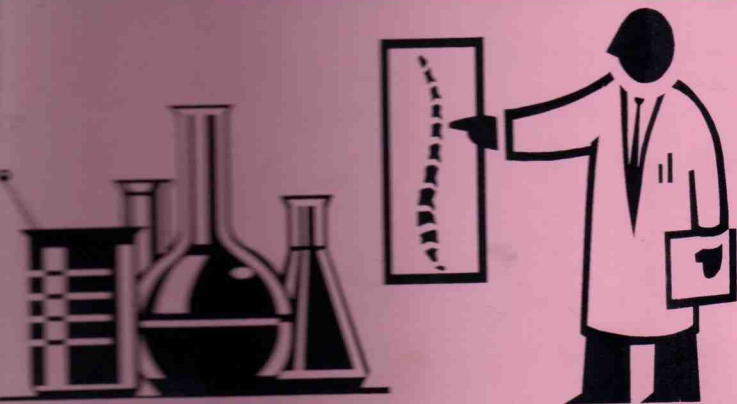


NI KETUT SARI



**SIMULASI PENGARUH TEKANAN TERHADAP
KINERJA KOLOM DISTILASI
PADA PEMISAHAN CAMPURAN
ASETON-ETANOL-AIR-n-BUTANOL**



Penerbit
ASRI *press*

Ni Ketut Sari

**Simulasi Pengaruh
Tekanan Terhadap Kinerja
Kolom Distilasi
Pada Pemisahan Campuran
Aseton-Etanol-Air-n-Butanol**



Penerbit

ASRI *Press*

Simulasi Pengaruh Tekanan Terhadap Kinerja Kolom Distilasi Pada Pemisahan Campuran Aseton-Etanol-Air-n-Butanol

Oleh : Ni Ketut Sari

*Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak buku ini dalam bentuk apapun,
kecuali ada ijin tertulis dari penerbit*

*Disain sampul dan tata letak: Tira's Production
Dicetak Oleh: Mitra Mandiri Offset*

Katalog Dalam Terbitan
Perpustakaan Nasional RI
Cetakan 1: Apri 2009

ISBN 978 – 979 – 1483 – 30 - 8

Diterbitkan Oleh:



Penerbit

ASRI *Press*

Perum. Pesona Fermata Gading I F-14 Sidoarjo, Jawa Timur,
Indonesia, Telepon 031-70345606 e-mail: prans0511@yahoo.co.id

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR NOTASI	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Proses Pemisahan Aseton-Etanol-Air-n-Butanol	3
2.2. Penentuan Data Keseimbangan	4
2.3. Simulasi Kolom Distilasi	7
2.4. Metode <i>Bubble Point</i> (Wang-Henke)	9
2.5. Kriteria Konvergensi	12
2.6. Entalpi Uap dan Cairan	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1. Asumsi-asumsi yang Digunakan	15
3.2. Kolom Pemisah Aseton dan Etanol	16
3.3. Algoritma Perhitungan Jumlah <i>Plate</i>	17
3.4. Algoritma Unjuk Kerja Kolom Distilasi	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1. Penentuan Jumlah <i>Plate</i> Kolom	19
4.1.1. Pengaruh Letak <i>plate</i> Umpan terhadap Refluks Rasio dan Kebutuhan Energi Reboiler	19
4.1.2. Pengaruh Refluks Rasio terhadap Jumlah <i>Plate</i> Kolom dan Kebutuhan Energi Reboiler	21
4.2. Untuk Kerja Kolom Aseton	24
4.2.1. Pengaruh Tekanan Total Kolom	

Simulasi Pengaruh Tekanan Terhadap Kinerja Kolom Distilasi
Pada Pemisahan Campuran Aseton-Etanol-Air-n-Butanol
Oleh: Ni Ketut Sari

