

ESTIMASI KESETIMBANGAN UAP-CAIR SISTEM TERNER ACETON-n-BUTANOL-ETANOL

Bambang Pudjojono¹, Suhadi²
Jurusan Teknik Kimia, Universitas WR Supratman Surabaya^{1,2}

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah parameter interaksi energi dari persamaan Wilson, NRTL dan UNIQUAC yang dioptimasi dari data kesetim uap-cair sistem-sistem biner aseton-n-butanol, aseton-etanol, n-butanol-etanol kehilangan keakuratannya jika digunakan dalam memperkirakan kesetimbangan uap-cair sistem terner aseton-n-butanol-etanol.

Parameter energi interaksi biner dari masing-masing persamaan Wilson, NR UNIQUAC ditentukan dari data kesetimbangan uap-cair sistem biner aseton-n-t aseton-etanol, n-butanol-etanol yang diperoleh secara percobaan. Berdasarkan par, parameter yang diperoleh dari data sistem biner tersebut selanjutnya diper kesetimbangan sistem terner aseton-n-butanol-etanol dan dilakukan evaluasi terhadap perkiraan dari ketiga persamaan tersebut.

Hasil perkiraan kesetimbangan uap-cair sistem terner aseton-n-butanol-etanol persamaan Wilson NRTL dan UNIQUAC berdasarkan parameter biner yang diperoleh masing-masing pasangan binernya tidak menunjukkan perbedaan yang berarti. $S <$ untuk perkiraan sistem terner tersebut disarankan menggunakan persamaan Wilson bentuk persamaannya lebih sederhana.

Kata kunci: aseton-n-butanol-etanol, sistem terner, kesetimbangan uap-cair

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Untuk meningkatkan nilai tambah dari produk fermentasi tandan kosong kelapa yang mengandung aseton-n-butanol-etanol perlu sistem pemisahan yang sesuai diperoleh produk dengan kemurnian tinggi. Metode pemisahan yang umum digunakan adalah secara distilasi. Dalam merancang proses distilasi data kesetimbang komponen-komponen tersebut sangat diperlukan. Dewasa ini penggunaan komputerisasi proses disain sistem pemisahan lebih disukai karena cepat dan biayanya murah, sei lebih cepat daripada melakukan percobaan dalam skala pilot dan pilot plant, menjaga keakuratan dari hasil simulasi tersebut dibutuhkan suatu korelasi yang mempresentasikan data kesetimbangan uap-cair sistem biner maupun multikomponen dengan akurat. Model untuk mengkorelasikan koefisien aktifitas fasa cair yang berdasar konsep komposisi lokal seperti persamaan Wilson, NRTL dan UNIQUAC seperti pada **Tabel.1.** lebih disukai karena tidak dibutuhkan parameter tambahan.

Parameter	$\ln \gamma_i$
$\Lambda_{ij} = \frac{V_j^L}{V_i^L} \exp\left(-\frac{\lambda_{ij}}{RT}\right)$ $\Lambda_{ii} = \Lambda_{jj} = 1$	$-\ln\left(\sum_j x_j \Lambda_{ij}\right) + 1 - \sum_k \frac{x_k \Lambda_{kj}}{\sum_j x_j \Lambda_{kj}}$
$\tau_{ji} = \frac{(g_{ji} - g_{ii})}{RT}$ $G_{ji} = \exp(-\alpha_{ji} \tau_{ji})$ $\tau_{jj} = \tau_{ii} = 0$ $G_{ii} = G_{jj} = 1$	$\frac{\sum_j \tau_{ji} G_{ji} x_j}{\sum_k G_{ki} x_k} + \sum_j \frac{x_j G_{ij}}{\sum_k G_{kj} x_k} \left(\tau_{ij} - \frac{\sum_k x_k \tau_{kj} G_{kj}}{\sum_k G_{kj} x_k} \right)$
$\tau_{ji} = \exp\left(\frac{u_{ji} - u_{ii}}{RT}\right)$ $\tau_{jj} = \tau_{ii} = 1$ $l_i = \frac{z}{2}(r_i - q_i) - (r_i - 1)$ $z = 10$	$\ln \gamma_i^C + \ln \gamma_i^R$ $\ln \gamma_i^C = \ln \frac{\varphi_i}{x_i} + \frac{z}{2} q_i \ln \frac{\vartheta_i}{\varphi_i} + l_i - \frac{\varphi_i}{x_i} \sum_j x_j l_j$ $\ln \gamma_i^R = q_i \left[1 - \ln \left(\sum_{j=1}^m \vartheta_j \tau_{ji} \right) - \sum_{j=1}^m \frac{\vartheta_j \tau_{ij}}{\sum_{k=1}^m \vartheta_k \tau_{kj}} \right]$

