



**PENGENDALIAN MUTU CAPRIC ACID 99
DENGAN MENGGUNAKAN
METODE ANALISA VARIANS**

PENELITIAN

Oleh :

Ir. Hj. HANIZA AS, MT
NIP. 131 667 983



**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2002**

**PENGENDALIAN MUTU CAPRIC ACID 99
DENGAN MENGGUNAKAN
METODE ANALISA VARIANS**

PENELITIAN

Oleh :

Ir. Hj. HANIZA AS, MT
NIP. 131 667 983



**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2002**

**PENGENDALIAN MUTU CAPRIC ACID 99
DENGAN MENGGUNAKAN
METODE ANALISA VARIANS**

PENELITIAN

OLEH:

IR. Hj. HANIZA AS, MT

NIP : 131667983



**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2002**

RINGKASAN

Dalam dunia industri, mutu atau kualitas produk yang dihasilkan merupakan hal yang sangat penting. Setiap perusahaan berusaha meningkatkan mutu produk yang dihasilkan dengan menerapkan metode pengendalian mutu terhadap faktor produksi.

Faktor produksi yang perlu diperhatikan didalam pengendalian mutu suatu produk meliputi keadaan bahan baku, proses produksi dan hasil akhir produk tersebut.

Penelitian ini dilakukan dengan memusatkan perhatian pada unit fraksinasi, dimana unit ini merupakan interaksi beberapa faktor untuk membentuk Capric Acid. Tiga faktor yang diduga sangat berpengaruh yaitu:

- Harkat kemurnian raw material
- Tekanan fraksinasi
- Tempertaur fraksinasi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor mana saja yang paling berpengaruh terhadap produksi Capri acid. Dengan diketahuinya faktor yang paling berpengaruh maka akan dapat dicari kondisi optimum sehingga diperoleh Capri acid yang optimum pula.

Didalam penelitian untuk mencari faktor yang berpengaruh melalui analisa varians tiga faktor, ternyata ada dua faktor yang sangat berpengaruh yaitu tekanan fraksinasi dan temperature fraksinasi.

Dari tahap optimasi diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan metode lintas pendakian tercuram diperoleh persamaan:
$$Y = 65,43 - 0,33 X_1 + 0,28 X_2$$
2. Hasil optimasi dari kedua faktor tersebut diperoleh:
 - Tekanan fraksinasi taraf rendah: 61 torr dan taraf tinggi : 63 torr.
 - Temperatur taraf rendah: 192,13 °C dan taraf tinggi: 197,13 °C
3. Dari keempat titik optimum, maka diperoleh nilai rata-rata fraksinasi 99,47 % dimana sebelum penelitian 65,54 %

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT penulis dapat menyelesaikan penelitian ini pada PT. Sinar Oleochemical International Medan.

Penelitian ini berjudul “Pengendalian Mutu Capric Acid 99 Dengan Menggunakan Metode Analisa Varians” bertujuan untuk menjawab permasalahan pengendalian mutu capric acid pada proses produksi.

Penelitian ini juga merupakan salah satu bentuk dari Tri Dharma Perguruan Tinggi dan merupakan persyaratan penting untuk memenuhi angka Kredit (KUM) bagi staf pengajar agar dapat naik pangkat / jenjang akademik.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Pimpinan dan karyawan di PT. Sinar Oleochemical International Medan yang memberi kesempatan bagi peneliti.
2. Mahasiswa Teknik Industri Fakultas Teknik UMA yang membantu penulis didalam pengumpulan data.
3. Para staf dan pegawai di PUSKOM Universitas Medan Area yang membantu penulis menyelesaikan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini mungkin masih mempunyai kekurangan, oleh karena itu penulis menerima saran dan kritik yang berguna untuk penyempurnaan tulisan ini. Akhirnya penulis mengharapkan semoga tulisan ini bermanfaat bagi yang memerlukannya.

Medan, Januari 2002

Ir. Hj. Haniza, MT

DAFTAR ISI

	Halaman
Ringkasan	i
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iii
Daftar Tabel	v
Daftar Gambar	vi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	I-1
1.2. Perumusan Masalah	I-2
1.3. Batasan Masalah	I-4
1.4. Asumsi – asumsi	I-4
1.5. Pentingnya Pemecahan Masalah	I-4
1.6. Metodologi Pendekatan Masalah	I-5
BAB II GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN	
2.1. Sejarah Perusahaan	II-1
2.2. Ruang Lingkup Bidang Usaha	II-3
2.3. Lokasi Perusahaan	II-4
2.4. Struktur Organisasi dan Manajemen	II-4
BAB III PROSES PRODUKSI	
3.1. Bahan Baku Utama dan Tambahan	III-1
3.2. Uraian Produksi	III-4
BAB IV LANDASAN TEORI	
4.1. Pengendalian Mutu	IV-1
4.2. Pengambilan Sampel	IV-2
4.3. Uji Normalitas Data	IV-3
4.4. Analisa Varians	IV-5
4.5. Desain Eksperimental	IV-11
4.6. Parameter Level Faktor Penelitian	IV-12
4.7. Eksperimen Faktorial	IV-13
4.8. Metode Yates Untuk Desain Faktorial 2 ³	IV-15
4.9. Pengujian Hipotesa	IV-16
4.10. Tahap Optimasi	IV-17
4.10. Transfer Hasil Optimasi	IV-30

BAB V	PENGUMPULAN DATA	
5.1.	Kerangka Percobaan	V-1
5.2.	Tabel Hasil Percobaan	V-4
5.3.	Penyusunan Data	V-7
BAB VI	PENGOLAHAN DATA	
6.1.	Distribusi Frekuensi dan Uji Normalitas	VI-1
6.2.	Pemilihan Variabel Paling Berpengaruh	VI-5
6.3.	Tahap Optimasi	VI-9
6.4.	Metode Lintas Pendakian Tercuram	VI-16
6.5.	Hasil Optimasi	VI-29
BAB VII	ANALISA DAN EVALUASI	
7.1.	Analisa Awal	VII-1
7.2.	Penganalisaan Untuk Optimasi	VII-2
BAB VIII	KESIMPULAN DAN SARAN	
8.1.	Kesimpulan	VIII-1
8.2.	S a r a n	VIII-2
DAFTAR PUSTAKA	.....	D-1

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel II.1. Jumlah Tenaga Kerja PT. SOCI	II-14
Tabel III.1. Data Temperatur dan Tekanan pada proses Capric Acid 99.....	III-10
Tabel IV.1. Distribusi Frekuensi	IV-4
Tabel IV.2. Perhitungan Uji Normalitas	IV-5
Tabel IV.3. Data Pengamatan Untuk DAS	IV-8
Tabel IV.4. Analisa Varians	IV-10
Tabel IV.5. Desain Faktorial 2^3	IV-14
Tabel IV.6. Analisa Varians Untuk Desain Faktorial 2^3	IV-15
Tabel IV.7. Perhitungan Metoda Yates	IV-15
Tabel IV.8. Daftar Anava Permukaan Respon Faktorial 2^2	IV-23
Tabel IV.9. Susunan Ortogonal Penambahan n Sekitar Titik Pusat	IV-24
Tabel IV.10. Daftar Anava Permukaan Respon Setelah Penambahan Dua Titik	IV-25
Tabel VI.1. Daftar Distribusi Frekuensi	VI-3
Tabel VI.2. Perhitungan Uji Normalitas	VI-4
Tabel VI.3. Perhitungan Menurut Metoda Yates	VI-6
Tabel VI.4. Analisa Data Fraksinasi Menurut Metoda Yates	VI-7
Tabel VI.5. Daftar Analisa Varians Untuk Fraksinasi	VI-8
Tabel VI.6. Trial-trial Tanjakan Paling Tajam	VI-11

Tabel VI.7.	Hasil Perhitungan Steepest Ascent	VI-14
Tabel VI.8.	Level Untuk Optimasi	VI-14
Tabel VI.9.	Desain Matriks Faktorial 2^2	VI-15
Tabel VI.10.	Desain Matriks Fraksinasi Dengan Dua Faktor	VI-15
Tabel VI.11.	Rata-rata Fraksinasi Dengan Tekanan dan Temperatur Fraksinasi.....	VI-17
Tabel VI.12.	Perhitungan Koefesien-koefesien b_0, b_1, b_2	VI-18
Tabel VI.13.	Daftar Anava Desain Faktorial 2^2	VI-20
Tabel VI.14.	Perhitungan Koefesien-koefesien b_0, b_1, b_2 Setelah Penambahan Dua Titik	VI-20
Tabel VI.15.	Daftar Anava Desain Faktorial 2^2 Setelah Penambahan Dua Titik	VI-22
Tabel VI.16.	Nilai X_1 dan X_2 Dari Setiap Respon Y.....	VI-24
Tabel VI.17.	Empat Buah Titik Eksperimen Baru Untuk Optimasi	VI-26
Tabel VI.18.	Empat Buah Titik Eksperimen Optimum.....	VI-27

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar III.1. Proses Pemurnian Minyak Sawit	III-2
Gambar IV.1. Desain Faktorial 2^2 Dalam Bentuk Bujur Sangkar	IV-21
Gambar IV.2. Kontur Permukaan Respon	IV-27
Gambar IV.3. Empat Buah Titik Eksperimen Baru Dengan Titik Pusat (X_1X_2).....	IV-28
Gambar VI.1. Rata-rata Fraksinasi Dalam Bujursangkar.....	VI-18
Gambar VI.2. Kontur Permukaan Respon Eksperimen Faktorial 2^2	VI-25
Gambar VI.3. Empat Buah Titik Eksperimen Optimum Dengan Titik Pusat (1, 0.85).....	VI-27

BAB I

PENDAHULUAN

I.I. Latar Belakang Masalah

Dalam dunia industri, mutu atau kualitas barang yang dihasilkan merupakan faktor yang sangat penting. Setiap perusahaan selalu berusaha untuk meningkatkan mutu produk yang dihasilkannya. Mutu merupakan salah satu faktor utama ukuran keberhasilan suatu usaha. Selain itu mutu sangat mempengaruhi konsumen didalam pemilihan terhadap produk yang diinginkan. Dengan adanya produk yang bermutu baik dan harga yang pantas, maka perusahaan dapat bersaing di pasaran untuk mendapatkan pembeli sebanyak-banyaknya.

