

EFEK RASIO *FEED / SOLVENT* PADA DISTILASI EKSTRAKTIF ISOPROPIL ALKOHOL : STUDI SIMULASI CHEMCAD

Sri Indah Nur Aini, Agung Ari Wibowo

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia
Sriindahnuraini21@gmail.com, [agung.ari@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Isopropil alkohol merupakan bahan kimia yang banyak digunakan di industri salah satunya sebagai bahan baku *antiseptic* di *hand sanitizer*. Berdasarkan proses pemisahan isopropil alkohol-air terhalang oleh titik azeotrop sehingga tidak dapat dipisahkan menggunakan distilasi konvensional. Distilasi yang tepat untuk pemisahan campuran isopropil alkohol-air yaitu distilasi ekstraktif dengan bantuan gliserol sebagai *solvent*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbandingan penambahan gliserol-isopropil alkohol terhadap kemurnian produk, beban *reboiler*, dan beban kondensor. Simulasi ini difokuskan pada variasi penambahan gliserol-isopropil alkohol dengan perbandingan 5:5 hingga 50:5, kemudian dilanjutkan dengan perbandingan 5:10 hingga 50:10. Hasil yang didapatkan bahwa semakin banyak penambahan isopropil alkohol akan menghasilkan kemurnian produk yang lebih tinggi. Kemurnian produk yang dihasilkan sebesar 96% mol dengan massa gliserol sebesar 1.728,6350 kg/jam dan massa isopropil alkohol sebesar 291,7360 kg/jam. Kemudian, semakin tinggi *stage* umpan *solvent* yang digunakan beban kondensor dan *reboiler* yang dihasilkan semakin tinggi yaitu sebesar 1.418,65 MJ/jam dan 2.249,42 MJ/jam.

Kata kunci: CHEMCAD, distilasi ekstraktif, gliserol, isopropil alkohol

ABSTRACT

Isopropyl alcohol is a chemical that is widely used in industry, one of which is used as an antiseptic, namely as a raw material for making hand sanitizer. Based on the separation process, isopropyl alcohol-water is inhibited by an azeotropic point so that it cannot be separated using conventional distillation. The appropriate distillation for separating the isopropyl alcohol-water mixture is extractive distillation with the help of glycerol as a solvent. This study aims to determine the effect of the ratio of the addition of glycerol-isopropyl alcohol on product purity, reboiler duty, and condenser duty. This simulation is focused on variations in the addition of glycerol-isopropyl alcohol in a ratio of 5:5 to 50:5, then followed by a ratio of 5:10 to 50:10. The results showed that the more isopropyl alcohol added, the higher the product purity was. The purity of the resulting product was 96 mole% with a glycerol mass of 1728.6350 kg / hour and an isopropyl alcohol mass of 291.7360 kg / hour. Then, the higher the solvent feed stage used the condenser and reboiler loads the higher the results, namely 1418.65 MJ / hour and 2249.42 MJ / hour.

Keywords: CHEMCAD, Extractive Distillation, Glycerol, Isopropyl Alcohol

1. PENDAHULUAN

Isopropil alkohol sebagai bahan kimia saat ini sangat dibutuhkan sebagai bahan penunjang di dunia industri. Isopropil alkohol atau biasa disingkat IPA merupakan bahan kimia yang banyak digunakan di bidang farmasi, kosmetik, bahkan banyak digunakan di bidang medis. Dalam bidang farmasi, isopropil alkohol digunakan sebagai antiseptik yaitu sebagai bahan baku pembuatan *hand sanitizer* dan desinfektan. Isopropil alkohol mempunyai

kelebihan jika dibandingkan dengan etanol dalam pembuatan *hand sanitizer* ialah lebih aman untuk permukaan kulit manusia. Hal ini yang membuat harga isopropil alkohol lebih tinggi dibandingkan dengan harga etanol. Dikarenakan harga isopropil alkohol lebih tinggi dibandingkan dengan etanol maka perlu dilakukan pemurnian isopropil alkohol.

