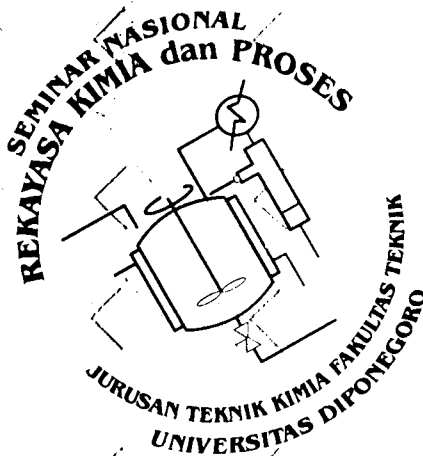


# PROSIDING

ISSN 1411-4216



## SEMILAR NASIONAL **REKAYASA KIMIA & PROSES** **2002**

24 - 25 JULI 2002



JURUSAN TEKNIK KIMIA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG

| <b>Ruang: B.3.2</b>                |      |   |
|------------------------------------|------|---|
| <b>Moderator: Ir. Paryanto, MS</b> |      |   |
| 15.40-16.00                        | B 7  | <i>Pengaruh Konsentrasi Katalis Limonit Soroako Terhadap Distribusi Produk Pencairan Langsung Batu Bara Banko Tengah, Muhammad Hanif Rasjid, Laboratorium Pencairan Batu Bara BPP Teknologi</i>     |
| 16.00-16.20                        | B 8  | <i>Investigasi Pemanfaatan Short Residue pada Proses Pencairan Batu Bara Muda Banko Selatan, Hartiniati, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Konservasi dan Konversi Energi, BPP Teknologi</i> |
| 16.20-16.40                        | B 9  | <i>Pengaruh Kualitas Katalis Limonit Soroako Terhadap Distribusi Produk Pencairan Langsung Batubara Banko Tengah, Muksin Saleh, UPT-LSDE, BPP Teknologi</i>   |
| 16.40-17.00                        | B 10 | <i>Efek kandungan Gugus Fungsional Batubara dalam Proses Pencairan Batubara, Herman Hidayat, UPT-LSDE BPP Teknologi</i>   |
| 17.00-17.20                        | B 11 | <i>Alkoholis Minyak Biji Bunga Matahari, Harso Pawignyo, Jurusan Teknik Kimia, FTI, UPN Veteran</i>   |

| <b>Ruang: A.1.1</b>                       |     |   |
|---|-----|---|
| <b>Moderator: Dr. Ir. H. Supranto, SU</b> |     |   |
| 15.40-16.00                               | G15 | <i>Produk-produk Potensial dari Air Laut, Tatang H. Soerawidjaja, Departemen Teknik Kimia dan Pusat Penelitian Material dan Energi ITB</i>  |
| 16.00-16.20                               | D 8 | <i>Penjernihan Air Gambut Dengan Koagulasi, Sunarno dan Panca Setia Utama, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik UNRI</i>   |
| 16.20-16.40                               | D 9 | <i>Pembuatan Oleoresin dari Sisa Penyulingan Minyak Atsiri Kulit Kayu Manis, Elmi Sundari dan Danu Ariono, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang</i> |

|             |      |  |
|-------------|------|--|
| 16.40-17.00 | D 10 | <i>Kuantifikasi Penyulingan Minyak Nilam Industri Rakyat Sumatra Barat, Ellyta Sari, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang, Yazid Bindar dan Danu Ariono, Departemen Teknik Kimia., ITB</i> |
| 17.00-17.20 |      | <i>Simulasi Destilasi Multi Komponen Dengan Metode Bubble Point. Rudyanto Wijaya, Nikolas Widhi Anggadipa dan Hadiatni Rita P., Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Surabaya</i>  |

| Hari Kamis, Tanggal : 25 Juli 2002 |                     |  |
|------------------------------------|---------------------|--|
| Ruang: A.2.2                       |                     |  |
| Moderator: Ir. Arif Hidayat        |                     |  |
| 08.40-09.00                        | F 5                 | <i>Sistem Adaptif Linear : Suatu Tinjauan Aplikatif Dari Neural Network, Marthen Luther Doko, Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional-Bandung</i>   |
| 09.00-09.20                        | F 13                | <i>Penelitian Pembuatan Zat Warna Alam Bentuk Padatan Ekstrak dan Puder Dari Daun Mangga (<i>Mangifera Indica</i> LINN) Untuk Pewarnaan Batik, Sulaeman, Tien Suharti dan Tri Haryanto, Balai Besar Litbang Industri Kerajinan dan Batik</i> |
| 09.20-09.40                        | F 11                | <i>Proses Puderisasi Zat Pewarna Alam untuk Industri Skala Kecil, Kun Lestari WF, Rini Purwani Hajari dan Hendri Supranto, Balai Besar Litbang Industri Kerajinan dan Batik</i>  |
| 09.40-10.00                        | F 15                | <i>Peningkatan Teknologi Pembuatan Kerajinan Perak, Surti Indriastuti dan Evi Yuliati Rufaida, Balai Besar Penelitian Dan Pengembangan Industri Kerajinan dan Batik</i>  |
| 10.00-10.30                        | <i>Coffee Break</i> |  |

