

## ANALISIS ESTIMASI KESETIMBANGAN UAP-CAIR SISTEM BINER ACETONE DAN METHYL-ISOBUTYL-KETONE DALAM APLIKASI PEMISAHAN FLASH MENGGUNAKAN METODE UNIFAC

Yosef Budiman<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta  
Corresponding author: 19521006@alumni.uii.ac.id

**ABSTRAK:** Kebutuhan akan bahan pelarut semakin meningkat, seiring perubahan waktu kapasitas bahan pelarut semakin berkurang. *Methyl isobutyl ketone* (MIBK) menjadi salah satu bahan pelarut alternatif pengganti etanol yang umum digunakan di industri manufaktur kimia. MIBK memiliki berbagai komponen sebagai *impurities* yang sulit untuk dipisahkan, hal tersebut dibuktikan dengan adanya titik azeotrop, sehingga dibutuhkan referensi karakteristik uap-cair dalam menentukan kondisi operasi serta metode pemisahan yang efektif. Penelitian dilaksanakan melalui tinjauan simulasi menggunakan *software* ASPEN Plus demi memahami karakteristik kesetimbangan uap-cair sistem biner terhadap pemisahan MIBK dari campuran multikomponen, memprediksikan *internal azeotrop*, serta simplifikasi proses pemisahan yang disajikan dalam *separation flowsheet*. Hasil simulasi menunjukan kurva T-xy dan P-xy yang menyatakan diantara daerah fase gas dan daerah fase cair terdapat daerah kesetimbangan pada fraksi mol serta suhu tertentu. Pada daerah kesetimbangan tersebut mengandung komposisi mol komponen yang sebagian berada pada fase gas dan sebagian lainnya berada pada fase cair. Semakin besar suhu dan semakin kecil tekanannya maka semakin besar fraksi mol uap sebuah komponen, sedangkan fraksi mol komponen lainnya akan semakin kecil pada fase yang sama. Hasil prediksi kesetimbangan uap-cair menunjukkan bahwa pemisahan akan lebih efektif apabila dioperasikan melalui *flash separator* dengan mempertimbangkan aspek ekonomis.

**Kata Kunci:** Aseton, Metil Isobutil Keton, Kesetimbangan Uap-Cair, Pemisahan Kilat, UNIFAC

**ABSTRACT:** *The use of solvents is on the rise, however, their capacity is diminishing with time. Methyl isobutyl ketone (MIBK) can be used as an alternative solvent to replace ethanol, which is commonly used in the chemical manufacturing industry. MIBK has various impurities that are difficult to separate due to the presence of an azeotrope point. Therefore, it is necessary to refer to vapor-liquid characteristics to determine operating conditions and effective separation methods. A simulation review was carried out using ASPEN Plus software to understand the vapor-liquid equilibrium characteristics of the binary system for the separation of MIBK from multicomponent mixtures and to predict the internal azeotrope. This also helped to simplify the separation process presented in the separation flowsheet. The simulation results show T-xy and P-xy curves indicating an equilibrium region between the gas phase and the liquid phase at a certain mole fraction and temperature. This equilibrium region contains a composition of moles of components, some of which are in the gas phase and others in the liquid phase. The greater the temperature and the lower the pressure, the greater the vapor mole fraction of a component, while the mole fraction of other components will be smaller in the same phase. The vapor-liquid equilibrium prediction results show that separation will be more effective if operated via a flash separator by considering economic aspects.*

**Keywords:** *Acetone, Flash Separation, Methyl Isobutyl Ketone, UNIFAC, Vapor-Liquid Equilibrium*

### PENDAHULUAN

Berkembangnya revolusi industri diikuti dengan kebutuhan bahan baku industri yang semakin meningkat setiap tahunnya. Hal tersebut mengakibatkan berkurangnya kapasitas bahan baku yang tersedia di alam. Salah satu diantara bahan yang umum digunakan dalam industri adalah bahan pelarut. Dari sekian banyak bahan pelarut yang digunakan dalam industri, salah satunya berpengaruh pada industri manufaktur kimia.

Menurut tinjauan oleh Susanti, *et al* (2014), pelarut yang umum digunakan dalam industri salah satunya adalah etanol, dikarenakan bahan tersebut memiliki titik didih yang rendah dan cenderung aman digunakan. Apabila digunakan terus menerus, tentunya kapasitas etanol akan semakin berkurang hingga memiliki kemungkinan untuk berhenti diproduksi.

Demi mengantisipasi hal tersebut maka digunakanlah bahan kimia lainnya yang dapat diaplikasikan serupa dengan pelarut pada umumnya. Terdapat banyak jenis

senyawa kimia yang umum digunakan sebagai pelarut, salah satu diantaranya adalah *Methyl isobutyl ketone* (MIBK).

