

**ANALISIS STATISTIKA PENGARUH LIQUID SPLIT DAN VAPOR
SPLIT PADA PEMISAHAN MULTIKOMPONEN DENGAN DIVIDING
WALL COLUMN (DWC)**

Laporan Penelitian

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

Oleh:

Visca Syarifah

(2016620103)

Pembimbing :

Dr. Ir. Budi Husodo Bisowarno, M. Eng.

Putri Ramadhany, S.T., M.Sc., PDEng.



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

2022

**STATISTICAL ANALYSIS OF THE EFFECT OF LIQUID SPLIT AND
VAPOR SPLIT ON MULTICOMPONENT SEPARATION WITH DIVIDING
WALL COLUMN (DWC)**

Research Report

Submitted in partial fulfillment of the requirements for the
Bachelor degree of Chemical Engineering

by:

Visca Syarifah

(2016620103)

Supervisor :

Dr. Ir. Budi Husodo Bisowarno, M. Eng.

Putri Ramadhany, S.T., M.Sc., PDEng.



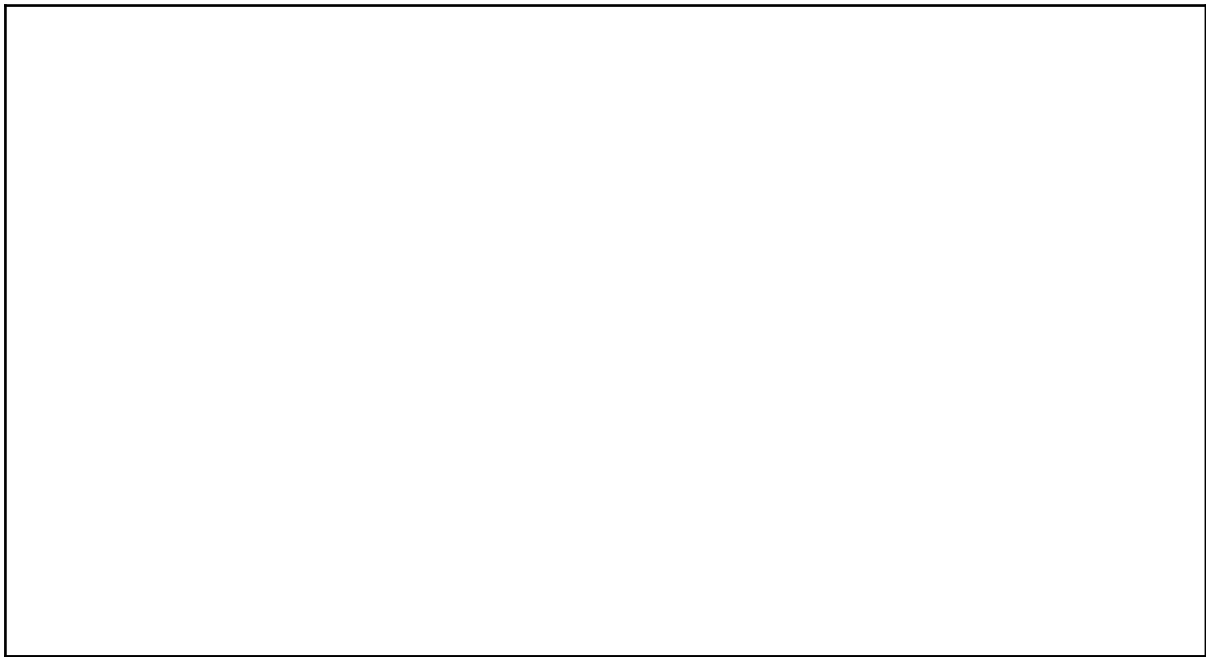
**DEPARTMENT OF CHEMICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY**

2022

LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : ANALISIS STATISTIKA PENGARUH *LIQUID SPLIT* DAN *VAPOR SPLIT*
PADA PEMISAHAN MULTIKOMPONEN DENGAN *DIVIDING WALL COLUMN*
(DWC)**

CATATAN :



Telah diperiksa dan disetujui,
Bandung, 26 Agustus 2022

Dosen Pembimbing 1



Dr. Ir. Budi Husodo Bisowarno, M. Eng.

Dosen Pembimbing 2



Putri Ramadhany, S.T., M.Sc., PDEng.