Pemurnian isopropil alkohol dapat dilakukan dengan menggunakan metode distilasi agar didapatkan kadar isopropil alkohol yang tinggi. Distilasi merupakan metode yang paling banyak digunakan untuk proses pemisahan di bidang industri [1]. Distilasi merupakan suatu proses pemisahan campuran dengan menggunakan titik didih [2]. Isopropil alkohol membentuk titik azeotrop dengan air pada suhu 80,3-80,4⁰C dengan %mol azeotrop sebesar 68,1 % mol [3]. Sehingga, dalam hal ini distilasi konvensional tidak efektif digunakan dalam pemisahan isopropil alkohol–air dikarenakan terkendala oleh titik azeotrop [4]. Penggunaan *stage* dan refluks pada distilasi konvensional hanya dapat menghasilkan kadar distilat sebesar 10 – 85% v/v [5]. Metode distilasi yang dapat digunakan untuk memisahkan titik azeotrop campuran isopropil alkohol–air yaitu distilasi ekstraktif. Distilasi ekstraktif ini mampu meningkatkan kemurnian isopropil alkohol [6].

Distilasi ekstraktif merupakan metode paling efektif yang digunakan di industri untuk memisahkan titik azeotrop seperti campuran isopropil alkohol–air karena dapat menghemat pemakaian energi dan ekonomis [7]. Proses pemisahan distilasi ekstraktif dibantu dengan menambahkan suatu zat ketiga [8]. Zat ketiga yang ditambahkan pada proses distilasi ekstraktif disebut sebagai *solvent*. Dalam hal ini *solvent* yang ditambahkan pada distilasi ekstraktif yaitu gliserol. Gliserol merupakan produk samping dari produksi biodiesel dimana mempunyai sifat yang ramah lingkungan. Gliserol memiliki kelebihan selain harganya yang murah dan mudah didapatkan, gliserol juga dapat memecah titik azeotrop campuran isopropil alkohol-air [9]. Penggunaan gliserol dengan fraksi mol minimal 0,229 dapat menghilangkan titik azeotrop campuran isopropil alkohol-air [10]. Pelarut yang dapat digunakan sebagai *solvent* harus memiliki titik didih yang lebih tinggi dari komponen yang akan dipisahkan [11].

Beberapa penelitian terdahulu tentang pemurnian isopropil alkohol menggunakan distilasi ekstraktif pernah dilakukan oleh Kalla dkk. [4] dengan mensimulasikan proses distilasi ekstraktif dengan bantuan *solvent* etilen glikol menggunakan Aspen Plus dengan pemodelan menggunakan NRTL (*Non-Random Two Liquid*) dimana semakin meningkatnya laju alir umpan maka fraksi mol distilat akan semakin meningkat. NRTL (*Non-Random Two Liquid*) digunakan karena memiliki keunggulan yaitu dapat menghubungkan berbagai macam campuran larutan dengan baik, dan hanya menggunakan parameter biner untuk menghitung properti kesetimbangan fasa [12].

Kemudian, Hartanto dkk. [9] dengan mensimulasikan proses distilasi ekstraktif dengan bantuan *solvent* gliserol menggunakan Aspen Plus dengan pemodelan menggunakan NRTL (*Non-Random Two Liquid*) didapatkan bahwa *reflux ratio* memberikan pengaruh terhadap beban *reboiler* dan beban kondensor karena *reflux ratio* yang semakin besar akan menghasilkan komposisi cairan dan uap yang lebih banyak.

Tujuan dari penelitian ini untuk melakukan optimasi terhadap kolom distilasi dengan mempertimbangkan pengaruh perbandingan penambahan gliserol-isopropil alkohol terhadap kemurnian produk, beban *reboiler*, dan beban kondensor. Hasil dari penelitian ini akan menjadi dasar perancangan untuk mengubah proses distilasi konvensional yang akan digantikan dengan menggunakan proses distilasi ekstraktif. Dimana, proses distilasi ekstraktif diharapkan mampu memecah titik azeotrop dan dapat meningkatkan kemurnian dari isopropil alkohol.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan optimasi perangkat lunak CHEMCAD sehingga tingkat kemurnian produk dari isopropil alkohol didapatkan secara optimal. Dengan perbandingan jumlah massa gliserol-isopropil alkohol yang masuk maka akan didapatkan kemurnian isopropil alkohol, beban kondensor, dan beban *reboiler* yang optimal. Perbandingan jumlah massa gliserol-isopropil alkohol yang ditambahkan mulai dari perbandingan 5 : 5 hingga 50 : 5 kemudian untuk perbandingan jumlah massa gliserol-isopropil alkohol selanjutnya yaitu 5 : 10 hingga 50 : 10.