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah parameter interaksi energi dari persamaan Wilson, NRTL dan UNIQUAC yang dioptimasi dari data kesetimbangan uap-cair sistem-sistem biner aseton-n-butanol, aseton-etanol, n-butanol-etanol kehilangan keakuratannya jika digunakan dalam memperkirakan kesetimbangan uap-cair sistem terner aseton-n-butanol-etanol.

METODOLOGI PENELITIAN

Pengukuran data kesetimbangan uap-cair t-xy sistem biner aseton-n-butanol, aseton-etanol, n-butanol-etanol dilakukan dengan menggunakan Glass Othmer Still. Sebelum digunakan kelayakan peralatan tersebut dikonfirmasi dengan boiling point dari aseton, n-butanol dan etanol murni. Percobaan dilakukan dengan memasukkan sekitar ± 350 cc

campuran biner aseton-n-butanol kedalam boiling still. Tiga jam setelah kesetimbangan tercapai contoh fasa cair dan fasa uap diambil untuk dianalisa komposisinya menggunakan refraktometer tipe Bausch and Lomb ABBE. Suhu kesetimbangan diukur dengan Sokitech RTD, 100 dan diameter 6 mm. Percobaan diulang untuk komposisi yang lain sehingga diperoleh range komposisi antara 0 sampai 100% mol. Prosedur yang sama digunakan untuk sistem aseton-etanol dan n-butanol-etanol.

Data percobaan yang didapat untuk masing-masing sistem biner, suhu kesetimbangannya dikoreksi ke tekanan 760 mmHg dengan menggunakan metode yang disarankan oleh Yoshikawa (1980).

Data yang didapat kemudian diuji konsistensinya secara termodinamika dengan metode tes area Herington (1951) & Wisniak (1994). Berdasarkan data yang konsisten secara termodinamika dihitung harga koefisien aktifitas fase cair dengan persamaan:

$$\gamma_1 = y_1 \cdot P / x_1 \cdot P^{sat}$$

Kemudian hasilnya dikorelasikan dengan persamaan Wilson, NRTL dan UNIQUAC dimana parameter biner dari masing-masing persamaan tersebut diestimasi dengan metode Gaussian.

Parameter biner yang diperoleh kemudian digunakan untuk memperkirakan kesetimbangan campuran sistem terner aseton-n-butanol-etanol.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

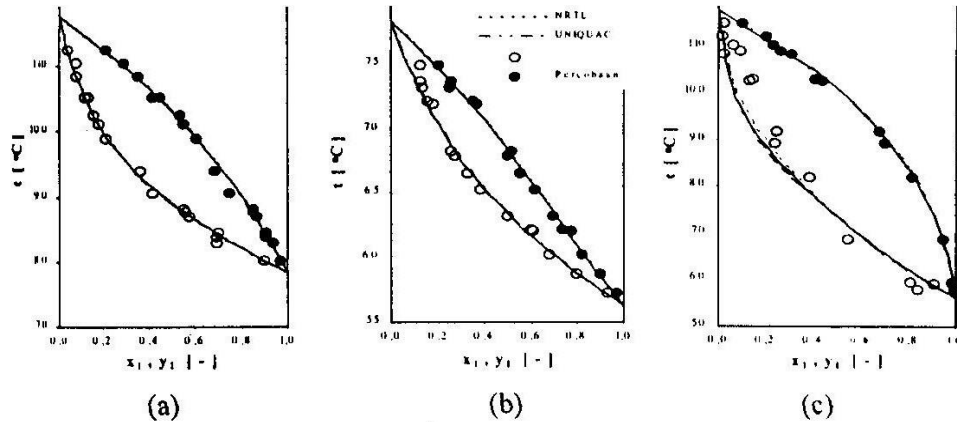
Data percobaan untuk keseluruhan sistem biner yang diperoleh secara percobaan, konsisten secara termodinamika terhadap tes luasan Herington (1951) dan tes luasan Wisniak (1994).