10/8/02  
X

#### D. TEKNOLOGI PEMISAHAN

- D.1 *Ekstraksi Alginat dari Rumput Laut Jenis Sargassum*, **A. Prasetyaningrum, Aprilina P., Teten P., Hilman A.P., A. Kristanto dan Nanang M.**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik UNDIP
- D.2 *Pengaruh Ion Kalium Terhadap Separasi Fruktosa Dengan Resin Kation Bentuk Kalsium*, **Hendro Santoso dan Sunantyo**, Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia
- D.3 *Studi Pengaruh Konsentrasi Umpan Pada Proses Desalinasi NaCl dengan Membran Penukar Ion*, **Putu Doddy S, Linda Cahyono and Adi Suryo**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Surabaya
- D.4 *Metode Biggest Log-Modulus Tuning (BLT) untuk Penyetelan Pengendali SISO pada Sistem Multivariabel*, **M. J. Nurtanio, Y. Fransisca dan R. Agustriyanto**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya
- D.5 *Pemisahan Cesium Dari Simulasi Limbah Alkali dengan Zeolit Secara Kontinyu*, **Erna Astuti dan Esis Witanto**, PS Teknik Kimia, FTI, Universitas Achmad Dahlan, **R. Subagiono**, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju, BTNN, Yogyakarta
- D.6 *Peningkatan Mutu Heavy Gas Oil (HGO) dengan Cara Ekstraksi Cair-Cair*, **Martunus, Z. Helwani dan P.S. Utama**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik UNRI
- D.7 *Proses Pemisahan Partikel Menggunakan Elutriator*, **Widayati**, Jurusan Teknik Kimia, FTI Veteran Yogyakarta
- D.8 *Penjernihan Air Gambut Dengan Koagulasi*, **Sunarno dan Panca Setia Utama**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik UNRI
- D.9 *Pembuatan Oleoresin dari Sisa Penyulingan Minyak Atsiri Kulit Kayu Manis*, **Elmi Sundari dan Danu Ariono**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang
- D.10 *Kuantifikasi Penyulingan Minyak Nilam Industri Rakyat Sumatra Barat*, **Ellyta Sari**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang, **Yazid Bindar dan Danu Ariono**, Departemen Teknik Kimia, ITB
- D.11 *Simulasi Destilasi Multi-Komponen Dengan Metode Bubble Point*, **Rudyanto Wijaya, Nikolas Widhi Anggadipa dan Hadiatni Rita P.**, Jurusan Teknik Kimia, F. Teknik, Universitas Surabaya
- D.12 *Kecepatan Pengadukan Minimum Ekstraktor Tangki Berpengaduk (ETB) pada Sistem Cair-Cair*, **Martunus, Z. Helwani dan Sunarno**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik UNRI
- D.13 *Pengaruh Larutan Pencuci Terhadap Karakteristik Membran Ultrafiltrasi pada Pemurnian Ekstrak Mengkudu*, **Sri Handayani**, Peneliti Jurusan Teknik Kimia-ITI, **Lanjar Sumarno**, Peneliti Biotek BPPT Serpong
- D.14 *Ekstraksi Asam Lemak Omega-3 dari Limbah Ikan Tuna*, **Agnes Yuanita, Fanny Handoyo dan Bakti Jos**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Undip
- D.15 *An Opportunity of Membran Technology Application in Milk Industry*, **H. Susanto, D. Sulistyakusuma dan R. Kartikasari**, Department of Chemical Engineering, Undip
- D.16 *Penelitian Rekayasa Proses Ekstraksi di Stasiun Gilingan Beberapa Pabrik Gula*, **Indrayanto, Sri Utami, dan Sunantyo**, Jurusan Teknik Kimia, Bidang Kimia dan Teknologi Gula, ITN Malang, Pusat Penelitian dan Perkebunan Gula (P3GI), Pasuruan, Jatim
- D.17 *Performance of An Electrodeionization System for Removal of Ionic Components from Glucose/Maltose Syrups*, **IN. Widiyasa, Sularso, and IG. Wenten**, Department of Chemical Engineering ITB

