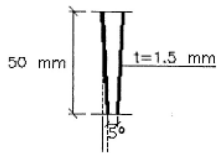
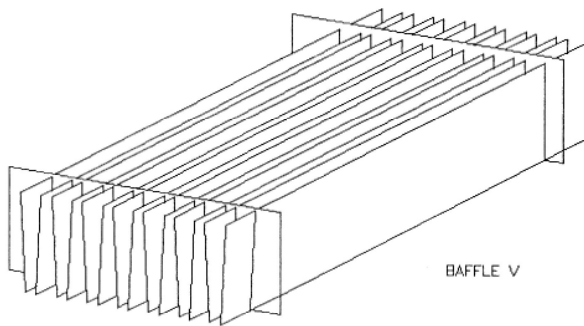
8. Orificemeter

Fungsi : untuk mengatur laju alir udara dan laju alir air.

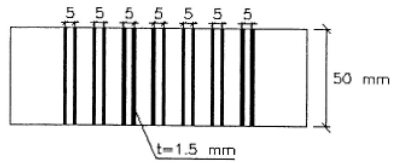
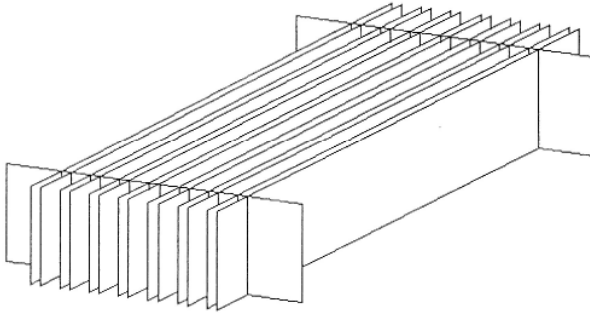
9. Tangki Penampung Cairan.



Gambar 1 : Susunan Peralatan Distilasi Sieve Tray



Gambar 2 : Bentuk Baffle V



Gambar 3 : Bentuk Baffle Tegak

3.3. Variabel-Variabel

Variabel tetap :

- Tekanan
- Macam tray
- Ukuran dan jumlah lubang pada tray

Variabel yang dikerjakan :

- Laju alir uap
- Laju alir liquid
- Bentuk baffle

Variabel tak bebas :

- Derajat pencampuran
- Penurunan tekanan

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Penentuan Derajat Pencampuran

Derajat pencampuran ditentukan dengan metode stimulus-respons. Penentuan derajat pencampuran dengan mengalirkan udara ke dalam sistem, kemudian aliran liquidida diberi rangsangan. Rangsangan ini merupakan tracer yang diinjeksikan ke dalam fluida masuk bejana, misalnya zat pewarna merah atau NaCl. Sedang jawaban (respons) adalah pencatatan menurut waktu daripada tracer yang meninggalkan bejana. Sehingga dari percobaan akan didapat data mengenai konsentrasi dan waktu.

Data diambil tiap selang waktu 5 detik.

Dengan penyelesaian persamaan yang berlaku untuk bejana tertutup maka akan didapat harga dari bilangan dispersi (D/UL).

Analisis cairan untuk penentuan derajat pencampuran dilakukan dengan Conductivitymeter.

3.4.2. Penurunan Tekanan

A. Penurunan Tekanan pada Plat Kering

- Penurunan tekanan pada plat kering dapat ditentukan dengan mengalirkan udara melalui plat dalam keadaan kering.
- Penurunan tekanan plat kering diukur dengan menggunakan Manometer.

B. Tinggi Cairan Bening

- Tinggi cairan bening diukur dengan menggunakan Levelmeter.

C. Penurunan Tekanan Residual

- Penurunan tekanan residual ditentukan dengan mengurangi penurunan tekanan total dengan jumlah penurunan tekanan plat kering dan tinggi cairan bening.
- Penurunan tekanan total dapat ditentukan dengan mengalirkan cairan dan udara dalam kolom. Penurunan tekanan total diukur dengan menggunakan manometer.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Penurunan Tekanan Plat Kering

Penurunan tekanan plat kering dari plat berlubang secara teori dikorelasikan sebagai dalam persamaan type orifice (2-29) :

$$h_D = \frac{\xi \rho_G U_h^2}{2 g \rho_L}$$

dimana ξ adalah koefisien orifice yang dicari besarnya sesuai dengan korelasi Stichlmair dan Mersmann (untuk plat tanpa baffle) sesuai persamaan (2-30) :

$$\xi = \xi_0 + \Delta^2 - 2 \Delta \xi_0^{0.5} \text{ untuk } t/d_h < 2$$

Dengan memasukkan harga-harga ρ_G , U_h , g , ρ_L sesuai dengan kondisi percobaan didapat korelasi untuk penurunan tekanan plat kering (perhitungan detail pada lampiran B.2) sebagai berikut :

$$h_D = 8.34926 \frac{\rho_G U_h^2}{2 g \rho_L}$$

Harga ξ bila dihitung dan dicari dari grafik 4.2 (Distillation Tray Fundamentals by M.J Lockett dengan $t/d_h = 0.333$) didapat 2.2476 (tanpa baffle).

Penurunan tekanan plat kering untuk percobaan tanpa baffle, baffle V dan baffle tegak pada penelitian ini harganya hampir sama. Sehingga adanya baffle tidak banyak berpengaruh pada pengukuran penurunan tekan plat kering.

2. Penurunan Tekanan Residual

Penurunan tekanan residual ditentukan sebagai besarnya penurunan tekanan yang ditambahkan untuk memberikan kesamaan antara penurunan tekanan total dengan hasil penjumlahan antara penurunan tekanan plat kering dan penurunan tekanan karena tinggi liquida jernih.

Dari hasil perhitungan pada lampiran A.5 untuk percobaan tanpa baffle, baffle V dan baffle tegak harga penurunan tekanan residual hampir konstan yaitu antara 1-2 mm H₂O.

3. Penurunan Tekanan karena Tinggi Liquida Jernih

Adanya baffle sangat berpengaruh terhadap harga penurunan tekanan karena tinggi liquida pada lampiran A.5 terlihat bahwa harga penurunan tekanan karena tinggi liquida jernih pada percobaan tanpa baffle lebih kecil jika dibandingkan dengan percobaan baffle V ataupun baffle tegak. Prosen perubahan nilai tinggi liquida jernih terhadap kondisi tanpa baffle sebagai berikut.

- Baffle V = 86,88% → laju alir air 105 l/j
Baffle tegak = 53,55% → laju alir air 105 l/j
- Baffle V = 73,5% → laju alir air 149 l/j
Baffle tegak = 50,64% → laju alir air 149 l/j
- Baffle V = 84,34% → laju alir air 189 l/j
Baffle tegak = 65,58% → laju alir air 189 l/j

4. Hubungan Faktor F dengan Bilangan Peclet dan Laju Alir Air

Pada gambar 4,5 dan 6 terlihat hubungan antara faktor F dengan bilangan Peclet pada laju alir air 105 l/j, 149 l/j dan 189 l/j.

Percobaan dengan baffle V mempunyai bilangan Peclet yang lebih rendah daripada percobaan yang lain, sehingga mempunyai bilangan dispersi yang besar yang berarti pencampurannya yang paling baik.

Hubungan antara faktor F dengan bilangan Peclet dan laju alir air dapat dinyatakan sebagai berikut :

* Percobaan tanpa baffle :

$$Pe = 0.3837 F^{-0.9254} Q^{-0.05229}$$

* Percobaan dengan baffle V :

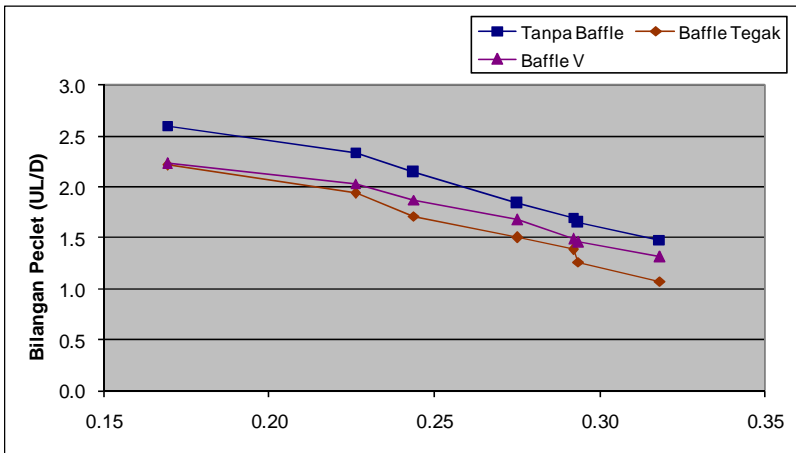
$$Pe = 0.00005306 F^{-2.341} Q^{-1.005}$$

* Percobaan dengan baffle tegak :

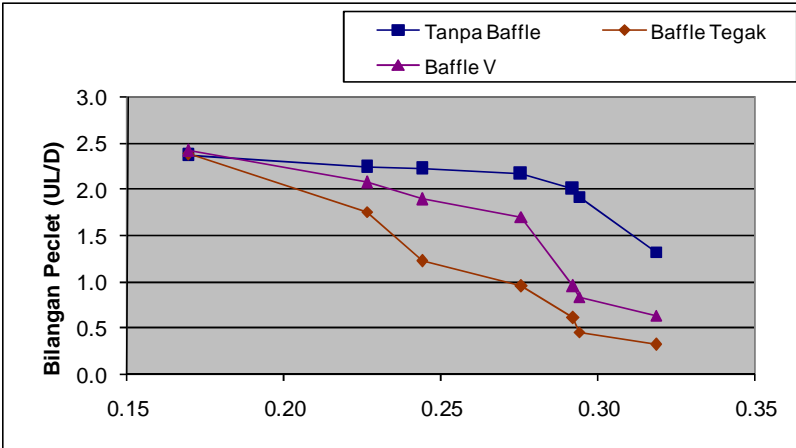
$$Pe = 0.004989 F^{-1.775} Q^{-0.4848}$$

5. Harga E_{MV}/E_{OG}

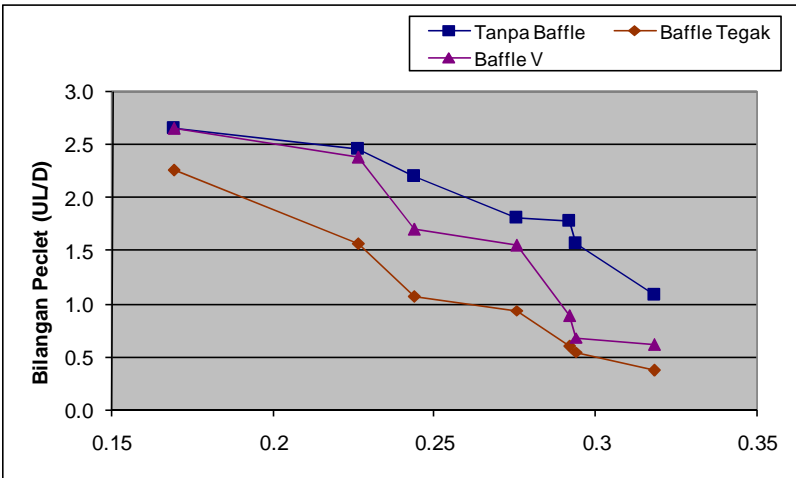
Harga E_{MV}/E_{OG} untuk percobaan tanpa baffle lebih besar jika dibandingkan dengan harga E_{MV}/E_{OG} percobaan dengan baffle.