Masing-masing parameter energi interaksi biner dari persamaan Wilson, NRTL dan UNIQUAC diperoleh secara optimasi, dimana hasilnya ditunjukkan pada Tabel.2. Dari label tersebut terlihat bahwa deviasi yang ditunjukkan oleh masing-masing model tersebut tidak banyak berbeda. Data percobaan untuk ketiga sistem ini diplot dalam bentuk diagram t-xy dan dibandingkan dengan hasil perkiraan dengan persamaan Wilson, NRTL, UNIQUAC seperti ditunjukkan pada Gambar.1. Dari parameter biner yang diperoleh tersebut digunakan untuk mengestimasi sistem terner aseton-n-butanol-etanol dan hasilnya ditunjukkan pada Gambar.2 dan 3. Dari gambar tersebut terlihat bahwa hasil perkiraan dari persamaan Wilson, NRTL dan UNIQUAC tidak menunjukkan perbedaan yang berarti.

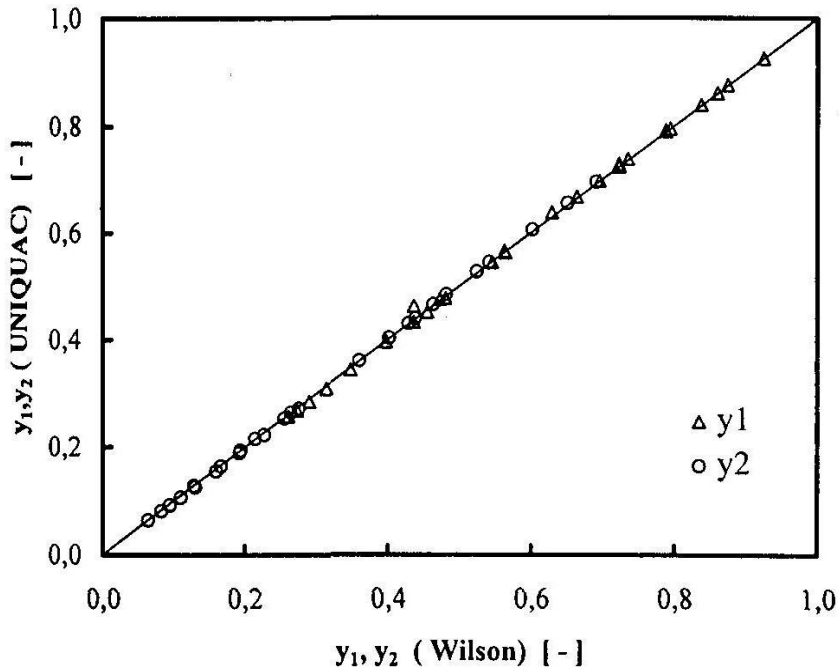
Tabel 2. Harga parameter-parameter optimal dari persamaan Wilson, NRTL, UNIQUAC dan deviasi hasil percobaan dengan perhitungan

	A ₁₂	A ₂₁	a	A _{yi}	A	A	" lfnal
Aseton(1)-Etanol(2)							
Wilson	21,59	275,53		0,01	0,07	0,50	1,8521
NRTL	44,38	243,67	0	0,01	0,07	0,5	1,8404
UNIQU	148,22	-5,1174		0,01	0,07	0,5	1,8498
Aseton(1)-n-Butanol(2)							
Wilson	1620,8	-		0,10	0,30	4,7	11,3716

