

## THE BAFFLE V AND ERECT INFLUENCE ON THE DISTILATION SIEVE PLATE TOWARD MIXING SYSTEM AIR-WATER

**Retno Dewati**

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri UPN "Veteran" Jawa Timur  
Jl. Raya Rungkut Madya – Gunung Anyar – Surabaya  
Email: dewati.r@gmail.com

### 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 0.2m diameter and 1.4 m height 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 fuild 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  $h_D = 8.34926 \left( \frac{\rho_G U_h^2}{2g \rho_L} \right)$ . The value of residual pressure drop at the column of sieve plate without baffle and with use a*

*baffle in this study almost constant, i.e. 1-2 mm H<sub>2</sub>O. The relation among the Peclet number, the F factor and the flow rate of water can expresse 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  $E_{MV} / E_{OG}$  fot the experiment use a baffle.*

### PENDAHULUAN

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.

Sieve tray makin sering digunakan dalam kolom distilasi. Salah satu cara untuk me-

ningkatkan 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.

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari secara eksperimen pengaruh baffle terhadap karakteristik daripada tray kolom distilasi.

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

### Kinerja Sieve Plate Distilasi

Distilasi adalah suatu proses yang bertujuan memisahkan suatu campuran liquida yang

“miscible” dan “volatile” menjadi kom-ponennya 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 multi-komponen.

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

D.W. Weiler & R.D. Kirk Patrick, M.J. Lochett (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.

**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 reformasi 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 molekuler.

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

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

Dimana :

$\mathcal{D}$  = Koefisien difusi molekuler

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

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

Dimana :

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

Dalam bentuk tak berdimensi dimana :

$$Z = \frac{(Ut + X)}{L} \text{ dan}$$

$$\theta = \frac{t}{t} = t \frac{U}{L} \dots\dots\dots (3)$$

Persamaan diferensial yang menggambarkan model dispersi adalah :

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

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.

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

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

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

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

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

**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 variasi 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 :

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

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

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

Besaran numerik yang kedua adalah variasi  $\sigma^2$  yang menunjukkan kettervariansinya suatu sebaran.

Variansi  $\sigma^2$  didefinisikan sebagai berikut :

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

Dan dalam bentuk diskrit :

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

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

$$\sigma_{\theta}^2 = \frac{\sigma^2}{\bar{t}^2} = 2 \frac{D}{UL} - 2$$

$$\left( \frac{D}{UL} \right)^2 \left( 1 - e^{-UL/D} \right) \dots\dots\dots (15)$$

**b) Bejana terbuka**

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

$$C_0 = \frac{1}{2\sqrt{\pi\theta\left(\frac{D}{UL}\right)}} \exp\left[-\frac{(1-\theta)^2}{4\theta\left(\frac{D}{UL}\right)}\right] \quad (16)$$

Dengan harga rata-rata dan variansi:

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

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

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

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

**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 :

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

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

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

Dimana :

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

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

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

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

Harga rata-rata dan variansinya :

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

$$\bar{t}_{\theta} = N ; \sigma_{\theta}^2 = N \quad \dots\dots\dots (24)$$

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

(Octave Levenspiel, 1972)

**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 :

$$h_T = h_D + h_{buih} \quad \dots\dots\dots (26)$$

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

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

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

$$h_{buih} = h_{cl} + h_r \quad \dots\dots\dots (27)$$

Sehingga persamaan (26) dapat dituliskan:

$$h_T = h_D + h_{cl} + h_r \quad \dots\dots\dots (28)$$

Jadi penurunan tekanan pada distalasi 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 :

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

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

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

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

**B. Penurunan Tekanan karena Tinggi Liquida Jernih (h<sub>cl</sub>)**

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.

