

# **STUDI SIMULASI PENGARUH LAJU ALIR PRODUK PADA KOLOM KAIBEL TERHADAP PEMURNIAN CAMPURAN ALKOHOL**

## **Penelitian**

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar  
sarjana di bidang ilmu Teknik Kimia

oleh :

**Gregorius Bryan Handersen**

(6141801078)

Pembimbing :

**Dr. Budi Husodo Bisowarno**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
BANDUNG  
2023**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

**LEMBAR PENGESAHAN**

Nama : Gregorius Bryan Handersen  
NPM : 6141801078  
Judul : Studi Simulasi Pengaruh Laju Alir Produk Pada Kolom Kaibel  
Terhadap Pemurnian Campuran Alkohol

**CATATAN :**

---

---

---

---

---

---

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung,

Pembimbing 1

**Dr. Budi Husodo Bisowarno**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

**LEMBAR REVISI**

Nama : Gregorius Bryan Handersen

NPM : 6141801078

Judul : Studi Simulasi Pengaruh Laju Alir Produk Pada Kolom Kaibel  
Terhadap Pemurnian Campuran Alkohol

**CATATAN :**

---

---

---

---


---

---

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung,

Penguji 1

  
Herry Santoso, S.T., M.T.M., Ph.D.

Penguji 2

  
Arenst A. Arie, S.T., S.St., M.Sc., Ph.D



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

### **SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Gregorius Bryan Handersen

NPM : 6141801078

dengan ini menyatakan bahwa penelitian dengan judul:

#### **Studi Simulasi Pengaruh Laju Alir Produk Pada Kolom Kaibel Terhadap Pemurnian Campuran Alkohol**

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jakarta, 8 Februari 2023



Gregorius Bryan Handersen  
(6141801078)

## INTISARI

Pada perkembangan terkini, penggunaan 2 kolom distilasi ke dalam satu cangkang dengan 1 dinding pemisah dan 4 aliran produk, yang dikenal dengan Kolom Kaibel dimana masih sangat jarang digunakan. Hal ini dikarenakan keunggulan Kolom Kaibel yang bisa menghemat energi. Penelitian ini akan menjelaskan penggunaan Kolom Kaibel karena memiliki kelebihan seperti penggunaan energi yang lebih sedikit dan penggunaan peralatan dan pemeliharaan peralatan yang lebih sedikit. Pemisahan Kolom Kaibel ini dapat diaplikasikan untuk memisahkan 4 campuran ekuimolar alkohol (metanol, etanol, 1-propanol, 1-butanol) dan alkohol primer murni bisa digunakan pada industri bahan baku dan industri pelarut. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan kemurnian produk dengan bervariasi laju alir distilat, laju alir produk bawah, laju alir *side stream* 1 (produk utamanya etanol), laju alir *side stream* 2 (produk utamanya 1-propanol) pada simulasi Kolom Kaibel.

Simulasi Kolom Kaibel dilakukan menggunakan software *Aspen Hysys*. Kolom yang digunakan adalah kolom dengan dinding di tengah untuk versi di dunia asli, sedangkan kolom di *Aspen Hysys* itu berbentuk 2 *distillation column* yang dihubungkan dengan aliran antara kolom 1 dengan kolom kedua (cara *Two Column Sequence Model*). Metode penelitian seperti berikut yaitu *Modelling*, Validasi Model, Simulasi. Simulasi model ini harus divalidasi dengan data yang didapat dari Abid (2015) yang dapat digunakan sebagai bahan rujukan hasil simulasi. Untuk mendapatkan kemurnian produk dilakukan dengan bervariasi laju alir distilat, laju alir produk bawah, laju alir *Side Stream* 1, dan laju alir *Side Stream* 2. Metode analisis yang digunakan adalah memperbandingkan parameter kemurnian produk. Semakin tinggi laju alir, maka kemurnian pada laju alir tersebut akan semakin rendah, sebagai contohnya semakin tinggi laju alir distilat menyebabkan kemurnian metanol semakin rendah. Penelitian ini memberikan rekomendasi bahwa laju alir distilat sebesar 23 kmol/h dengan kemurnian metanol 99,84%, laju alir *Bottom* dengan laju alir 24,68 kmol/h dengan kemurnian 1-butanol 96,32%, laju alir *side stream 1* dengan laju alir 25,41 kmol/h dengan kemurnian etanol 90,39%, dan laju alir *side stream 2* dengan laju alir 26,24 kmol/h dengan kemurnian 1-propanol 89,29%.