MIBK merupakan senyawa alternatif pengganti pelarut etanol dengan nama organik *4-methylpentan-2-1* dan rumus kimia  $(CH_3)_2CHCH_2C(O)CH_3$  yang memiliki wujud bening dengan titik didih yang relatif rendah. MIBK merupakan pelarut yang umum digunakan sebagai pelarut dalam *treatment* selulosa, produksi cat, pelarut dalam ekstraksi, serta proses *dewaxing*.

MIBK sintesis memiliki kemurnian yang rendah karena mengandung beberapa komponen yang sebagian besar terdiri dari *acetone* (AC), serta sangat sedikit *isopropanol* (IP), *water* (W), *ethyl isobutyl carbinol* (MIBC), *diisobutylketone* (DIBK), dan *diacetone alcohol* (DA). Demi menghasilkan kualitas produk MIBK dengan kemurnian tinggi, maka diperlukan proses pemurnian berdasarkan pemisahan *one-step method* dalam fasa *vapor-liquid*.

Dalam perancangannya, digunakan pemisahan satu tahap dengan menggunakan *flash separator* maupun *distillation column*, dimana komponen AC (*light key*) dan IP akan dipisahkan sebagai produk *distillate*, sedangkan MIBK (*heavy key*), W, MIBC, DIBK, dan DA akan dipisahkan sebagai produk *bottom*. Dalam mendesain alat pemisahan tersebut, maka diperlukan data kesetimbangan uap-cair yang akurat berdasarkan parameter suhu dan tekanan. Produk MIBK akan sulit dipisahkan secara multikomponen, sehingga diperlukan pemisahan melalui sistem biner untuk mendapatkan data pemisahan dalam setiap komponennya.

Kurangnya literatur menjadi landasan utama dalam penelitian ini yang difokuskan terhadap prediksi sistem biner *acetone* dan *methyl isobutyl ketone* dengan mengabaikan sebagian kecil komponen pengotor lainnya. Penelitian serupa telah dilaksanakan oleh Mayevskiy (2020), dalam penelitiannya dijelaskan bahwa pemisahan komponen sistem biner yang sama dilakukan secara *multi stage* melalui proses distilasi yang membutuhkan biaya operasi tinggi dalam realisasinya, selain itu dalam penelitiannya juga tidak disajikan mengenai visualisasi kesetimbangan uap-cair melalui grafik, sehingga pembaca mengalami kesulitan dalam pembacaan karakteristik kesetimbangan uap-cair sistem biner yang hanya disajikan dalam tabel.

Berlandaskan permasalahan tersebut, maka dilakukan pengembangan gagasan penelitian (*novelty*) demi memperjelas serta memahami lebih lanjut mengenai karakteristik kesetimbangan uap-cair sistem biner terhadap pemisahan MIBK dari campuran multikomponen dengan menampilkan visualisasi kurva kesetimbangan, memprediksikan *internal azeotrop*, serta simplifikasi proses pemisahan yang disajikan dalam *separation flowsheet*.

## METODE ANALISIS

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah UNIFAC (*UNIQUAC Functionalgroup Activity Coefficients*) yang ditemukan pada tahun 1975 oleh Abrams dan Prausnitz pada 1975, dan dikembangkan oleh Guggenheim pada 1952 melalui *postulated liquid* dalam repretasi tiga dimensi. Metode UNIFAC digunakan dalam menghitung koefisien aktivitas dengan menggunakan gugus fungsi molekuler yang terdapat pada campuran senyawa.

Menggunakan metode UNIFAC sebagai dasar analisis memberikan estimasi yang dapat diandalkan untuk mencari kondisi kesetimbangan dalam fase uap-cair terhadap sistem biner maupun campuran multikomponen, selain itu persamaan ini disimplifikasi dalam estimasi campuran multikomponen dengan menampilkan dua parameter yang dapat diatur pada setiap biner. Dibalik keunggulan tersebut, metode ini memiliki kelemahan yang menampilkan data dengan nilai deviasi dan acak akibat adanya besaran argumen *Boltzmann factor* yang terlalu besar, sehingga metode UNIFAC tidak seakurat metode NRTL yang umum digunakan dalam LLE (*Liquid-Liquid Equilibrium*), dan metode Wilson yang umum digunakan dalam VLE (*Vapor-Liquid Equilibrium*).