Gambar 4 : Hubungan antara Faktor F dengan Bilangan Peclet pada Laju Alir Air 105 l/j



Gambar 5 : Hubungan antara Faktor F dengan Bilangan Peclet pada Laju Alir Air 149 l/j



Gambar 6 : Hubungan antara Faktor F dengan Bilangan Peclet pada Laju Alir Air 189 l/j

5.1. Kesimpulan

Dari hasil percobaan dan perhitungan yang telah dilakukan pada sieve tray distilasi dengan kolom distilasi yang berdiameter 0.2 m, tinggi 1.4 m dan jarak antar tray 0.4 m, laju alir air 105 l/j, 149 l/j, 189 l/j dan kecepatan supervisial 0 – 0.3 m/det diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Penurunan tekanan oleh plat kering dapat menghasilkan korelasi sebagai berikut :

$$h_D = 8.34926 \frac{\rho_G U_h^2}{2g \rho_L}$$

2. Besarnya penurunan tekanan residual pada kolom sieve plate adalah antara 1 – 2 mm H₂O.
3. Adanya baffle mempengaruhi harga penurunan tekanan karena tinggi liquida jernih. Proses perubahan nilai tinggi liquida jernih terhadap kondisi tanpa baffle sebagai berikut :

- Laju alir air 105 l/j

Baffle V = 86,88%

Baffle tegak = 53,55%

- Laju alir air 149 l/j

Baffle V = 73,5%

Baffle tegak = 50,64%

dapat dinyatakan sebagai berikut :

- Percobaan tanpa baffle :

$$Pe = 0.3837 F^{-0.9254} Q^{-0.05229}$$

- Percobaan dengan baffle V :

$$Pe = 0.00005306 F^{-2.341} Q^{-1.005}$$

- Percobaan dengan baffle tegak :

$$Pe = 0.004989 F^{-1.775} Q^{-0.4848}$$

5. Perbandingan Harga E_{MV}/E_{OG} untuk percobaan tanpa baffle lebih besar jika dibandingkan dengan harga E_{MV}/E_{OG} percobaan dengan baffle.

- Untuk penelitian selanjutnya perlu diteliti pengukuran korelasi kerapatan dispersi untuk sieve tray dengan baffle.
- Korelasi E_{OG} untuk sieve tray dengan baffle.

1. Ashley, M.J, and G.G. Haselden, “**The Improvement of Sieve Tray Performance by Controlled Vapours-Liquid Contacting**”, Trans. Instn. Chem, Eng., Vol 51. p. 188-191.1973.
2. Chen, G.X, and K.T. Chuang, “**Prediction of Point Efficiency for Sieve Trays in Distillation**”, Ind. Eng. Chem. Res., Vol. 32, p. 701-708, 1993.
3. Diener, D.A. and J.A. Gesrter, “**Point Efficiencies in Distillation of Acetone-Methanol-Water**”, Process Design and Development, Vol. 7, p. 339-344, 1968.
4. Hag, M.A. “**Fluid Dynamics on Sieve Trays**”, Hydrocarbon Processing, August, p.117-119,1982
5. Jones, P.D., and Matthew Van Winkle, “**Effect of Plate Thickness and System Properties**”, Ind. Eng. Chem., Vol. 49, No. 2, p. 232-237, 1957.
6. Levenspiel, O., “**Chemical Reaction Engineering**”, 2nd edition, John Wiley Sons, Inc, p.253-314, New York. 1972.
7. Lockett, M.J, “**Distillation Tray Fundamentals**”, Cambridge University Press, Melbourne Sydney, 1986.
8. Mc. Cabe W.L. & Smith J.G., “**Unit Operation of Chemical Engineering**”, 3th edition, International Student Edition, Mc. Graw-Hill Book, Comp. Inc, Tokyo, 1976.
9. Nonot Soewarno, K. Fuji, H. Yoshida and M. Yorizane, “**Mixing Characteristic in an Inclined Tray**”, Journal of Chemical Engineering of Japan, Vol. 15, No. 3, p. 188-193, 1983.
10. Weiler, D.W., RD. Kirk Patrick, M.J. Lockett, “**Effect of Down Comer Mixing on Distillation Tray Efficiency**”, C.E.P., January, p.63-69, 1981.
11. Young, G.C., and J. H. Weber, “**Murphree Point Efficiencies in Multicomponent Systems**”, Ind. Eng. Chem Process Des, Dev., Vol. 11 No. 3, p. 440-445, 1972.

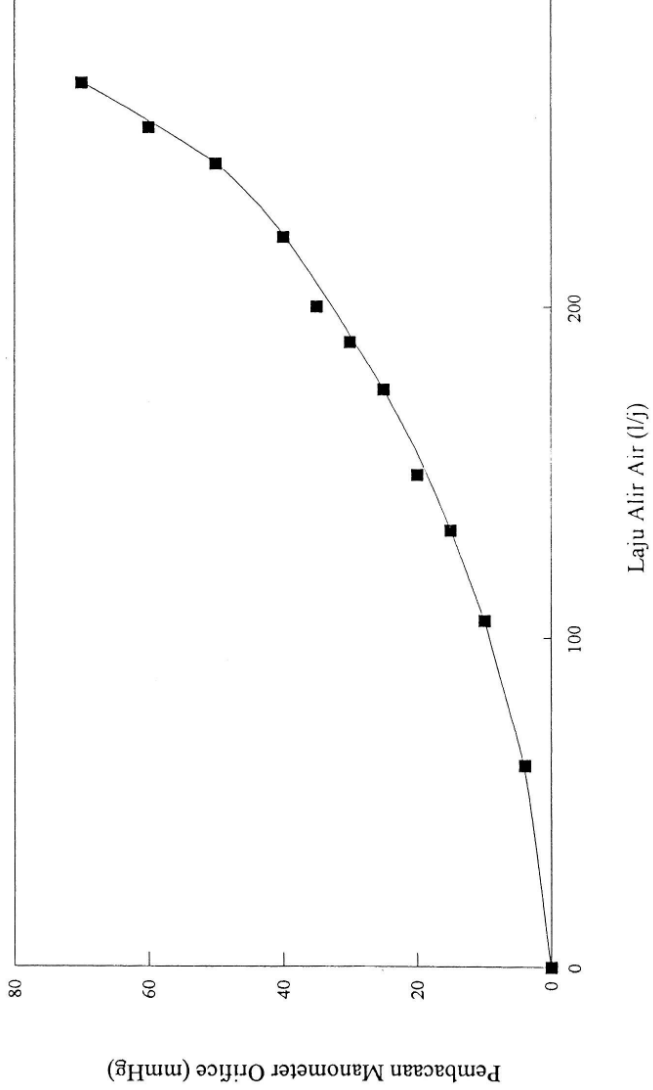
A.1. Data Dimensi Kolom dan Plat

Ditetapkan :

- Sistem aliran : cross flow
- Diameter kolom : 20 cm
- Jarak antar tray : 40 cm
- Jumlah plat : 2 buah
- Tinggi kolom : 140 cm
- Tebal dinding kolom : 4 mm
- Tebal plat : 1.5 mm
- Diameter lubang : 4.5 mm
- Jumlah lubang : 74 buah
- Tinggi weir : 5 cm
- Tinggi baffle : 5 cm

Data Kalibrasi Laju Alir Air

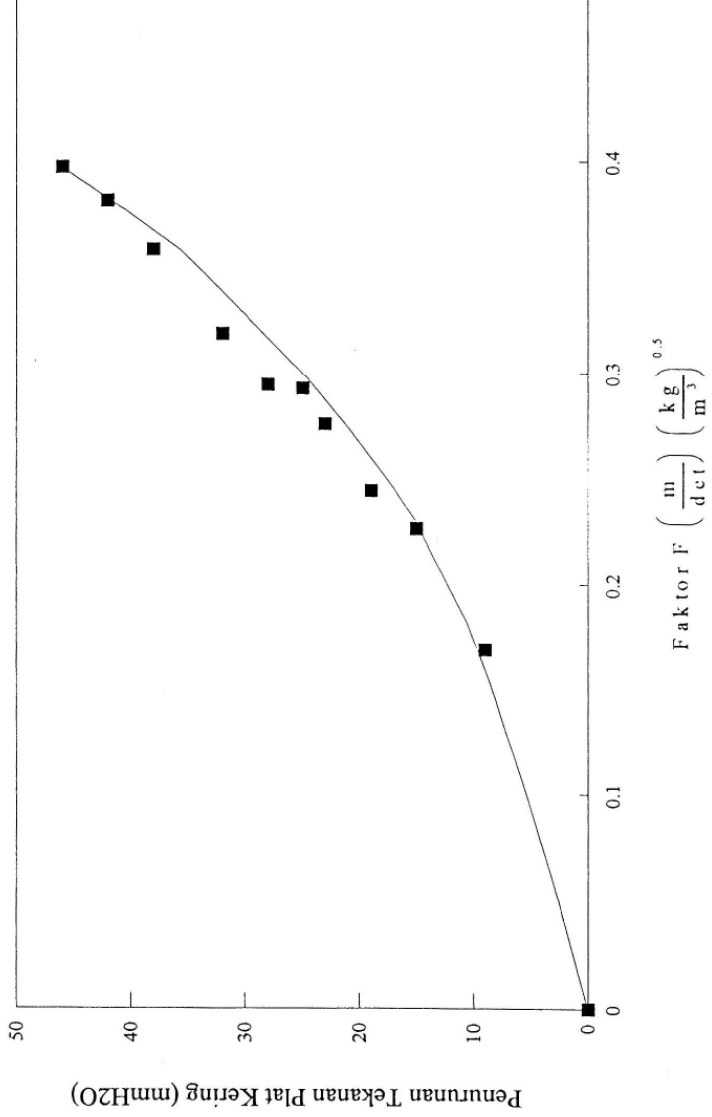
Pembacaan Manometer Orifice (mmHg)	Volume (ml)	Waktu (Detik)	Laju (ml/det)	Laju Rata-rata (ml/det)	Laju (Liter/Jam)
	36	2.04	17.6471		
4	39	2.35	16.596	16.824	60.565
	37	2.28	16.228		
	61	2.11	28.910		
10	64	2.15	29.767	29.175	105.028
	60	2.08	28.846		
	74	2.06	35.922		
15	78	2.11	36.967	36.739	132.259
	81	2.17	37.327		
	74	1.81	40.884		
20	88.5	2.13	41.549	41.380	148.967
	88	2.11	41.706		
	80.5	1.67	48.204		
25	77	1.61	47.826	48.563	174.827
	73	1.47	49.660		
	74	1.41	52.482		
30	75	1.47	51.020	52.536	189.129
	72.5	1.34	54.104		
	74	1.38	53.623		
35	72	1.26	57.1429	55.512	199.842
	72.5	1.3	55.7692		
	86.5	1.41	61.3475		
40	80	1.34	59.7015	61.375	220.951
	82	1.3	63.0769		
	90	1.3	69.231		
50	94	1.41	66.667	67.521	243.077
	94	1.41	66.667		
	96	1.37	70.073		
60	88	1.22	72.131	70.543	253.954
	96.5	1.39	69.424		
	91.5	1.21	75.620		
70	93	1.27	73.228	74.26	267.336
	86.5	1.17	73.932		