Produk yang bermutu tinggi akan memberikan kepuasan bagi konsumen sehingga senantiasa perlu dilakukan perbaikan dan pengawasan. Salah satu usaha penanganan masalah mutu adalah dengan jalan menerapkan teknik pengendalian mutu terhadap produksi yang dihasilkan oleh perusahaan tersebut.

Ada beberapa faktor yang diteliti dalam pengawasan mutu suatu produksi dalam perusahaan yaitu :

- Kualitas Bahan Baku
- Proses Produksi
- Pemeriksaan dari output produk itu sendiri

Ketiga faktor diatas pengaruhnya dalam usaha pengendalian mutu sangat besar sekali dan saling terkait. Terlebih-lebih lagi proses produksi sangat memegang

peranan penting. Proses produksi merupakan stasiun interaksi antara faktor-faktor yang diperlukan untuk menghasilkan produk jadi.

Pengaruh yang baik terhadap interaksi dari berbagai faktor produksi tersebut menghasilkan output yang baik, juga dapat memperbaiki efektifitas dan efisiensi dari proses produksi. Sebaiknya apabila terjadi interaksi yang kurang baik dalam proses, tentunya output tak sesuai dengan yang diharapkan (standard mutu tidak terpenuhi).

PT. Sinar Oleochemical International dalam proses produksinya menghasilkan produk berupa fatty acid. Wujud fisiknya berupa kristal-kristal dengan minyak sawit sebagai bahan bakunya. Proses produksi fatty acid ini berlangsung dalam beberapa unit operasi. Salah satu unit dari seluruh rangkaian produksi yang sangat mempengaruhi tingkat mutu fatty acid adalah proses produksi yang terjadi pada Unit Fraksinasi. Unit Fraksinasi diusahakan mengeluarkan kandungan fatty acid dengan kandungan mutu sesuai dengan standard yang telah ditetapkan.

1.2. Perumusan Masalah

Jika proses fraksinasi berlangsung dengan baik maka tingkat kemurnian dari fatty acid, dimana dalam hal ini adalah capric acid akan tinggi. Dengan tingginya tingkat kemurnian dari capric acid berarti bahan baku yang dipergunakan bisa dimanfaatkan sebanyak-banyaknya.

Pada proses fraksinasi ada tiga hal yang diduga berpengaruh terhadap tingkat kemurnian capric acid. Faktor-faktor tersebut adalah :

A. Harkat Kemurnian Raw Material (Faktor A)

Harkat Kemurnian ialah besarnya nilai persentase dari hasil bagi kemurnian untuk terjadinya proses fraksinasi.

Ada dua taraf yaitu 65 % dan 70%

B. Tekanan Fraksinasi (Faktor B)

Tekanan ialah kevakuman yang digunakan untuk proses produksi sehingga tujuan dari fraksinasi terpenuhi.

Untuk ini ada dua taraf yang dicoba yaitu 60 torr dan 62 torr

C. Temperatur Fraksinasi (Faktor C)

Temperatur Fraksinasi yaitu besarnya panas atau temperatur yang diperlukan untuk proses fraksinasi terjadi.

Temperatur yang digunakan dalam penelitian ini ada dua taraf yaitu 190⁰C dan 195⁰C.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui, berapakah persentase raw material (bahan baku), tekanan fraksinasi dan temperatur fraksinasi yang optimum untuk menghasilkan tingkat kemurnian capric acid pada unit fraksinasi yang maksimum dan bagaimanakah kombinasi antara ketiga (3) faktor tersebut ?

I.3. Batasan Masalah

Supaya pengumpulan data, analisa dan evaluasi serta pemecahan masalah lebih terarah maka dalam penelitian ini dilakukan pembatasan masalah. Batasan-batasan yang dimaksud dalam masalah ini adalah :

1. Faktor yang diteliti adalah faktor yang mempengaruhi tingkat kemurnian capric acid, yaitu : A(Harkat Kemurnian Raw Material), B (Tekanan), C (Temperatur).
2. Penelitian dilakukan di pabrik sehingga kondisi yang telah ditentukan tetap diikuti dan penyimpangan dari kondisi tersebut diluar lingkungan penelitian.
3. Spesifikasi mutu yang diteliti hanya pada unit fraksinasi.
4. Semua mesin pengolahan berjalan dalam kondisi yang baik.

I.4. Asumsi-asumsi

Dalam asumsi yang diperlukan adalah :

1. Dianggap bahwa bahan baku (minyak sawit) dan bahan pembantu sesuai dengan standard pemakaian.
2. Kemampuan dan kecakapan operator untuk setiap unit kerja masing-masing bidangnya adalah merata dan sejajar.
3. Proses produksi capric acid berlangsung cukup baik.

I.5. Pentingnya Pemecahan Masalah

Unit Fraksinasi adalah unit yang cukup kritis dari serangkaian proses produksi capric acid. Disini diusahakan agar tingkat kemurnian dari produk yang dihasilkan

cukup tinggi. Kemurnian tersebut sesuai dengan spesifikasi mutu produk yang telah ditetapkan (standard).

Pemecahan permasalahan ini sangat penting dengan tujuan sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui kondisi operasi proses produksi pada unit fraksinasi dengan memperhatikan faktor – faktor yang mempengaruhi proses ini, seperti persentase raw material, tekanan fraksinasi dan temperatur fraksinasi, pada level berapa kondisi yang optimum sehingga tingkat kemurnian dari capric acid dapat mencapai hasil yang lebih baik.
2. Agar pihak perusahaan dapat memproduksi barang yang sesuai dengan spesifikasi produksi yang memenuhi syarat mutu.
3. Melakukan tindakan perbaikan agar penyimpangan atau kekeliruan dapat dikendalikan.
4. Bila mungkin perusahaan meningkatkan mutu dengan memperbaiki spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya.

1.6. Metodologi Pendekatan Masalah

Dari hasil fraksinasi dengan kombinasi antara 3 faktor yakni : Harkat Kemurnian Raw Material, Tekanan dan Temperatur yang masing-masing kombinasi dengan replikasi sebanyak 3 kali, didapatkan data-data fraksinasi sebagai data yang akan dianalisa.

Data-data fraksinasi diolah dan dianalisa secara statistik dengan Analisis Varians (ANAVA). Untuk mengetahui apakah ketiga faktor berpengaruh atau tidak terhadap fraksinasi terjadi.

BAB II

GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

II.1. Sejarah Perusahaan

Ide pendirian PT. Sinar Oleochemical International pada awalnya timbul karena melihat bahwa pasar oleochemical sangat besar dan bahan baku untuk oleochemical banyak diperoleh di Indonesia.

Ide tersebut berasal dari seorang investor Indonesia yang dikemukakan pada sebuah pertemuan antara investor Indonesia dengan investor asing di Jakarta Convention Centre, Jakarta tahun 1991.

Bahan baku yang dipergunakan untuk pengolahan oleochemical pada perusahaan ini adalah Refined Bleached Deodorized Palm Olein (RBDPO), Refined Bleached Palm Stearin (RBDPS) dan Palm Kernel Oil (PKO) yang diperoleh dari hasil pengolahan inti kelapa sawit. Kapasitas produksi pabrik adalah 52.560 ton Fatty Acid pertahun dan 5260 ton Glycerine per tahun.

Karena besarnya kebutuhan pasar akan oleochemical ini maka didirikanlah PT.SINAR OLEOCHEMICAL INTERNATIONAL yang memproduksi Fatty Acid dan Glycerine sebagai produk sampingan, yang merupakan kerjasama antara investor Indonesia yakni Sinar Mas Group dan investor Jepang, yakni Nippon Oil and Fat (NOF) sebagai mitra utama. Dengan melihat prospek yang cerah dari usaha ini maka investor Jepang tersebut juga mencari mitra kerja sama yang berasal dari Jepang sendiri.

Investor Indonesia yakni Sinar Mas Group dan investor Jepang yang di wakili oleh NOF mengadakan pertemuan dengan investor-investor Jepang yang berminat menjadi mitra perusahaan ini di Jakarta. Dan akhirnya dari pertemuan itu diperoleh empat investor Jepang yang bersedia menjadi mitra kerja dalam menjalankan dan mengelola perusahaan tersebut.

Dengan demikian maka diperoleh 4 investor Jepang pada perusahaan ini, yaitu

1. NOF (Nippon Oil and Fat)

Menguasai teknologi pengolahan RBDPO, RBDPS, dan PKO menjadi Fatty Acid dan Glycerine sebagai produk sampingan, besar saham 30%

2. Shiseido Company

Menguasai bidang pengendalian mutu, besar saham 12.5%

3. Marubeni Corporation

Menguasai bidang pemasaran, besar saham 12.5%

4. Hitachi Zosen, besar saham 5%

Dengan tercapainya kesepakatan kerjasama ini mereka kemudian mendirikan dan mengelola perusahaan dengan nama PT.Sinar Oleochemical International (PT.SOCI), dengan investasi sebesar 48.840 milyar rupiah, resmi berdiri pada tanggal 2 September 1993 dengan status PMA (Penanaman Modal Asing) dengan Surat Keputusan Presiden No. SPP. 161/PMA/92, yang berlokasi di Kawasan Industri Medan (KIM) Jl. Yos Sudarso Km 10.5 Medan. Perusahaan ini diresmikan oleh Menteri Perindustrian RI Bapak Tungki Aribowo pada tanggal 24 Agustus 1994.