terhadap Distribusi Komponen Kunci	25
4.2.2. Pengaruh Tekanan Total Kolom terhadap Temperatur tiap <i>Plate</i>	29
4.2.3. Pengaruh Tekanan Total Kolom terhadap Laju Cairan dan Laju Uap	30
4.2.4. Pengaruh Tekanan Total Kolom terhadap Refluks Rasio, Laju Distilat dan Kebutuhan Energi Reboiler pada Kolom Aseton	32
4.3. Penentuan Jumlah <i>Plate</i> Kolom Etanol	34
4.3.1. Pengaruh Letak <i>Plate</i> Umpan terhadap Refluks Rasio dan Kebutuhan Energi Reboiler	34
4.3.2. Pengaruh Refluks Rasio terhadap Jumlah <i>Plate</i> Kolom dan Kebutuhan Energi Reboiler	36
4.4. Untuk Kerja Kolom Etanol	39
4.4.1. Pengaruh Tekanan Total Kolom terhadap Distribusi Komponen Kunci	40
4.4.2. Pengaruh Tekanan Total Kolom terhadap Temperature tiap <i>Plate</i>	44
4.4.3. Pengaruh Tekanan Total Kolom terhadap Laju Cairan dan Laju Uap tiap <i>Plate</i>	45
4.4.4. Pengaruh Tekanan Total terhadap Refluks Rasio Laju Distilat dan Kebutuhan Energi Reboiler pada kolom Etanol	47
BAB V KESIMPULAN	49
DAFTAR PUSTAKA	51
APPENDIKS A	52

APPENDIKS B	58
APPENDIKS C	60
APPENDIKS D	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses pemisahan campuran aseton-etanol-air-n-butanol	4
Gambar 2.2	Model skematik <i>counlercurrent cascade N plate</i> kesetimbangan	11
Gambar 4.1	Hubungan nomor <i>plate</i> umpan (N_p) terhadap refluks rasio (R) kolom aseton tekanan 0,7 atm	20
Gambar 4.2	Hubungan kebutuhan energi reboiler (Q_R) terhadap nomor <i>plate</i> umpan (N_F) kolom aseton tekanan 0,7 atm	21
Gambar 4.3	Hubungan refluks rasio (R) terhadap kcbuluhan energi reboiler (Q_k) dan kondensor (Q_c) kolom aseton tekanan 0,7 atm	22
Gambar 4.4	Hubungan jumlah <i>plate</i> (N) terhadap refluks rasio (R) kolom aseton tekanan 0,7 atm	23
Gambar 4.5	Profit komposisi cairan tiap <i>plate</i> kolom aseton tekanan 0,7 atm dan 0,6 atm	26
Gambar 4.6	Profil komposisi uap tiap <i>plate</i> kolom aseton tekanan 0,7 atm dan 0,6 atm	27
Gambar 4.7	Profil komposisi cairan tiap <i>plate</i> kolom aseton tekanan 0,7 atm	28
Gambar 4.8	Profil komposisi cairan tiap <i>plate</i> kolom aseton tekanan 0,6 atm	28
Gambar 4.9	Profil temperatur tiap <i>plate</i> kolom aseton tekanan 0,7 atm dan 0,6 atm	29
Gambar 4.10	Profii laju cairan dan laju uap tiap <i>plate</i> kolom aseton tekanan 0,7 dan 0,6 atm	32

Gambar 4.11	Hubungan komposisi cairan etanol (x) nomor plate untuk sistem aseton-etanol-air-n-butanol dengan dan tanpa air	36
Gambar 4.12	Hubungan kebutuhan energi reboiler (QR) dan kondensor (Qc) terhadap refluks rasio (R) kolom etanol tekanan 0,3 atm	38
Gambar 4.13	Hubungan jumlah plate (N) terhadap refluks rasio (R) kolom etanol tekanan 0,3 atm	39
Gambar 4.14	Profil komposisi mol cairan tiap plate kolom etanol tekanan 0,3 dan 0,2 atm	42
Gambar 4.15	Profil komposisi mol uap tiap plate kolom etanol tekanan 0,3 dan 0,2 atm	42
Gambar 4.16	Profil komposisi cairan tiap plate kolom etanol tekanan 0,3 atm	43
Gambar 4.17	Profil komposisi cairan tiap plate kolom etanol tekanan 0,2 atm	43
Gambar 4.18	Profil temperatur tiap plate kolom etanol tekanan 0,3 dan 0,2 atm	45
Gambar 4.19	Profil laju cairan dan laju uap tiap plate kolom etanol tekanan 0,3 dan 0,2 atm	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Parameter unguac untuk sistem aseton-etanol-air-n-butanol	6
Tabel 2.2.	Persamaan termodmamica pada kesetimbangan fasa	7
Tabel 4.1.	Hasil simulasi kolom aseton tekanan 0,7 dan 0,6 atm	25
Tabel 4.2.	Hasil simulasi kolom etanol tekanan 0,3 dan 0,2 atm	40