Gambar 7 : Hubungan Laju Alir Air dengan Pembacaan Manometer Orifice

Tabel A.3 Pengaruh Faktor F terhadap Penurunan Tekanan Plat Kering

Pembacaan Manometer Orifice (mmH ₂ O)	Kecepatan (m/det)	Kecepatan Supervisial (m/det)	Faktor F (m/det)(kg/m ³) ^{0.5}	Penurunan Tekanan Plat Kering (mm H ₂ O)
10	1.93	0.15677	0.16918	9
20	2.58	0.20957	0.22615	15
25	2.78	0.22582	0.24369	19
30	3.14	0.25506	0.27524	23
35	3.33	0.27049	0.29189	25
40	3.35	0.27212	0.29365	28
50	3.63	0.29486	0.31819	32
60	4.08	0.33142	0.35764	38
70	4.34	0.35254	0.38044	42
80	4.52	0.36716	0.39622	46



Gambar 8 : Pengaruh Faktor F terhadap Penurunan Tekanan Plat Kering

Tabel A.4.1

Data Pengukuran Bilangan Dispersi dan Bilangan Peclet pada Percobaan tanpa Baffle dengan Laju Alir Air 105l/j

t Detik	Konduktivitas Larutan (x 100 us/cm)						
	10 mmH2O	20 mmH2O	25 mmH2O	30 mmH2O	35 mmH2O	40 mmH2O	50 mmH2O
0	4.6	4.6	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7
5	5	13.5	12.5	21.6	21.4	12.2	20.7
10	92.1	94.4	93.1	93.2	92.8	94.2	91.1
15	95.3	96.1	94.8	95.1	92.2	95.1	92.6
20	89.7	91.2	88.7	90.2	89.1	90.8	87.7
25	77.2	81.2	79.6	78.9	78.7	79.5	78.5
30	57.1	62.4	65.9	63.2	63.8	64.4	65.1
35	38.3	45.3	47.5	48	50.8	47	51.8
40	26.8	30.5	34.1	35.4	38.7	34.6	40.2
45	18.7	21.6	24.1	23.5	28.3	25.3	27.7
50	12.7	14.3	16.5	17.5	20	18.4	20.1
55	9.9	10.7	12.7	13.6	14.8	13.4	16
60	7.8	8.2	9.9	10.6	11.2	10.6	11.9
65	6.6	7	8.2	8.5	9.2	8.6	9.6
70	5.9	6.1	6.9	7.2	7.7	7.5	8.1
75	5.4	5.6	5.7	6.4	6.7	6.7	7.1
80	5.2	5.2	5.7	5.8	6.2	6	6.3
85	5	5	5.3	5.4	5.7	5.5	5.8
90	4.8	4.8	5.1	5.2	5.4	5.3	5.5
95	4.6	4.8	5	5.1	5.2	5.1	5.3
100		4.6	4.9	5.1	5.1	5	5.1
105			4.9	4.8	5	4.9	5.1
110			4.7	4.7	4.9	4.9	5
115					4.7	4.7	4.9
120							4.9
125							4.7
130							
135							
140							
145							
150							
155							
160							
165							
170							
175							
180							
185							
190							
195							
200							

t Detik	Konduktivitas Larutan (x 100 us/cm)						
	10 mmH2O	20 mmH2O	25 mmH2O	30 mmH2O	35 mmH2O	40 mmH2O	50 mmH2O
0	4.4	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
5	8	28.2	17.2	17.9	20.0	26.3	54.9
10	96.1	96.3	93.5	92.6	92.8	92.1	93.2
15	90.3	92.3	90.8	89.2	90.7	90.3	88.8
20	74.5	77.4	79.1	76.5	78.5	80.4	76.7
25	49.6	51.8	54.5	53.9	55.4	55.9	55.5
30	29.8	33.3	33.9	29.8	35.1	38.1	36.5
35	17.5	18.5	19.3	17.9	21.1	23	24.1
40	12.1	12.3	12	12.9	13.4	15	16.2
45	8.9	8.5	8.3	8.6	8.7	10.1	10.8
50	6.8	6.7	6.9	6.8	7.1	9	8.2
55	5.9	5.7	5.6	5.8	5.7	6.3	6.5
60	5.1	5.2	5.1	5.2	5.3	5.6	5.8
65	4.8	4.9	4.8	4.9	4.9	5.1	5.3
70	4.6	4.8	4.7	4.7	4.8	5	5
75	4.5	4.6	4.6	4.6	4.7	4.7	4.8
80	4.4	4.5	4.6	4.6	4.6	4.6	4.7
85			4.5	4.5	4.6	4.6	4.6
90					4.5	4.5	4.6
95							4.5
100							
105							
110							
115							
120							
125							
130							
135							
140							
145							
150							
155							
160							
165							
170							
175							
180							
185							
190							
195							
200							

t	Konduktivitas Larutan (x 100 us/cm)						
Detik	10 mmH2O	20 mmH2O	25 mmH2O	30 mmH2O	35 mmH2O	40 mmH2O	50 mmH2O
0	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
5	13	9.4	7.8	15	19.7	15.2	22.9
10	96.2	95.1	94.9	94.3	93.6	93.2	94.5
15	88.1	88.3	91.2	90.2	89.3	89.2	88.1
20	73.9	67.3	71.8	73.7	73.2	74.3	70.1
25	48.7	37.8	40.6	44.2	43	46.1	44.4
30	28.8	21.8	24.1	23.7	24.9	25.2	25.1
35	15.4	12.4	12.9	13.6	13.7	14.2	14.8
40	10.1	8.2	8.1	8.8	8.9	9.3	9.9
45	7.2	6	6.4	6.3	6.4	6.7	7
50	6	5.3	5.4	5.4	5.5	5.7	5.9
55	5.3	4.7	4.9	4.9	4.8	5	5.1
60	4.8	4.6	4.6	4.7	4.7	4.8	4.9
65	4.6	4.5	4.6	4.5	4.5	4.6	4.7
70	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.7
75	4.4	4.4	4.5	4.5	4.5	4.5	4.6
80			4.4	4.5	4.5	4.5	4.6
85				4.4	4.4	4.5	4.5
90						4.4	4.5
95							4.4
100							
105							
110							
115							
120							
125							
130							
135							
140							
145							
150							
155							
160							
165							
170							
175							
180							
185							
190							
195							
200							

t	Konduktivitas Larutan (x 100 us/cm)						
Detik	10 mmH2O	20 mmH2O	25 mmH2O	30 mmH2O	35 mmH2O	40 mmH2O	50 mmH2O
0	5.8	8	8	5.9	5.8	5.8	5.8
5	19.2	27.4	6.7	7.2	7.2	6.4	6.2
10	71.1	83.3	59.8	50.4	64.5	62.6	60.4
15	81.5	87.7	80.1	80.1	78.6	81.6	81.3
20	78.1	84.9	78.5	77.3	76.1	78.1	78.8
25	70.5	78.6	68.2	63.4	62.1	65.8	65.2
30	70.56	65.2	50.1	44.4	45.2	45.7	44.5
35	57.1	47.1	32.2	25.4	28.5	28.5	28.5
40	45	36.6	20.8	15.8	19.3	16.4	17.8
45	32.1	26.1	13.7	10.9	12.9	11.7	12.1
50	21.7	19.6	10.8	8.6	9.9	8.9	9.1
55	16.1	15.7	8.6	7.2	8.4	7.6	7.6
60	11.6	11.4	7.5	6.7	7.1	6.9	6.7
65	9.3	6.9	6.9	6.2	6.6	8.3	6.4
70	8.2	8.4	6.6	6.2	6.3	6.2	6.2
75	7.2	7.8	6.3	6.1	8.2	6	6.1
80	6.6	7.1	6.3	6.1	6.1	6	6
85	6.1	7.1	6.2	6.1	5.9	6	5.9
90	5.9	6.5	6.2	6	5.9	6	5.9
95	5.9	6.4	6.1	6	5.9	6	5.9
100	5.9	6.2	6.1	6	5.9	5.9	5.9
105	5.9	6.2	6.1	6	5.9	5.9	5.9
110	5.8	6.1	6.1	6	5.9	5.9	5.9
115		6	6.1	6	5.9	5.9	5.9
120			6.1	6	5.9	5.9	5.9
125			6	6	5.9	5.9	5.9
130				5.9	5.9	5.9	5.9
135					5.9	5.9	5.9
140					5.9	5.9	5.9
145					5.8	5.9	5.9
150						5.9	5.9
155						5.8	5.9
160							5.9
165							5.8
170							
175							
180							
185							
190							
195							
200							

t Detik	Konduktivitas Larutan (x 100 us/cm)						
	10 mmH2O	20 mmH2O	25 mmH2O	30 mmH2O	35 mmH2O	40 mmH2O	50 mmH2O
0	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
5	6.9	9.1	6.5	18.7	17.8	18.1	18.8
10	51.6	69.8	47.8	75.4	82.1	79.2	83.1
15	85.3	88.2	80.8	89.9	91.6	91.1	92.6
20	87.9	85.1	68.3	81.2	81.9	83.4	82.9
25	79.5	74.7	41.6	70.5	65.9	74.7	66.9
30	61.9	80.5	31.2	53.2	45.4	51	56.4
35	47.6	44.1	24.1	35.1	30.5	34.9	31.5
40	32.6	29.6	16.9	22.9	17.9	22.7	28.9
45	22.2	19.8	10.4	11.4	13.6	15.2	14.6
50	16.2	10.8	8.9	9.3	9.7	11.5	10.7
55	12.2	9	8.1	7.6	8.1	9.2	9.6
60	9.7	7.6	6.7	6.8	7.6	8.2	8.8
65	8.1	7.1	6.4	6.8	7.1	7.5	8.5
70	7.2	6.7	6.3	6.4	6.6	6.9	7.8
75	6.6	6.6	6.2	6.2	6.2	6.7	6.4
80	6.3	6.5	6.2	6.1	6.1	6.5	6.3
85	5.9	6.3	6.2	6	6.1	6.4	6.2
90	5.8	6.1	6.1	5.9	6	6.3	6.1
95	5.8	6	6.1	5.9	6	6.2	6
100	5.7	5.8	6.1	5.8	5.9	6.1	5.9
105	5.7	5.8	6	5.8	5.9	6	5.9
110	5.7	5.7	6	5.7	5.8	6.9	5.9
115	5.6	5.7	5.9	5.7	5.8	6.8	5.8
120		5.6	5.8	5.7	5.7	6.8	5.8
125			5.6	5.6	5.7	6.8	5.8
130					5.6	5.7	5.7
135						5.7	5.7
140						5.6	5.7
145							5.6
150							
155							
160							
165							
170							
175							
180							
185							
190							
195							
200							