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Visca Syarifah

NRP : 6216103

dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul :

Analisis Statistika Pengaruh *Liquid Split* dan *Vapor Split* Pada Pemisahan Multikomponen Dengan Dividing Wall Column (DWC)

adalah murni hasil pekerjaan dan seluruh ide, pendapat dan materi dari sumber dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

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

Bandung, 25 Agustus 2022



Visca Syarifah (6216103)

LEMBAR REVISI

JUDUL : ANALISIS STATISTIKA PENGARUH *LIQUID SPLIT* DAN *VAPOR SPLIT* PADA PEMISAHAN MULTIKOMPONEN DENGAN *DIVIDING WALL COLUMN* (DWC)

CATATAN :

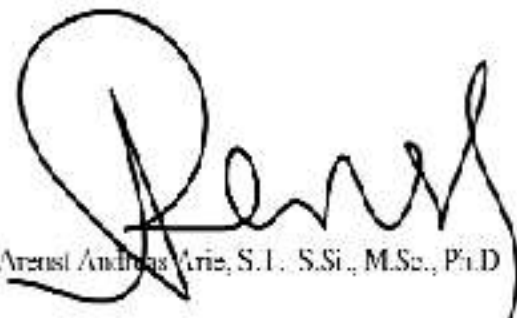
Telah diperiksa dan disetujui,
Bandung, 26 Agustus 2022

Dosen Penguji 1



Dr. Tedi Hudaya, S.T., M.Eng. Sc.

Dosen Penguji 2



Arerisi Andreas Ariz, S.I., S.Si., M.Sc., Ph.D

INTISARI

Kolom distilasi konvensional untuk pemisahan biner maupun multikomponen banyak digunakan dalam proses industri kimia. Pada distilasi konvensional dalam proses pemisahan terdapat beberapa kolom yang setiap kolom nya dilengkapi dengan satu buah kondensor pada bagian atas dan satu buah *reboiler* pada bagian bawah. Sehingga terdapat alternatif yang lebih efektif yaitu menggunakan *Dividing Wall Column* (DWC). DWC dapat memisahkan tiga komponen atau lebih sesuai dengan tingkat ke volatilitasnya. Tetapi masih sedikit industri kimia yang mengganti penggunaan distilasi konvensional menjadi DWC dikarenakan proses pengendalian yang tidak sederhana. Dalam pengendalian DWC memerlukan bantuan pengukuran komposisi secara *online*.

Dalam penelitian ini bertujuan untuk mencari hubungan variabel antara temperatur kolom pada *stage* tertentu yang paling mempengaruhi kelima kemurnian produk dalam DWC. Penelitian menggunakan *Software Aspen Plus* dan *Aspen Plus Dynamic* untuk mendapatkan profil temperatur dan kemurnian produk. Dalam simulasi proses dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari perubahan laju massa dari variabel *vapor split* dan *vapor liquid* dengan bantuan analisis statistik. Analisa statistik dengan metode *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Partial Least Square Regression* (PLSR). Data hasil simulasi yang didapatkan pada *Aspen Plus Dynamic* akan di analisa dengan PCA yang bertujuan untuk memvisualisasikan data yang sangat banyak menjadi lebih sederhana tanpa merubah data, serta menentukan *outliers* atau pengganggu data yang memiliki pengaruh atau hubungan sangat kecil. Analisa dilanjutkan dalam metode PLSR yang akan menentukan hubungan antara variabel *input* dan variabel *output*. Pada penelitian akan dilakukan dengan melakukan analisis secara statistika terhadap variabel input yaitu *vapor split* dan *liquid split*.

Pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa heksanol memiliki korelasi negatif dengan temperatur bagian *rectifying* yaitu *stage* 3 dan 4 dan memiliki korelasi negatif dengan variabel *vapor split* 1 dan *liquid split* 2 yang menyebabkan kemurnian heksanol meningkat jika temperatur dan variabel yang mempengaruhinya meningkat. Oktanol memiliki korelasi negatif dengan temperatur bagian kolom samping *stage* 9 dan 10 dan temperatur memiliki korelasi positif dengan variabel *liquid split* 1 dan *vapor split* 1 yang menyebabkan kemurnian oktanol menurun jika temperatur dan variabel nya semakin meningkat. Dekanol memiliki korelasi negatif dengan temperatur bagian *rectifying* kolom 2 *stage* 4 dan temperatur memiliki korelasi negatif dengan variabel *liquid split* 1 dan *vapor split* 2 yang menyebabkan kemurnian dekanol meningkat jika temperatur dan variabel yang mempengaruhinya meningkat. Dodekanol memiliki korelasi positif dengan temperatur pada bagian kolom samping *stage* 5 dan 6 dan temperatur memiliki korelasi negatif dengan *liquid split* 1 yang menyebabkan kemurnian dodekanol menurun jika variabel yang mempengaruhinya menurun. Tetradekanol memiliki korelasi positif dengan temperatur kolom 2 *stripping stage* 5 dan 6 temperatur memiliki korelasi positif dengan variabel *liquid split* 2 yang menyebabkan kemurnian tetradekanol meningkat jika temperatur dan variabel nya meningkat.

Kata Kunci : *Dividing Wall Column*, Analisa Statistik, Profil Temperatur, Kemurnian

ABSTRACT

Conventional distillation columns for binary and multicomponent separation are widely used in the chemical industry process. In conventional distillation in the separation process, there are several columns, each of which is equipped with a condenser at the top and a reboiler at the bottom. So there is a more effective alternative, namely using the Dividing Wall Column (DWC). DWC can separate three or more components according to their level of volatility. However, there are still a few chemical industries that change the use of conventional distillation to DWC because the control process is not simple. Controlling DWC requires online composition measurement assistance.

In this study, the aim of this study was to find the relationship between the column temperature variables at a certain stage that most affected the five product purity in DWC. The study used Aspen Plus and Aspen Plus Dynamic software to obtain a temperature profile and product purity. The process simulation is carried out to determine the effect of changes in the mass rate of the vapor split and vapor liquid variables with the help of statistical analysis. Statistical analysis using Principal Component Analysis (PCA) and Partial Least Square Regression (PLSR) methods. Simulation data obtained on Aspen Plus Dynamic will be analyzed with PCA which aims to visualize very large data in a simpler way without changing the data, as well as determine outliers or data interference that has very little influence or relationship. The analysis is continued in the PLSR method which will determine the relationship between input variables and output variables. The research will be carried out by statistically analyzing the input variables, namely vapor split and liquid split.

In this study, it was found that hexanol has a negative correlation with the temperature of the rectifying section, namely stages 3 and 4 and has a negative correlation with the vapor split 1 and liquid split 2 variables which causes the purity of hexanol to increase if the temperature and the variables affecting it increase. Octanol has a negative correlation with the temperature of the side column stage 9 and 10 and temperature has a positive correlation with the liquid split 1 and vapor split 1 variables which causes the octanol purity to decrease if the temperature and the variables increase. Decanol has a negative correlation with the temperature of the rectifying column 2 stage 4 and temperature has a negative correlation with the liquid split 1 and vapor split 2 variables which causes the purity of decanol to increase if the temperature and the variables affecting it increase. Dodecanol has a positive correlation with the temperature on the side column of stages 5 and 6 and the temperature has a negative correlation with liquid split 1 which causes the purity of dodecanol to decrease if the variable that affects it decreases. Tetradecanol has a positive correlation with the temperature of column 2 stripping stage 5 and 6 the temperature has a positive correlation with the liquid split 2 variable which causes the purity of tetradecanol to increase if the temperature and its variables increase.

Keywords : Dividing Wall Column, Statistical Analysis, Temperature Profile, Purity

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat-Nya serta berkat nya pada akhirnya , penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian berjudul “Analisis Statistika pengaruh *liquid split* dan *vapor split* pada pemisahan multikomponen Dengan *Dividing Wall Column (DWC)*” dengan tepat pada waktunya. Laporan penelitian ini disusun untuk memenuhi syarat kelulusan program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam penyusunan laporan penelitian, penulis dapat dukungan dari beberapa pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Ir. Budi Husodo Bisowarno, M. Eng. dan Putri Ramadhany, S.T., M.Sc., PDEng. sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan arahan serta bimbingan dan saran kepada penulis selama penyusunan laporan penelitian.
2. Orang Tua dan Teman - Teman penulis yang senantiasa mendukung dalam pengerjaan penelitian.
3. Semua pihak yang telah memberikan semangat dan dukungan selama penulisan berlangsung.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, Oleh karena itu penulis berharap adanya saran yang membangun untuk penulis dari pembaca laporan penelitian ini. Akhir kata, penulis berharap agar laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, 25 Agustus 2022



Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	2
SURAT PERNYATAAN.....	3
KATA PENGANTAR.....	4
DAFTAR GAMBAR.....	8
DAFTAR TABEL.....	12
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tema Sentral Masalah.....	2
1.3 Identifikasi Masalah.....	2
1.4 Premis.....	2
1.5 Hipotesis.....	3
1.6 Tujuan Penelitian.....	3
1.7 Manfaat Penelitian.....	3
1.7.1 Manfaat Bagi Peneliti.....	3
1.7.2 Manfaat Bagi Industri.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Distilasi.....	4
2.1.1 Distilasi Multikomponen.....	6
2.2 Dividing Wall Column.....	8
2.3 Pemisahan Campuran Lima Komponen dengan DWC.....	11
2.3.1 Simulasi Pemisahan Direct Sequence Multikomponen Alkohol.....	12
2.4 Sistem Pengendalian (Control System) Pada DWC.....	13
2.5 Soft Sensor.....	14
2.6 Data Driven Soft Sensor.....	15
2.7 Principal Component Analysis (PCA).....	17
2.8 Partial Least Square Regression (PLSR).....	25
2.9 Simulator ASPEN Plus Dynamic.....	27
2.10 The Unscrambler X.....	28
BAB III METODE PENELITIAN.....	29
3.1 Pemodelan Dinamik Kolom DWC.....	29
3.2 Validasi.....	31
3.3 Simulasi Proses.....	33
3.4 Lokasi dan Jadwal Kerja Penelitian.....	34
BAB IV PEMBAHASAN.....	36
4.1 Pemodelan Dinamik Kolom DWC (Dividing Wall Column).....	36
4.2 Validasi Kolom DWC (Dividing Wall Column).....	38

4.3 Simulasi Dinamik Perubahan Nilai pada Variabel pada Kolom DWC (Dividing Wall Column).....	43
4.3.1 Simulasi Perubahan Liquid Split 1 (LS1) pada Kolom 1 DWC.....	44
4.3.2 Simulasi Perubahan Liquid Split 2 pada Kolom 1 DWC.....	47
4.3.3 Simulasi Perubahan Vapor Split 1 pada Kolom 1 DWC.....	48
4.3.4 Simulasi Perubahan Vapor Split 2 DWC.....	48
4.4 Analisis Multivariat dengan Metode Principal Component Analysis (PCA) dan Partial Least Square Regression (PLSR) pada The Unscrambler X.....	49
4.5. Analisis Multivariat untuk Data Input (Temperatur) dan Data Output (Kemurnian).....	49
4.5.1. Analisis Persebaran Data Output (Kemurnian) dengan Descriptive Statistics.....	50
4.5.2. Analisis Statistik Data Output (Kemurnian) dengan Metode PCA (Principal Component Analysis).....	51
4.5.2.1. Analisis Outliers dengan Scores Plot.....	52
4.5.2.2. Analisis Outliers dengan Influence Plot.....	53
4.5.3. Analisis Hubungan Data Input (Temperatur) dan Data Output (Kemurnian) dengan Metode PLSR (Partial Least Square Regression).....	55
4.5.3.1. Analisis Korelasi Kemurnian terhadap Temperatur Kolom.....	55
4.5.3.2. Analisis Pengaruh Temperatur Kolom terhadap Kemurnian 1-Heksanol (C ₆ H ₁₄ O).....	56
4.5.3.3. Analisis Pengaruh Temperatur Kolom terhadap Kemurnian 1-Oktanол (C ₈ H ₁₈ O).....	57
4.5.3.4. Analisis Pengaruh Temperatur Kolom terhadap Kemurnian 1-Dekanol (C ₁₀ H ₂₂ O).....	59
4.5.3.5. Analisis Pengaruh Temperatur Kolom terhadap Kemurnian 1-Dodekanol (C ₁₂ H ₂₆ O).....	60
4.5.3.6. Analisis Pengaruh Temperatur Kolom terhadap Kemurnian 1-Tetradekanol (C ₁₄ H ₃₀ O).....	61
4.5.3.7. Persamaan Model Regresi pada PLSR.....	62
4.6. Analisis Multivariat untuk Data Input (Variabel) dan Data Output (Temperatur).....	63
4.6.1. Analisis Persebaran Data Output (Temperatur) dengan Descriptive Statistic.....	63
4.6.2. Analisis Statistik Data Output (Temperatur) dengan Metode PCA (Principal Component Analysis).....	64
4.6.2.1. Analisis Outliers dengan Scores Plot.....	65
4.6.2.2. Analisis Outliers dengan Influence Plot.....	66
4.6.3. Analisis Hubungan Data Input (Perubahan Variabel) dan Data Output (Temperatur) dengan Metode PLSR (Partial Least Square Regression).....	67
4.6.3.1. Analisis Korelasi Temperatur terhadap Perubahan Variabel Liquid Split dan Vapor split.....	68
4.6.3.2. Analisis Pengaruh Perubahan Variabel terhadap Temperatur Kolom 1 Bagian Rectifying.....	69
4.6.3.3. Analisis Pengaruh Perubahan Variabel terhadap Temperatur Kolom 1 Bagian Kolom Samping.....	70
4.6.3.4. Analisis Pengaruh Perubahan Variabel terhadap Temperatur Kolom 1 Bagian Stripping.....	72
4.6.3.5. Analisis Pengaruh Perubahan Variabel terhadap Temperatur Kolom 2 bagian Rectifying.....	73