**Kerapatan Dispersi**

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

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

Dimana :

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

$\alpha$  = 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)

$$\alpha = \exp [-(0.586 F_s + \text{Bubble cap } 0.45)]$$

Andrew (1969)

$$\alpha = 1 - (u_s / 5.6)^{0.17} \quad \text{Sieve, spray regime}$$

Gardner & Mc Lean (1969)

$$\alpha = 1 - \frac{0.205 F + 8.7 \sigma \rho_L}{\rho H_2O} \quad 0.49 < F_s < 1.1$$

Kastanek (1970)

$$\frac{(1 - \alpha)^3}{\alpha} = 4.45 \mu_s \quad \text{Bubble cap and sieve}$$

Stichlmair (1978)

Bubble cap and sieve

$$\alpha = 1 - \left( \frac{F}{F_{max}} \right)^{0.28} \quad 0.03 < \frac{F}{F_{max}} < 0.9$$

Takehashi et.al (1979) Sieve d<sub>h</sub> < 2 mm, u<sub>s</sub> < 1.0 ms<sup>-1</sup>

$$\eta = 8.5 Fr^{0.5} \quad Fr \leq 4.68 \times 10^{-4} \phi^{-0.56}$$

$$\eta = 1.25 \phi^{-0.14} Fr^{0.25} \quad Fr \leq 4.68 \times 10^{-4} \phi^{-0.56}$$

Colwell (1979)

$$\eta = 1.26 (Fr')^{0.4} \phi^{0.25} \quad \text{Sieve, froth regime}$$

Hofhuis & Zuiderweg (1979)

Sieve

Fr < 1.0 all systems

$$\eta = 3.4 Fr^{0.75} \quad 1.0 < Fr < 15.3 \text{ air-water}$$

$$\eta = 3.4 Fr^{0.3} \quad 1.0 < Fr < 4.0 \text{ hydrocarbons}$$

Fr > 15.3 air - water

$$\eta = 420 Fr \rho_G / \rho_L \quad Fr > 4.0 \text{ hydrocarbons}$$

$$F_{max} = 2.5 (\phi^2 \sigma (\rho_G - \rho_L) g)^{0.25}$$

$$Fr' = Fr \rho_G / (\rho_L - \rho_G)$$

**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 (33) dan (34), dimana N<sub>G</sub> dan N<sub>L</sub> yaitu jumlah satuan perpindahan fase uap dan liquid yang berhubungan dengan koefisien perpindahan massa.

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

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

**Hubungan antara Efisiensi Tray (E<sub>MV</sub>) dan Efisiensi Titik (E<sub>OG</sub>)**

Efisiensi tray berhubungan dengan pola cairan diatas tray. Lewis's menjabarkan formula yang berhubungan dengan E<sub>MV</sub> dan E<sub>OG</sub>, dengan anggapan perubahan konsentrasi yang diperhitungkan ke arah aliran liquida. Lewi's (1936) mendapat hubungan antara E<sub>MV</sub> dan E<sub>OG</sub> untuk

beberapa tingkatan pencampuran liquid sebagai berikut :

$$\frac{E_{MV}}{E_{OG}} = \frac{1 - \exp[-(\eta + Pe)]}{(\eta + Pe) \left\{ 1 + \left[ \frac{(\eta + Pe)}{\eta} \right] \right\} + \frac{\exp \eta - 1}{\eta \left\{ 1 + \left[ \frac{\eta}{(\eta + pe)} \right] \right\}} \dots\dots\dots (305)$$