t Detik	Konduktivitas Larutan (x 100 us/cm)						
	10 mmH2O	20 mmH2O	25 mmH2O	30 mmH2O	35 mmH2O	40 mmH2O	50 mmH2O
0	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
5	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.7	6.3
10	31.1	35.3	33.3	25.8	34.3	22.1	27.3
15	84.2	84.9	84.2	82.8	85.6	71.9	77.8
20	88.5	88.9	87.8	87.8	87.6	83.4	88.2
25	87.2	87.5	88.3	85.9	84.6	84.2	83.1
30	83.1	83.5	81.7	81.8	82.6	76.4	81.4
35	75.3	76.2	74.3	76.6	76.1	71.7	76.4
40	68.3	67.6	67.7	66.2	69.8	64.6	85.9
45	57.9	56.8	57.7	61.2	60.1	56.4	60.7
50	49.8	50.4	49.7	52.4	54.1	49.7	52.8
55	40	42.2	40.2	44.6	48.8	40.8	48.1
60	33.5	33.9	32.9	36.4	36.6	33.4	34.5
65	27.3	27.9	27.4	30.7	30.7	27.1	32.9
70	23.1	22.4	22.3	24.7	26.8	22.2	24.9
75	18.8	18.8	18.5	21.2	19.3	18.1	20.8
80	16.1	16.1	15.9	17.5	16.6	15.3	18.9
85	13.4	14.1	13.3	14.9	14.2	14.3	16.1
90	12.9	11.9	11.7	12.9	12.8	12.3	13.1
95	10.5	10.8	10.5	11.5	11.1	10.9	12.2
100	9.6	9.6	9.4	10.1	10.1	10.0	11.2
105	8.5	8.7	8.7	9.5	9.5	9.1	10
110	8.1	8.2	8.1	8.8	8.8	8.5	9.1
115	7.6	7	7.7	8.1	8.1	8.1	8.7
120	7.4	7.3	7.3	7.7	7.7	7.6	6
125	7.1	7	7	7.4	7.4	7.3	7.5
130	6.8	6.7	6.8	7.1	7.1	7.1	7.2
135	6.6	6.6	6.6	6.9	6.9	6.9	7
140	6.6	6.5	6.5	6.8	6.7	6.6	6.8
145	6.4	6.3	6.4	6.7	6.5	6.5	6.6
150	6.3	6.3	6.4	6.4	6.4	6.5	6.5
155	6.2	6.3	6.3	6.4	6.4	6.4	6.5
160	6.1	6.2	6.2	6.3	6.3	6.4	6.4
165		6.1	6.2	6.3	6.3	6.4	6.4
170			6.1	6.2	6.3	6.3	6.4
175				6.2	6.3	6.3	6.3
180				6.2	6.2	6.3	6.3
185				6.1	6.2	6.2	6.3
190					6.1	6.2	6.2
195						6.1	6.2
200							6.1

t Detik	Konduktivitas Larutan (x 100 us/cm)						
	10 mmH2O	20 mmH2O	25 mmH2O	30 mmH2O	35 mmH2O	40 mmH2O	50 mmH2O
0	6.9	5.6	5.6	5.6	5.9	5.7	5.9
5	6.5	6.2	5.8	5.7	7.2	6	7
10	59.4	72.8	78.2	60	59.7	71.3	72.1
15	86.2	88	87.4	86.5	88.1	87.1	87.3
20	86.5	85.8	85.4	85.5	87.2	88.2	88.3
25	80.2	77.1	75.6	77.1	79.7	75.9	78.6
30	68.1	63.5	73.2	65.6	64.4	64.6	67.4
35	54	46.7	62.6	47.4	50.5	51.4	52.8
40	39.9	32.7	42.9	35.5	34.9	36.5	39.6
45	28.4	22.4	35.2	28.4	24.8	25.8	28.2
50	21.1	17.9	25.8	19.5	20.2	18.1	20.4
55	15.9	13.7	17.3	14.1	15.1	14.1	15.2
60	11.9	10.8	12.7	13.1	11.6	11.1	11.6
65	10.1	8.9	9.7	10.4	9.6	9.1	9.7
70	8.5	7.8	9	9.1	8.2	7.9	8.4
75	7.6	6.9	7.3	8.2	7.6	7.2	7.7
80	7	6.5	7	7.7	6.9	6.7	7.2
85	6.6	6.2	6.5	7.5	6.5	6.4	6.7
90	6.3	6	6.2	6.8	6.5	6.1	6.5
95	6.1	5.9	6	6.4	6.2	6.0	6.4
100	6	5.8	5.8	6.1	6.1	5.9	6.3
105	5	5.7	5.8	5.8	6.1	5.9	6.1
110	5.9	5.8	5.7	5.8	6	5.9	6.1
115			5.7	5.7	6	5.8	6.1
120			5.6	5.7	6	5.8	6.1
125				5.6	5.9	5.8	6
130						5.7	6
135							6
140							6
145							5.9
150							
155							
160							
165							
170							
175							
180							
185							
190							
195							
200							

t Detik	Konduktivitas Larutan ($\times 100 \text{ us/cm}$)						
	10 mmH2O	20 mmH2O	25 mmH2O	30 mmH2O	35 mmH2O	40 mmH2O	50 mmH2O
0	4.9	4.8	5.1	5.1	5	5.1	5.1
5	21.2	20.7	33.6	21.3	34.1	44.6	47.4
10	66.3	73.4	75.6	74.6	83.2	74.6	81.6
15	78.1	82.4	87.3	87.6	84.8	84.1	88.1
20	74.2	79.1	80.8	84.1	74.8	68.4	82.1
25	60.5	66.9	66.5	69.7	56.7	55.4	67.1
30	43.6	52.8	49.1	58.6	41.7	45.1	47.8
35	28.7	37.2	36.9	40.3	36.3	29.4	32.5
40	19.1	25.6	23.1	25.7	26.6	23.8	20.4
45	13.2	17.8	14.8	16.4	18.4	14.4	14.1
50	10.1	12.4	10.2	12.3	9.7	10.3	10.1
55	7.5	9.4	8.1	9.2	7.1	8.7	7.9
60	6.7	7.5	6.8	7.5	6.2	6.8	6.8
65	5.9	6.6	6.2	6.5	5.7	6.5	6.1
70	5.5	5.8	5.7	6.1	5.4	6.3	5.8
75	5.2	5.4	5.5	5.7	5.3	6	5.5
80	5.1	5.2	5.4	5.5	5.2	5.8	5.4
85	5	5.1	5.3	5.5	5.2	5.7	5.3
90	4.9	4.9	5.2	5.4	5.2	5.6	5.3
95		4.9	5.2	5.4	5.1	5.5	5.3
100		4.8	5.2	5.4	5.1	5.4	5.3
105			5.1	5.3	5.1	5.3	5.2
110				5.3	5.1	5.3	5.2
115				5.1	5.1	5.2	5.2
120					5	5.2	5.2
125						5.1	5.1
130							
135							
140							
145							
150							
155							
160							
165							
170							
175							
180							
185							
190							
195							
200							

Tabel A.5.1

Data Pengukuran Penurunan Tekanan pada
Percobaan tanpa Baffle dengan Laju Alir Air 105 l/j

No.	Kecepatan Supervisial (m/det)	h total (mm H2O)	h - D (mm H2O)	h - cl (mm H2O)	h - r (mm H2O)	h - buih (mm H2O)
0	0.15677	29	9	19	1	70
1	0.20957	35	15	19	1	80
2	0.22582	39	19	19	1	80
3	0.25506	42	23	18	1	80
4	0.27049	45	25	18	2	85
5	0.27212	48	28	18	2	85
6	0.29486	52	32	18	2	85

Tabel A.5.2

Data Pengukuran Penurunan Tekanan pada
Percobaan tanpa Baffle dengan Laju Alir Air 149 l/j

No.	Kecepatan Supervisial (m/det)	h total (mm H2O)	h - D (mm H2O)	h - cl (mm H2O)	h - r (mm H2O)	h - buih (mm H2O)
0	0.15677	30	9	20	1	75
1	0.20957	37	15	20	2	75
2	0.22582	40	19	20	1	75
3	0.25506	43	23	19	1	80
4	0.27049	46	25	19	2	80
5	0.27212	48	28	19	1	80
6	0.29486	53	32	19	2	85

No.	Kecepatan Supervisial (m/det)	h total (mm H ₂ O)	h - D (mm H ₂ O)	h - cl (mm H ₂ O)	h - r (mm H ₂ O)	h - buih (mm H ₂ O)
0	0.15677	29	9	19	1	70
1	0.20957	35	15	19	2	80
2	0.22582	39	19	18	2	80
3	0.25506	42	23	18	2	85
4	0.27049	45	25	18	2	90
5	0.27212	48	28	18	2	90
6	0.29486	52	32	18	2	100

Tabel A.5.4
Data Pengukuran Penurunan Tekanan pada
Percobaan dengan Baffle V, Laju Alir Air 105 l/j

No.	Kecepatan Supervisial (m/det)	h total (mm H ₂ O)	h - D (mm H ₂ O)	h - cl (mm H ₂ O)	h - r (mm H ₂ O)	h - buih (mm H ₂ O)
0	0.15677	46	9	35	2	80
1	0.20957	52	15	35	2	85
2	0.22582	56	19	35	2	85
3	0.25506	58	23	34	1	90
4	0.27049	60	25	34	1	90
5	0.27212	63	28	34	1	90
6	0.29486	67	32	34	1	90

No.	Kecepatan Supervisial (m/det)	h total (mm H ₂ O)	h - D (mm H ₂ O)	h - cl (mm H ₂ O)	h - r (mm H ₂ O)	h - buih (mm H ₂ O)
0	0.15677	46	9	35	2	80
1	0.20957	52	15	35	2	85
2	0.22582	56	19	35	2	85
3	0.25506	58	23	34	1	85
4	0.27049	59	25	33	1	90
5	0.27212	61	28	32	1	90
6	0.29486	65	32	32	1	90