2.1. Model Termodinamika

Model termodinamika yang digunakan untuk kesetimbangan uap-cair bahan-bahan yang terlibat yaitu menggunakan permodelan NRTL (*Non-Random Two Liquid*). NRTL merupakan model yang paling banyak digunakan dan dapat mengkorelasi kesetimbangan uap-cair dan cair-cair dengan baik [8] selain itu NRTL memiliki keunggulan yaitu dapat menghubungkan berbagai macam campuran larutan dengan baik.

2.2. Parameter Interaksi Biner

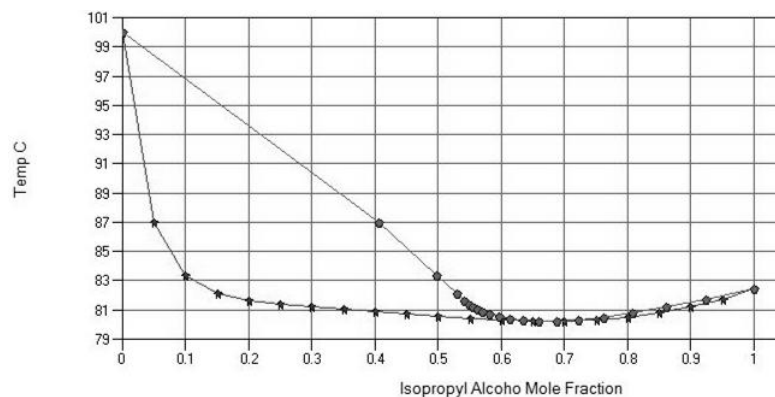
Parameter interaksi biner di dapatkan dari database CHEMCAD yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter interaksi biner dari IPA-water dalam simulasi CHEMCAD

Komponen 1	Komponen 2	B_{ij}^*	B_{ji}^*	α^*
IPA	Water	20.0554	832.981	0.3255

*Tersedia Dalam Database CHEMCAD

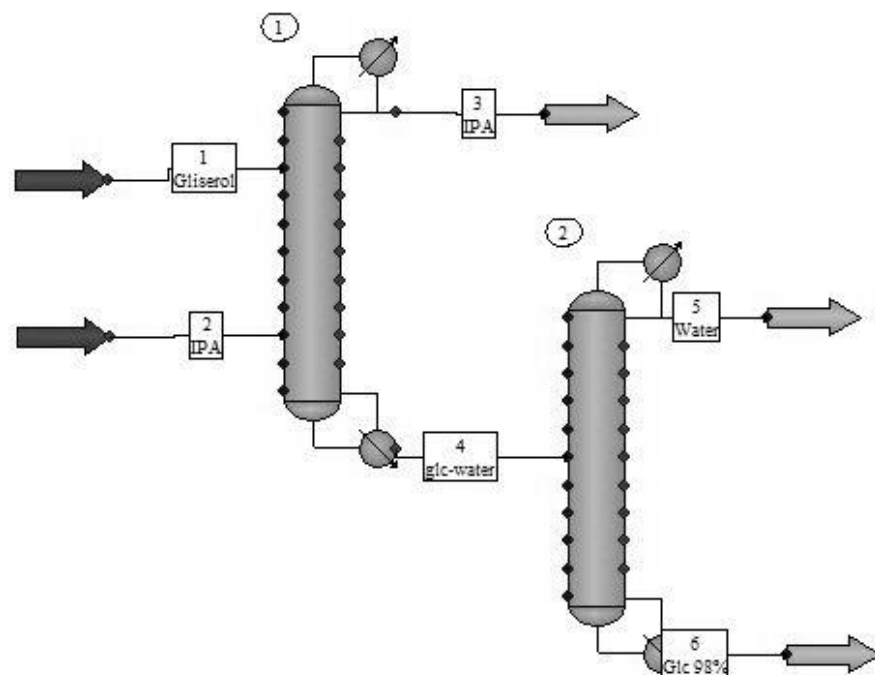
Grafik kesetimbangan uap cair untuk *IPA-water* pada tekanan 1 atm disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik *vapor liquid equilibrium* IPA-water

2.3. Deskripsi Proses

Simulasi proses pada penelitian ini menggunakan CHEMCAD dimana terdapat 3 tahap yaitu tahap persiapan, tahap simulasi proses pemurnian isopropil alkohol, dan tahap variasi perbandingan jumlah massa gliserol-isopropil alkohol yang masuk sehingga mendapatkan hasil yang optimal. Diagram alir proses disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Simulasi distilasi ekstraktif