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

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

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

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

**METODE PENELITIAN**

**Bahan**

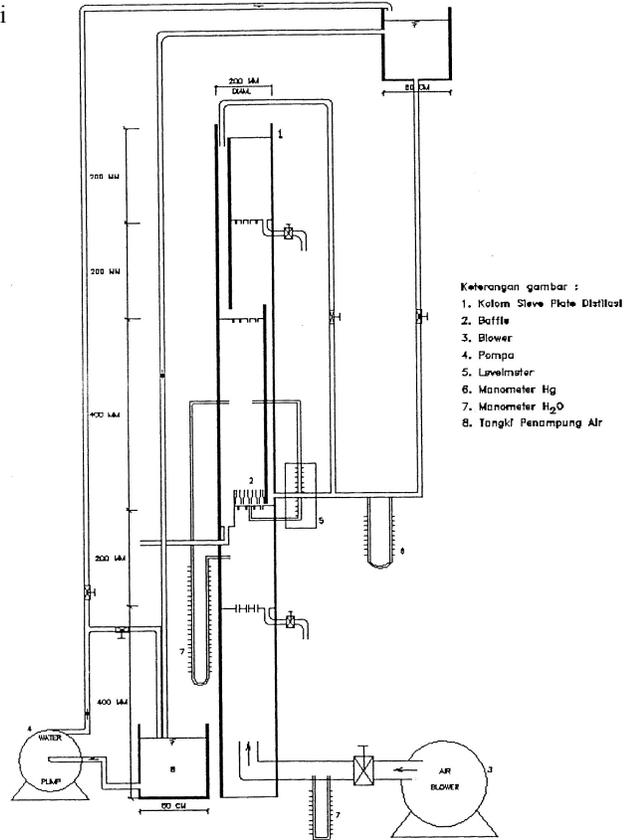
Pada penelitian ini digunakan bahan-bahan :

- Air
- NaCl

**Alat**

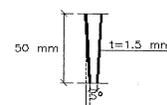
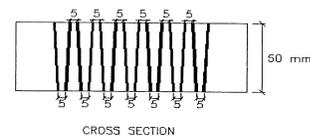
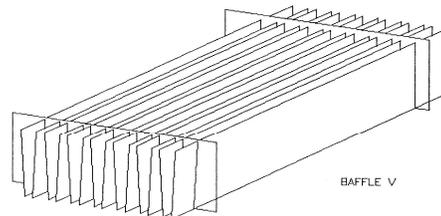
Peralatan yang digunakan :

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 E<sub>2</sub>, 220 V, 370 W, 180 mmWG, 50 Hz, 3.36 A, 4 m<sup>3</sup>/min, 2800 Rpm, 100 μF.
7. Pompa  
Fungsi : untuk mengalirkan air dari tangki ke kolom  
Spesifikasi : Merk Yusco, Pump LQ 100  
Q = 5 – 40 l/menit;  
Q<sub>max</sub> = 45 l/menit
8. Orificemeter  
Fungsi : untuk mengatur laju alir udara dan laju alir air.
9. Tangki Penampung Cairan.

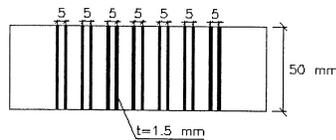
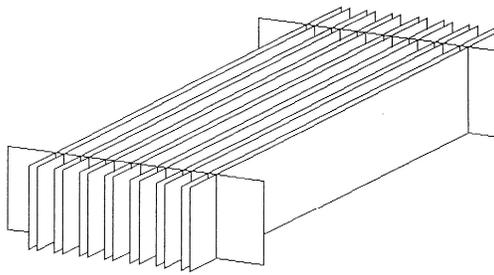


Keterangan gambar :  
1. Kolom Sieve Plate Distilasi  
2. Baffle  
3. Blower  
4. Pompa  
5. Levelmeter  
6. Manometer Hg  
7. Manometer H<sub>2</sub>O  
8. Tangki Penampung Air

**Gambar 1 : Susunan Peralatan Distilasi Sieve Tray**



**Gambar 2 : Bentuk Baffle V**



Gambar 3 : Bentuk Baffle Tegak

**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

**Pelaksanaan Penelitian**

**Penentuan Derajat Pencampuran**

Derajat pencampuran ditentukan dengan metode stimulus-respons. Penentuan derajat pencampuran dengan mengalirkan udara ke dalam sistem, kemudian aliran liquida 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 Conductivity-meter.

**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.

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

**1. Penurunan Tekanan Plat Kering**

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

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

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

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

Dengan memasukkan harga-harga  $\rho_G$ ,  $U_h$ ,  $g$ ,  $\rho_L$  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  $\xi$  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 ada-

nya 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 H<sub>2</sub>O.