Tabel A.5.6
Data Pengukuran Penurunan Tekanan pada
Percobaan dengan Baffle V, Laju Alir Air 189 l/j

No.	Kecepatan Supervisial (m/det)	h total (mm H ₂ O)	h - D (mm H ₂ O)	h - cl (mm H ₂ O)	h - r (mm H ₂ O)	h - buih (mm H ₂ O)
0	0.15677	46	9	36	1	80
1	0.20957	52	15	35	2	80
2	0.22582	55	19	34	2	80
3	0.25506	57	23	33	1	85
4	0.27049	59	25	33	1	85
5	0.27212	62	28	33	1	80
6	0.29486	65	32	32	1	90

No.	Kecepatan Supervisial (m/det)	h total (mm H2O)	h - D (mm H2O)	h - cl (mm H2O)	h - r (mm H2O)	h - buih (mm H2O)
0	0.15677	40	9	29	2	80
1	0.20957	45	15	29	1	80
2	0.22582	48	19	28	1	80
3	0.25506	52	23	28	1	80
4	0.27049	54	25	28	1	85
5	0.27212	57	28	28	1	90
6	0.29486	62	32	28	2	90

Tabel A.5.8
Data Pengukuran Penurunan Tekanan pada
Percobaan dengan Baffle Tegak, Laju Alir Air 149 l/k

No.	Kecepatan Supervisial (m/det)	h total (mm H2O)	h - D (mm H2O)	h - cl (mm H2O)	h - r (mm H2O)	h - buih (mm H2O)
0	0.15677	43	9	32	2	80
1	0.20957	47	15	31	1	85
2	0.22582	50	19	30	1	85
3	0.25506	52	23	28	1	90
4	0.27049	54	25	28	1	90
5	0.27212	57	28	28	1	90
6	0.29486	62	32	28	2	95

No.	Kecepatan Supervisial	h total	h - D	h - cl	h - r	h - buih
	(m/det)	(mm H2O)	(mm H2O)	(mm H2O)	(mm H2O)	(mm H2O)
0	0.15677	45	9	34	2	80
1	0.20957	47	15	30	2	85
2	0.22582	51	19	30	2	85
3	0.25506	54	23	30	1	90
4	0.27049	57	25	30	2	90
5	0.27212	58	28	29	1	90
6	0.29486	63	32	29	2	95

B.1. Perhitungan Faktor F

Density udara pada 30°C dan 1 atm :

$$\rho_v = \frac{p \cdot BM}{R \cdot T} = \frac{14.7 \text{ psia} \cdot 28.97 \text{ lbm/lbmol}}{10.79 \text{ ft}^3 \text{ psia/lbmol} \cdot 546 \text{ R}}$$

$$= 0.0727 \text{ lbm/ft}^3 \times 16.01846 \frac{\text{kg/m}^3}{\text{lbm/ft}^3}$$

$$= 1.164542042 \text{ kg/m}^3$$

$$\sqrt{\rho_v} = 1.079139491 (\text{kg/m}^3)^{0.5}$$

$$\text{Luas penampang pipa} = \frac{\pi}{4} D^2$$

$$= \frac{\pi}{4} (5,7)^2 \text{ cm}^2$$

$$= 25.52 \text{ cm}^2$$

$$= 0.002552 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas kolom} = \frac{\pi}{4} (20)^2$$

$$= 314.159 \text{ cm}^2 = 0.0314159 \text{ m}^2$$

$$= \frac{\text{Kecepatan} \times \text{Luas penampang pipa}}{\text{Luas kolom}}$$

$$= \frac{1.93 \text{ m/det} \times 0.002552 \text{ m}^2}{0.0314159 \text{ m}^2}$$

$$U = 0.1568 \text{ m/det}$$

$$\text{Faktor } F = U \times \sqrt{\rho_v}$$

$$= 0.1568 \text{ m/det} \times 1.079139491 \text{ (kg/m}^3\text{)}^{0.5}$$

$$= 0.1692 \text{ (m/det) (kg/m}^3\text{)}$$

B.2. Perhitungan Korelasi Penurunan Tekanan Plat Kering

Bentuk umum korelasi penurunan tekanan plat kering :

$$h_D = \frac{\xi \rho_g U_h^2}{2 g \rho_L}$$

Dengan memasukkan harga-harga ρ_G , U_h , g , ρ_L sesuai dengan kondisi percobaan dan suatu harga trial ξ dihitung harga h_D .

$$\rho_L = 995.647 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9.8 \text{ m/det}^2$$

$$d_h = 4.5 \text{ mm} = 4.5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\rho_L = 5.7 \text{ cm} = 5.7 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\text{Luas lubang} = \frac{\pi}{4} d_h^2 \times \text{jumlah lubang}$$

$$= \frac{\pi}{4} (4.5 \cdot 10^{-3})^2 \times 74$$

$$= 1.17692 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$U_h = \text{Kecepatan lubang} = \frac{\text{Kecepatan volumetrik}}{\text{Luas lubang}}$$

$$= \frac{\text{Kecepatan} \times \text{luas penampang pipa}}{1.17692 \times 10^{-3}}$$

$$= \frac{\text{Kecepatan} \times 0.002552}{1.17692 \times 10^{-3} \text{ m}^2}$$

Contoh :

Untuk kecepatan 1.93 m/det didapat :

$$U_h = 4.184626 \text{ m/det}$$

No.	X	Y	XY	XX	C'	Y estimated	Error %
1	1.0449	9	9.4041	1.09181601	8.894996	8.72	3.16
2	1.8673	15	28.0095	3.48680929	8.496159	15.59	-3.79
3	2.168	19	41.192	4.700224	8.425874	18.10	4.97
4	2.7659	23	63.6157	7.65020281	8.331526	23.09	-0.40
5	3.1107	25	77.7675	9.67645449	8.293605	25.97	-3.74
6	3.1482	28	88.1496	9.91116324	8.289982	26.29	6.52
7	3.6965	32	118.288	13.66411225	8.245399	30.86	3.68
8	4.6698	38	177.4524	21.80703204	8.192046	38.99	-2.54
9	5.2839	42	221.9238	27.91959921	8.168496	44.12	-4.8
10	5.7313	46	263.6398	32.84779969	8.154517	47.85	-3.87
Sum	33.4865	277	1089.4424	132.755213	83.4926	279.58	-0.09
Mean	3.34865	27.7			8.34926		0.09

$$A1 = 7.98942$$

$$Y = C' \cdot \text{avrg} \cdot X$$

$$A0 = 0.94624$$

$$h_D = \frac{\xi \rho_g U_h^2}{2 g \rho_L} \approx Y = C' \cdot X$$

Dimana :

$Y = h_D$ hasil percobaan

$C' =$ konstanta ξ

$$X = \frac{\rho_G U_h^2}{2 g \rho_L} = \frac{1.1645 \text{ kg/m}^3 \cdot U_h^2 \text{ (m/det)}^2}{2 \cdot 9,8 \text{ m/det}^2 \cdot 995.647 \text{ kg/m}^3}$$

$$X = 59.673 U_h^2 \quad m = 0.059673 U_h^2 \text{ mm}$$

$$NRe = \frac{U_h \rho_G d_h}{\mu_G} \text{ Bilangan Reynold}$$

Contoh perhitungan :

$$U_h = \text{kecepatan melalui lubang} = 6.808148 \text{ m/det}$$

$$\rho_G = 1.1645 \text{ kg/m}^3$$

$$d_h = \text{diameter lubang} = 4.5 \text{ mm} = 4.5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$M_G = 1.182 \cdot 10^{-5} \text{ kg/det. m}$$

Dengan memasukkan harga-harga diatas didapat Bilangan Reynold

$$(NRe) = 1968.89$$

Dari grafik 4.2 (Distillation Tray Fundamentals by M. J. Lockett

dengan $\frac{t}{d_h} = \frac{1.5}{4.5} = 0.333$ didapat harga :

$$\xi_0 = 2.4$$

$$\xi = \xi_0 + \emptyset^2 - 2\emptyset \xi_0^{0.5} \quad \emptyset = 0.05$$

$$= 2.4 + (0.05)^2 - 2 \cdot 0.05 (2.4)^{0.5}$$

$$= 2.2476$$

Penurunan Tekanan Plat Kering (mm H ₂ O)	Kecepatan (m/det)	Kecepatan Lubang (m/det)	NRe
9	1.93	4.184626	1210.18
15	2.58	5.593956	1617.75
19	2.78	6.027596	1742.56
23	3.14	6.808148	1968.89
25	3.33	7.220106	2088.03
28	3.35	7.26347	2100.57
32	3.63	7.870566	2276.14
38	4.08	8.846256	2558.31
42	4.34	9.409988	2721.34
46	4.52	9.800264	2834.21

Tabel B.3.1

Pengaruh Faktor F terhadap Bilangan Dispersi/Bilangan Peclet pada Percobaan tanpa Baffle dengan laju Alir Air 105 l/j

Kecepatan Supervisial	Faktor F	Bilangan Dispersi	Bilangan Peclet
(m/det)	(m/det) (kg/m ³) ^{0.5}	D/UL	UL/D
0.15677	0.16918	0.38431	2.60207
0.20957	0.22615	0.42749	2.33924
0.22582	0.24369	0.46749	2.13907
0.25506	0.27524	0.54381	1.83888
0.27049	0.29189	0.58787	1.70106
0.27212	0.29365	0.60719	1.64693
0.29486	0.31819	0.67572	1.47990

Tabel B.3.2

Pengaruh Faktor F terhadap Bilangan Dispersi/Bilangan Peclet pada Percobaan tanpa Baffle dengan laju Alir Air 149 l/j

Kecepatan Supervisial	Faktor F	Bilangan Dispersi	Bilangan Peclet
(m/det)	(m/det) (kg/m ³) ^{0.5}	D/UL	UL/D
0.15677	0.16918	0.42347	2.36144
0.20957	0.22615	0.449	2.22717
0.22582	0.24369	0.45155	2.21459
0.25506	0.27524	0.46295	2.16006
0.27049	0.29189	0.50002	1.9999
0.27212	0.29365	0.52346	1.91036
0.29486	0.31819	0.76097	1.31411

Kecepatan Supervisial	Faktor F	Bilangan Dispersi	Bilangan Peclet
(m/det)	(m/det) (kg/m ³) ^{0.5}	D/UL	UL/D
0.15677	0.16918	0.37765	2.64795
0.20957	0.22615	0.40822	2.44966
0.22582	0.24369	0.45709	2.18775
0.25506	0.27524	0.55623	1.79782
0.27049	0.29189	0.56389	1.77339
0.27212	0.29365	0.64101	1.56004
0.29486	0.31819	0.92677	1.07902

Tabel B.3.4
Pengaruh Faktor F terhadap Bilangan Dispersi/Bilangan Peclet pada
Percobaan dengan Baffle V, laju Alir Air 105 l/j