Pada awal produksi PT. Sinar Oleochemical International banyak menggunakan tenaga asing dari Jepang yaitu sekitar 17 orang termasuk Manager

Produksi. Akan tetapi lambat laun tenaga asing tersebut diganti oleh tenaga lokal yang dididik langsung oleh para tenaga ahli dari Jepang tersebut.

Dalam era perdagangan bebas, PT. Sinar OleoChemical International ini juga telah mendapatkan sertifikat ISO 9002 pada tanggal 7 Oktober 1996. ISO yang dipelopori oleh negara-negara Eropah ini mengawasi manajemen kualitas yang bertujuan untuk menghasilkan produk yang seragam kualitasnya.

ISO 9002 ini melakukan prosedur-prosedur yang telah digariskan, yang mengatur antara lain :

- Pembelian bahan baku
- Penyimpanan bahan baku maupun produksi
- Pengawasan Mutu
- Cara mengatasi keluhan pelanggan
- Dan Dokumentasi.

Dengan adanya sertifikat ISO 9002 ini maka dapat dijamin kualitas produk yang dihasilkan dimana mampu bersaing di pasaran International.

Pada awal tahun 1994, dilakukan percobaan produksi dan produksi komersialnya dimulai pada pertengahan tahun 1994.

II.2. Ruang Lingkup Bidang Usaha

PT. Sinar Oleochemical International bergerak dalam bidang industri pengolahan hasil minyak sawit yaitu RBDPO, RBDPS dan PKO menjadi *Fatty Acid* dan *Glycerine* sebagai produk sampingan dimana kedua produk ini merupakan bahan baku untuk kosmetika, obat-obatan, deterjen, sabun dan lain-lain dan dalam ini yang

penulis tinjau yakni pengolahan dengan bahan baku RBDPO dan RBDPS (Olein dan Stearin). Untuk memperoleh produk Fatty Acid dimana proses pengolahannya Splitting, Hydrogenasi, Destilasi, dan Fraksinasi.

II.3. Lokasi Perusahaan

PT. Sinar Oleochemical International memilih lokasi di Kawasan Industri Medan JL. Kol. Yos Sudarso Km 10.5 Medan didasari atas pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

1. Mudah dalam pengadaan bahan baku yang di peroleh dari PT.Ivomas Tunggal yang berlokasi di daerah Belawan.
2. Dekat dengan pelabuhan Belawan atau pengiriman produk jadi.
3. Tersedianya lahan yang cukup baik untuk pabrik.
4. Tersedianya tempat pembuangan limbah di Kawasan Industri Medan
5. Tersedianya sumber tenaga kerja di lokasi sekitar perusahaan.

II.4. Struktur Organisasi dan Manajemen

Struktur organisasi merupakan susunan yang terdiri dari fungsi-fungsi dan hubungan - hubungan yang menyatakan keseluruhan kegiatan untuk mencapai suatu sasaran. Secara fisik struktur organisasi dapat di nyatakan dalam gambar grafik (bagan) yang memperlihatkan hubungan unit-unit organisasi dan garis-garis wewenang yang ada.

Ada empat komponen dasar yang merupakan kerangka dalam memberikan defenisi struktur organisasi :

1. Struktur organisasi memberikan gambaran mengenai pembagian tugas-tugas serta tanggung jawab kepada individu maupun bagian-bagian pada suatu organisasi.
2. Struktur organisasi memberikan kelonggaran tentang hubungan yang ditetapkan secara resmi dalam suatu organisasi, tercakup dalam hubungan yang resmi ini banyaknya tingkatan hierarki serta besarnya rentang kendali dari semua pimpinan diseluruh tingkatan organisasi.
3. Struktur organisasi menetapkan pengelompokan individu menjadi bagian organisasi dan pengelompokan bagian-bagian organisasi menjadi suatu bagian organisasi yang utuh.
4. Struktur organisasi juga menetapkan sistem hubungan dalam organisasi, yang memungkinkan tercapainya komunikasi, koordinasi dan pengintegrasian segenap kegiatan organisasi baik kearah vertikal maupun horizontal.

Struktur organisasi bagi satu perusahaan mempunyai peranan yang sangat penting dalam menentukan dan memperlancar jalannya roda perusahaan. Pendistribusian tugas-tugas wewenang dan tanggung jawab serta hubungannya satu sama lain pada dasarnya dapat digambarkan pada struktur organisasi, sehingga para pegawai dan karyawan akan mengetahui dengan jelas apa tugasnya, darimana ia mendapatkan perintah dan kepada siapa ia harus bertanggung jawab.

Dengan adanya struktur organisasi dan uraian tugas yang telah ditetapkan akan menciptakan suasana kerja yang baik karena akan terhindar dari tumpang tindih dalam perintah dan tanggung jawab.

Untuk mencapai tujuan dan sasaran yang telah ditetapkan, PT. Sinar Oleochemical International membuat struktur organisasinya cenderung berbentuk

organisasi fungsional. Pada struktur fungsional kegiatan pada seluruh tingkatan dikelompokkan sedemikian rupa sehingga kegiatan yang fungsinya sama terkumpul pada satu bagian. Di PT. Sinar Oleochemical Internasional, Executive Committee (Komite Eksekutif) menempati kedudukan yang tertinggi yang diikuti dengan President Direktur yang dibantu oleh Executive President (Presiden Eksekutif) dan Vice President (Wakil presiden).

II.4.1. Uraian Tugas dan Tanggung Jawab

Untuk menggerakkan suatu organisasi dibutuhkan adanya personil yang memegang jabatan tertentu, seperti yang terdapat dalam struktur organisasi dimana masing-masing personil mempunyai tugas dan wewenang yang seimbang dan jelas. Tanggung jawab yang diberikan harus seimbang dengan wewenang yang diterima. Organisasi yang baik adalah organisasi yang jelas dan teratur sehingga dalam melaksanakan tugas dan tanggung jawabnya setiap pemangku jabatan memiliki gambaran dan batasan tugas dan tanggung jawab yang diembannya.

Untuk lebih jelasnya tugas daripada masing-masing staf yang terdapat pada struktur organisasi PT. Sinar Oleochemical International diuraikan sebagai berikut:

1. President Director (Presiden Direktur)

Tugas-tugasnya adalah :

- a. Memimpin dan mengurus semua aspek kegiatan perusahaan sesuai dengan tujuan dan senantiasa berusaha untuk meningkatkan efisiensi perusahaan.
- b. Membawahi langsung *Executive Vice President* dan *Vice President*.

BAB III

PROSES PRODUKSI

III.1. Bahan Baku Utama dan Bahan Baku Tambahan

III.1.1. Bahan Baku Utama

Bahan Baku Utama yang dimaksud disini adalah semua bahan yang membentuk bagian dari integral dari suatu produk dimana bahan tersebut mudah ditelusuri sampai bahan jadi.

Bahan Baku Utama pembuatan Fatty Acid adalah :

- CPO (Crude Palm Oil)

yaitu minyak kelapa sawit yang diperoleh dari hasil rebusan serat-serat kulit kelapa sawit hasil proses Pabrik Kelapa Sawit (PKS).

- PKO (Palm Kernel Oil)

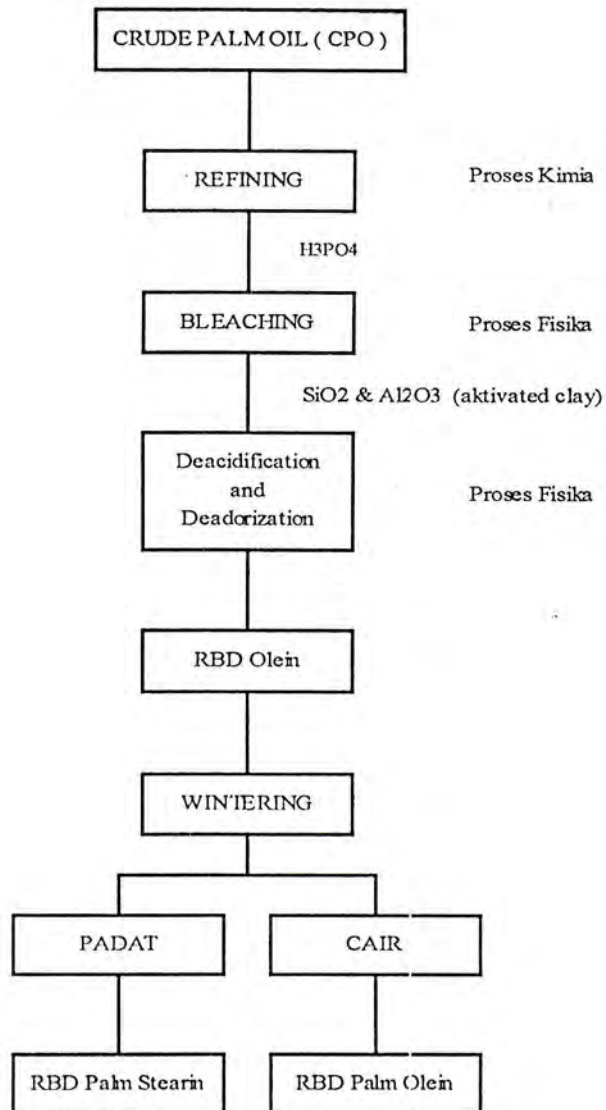
yaitu minyak inti sawit yang diperoleh dari hasil rebusan inti sawit.

- RBDPO (Refined Bleaching Deodorized Palm Oil) dan RBDPS (Refined Bleaching Deodorized Palm Stearine.)

yaitu minyak inti sawit yang diolah pada proses II pada PKS yang telah menjadi minyak sawit murni.



Gambar III.1. Proses Pemurnian Minyak Sawit



III.1.2. Bahan Baku Tambahan

Bahan Baku Tambahan yang dimaksud adalah bahan-bahan yang dibutuhkan guna menyelesaikan suatu produk, tetapi pemakaiannya sangat sedikit, sehingga tidak dianggap sebagai bahan baku utama, dan bahan baku produk ini berupa bahan kimia industri.