Menurut Muzenda (2013), salah satu dari beberapa metode UNIFAC yang dapat digunakan dalam penelitian ini adalah *Binary Adjustable Parameters* ( $\tau_{ij}$ ). *Binary Adjustable Parameters* mengandung karakteristik interaksi parameter energi ( $U_{ij}$ ) yang merepretasikan rata rata energi intermolekuler. Perhitungan UNIFAC *Binary Interaction Parameters* ( $a_{ij}$ ) disajikan dalam persamaan (1) dan (2).

$$\tau_{12} = \exp\left(-\frac{\Delta u_{12}}{RT}\right) \equiv \exp\left(-\frac{a_{12}}{T}\right) \quad (1)$$

dan

$$\tau_{21} = \exp\left(-\frac{\Delta u_{21}}{RT}\right) \equiv \exp\left(-\frac{a_{21}}{T}\right) \quad (2)$$

Parameter ( $a_{ij}$ ) ditentukan berdasarkan data eksperimental biner yang bersumber dari data P-xy pada temperatur konstan serta data T-xy pada tekanan konstan Pada fasa VLE (*Vapor-Liquid Equilibrium*). UNIFAC dapat digunakan untuk mengkalkulasikan aktifitas koefisien dalam sistem biner yang disajikan dalam persamaan (3).

$$\ln \gamma_1 = x_1 \ln \frac{\varphi_1}{x_1} + \frac{z}{2} q_1 \ln \frac{\theta_1}{\varphi_1} + \varphi_2 \left( l_1 - \frac{r_1}{r_2} l_2 \right) - q_1 \ln(\theta_1 + \theta_2 \tau_{21}) + \theta_2 q_1 \left( \frac{\tau_{21}}{\theta_1 + \theta_2 \tau_{21}} - \frac{\tau_{12}}{\theta_2 + \theta_1 \tau_{12}} \right) \quad (3)$$

dan persamaan (4)

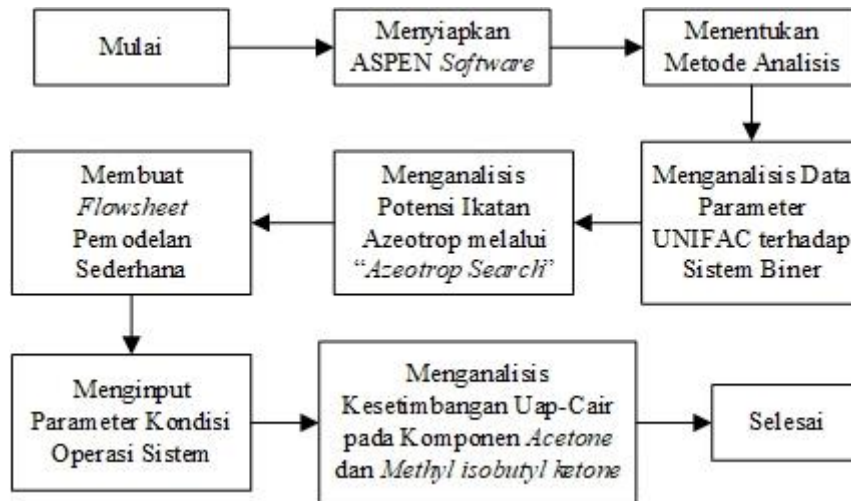
$$\ln \gamma_2 = x_2 \ln \frac{\varphi_2}{x_2} + \frac{z}{2} q_2 \ln \frac{\theta_2}{\varphi_2} + \varphi_1 \left( l_2 - \frac{r_2}{r_1} l_1 \right) - q_2 \ln(\theta_2 + \theta_1 \tau_{12}) + \theta_1 q_2 \left( \frac{\tau_{12}}{\theta_2 + \theta_1 \tau_{12}} - \frac{\tau_{21}}{\theta_1 + \theta_2 \tau_{21}} \right) \quad (4)$$

Selain sistem biner, parameter komponen murni ( $l_1$ ) dan ( $l_2$ ) juga dapat ditentukan dalam metode UNIFAC yang disajikan persamaan (5) dan (6).

$$l_1 = \frac{z}{2}(r_1 - q_1) - (r_1 - 1) \quad (5)$$

$$l_2 = \frac{z}{2}(r_2 - q_2) - (r_2 - 1) \quad (6)$$

Alur metode analisis menggunakan UNIFAC diterapkan melalui *software* ASPEN (*Advanced System for Process Engineering*) yang disajikan melalui diagram alir pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Alur Penelitian Melalui *Software* ASPEN Menggunakan Metode UNIFAC

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menyajikan data hasil penelitian secara numeris melalui *software* ASPEN menggunakan metode UNIFAC. Terdapat beberapa *properties* komponen yang digunakan, disajikan dalam tabel 1. Data

*properties* di atas akan digunakan sebagai pertimbangan dalam menjalankan simulasi pemisahan dalam sistem biner. Berdasarkan perhitungan prediksi sistem biner pada komponen utama *acetone* dan *methyl isobutyl ketone* menggunakan metode UNIFAC didapatkan data yang disajikan dalam tabel 2 dan tabel 3.