Kecepatan Supervisial	Faktor F	Bilangan Dispersi	Bilangan Peclet
(m/det)	(m/det) (kg/m ³) ^{0.5}	D/UL	UL/D
0.15677	0.16918	0.45121	2.21626
0.20957	0.22615	0.51591	1.93832
0.22582	0.24369	0.58397	1.71242
0.25506	0.27524	0.66491	1.50396
0.27049	0.29189	0.72351	1.38215
0.27212	0.29365	0.79172	1.26307
0.29486	0.31819	0.92988	1.07541

Kecepatan Supervisial	Faktor F	Bilangan Dispersi	Bilangan Peclet
(m/det)	(m/det) (kg/m ³) ^{0.5}	D/UL	UL/D
0.15677	0.16918	0.42216	2.36878
0.20957	0.22615	0.57057	1.75263
0.22582	0.24369	0.81867	1.22149
0.25506	0.27524	1.0571	0.94598
0.27049	0.29189	1.6727	0.59783
0.27212	0.29365	2.2325	0.44793
0.29486	0.31819	3.1554	0.31692

Tabel B.3.6
Pengaruh Faktor F terhadap Bilangan Dispersi/Bilangan Peclet pada
Percobaan dengan Baffle V, laju Alir Air 189 l/j

Kecepatan Supervisial	Faktor F	Bilangan Dispersi	Bilangan Peclet
(m/det)	(m/det) (kg/m ³) ^{0.5}	D/UL	UL/D
0.15677	0.16918	0.44462	2.24911
0.20957	0.22615	0.64265	1.55606
0.22582	0.24369	0.9415	1.06213
0.25506	0.27524	1.0737	0.93136
0.27049	0.29189	1.6874	0.59263
0.27212	0.29365	1.8568	0.53856
0.29486	0.31819	2.7231	0.36723

Kecepatan Supervisial (m/det)	Faktor F (m/det) (kg/m ³) ^{0.5}	Bilangan Dispersi D/UL	Bilangan Peclet UL/D
0.15677	0.16918	0.44914	2.22648
0.20957	0.22615	0.49225	2.03149
0.22582	0.24369	0.53356	1.8742
0.25506	0.27524	0.5969	1.67532
0.27049	0.29189	0.67105	1.4902
0.27212	0.29365	0.68501	1.45983
0.29486	0.31819	0.70617	1.31609

Tabel B.3.8
Pengaruh Faktor F terhadap Bilangan Dispersi/Bilangan Peclet pada Percobaan dengan Baffle Tegak, laju Alir Air 149 l/j

Kecepatan Supervisial (m/det)	Faktor F (m/det) (kg/m ³) ^{0.5}	Bilangan Dispersi D/UL	Bilangan Peclet UL/D
0.15677	0.16918	0.41547	2.40691
0.20957	0.22615	0.48491	2.06224
0.22582	0.24369	0.53049	1.88505
0.25506	0.27524	0.58962	1.69601
0.27049	0.29189	1.0531	0.94958
0.27212	0.29365	1.2044	0.83029
0.29486	0.31819	1.5928	0.62782

Harga rata-rata dan variansi dari kurva-kurva ini dapat diperoleh sebagai berikut :

$$\overline{\theta_C} = \frac{\overline{tc}}{t} = 1 \dots\dots\dots(2.14)$$

Kecepatan Supervisial	Faktor F	Bilangan Dispersi	Bilangan Peclet
(m/det)	(m/det) (kg/m ³) ^{0.5}	D/UL	UL/D
0.15677	0.16918	0.37898	2.63866
0.20957	0.22615	0.42203	2.36949
0.22582	0.24369	0.59156	1.69044
0.25506	0.27524	0.64978	1.53898
0.27049	0.29189	1.1389	0.87804
0.27212	0.29365	1.4753	0.67783
0.29486	0.31819	1.6443	0.60816

B.4. Perhitungan Harga E_{MV}/E_{OG}

Hubungan antara E_{MV} dan E_{OG} dihitung dengan persamaan :

$$\frac{E_{MV}}{E_{OG}} = \frac{1 - \exp[-(\eta + pe)]}{(\eta + Pe) \left\{ 1 + \left[\frac{(\eta + Pe)}{\eta} \right] \right\}} + \frac{\exp \eta - 1}{\eta \left\{ 1 + \left[\frac{\eta}{(\eta + Pe)} \right] \right\}}$$

Untuk menghitung harga η digunakan korelasi stichlmair/Mersmann (1978) :

$$\alpha = 1 - \left(\frac{F}{F_{\max}} \right)^{0.28} \text{ dengan syarat } 0,03 < \frac{F}{F_{\max}} < 0,9$$

$$F_{\max} = 2,5 (\phi^2 \sigma (\rho_L - \rho_G) g)^{0.25}$$

$$\sigma = 71,5 \text{ dyne/cm} = 71,5 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{N/m} = 71,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg/det}^2$$

$$\rho_L = 995,647 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_G = 1,1645 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,8 \text{ m.dey}^2$$

$$\begin{aligned} F_{\max} &= 2,5 [(0,05)^2 \cdot 71,5 \cdot 10^{-3} (995,647 - 1,1645) 9,8]^{0,25} \\ &= 2,87215 \text{ kg}^{0,5} \text{ m}^{-0,5} \text{ det}^{-1} \end{aligned}$$

Contoh :

$$F = 0,16918 \text{ (m/det) (kg/m}^3)^{0,5}$$

$$= 0,16918 \text{ kg}^{0,5} \text{ m}^{-0,5} \text{ det}^{-1}$$

$$\frac{F}{F_{\max}} = \frac{0,61918}{2,87215} = 0,059 \implies \text{syarat memenuhi}$$

$$\alpha = 1 - (0,059)^{0,28}$$

$$= 1 - 0,4527$$

$$= 0,5473$$

$$\eta = \frac{1 - \alpha}{\alpha} = \frac{1 - 0,5473}{0,5473} = 0,8271$$

Contoh :

$$Pe = 2,60207$$

$$\eta = 0,8271$$

$$\frac{\exp 0,8271 - 1}{0,8271 \left\{ 1 + \left[\frac{0,8271}{0,8271 + 2,60207} \right] \right\}}$$

$$= \frac{1 - \exp(-3,42917)}{17,64656} + \frac{\exp 0,8271 - 1}{1,026593}$$

$$\frac{E_{MV}}{E_{OG}} = 1,3079$$

Hasil perhitungan yang lain pada tabel B.4.

Tabel B.4.1

Harga $\frac{E_{MV}}{E_{OG}}$

Pada Percobaan tanpa Baffle, Laju Alir Air 105 l/j

Faktor F	Pe	$\alpha = 1 - \left(\frac{F}{F_{\max}} \right)^{0,28}$	$\eta = \frac{(1 - \alpha)}{\alpha}$	$\frac{E_{MV}}{E_{OG}}$
0.16918	2.60207	0.547478	0.826558	1.307900
0.22615	2.33924	0.509168	0.963989	1.368469
0.24369	2.13907	0.498794	1.004837	1.379499
0.27524	1.83888	0.481413	1.077217	1.400246
0.29189	1.70106	0.472814	1.114994	1.411491
0.29365	1.64693	0.471926	1.118974	1.409385
0.31819	1.47990	0.459925	1.174269	1.427413

Faktor F	Pe	$\alpha = 1 - \left(\frac{F}{F_{\max}}\right)^{0,28}$	$\eta = \frac{(1 - \alpha)}{\alpha}$	$\frac{E_{MV}}{E_{OG}}$
0.16918	2.36144	0.547478	0.826558	1.296894
0.22615	2.22717	0.509168	0.963989	1.362051
0.24369	2.21459	0.498794	1.004837	1.384275
0.27524	2.16006	0.481413	1.077217	1.422945
0.29189	1.99990	0.472815	1.114994	1.434501
0.29365	1.91036	0.471926	1.118974	1.430239
0.31819	1.31411	0.459926	1.174269	1.411689

Tabel B.4.3

Harga $\frac{E_{MV}}{E_{OG}}$

Pada Percobaan tanpa Baffle, Laju Alir Air 189 l/j

Faktor F	Pe	$\alpha = 1 - \left(\frac{F}{F_{\max}}\right)^{0,28}$	$\eta = \frac{(1 - \alpha)}{\alpha}$	$\frac{E_{MV}}{E_{OG}}$
0.16918	2.64795	0.547478	0.826558	1.309902
0.22615	2.44966	0.509168	0.963989	1.374566
0.24369	2.18775	0.498794	1.004837	1.382526
0.27524	1.79782	0.481413	1.077217	1.397165
0.29189	1.77339	0.472815	1.114994	1.417274
0.29365	1.56004	0.471926	1.118974	1.402085
0.31819	1.07902	0.459925	1.174269	1.387749

Faktor F	Pe	$\alpha = 1 - \left(\frac{F}{F_{\max}}\right)^{0.28}$	$\eta = \frac{(1 - \alpha)}{\alpha}$	$\frac{E_{MV}}{E_{OG}}$
0.16918	2.21626	0.547478	0.826558	1.289817
0.22615	1.93832	0.509168	0.963989	1.344366
0.24369	1.71242	0.498794	1.004837	1.350732
0.27524	1.50396	0.481413	1.077217	1.373797
0.29189	1.38215	0.472815	1.114994	1.384202
0.29365	1.26307	0.471926	1.118974	1.375396
0.31819	1.07541	0.459925	1.174269	1.387365

Tabel B.4.5

Harga $\frac{E_{MV}}{E_{OG}}$

Pada Percobaan dengan Baffle V, Laju Alir Air 149 l/j

Faktor F	Pe	$\alpha = 1 - \left(\frac{F}{F_{\max}}\right)^{0.28}$	$\eta = \frac{(1 - \alpha)}{\alpha}$	$\frac{E_{MV}}{E_{OG}}$
0.16918	2.36878	0.547478	0.826558	1.297243
0.22615	1.75263	0.509168	0.963989	1.332045
0.24369	1.22149	0.498794	1.004837	1.311873
0.27524	0.94598	0.481413	1.077217	1.322113
0.29189	0.59783	0.472815	1.114994	1.302073
0.29365	0.44793	0.471926	1.118974	1.285286
0.31819	0.31692	0.459925	1.174269	1.294411

Faktor F	Pe	$\alpha = 1 - \left(\frac{F}{F_{\max}} \right)^{0.28}$	$\eta = \frac{(1 - \alpha)}{\alpha}$	$\frac{E_{MV}}{E_{OG}}$
0.16918	2.24911	0.547478	0.826558	1.291448
0.22615	1.55606	0.509168	0.963989	1.318102
0.24369	1.06213	0.498794	1.004837	1.297693
0.27524	0.93136	0.481413	1.077217	1.320611
0.29189	0.59263	0.472815	1.114994	1.301444
0.29365	0.53856	0.471926	1.118974	1.296743
0.31819	0.36723	0.459925	1.174269	1.301171