4.6.3.6. Analisis Pengaruh Perubahan Variabel terhadap Temperatur Kolom 2 Bagian Samping.....	74
4.6.3.7. Analisis Pengaruh Perubahan Variabel terhadap Temperatur Kolom 2 Bagian Stripping.....	75
4.6.3.8. Persamaan Model Regresi pada PLSR.....	76
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	78
DAFTAR PUSTAKA.....	79
LAMPIRAN A.....	81
A.1 Simulasi Dinamik Perubahan Variabel Liquid Split 1.....	81
A.2 Simulasi Dinamik Perubahan Variabel Liquid Split 2.....	83
A.3 Simulasi Dinamik Perubahan Variabel Vapor Split 1.....	85
A.4 Simulasi Dinamik Perubahan Variabel Vapor Split 2.....	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Kolom Distilasi.....	5
Gambar 2.2 Tahapan Pada Kolom Distilasi.....	5
Gambar 2.3 (a) Direct Sequence (b) Indirect Sequence.....	6
Gambar 2.4 Distilasi Dengan Konfigurasi Petlyuk.....	7
Gambar 2.5 Bagian - Bagian Kolom DWC.....	8
Gambar 2.6 Reflux Ratio.....	9
Gambar 2.7 Liquid Split.....	9
Gambar 2.8 Reflux Side Ratio.....	10
Gambar 2.9 Vapor Split.....	10
Gambar 2.10 (a) Pemisahan jenis direct sequence lima komponen dan (b) Pemisahan indirect sequence lima komponen.....	14
Gambar 2.10 Skema Soft Sensor.....	14
Gambar 2.11 Metodologi Soft Sensor.....	15
Gambar 2.12 Skema Data Driven Soft Sensor dengan Input & Output.....	16
Gambar 2.13 Aplikasi dari Soft Sensor.....	17
Gambar 2.14 Tahapan Prosedur Perancangan Soft-Sensor.....	17
Gambar 2.15 Data Normalisasi PCA.....	18
Gambar 2.16 (a) dan (b) Dua Contoh Penyebaran Data, (c) dan (d) Normalisasi dengan Centered, (e) dan (f) Standardisasi Data.....	19
Gambar 2.17 Contoh Data Telah Berdistribusi di Dalam Garis.....	19
Gambar 2.18 Contoh Data Melewati Garis 0,0.....	20
Gambar 2.19 Pemindahan Garis PCA Melewati Titik 0,0.....	20
Gambar 2.20 Pemetaan Sumbu PC1 dan PC2.....	21
Gambar 2.21 Penentuan Data Outliers pada Score Plot.....	22
Gambar 2.22 Mendeteksi Outliers dengan (a) Sampel Residual yang Tinggi dan (b) Sampel Leverage yang Tinggi.....	23
Gambar 2.23 Penentuan Outliers (a) Residuals yang Tinggi (b) memiliki nilai residuals dan leverage (c) nilai Leverage.....	24
Gambar 2.24 Loading Plot pada PCA.....	24
Gambar 2.25 Skema Proses Kalibrasi.....	26