Kata Kunci: alkohol, desain konseptual, distilasi, Kolom Kaibel

## ABSTRACT

In recent developments, the use of 2 distillation columns into one shell with 1 separation wall and 4 product streams, known as the Kaibel Column, is still very rarely used. This is due to the advantage of the Kaibel Column which can save energy. This study will explain the use of Kaibel Column because it has advantages such as less energy use, less equipment usage, and equipment maintenance. This Kaibel Column Separation can be applied to separate 4 equimolar alcohol mixtures (methanol, ethanol, 1-propanol, 1-butanol) and pure primary alcohol can be used in the raw material industry and solvent industry. The aim of this study was to obtain product purity by varying the distillate flow rate, bottom product flow rate, side stream 1 flow rate (the main product was ethanol), side stream 2 flow rate (the main product was 1-propanol) in the Kaibel Column simulation.

Kaibel Column Simulation was carried out using Aspen Hysys software. The column used is a column with a wall in the middle in the reality, while the columns in Aspen Hysys are in the form of 2 distillation columns connected by flow between column 1 and column 2 (the Two Column Sequence Model method). The following research methods are Modeling, Model Validation, Simulation. This model simulation must be validated with data obtained from Abid (2015) which can be used as a reference for the simulation results. To obtain product purity, it is carried out by varying the distillate flow rate, bottom product flow rate, Side Stream 1 flow rate, and Side Stream 2 flow rate. The analytical method used is to compare product purity parameters. The higher the flow rate, the lower the purity at that flow rate, for example, the higher the distillate flow rate, the lower the methanol purity. This study provides recommendations that the distillate flow rate is 23 kmol/h with a methanol purity of 99.84%, the Bottom flow rate is 24.68 kmol/h with a 1-butanol purity of 96.32%, the side stream flow rate 1 is flow rate of 25.41 kmol/h with 90.39% ethanol purity, and flow rate of side stream 2 with flow rate of 26.24 kmol/h with 89.29% 1-propanol purity.

Keywords: alcohol, conceptual design, distillation, Kaibel Column

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat-Nya saya bisa menyelesaikan penelitian ini yang berjudul “Studi Simulasi Pengaruh Laju Alir Produk Pada Kolom Kaibel Terhadap Pemurnian Campuran Alkohol”. Penelitian ini hanya bisa selesai karena rahmat Tuhan Yang Maha Esa dan Yesus Kristus.

Penulis, Gregorius Bryan Handersen dengan NPM 6141801078 ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

- 1) Tuhan yang Maha Esa dan Yesus Kristus yang berperan agar penulis mampu menyelesaikan penelitian ini
- 2) Dr. Budi Husodo Bisowarno sebagai dosen pembimbing yang selalu memberikan dukungan dan bimbingan secara maksimal kepada penulis dalam menyusun penelitian ini
- 3) Orang tua penulis yang selalu mendukung penulis agar bisa menyelesaikan penelitian ini
- 4) Teman-Teman Universitas Parahyangan yang memberikan dukungan agar penulis bisa menyelesaikan penelitian ini

Sebagai penulis yang bernama: Gregorius Bryan Handersen menyadari bahwa ada kekurangan dalam penelitian dan saya memohon maaf atas hal tersebut. Oleh karena itu saya mengharapkan kritik dan saran yang kerap bisa membangun penelitian ini menjadi lebih baik. Tanpa berkata panjang lagi, penulis berharap penelitian ini bisa bermanfaat bagi pembaca.