Tabel B.4.7

Harga $\frac{E_{MV}}{E_{OG}}$

Pada Percobaan dengan Baffle Tegak, Laju Alir Air 105 l/j

Faktor F	Pe	$\alpha = 1 - \left(\frac{F}{F_{\max}} \right)^{0.28}$	$\eta = \frac{(1 - \alpha)}{\alpha}$	$\frac{E_{MV}}{E_{OG}}$
0.16918	2.22648	0.547478	0.826558	1.290326
0.22615	2.03149	0.509168	0.963989	1.350259
0.24369	1.87420	0.498794	1.004837	1.362133
0.27524	1.67532	0.481413	1.077217	1.387711
0.29189	1.49020	0.472815	1.114994	1.393789
0.29365	1.45983	0.471926	1.118974	1.393890
0.31819	1.31609	0.459925	1.174269	1.411882

Faktor F	Pe	$\alpha = 1 - \left(\frac{F}{F_{\max}} \right)^{0.28}$	$\eta = \frac{(1 - \alpha)}{\alpha}$	$\frac{E_{MV}}{E_{OG}}$
0.16918	2.40691	0.547478	0.826558	1.299042
0.22615	2.06224	0.509168	0.963989	1.352164
0.24369	1.88505	0.498794	1.004837	1.362876
0.27524	1.69601	0.481413	1.077217	1.389335
0.29189	0.94958	0.472815	1.114994	1.341875
0.29365	0.83029	0.471926	1.118974	1.331005
0.31819	0.62782	0.459925	1.174269	1.335611

Tabel B.4.9

Harga $\frac{E_{MV}}{E_{OG}}$

Pada Percobaan dengan Baffle Tegak, Laju Alir Air 189 l/j

Faktor F	Pe	$\alpha = 1 - \left(\frac{F}{F_{\max}} \right)^{0.28}$	$\eta = \frac{(1 - \alpha)}{\alpha}$	$\frac{E_{MV}}{E_{OG}}$
0.16918	2.63866	0.547478	0.826558	1.309499
0.22615	2.36949	0.509168	0.963989	1.370161
0.24369	1.69044	0.498794	1.004837	1.349133
0.27524	1.53898	0.481413	1.077217	1.376708
0.29189	0.87804	0.472815	1.114994	1.334203
0.29365	0.67783	0.471926	1.118974	1.313578
0.31819	0.60816	0.459925	1.174269	1.333132

(Untuk Data Laju Alir Air 105 l/j)

Faktor F	Tanpa Baffle		Memakai Baffle Tegak		Memakai Baffle V	
	Tinggi Liquida	Tinggi Liquida	% Perubahan	Tinggi Liquida	% Perubahan	
0.16918	19	29	52.63	35	84.21	
0.22615	19	29	52.63	35	84.21	
0.24369	19	28	47.37	35	84.21	
0.27524	18	28	55.56	34	88.89	
0.29189	18	28	55.56	34	88.89	
0.29365	18	28	55.56	34	88.89	
0.31819	18	28	55.56	34	88.89	
% Perubahan rata-rata :			53.55	86.88		

Tabel B.5.2
Prosen Perubahan Nilai Tinggi Liquida Jernih
Terhadap Kondisi tanpa Baffle
(Untuk Data Laju Alir Air 149 l/j)

Faktor F	Tanpa Baffle		Memakai Baffle Tegak		Memakai Baffle V	
	Tinggi Liquida	Tinggi Liquida	% Perubahan	Tinggi Liquida	% Perubahan	
0.16918	20	32	60	35	75	
0.22615	20	31	55	35	75	
0.24369	20	30	50	35	75	
0.27524	19	28	47.37	34	78.95	
0.29189	19	28	47.37	33	73.68	
0.29365	19	28	47.37	32	68.42	
0.31819	19	28	47.37	32	68.42	
% Perubahan rata-rata :			50.64	73.5		

(Untuk Data Laju Alir Air 149 l/j)

Faktor F	Tanpa Baffle	Memakai Baffle Tegak		Memakai Baffle V	
	Tinggi Liquida	Tinggi Liquida	% Perubahan	Tinggi Liquida	% Perubahan
0.16918	19	34	78.95	36	89.47
0.22615	19	30	57.89	35	84.21
0.24369	18	30	66.67	34	88.89
0.27524	18	30	66.67	33	83.33
0.29189	18	30	66.67	33	83.33
0.29365	18	29	61.11	33	83.33
0.31819	18	29	61.11	32	77.78
% Perubahan rata-rata :			65.58	84.33	

C *****

C 1. UNTUK INTERPOLASI DIGUNAKAN CUBIC SPLINE ---

C 2. UNTUK MENYELESAIKAN PERSAMAAN LINEAR SRIMULTAN DIGUNAKAN
METODA GAUS ---

C 3. UNTUK Mencari AKAR DARI SUATU FUNGSI DIGUNAKAN METODA LINEAR
C INTERPOLATION ITERATIVE METHOD ---

C *****

C

CHARACTER*12 DATA, HASIL

DIMENSION T(50), TC(50), T2(50), T2C(50), COND(50), CONS(50),

+ DX(50), DY(50), C(150,150)

DIMENSION DH(50),DELY(50),X(50),XA(50),XB(50),XC(50),XD(50),S(50)

C --- + FILE INPUT & OUTPUT -----

WRITE(*,'(A)') 'NAMA FILE INPUT DATA: '

READ(*,'(A)') DATA

WRITE(*,'(A)') 'TULIS NAMA FILE OUTPUT: '

READ(*,'(A)') HASIL

C -----

OPEN (UNIT=5,FILE=DATA,STATUS='OLD')

OPEN (UNIT=6,FILE=HASIL,STATUS='NEW')

WRITE(6,7) DATA, HASIL

7 FORMAT (6X,'File input:',1X,A12,/6X,'File output:',1X,A12,/))

C --- PROSES BACA DATA UNTUK KONVERSI -----

READ (5,*) NKONV

DO TT J=1, NKOND

11 READ(5,*) T(J), COND(J)

C --- PROSES MENYUSUN PERSAMAAN UNTUK KONVERSI ----

C ---

CALL CUBIC (NKONV,NKOND,DX,DY,DH,DELY,X,XA,XB,XC,XD,C,S
+ T,COND,CONS)

C

C --- PROSES MENGHITUNG D/UL ----

CALL HITUNG1(NKOND,T,TN,CONS,TCT2,T2C,ST,SC,STC,ST2C,D2,TT)

CALL HITUNG2(D2,TT,FXO,FXK,XO,XK,XX)

CAL OUTPUT(TN,SC,STC,ST2C,TT,D2,XX)

C -----

STOP

END

SUBROUTINE CUBIC(NKONV,NKOND,DX,DY,DH,DELY,X,XA,XB,XC,XD,

+ C,S,T,COND,CONS)

C MENGHITUNG INTERPOLASICUBIC SPLINE

C DAN PERSAMAAN SIMULTANNYA DISELESAIKAN

C DENGAN METODE GAUSS

DIMENSION C(150, 150),DY(50),DX(50),DH(50),DELY(50),X(50),T(50)

DIMENSION XA(50),XB(50),XC(50),XD(50),S(50),COND(50),CONS(50)

C – JUMLAH MATRIX DELY(I) --> I=1,N-2

N1=NKONV-1

N2=NKONV-2

N3=NKONV-3

C – SELISIH HARGA DX

DO 30 I=1,N1

DO 40 I = 1, N2

I2 = I + 2

I1 = I + 1

DELY(I) = 6 * ((DY(I2) - DY(I1)) / DH(I1) - DY(I)) / DH(I)

40 CONTINUE

C – MATRIK KOEFISIEN DIBERI HARGA AWAL = 0 -----

DO 50 I = 1, N2

DO 50 J = 1, N2

C(I, J) = 0.0

50 CONTINUE

C – HARGA KOEF. MATRIK -----

C(I, 1) = 3 * DH(1) + (2 * DH(2))

C(1, 2) = DH(2)

C(N2, N3) = DH(N2)

C(N2, N2) = 2 * DH(N2) + 3 * DH(N1)

DO 60 I = 2, N3

I1 = I + 1

IM1 = I - 1

C(I, I) = 2 * (DH(I) + DH(I1))

C(I, IM1) = DH(I)

C(I, I1) = DH(I1)

60 CONTINUE

WRITE(6, 61)

61 FORMAT(/6X, 'Data untuk konversi nilai:',

+ /6X, '-----',

+ /6X, 'No.', 'Konduktivitas', 'Konsentrasi',

M=N2-1

DO 100 I = 1,M

L = I+1

DO 100 J=L,N2

IF(C(J,I)) 70,100,70

70 DO 80 K =L,N2

80 C(J,K) = (C(J,K) - C(I,K)*C(J,I))/C(I,I)

DELY(J)=DELY(J) - DELY(I)*C(J,I)/C(I,I)

100 CONTINUE

X(N2) = DELY(N2)/C(N2,N2)

DO 300 I = 1,M

K = N2 - 1

L = K + 1

DO 200 J = L,N2

200 DELY(K) = DELY(K) - X(J)*C(K,J)

X(K) = DELY(K)/C(K,K)

300 CONTINUE

C --- HARGA TURUNAN KEDUA PADA TITIK DATA -----

WRITE (6,778)

778 FORMAT (/6X,'Harga turunan kedua persamaan cubic:',)

+ /6x,'-----',/)

I=1

S(I) = X(1)

WRITE(6,779) I,S(I)

DO 340 I = 2,N1

IM 1 = I-1

```

S(I)-S(N1)
WRITE(6,779) I,S(I)
779 FORMAT (6X,'S(',I2,')=',F10.6)
C --- HARGA KONSTANTA FUNGSI  $Y_x=A(X-X_i)^3 + B(X-X_i)^2 + C(X-X_i) + D$ 
C --- HARGA CONS(I)=Yx(I)
WRITE(6,780)
780 FORMAT(/6X,'No.,' a ',1X,' b ',1X,
+ ' c ',1X,' d ',/6X
+ '-----',
+ '-----',/)

DO 350 I=1,N1
I1=I+1
IM1=I-1
XA(I)=(S(I1)-S(I))/(6*DH(I))
XB(I)=S(I)/2
XC(I)=(DY(I1)-DY(I))/DH(I) - DH(I)*(2*S(I)+S(I1))/6
XD(I)=DY(I)
WRITE(6,781) I,XA(I),XB(I),XC(I),XD(I)
781 FORMAT(6X,I3,4(1X,F10.6))
350 CONTINUE
C KONVERSI HARGA KONDUKTIVITAS ----> KONSENTRASI
WRITE(6,782)
782 FORMAT(/6X,' t ', 'Konduktivitas', 'Konsentrasi',
+ /6X,'-----',/)
DO 475 J=1,NKOND
XXX=COND(J)

```


450 CONTINUE

460 CONS(J)=XA(I)*(XXX-DX(I))**3+XB(I)*(XXX-DX(I))**2+

+ XC(I)*(XXX-DX(I))+XD(I)