#### E. TEKNOLOGI PENGOLAHAN LIMBAH DAN PERLINDUNGAN LINGKUNGAN

- E.1 *Pengembangan Teknologi Sistem Lahan Basah untuk Mengolah Air Limbah Domestik*, **T. Edy Sabli**, Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau –Pakanbaru, **Purwanto, dan Sumarno**, Jurusan Teknik Kimia Fak. Teknik, Universitas Diponegoro
- E.2 *Pengaruh Pola Hubungan Ekologi Industrial Terhadap Pengelolaan SDAE secara Terintegrasi dan Berkelanjutan*, **D. Malik dan Sutarno**, Dept. Teknik Kimia FTI UII, Dept. Ekonomi/Manajemen Industri S3 FE Universitas Islam Indonesia
- E.3 *Pengaruh Laju Alir Air Terhadap Penurunan Emisi Partikel Timbal (Pb) Di Industri Pembakaran Aki*, **M.Djacni, Hadiyanto dan Ratri Nugraheini**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNDIP
- E.4 *Uji Pemanfaatan Jamur Paecylomyces variaoti dalam Pengolahan Limbah Cair Pabrik Gula*, **T. Salim dan Sriharti**, UPT Balai Pengembangan Teknologi Tepat Guna – LIPI
- E.5 *Study of Water Quality Effect on Macroinvertebrate Community Sructere in order to Characteristic The Water Body Status*, **Ignasius D.A Sutapa**, Pusat Penelitian Limnologi-LIPI



## SIMULASI DESTILASI MULTI KOMPONEN DENGAN METODE BUBBLE POINT

Rudyanto Wijaya, Nikolas Widhi Anggadipa dan Hadiatni Rita P.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Surabaya

Jalan kalirungkut, Surabaya 60292

Telp. (031)-2981158, Fax. (031)-8439167

Email : us6104@dingo.ubaya.ac.id

### Abstrak

Penelitian menggunakan simulasi ini bertujuan untuk mengetahui komposisi komponen-komponen light hidrokarbon dalam tiap plate pada suatu kolom destilasi, suhu pada masing-masing plate serta seluruh laju alir vapor maupun liquid yang ada pada kolom destilasi. Destilasi multikomponen hidrokarbon ini berguna dalam pemurnian gas alam.

Metode yang diterapkan pada simulasi ini adalah metode boiling point yang didasarkan pada bubble point dan dew point komponen-komponen tiap plate-nya. Untuk penyelesaian model matematikanya menggunakan perhitungan tridiagonal matriks dengan metode Thomas. Kesulitan selama ini dalam perhitungan untuk destilasi multikomponen adalah mencari data harga konstanta kesetimbangan ( $K$ ) yang selama ini diperoleh dari pembacaan diagram DePriester. Demikian juga halnya dengan perhitungan entalpi campuran komponennya menggunakan metode Redlich-Kwong sangat membantu dalam penyelesaian persoalan destilasi multikomponen lebih cepat.

Dengan variasi posisi feed stage, jenis kondensor, besar laju reflux atau reflux ratio dan kondisi feed masuk dapat diketahui pengaruhnya pada kemurnian produk yang diinginkan. Hal ini sangat membantu dalam perancangan suatu kolom destilasi.

Kata kunci : bubble point ; destilasi ; light hidrokarbon ; multikomponen

### Pendahuluan

Destilasi multikomponen adalah proses pemisahan campuran yang terdiri lebih dari 2 komponen berdasarkan perbedaan titik didihnya. Banyak metode yang dapat digunakan dalam perhitungan destilasi multikomponen, secara garis besar dapat dibedakan menjadi 2 yaitu metode short-cut dan metode rigorous. Menggunakan metode rigorous dalam perhitungan destilasi multikomponen memiliki kelebihan yaitu perhitungan plate to plate dimana hasil yang diperoleh berupa komposisi komponen per plate, suhu per plate, laju vapor per plate, laju liquid per plate serta beban kondensor dan beban reboiler dapat dihitung.

Metode rigorous sendiri terbagi tiga yaitu metode boiling point (BP), metode sum-rates (SR) dan metode Newton-Raphson. Metode boiling point memiliki kelemahan yaitu komponennya harus memiliki perbedaan titik didih yang kecil, sedangkan pada metode sum-rates tidak memiliki batasan tersebut, akan tetapi perhitungan dengan metode bubble point sendiri untuk sistem destilasi multikomponen light hidrokarbon telah memuaskan. Metode Newton-Raphson sendiri digunakan bila ada persoalan yang tidak dapat diselesaikan dengan kedua metode tersebut karena kondisi konvergensi yang tidak dapat dicapai.

Perhitungan destilasi multikomponen ini hanya dibatasi untuk senyawa-senyawa light hidrokarbon saja dan menggunakan asumsi bahwa campurannya ideal dan tidak ada reaksi kimia yang terjadi. Tekanan operasi dalam kolom untuk perhitungan diasumsi konstan, tidak ada panas masuk dan keluar kolom destilasi kecuali diinginkan dalam persoalan, jumlah plate dibatasi hingga 100 buah dan reboiler yang digunakan adalah partial reboiler.