Bahan Baku Tambahan pada proses lanjut dari Fatty Acid adalah :

- Filter Aid

yaitu bahan tambahan dalam melakukan penyaringan produk (filtrasi), bahan ini berbentuk serbuk atau powder.

- Nikel Katalist

Katalist merupakan senyawa-senyawa kimia yang berfungsi untuk mempercepat terjadinya reaksi-reaksi kimia dalam hal ini Nikel sebagai katalist.

- Hydrogen (H_2)

yaitu gas hydrogen yang digunakan untuk memisahkan ikatan rangkap pada Fatty Acid.

- Nitrogen (N_2)

yaitu gas nitrogen yang digunakan melindungi (seal) Fatty Acid dari pengaruh perubahan udara sekitar, yang dapat mempengaruhi warna dari Fatty Acid.

- Air (H_2O)

air dibutuhkan untuk memisahkan Fatty Acid dari Sweet Water dari Proses Splitting.

III.2. Uraian Proses

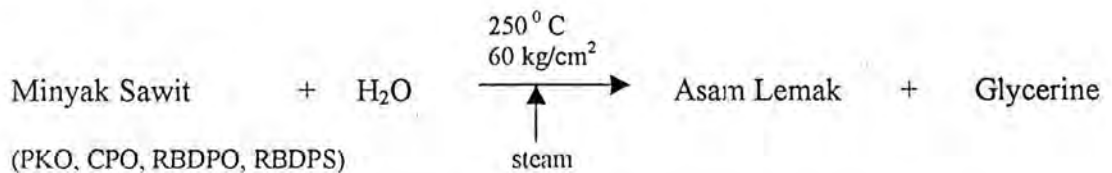
Uraian Proses produksi yang akan diuraikan disini adalah proses produksi pembuatan Fatty Acid pada bagian-bagian proses produksi.

Adapun bagian-bagian prosesnya adalah sebagai berikut :

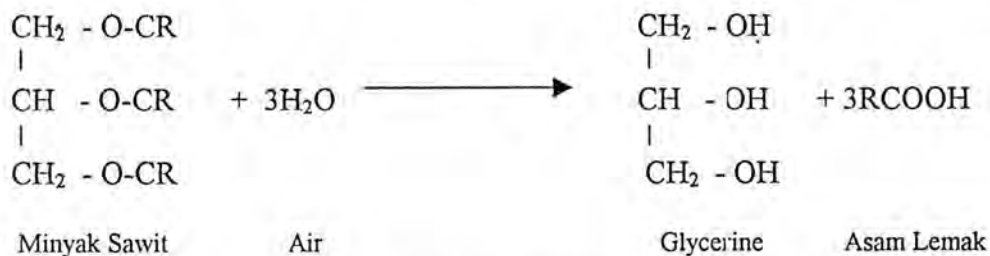
III.2.1. Proses Hydrolisa (#100)

Proses awal dari Fatty Acid adalah proses hydrolisa yang sering disebut proses splitting dimana Raw Material (bahan baku) dicampur dalam air di dalam kolom dan diberi tekanan 48 – 52 kg/cm² dengan temperatur antara 255 °C – 260 °C oleh steam yang bertekanan 60 kg/cm².

Bahan baku yang masuk ke kolom dari bawah kolom dengan temperatur dan tekanan yang diinginkan dan dibantu oleh perbedaan berat jenis, maka air akan mengikat kandungan-kandungan air yang terdapat pada bahan baku yang disebut dengan Sweet Water (*Glycerol*).



Reaksi hidrolisa minyak digambarkan oleh persamaan reaksi sebagai berikut:



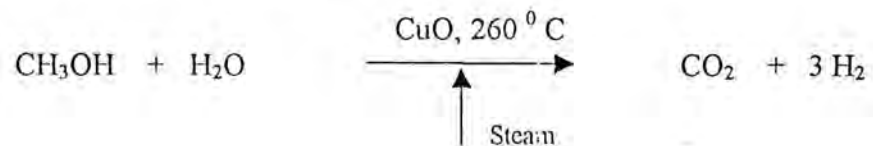
Note : R adalah gugus alkil dengan panjang karbon tertentu

Dengan bahan baku dari PKO guna menghasilkan Fatty Acid yang murni sedangkan bahan baku dari CPO, RBDPO dan RBDPS guna menghasilkan Fatty Acid yang terpisah ikatan rangkapnya.

III.2.2. Proses Hydrogenasi (# 200)

a. Pembuatan Hydrogen (Hydrogen Generation Plant)

Hydrogen dibuat atas dasar pereaksian antara Methanol (CH_3OH) dengan Air (H_2O) dan dengan dipanaskan oleh Thermal Oil hingga mencapai temperatur 260°C dan bertekanan 30 barr sehingga menghasilkan gas H_2 .



b. Pemisahan Ikatan Rangkap (Proses Hydrogenasi)

Pemisahan ikatan rangkap dilakukan dengan proses Hydrogenasi dimana sebagai Fatty Acid dicampur dengan gas Hydrogen pada Line Mixer yang ditekan oleh kompressor dan sebagian lagi Fatty Acid dicampur dengan Nikel Catalyst dan dipanaskan dengan steam 19 barr. Kemudian campuran Fatty Acid + Hydrogen dan Fatty Acid + Nikel Catalyst tersebut bersamaan dimasukkan ke Reaktor Hydrogenasi yang mana akan terjadi reaksi pemisahan ikatan rangkap pada tekanan 20 barr dan temperatur $\pm 240^\circ\text{C}$. Setelah melewati reaktor maka hydrogen dipisahkan dari Fatty Acid di separator. Hydrogenasi ini dimanfaatkan lagi sebagai hydrogen segar yang akan dikirim lagi ke reaktor. Sedangkan

hydrogen yang jenuh akan dibuang melalui vent. Fatty Acid yang masih bercampur dengan Nikel Catalyst diturunkan tekanannya dan disaring di Funda Filter yang sebelumnya telah dicampur dengan Filter Aid yang berguna untuk mempermudah penyaringan.

Produk dari proses ini disebut HFA (Hydrogen Fatty Acid).

III.2.3. Proses Destilasi (# 300)

Proses Destilasi dibutuhkan guna memurnikan HFA yang mana masih mengandung warna yang jelek (APHA di atas 100) dan kandungan fraksi yang tidak dibutuhkan.

Pada proses destilasi ini HFA dipanaskan pada temperatur $\pm 250^{\circ}\text{C}$ dalam keadaan vacum (tekanan 5 torr) sehingga menghasilkan Fatty Acid yang murni dengan kandungan warna di bawah APHA 70. Sedangkan produk sampingan dari destilasi ini adalah yang mengandung fraksi yang lebih kecil disebut Light End. Sedangkan yang mengandung fraksi yang lebih tinggi disebut Heavy End.

Produknya disebut FAH, FAB, FAG, FAS, FAK, FAQ, FAR, FAT, dan lain-lain.

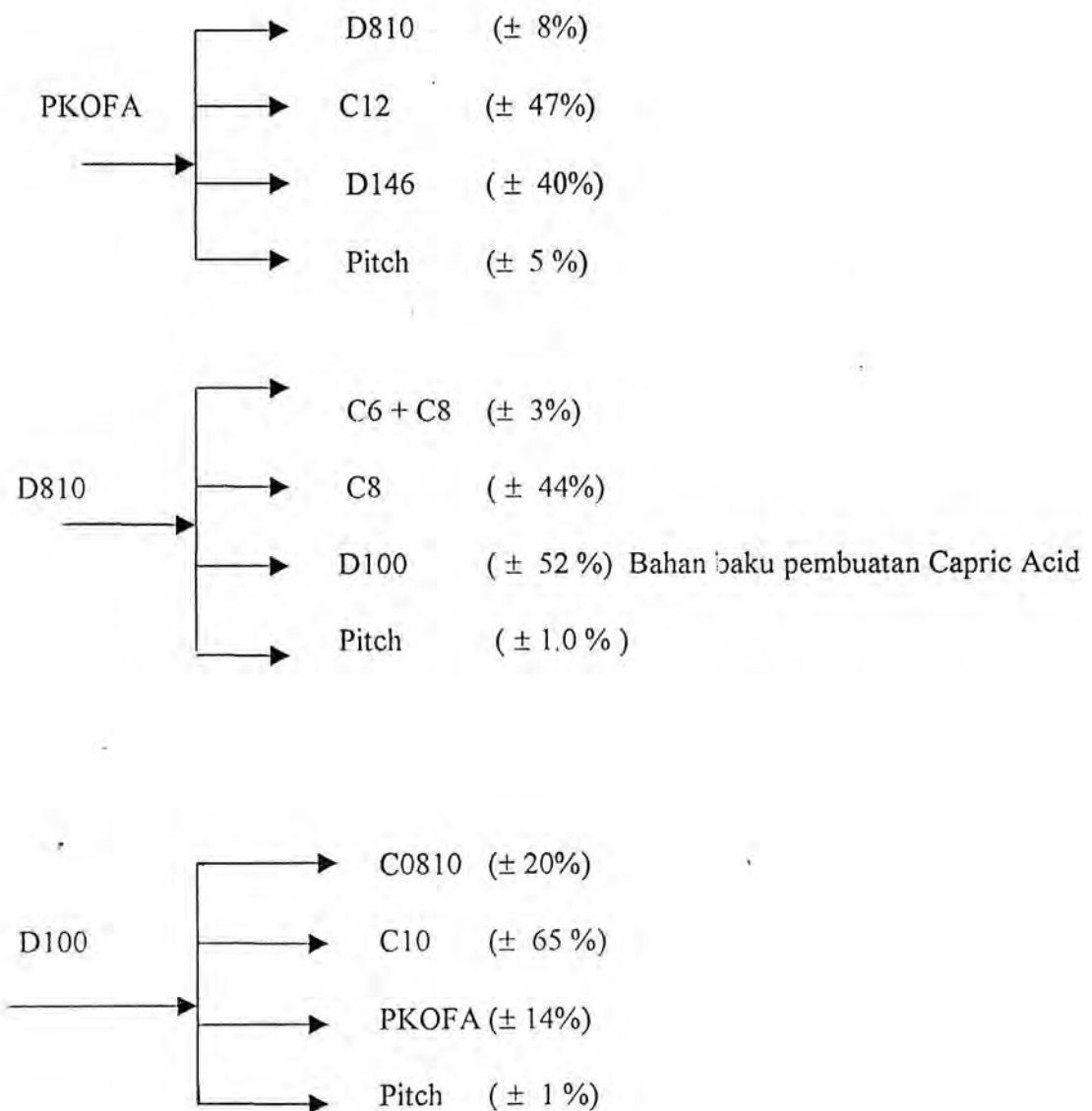
III.2.4. Proses Fraksinasi (# 500)

Proses pengolahan yang terjadi pada proses Fraksinasi bertujuan untuk memisahkan suatu campuran bahan guna mendapatkan zat asalnya/ fraksi-fraksinya berdasarkan perbedaan titik didihnya (berat atom).