Tabel 1. *Data Properties* Sistem Biner

Parameter	Unit	Komponen	
		<i>Acetone</i>	MIBK
DCPLS	cal/mol-K	1,59E+10	1,65E+11
DGFORM	cal/mol	-36137,4	-32220,3
DHFORM	cal/mol	-51519,1	-68405,5
DHVLB	cal/mol	7095,99	8244,53
FREEZEPT	C	-94,7	-84
TB	C	56,13	116
TC	C	234,95	301,45
TPT	C	-94,7	-84
VB	cc/mol	77,5949	141,353
VC	cc/mol	213	374
VLSTD	cc/mol	73,9962	125,7
ZC	-	0,237	0,256

Tabel 2. Tabel Hasil Prediksi T-xy Plot

Tekanan (bar)	Suhu Total (C)	Liquid $\gamma$ <i>Acetone</i>	Liquid $\gamma$ MIBK	Fraksi Mol Uap <i>Acetone</i>	Fraksi Mol Uap MIBK	Fraksi Mol Liquid <i>Acetone</i>	Fraksi Mol Liquid MIBK
1,01325	56,12800	1,00000	1,16450	1,00000	0,00000	1,00000	0,00000
1,01325	58,73070	1,00149	1,12795	0,98470	0,01530	0,90000	0,10000
1,01325	61,57690	1,00568	1,09739	0,96645	0,03355	0,80000	0,20000

1,01325	64,75060	1,01214	1,07187	0,94399	0,05601	0,70000	0,30000
Tekanan (bar)	Suhu Total (C)	Liquid $\gamma$ Acetone	Liquid $\gamma$ MIBK	Fraksi Mol Uap Acetone	Fraksi Mol Uap MIBK	Fraksi Mol Liquid Acetone	Fraksi Mol Liquid MIBK
1,01325	68,36680	1,02029	1,05073	0,91538	0,08462	0,60000	0,40000
1,01325	72,58920	1,02927	1,03351	0,87737	0,12263	0,50000	0,50000
1,01325	77,66200	1,03745	1,01992	0,82421	0,17579	0,40000	0,60000
1,01325	83,95990	1,04159	1,00985	0,74500	0,25500	0,30000	0,70000
1,01325	92,05390	1,03497	1,00332	0,61751	0,38249	0,20000	0,80000
1,01325	102,68100	1,00412	1,00033	0,39541	0,60459	0,10000	0,90000
1,01325	116,02100	0,92886	1,00000	0,00000	1,00000	0,00000	1,00000

Tabel 3. Tabel Hasil Prediksi P-xy Plot

Suhu (C)	Tekanan Total (C)	Liquid $\gamma$ Acetone	Liquid $\gamma$ MIBK	Fraksi Mol Uap Acetone	Fraksi Mol Uap MIBK	Fraksi Mol Liquid Acetone	Fraksi Mol Liquid MIBK
25,00000	0,30536	1,00000	1,10007	1,00000	0,00000	1,00000	0,00000
25,00000	0,27807	1,00142	1,06993	0,98974	0,01026	0,90000	0,10000
25,00000	0,25113	1,00511	1,04761	0,97774	0,02226	0,80000	0,20000
25,00000	0,22422	1,01034	1,03132	0,96319	0,03681	0,70000	0,30000
25,00000	0,19712	1,01649	1,01968	0,94480	0,05520	0,60000	0,40000
25,00000	0,16970	1,02308	1,01160	0,92049	0,07951	0,50000	0,50000
25,00000	0,14188	1,02970	1,00625	0,88648	0,11352	0,40000	0,60000
25,00000	0,11363	1,03600	1,00292	0,83519	0,16481	0,30000	0,70000
25,00000	0,08498	1,04172	1,00106	0,74862	0,25138	0,20000	0,80000
25,00000	0,05597	1,04662	1,00021	0,57098	0,42902	0,10000	0,90000
25,00000	0,02668	1,05054	1,00000	0,00000	1,00000	0,00000	1,00000