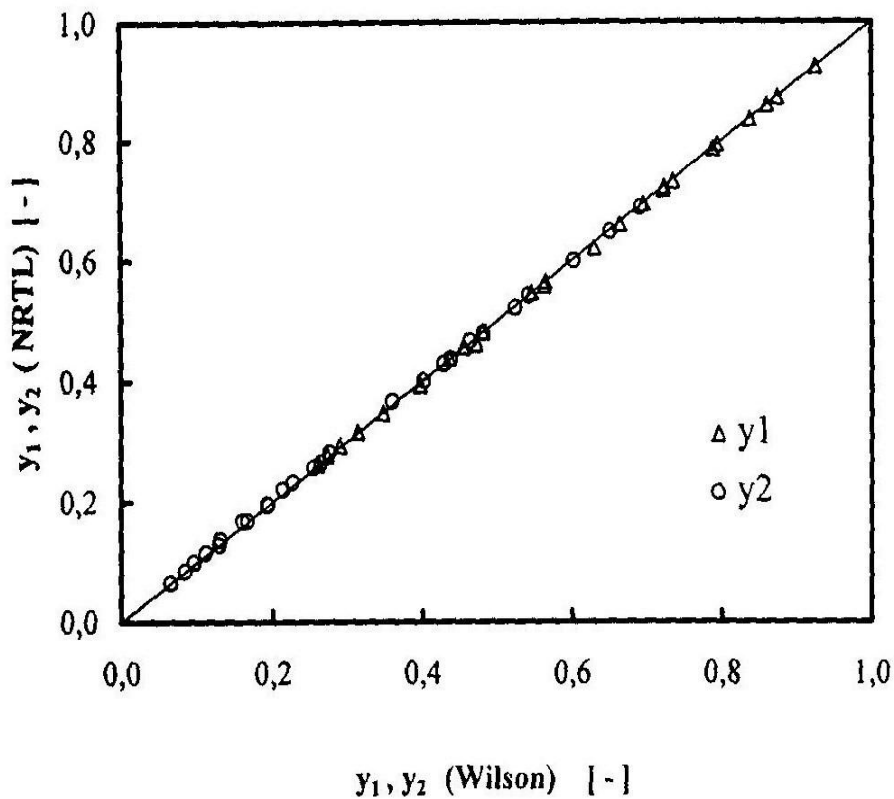
NRTL	44.590	890.628	1	0,09	0,28	4,2	10.2330
UNIQUAC	-	958.851		0,11	0,31	5,07	11.5790
Etanol(1)-n-Butanol(2)							
Wilson	807.01	-		0,01	0,05	0,5	2.1568
NRTL	-	393.110	0	0,01	0,05	0,5	2.1827
UNIQUAC	-	579.782		0,01	0,05	0,5	2.1828
Keterangan	A _{ij} : X _{ij} untuk persamaan Wilson; g _{ij} -g _{ijj} untuk NRTL; U _{ijj} -U _{ijj} untuk UNIQUAC A : 1 percobaan - perhitungan 1						



Gambar 1. Diagram t-xy sistem : (a) etanol-n-butanol, (b) aseton-etanol, (c) aseton-n-butanol.



Gambar.2. Perbandingan fraksi mol fase uap hasil estimasi kesetimbangan uap-cair campuran terner aseton(1)-n-butanol(2)-etanol(3) antara persamaan Wilson dan UNIQUAC



Gambar 3. Perbandingan fraksi mol fase uap hasil estimasi kesetimbangan uap-cair campuran terner aseton (1)-n-butanol (2)-etanol (3) antara persamaan Wilson dan NRTL

KESIMPULAN

Tiga set data kesetimbangan uap-cair campuran biner sistem aseton-n-butanol, aseton-etanol, n-butanol-etanol yang konsisten secara termodinamika telah diperoleh secara percobaan pada kondisi isobar tekanan atmosfer. Parameter energi interaksi dari persamaan Wilson, NRTL dan UNIQUAC juga berhasil dioptimasi.

Untuk masing-masing sistem biner, akurasi yang ditunjukkan oleh persamaan Wilson, NRTL, UNIQUAC hampir sama. Dari ketiga sistem biner tersebut, sistem aseton-n-butanol menunjukkan deviasi terbesar terhadap ketiga model tersebut.

Dengan parameter energi interaksi biner dari ketiga persamaan di atas yang diperoleh dari data percobaan biner, telah dapat diperkirakan kesetimbangan uap-cair campuran terner sistem aseton-n-butanol-etanol, dimana ketiga persamaan tersebut memberikan hasil yang sama. Penggunaan persamaan Wilson direkomendasikan untuk perhitungan data kesetimbangan sistem terner aseton-n-butanol-etanol.

DAFTAR NOTASI

P	tekanan total
t	suhu kesetimbangan (°C)
x_i	mol fraksi dalam fasa liquid untuk komponen i
y_i	mol fraksi dalam fasa uap untuk komponen i
a	parameter nonrandomness dalam persamaan NRTL
γ_i	koefisien aktifitas komponen i
$g_j - g_i$	parameter interaksi energi dalam persamaan NRTL (kal/mol)
λ_{ij}	parameter interaksi energi dalam persamaan Wilson (kal/mol)
$U_{ij} - U_{jj}$	parameter interaksi energi dalam persamaan UNIQUAC