Adapun tahapan-tahapan proses yang terjadi mulai dari Palm Kernel Oil Fatty Acid (PKOFA) hingga menjadi Asam Capric 99 adalah bahan baku yang digunakan dalam proses fraksinasi yaitu D100 hasil sisa fraksinasi dari kolom ke-3. Fraksi ke-3

pada saat memproduksi Asam Caprylic di fraksinasi plant yang bahan bakunya berasal dari fraksinasi tahap kedua dari PKOFA secara hidrolisa. Rumus Molekul Asam Capric adalah $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$.

Grafik proses cara mendapatkan bahan baku asam capric mulai dari proses hidrolisa dapat dilihat dari grafik berikut :



Jadi bahan baku untuk memproduksi C10 99% (Asam Capric) adalah D100 yang merupakan hasil fraksinasi ke-3 pada proses pengolahan C8 99% (Asam Caprylic).

D100 sebelum masuk ke fraksinasi disimpan di tangki T-2003A. Dari T-2003A, D100 dipompakan oleh P-2005 menuju drier (C-501) setelah terlebih dahulu dipanaskan di preheater (E-501). Di pengering ini diharapkan D100 sudah benar-benar bebas dari kandungan air. Sebagai media pemanas digunakan uap 8 bar dan temperaturnya hingga mencapai 150°C . Pengering (C-501) proses pengeringannya menggunakan sistem vakum dengan menggunakan ejektor yang tenaga penggerak/penghasil vakumnya adalah uap 8 bar. Vakum mencapai 80 torr. Pada pengering (C-501) D100 disirkulasi sambil sebagian dimasukkan ke kolom fraksinasi -1 (C-502) dengan menggunakan P-501 yang jumlahnya dikontrol dengan katup kendali.

Sebelum masuk ke kolom fraksinasi pertama (C-502) D100 terlebih dahulu dipanaskan pada preheater (E-502) menggunakan thermal oil dengan temperatur kerja $180^{\circ}\text{C} - 185^{\circ}\text{C}$. Dari preheater (E-502) D100 dialirkan ke reboiler (E-503) dan diteruskan ke kolom fraksinasi -1 (C-502). Untuk memanaskan minyak D100 dan mengatur tingginya permukaan minyak di C-502 digunakan P-502 dengan cara mensirkulasikannya pada reboiler E-503 ke C-502 dan mentransferkan minyak D100 ke kolom fraksinasi -2 dengan jumlah yang dikontrol oleh katup kendali. Pada kolom fraksinasi -1 akan dipisahkan C8 yang juga mengandung sedikit C8, C10 dan C12,

serta kotoran yang tidak terikut terpisah. Hasil fraksinasi -1 (C8) yang mengandung C8 dan C10 dimasukkan ke tangki T-2010A.

Minyak D100 yang sudah dipisahkan dari unsur ikatan rantai karbon yang lebih ringan dilanjutkan dimasukkan ke kolom fraksinasi -2, setelah terlebih dahulu dipanaskan pada reboiler (E-506). Pada kolom fraksinasi-2 asam capric (C10 99%) akan dihasilkan. Dimana untuk mendapatkan kemurniannya 99% dapat dikontrol melalui temperatur (Dasar : $218^{\circ}\text{C} - 222^{\circ}\text{C}$, Tengah : $190^{\circ}\text{C} - 193^{\circ}\text{C}$, Puncak : $185^{\circ}\text{C} - 190^{\circ}\text{C}$), tekanan vakum (Dasar : 64 – 65 torr, Tengah : 60 – 62 torr, Puncak : 59 – 60 torr) dan jumlah refluk yang diatur berdasarkan kondisi bahan baku. Produk asam capric 99% dimasukkan ke tangki (T-2002C), sedangkan sisa fraksinasi dari kolom -2 akan dipisahkan pada kolom fraksinasi -3.

Pada fraksinasi kolom -3 (C-504) akan dipisahkan C12, C14, C16, C18, C18 F1, C18 F2 (ikatan rangkap) dari kotorannya. Prosesnya juga mengalami pemanasan pada reboiler (E-508). C12, C14, C16, C18, C18 F1, C18 F2 akan menguap, sedangkan pitchnya (kotoran) akan tetap tinggal di bawah. Hasil fraksinasi dan pitch dimasukkan ke masing-masing receiver sebelum dipindahkan ke tangkinya masing-masing (T-2004A untuk C12, C14, C16, C18, C18 F1, C18 F2 dan T-2012/T-2013 untuk pitch).

Pada fraksinasi kolom -3 kondisi kerjanya untuk temperatur Dasar : $240^{\circ}\text{C} - 245^{\circ}\text{C}$, Tengah : $230^{\circ}\text{C} - 240^{\circ}\text{C}$, Puncak : $228^{\circ}\text{C} - 230^{\circ}\text{C}$. Sedangkan kondisi tekanan di dalam kolom adalah vakum 58 – 62 torr.

BAB IV LANDASAN TEORI

IV.1. Pengendalian Mutu

Pengendalian Mutu ialah suatu cara yang ditujukan untuk mengawasi atau mengontrol proses produksi agar hasil produksi dapat memenuhi spesifikasi dan standard mutu yang telah ditetapkan. (Daftar Pustaka No. 3, 7, 8)

Melalui penerapan pengendalian mutu dapat diketahui faktor-faktor yang paling berpengaruh dari sejumlah faktor penyebab yang menghalangi lancarnya fungsi proses produksi. Jika proses produksi terganggu bisa berubahnya nilai mutu. Untuk ini diupayakan meminimumkan faktor-faktor penyebab yang menghalangi tersebut.

Keuntungan-keuntungan yang dapat diharapkan dari penerapan pengendalian mutu adalah sebagai berikut :

A. Memberikan jaminan mutu yang sesungguhnya.

Pengendalian mutu memungkinkan untuk membangun mutu pada setiap langkah dalam setiap proses dan mencapai produk yang sesuai spesifikasi dan standard mutu yang disyaratkan.

B. Pengendalian mutu bersama pengendalian proses dapat membantu perusahaan dan pekerja untuk mengidentifikasi dan menghilangkan penyebab-penyebab yang menghalangi lancarnya proses.

C. Pengendalian mutu memungkinkan untuk mendesain, pengembangan, memproduksi dan memberikan produk yang paling ekonomis, berguna dan selalu memuaskan bagi konsumen.

Bagi PT. SOCI pengendalian mutu sangatlah penting, mengingat produk fatty acid (capric acid) yang dihasilkan merupakan bahan dasar untuk pembuatan kosmetika, juga untuk pembuatan obat-obatan. Pengendalian mutu mengupayakan agar produk capric acid memenuhi spesifikasi dan standard mutu yang telah ditetapkan.

Capric acid yang dihasilkan diharapkan memenuhi spesifikasi sebagai berikut:

- Komposisi Gas Chromatography (C_{10}) : minimum 99.0%
- APHA (Warna) : maksimum 120
- Acid Value (AV) : 322.0 – 327.0
- Saponification Value (SV) : 323.0 – 328.0
- Iodine Value (IV) : maksimum 0.5
- Titer Test (TT) : 29.5 – 31.5

(Daftar Pustaka No. 4, 5, 6)

IV.2. Pengambilan Sampel

Metode statistik adalah pengetahuan yang berhubungan dengan cara pengumpulan data, pengolahan, penganalisaan dan penarikan kesimpulan serta pembuatan keputusan yang cukup beralasan untuk memperoleh informasi yang seoptimal mungkin mengenai efek dari suatu faktor. Cara efisien, efektif dan ekonomis merupakan tujuan metode statistik. Tujuan ini dapat dicapai dengan perencanaan mengenai pengambilan sampel dan penentuan unit percobaan.

Pengambilan sampel (sampling) adalah suatu proses pemilihan sejumlah kecil contoh dari suatu keseluruhan (populasi) untuk diteliti dan dianalisa lebih lanjut dengan menggunakan statistik. Analisa dilakukan bertujuan memperoleh keterangan mengenai sifat-sifat populasi. Diharapkan dengan pengambilan sampel tersebut dapat

memberi gambaran yang baik dan keterangan yang diperoleh dapat mendekati keterangan sebenarnya mengenai populasi.

IV.2.1. Cara Pengambilan Sampel

Cara pengambilan sampel yang dipakai untuk melakukan penelitian ini adalah bentuk sampel berstrata (Stratified Sample). Cara pengambilan seperti ini yaitu terbentuk dengan membagi populasi atas kelas-kelas atau tingkatan. Anggota-anggota sampel ditarik dari setiap kelas (Stratum) sehingga setiap kelas diwakili dalam sampel.