Tabel 4. Tabel Parameter UNIFAC pada Sistem Biner

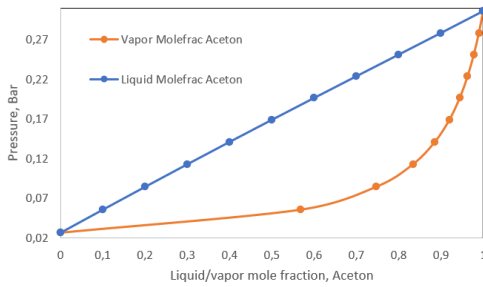
Sistem Biner	$a_{ij}^*$	$a_{ji}^*$	$b_{ij}$	$b_{ji}$	$c_{ij}$
AC + IP	-2,4106	2,4494	146,330509	105,781133	0,3
AC + W	6,39	0,0544	289,541694	511,10679	0,3
AC + MIBK	-5,4452	5,3013	172,038361	-132,643117	0,3
AC + MIBC	0	0	222,197501	7,9431315	0,3
IP + W	-1,3115	6,8284	-12,6435513	906,97467	0,3
IP + MIBK	0	0	98,9729341	194,334633	0,3
IP + MIBC	0	0	159,640516	-123,023083	0,3
W + MIBK	9,16294	-3,23048	445,052413	1373,26976	0,3
W + DIBK	11,6082	-0,32283	2461,2574	828,18207	0,3
W + MIBC	7,18523	-1,15534	1658,78018	157,616207	0,3
A + DIBK	0	0	335,048793	-164,928052	0,3
IP + DIBK	0	0	263,81665	125,596924	0,3
MIBK + MIBC	-15,2238	9,49025	136,916234	84,4125243	0,3
DIBK + MIBC	0	0	89,2101615	172,856274	0,3
MIBK + DIBK	0	0	123,918986	-77,4979668	0,3

\*Mayevskiy, *et al* (2020)

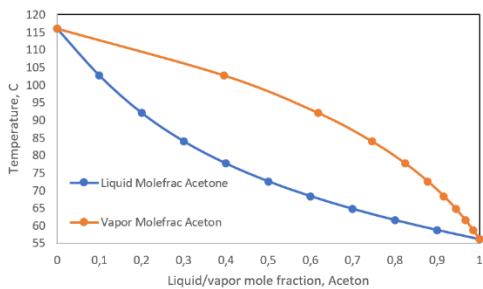
Pengambilan data T-xy pada tabel 2 dilakukan dengan menyamakan variabel tekanan. Berbeda dengan tabel 2 yang memiliki kesamaan variabel tekanan, pada tabel 3 menggunakan variabel dengan menyamakan terhadap parameter suhu, sehingga disebut data P-xy. Variabel pengaruh suhu dan tekanan berpengaruh pada fraksi mol komponen. Semakin besar suhu dan semakin kecil tekanannya maka semakin besar fraksi mol uap sebuah komponen, sedangkan fraksi mol komponen lainnya

akan semakin kecil pada fase yang sama. Data di atas juga melibatkan komponen kombinatorial ( $\gamma$ ), menurut Kumar, *et al* (2020), komponen kombinatorial didefinisikan sebagai sistematis serta hubungan repetitif kovalen yang merupakan perbedaan terhadap *block* dengan *array* dalam beragam entitas molekular. Dalam artian lain, komponen kombinatorial merupakan pendekatan dalam ilmu kimia yang melibatkan sintesis terhadap berbagai jenis molekul yang berjumlah banyak

dengan mengaitkan erat antara satu dengan lainnya agar didapatkan simplifikasi komponen. Umumnya,



Gambar 2. P-xy Diagram AC



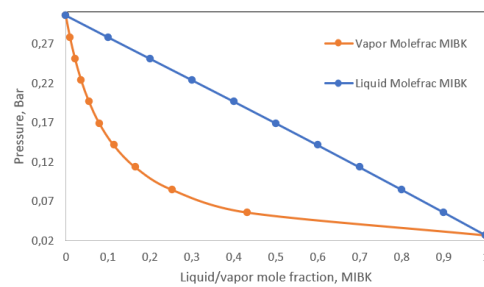
Gambar 4. T-xy Diagram AC

Hasil yang didapatkan pada gambar 2 – 5 didapatkan melalui analisis prediksi kesetimbangan uap-cair menggunakan metode UNIFAC. Dalam memahami proses pemisahan secara sederhana, maka dibuatlah *Flowsheet* yang disajikan dalam gambar 6 dengan spesifikasi alat yang diatur dan di-*set* sedemikian rupa dengan kondisi operasi yang umum digunakan. Spesifikasi alat disajikan dalam tabel 5. Secara umum, kondisi operasi disesuaikan berdasarkan pertimbangan terhadap *Buble Point* serta *Dew Point*. Pemisahan digunakan dalam proses dengan memperhatikan kesetimbangan uap-cair (VLE). *Buble point* suatu zat cair adalah titik dimana zat cair tersebut berada baru mulai menguap (mendidih), yaitu saat gelembung uap pertama terbentuk. *Dew point* suatu zat gas adalah titik awal terjadinya uap mengembun, yaitu ketika tetesan cairan pertama terbentuk.