Jakarta, 8 Februari 2023



Gregorius Bryan Handersen  
(6141801078)

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	2
LEMBAR REVISI.....	3
SURAT PERNYATAAN .....	4
KATA PENGANTAR .....	5
DAFTAR ISI.....	6
DAFTAR GAMBAR.....	8
DAFTAR Tabel .....	10
INTISARI .....	12
Abstract.....	13
BAB 1 PENDAHULUAN .....	14
1.1. Latar Belakang .....	14
1.2. Tema Sentral Masalah.....	15
1.3. Identifikasi Masalah .....	15
1.4. Premis.....	15
1.5. Hipotesis.....	16
1.6. Tujuan Penelitian .....	17
1.7. Manfaat Penelitian.....	17
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	18
2.1. Pendahuluan .....	18
2.1.1. Sejarah DWC .....	18
2.2. Jenis-Jenis atau Klasifikasi Kolom Distilasi .....	19
2.2.1. <i>Conventional Distillation System</i> (Abid, 2015).....	19
2.2.2. <i>Thermally Coupled Two-Column System</i> .....	22
2.2.3. <i>Extractive Dividing Wall Column</i> .....	23
2.2.4. Kolom Kaibel .....	24
2.3. Persamaan Neraca Massa Kolom Kaibel .....	26
2.4. Persamaan Neraca Panas Kolom Kaibel .....	27
2.5. Aplikasi DWC 4-produk (Kolom Kaibel).....	27
2.6. Kelebihan Kolom Kaibel.....	28
2.7. Kaibel Untuk Pemurnian Campuran Alkohol .....	28
2.7.1. Spesifikasi Umpan dan Produk Alkohol.....	30



2.7.2.	Spesifikasi Kolom untuk Kolom Kaibel Pemisahan Campuran Alkohol .....	31
2.8.	Simulasi <i>Aspen Hysis</i> .....	32
BAB 3 METODE PENELITIAN .....		34
3.1.	<i>Modelling</i> .....	34
3.2.	Validasi Model .....	41
3.3.	Simulasi .....	42
3.4.	Lokasi dan Jadwal Kerja Penelitian .....	44
Bab 4 HASIL PEMBAHASAN .....		45
4.1	Validasi Model .....	45
4.3	Simulasi .....	48
4.3.1	Variasi pada Laju Alir Distilat .....	48
4.3.2	Variasi pada laju alir <i>Bottom</i> .....	52
4.3.3	Variasi pada Laju Alir <i>Side Stream 1</i> (Produk Utamanya Etanol) .....	56
4.3.4	Variasi pada Laju Alir <i>Side Stream 2</i> (Produk utamanya 1-Propanol) .....	59
4.3.5	Batasan Konvergen Simulasi Kolom Kaibel .....	62
4.4	Rekomendasi Laju Alir Setiap Produk .....	63
Bab 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		67
5.1	Kesimpulan .....	67
5.2	Saran .....	67
DAFTAR PUSTAKA .....		69

