

STUDI KONFIGURASI KONTROL UNTUK PROSES EVAPORASI SIRKULASI PAKSA

ICE 410 – Laporan Penelitian

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

oleh:

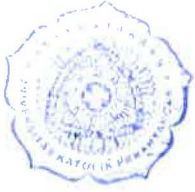
Victor Japposan (6213014)

Pembimbing:

Ir. Yudi Samyudia, PhD



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2017**



LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : STUDI KONFIGURASI KONTROL UNTUK PROSES EVAPORASI
SIRKULASI PAKSA**

CATATAN:

Telah diperiksa dan disetujui oleh

Bandung, 13 Juni 2017

Pembimbing

Ir. Yudi Samyudia, PhD.



SURAT PERNYATAAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Victor Japposan

NPM : 2013620014

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian dengan judul:

STUDI KONFIGURASI KONTROL UNTUK PROSES EVAPORASI SIRKULASI PAKSA

adalah hasil pekerjaan kami. Seluruh ide, pendapat, dan materi dari sumber lain, telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang benar.

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

Bandung, 13 Juni 2017



Victor Japposan

(2013620014)



LEMBAR REVISI

**JUDUL : STUDI KONFIGURASI KONTROL UNTUK PROSES EVAPORASI
SIRKULASI PAKSA**

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Bandung, 7 Juli 2017

Penguji

I Gede Pandega W, S.T., M.T.

Penguji

Herry Santoso, S.T.,M.T.M.,PhD

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian yang berjudul “Studi Konfigurasi Kontrol untuk Proses Evaporasi Sirkulasi Paksa” ini dengan baik dan benar. Laporan penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Strata-1 Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Penyusunan laporan penelitian ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir.Yudi Samyudia, PhD., selaku dosen pembimbing yang bersedia dengan sabar memberikan bimbingan, bantuan serta motivasi selama proses penyusunan laporan penelitian ini.
2. Orang tua yang telah memberikan dukungan dan selalu menyemangati penulis selama proses penyusunan laporan penelitian ini
3. Teman-teman penulis yang turut membantu penyusunan laporan penelitian ini menjadi lebih baik.
4. Semua pihak yang secara langsung dan tidak langsung terlibat membantu proses penyusunan laporan penelitian sehingga dapat terselesaikan dengan baik

Penulis sangat menyadari bahwa laporan penelitian ini jauh dari sempurna dan memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis berharap adanya kritik dan saran dari pembaca agar dapat menjadi acuan yang lebih baik dalam pembuatan laporan penelitian selanjutnya. Penulis berharap laporan penelitian ini dapat dimengerti dan bermanfaat bagi pembaca juga sekaligus menambah wawasan pembaca tentang topik yang disajikan dalam penyusunan laporan penelitian ini

Bandung, Juni 2017

Penulis

DAFTAR ISI

COVER.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiii
INTISARI.....	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tema Sentral Masalah	2
1.3. Identifikasi Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	2
1.6. Hipotesis	3
1.7. Struktur laporan penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Tinjauan umum pengendalian proses.....	4

2.2. Pengendalian proses variabel jamak	5
2.2.1. Pengertian pengendalian proses variabel jamak.....	5
2.2.2. Proses interaksi	6
2.2.3. Metode untuk mengukur interaksi dalam proses MIMO.....	7
2.2.4. Desain kontrol.....	12
2.3. Evaporator	15
2.4. Aplikasi pengendalian proses pada evaporator	15
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1. Prosedur penelitian	20
3.2. Linierisasi Model	20
3.3. Konfigurasi Kontrol	21
3.4. Analisa interaksi dengan metode RGA.....	22
3.5. Perancangan system control multilup.....	23
3.6. Rencana kerja penelitian	24
BAB IV HASIL SIMULASI DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Stabilisasi Dinamika Proses Evaporasi Sirkulasi Paksa Newell dan Lee.....	25
4.2 Perancangan pengendali C_2 dan P_2 dengan metode <i>independent design</i>	27
4.2.1. Model untuk perancangan pengendali.....	27
4.2.2. Pengendali variabel proses C_2 dan P_2	29
4.2.3. <i>Closed loop simulation</i> untuk <i>independent design</i>	30
4.2.3.1. Perbandingan antara model diagonal dan EOTF pada konfigurasi A	30
4.2.3.2. Perbandingan antara model diagonal dan EOTF pada konfigurasi B	31
4.2.3.3. Perbandingan model diagonal antara konfigurasi A dan B	32
4.2.3.4. Perbandingan model EOTF antara konfigurasi A dan B	33
4.3 Perancangan pengendali C_2 dan P_2 dengan metode <i>sequential design</i>	34