Gliserol 98% dan isopropil alkohol 60% mol pada suhu 25°C dan tekanan 1 atm dialirkan menuju kolom distilasi untuk dilakukan proses pemurnian. Proses akan difokuskan pada kolom distilasi pertama yaitu kolom distilasi ekstraktif yaitu untuk memisahkan isopropil alkohol dan air yang memiliki titik didih yang berdekatan dengan menggunakan bantuan gliserol sebagai *solvent* sehingga dapat mengikat isopropil alkohol dan mempermudah pemisahan antara isopropil alkohol dan air. Hasil dari produk atas berupa isopropil alkohol dengan kemurnian tinggi. Pada proses distilasi ekstraktif variasi yang akan digunakan yaitu perbandingan jumlah massa gliserol-isopropil alkohol yang masuk sehingga mendapatkan hasil kemurnian produk tertinggi dan beban kondensor dan *reboiler* seminimal mungkin. Produk bawah berupa campuran gliserol dan air. Campuran gliserol dan air dialirkan menuju kolom distilasi konvensional untuk memisahkan gliserol dan air. Produk atas berupa air dan produk bawah berupa gliserol dengan kadar 98% mol yang akan dialirkan kembali menuju kolom distilasi ekstraktif untuk digunakan sebagai *solvent*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dari simulasi pada kolom distilasi ekstraktif menggunakan CHEMCAD dengan variasi perbandingan gliserol-isopropil alkohol. Pada simulasi ini digunakan variasi perbandingan gliserol-isopropil alkohol dimulai dengan perbandingan 5:5 hingga 50:5 didapatkan kemurnian produk isopropil alkohol sebesar 94% mol dengan massa gliserol sebesar 1.728,635 kg/jam dan massa isopropil alkohol sebesar 145,868 kg/jam dan perbandingan gliserol-isopropil alkohol selanjutnya dimulai dengan 5:10 hingga 50:10 didapatkan kemurnian produk isopropil alkohol sebesar 96% mol dengan massa gliserol sebesar 1.728,635 kg/jam dan massa isopropil alkohol sebesar 291,7360 kg/jam. Kondisi operasi dari simulasi dapat dilihat pada Tabel 2, lalu hasil simulasi dengan penambahan IPA dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel.2 Kondisi operasi kolom distilasi

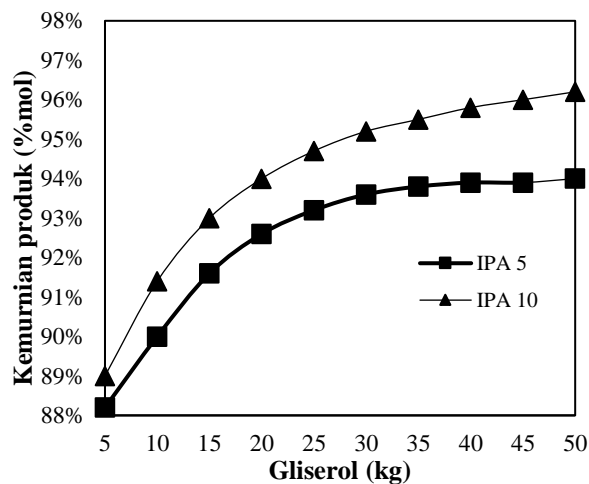
Parameter	Nilai
Laju alir umpan (kg/jam)	29,1736
Laju alir <i>solvent</i> (kg/jam)	34,5727
Suhu umpan (°C)	25
Tekanan umpan (atm)	1
<i>Distilat rate</i> (kg/jam)	45,0807
Jumlah <i>stage</i>	17
<i>Solvent stage</i>	9
<i>Feed stage</i>	11

Tabel.3 Hasil simulasi kolom distilasi penambahan IPA sebesar 145,8680 kg/jam

Jumlah Gliserol (kg/jam)	Kemurnian Produk (%mol)	<i>Mass Flow</i> IPA (kg/jam)
172,8635	88%	69,1678
345,7270	90%	84,5820
518,5905	92%	101,5950
691,4540	93%	116,0312
864,3175	94%	127,3871
1037,1810	94%	135,7216
1210,0450	94%	140,8582
1382,9020	94%	143,4096
1555,7710	94%	144,5602
1728,6350	94%	145,8680