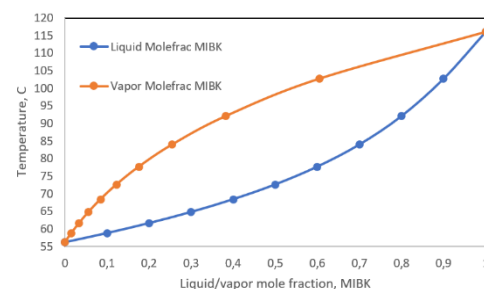
Tabel 5. Spesifikasi Alat Proses

Parameter	Nama Alat			
	<i>Mixer</i>	<i>Vaporizer</i>	<i>Flash Separator</i>	<i>Splitter</i>
Tekanan (atm)	1	1	0,5	1
<i>Valid Phase</i>	<i>Vapor-Liquid</i>	<i>Vapor-Liquid</i>	<i>Vapor-Liquid</i>	<i>Liquid</i>
Suhu (C)	30	60	60	60
<i>Vapor Fraction</i>	-	0,6	0,6	-
<i>Split Fraction</i>	-	-	-	0,7 (Output 1)

komponen kombinatorial digunakan dalam simulasi komputer.

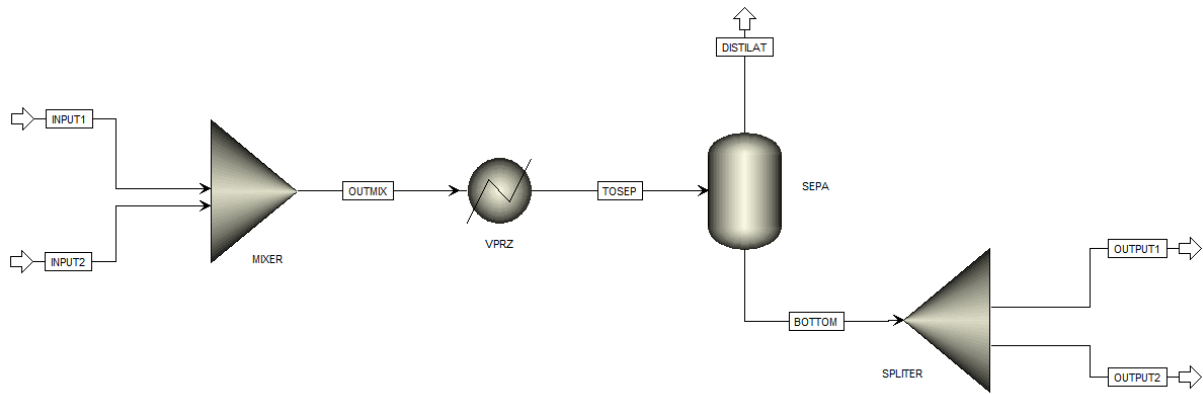


Gambar 3. P-xy Diagram MIBK



Gambar 5. T-xy Diagram MIBK

Prediksi kesetimbangan uap-cair diaplikasikan pada pemisahan sistem biner yang berisikan komponen *acetone* dan *methyl isobutyl ketone* melalui *software ASPEN Plus Simulation*. Campuran awal sebanyak 100 kmol/h dicampur melalui mixer dalam suhu lingkungan. Demi mencapai pemisahan komponen dengan memperhatikan aspek ekonomi, maka pemisahan dapat dilakukan secara *single stage* melalui *flash separator*, dengan dilakukan pemanasan bahan hingga suhu tertentu. Pemisahan dilakukan dengan membagi antara hasil atas (*distilate*) yang terdiri dari *light key* berupa *acetone* dan *isopropanol*, serta serta bawah (*bottom*) yang terdiri dari *heavy key* berupa *methyl isobutyl ketone*, *water*, *ethyl isobutyl carbinol*, *diisobutylketone*, dan *diacetone alcohol*.



Gambar 6. Flowsheet Simulasi Menggunakan ASPEN Plus

Hasil percobaan simulasi melalui *software* ASPEN selaras dengan pengaplikasian pada realisasi industri. Menurut paten oleh Visigalli (2018), proses pemurnian memungkinkan untuk dapat diaplikasikan pada *single stage* dengan pertimbangan biaya investasi rendah, kebutuhan material konstruksi rendah, serta kondisi operasi yang mengutamakan prinsip ramah lingkungan.