4.3.1. Perancangan pengendali C2 dan P2 untuk konfigurasi A	34
4.3.1.1 Model perancangan serta pengendali variabel proses P2	34
4.3.1.2 Model perancangan serta pengendali variable proses C2.....	35
4.3.2. Perancangan pengendali P2 dan C2 untuk konfigurasi B.....	35
4.3.2.1 Model perancangan serta pengendali variabel proses P2	35
4.3.2.2 Model perancangan serta pengendali variabel proses C2.....	36
4.3.3. Perbandingan hasil pengendalian dengan metode <i>sequential design</i>	37
4.4 Hasil perancangan pengendali dengan metode <i>independent</i> dan <i>sequential design</i>	38
4.4.1 Konfigurasi A	38
4.4.2 Konfigurasi B	39
BAB V KESIMPULAN	40
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN A PERHITUNGAN NILAI PARAMETER PENGENDALI.....	43
LAMPIRAN B GRAFIK.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Proses Kontrol Secara Umum	4
Gambar 2.2 Proses SISO dengan gangguan	5
Gambar 2.3 Proses MIMO (nxn) dengan gangguan	5
Gambar 2.4 Sistem ketinggian dua tangki dengan 1 input	5
Gambar 2.5 Diagram blok proses SISO	5
Gambar 2.6 Sistem ketinggian dua tangki dengan 2 input	5
Gambar 2.7 Diagram blok proses MIMO	5
Gambar 2.8 Blok diagram untuk sistem MIMO dengan interaksi	6
Gambar 2.9 Proses MIMO dengan interaksi dan gangguan yang tidak tetap	8
Gambar 2.10 Grafik Bode untuk sistem orde 1	9
Gambar 2.11 Grafik Bode untuk PI controller	10
Gambar 2.12 Sistem kontrol desentralisasi untuk Proses MIMO 2x2.....	12
Gambar 2.13 Struktur dari Model <i>Predictive Control</i>	12
Gambar 2.14 Sistem kontrol <i>decoupling</i> konvensional untuk proses MIMO 2x2	13
Gambar 2.15 Sistem multivariabel yang diubah menjadi sistem multilup SISO dengan menggunakan model EOTF.....	14
Gambar 2.16 Evaporator Sirkulasi Paksa Newell dan Lee.....	15
Gambar 3.1 Prosedur penelitian	20
Gambar 3.2 Konfigurasi A	21
Gambar 3.3 Konfigurasi B.....	21
Gambar 3.4 Perbandingan kelakuan dinamik <i>process variable</i> antara <i>self regulating</i> dan <i>non self regulating process</i>	22
Gambar 4.1 Hasil stabilisasi proses evaporasi sirkulasi paksa (L2).....	26
Gambar 4.2 Offset variable proses C2 pada konfigurasi A dan B	26
Gambar 4.3 Offset variable proses P2 pada konfigurasi A dan B	26
Gambar 4.4 Hasil simulasi pengendalian proses dengan model diagonal dan EOTF konfigurasi A	31