### Bahan dan Metode Penelitian

Bahan yang digunakan dalam simulasi ini adalah software MS-Fortran untuk pembuatan program perhitungan rigorous dengan metode bubble point. Dalam perhitungan ini dibutuhkan nilai  $K$  ( konstanta kesetimbangan ) dari diagram DePriester yang harganya dapat didekati melalui persamaan matematik oleh McWilliams (1973 ), sedangkan harga dari entalpi liquid dan vapor menggunakan persamaan Redlich-Kwong ( Henley-Seader, 1981 ).

Persamaan-persamaan yang digunakan untuk perhitungan rigorous ini sendiri terdiri dari persamaan MESH, yaitu :

1. M Equation : Material balance untuk setiap komponen

$$M_{i,j} = x_{i,j-1}(L_{j-1}) + y_{i,j+1}(V_{j+1}) + z_{i,j}(F_j) - x_{i,j}(L_j + U_j) - y_{i,j}(V_j + W_j) = 0 \quad (1)$$

2. E Equation : Equilibrium relation untuk tiap komponen

$$E_{i,j} = y_{i,j} - x_{i,j} \cdot K_{i,j} = 0 \quad (2)$$

3. S Equation : Mole fraction Summation

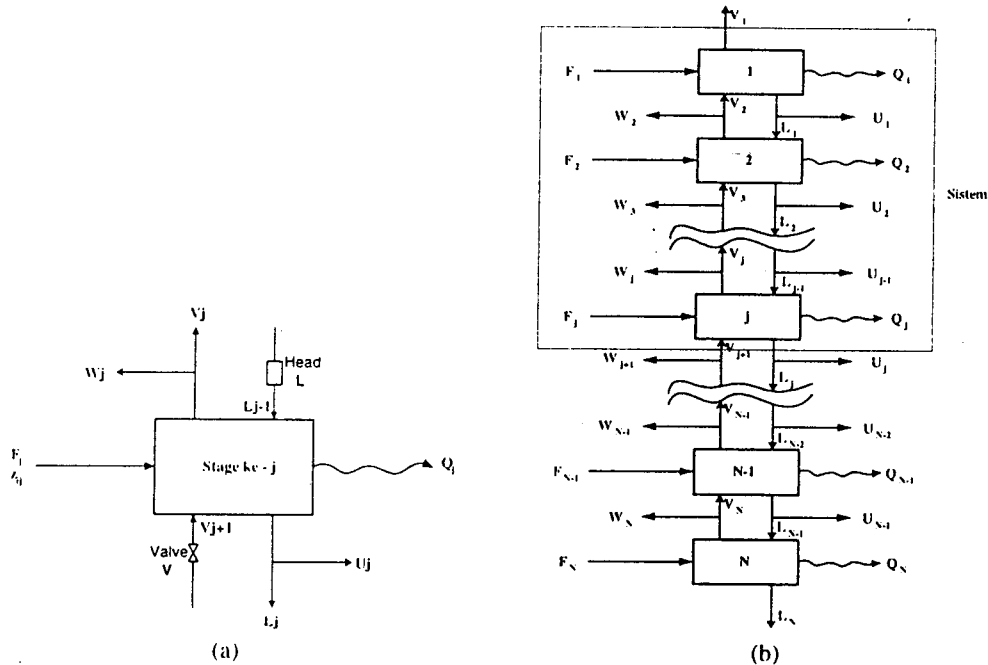
$$(S_y)_j = \sum_{i=1}^C y_{i,j} - 1.0 = 0 \quad (3)$$

$$(S_x)_j = \sum_{i=1}^C x_{i,j} - 1.0 = 0 \quad (4)$$

4. H Equation : Neraca energi untuk setiap stage

$$H_j = L_{j-1} H_{L_{j-1}} + V_{j+1} H_{V_{j+1}} + F_j H_{F_j} - (L_j + U_j) H_{L_j} - (V_j + W_j) H_{V_j} - Q_j = 0 \quad (5)$$

yang diturunkan dari stage kesetimbangan seperti pada gambar berikut :



Gambar 1. (a) gambar umum sebuah stage kesetimbangan pada kolom destilasi;  
(b) gambar umum kolom destilasi lengkap aliran massa dan energinya.

Selain kelima persamaan diatas terdapat juga neraca massa total yang dapat dilihat dari gambar 1.(b), yaitu :

$$L_j - (V_{j+1} + \sum_{m=1}^j (F_m - U_m - W_m) - V_1) = 0 \quad (6)$$

Dari keenam persamaan diatas dapat disusun suatu bentuk matriks pada gambar 3.(a) sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} B_1 & C_1 & 0 & 0 & 0 \\ A_2 & B_2 & C_2 & 0 & 0 \\ 0 & A_3 & B_3 & C_3 & 0 \\ 0 & 0 & A_4 & B_4 & C_4 \\ 0 & 0 & 0 & A_5 & B_5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} D_1 \\ D_2 \\ D_3 \\ D_4 \\ D_5 \end{bmatrix} \quad (a)$$

$$\begin{bmatrix} 1 & p_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & p_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & p_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & p_4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ q_3 \\ q_4 \\ q_5 \end{bmatrix} \quad (b)$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ r_3 \\ r_4 \\ r_5 \end{bmatrix}$$