**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. Harga E<sub>MV</sub>/E<sub>OG</sub>**

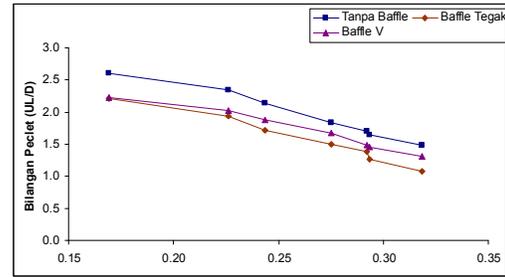
Harga E<sub>MV</sub>/E<sub>OG</sub> untuk percobaan tanpa baffle lebih besar jika dibandingkan dengan harga E<sub>MV</sub>/E<sub>OG</sub> percobaan dengan baffle.

**5. Hubungan Faktor F dengan Bilangan Peclet dan Laju Alir Air**

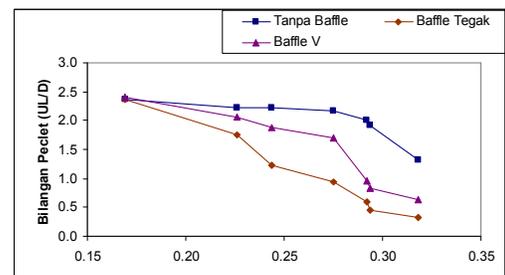
Pada gambar 4,5 dan 6 terlihat hubungan antara faktor F dengan bilangan Peclet pada laju alir air 105 l/j, 149 l/j dan 189 l/j. Percobaan dengan baffle V mempunyai bilangan Peclet yang lebih rendah daripada percobaan yang lain, sehingga mempunyai bilangan dispersi yang besar yang berarti pencampurannya yang paling baik.

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

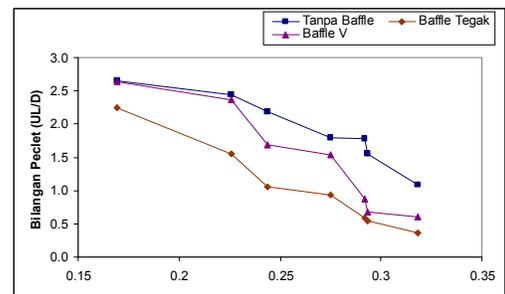
- \* Percobaan tanpa baffle :  
 $Pe = 0.3837 F^{-0.9254} Q^{-0.05229}$
- \* Percobaan dengan baffle V :  
 $Pe = 0.00005306 F^{-2.341} Q^{-1.005}$
- \* Percobaan dengan baffle tegak :  
 $Pe = 0.004989 F^{-1.775} Q^{-0.4848}$



**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

**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 antar 1 – 2 mm H<sub>2</sub>O.
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%
  - Laju alir air 189 l/j  
Baffle V = 84,34%  
Baffle tegak = 65,58%
4. Hubungan antara bilangan Peclet dengan faktor F dan laju 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. Perbandingan Harga  $E_{MV}/E_{OG}$  untuk percobaan tanpa baffle lebih besar jika dibandingkan dengan harga  $E_{MV}/E_{OG}$  percobaan dengan baffle.

#### DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- 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.
- 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.
- Hag, M.A. “**Fluid Dynamics on Sieve Trays**”, Hydrocarbon Processing, August, p. 117-119,1982
- Levenspiel, O., “**Chemical Reaction Engineering**”, 2<sup>nd</sup> edition, John Wiley Sons, Inc, p.253-314, New York. 1972.
- Lockett, M.J, “**Distillation Tray Fundamentals**”, Cambridge University Press, Melbourne Sydney, 1986.
- Mc. Cabe W.L. & Smith J.G., “**Unit Operation of Chemical Engineering**”, 3<sup>th</sup> edition, International Student Edition, Mc. Graw-Hill Book, Comp. Inc, Tokyo, 1976.
- 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.
- 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.
- 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.