Gambar 4.5 Hasil simulasi pengendalian proses dengan model diagonal dan EOTF konfigurasi B	31
Gambar 4.6 Hasil simulasi pengendalian proses dengan model diagonal konfigurasi A dan B.....	32
Gambar 4.7 Hasil simulasi pengendalian proses dengan model EOTF konfigurasi A dan B	33
Gambar 4.8 Profil dinamika pada saat lup ketiga ditutup (konfigurasi A)	35
Gambar 4.9 Profil dinamika pada saat lup ketiga ditutup (konfigurasi B)	36
Gambar 4.10 Hasil simulasi pengendalian proses dengan metode sequential design pada konfigurasi A dan B.....	37
Gambar 4.11 Hasil simulasi pengendalian proses dengan metode independent design dan sequential design pada konfigurasi A.....	38
Gambar 4.12 Hasil simulasi pengendalian proses dengan metode independent design dan sequential design pada konfigurasi B	39
Gambar B.1.1 Hasil simulasi pengendalian dengan model diagonal dan EOTF konfigurasi A (step F3)	47
Gambar B.1.2 Hasil simulasi pengendalian dengan model diagonal dan EOTF konfigurasi A (step F1)	47
Gambar B.1.3 Hasil simulasi pengendalian dengan model diagonal dan EOTF konfigurasi A (step C1)	48
Gambar B.1.4 Hasil simulasi pengendalian dengan model diagonal dan EOTF konfigurasi A (step T1)	48
Gambar B.1.5 Hasil simulasi pengendalian dengan model diagonal dan EOTF konfigurasi A (step T200)	49
Gambar B.2.1 Hasil simulasi pengendalian dengan model diagonal dan EOTF konfigurasi B (step F3)	49
Gambar B.2.2 Hasil simulasi pengendalian dengan model diagonal dan EOTF konfigurasi B (step F1)	50
Gambar B.2.3 Hasil simulasi pengendalian dengan model diagonal dan EOTF konfigurasi B (step C1)	50
Gambar B.2.4 Hasil simulasi pengendalian dengan model diagonal dan EOTF konfigurasi B (step T1)	51
Gambar B.2.5 Hasil simulasi pengendalian dengan model diagonal dan EOTF konfigurasi B (step T200)	51
Gambar B.3.1 Hasil simulasi pengendalian dengan model diagonal konfigurasi A dan B (step F3)	52

Gambar B.3.2 Hasil simulasi pengendalian dengan model diagonal konfigurasi A dan B (step F1)	52
Gambar B.3.3 Hasil simulasi pengendalian dengan model diagonal konfigurasi A dan B (step C1)	53
Gambar B.3.4 Hasil simulasi pengendalian dengan model diagonal konfigurasi A dan B (step T1)	53
Gambar B.3.5 Hasil simulasi pengendalian dengan model diagonal konfigurasi A dan B (step T200)	54
Gambar B.4.1 Hasil simulasi pengendalian dengan model EOTF konfigurasi A dan B (step F3)	54
Gambar B.4.2 Hasil simulasi pengendalian dengan model EOTF konfigurasi A dan B (step F1)	55
Gambar B.4.3 Hasil simulasi pengendalian dengan model EOTF konfigurasi A dan B (step C1)	55
Gambar B.4.4 Hasil simulasi pengendalian dengan model EOTF konfigurasi A dan B (step T1)	56
Gambar B.4.5 Hasil simulasi pengendalian dengan model EOTF konfigurasi A dan B (step T200)	56
Gambar B.5.1 Hasil simulasi pengendalian dengan metode <i>sequential design</i> pada konfigurasi A dan B (step F3)	57
Gambar B.5.2 Hasil simulasi pengendalian dengan metode <i>sequential design</i> pada konfigurasi A dan B (step F1)	57
Gambar B.5.3 Hasil simulasi pengendalian dengan metode <i>sequential design</i> pada konfigurasi A dan B (step C1)	58
Gambar B.5.4 Hasil simulasi pengendalian dengan metode <i>sequential design</i> pada konfigurasi A dan B (step T1)	58
Gambar B.5.5 Hasil simulasi pengendalian dengan metode <i>sequential design</i> pada konfigurasi A dan B (step T200)	59
Gambar B.6.1 Hasil simulasi pengendalian dengan metode <i>independent design</i> dan <i>sequential design</i> pada konfigurasi A (step F3)	59
Gambar B.6.2 Hasil simulasi pengendalian dengan metode <i>independent design</i> dan <i>sequential design</i> pada konfigurasi A (step F1)	60
Gambar B.6.3 Hasil simulasi pengendalian dengan metode <i>independent design</i> dan <i>sequential design</i> pada konfigurasi A (step C1)	60
Gambar B.6.4 Hasil simulasi pengendalian dengan metode <i>independent design</i> dan <i>sequential design</i> pada konfigurasi A (step T1)	61