Gambar 2.26 Skema Proses Validasi.....	26
Gambar 2.27 Sampel Percobaan dan Sampel Pengujian.....	26
Gambar 2.28 Tampilan ASPEN Dynamic.....	27
Gambar 2.29 Tampilan Aplikasi The Unscrambler X.....	28
Gambar 3.1 Flowsheet Rancangan Distillation Wall Column	30
Gambar 3.2 Profil Temperatur Kolom 1 Pada Literatur	32
Gambar 3.3 Profil Temperatur Kolom 2 Pada Literatur.....	32
Gambar 3.4 Flowchart Cara Kerja Simulasi Proses Penelitian.....	34
Gambar 4.1 Ilustrasi Kolom DWC.....	36
Gambar 4.2 Perbandingan Profil Temperatur Kolom 1	38
Gambar 4.3 Perbandingan Profil Temperatur Kolom 2	39
Gambar 4. 4 Profil Temperatur Kolom DWC pada Kondisi Dinamik untuk Kolom 1 (a) Bagian Rectifying (b) Bagian Prefractionator (c) Bagian Kolom Samping (d) Bagian Stripping.....	41
Gambar 4. 5 Profil Temperatur Kolom DWC pada Kondisi Dinamik untuk Kolom 2 (a) Bagian Rectifying (b) Bagian Prefractionator (c) Bagian Kolom Samping (d) Bagian Stripping.....	42
Gambar 4. 6 Profil Temperatur untuk Perubahan Laju Liquid Split sebesar +200% pada (a) Kolom 1 (Rectifying) (b) Kolom 1 (Prefractionator) (c) Kolom 1 (Samping) (d) Kolom 1 (Stripping) (e) Kolom 2 (Rectifying) (f) Kolom 2 (Prefractionator) (g) Kolom 2 (Samping) (h) Kolom 2 (Stripping).....	47
Gambar 4. 7 Persebaran Data untuk Variabel Output (Kemurnian) (a) Sebelum Standarisasi (b) Setelah Standarisasi.....	51
Gambar 4.8 Correlation Loadings untuk Variabel Output (Kemurnian) dengan Metode PCA.....	52
Gambar 4.9 Scores plot pada PCA untuk Variabel Output (Kemurnian).....	53
Gambar 4.10 Influence plot pada PCA untuk Variabel output (Kemurnian).....	54
Gambar 4.11 Explained Variance pada PCA untuk Variabel Output (Kemurnian).....	54
Gambar 4.12 Correlation Loadings pada PLSR.....	56
Gambar 4.13 Explained Variance pada PLSR.....	57
Gambar 4.14 Weighted Regression Coefficients untuk Variabel Output Kemurnian Heksanol.....	58
Gambar 4. 15 Weighted Regression Coefficients untuk Variabel Output Kemurnian Oktanol.....	59
Gambar 4. 16 Weighted Regression Coefficients untuk Variabel Output Kemurnian Dekanol.....	60
Gambar 4.17 Weighted Regression Coefficients untuk Variabel Output Kemurnian Dodekanol....	61