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1.</b> Hasil Penelitian Riggs (2015).....	17
<b>Gambar 2.1.</b> Diagram Kolom Pemisahan.....	18
<b>Gambar 2.2.</b> Process Flow Diagram (PFD) dari Sebuah Kolom Distilasi Biner (Abid, 2015) .....	20
<b>Gambar 2.3.</b> Tiga Tahap Keseimbangan dari Sebuah Kolom Distilasi (Abid, 2015) .....	21
<b>Gambar 2.4.</b> Thermally Coupled Sistem Dua-Kolom (Wu, dkk., 2013).....	22
<b>Gambar 2.5.</b> Kolom Serupa dengan Kolom pada Gambar 2.4 (Wu, dkk., 2013).....	23
<b>Gambar 2.6.</b> DWC Ekstraktif (Wu, dkk., 2013).....	24
<b>Gambar 2.7.</b> DWC (Gambar Kiri) dan Kolom Kaibel (Kolom Kanan) .....	25
<b>Gambar 2.8.</b> Kolom Kaibel Penelitian Saya.....	26
<b>Gambar 2.9.</b> Simulasi Kolom Kaibel (Abid, 2015) .....	28
<b>Gambar 2. 10</b> Gambar Pengaruh Liquid Split Ratio terhadap Komposisi Produk .....	29
<b>Gambar 2. 11.</b> Gambar Pengaruh Vapour Split Ratio terhadap Komposisi Produk.....	29
<b>Gambar 2. 11.</b> Pohon Pemilihan Model Termodinamika Berdasarkan Kategori yang Berbeda (Al- Malah,2016) .....	33
<b>Gambar 3. 1.</b> Metode Penelitian Kolom Kaibel .....	35
<b>Gambar 3. 2.</b> Input Data dari Abid (2015) .....	36
<b>Gambar 3. 3.</b> Fraksi Mol Tebakan Awal di <i>Liquid Recy R</i> .....	37
<b>Gambar 3. 4.</b> Fraksi Mol Tebakan Awal di <i>Vapour Recy R</i> .....	37
<b>Gambar 3. 5.</b> Input Laju Alir <i>Vap Recy-R</i> dari Abid (2015) .....	38
<b>Gambar 3. 6.</b> Input Laju Alir <i>Liq Recy-R</i> dari Abid (2015) .....	38
<b>Gambar 3. 7.</b> Input Data Inlet <i>Feed prefractionator</i> , <i>Vapour Recy R</i> Tebakan, <i>Liquid Recy R</i> Tebakan ke Stage <i>prefractionator</i> dari Abid (2015).....	38
<b>Gambar 3. 8.</b> Input Data Kolom Distilasi dari Keluaran <i>prefractionator</i> .....	39
<b>Gambar 3. 9.</b> Data Kolom Distilasi yang Belum Konvergen .....	39
<b>Gambar 3. 10.</b> <i>Liquid Recy-R</i> Dipasang ke Prefrasiionator .....	40
<b>Gambar 3. 11.</b> <i>Vapour Recy-R</i> Dihubungkan ke Prefrasiionator.....	40
<b>Gambar 3. 12.</b> Data Kolom Distilasi yang Sudah Konvergen .....	41
<b>Gambar 3. 13</b> Profil Temperatur di Sepanjang Kolom Utama .....	41
<b>Gambar 3. 14</b> Profil Komposisi atau Kemurnian Produk di Sepanjang Kolom Utama .....	42
<b>Gambar 4.1</b> Profil Temperatur di dalam Kolom Distilasi dari Abid (2015) (Garis Merah) dan Penelitian ini (Garis Biru) .....	47
<b>Gambar 4. 2</b> Kemurnian di dalam Kolom Distilasi dari Abid (2015) (garis dengan penunjuk kotak) dan Penelitian Saya (garis dengan penunjuk lingkaran) .....	47
<b>Gambar 4. 3</b> Pengaruh Laju Alir Distillat terhadap Kemurnian Metanol.....	49
<b>Gambar 4. 4</b> Pengaruh Laju Alir Distillat terhadap Kemurnian Etanol .....	49
<b>Gambar 4. 5</b> Pengaruh Laju Alir Distilat terhadap Kemurnian 1-Propanol .....	49
<b>Gambar 4. 6</b> Pengaruh Laju Alir Distilat terhadap Kemurnian 1-Butanol .....	50
<b>Gambar 4. 7</b> Contoh Diagram McCabe Thiele untuk Pemisahan 2 Senyawa .....	51
<b>Gambar 4. 8</b> Pengaruh Laju Alir <i>Bottom</i> terhadap Kemurnian Metanol .....	52
<b>Gambar 4. 9</b> Pengaruh Laju Alir <i>Bottom</i> terhadap Kemurnian Etanol.....	53