GO TO 465

470 CONS(J)=XA(N1)*(XXX-DX(NKONV))**3+XB(N1)*(XXX-DX(NKONC))**2+

+ XC(N1)*(XXX-DX(NKONV))+DY(NKONV)

465 XXX=0

WRITE(6,783) T(J),COND(J),CONS(J)

783 FORMAT(6X,F5.1,2(2X)F10.5)

475 CONTINUE

RETURN

END

SUBROUTINE HITUNG1(NKOND,T,TN,CONS,TC,T2,T2C,

+ ST,SC,STC,ST2C,D2,TT

C --- UNTUK MENGHITUNG PARAMETER DATA ---

DIMENSION T(50),CONS(50),TC(50),T2(50),T2C(50)

ST=10

SC=0

STC=0

ST2C=0

DO 20 I=1,NKOND

TC(I)=T(I)*CONS(I)

T2(I)=T(I)*T(I)

T2C(I)=T2(I)*CONS(I)

ST=ST+T(I)

STC=STC+TC(I)

ST2C=STC2+T2C(I)

```

WRITE(6,21)D2,TT
21 FORMAT(/6X,'Variance =',E12.5,2X,'second 2.',
+       /6X,'t average =',E8.3,2X,'second.',/)
RETURN
END
SUBROUTINE HITUNG2(D2,TT,FXO,FXK,XO,XK,XX)
C ---- UNTUK MENYELESAIKAN AKAR DG METODA LINEAR ITERATIVE-----
C ---- TAKSIRAN AWAL HARGA AKAR -----
WRITE(6,131)
IT=1
XO=0.5
C --- HARGA FUNGSI FX -----
FXO=2*XO-2*XO**2*(1-EXP(-1/XO))-D2/(TT*TT)
WRITE(6,31) IT,XO,FXO
C ----- ITERASI=2 -----
IT=2
XK=3.5
C --- HARGA FUNGSI FX -----
FXK=2*XK-2*XK**2*(1-EXP(-1/XK))-D2/(TT*TT)
WRITE(6,31) IT,XK,FXK
10 IT=IT+1
C --- HARGA FUNGSI FX -----
FXK=2*XK-2*XK**2*(1-EXP(-1/XK))-D2/(TT*TT)
C--SYARAT KONDISI PENENTUAN HARGA AKAR X ADALAH UNTUK FX=0--
15 IF((ABS(FXK).LE.0.000001).AND.XK.GT.0) GOTO 100
WRITE(6,31) IT,XK,FXK
31 FORMAT(3X,'IT = ',13,2X,'D/UL =',E11.5,2X,'ERROR =',E11.5)

```

XX-XX

```
101 FORMAT (/3X,'Optimelresul: ',/2X.20('-').  
+ /3X,'D/UL = ',E11.5,2X,'ERROR = ',E11.5)  
131 FORMAT (/3X,'ITERATION TO FIND D/UL : ',/3X,25('-'),/)  
RETURN  
END
```

```
SUBROUTINE OUTPUT(TN,SC,STC,ST2C,TT,D2,XX)
```

```
C --- UNTUK MENULI DATA & HASIL
```

```
WRITE(*,401) TN,SC,STC,ST2C,TT,D2,XX
```

```
401 FORMAT (/,6X, 'Total t = ',F11.5, ' sec.',  
+ /, 6X,'Total C = ',F11.5,'mol/ltr',  
+ /, 6X,'Total t.C = ',F11.5,' mol,sec/ltr',  
+ /, 6X,'Total t.t.C = ',F11.5,' mol.sec 2/ltr',  
+ /, 6X,'t average = ',F11.5,'sec.',  
+ /, 6X,'Variance = ',F11.5,'sec2',  
+ /,6x,' D/UL = ',E11.5)
```

```
RETURN
```

```
END
```

```
C *****
```

```
C ---- PROGRAM REGRESI MULTI-LINEAR -----
```

```
C
```

```
C *****
```

```

CHARACTER 12 INPUT,HASIL
1 WRITE(*,*) 'TULIS NAMA FILE INPUT : '
  READ (*,'(A)') INPUT
  WRITE(*,*) 'TULIS NAMA FILE OUTPUT : '
  READ (*,'(A)')HASIL
  OPEN (UNIT=1, FILE=INPUT,STATUS='OLD')
  OPEN (UNIT=2, FILE=HASIL,STATUS='NEW')

  WRITE(2,'(A12)') INPUT
  WRITE(2,'(A12)') HASIL
  CALL DATA(NVAR,NDATA,DX,DY)
  CAL KOF(NVAR,NDATA,DX,DY,X,Y,AXX,AXY)
  CAL GAUSS(NVAR,AXX,AXY,CX)
  CAL FUNGSI(NVAR,NDATA,DX,DY,CX,C,RDY,VARY)
  CAL TULIS (NVAR,NDATA,DX,DY,RDY,C,VARY)

STOP
END

```

```

SUBROUTINE DATA (NVAR,NDATA,DX,DY)
DOUBLE PRECISION DX(30,30), DY (30)
C -----
C subroutine ini untuk membaca data : ndata = jml.data
C          nvar  =  jml.variabel
C          dx(i,j) = dx(data ke-, variabel ke-)
C          dy(i)  =  dy(data ke-)
C -----
  READ(1*) NDATA,NVAR

```

END

SUBROUTINE KOEF(NVAR,NDATA,DX,DY,X,Y,AXX,AXY)

C -----

C subroutine ini perlu disesuaikan untuk kasus yang lain !!

C bentuk dasar fungsi $DY = a.X_1^b.X_2^c$ diubah menjadi,

C bentuk fungsi --> $\log DY = \log a + b \log DX_1 + c \log DX_2$

C sehingga dapat dianggap sebagai : $Y = c_1 + c_2.X_1 + c_3.X_2$

C -----

DOUBLE PRECISION DX(30,30),DY(30),X(30,30),Y(30),

+ AXX(30,30),AXY(30)

C menyusun harga variabel fungsi linear.

DO 10 I=1,NDATA

Y(I)=DLOG10(DY(I))

DO 10 J=1,NVAR

X(I,J) = DLOG10(DX(I,J))

10 CONTINUE

C menyusun matrik koefisien untuk diselesaikan dengan metode Gauss.

C bentuk yang akan diselesaikan ----> [Axx]. (c)=(Axy)

DO 15 I=1,NVAR + 1

DO 15 J=1,NVAR + 1

AXX(I,J)=0

15 CONTINUE

DO 20 I=1,NVAR+1

I1=I-1

DO 20 J=1,NVAR+1

J1=J-1

IF(I.EQ.1.AND.J.GT.1) AXX(I,J)=AXX(I,J)+X(I,1) X(I,J,1)

20 CONTINUE

DO 25 I=1,NVAR+1

25 AXY(I)=0

DO 30 I=1,NVAR+1

I1=I-1

DO 30 J=1,NDATA

J1=J-1

IF(I.EQ.1) AXY(I)=AXY(I)+Y(J)

IF(I.GT.1) AXY(I)=AXY(I)+X(J,I1)*YY(J)

30 CONTINUE

RETURN

END

SUBROUTINE GAUSS(NVAR,AXX,AXY,CX)

C -----

C subroutine untuk eliminasi Gauss [Axx].(Cx)=[Axy]

C dimana : [Axx] dan [Axy] didapat dari subroutine KOEF

C (Cx) didapat dari subroutine ini!

C -----

DOUBLE PRECISION AXX(30,30),AXY(30),CX(30)

NVAR1=NVAR+1

M = NVAR1 - 1

DO 10 I=1,M

L=I+1

DO 10 J=L,NVAR1

IF (AXX(J,I)) 7,10,7

K=NVAR1-I

L=K+1

DO 30 J=L,NVAR1

AXY(K) = AXY(K) - CX(J)*AXX(K,J)

CX(K) = AXY(K)/AXX(K,K)

30 CONTINUE

RETURN

END

SUBROUTINE FUNGSI (NVAR,NDATA,DX,DY,CX,C,RDY,VARY)

C -----

C subroutine ini untuk menghitung harga fungsi & error yang terjadi

C dari regresi linear linear multi varibel ini.

C harga2 ini harus diubah untuk kasus lain!

C $CX(1) = \log c1 \rightarrow a = 10^{CX(1)}$

C $CX(2) = c2$

C $CX(3) = c3$ dst.

C $Y(I) = \log DY(I) \rightarrow DY(I) = 10^{Y(I)}$

C $X(I,J) = \log DX(I,J) \rightarrow DX(I) = 10^{DX(I,J)}$

C

C bentuk regresi $\rightarrow RDY(I) = c1.DX(I,1)^{c2}.DX(I,2)^{c3}.DX(I,3)^{c4} \dots$ Dst.

C -----

DOUBLE PRECISION DX(30,30)DY(30),CX(30),C(30),RDY(30)

NVAR1=NVAR+1

DO 1 I =1,NVAR+1

1 WRITE(*,11) I,CX(I)

11 FORMAT (5X,I2,5X,E15.4)

```

DO 10 I=1,NDATA
10 RDY(I)=C(1)
   DO 20 I=1,NDATA
   DO 20 J=1,NVAR
       J1=J+1
       IF (J1.GT.NVAR1) GOTO 20
       RDY(I)=RDY(I)*DX(I,J)**C(J1)
20 CONTINUE
   VARY=0
   DO 30 I=1,NDATA
30 VARY=(VARY+(RDY(I)-DY(I))*(RDY(I)-DY(I)))/NDATA
   RETURN
   END

```

```

SUBROUTINE TULIS(NVAR,NDATA,DX,DY,RDY,C,VARY)

```

```

C -----

```

```

C menulis data dan hasil regresi

```

```

C -----

```

```

   DOUBLE PRECISION DX(30,30),DY(30),RDY(30),C(30)
   WRITER(2,100) NVAR,VARY
   WRITE(2,101)
   DO 5 I=1,NDATA
5 WRITE(2,109)I,(DX(I,J),J=1,NVAR),DY(I),RDY(I)
   WRITE(2,110)
   NVAR1=NVAR+1
   DO 10 I=1,NVAR1
10 WRITE(2,115)I,C(I)

```


3 5X, SQUARE ERROR (S²) : ,E15.4)

101 FORMAT(/5X,'DATA F,L,Pe & ESTIMASI Pe :',/5X,31('-'),/5X,

1'No.',1X,' DATA F ',1X,' DATA L ', 1X,' DATA Pe ', 1X,

2'ESTIMASI Pe', /5X,55('-'))

109 FORMAT (5X,I2,1X,E12.4,1X,E12.4,1X,E12.4,1X,E12.4,1X,E12.4)

110 FORMAT(/5X,'KONSTANTA REGRESI',/5X,20('-'))

115 FORMAT (5X,'C(',I2,') = ',E12.4)

RETURN

END