Gambar 4.18 Weighted Regression Coefficients untuk Variabel Output Kemurnian Tetradekanol.....	63
Gambar 4. 19 Persebaran Data untuk Variabel Output (Temperatur) (a) Sebelum Standarisasi (b) Setelah Standarisasi.....	65
Gambar 4.20 Correlation Loadings untuk Variabel Output (Temperatur) pada PCA.....	66
Gambar 4. 21 Scores plot pada PCA untuk Variabel Output (Temperatur).....	67
Gambar 4. 23 Explained Variance pada PCA untuk Variabel Output (Temperatur).....	68
Gambar 4.24 Correlation Loadings pada PLSR.....	69
Gambar 4. 25 Weighted Regression Coefficients untuk Variabel Output Temperatur Kolom 1 Bagian Rectifying (a) Stage 3 (b) Stage 4.....	71
Gambar 4. 26 Weighted Regression Coefficients untuk Variabel Output Temperatur Kolom 1 Bagian kolom samping (a) Stage 9 (b) Stage 10.....	72
Gambar 4. 27 Weighted Regression Coefficients untuk Variabel Output Temperatur Kolom 2 Bagian Stripping (a) Stage 4.....	74
Gambar 4. 28 Weighted Regression Coefficients untuk Variabel Output Temperatur Kolom 2 Bagian Rectifying Stage 2.....	75
Gambar 4. 29 Weighted Regression Coefficients untuk Variabel Output Temperatur Kolom 2 Bagian kolom samping (a) Stage 5 (b) Stage 6.....	76
Gambar 4. 30 Weighted Regression Coefficients untuk Variabel Output Temperatur Kolom 2 Bagian Stripping (a) Stage 6.....	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Kelima Komponen.....	11
Tabel 2.2 Spesifikasi Kolom DWC Pada Kondisi Dinamik	13
Tabel 2.3 Hasil Perbandingan Kemurnian Antara Literatur dan Simulasi.....	13
Tabel 3. 1 Spesifikasi Kolom DWC pada Kondisi Tunak.....	30
Tabel 3.2 Data Literatur DWC kondisi Dinamik.....	32
Tabel 3.3 Jadwal Kerja Penelitian.....	34
Tabel 4.1 Spesifikasi Untuk Kolom DWC pada Model Dinamik.....	37
Tabel 4.2 Perbandingan Hasil Kemurnian Antara Literatur dengan Hasil Simulasi.....	37
Tabel 4. 3 Perubahan Nilai Variabel pada Simulasi Dinamik.....	43
Tabel 4.4 Batas nilai Variabel Kemurnian.....	51
Tabel 4.5 Root Mean Square Error Kemurnian.....	63
Tabel 4.6 Koefisien Persamaan Model untuk Variabel Y (Temperatur) dan Variabel X (Perubahan Variabel).....	78

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Distilasi merupakan pemisahan secara termal yang diterapkan secara luas di dalam industri kimia meskipun efisiensi termodinamika yang dihasilkan dari distilasi sangatlah minim. Hal tersebut mengakibatkan terdapatnya alternatif untuk distilasi yaitu *Dividing Wall Column* (DWC) yang akan menghemat dari segi energi dibandingkan dengan distilasi konvensional dikarenakan DWC dapat menghasilkan produk samping dengan hasil kemurnian yang tinggi serta dapat memproduksi 3 komponen murni hanya dalam satu kolom. Akan tetapi belum banyak industri yang menggunakan DWC karena penggunaannya cukup kompleks serta terdapat *pressure drop* yang tinggi dikarenakan pada DWC terdapat sekat yang menghalangi laju uap atau air di dalam distilasi. Selain itu terdapat time delay saat proses pengendalian dan dibutuhkan pengukuran online untuk mengukur variabel pada waktu yang tepat dan akan membutuhkan biaya tambahan.

Pada penelitian ini terdapat lima komponen yang akan dipisahkan, yaitu 1-Heksanol ($C_6H_{14}O$), 1-Oktanol ($C_8H_{18}O$), 1-Dekanol ($C_{10}H_{22}O$), 1-Dodekanol ($C_{12}H_{26}O$) dan 1-Tetradekanol ($C_{14}H_{30}O$) yang kemurnian dari setiap komponen akan diukur dengan bantuan *soft sensor* sebagai pengukur secara *online*. *Soft sensor* merupakan model matematik dari gabungan alat pengukur yang menggunakan variabel prediksi yang bertujuan mencari hubungan dari kedua variabel. Dalam *soft sensor* terbagi menjadi 3 jenis yaitu *white box models*, *black box models*, dan *gray box models*. *White box model* merupakan model pertama sehingga masih memerlukan persamaan neraca massa dan energi untuk menentukan hubungan variabel. *Black box model* atau yang disebut dengan *data driven sensor* merupakan model yang menggunakan bantuan model statistik. *Gray box model* merupakan gabungan antara kedua model *soft sensor*. Dalam penelitian *data statistical analysis* menggunakan *black box model* karena membutuhkan bantuan statistika yang akan mengukur proses dalam waktu yang nyata. Dikarenakan *black box* merupakan model yang menggunakan teknik statistika maka dari itu pemodelan akan di bantu dengan *Principal Component Analysis (PCA)* dan *Partial Least Square Regression (PLSR)*. Pada penelitian ini penggunaan PCA untuk mereduksi data yaitu kemurnian produk dengan menentukan temperatur yang mempengaruhi produk. Dengan bantuan PCA dapat membantu hubungan antar variabel serta dapat mengetahui keberadaan *outliers*. Selanjutnya akan di analisis dengan *Partial Least*