(c)

Gambar 2. Contoh susunan matriks tridiagonal untuk sistem 5 buah plate yang diperoleh dari persamaan :

$$A_j x_{i,j-1} + B_j x_{i,j} + C_j x_{i,j+1} = D_j \quad (7)$$

$$\text{dimana : } A_j = V_j + \sum_{m=1}^{j-1} (F_m - W_m - U_m) - V_1 \quad ; \quad 2 \leq j \leq N \quad (8)$$

$$B_j = - \left[ V_{j+1} + \sum_{m=1}^j (F_m - W_m - U_m) - V_1 + U_j + (V_j + W_j) K_{i,j} \right] ; 1 \leq j \leq N \quad (9)$$

$$C_j = - V_{j+1} K_{i,j+1} \quad ; \quad 1 \leq j \leq N-1 \quad (10)$$

$$D_j = - F_j z_{i,j} \quad ; \quad 1 \leq j \leq N \quad (11)$$

Untuk penyelesaian berikutnya, persamaan (7) disubstitusi maju menghasilkan persamaan baru :

$$x_{i,j} = q_j - p_j x_{i,j+1} \quad (12)$$

$$\text{dimana : } p_j = \frac{C_j}{B_j - A_j p_{j-1}} \quad (13)$$

$$q_j = \frac{D_j - A_j q_{j-1}}{B_j - A_j p_{j-1}} \quad (14)$$

yang dapat disusun dalam bentuk matriks seperti pada gambar 3. (b) diatas.

Kemudian dari persamaan (12) tersebut bila dilakukan substitusi mundur dihasilkan persamaan yang dapat disusun dalam bentuk matriks seperti pada gambar 3.(c) yaitu :

$$x_{i,j-1} = q_{j-1} - p_{j-1} x_{i,j} = r_{j-1} \quad (15)$$

Beban kondensor ( $Q_1$ ) dan beban reboiler ( $Q_N$ ) dapat dihitung sebagai berikut :

$$Q_1 = V_2 H_{V_2} + F_1 H_{F_1} - (L_1 + U_1) H_{L_1} - (V_1) H_{V_1} \quad (16)$$

$$Q_N = \sum_{j=1}^N (F_j H_{F_j} - U_j H_{L_j} - W_j H_{V_j}) - \sum_{j=1}^{N-1} Q_j - V_1 H_{V_1} - L_N H_{L_N} \quad (17)$$

diturunkan dari persamaan MESH dapat diperoleh laju vapor per plate sebagai berikut :

$$V_j = \frac{\gamma_{j-1} - \alpha_{j-1} V_{j-1}}{\beta_{j-1}} \quad (18)$$

$$\text{dengan : } \alpha_j = H_{L_{j-1}} - H_{V_j} \quad (19)$$

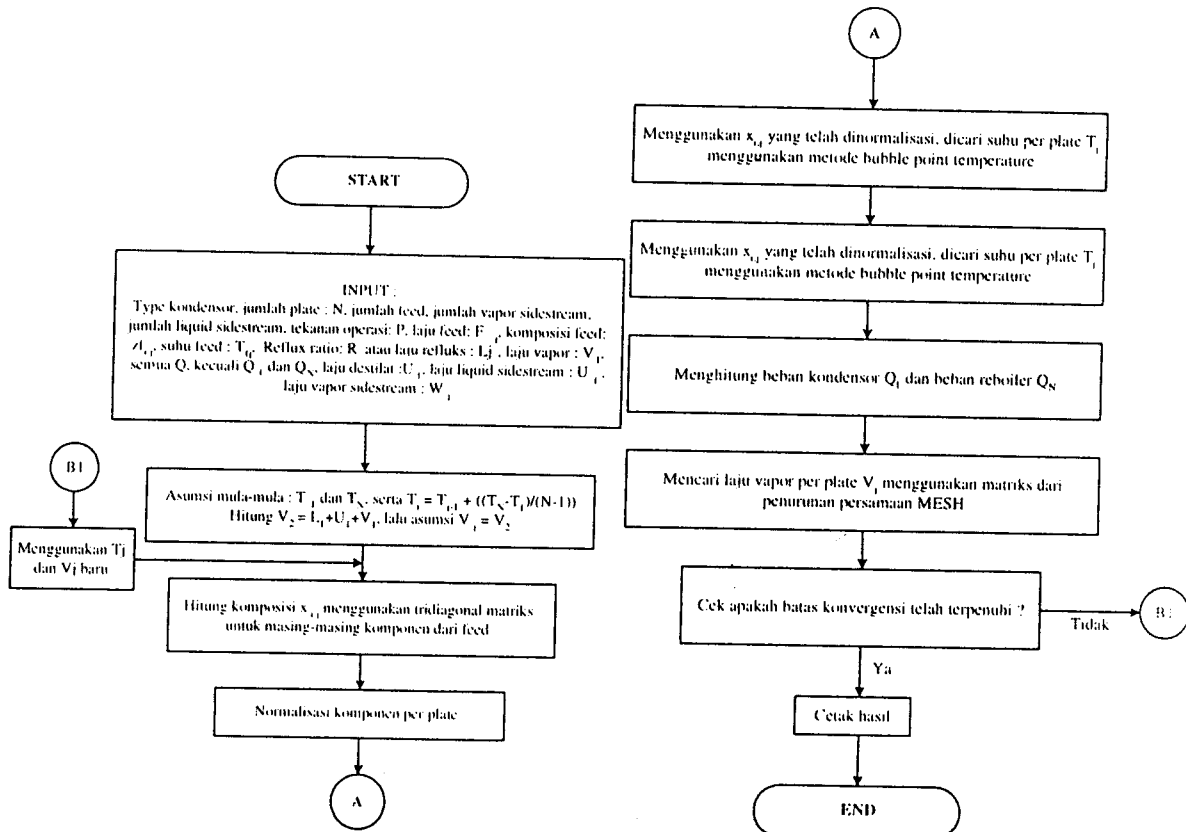
$$\beta_j = H_{V_{j+1}} - H_{L_j} \quad (20)$$