IV.3. Uji Normalitas Data

Untuk mengetahui apakah populasi data berdistribusi normal atau tidak, dilakukan uji normalitas terhadap hasil pengambilan sampel. Pengujian normalitas dilakukan dengan menggunakan uji Chi Square (χ^2). Pengujian normalitas ditempuh dengan membuat daftar frekuensi sebelumnya.

Untuk membuat distribusi frekuensi dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menentukan Rentang, yaitu selisih data terbesar dengan data terkecil.
2. Menentukan banyak kelas.

Banyak kelas ditentukan dengan menggunakan Aturan Sturges.

$$\text{Banyak kelas} = 1 + 3.3 \log n$$

Dimana n menyatakan banyaknya data

3. Menentukan panjang interval kelas.

$$\text{Panjang Interval (PI)} = \frac{\text{Rentang}}{\text{Banyak Kelas}}$$

4. Memilih ujung bawah kelas interval pertama.

Untuk ini diambil sama dengan data terkecil atau nilai data yang lebih kecil dari data terkecil tetapi selisihnya harus dari panjang interval kelas yang telah ditentukan sebelumnya.

5. Dibuat daftar frekuensi yang dapat dilihat pada Tabel IV.1.

(Daftar Pustaka No. 3, 8, 9, 10)

Tabel IV.1
Distribusi Frekuensi

No	Batas Kelas	Fi	Xi	FiXi	$(Xi - \bar{X})^2$	Fi $(Xi - \bar{X})^2$
	Total					

6. Perhitungan uji normalitas dengan mencari beberapa nilai yakni :

- a. Rata - rata.

$$\bar{X} = \frac{\sum FiXi}{\sum Fi} \quad (IV.1)$$

- b. Standard Deviasi Sampel

$$S = \sqrt{\frac{\sum Fi(Xi - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (IV.2)$$

c. Nilai Z untuk setiap kelas

$$Z = \frac{X_i - \bar{X}}{S} \quad (IV.3)$$

d. Uji Chi Square

$$\chi^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (IV.4)$$

dimana :

O_i = Frekuensi pengamatan

E_i = Frekuensi yang diharapkan

Tabel IV.2
Perhitungan Uji Normalitas

No	Batas Kelas	Z untuk Batas Kelas	Luas Tiap Kelas	Frekuensi		$(O_i - E_i)^2$
				O_i	E_i	E_i
	Total					

e. Membandingkan hasil yang diperoleh dari perhitungan dengan hasil dari tabel

$$\chi^2_{\text{Hitung}} < \chi^2_{\text{Tabel}} \text{ maka data berdistribusi normal}$$

IV.4. Analisa Varians

Analisa Varians merupakan suatu test significant yang dilakukan dalam eksperimen, sehingga dapat diambil suatu keputusan yang berdasarkan informasi yang diperoleh dari suatu sampel. Tujuannya adalah untuk mengetahui pengaruh dari sumber variansi (variabel-variabel yang dapat mempengaruhi dari suatu eksperimen).

Dalam analisa varians, sumber variasi disebabkan oleh karena perlakuan dapat diuraikan menjadi sumber variasi pengaruh utama (main effect) dan pengaruh reaksi (interaction effect).

Metoda analisa varians digunakan untuk memecahkan masalah pengendalian mutu digunakan langkah-langkah adalah sebagai berikut :

1. Melakukan percobaan dengan mengkombinasikan ketiga faktor yang disebut dengan Experimen Faktorial.
2. Menghitung efek- efek dari ketiga faktor.
3. Dari hasil perhitungan pada langkah- langkah 1 dan 2 dapat dilakukan :
 - a. Pemilihan faktor (variabel) yang paling berpengaruh.

Untuk menentukan variabel yang paling berpengaruh dipergunakan metoda Yates yang merupakan metoda yang efektif dan praktis serta hasilnya lebih objektif.

- b. Tahap Optimasi
- c. Hasil Optimasi

(Daftar Pustaka No. 2, 9)

IV.4.1 Desain Acak Sempurna

Desain acak sempurna adalah desain dimana perlakuan dikenakan sepenuhnya secara acak kepada unit-unit eksperimen. Dengan demikian tidak terdapat batasan terhadap pengacakan seperti misalnya dengan pemblokkan dan pengalokasian terhadap unit-unit eksperimen.

Karena bentuknya sederhana, maka desain ini banyak digunakan. Akan tetapi desain ini hanya dapat digunakan apabila persoalan yang dibahas mempunyai unit-unit eksperimen yang bersifat homogen.

IV.4.2. Analisa Varians Untuk Desain Acak Sempurna

Untuk analisa data yang diperoleh berdasarkan desain eksperimen khususnya desain acak sempurna, akan ditinjau desain dengan sebuah observasi tiap unit eksperimen.

Misalnya ada k buah perlakuan dimana terdapat n_i unit eksperimen untuk perlakuan ke i ($i = 1, 2, 3, \dots, k$). Jika data pengamatan dinyatakan dengan Y_{ij} ($i = 1, 2, 3, \dots, k$) dan ($j = 1, 2, 3, \dots, n_i$). Y_{ij} berarti nilai pengamatan dari unit eksperimen ke j karena perlakuan ke i , maka untuk keperluan analisisnya data tersebut disusun seperti dalam Tabel IV.3. Dari tabel tersebut dihitung besaran-besaran yang diperlukan ialah :

Jumlah nilai pengamatan untuk tiap perlakuan

$$J_i = \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij} \quad (IV.5)$$

Jumlah seluruh nilai pengamatan

$$J = \sum_{i=1}^k J_i \quad (IV.6)$$

Rata-rata pengamatan untuk tiap perlakuan

$$Y = \frac{J_i}{n_i} \tag{IV.7}$$

Rata-rata seluruh nilai pengamatan

$$Y = J / \sum_{i=1}^k n_i \tag{IV.8}$$

Tabel IV.3
Data Pengamatan Untuk DAS
 (tiap perlakuan berisi n_i pengamatan)

	Perlakuan				Jumlah
	1	2	.....	k	
Data Pengamatan	Y_{11}	Y_{21}	.....	Y_{k1}	
	Y_{12}	Y_{22}	.....	Y_{k2}	
		
		
	Y_{1n1}	Y_{2n2}	.....	Y_{knk}	
Jumlah	J_1	J_2	.....	J_k	$J = \sum_{i=1}^k J_i$
Banyak Pengamatan	n_1	n_2	.....	n_k	$\sum_{i=1}^k n_i$
Rata - rata	Y_1	Y_2	.....	Y_k	$\bar{Y} = J / \sum_{i=1}^k n_i$

$$JK = \frac{(\text{Kontras})^2}{r \cdot 2^3} \quad (IV.9)$$

$\Sigma Y^2 =$ jumlah kuadrat-kuadrat (JK) semua nilai pengamatan

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{m_i} Y_{ij}^2 \quad (IV.10)$$

$R_y =$ jumlah kuadrat-kuadrat (JK) untuk rata-rata

$$J^2 / \sum_{i=1}^k n_i \quad (IV.11)$$

$P_y =$ jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan

$$\sum_{i=1}^k n_i (Y_i - Y)^2 \quad (IV.12)$$

$$\sum_{i=1}^k (J_i^2 / n_i) - R_y$$

$E_y =$ jumlah kuadrat-kuadrat (JK) kekeliruan eksperimen

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{m_i} (Y_{ij} - Y_i)^2 \quad (IV.13)$$

$$\sum Y^2 - R_y - P_y$$

Selanjutnya hasil perhitungan rumus-rumus di atas dimasukkan dalam tabel dibawah ini.

Tabel IV.4
Analisa Varians

Sumber Variasi	Derajat Kebebasan (dk)	Jumlah Kuadrat-kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F hitung
Rata – rata	1	R_y	$R = R_y$	
Antar Perlakuan	$k - 1$	P_y	$P = P_y / (k - 1)$	
Kekeliruan Eksperimen (Dalam perlakuan)	$k \sum_{i=1} (n_i - 1)$	E_y	$E = E_y / \sum (n_i - 1)$	$F = \frac{P_y}{E_y}$
Jumlah/Total	$k \sum_{i=1} n_i$	$\sum Y^2$		

Model Linier untuk desain acak sempurna adalah :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad (i = 1,2,3,\dots,k) \quad (IV.14)$$

$$(j = 1,2,3,\dots,k)$$

dengan :

Y_{ij} = variabel yang akan dianalisa, dimisalkan berdistribusi normal

μ = rata-rata umum atau rata-rata sebenarnya

τ_i = efek perlakuan ke i

ε_{ij} = kekeliruan, berupa efek acak yang berasal dari unit eksperimen ke j karena dikenai perlakuan ke i .

IV.5. Desain Eksperimen

Telah diketahui kiranya bahwa statistik berurusan dengan pengembangan dan penggunaan metode serta teknik untuk pengumpulan, pengujian, penganalisaan dan pengambilan kesimpulan mengenai populasi berdasarkan sekumpulan data sehingga ketidakpastian daripada kesimpulan berdasarkan data itu dapat dihitung dengan menggunakan ilmu peluang. Dalam hal ini perlu diingat bahwa analisis hanyalah bersifat eksak apabila asumsi-asumsi, umumnya mengenai bentuk distribusi, semuanya dipenuhi.

Akan tetapi pada kenyataannya hal ini kadang-kadang tidak terjadi atau sukar dibuktikan (dipenuhi), sehingga dalam banyak hal sering bergantung pada kecakapan memilih metoda analisis yang tepat untuk sesuatu persoalan, termasuk kedalamnya cara-cara perencanaan untuk memperoleh data yang diperlukan. Sering terjadi bahwa data yang dikumpulkan ternyata tidak atau kurang berfaedah untuk keperluan analisis persoalan yang dihadapi. Untuk mengatasi hal ini, sebuah cara harus ditempuh yang dikenal dengan nama Desain Eksperimen, yaitu suatu rancangan percobaan (dengan tiap langkah tindakan yang betul-betul terdefiniskan) sedemikian sehingga informasi yang berhubungan dengan atau diperlukan untuk persoalan yang diteliti dapat dikumpulkan.