Pemisahan secara *flash* merupakan proses sederhana, namun membutuhkan kondisi operasi yang kompleks demi menyesuaikan terhadap sifat non-linear yang sangat kuat. Pada prinsipnya, *flash calculation* sangatlah mudah dan melibatkan penggabungan persamaan VLE dengan komponen neraca massa, dan dalam beberapa kasus, neraca energi. Beberapa aspek yang dipertimbangkan dalam penyusunan proses serta penentuan kondisi operasi meliputi:

1. Bubble point terhadap parameter Suhu
2. Bubble point terhadap parameter Tekanan
3. Dew point terhadap parameter Suhu
4. Dew point terhadap parameter Tekanan

Menurut Rodelo & Alvarez (2018), *flash* merupakan proses yang cukup sederhana dengan keseimbangan adiabatik yang ideal. Menghitung dengan informasi ini memberikan informasi tambahan mengenai spesifikasi desain untuk kinerja alat yang lebih baik. *Flash separator* merupakan alat yang digunakan untuk menguapkan seluruh atau sebagian komponen, dimana bahan dengan fasa *liquid* bertekanan tinggi dimampatkan pada tangki bertekanan vakum (<1 atm).

Umpan cair-gas bersuhu tinggi dialirkan melalui *inlet flash separator* yang akan terpisah secara kilat akibat kesetimbangan. Akibat perbedaan titik didih yang sangat tinggi, perpindahan terjadi saat campuran mencapai kesetimbangan, dimana fasa cair akan berada di bagian *bottom* dan fasa gas akan berada di bagian *distilate*.

Dalam aplikasinya tidak semua campuran dapat dipisahkan secara sempurna. Hal tersebut dipengaruhi oleh ditemukan ikatan *azeotrop* yang terdapat pada campuran tersebut. Berdasarkan hasil penelitan oleh Hartanto, *et al* (2017), pemisahan aseton sebagai *light key* tidak dapat dilakukan dengan mudah, sehingga diperlukan adanya modifikasi terhadap penambahan komponen lain berupa *entrainer* yang dapat divariasikan tekanan operasinya menggunakan dua tekanan berbeda, apabila titik *azeotrop* dipengaruhi oleh tekanan operasi, Menurut penelitian oleh Wang, *et al* (2022) untuk mengatasi sulitnya pemisahan akibat adanya titik *azeotrop* diperlukan adanya penambahan *wall column* dengan menggunakan *separating agent* yang berbeda, yaitu dengan menggunakan menara distilasi, namun dengan biaya operasi yang relatif lebih besar.

Titik *azeotrop* menunjukkan adanya perbedaan dalam simulasi dengan realisasi dalam penerapan dunia industri. Hal tersebut dibuktikan dengan adanya analisis *azeotropik* melalui *software* ASPEN Plus yang disajikan dalam tabel 6.

Tabel 6. Investigasi Campuran terhadap Azeotrop pada Tekanan Standar 101325 N/SQM

Sistem Biner	Temperatur (C)	Komponen	Klasifikasi <i>Unstable node</i>	
			Basis Mol	Basis Massa
AC - W	56,13	AC	0,9786	0,9933
		W	0,0214	0,0067
MIBK - IP	96,84	MIBK	0,1241	0,1910
		IP	0,8759	0,8090
MIBK - W	85,02	MIBK	0,3314	0,7338
		W	0,6686	0,2662

Sistem Biner	Temperatur (C)	Komponen	Klasifikasi <i>Unstable node</i>	
			Basis Mol	Basis Massa
IP - W	88,09	IP	0,4224	0,7092
		W	0,5776	0,2908
W - MIBC	91,54	W	0,8122	0,4326
		MIBC	0,1878	0,5674
W - DIBK	89,04	W	0,8333	0,3877
		DIBK	0,1667	0,6123
W - DA	99,72	W	0,9721	0,8440
		DA	0,0279	0,1560
DIBK - DA	157,53	DIBK	0,5323	0,5822
		DA	0,4677	0,4178