$$\gamma_j = \left[ \sum_{m=1}^{j-1} (F_m - W_m - U_m) - V_1 \right] (H_{L_j} - H_{L_{j-1}}) + F_j (H_{L_j} - H_{F_j}) + W_j (H_{V_j} - H_{L_j}) + Q_j \quad (21)$$

Batasan konvergensi yang dapat digunakan adalah :

$$\tau = \sum_{j=1}^N [T_j^{(k)} - T_j^{(k-1)}]^2 \leq 0,01N \quad (22)$$

karena perhitungan rigorous menggunakan proses trial, maka secara jelas cara perhitungannya adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Diagram alir perhitungan rigorous dengan metode bubble point

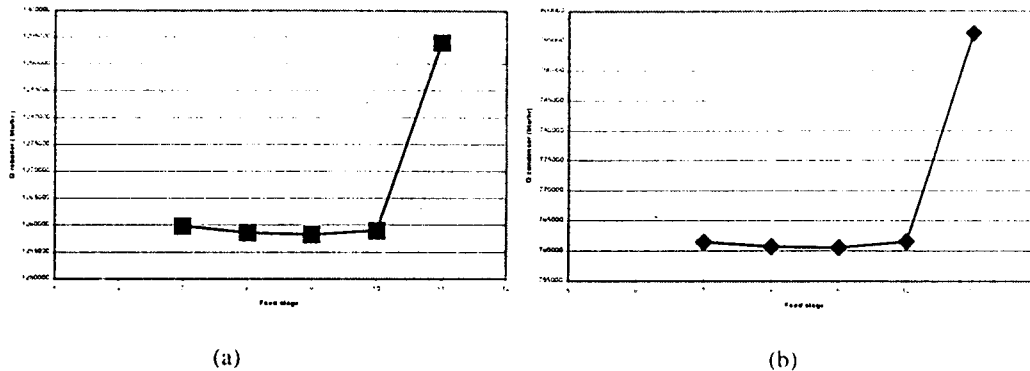
### Hasil dan Pembahasan

\*) Persoalan suatu kolom destilasi dengan jumlah plate sebanyak 15 buah dan tekanan operasi kolom 250 psia. Aliran feed masuk dengan laju 100 lbmol/jam yang terdiri dari:  $C_2 = 3\% \text{mol}$  ;  $C_3 = 20\% \text{mol}$  ;  $n-C_4 = 37\% \text{mol}$  ;  $n-C_5 = 35\% \text{mol}$  dan  $n-C_6 = 5\% \text{mol}$ , masuk pada suhu 213,9°F. Laju vapor destilat sebesar 23 lbmol/jam dan terdapat sebuah aliran vapor sidestream sebesar 37 lbmol/jam. Laju refluks sebesar 150 lbmol/jam. Tentukanlah dengan perhitungan rigorous lokasi feed stage maksimum ( bandingkan hasilnya dengan lokasi feed stage yang berbeda ). Partial kondensor digunakan pada kolom destilasi ini.