Desain sebuah eksperimen merupakan langkah-langkah lengkap yang perlu diambil sejauh sebelum eksperimen dilakukan agar data yang semestinya diperlukan dapat diperoleh sehingga akan membawa kepada analisis obyektif dan kesimpulan yang berlaku untuk persoalan yang sedang dibahas.

Desain eksperimen dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Jumlah faktor yang diselidiki (Single Factor atau Several Factor)
2. Struktur dari desain percobaan (Desain Acak Sempurna, Desain Block Acak, Desain Bujursangkar).
3. Informasi yang diinginkan dari percobaan (Estimasi Effect atau Variabilitas).

IV.6. Parameter Level Faktor Penelitian

Dalam melakukan penelitian terhadap proses fraksinasi, untuk menduga faktor-faktor yang berpengaruh digunakan desain eksperimen. Disini dari jenis eksperimen faktorial.

Faktor-faktor yang akan diteliti yaitu :

1. Faktor A (Harkat Kemurnian Raw Material) diuji pada dua level yaitu :
 - Level Rendah = 65%
 - Level Tinggi = 70%
2. Faktor B (Tekanan Fraksinasi) diuji pada dua level yaitu :
 - Level Rendah = 60 torr
 - Level Tinggi = 62 torr
3. Faktor C (Temperatur Fraksinasi) diuji pada dua level yaitu :
 - Level Rendah = 190⁰C
 - Level Tinggi = 195⁰C

IV.7. Eksperimen Faktorial

Untuk menyelidiki secara bersama efek beberapa faktor yang berlainan dimana tiap faktor terdiri atas beberapa taraf, digunakan eksperimen faktorial. Eksperimen faktorial adalah eksperimen yang semua taraf faktor tertentu dikombinasikan atau disilangkan dengan semua taraf faktor yang ada dalam eksperimen itu.

Eksperimen faktorial memungkinkan pengaruh tiap faktor ditaksirkan dan diuji terpisah dengan menggunakan analisa varians, sehingga pengaruh interaksi dengan mudah dapat diukur.

Karena seringnya didapat eksperimen faktorial yang menyangkut sejumlah faktor dengan banyak taraf maka desain demikian diberi nama desain eksperimen faktorial 2^k . Banyak taraf ialah 2 ditulis menjadi bilangan pokok, sedangkan banyak faktor ialah k menjadi pangkat.

Dengan mengkombinasikan ketiga level dari masing-masing variabel, maka dapat ditentukan sumber variasi yang dibagi atas efek utama dan efek interaksi.

Untuk lebih jelas maka dapat dilihat dibawah ini pembagian sumber variasi :

Efek Utama :

- | | |
|--------------------------------------|-----|
| 1. Harkat Kemurnian Raw Material | : A |
| 2. Tekanan pada Proses Fraksinasi | : B |
| 3. Temperatur pada Proses Fraksinasi | : C |

Efek Interaksi Dua Faktor :

AB

AC

BC

Efek Interaksi Tiga Faktor

ABC

ABD

BCD

.....

Eksperimen yang dilakukan secara acak sempurna itu melibatkan tiga buah faktor A,B,C. Tiap faktor mempunyai dua taraf. Desain yang diperoleh akan merupakan desain faktorial 2^3 acak sempurna. Maka didapatkan delapan buah kombinasi perlakuan yakni : (1), a,b,ab,c,ac,bc, dan abc.

Tabel IV.5
Desain Faktorial 2^3

No	Kombinasi Perlakuan	Faktorial (Variabel)			Hasil (Yield = Y)
		A= X_1	B= X_2	C= X_3	
1	(1)	-	-	-	Y_1
2	a	+	-	-	Y_2
3	b	-	+	-	Y_3
4	ab	+	+	-	Y_4
5	c	-	-	+	Y_5
6	ac	+	-	+	Y_6
7	bc	-	+	+	Y_7
8	abc	+	+	+	Y_8

Keterangan :

Tanda (-) = level rendah

Tanda (+) = level tinggi

Tabel IV.6 Analisa Varians Untuk Desain Faktorial 2^3

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Kuadrat Tengah	F _{Hitung}
Rata-rata				
Efek Utama				
1. Harkat Kemurnian Raw				
Material (A)				
2. Tekanan (B)				
3. Temperatur (C)				
Interaksi 2 faktor				
4. AB				
5. AC				
6. BC				
Interaksi 3 faktor				
7. ABC				
Kekeliruan				
Total				

IV.8. Metoda Yates Untuk Desain Faktorial 2^3

Untuk menentukan pengaruh faktorial telah dikembangkan oleh Yates kombinasi perlakuan dan pengamatan. Dalam hal tri faktor uraian baku menjadi (1), a, b, ab, c, ac, bc, abc. Metoda Yates dapat digunakan untuk menghitung kontras dan jumlah kuadrat (JK) tiap kombinasi perlakuan dalam eksperimen 2^3 . Skema perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel IV.7
Perhitungan Metoda Yates

No	Kombinasi Perlakuan	Yield (Y)	Kolom (1)	Kolom (2)	Kolom (3) Kontras
1	(1)	Y_1	(1)+a	(1)+a+b+ab	(1)+a+b+ab+c+ac+bc+abc
2	a	Y_2	b+ab	c+ac+bc+abc	-(1)+a-b+ab-c+ac-bc+abc
3	b	Y_3	c+ac	a-(1)+ab-b	-(1)-a+b+ab-c-ac+bc+abc
4	ab	Y_4	bc+abc	ac-c+abc-bc	(1)-a-b+ab+c-ac-bc+abc
5	c	Y_5	a-(1)	b+ab-(1)-a	-(1)-a-b-ab-c+ac+bc+abc
6	ac	Y_6	ab-b	bc+abc-c-ac	(1)-a+b-ab-c+ac+bc+abc
7	bc	Y_7	ac-c	ab-b-a+(1)	(1)+a-b-ab-c-ac+bc+abc
8	abc	Y_8	cbc-bc	abc-bc-ac+c	-(1)+a+b-ab+c-ac-bc+abc

IV.9. Pengujian Hipotesa

Hipotesa pada dasarnya merupakan dugaan yang mungkin benar dan sering digunakan sebagai dasar mengambil keputusan / pemecahan persoalan untuk penelitian lebih lanjut. Hipotesa berupa anggapan untuk pengujian suatu masalah harus dinyatakan secara kuantitatif (berupa angka-angka).

Prosedur memungkinkan untuk mengambil suatu keputusan dibuat dua alternatif yaitu menerima atau menolak hipotesa yang dipermasalahkan dinamakan pengujian hipotesa. (Daftar Pustaka No. 3, 8, 9, 10)

Alternatif dari hipotesa yang akan diuji dinyatakan dengan berupa notasi H_0 dan H_1 . H_0 merupakan hipotesa nol yakni hipotesa yang akan diuji apakah diterima atau ditolak berdasarkan hasil eksperimen. H_1 merupakan hipotesa alternatif. Jika H_0 diterima berarti H_1 ditolak dan begitu juga sebaliknya jika H_0 ditolak H_1 diterima.

Dalam melakukan penelitian faktor yang diduga paling berpengaruh. Pengujian Hipotesa dilakukan dengan membandingkan harga F_{hitung} dengan F_{tabel} .

Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, H_0 ditolak dan H_1 diterima.

$F_{tabel} = F (V_1 : V_2 : \alpha)$, dimana :

V_1 = derajat kebebasan pembilang (perlakuan)

V_2 = derajat kebebasan penyebut (kekeliruan)

$\alpha = 0,05$ (5%)

Harga F_{hitung} yaitu A,B,C, dibandingkan dengan F_{tabel} . Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ berarti faktor mempunyai pengaruh penting yang harus diperhatikan untuk percobaan selanjutnya.

IV.10. Tahap Optimasi

Bagian ini berhubungan dengan problem untuk menentukan keadaan yang paling baik dari suatu proses dengan memaksimalkan sesuatu bentuk seperti hasil ataupun kemurnian produk.

Metode yang digunakan untuk mendekati pada keadaan optimum dari keadaan yang mula-mula jauh dari hasil optimum adalah mengikuti Jalur Tanjakan Tajam atau Metode Steepest Ascent, sehingga optimasi dapat ditetapkan dengan cepat pada kondisi yang sesuai. (Daftar Pustaka No. 2, 9)

IV.10.1. Metode Steepest Ascent

Asumsi bahwa di dalam suatu daerah tertentu, permukaan hasil dapat digambarkan sebagai suatu bidang datar. Dari hasil percobaan faktorial dapat diperoleh estimasi persamaan sebagai berikut :

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \quad (\text{IV.15})$$

Untuk mengetahui harga koefesien b_0, b_1, \dots, b_n maka digunakan rumus :

$$b = (X' X)^{-1} X' \cdot Y \quad (\text{IV.16})$$

Dimana :