DAFTAR NOTASI

A_i, B_i, C_i	:	konstanta Antoine
$A_{ij}, B_{ij}, C_{ij}, D_{ij}$:	konstanta matrik tridiagonal
C	:	jumlah komponen
C_p	:	kapasitas panas [kal/mol K]
E	:	hubungan kesetimbangan
F	:	Laju alir
f	:	koefisien fugasitas
H	:	entalpi
K	:	koefisien distribusi
L	:	laju alir cairan
M	:	persamaan neraca massa
N	:	Jumlah <i>Plate</i> (termasuk reboiler)
P	:	tekanan uap
q_i	:	parameter luasan komponen i pada persamaan UNIQUAC
Q	:	laju perpindahan panas
Q_C	:	beban panas kondensor
Q_R	:	beban panas reboiler
r_i	:	parameter volume komposisi i pada persamaan UNIQUAC
R	:	tetapan gas ideal
R	:	refluks rasio
S	:	jumlah mol fraksi
TR	:	suhu mutlak
U	:	aliran samping cairan kolom distilasi
U_{ij}	:	interaksi energi parameter biner persamaan UNIQUAC
V	:	laju alir uap

Simulasi Pengaruh Tekanan Terhadap Kinerja Kolom Distilasi
Pada Pemisahan Campuran Aseton-Etanol-Air-n-Butanol
Oleh: Ni Ketut Sari

W	:	aliran samping uap kolom distilasi
X	:	fraksi mol dalam cairan
y	:	fraksi mol dalam uap
subscripts		
F	:	umpan
i	:	indeks komponen
J	:	nomor <i>plate</i>
r	:	keadaan tcrduksi
m	:	<i>nomor plate</i>
l	:	keadaan cair
v	:	keadaan uap
superscripts		
c	:	bagian combinatorial, residual pada persamaan
	:	UNIQUAC
E	:	ekses
l	:	keadaan cair
sat	:	keadaanjenuh
v	:	keadaan uap
'	:	fasa cair 1
“	:	fasa cair 2
huruf Yunani		
α	:	konstanta neraca enlalpi
β	:	konstanta neraca entalpi
δ	:	konstanta neraca entalpi
γ	:	koefisien aktifitas
λ	:	panas laten penguapan
ϕ	:	koefisien fugasitas
Σ	:	jumlah total
ϵ	:	tetapan toleransi

BAB I PENDAHULUAN

Pada dasa warsa ini Indonesia memiliki kebutuhan produk-produk kimia yang makin besar seiring dengan pesatnya perkembangan industri kimia dalam negeri. Untuk itu pemerintah memacu perkembangan industri dalam negeri dengan memproduksi bahan-bahan kimia dasar guna pemenuhan terhadap kebutuhan pabrik kimia hilir. Salah satu bahan baku yang berpotensi membentuk aseton, etanol dan n-butanol adalah molasse. Mollase dapat diperoleh dari limbah pabrik gula dengan proses fermentasi dapat menambah daya guna dan jual limbah tersebut. Biokonversi mollase menjadi aseton, etanol, dan n-butanol sudah dilakukan oleh S, Roffler, dkk (1987) dan Dagdar Ali M, dkk (1988). Pada fermentasi ini, bakteri yang mengkonversikan limbah tersebut adalah *Clostridium acetobutylicum*.

1.1. Latar Belakang

Dalam industri kimia, proses fermentasi merupakan salah satu cara untuk mendapatkan senyawa kimia dengan bantuan mikroorganisme. Selanjutnya produk fermentasi masuk pada tahap pemisahan. Pada tahap ini sangat penting untuk menghasilkan produk dengan kemurnian tertentu. Salah satu peralatan yang umum digunakan pada proses pemisahan adalah kolom distilasi.

Proses pemisahan dalam industri umumnya pemisahan multikomponen dan jarang pemisahan biner. Oleh karena itu sangat penting untuk meninjau distilasi multikomponen. Pada pemisahan campuran aseton-etanol-air-n-butanol ini ditambahkan 1 buah kolom pemisah, karena campuran butanol-air merupakan campuran azeotrop, sehingga pemisahan campuran ini melalui 4 buah kolom oalasi dengan kondisi operasi yang berbeda.

Dalam merancang suatu kolom distilasi, masalah utama adalah menentukan jumlah *Plate*, letak *Plate* umpan, refluks