## NOMENKLATUR

$\tau$  = Parameter Interaksi Biner

$\Delta_u$  = Parameter Interaksi Energi

R = Konstanta Gas Ideal

T = Suhu, C

$\theta$  = Berat Segmen Molar

l = Komponen Parameter

DCPLS = *Difference Liquid and Solid Cp*, cal/mol-K

DGFORM = *Free Energy Formation at 25 deg C*, cal/mol

DHFORM = *Enthalpy Formation at 25 deg C*, cal/mol

DHVLB = *Enthalpy of Vaporization at Boiling Point*, cal/mol

FREEZEPT = *Freeze Point*, C

$\alpha$  = Parameter Eksperimental Data

$\gamma$  = Komponen Combinatorial

$\varphi$  = Area Komponen Fraksional

r, z, q = Koodinat Sistem

TB = *Boiling Point*, C

TC = *Critical Temperature*, C

TPT = *Triple Point Temperature*, C

VB = *Liquid Molar Volume at Boiling Point*, cc/mol

VC = *Critical Volume*, cc/mol

VLSTD = *Liquid Molar Volume at 60 deg F*, cc/mol

ZC = *Critical Compressibility Factor*

## KESIMPULAN

*Methyl isobutyl ketone* merupakan bahan pelarut yang sebagian besar terdiri dari *acetone* (AC), serta sangat sedikit *isopropanol* (IP), *water* (W), *ethyl isobutyl carbinol* (MIBC), *diisobutylketone* (DIBK), dan *diacetone alcohol* (DA). Komponen tersebut sangat sulit untuk diuraikan, yang ditunjukkan oleh adanya titik azeotrop, sehingga diperlukan metode khusus. Dalam menentukan metode pemisahan, maka diperlukan adanya pengetahuan mengenai karakteristik uap-cair dari sistem biner *acetone* dan *methyl isobutyl ketone*. Hasil prediksi karakteristik uap-cair disajikan dalam tabel 2 – 3 dan gambar 2 – 3. Variabel pengaruh suhu dan tekanan berpengaruh pada fraksi mol komponen. Semakin besar suhu dan semakin kecil tekanannya maka semakin besar fraksi mol uap sebuah komponen, sedangkan fraksi mol komponen lainnya semakin kecil pada fase yang sama. Hasil prediksi kesetimbangan uap-cair menunjukkan bahwa pemisahan akan lebih efektif apabila dioperasikan melalui *flash separator* dengan mempertimbangkan aspek ekonomis

## DAFTAR PUSTAKA

Antari, A., R., Bahari, R. (2016). Perancangan Separator Vertikal Mini 2 Fasa Pada Kegiatan Sampling Fluida (Tinjauan Aspek Keekonomian) Di PT. Pertaminaep

Asset 2 Field Limau, Jurnal Teknik Patra Akademika. 7(2): 49 – 62.

Al-Rabiah A., A., Alkathiri, R., R., Bagabas, A., A. (2022). *Process Development for Methyl Isobutyl Ketone Production Using the Low-Pressure One-Step Gas-Phase Selective Hydrogenation of Acetone*, *Processes Article*.

Hartanto, Y., Santoso H., Wijaya S., Mardone A. (2017). Distilasi Ekstraktif pada Pemisahan Aseton dan Metanol, *Jurnal Integritas Proses*. 6(4): 168 – 175.

Khani, M., J., Rezaeye, M. (2018). *A Review of Solvent Uses in Petroleum Industry*, *Revista Publicando*. 5(15): 1197 – 1216.

Kumar, R., K., Keerthana, B., S. (2020). *Combinatorial Chemistry and Its Application – A Modern Synthetic Approach*. *World Journal of Advance Healthcare Research*. 4(3).

Mayevskiy, M., Frolkova, A., Frolkova A. (2020). *Separation and Purification of Methyl Isobutyl Ketone from Acetone + Isopropanol + Water + Methyl Isobutyl Ketone + Methyl Isobutyl Carbinol + Diisobutyl Ketone Mixture*, *ACS Omega*. 5: 25365 – 25370.

Moestafa, A., Sa'id, E., G., Suparno, O., Sukarno. (1996). *Metode Pemisahan Campuran Aseton –*

Butanol – Etanol Hasil Fermentasi secara Distilasi Bertingkat, *Jurnal Agro-Based Industry*. 13(1 – 2): 48 – 54.

- Muzenda, E. (2013). *From UNIQUAC to Modified UNIFAC Dortmund: A Discussion, International Conference on Medical Sciences and Chemical Engineering*. Bangkok, Thailand.
- Rodelo, K., M., Alvarez, H. (2018). *Determination and Use of Feasible Operation Region in Flash Distillation Control, Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*. Universidad de Antioquia, Colombia.
- Susanti, C., M., Sugiharto, R., Setyani, S., Subekti. (2014). Pengaruh Jumlah Pelarut Etanol dan Suhu Fraksinasi Terhadap Karakteristik Lemak Kakao Hasil Ekstraksi *Non Alkalized Cocoa Powder*, *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*. 19(2): 307 – 319.
- Visigalli, R. (2018). *Process for The Production of Methyl Isobutyl Ketone from Acetone, World Intellectual Property, International Bureau*.
- Wang, M., Li, L., Wang, E. (2022). *Purification of Methyl Isobutyl Ketone Via Dividing Wall Column With An Internal Boiling Point of A Heterogeneous Azeotrope, Chemical Engineering and Processing - Process Intensification*. 179: 109053.