<b>Gambar 4. 10</b>	Pengaruh Laju Alir <i>Bottom</i> terhadap Kemurnian 1-Propanol.....	53
<b>Gambar 4. 11</b>	Pengaruh Laju Alir <i>Bottom</i> terhadap Kemurnian 1-Butanol .....	53
<b>Gambar 4. 12</b>	Contoh Diagram McCabe Thiele untuk Pemisahan 2 Senyawa .....	55
<b>Gambar 4. 13</b>	Pengaruh <i>Side Stream</i> 1 terhadap Kemurnian Metanol .....	56
<b>Gambar 4. 14</b>	Pengaruh <i>Side Stream</i> 1 terhadap Kemurnian Etanol .....	57
<b>Gambar 4. 15</b>	Pengaruh <i>Side Stream</i> 1 terhadap Kemurnian 1-Propanol.....	57
<b>Gambar 4. 16</b>	Pengaruh <i>Side Stream</i> 1 terhadap Kemurnian 1-Butanol .....	57
<b>Gambar 4. 17</b>	Contoh Diagram McCabe Thiele untuk Pemisahan 2 Senyawa .....	58
<b>Gambar 4. 18</b>	Pengaruh Laju Alir <i>Side Stream</i> 2 terhadap Kemurnian Metanol .....	60
<b>Gambar 4. 19</b>	Pengaruh Laju Alir <i>Side Stream</i> 2 terhadap Kemurnian Etanol .....	60
<b>Gambar 4. 20</b>	Pengaruh Laju Alir <i>Side Stream</i> 2 terhadap Kemurnian 1-Propanol .....	60
<b>Gambar 4. 21</b>	Pengaruh Laju Alir <i>Side Stream</i> 2 terhadap Kemurnian 1-Butanol.....	61
<b>Gambar 4. 22</b>	Contoh Diagram McCabe Thiele untuk Pemisahan 2 Senyawa .....	62
<b>Gambar 4. 23</b>	Pengaruh Laju Alir Distilat terhadap Kemurnian Produk.....	64
<b>Gambar 4. 24</b>	Pengaruh Laju Alir <i>Bottom</i> terhadap Kemurnian Produk.....	64
<b>Gambar 4. 25</b>	Pengaruh <i>Side Stream</i> 1 terhadap Kemurnian Produk.....	65
<b>Gambar 4. 26</b>	Pengaruh <i>Side Stream</i> 2 terhadap Kemurnian Produk.....	66

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1. 1.</b> Premis Penelitian tentang Pemisahan Campuran Alkohol dengan Kolom Kaibel	15
<b>Tabel 1. 2</b> Premis Penelitian tentang Tipe Kolom Pemisahan .....	16
<b>Tabel 2. 1.</b> Fraksi mol dari Umpan (Abid, 2015) .....	30
<b>Tabel 2. 2.</b> Sifat Metanol (Aspen Hysys V11, 2019) .....	30
<b>Tabel 2.3.</b> Sifat Etanol (Aspen Hysys V11, 2019) .....	30
<b>Tabel 2.4.</b> Sifat 1-Propanol (Aspen Hysys V11, 2019).....	30
<b>Tabel 2.5.</b> Sifat 1- Butanol (Aspen Hysys V11, 2019).....	31
<b>Tabel 2. 6</b> Data Inputan yang Diekstrak (Abid, 2015) .....	31
<b>Tabel 2. 7</b> Kondisi Operasi Aliran Produk Kolom Kaibel (Abid, 2015).....	31
<b>Tabel 3. 1</b> Metode Penelitian Modelling: Input Spesifikasi Kolom Untuk Kolom Kaibel Pemisahan Campuran Alkohol (Abid, 2015).....	36
<b>Tabel 3.2.</b> Variasi Laju Alir.....	42
<b>Tabel 3.3.</b> Variasi Laju Alir (Lanjutan).....	43
<b>Tabel 3. 4</b> Lokasi dan Jadwal Kerja Penelitian Kolom Kaibel.....	44
<b>Tabel 4. 1</b> Perbandingan Laju Alir <i>Stream</i> antara Abid (2015) dengan Hasil Penelitian....	45
<b>Tabel 4. 2</b> Validasi Perbandingan Kemurnian, Temperatur, Tekanan, <i>Heat Duty</i> antara Abid (2015) dengan Hasil Penelitian .....	46
<b>Tabel 4. 3</b> Rekomendasi Laju Alir Produk beserta Kemurniannya .....	63

## DAFTAR SIMBOL

F= laju alir massa

A= komponen A

B= komponen B

C= Komponen C

D= Komponen D

1= aliran nomor 1

2= aliran nomor 2

3= aliran nomor 3

4= aliran nomor 4

5= aliran nomor 5

X= kemurnian komponen kimia

# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Proses pemisahan kolom distilasi memberikan kontribusi terbesar dalam hal energi yang dikonsumsi dalam industri proses (Dejanović, dkk., 2010). Selain itu, distilasi juga merupakan salah satu teknologi proses yang memiliki biaya investasi tinggi (Dejanović, dkk., 2010). Distilasi yang dirancang juga harus berkelanjutan secara energi dan dampaknya terhadap lingkungan serta layak secara ekonomi (Humphrey dan Keller II, 1997) dan dapat diaplikasikan di industri dengan memperhatikan aspek *safety*.