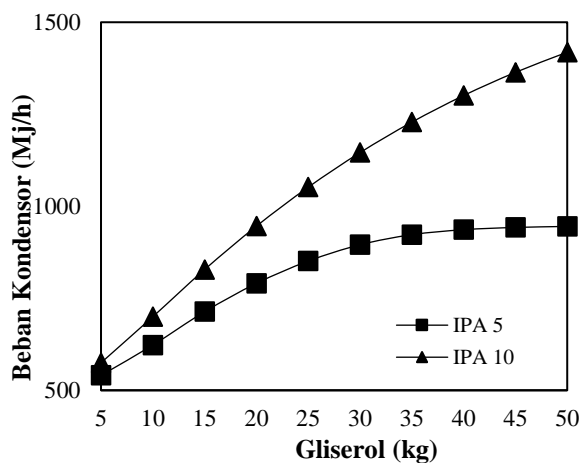
Tabel.4 Hasil simulasi kolom distilasi penambahan IPA sebesar 291,7360 kg/jam

Jumlah Gliserol (kg/jam)	Kemurnian Produk (%mol)	<i>Mass Flow</i> IPA (kg/jam)
172,8635	89%	75,5677
345,7270	91%	99,0403
518,5905	93%	123,0841
691,4540	94%	145,2094
864,3175	95%	165,0914
1037,1810	95%	182,7517
1210,0450	96%	198,3070
1382,9020	96%	211,9116
1555,7710	96%	223,7598
1728,6350	96%	234,0658

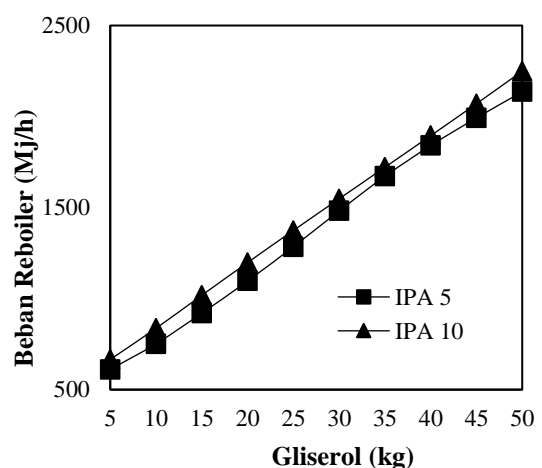


Gambar 3. Pengaruh variasi perbandingan gliserol dan IPA terhadap kemurnian produk

Umpan gliserol masuk pada *stage* 9 sedangkan isopropil alkohol masuk pada *stage* 11. Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan massa gliserol yang ditambahkan maka kemurnian produk isopropil alkohol yang dihasilkan semakin meningkat. Penambahan massa gliserol berbanding lurus terhadap kemurnian produk. Dalam simulasi ini dapat dilihat semakin banyak penambahan gliserol dan isopropil alkohol kemurnian produk mencapai 96% mol. Hal tersebut dikarenakan semakin banyak penambahan *solvent* semakin banyak komponen yang terikat [8]. Hal ini dikarenakan interaksi antara gliserol sebagai *solvent* dan isopropil alkohol-air sebagai campuran azeotrop terjadi pada saat *solvent* berada dalam fasa cair. Penempatan *solvent* di tahap atas kolom distilasi ekstraktif akan memastikan *solvent* berada pada fasa cair [9] sehingga dapat meningkatkan kemurnian produk yang dihasilkan.



Gambar 4. Pengaruh perbandingan gliserol : IPA terhadap beban kondensor



Gambar 5. Pengaruh perbandingan gliserol : IPA terhadap beban kondensor

Pada Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan isopropil alkohol maka semakin tinggi juga kebutuhan energi terhadap proses kondensasi. Hal ini dikarenakan *solvent* dialirkan dari bagian atas kolom distilasi ekstraktif sehingga

menghasilkan lebih banyak interaksi dengan fasa uap dalam hal ini yaitu isopropil alkohol sehingga menyebabkan beban kondensor dan *reboiler* semakin meningkat [9]. Untuk meminimumkan beban *reboiler* maka *solvent* diumpankan pada *stage* bagian bawah agar beban *reboiler* yang dihasilkan seminimal mungkin. Sehingga dari simulasi ini dapat dilihat bahwa beban *reboiler* lebih tinggi dibandingkan beban kondensor dikarenakan distilasi dengan campuran azeotrop membutuhkan energi yang lebih besar dalam *reboiler*.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian ini pemurnian isopropil alkohol dilakukan dengan menggunakan distilasi ekstraktif dengan bantuan gliserol sebagai *solvent* dimana kemurnian produk terbaik diperoleh sebesar 96% mol dengan variasi perbandingan gliserol-isopropil alkohol sebesar 50:10 dimana massa gliserol sebesar 1.728,635 kg/jam dan massa isopropil alkohol sebesar 291,7360 kg/jam dengan beban kondensor dan *reboiler* sebesar 1.418,65 MJ/jam dan 2.249,42 MJ/jam. Umpan gliserol masuk pada *stage* 9 sedangkan isopropil alkohol masuk pada *stage* 11. Jumlah *stage* yang digunakan dalam simulasi ini sebanyak 17 *stage*.