Gambar B.6.5 Hasil simulasi pengendalian dengan metode <i>independent design</i> dan <i>sequential design</i> pada konfigurasi A (step T200)	61
Gambar B.6.6 Hasil simulasi pengendalian dengan metode <i>independent design</i> dan <i>sequential design</i> pada konfigurasi B (step F3)	62
Gambar B.6.7 Hasil simulasi pengendalian dengan metode <i>independent design</i> dan <i>sequential design</i> pada konfigurasi B (step F1)	62
Gambar B.6.8 Hasil simulasi pengendalian dengan metode <i>independent design</i> dan <i>sequential design</i> pada konfigurasi B (step C1)	63
Gambar B.6.9 Hasil simulasi pengendalian dengan metode <i>independent design</i> dan <i>sequential design</i> pada konfigurasi B (step T1)	63
Gambar B.6.10 Hasil simulasi pengendalian dengan metode <i>independent design</i> dan <i>sequential design</i> pada konfigurasi B (step T200)	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Data <i>steady state</i> evaporator sirkulasi paksa Newell dan Lee	17
Tabel 3.1 Jadwal kerja penelitian	24

INTISARI

Evaporator merupakan suatu unit operasi yang digunakan untuk memekatkan larutan yang terdiri dari solut yang sukar menguap dan pelarut yang mudah menguap. Salah satu jenis evaporator yang dipakai dalam industri kimia adalah evaporator sirkulasi paksa. Evaporator jenis ini digunakan untuk memproses larutan yang rentan menimbulkan fouling atau kristalisasi pada unit evaporator. Salah satu proses yang terjadi dalam evaporator sirkulasi paksa adalah adanya resirkulasi larutan ke dalam evaporator untuk mengurangi kemungkinan terjadinya fouling pada unit evaporator

Namun, pada kenyataannya, evaporator sirkulasi paksa memiliki masalah dalam pengoperasiannya, seperti ketinggian cairan dalam evaporator yang fluktuatif, konsentrasi produk keluaran evaporator yang variatif, serta tekanan steam keluaran evaporator yang berubah-ubah. Hal ini disebabkan evaporator sirkulasi paksa merupakan proses multivariabel yang memiliki interaksi antar variabel. Maka dari itu, dibutuhkan metode untuk mengukur interaksi dalam evaporasi sirkulasi paksa serta konfigurasi dan desain kontrol yang cocok agar evaporator sirkulasi paksa dapat beroperasi dengan optimal.

Pada penelitian ini, digunakan model dari unit evaporator sirkulasi paksa Newell dan Lee (Newell & Lee, 1989) sebagai replika dari evaporator sirkulasi paksa di industri. Model evaporator sirkulasi paksa Newell dan Lee digunakan untuk studi interaksi sistem kontrol multilup pada unit evaporator sirkulasi paksa serta menganalisis konfigurasi dan merancang sistem kontrol yang cocok untuk mengendalikan evaporator sirkulasi paksa. Dengan demikian, metoda penelitian yang akan dilakukan adalah: **1.** Model dari evaporator sirkulasi paksa Newell dan Lee dilinierisasi menggunakan metode deret Taylor. **2.** Dilakukan penurunan konfigurasi kontrol dari menggunakan model linier kemudian diukur dan dianalisis seberapa kuat interaksi dalam evaporator sirkulasi paksa Newell dan Lee dengan metode *Relative Gain Array* (RGA) dari masing-masing konfigurasi sekaligus membuktikan bahwa konfigurasi berbeda menghasilkan interaksi antarvariabel yang berbeda. **3.** Sistem kontrol dirancang sesuai dengan konfigurasi dan interaksinya. Metode yang digunakan untuk merancang sistem kontrol adalah *independent design* dengan model diagonal dan model *Effective Open-Loop Transfer Function* (EOTF) serta *sequential design*

Pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa pemilihan pairing yang tepat pada tahap awal perancangan pengendali merupakan cara yang paling efektif dibandingkan dengan pemilihan model pengendali yang memperhitungkan interaksi antar lup (EOTF). Selain itu, perancangan pengendali dengan menggunakan metode *independent design* lebih cocok diterapkan pada proses MIMO dengan interaksi dibandingkan dengan metode *sequential design*. Hal ini karena penutupan salah satu lup akan mengakibatkan lup lain menjadi tidak stabil, sehingga metode *sequential design* tidak disarankan diterapkan sebagai model perancangan untuk proses MIMO dengan interaksi antar lup

Kata kunci: evaporator sirkulasi paksa, interaksi, *Relative Gain Array*, *Effective-Open loop Transfer Function*, *independent* dan *sequential design*

ABSTRACT

Evaporator is a unit operation used for concentrating solution which contains non-volatile solute and volatile solvent. One type of evaporator that used in chemical industries is forced circulation evaporator. This evaporator is used to process solution that vulnerable cause fouling and cristalization at the evaporator. Therefore, the forced circulation process is applied in order to reduce the posibiliy of fouling occurance in evaporator

However, in fact, the forced circulation evaporator has many operating problems, such fluctuate liquid level, the variative product concentration and unsteady state output pressure of evaporator. This operating problems exist because this evaporator is multivariable interacting processes. Therefore, the method to measure the interaction along configuration selection and appropriate design control for forced circulation evaporator is needed in order to optimize the operating system.

In this research, Newell and Lee Evaporator (Newell & Lee, 1989) is used as model which representate industrial forced circulation evaporator. This model is used for interaction study in multiloop control system in forced circulation evaporator. Moreover, this model is used to analyze the configuration selection and design the appropriate control system to control the forced circulation evaporator operating system. Therefore, the stages of the research are: **1.** Linearization of Newell and Lee Evaporator model using taylor series. **2.** Do configuration selection based on linearitiated Newell and Lee Evaporator, then measure the interaction in this model using Relative Gain Array (RGA) method for each configuration while proving that different configuration selection generate different interaction. **3.** Control system design according the interaction in each configuration using independent design with diagonal and Effective Open-Loop Transfer function model and sequential design

In this research, it can be concludes that a proper pairing selection at early stage of control design is more effective method compared to EOTF model which consider the interaction in the model. Moreover, control system design using independent design method is more applicable for interacting MIMO process compared with sequential design, because the closure of one loop in interacting MIMO process can affect the other loop unstable. So, control system design using sequential design method is not recommended.

Keywords: forced circulation evaporator, interaction, *Relative Gain Array*, *Effective-Open loop Transfer Function*, *independent* and *sequential design*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Evaporator merupakan suatu unit operasi yang digunakan untuk memekatkan larutan yang terdiri dari solut yang sukar menguap dan pelarut yang mudah menguap, di mana sebagian besar pelarut yang digunakan adalah air. Pada evaporator, sebagian pelarut diuapkan untuk menghasilkan larutan yang lebih kental atau berkonsentrasi tinggi. Karena kegunaannya tersebut, evaporator secara umum dapat diaplikasikan dalam industri farmasi, pangan, kertas, resin dan polimer, serta garam inorganik. Karena aplikasi evaporator dalam dunia industri yang luas, industri pada umumnya menggunakan evaporator dengan jenis yang sesuai untuk proses tertentu serta karakteristik produk dan hasil yang diinginkan. (Glover, 2004)

Salah satu jenis evaporator yang dipakai dalam industri kimia adalah evaporator sirkulasi paksa. Evaporator jenis ini digunakan untuk memproses larutan yang rentan menimbulkan *fouling* atau kristalisasi pada unit evaporator. Salah satu proses yang terjadi dalam evaporator sirkulasi paksa adalah adanya resirkulasi larutan ke dalam evaporator untuk mengurangi kemungkinan terjadinya *fouling* pada unit evaporator. (Glover, 2004)

Namun, pada kenyataannya, evaporator sirkulasi paksa memiliki masalah dalam pengoperasiannya, seperti ketinggian cairan pada evaporator yang fluktuatif (Wang, Chai, Jun, & Jing, 2011), konsentrasi produk keluaran evaporator yang variatif dan kondisi tekanan *steam* keluaran evaporator yang berubah-ubah (Ahmed, Petrov, Taneva, & Todorov, 2012). Hal ini disebabkan evaporator sirkulasi paksa merupakan sebuah proses multivariabel yang memiliki interaksi antar variabel.