Dalam kolom distilasi terdapat teknologi *dividing-wall-column* (DWC) dan Kolom Kaibel. Perbedaan antara DWC dan Kolom Kaibel adalah terletak pada jumlah produk yang dihasilkan. DWC menghasilkan *output* sejumlah 3/5/6 atau lebih produk, untuk Kolom Kaibel *output* berupa sejumlah 4 produk. DWC dan Kolom Kaibel masih sangat jarang digunakan, sehingga diperlukan penelitian agar banyak industri yang dapat mengimplementasikan DWC dan Kolom Kaibel.

Kolom Kaibel (KC) sebagai salah satu konfigurasi DWC, merupakan pilihan yang menjanjikan karena mampu memisahkan empat produk dalam satu kolom tunggal, menggantikan penggunaan 3 kolom distilasi.

Kinerja keseluruhan Kolom Kaibel dapat dicapai jika menggunakan sistem pengoperasian dan pengendalian yang baik, dan juga menggunakan modifikasi internal kolom tingkat lanjut (Humphrey dan Keller II, 1997; Grant, 1998).

Pada studi kasus ini, aliran campuran ekuimolar alkohol akan dipelajari. Pada aliran campuran tersebut mengandung 4 senyawa alkohol yang hendak dipisahkan menjadi 4 produk utama, yaitu metanol, etanol, 1-propanol, 1-butanol.

Konseptual Kolom Kaibel yang ditinjau dari proses simulasi ini dilakukan dengan cara melakukan variasi laju alir distilat, variasi laju alir *side stream 1*, variasi laju alir *side stream 2*, variasi laju alir produk bawah. Dalam mensimulasikan Kolom Kaibel, didekati dengan menggunakan model 2 kolom pada *software Aspen Hysys*.

Dalam penelitian ini akan dibuat simulasi Kolom Kaibel dengan model *two column sequence* yang data inputannya berdasarkan literatur rujukan Abid (2015). Fokus yang dilakukan pada penelitian Abid adalah pengoperasian proses dan sistem kontrol pada kolom Kaibel, sedangkan penelitian ini berfokus lebih kearah variasi laju alir produk terhadap

kemurnian produk. Kelebihan dari Kaibel Kolom adalah konsumsi energi lebih kecil dikarenakan hanya membutuhkan 1 reboiler dan 1 kondenser dan perawatan alat lebih mudah dikarenakan hanya membutuhkan 1 kolom, kemurnian tinggi untuk ketiga aliran produk hanya dicapai dengan 1 kolom.

### 1.2. Tema Sentral Masalah

Dalam penelitian ini akan dipelajari tentang pengaruh laju alir keluaran Kolom Kaibel terhadap kemurnian produk-produknya seperti metanol, etanol, 1-propanol, 1-butanol. Variasi diterapkan pada keempat aliran keluaran kolom Kaibel yakni distilat, *side stream 1*, *side stream 2*, dan *bottom*. Produk utama pada setiap aliran keluaran Kolom Kaibel sesuai dengan volatilitasnya, artinya produk distilat adalah metanol, *side stream 1* adalah etanol, *side stream 2* adalah 1-propanol, dan *bottom* adalah 1-butanol.

### 1.3. Identifikasi Masalah

1. Bagaimana membuat model Kolom Kaibel *two column sequence* dan memvalidasi dengan data literatur?
2. Bagaimana pengaruh laju alir distilat, laju alir produk bawah, laju alir *Side Stream 1*, dan laju alir *Side Stream 2* terhadap kemurnian produk?