REFERENSI

- [1] Hartanto, Y., Santoso, H., Wijaya, S., Mardone, A., 2017, *Distilasi Ekstraktif Pada Pemisahan Aseton Dan Metanol*, Jurnal Integrasi Proses, Vol. 6, No. 4, 168.
- [2] Muhammad, D. R. A., Darmadji, P., Pranoto, Y., 2011, *Pengaruh Suhu Distilasi dan Tingkat Kondensor Terhadap Sifat Sensoris Distilat Asap Cair*, Jurnal Teknologi Hasil Pertanian, Vol. 4, No. 2, 104–112.
- [3] Baelen, G. V., Vreysen, S., Gerbaud, V., Donis, I. R., Geens, J., Janssens, B., 2010, *Isopropyl Alcohol Recovery by Heteroazeotropic Batch Distillation*, Process Technology Sustainability, Vol. 72, No. 1, 980.
- [4] Kalla, S., Upadhyaya, S., Singh, K., Dohare, R. K., Agarwal, M., 2016, *A Case Study on Separation of IPA-Water Mixture by Extractive Distillation Using Aspen Plus*, International Journal of Advanced Technology Engineering Exploration, Vol. 3, No. 24, 187–193.
- [5] Suharto M., Wibowo, A. A., Suharti, P. H., 2020, *Optimasi Pemurnian Etanol Dengan Distilasi Ekstraktif Menggunakan CHEMCAD*, Distilat Jurnal Teknologi Separasi, Vol. 6, No. 1, 1–7.
- [6] Silviana, S., Purbasari, A., 2008, *Pengambilan Air Dari Sistem Isopropil Alkohol – Air Dengan Distilasi Adsorptif Menggunakan Zeolit Alam Dan Silika Gel*, Reaktor, Vol. 12, No. 1, 29.
- [7] Li, J., Li, R., Zhou, H., Yang, X., Ma, Z., Sun, L., Zhang, N., 2019, *Energy-Saving Ionic Liquid-Based Extractive Distillation Configurations for Separating Ternary Azeotropic System of Tetrahydrofuran/Ethanol/Water*, Ind. Eng. Chem. Res., Vol. 58, No. 36, 16858–16868.
- [8] Hanifa, E. I., Sindhuwati, C., 2020, *Pemurnian Propil Asetat Pada Distilasi Ekstraktif*, Distilat Jurnal Teknologi Separasi, Vol. 6, No. 9, 69–75.
- [9] Hartanto, D., Handayani, P. A., Sutrisno, A., Widya V., 2019, *Isopropyl Alcohol Purification through Extractive Distillation using Glycerol as an Entrainer: Technical Performances Simulation and Design*, Jurnal Bahan Alam Terbarukan, Vol. 8, No. 2, 133–143.

- [10] Zhang, L., Zhang, W., Yang, B., 2014, *Experimental Measurement and Modeling of Ternary Vapor–Liquid Equilibrium for Water + 2-Propanol + Glycerol*, *Journal Chemical Engineering Data*, Vol. 59, No. 11, 3825–3830.
- [11] Wibowo, A. A., Lusiani, C. E., Ginting, R. R., Hartanto, D., 2018, *Simulasi CHEMCAD: Studi Kasus Distilasi Ekstraktif pada Campuran Terner n-Propil Asetat/n-Propanol/Air*, *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, Vol. 2, No. 2, 75.
- [12] Hartanto, D., Triwibowo, B., 2014, *Review Model dan Parameter Interaksi pada Korelasi Kesetimbangan Uap-Cair dan Cair-Cair Sistem Etanol (1) + Air (2) + Ionic Liquids (3) dalam Pemurnian Bioetanol*, *Jurnal Rekayasa Proses*, Vol. 8, No. 1, 1–11.