Secara umum lokasi feed stage yang optimum adalah disekitar tengah dari kolom destilasi, oleh karena itu perhitungan dilakukan antara stage ke-7 hingga stage ke-11. Hasil yang diperoleh sebagai berikut :

Tabel 1. Tabel komposisi komponen aliran vapor destilat

| Feed Stage | $y_{C_2}$ | $y_{C_3}$ | $y_{C_4}$ | $y_{C_5}$ | $y_{C_6}$ |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 7          | 13,686%   | 86,253%   | 0,060%    | 0,000%    | 0,000%    |
| 8          | 13,714%   | 86,248%   | 0,038%    | 0,000%    | 0,000%    |
| 9          | 13,721%   | 86,247%   | 0,032%    | 0,000%    | 0,000%    |
| 10         | 13,688%   | 86,250%   | 0,062%    | 0,000%    | 0,000%    |
| 11         | 13,567%   | 84,973%   | 1,460%    | 0,000%    | 0,000%    |



Gambar 4. (a) kurva beban reboiler vs lokasi feed (b) kurva beban kondensator vs lokasi feed

Pemilihan lokasi feed stage ke-9 sebagai lokasi feed stage optimum dengan alasan pada lokasi feed stage ke-9 beban kondensator dan beban reboiler menunjukkan harga yang terkecil, sedangkan komposisi kemurniannya cukup tinggi.

\*) Persoalan suatu kolom destilasi menggunakan total kondensator, yang memiliki plate sebanyak 9 buah, feed masuk pada plate ke-6. Aliran feed sebesar 100 lbmol/jam terdiri dari : n-C<sub>5</sub> = 50% mol; n-C<sub>6</sub> = 30% mol dan n-C<sub>7</sub> = 20% mol. Bila laju destilat sebesar 49,75 lbmol/jam. Lakukan perhitungan untuk R = 1,25 ; R=2 ; R=4 ; R=5 dan R=6.

Hasil perhitungan menunjukkan :

Tabel 2. Tabel komposisi komponen aliran liquid desilat

| R    | x C <sub>5</sub> | x C <sub>6</sub> | x C <sub>7</sub> |
|------|------------------|------------------|------------------|
| 1,25 | 84,324%          | 15,489%          | 0,187%           |
| 2    | 95,402%          | 4,578%           | 0,019%           |
| 4    | 99,266%          | 0,733%           | 0,002%           |
| 5    | 99,525%          | 0,474%           | 0,001%           |
| 6    | 99,651%          | 0,349%           | 0,001%           |

Tabel 3. Tabel beban kondensator dan reboiler terhadap R

| R    | IQ kondensator I | IQ reboiler I |
|------|------------------|---------------|
| 1,25 | 2288237,0        | 279289,4      |
| 2    | 3074902,0        | 1052782,0     |
| 4    | 5165039,0        | 3135760,0     |
| 5    | 6193886,0        | 4164720,0     |
| 6    | 7223901,0        | 5194550,0     |

Dari hasil diatas tampak dengan memperbesar rfluks ratio maka kemurnian komponen akan meningkat, akan tetapi pada refluks ratio tertentu ( R=4 ) kemurnian komponen cenderung konstan hal ini disebabkan karena sudah mencapai derajat pemisahan suatu komponen dari campurannya yang tertinggi (serupa dengan kondisi total refluks). Q reboiler dan Q kondensator yang meningkat drastis dengan mengingkatnya R disebabkan karena jumlah liquid yang kembali ke kolom destilasi akan membesar sehingga panas yang dibutuhkan reboiler untuk jumlah massa liquid yang besar juga semakin besar, dan pada kondensator panas yang harus diserap untuk jumlah massa vapor yang besar juga akan semakin membesar.

\*) Pada contoh persoalan pertama yang telah ditemukan lokasi feed stage optimum, lakukan varisasi kondisi feed yang masuk meliputi subcooled liquid; saturated liquid; campuran uap-cair; saturated vapor dan superheated vapor !

Hasil yang diperoleh sebagai berikut :

Tabel 4. Tabel komposisi komponen aliran vapor desilat

| Kondisi feed             | y C <sub>2</sub> | y C <sub>3</sub> | y C <sub>4</sub> | y C <sub>5</sub> | y C <sub>6</sub> |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| subcooled (172,706°F)    | 13,753%          | 86,224%          | 0,023%           | 0,000%           | 0,000%           |
| sat. liq. (209,4439°F)   | 13,726%          | 86,243%          | 0,030%           | 0,000%           | 0,000%           |
| campuran (213,9°F)       | 13,681%          | 85,997%          | 0,322%           | 0,000%           | 0,000%           |
| campuran (243,1818°F)    | 13,676%          | 86,250%          | 0,074%           | 0,000%           | 0,000%           |
| sat. vap. (276,9197°F)   | 13,546%          | 84,259%          | 2,193%           | 0,001%           | 0,000%           |
| superheated (313,6576°F) | 13,462%          | 82,101%          | 4,434%           | 0,003%           | 0,000%           |

Tabel 5. Tabel perbandingan Q kondensor dan Q reboiler terhadap kondisi feed

| Kondisi feed             | l Q condendor l | l Q reboiler l |
|--------------------------|-----------------|----------------|
| subcooled (172,706°F)    | 760341,1        | 1446662,0      |
| sat. liq. (209,4439°F)   | 760507,1        | 1290713,0      |
| campuran (213,9°F)       | 760559,4        | 1258212,0      |
| campuran (243,1818°F)    | 761899,9        | 964674,9       |
| sat. vap. (276,9197°F)   | 811413,9        | 553491,0       |
| superheated (313,6576°F) | 848042,1        | 461900,2       |