### 1.4. Premis

**Tabel 1. 1.** Premis Penelitian tentang Pemisahan Campuran Alkohol dengan Kolom Kaibel

Sumber Referensi	Jenis /Tipe Kolom Pemisahan	Hasil Kemurnian Produk	Total Beban Kerja Kolom (Kondensor dan Reboiler)
Abid, 2015	<i>Four Product DWC / Kolom Kaibel</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fraksi mol metanol di alur metanol = 0,9414</li> <li>2. Fraksi mol etanol di alur etanol = 0,900</li> <li>3. Fraksi mol 1- propanol di alur 1- propanol = 0,9001</li> <li>4. Fraksi mol 1 -butanol di alur 1-butanol = 0,9991</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Q reboiler= 9059 KW</li> <li>2. Q kondensor= 8989 KW</li> </ol>

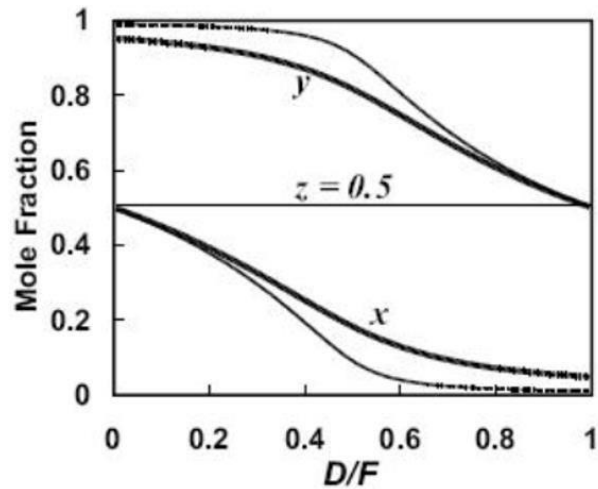
**Tabel 1. 2** Premis Penelitian tentang Tipe Kolom Pemisahan

Sumber Refensi	Jenis Kolom	Deskripsi
Wu, dkk., 2013	<i>Thermally Coupled Sistem</i> Dua-Kolom	Lalu lintas uap kolom distilasi ekstraktif (kolom tanpa <i>reboiler</i> ) disediakan oleh <i>sidedraw</i> dari kolom <i>entrainer recovery</i> (kolom kedua). Keluaran cairan dari bagian bawah distilasi ekstraktif ini berfungsi sebagai umpan ke kolom <i>entrainer recovery</i> .
	<i>Divided Wall Column (DWC)</i> ekstraktif	Distilasi ekstraktif didefinisikan sebagai distilasi dengan adanya campuran, titik didih tinggi, dan relatif komponen nonvolatil, pelarut, yang tidak membentuk azeotrop dengan komponen lain dalam campuran (Bravo, dkk., 2010). Modifikasi ini dibuat agar tinggi kolom tidak rata pada sisi kiri dan kanan dinding pemisah dapat dihindari.

### 1.5. Hipotesis

1. Semakin menurun laju alir distilat sambil menjaga laju alir umpan (F), komposisi umpan (Z), dan kemurnian produk bawah (X) konstan, maka kemurnian produk atas (y) akan semakin meningkat. Jika laju alir distilat dinaikkan, maka kemurnian produk atas (y) akan semakin menurun (Riggs, 2015)
2. Semakin menurun laju alir produk bawah sambil menjaga laju alir umpan (F), komposisi umpan (Z), dan kemurnian produk atas (Y) konstan, maka kemurnian produk bawah (X) akan semakin meningkat. Jika laju alir produk bawah dinaikkan, maka kemurnian produk bawah (X) akan semakin menurun (Riggs, 2015)





**Gambar 1.1.** Hasil Penelitian Riggs (2015)

#### 1.6. Tujuan Penelitian

1. Melakukan validasi desain hasil simulasi Kolom Kaibel yang disimulasikan dengan dua kolom sequence dari hasil simulasi sendiri dengan literatur Abid (2015)
2. Menvariasikan laju alir distilat, laju alir produk bawah, laju alir *Side Stream 1*, dan laju alir *Side Stream 2* terhadap kemurnian produk

#### 1.7. Manfaat Penelitian

1. Mengetahui hubungan antara kemurnian produk dengan laju alir produk
2. Mengidentifikasi kondisi operasi Kolom Kaibel terhadap performa proses pemisahannya