Maka dari itu, dibutuhkan suatu metode untuk mengukur seberapa kuat interaksi yang terjadi dalam evaporator sirkulasi paksa, serta konfigurasi dan desain kontrol yang cocok agar evaporator sirkulasi paksa tidak memiliki interaksi antar variabel dan dapat beroperasi dengan optimal. Masalah lain muncul pada saat desain kontrol dilakukan, yaitu model dari evaporator yang rumit (Huusom & Jorgensen, 2014). Maka dari itu, dibutuhkan model dari evaporator yang sederhana cocok agar *tuning* menjadi lebih mudah.

Dalam penelitian ini, digunakan model unit evaporator sirkulasi paksa Newell dan Lee (Newell & Lee, 1989) sebagai gambaran untuk mengetahui interaksi antar variabel yang terjadi pada konfigurasi kontrol evaporator sirkulasi paksa serta bagaimana cara merancang sistem kontrolnya sesuai konfigurasinya agar proses tidak memiliki interaksi dan berjalan stabil.

1.2. Tema Sentral Masalah

Untuk mengatasi masalah pengoperasian proses evaporasi sirkulasi paksa, perlu dilakukan studi konfigurasi kontrol pada unit evaporator sirkulasi paksa Newell dan Lee (Newell & Lee, 1989) agar dapat diukur dan dianalisa interaksi antar variabelnya serta perancangan sistem kontrol yang cocok dengan konfigurasi kontrolnya agar proses dengan konfigurasi tertentu tidak memiliki interaksi dan stabil.

1.3. Identifikasi Masalah

- 1.3.1. Bagaimana cara mengukur interaksi pada proses MIMO ?
- 1.3.2. Bagaimana hasil analisis interaksi dari konfigurasi kontrol evaporator sirkulasi paksa Newell dan Lee (Newell & Lee, 1989)?
- 1.3.3. Bagaimana cara merancang sistem kontrol multilup untuk konfigurasi kontrol tersebut ?

1.4 Tujuan Penelitian

- 1.4.1. Menentukan metode yang tepat untuk mengukur interaksi proses MIMO
- 1.4.2. Menentukan konfigurasi kontrol terbaik berdasarkan hasil analisis interaksi dari konfigurasi kontrol evaporator sirkulasi paksa Newell dan Lee (Newell & Lee, 1989)
- 1.4.3. Merancang sistem kontrol multilup untuk konfigurasi kontrol tersebut

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat bagi industri adalah dapat mengoptimalkan proses evaporasi, sehingga perolehan produk yang dihasilkan sesuai dengan yang diinginkan serta penggunaan energi pada proses evaporasi dapat seoptimal mungkin.

1.6. Hipotesis

- 1.6.1. Interaksi pada proses MIMO dapat diukur dengan metode *relative gain array* (RGA). RGA memiliki beberapa jenis variasi seperti *dynamic relative gain*, *effective relative gain*, dan *normalized relative gain*
- 1.6.2. Konfigurasi kontrol mempengaruhi interaksi yang terjadi pada evaporator sirkulasi paksa Newell dan Lee (Newell & Lee, 1989) dan menghasilkan kinerja sistem kontrol yang berbeda
- 1.6.3. Sistem kontrol multi-loop SISO untuk konfigurasi tersebut dapat dirancang dengan menggunakan metode *Effective Open-Loop Transfer Function* (EOTF)

1.7. Struktur Laporan Penelitian

Struktur laporan penelitian “Studi Konfigurasi Kontrol untuk Proses Evaporasi Sirkulasi Paksa” terdiri dari 5 bab. Bab 1 berisi tentang latar belakang dan tujuan penelitian dilakukan. Bab 2 berisi tinjauan pustaka yang mendukung dalam pembuatan laporan. Bab 3 berisi metodologi penelitian, hasil analisis interaksi serta rencana kerja penelitian. Bab 4 berisi hasil simulasi berupa model dan parameter pengendali serta pembahasan. Bab 5 berisi kesimpulan dan saran terhadap laporan penelitian yang dilakukan.