Dari kedua tabel tersebut menunjukkan bahwa semakin besar fraksi liquid dari feed (pada T feed makin kecil) kemurnian pada destilat akan meningkat hal ini disebabkan aliran feed akan turun terlebih dahulu ke bagian bawah dimana proses stripping terjadi sehingga komponen terberat akan berkurang sehingga pada proses absorpsi pada bagian atas kolom kemurnian produk tinggi, akan tetapi beban reboiler akan menjadi besar karena fraksi liquid yang harus diuapkan pun besar. Sedangkan kondisi feed masuk dengan fraksi uap besar akan mengurangi kemurnian produk pada destilat karena aliran feed akan langsung menuju atas kolom sehingga komponen berat dari aliran feed masih besar komposisinya, akan tetapi beban reboiler akan mengcil karena fraksi liquid yang harus diuapkan kecil.

### Kesimpulan

1. Lokasi feed stage optimum ditentukan berdasarkan beban reboiler dan beban kondensor terkecil dalam suatu kolom destilasi.
2. Pengaruh peningkatan refluks ratio dapat meningkatkan kemurnian produk akan tetapi juga menyebabkan peningkatan beban reboiler dan kondensor yang besar, oleh karena itu pemilihan refluks ratio harus didasarkan pada masalah ekonomis.
3. Pemilihan kondisi feed masuk pada suhu yang lebih tinggi akan mengurangi kemurnian produk tetapi memperkecil beban reboiler, dan sebaliknya pada suhu yang lebih rendah akan meningkatkan kemurnian produk sekaligus memperbesar beban reboiler. Oleh karena itu pemilihan kondisi feed juga harus diperhitungkan ekonomisnya.

### Daftar Notasi

|   |  |
|---|--|
| $H_l$ : entalpi liquid, Btu/jam   | $V_j$ : laju alir vapor per plate, lbmol/jam                     |
| $H_v$ : entalpi vapor, Btu/jam  | $W_j$ : laju alir vapor sidestream per plate, lbmol/jam          |
| $K$ : faktor kesetimbangan vapor – liquid   | $x, x_i$ : komposisi komponen dalam fasa liquid                  |
| $L_j$ : laju alir liquid per plate, lbmol/jam                                       | $y, y_i$ : komposisi komponen dalam fasa vapor                   |
| $P$ : tekanan operasi, psia   | $z, z_i$ : komposisi komponen dalam fasa campuran vapor - liquid |
| $Q_j$ : beban panas per plate, termasuk beban reboiler dan beban kondensor, Btu/jam | $Z$ : faktor kompresibilitas ( metode Redlich-Kwong )            |
| $R$ : refluks ratio   |  |
| $T_j$ : suhu per plate, °F  |  |
| $U_j$ : laju alir destilat dan liquid sidestream per plate, lbmol/jam               |  |

### Daftar Pustaka

1. Henley, E.J., Seader, J.D., " Equilibrium-Stage Separation Operations in Chemical Engineering ", John Wiley & Sons, Inc. (1981)
2. Smith, J.M., Van Ness, H.C., Abbott, M.M., " Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics ", Edisi 5, The McGraw-Hill Companies, Inc., Singapura (1996)
3. Perry, R.H., Green, D.W., " Perry's Chemical Engineers' Handbook ", Edisi 7, The McGraw-Hill Companies, Inc., USA (1999)
4. McWilliams, M.L., " Chemical Engineering ", Vol.80, No.25, 138 (1973, Oct 29)
5. Jogiyanto H.M., " Teori Dan Aplikasi Program Komputer Bahasa Fortran", Andi Offset, Jogjakarta (1989)

# Sertifikat

Diberikan kepada

**HADIATNI RITA P**  
UNIVERSITAS SURABAYA

atas partisipasi sebagai

**PENYAJI**

dalam acara

**SEMINAR NASIONAL  
REKAYASA KIMIA DAN PROSES 2002**

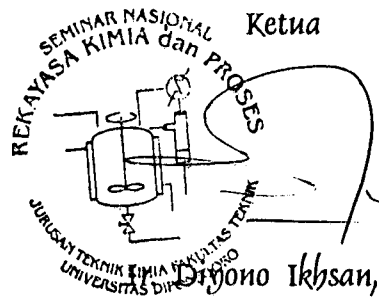
yang diselenggarakan oleh  
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Undip  
pada tanggal 24 - 25 Juli 2002  
di Semarang

• Jurusan Teknik Kimia  
Fakultas Teknik  
Universitas Diponegoro  
Ketua



Ir. Danny Soetrisantanto, M.Eng.  
NIP. 130 701 053

Panitia Seminar Nasional  
Ketua



Dijono Ikhsan, SU  
NIP. 130 801 587