Square Regression (PLSR) yang merupakan metode untuk meregresi data untuk menentukan hubungan dari variabel input dan output yang dilakukan setelah *Principal Component Analysis* (PCA). Perbedaan dari PLSR dengan PCA, jika PCA untuk menganalisis data maka PLSR berguna untuk meregresi pemodelan. Model regresi yang diharapkan berupa temperatur dan variabel (*vapor split* dan *vapor liquid*) sebagai input dan kemurnian sebagai output.

Pada penelitian dengan menggunakan data driven soft sensor dengan metode PCA dan PLSR masih sangat sedikit sehingga metode tersebut dapat dijadikan alternatif untuk menjaga temperatur sebagai *inferential control* yang secara tidak langsung akan mengendalikan serta menjaga kemurnian pada kolom DWC.

1.2 Tema Sentral Masalah

Tema sentral masalah pada penelitian adalah mencari hubungan antara variabel input yaitu temperatur dan variabel kolom (*Vapor Split* dan *Liquid Split*) kolom yang mempengaruhi variabel *output* yaitu kemurnian dari komponen pada kolom DWC yang akan dianalisis secara statistik dengan *Principal Component Analysis* dan *Partial Least Square Regression*.

1.3 Identifikasi Masalah

1. Bagaimana pengaruh perubahan variabel yang diberikan (*Vapor Split* dan *Liquid Split*) dalam rentang tertentu terhadap profil temperatur pada kolom dan kemurnian produk?
2. Bagaimana model persamaan antara temperatur dan kemurnian produk dengan analisa statistik?

1.4 Premis

1. Pada DWC, temperatur pada kolom *prefractionator* dikendalikan dengan memanipulasi *reflux ratio*, temperatur kolom samping dikendalikan dengan memanipulasi rasio *liquid split* dan temperatur bagian *stripping* dikendalikan dengan memanipulasi laju kolom samping (Adrian et al., 2004).
2. Penyesuaian nilai *liquid split* dapat ditentukan dengan mengontrol rasio pemisahan *liquid* pada *chimney tray* (Kang et al., 2017)

3. Untuk mendapatkan energi minimum yang diperlukan dalam DWC untuk spesifikasi kemurnian yang diberikan, nilai optimal dari *vapor split* dalam desain DWC dibatasi pada *dividing wall* yang sempit (Halvorsen dan Skogestad, 2004).
4. Rasio *vapor split* dapat menyimpang dari nilai yang dirancang dalam operasi ketika terdapat perubahan nilai rasio operasi yang lainnya (Sangal et al., 2012)
5. Dengan *soft sensor* komposisi produk pada distilasi diperkirakan melalui pengukuran temperatur pada kolom (Osorio et al., 2008).

1.5 Hipotesis

1. Analisa statistika yaitu *Principal Component Analysis* dan *Partial Least Square Regression* dapat menentukan temperatur yang paling mempengaruhi pada kemurnian produk kolom DWC.

1.6 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh perubahan variabel pada *vapor split* dan *liquid split* terhadap temperatur kolom dan kemurnian produk.
2. Mengetahui temperatur yang paling berpengaruh terhadap kemurnian produk distilat, produk samping dan produk bawah dengan bantuan analisa statistik.

1.7 Manfaat Penelitian

1.7.1 Manfaat Bagi Peneliti

Dengan terbentuknya penelitian dapat diketahui apakah analisis secara statistik dapat digunakan untuk mengetahui kemurnian produk jika variabel akan diberikan perubahan dalam range tertentu. Selain itu dapat mengetahui respon dari kolom distilasi DWC ketika diberi perubahan variabel serta hubungan antara input dan output.

1.7.2 Manfaat Bagi Industri

Pada penelitian ini akan memudahkan industri dalam menentukan kemurnian melalui metode *data driven soft sensor* dibandingkan dengan perhitungan secara konvensional. Selain itu dapat diketahui hubungan antara variabel yang dapat membantu industri dalam pemilihan kondisi operasi dalam pengendalian kolom DWC.