X = Desain Matriks

X' = Transformasi dari Matriks

b = Koefesien matriks untuk model matematik yang dipilih

Y = Hasil pengamatan

$$X = \begin{vmatrix} X_0 & X_1 & X_2 & X_3 \\ +1 & -1 & -1 & -1 \\ +1 & +1 & -1 & -1 \\ +1 & -1 & +1 & -1 \\ +1 & +1 & +1 & -1 \\ +1 & -1 & -1 & +1 \\ +1 & +1 & -1 & +1 \\ +1 & -1 & +1 & +1 \\ +1 & +1 & +1 & +1 \end{vmatrix}$$

$$X' = \begin{vmatrix} +1 & +1 & +1 & +1 & +1 & +1 & +1 & +1 \\ -1 & +1 & -1 & +1 & -1 & +1 & -1 & +1 \\ -1 & -1 & +1 & +1 & -1 & -1 & +1 & +1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & +1 & +1 & +1 & +1 \end{vmatrix}$$

$$X' \cdot X = \begin{vmatrix} 8 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 8 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 8 \end{vmatrix}$$

$$(X' \cdot X)^{-1} = \begin{vmatrix} 1/8 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1/8 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1/8 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1/8 \end{vmatrix}$$

$$(X' \cdot X)^{-1} \cdot X' = \begin{vmatrix} 1/8 & 1/8 & 1/8 & 1/8 & 1/8 & 1/8 & 1/8 & 1/8 \\ -1/8 & 1/8 & -1/8 & 1/8 & -1/8 & 1/8 & -1/8 & 1/8 \\ -1/8 & -1/8 & 1/8 & 1/8 & -1/8 & -1/8 & 1/8 & 1/8 \\ -1/8 & -1/8 & -1/8 & -1/8 & 1/8 & 1/8 & 1/8 & 1/8 \end{vmatrix}$$

$$(X' \cdot X)^{-1} X' \cdot Y = \begin{vmatrix} 1/8 & 1/8 & 1/8 & 1/8 & 1/8 & 1/8 & 1/8 & 1/8 \\ -1/8 & 1/8 & -1/8 & 1/8 & -1/8 & 1/8 & -1/8 & 1/8 \\ -1/8 & -1/8 & 1/8 & 1/8 & -1/8 & -1/8 & 1/8 & 1/8 \\ -1/8 & -1/8 & -1/8 & -1/8 & 1/8 & 1/8 & 1/8 & 1/8 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ Y_4 \\ Y_5 \\ Y_6 \\ Y_7 \\ Y_8 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{vmatrix}$$

IV.10.2. Metode Lintas Pendakian Tercuram

Untuk keperluan-keperluan optimasi dari faktor yang berpengaruh terhadap respon Y maka digunakan metode lintas pendakian tercuram. Dasar kerjanya adalah melakukan sebuah eksperimen yang sederhana pada bagian permukaan respon yang luasnya kecil dan dianggap bidang. Kemudian ditentukan persamaan bidang ini dan lalu setelah itu eksperimen harus diambil sedemikian rupa agar bergerak ke arah optimum atau sekitar optimum pada permukaan respon.

Karena eksperimen berikutnya diharapkan harus bergerak dalam arah mendaki paling cepat menuju titik optimum pada permukaan respon, maka metode ini dinamakan Lintas Pendakian Tercuram. Teknik ini tidak menentukan berapa jauh eksperimen berikutnya dilakukan dari eksperimen awal, namun cukup mengatakan kepada pelaksanaan arah mana eksperimen berikutnya harus dilakukan.

Untuk menentukan persamaan permukaan respon, beberapa desain atau model telah dirumuskan agar dengan menggunakan eksperimen sesedikit mungkin persamaan tersebut dapat didekati. Dalam hal berdimensi dua, untuk permukaan respon yang paling sederhana, persamaan modelnya adalah :

$$Y = B_0X_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \epsilon \quad (\text{IV.17})$$

dimana :

Y = respon yang diamati

X_0 = variabel semu yang selalu berharga satu (+)

X_1 = variabel faktor pertama

X_2 = variabel faktor kedua

B_0, B_1, B_2 = nantinya ditaksir menggunakan metoda kuadrat terkecil

ϵ = kekeliruan eksperimen

Model di atas biasa disebut persamaan order pertama mengingat pangkat variabel-variabelnya besarnya sama dengan satu.

Jika karena sesuatu kejelasan model permukaan respon tidak berorder satu seperti di atas (untuk dimensi dua), maka mungkin harus diambil model berorder dua yang bentuk umumnya :

$$Y = B_0X_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_{11}X_{11} + B_{12}^2X_1X_2 + B_{22}^2X_2 + \epsilon \quad (\text{IV.18})$$

dimana :

X_1X_2 = adalah interaksi antara variabel faktor X_1 dan X_2

Untuk keadaan berdimensi tiga, yakni respon Y melibatkan tiga variabel maka model atau persamaan permukaan berorder satu adalah :

$$Y = B_0X_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + \epsilon \quad (\text{IV.19})$$

Apabila model berorder dua, maka bentuk umumnya adalah :

$$Y = B_0X_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_{11}X_{21}^2 + B_{22}X_{22}^2 + B_{33}X_{23}^2 + B_{12}X_1X_2 + B_{13}X_1X_3 + B_{23}X_2X_3 + \epsilon \quad (\text{IV.20})$$

dimana :

X_1X_2 = interaksi antara variabel X_1 dan X_2

X_1X_3 = interaksi antara variabel X_1 dan X_3

X_2X_3 = interaksi antara variabel X_2 dan X_3

Mudah dimengerti kiranya, bahwa makin banyak variabel yang terlibat kepada respon, makin kompleks modelnya dan makin sulit menentukan harga-harga taksiran koefisien-koefisien dalam model.

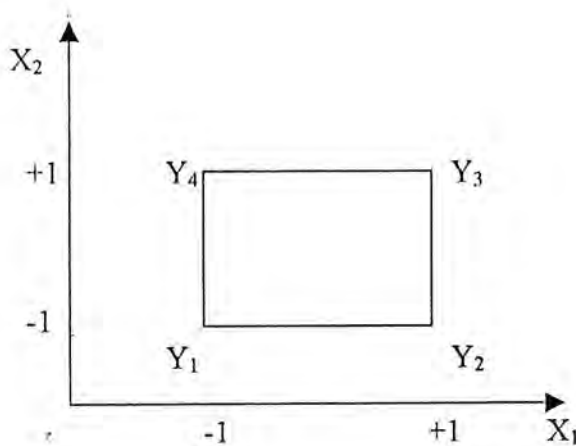
Pada model $Y = B_0X_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + e$ ada tiga parameter yang harus ditaksir ialah B_0 , B_1 dan B_2 . Makin paling sedikit diperlukan tiga titik eksperimen. Desain yang diperlukan bisa berupa segitiga sama kaki. Akan tetapi karena eksperimen melibatkan dua faktor X_1 dan X_2 , maka masing-masing faktor dibuat dua taraf sehingga desain faktorial 2^2 berupa bujur sangkar yang sudut-sudutnya dibentuk oleh titik :

$$X_1 \text{ taraf rendah dan } X_2 \text{ taraf rendah} = Y_1$$

$$X_1 \text{ taraf rendah dan } X_2 \text{ taraf tinggi} = Y_4$$

$$X_1 \text{ taraf tinggi dan } X_2 \text{ taraf rendah} = Y_2$$

$$X_1 \text{ taraf tinggi dan } X_2 \text{ taraf tinggi} = Y_3$$



Gambar IV.1.

Desain Faktorial 2^2 Dalam Bentuk Bujur Sangkar

Untuk menaksir B_0 , B_1 dan B_2 sehingga nantinya diperoleh bidang perkiraan terbaik menggunakan kuadrat terkecil. Dengan meminimalkan jumlah kekeliruan e , yakni $\sum e^2 = \sum (Y - B_0X_0 - B_1X_1 - B_2X_2)^2$ menggunakan hitung diferensial akan diperoleh sistem persamaan normal.

$$\sum X_0Y = b_0 \sum X_0^2 + b_1 \sum X_0X_1 + b_2 \sum X_0X_2$$

$$\sum X_1Y = b_0 \sum X_0X_1 + b_1 \sum X_1^2 + b_2 \sum X_1X_2 \quad (IV.21)$$

$$\sum X_2Y = b_0 \sum X_0X_2 + b_1 \sum X_1X_2 + b_2 \sum X_2^2$$

dimana :

b_0 , b_1 dan b_2 masing-masing merupakan taksiran dari B_0 , B_1 dan B_2 .

Dengan mengambil X_1 dan X_2 sebagai fungsi dari variabel eksperimen yang cocok dapat disusun X_1 dan X_2 menjadi harga -1 dan $+1$ sehingga sistem persamaan di atas sangat disederhanakan dan X_1 dan X_2 membentuk sistem ortogonal yakni bahwa $\sum X_1 = \sum X_2 = 0$ dan $\sum X_1X_2 = 0$

Akibatnya adanya sistem ortogonal ini, maka sistem persamaan normal kuadrat terkecil berubah menjadi sebagai berikut :

$$b_0 = \frac{\sum X_0Y}{\sum X_0^2}$$

$$b_1 = \frac{\sum X_1Y}{\sum X_1^2} \quad (IV.22)$$

$$b_2 = \frac{\sum X_2Y}{\sum X_2^2}$$

Dengan demikian permukaan respon dapat didekati dengan persamaan :

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 \quad (IV.23)$$

Untuk menguji keberartian koefesien-koefesien dalam model yang diperoleh, maka dicari jumlah kuadrat-kuadrat (sum of square) dengan menggunakan rumus :

$$JK (b_i) = b_i \sum X_i \cdot Y$$

dimana : $i = 0, 1, 2, \dots$

Sedangkan jumlah kuadrat total dan jumlah kuadrat residu adalah :

$$JKT = \sum Y^2$$

$$JK \text{ Residu} = JKT - JK (b_0) - JK (b_1) - JK (b_2) \quad (IV.24)$$

Tabel IV.8
Daftar Anava Permukaan Respon
Faktorial 2²

Sumber Variasi	db	JK
Koefesien b_0	1	JK (b_0)
Koefesien b_1	1	JK (b_1)
Koefesien b_2	1	JK (b_2)
Residu	$N - \sum db (b_i)$	
Total	N	JKT

Jika derajat kebebasan dari residu satu, maka tidak ada test yang baik tersedia untuk keberartian koefesien-koefesiennya dalam model, sehingga tidak dapat diperoleh informasi seberapa baik bidang dapat mendekati permukaan respon. Salah satu jalan untuk mengatasi hal ini adalah dengan mengambil dua atau lebih titik di

pusat bujur sangkar eksperimen, sehingga dihasilkan taksiran error dan taksiran kecocokan dari bidang.

Misalkan dilakukan penambahan n titik eksperimen di sekitar titik pusat $(0,0)$ maka diperoleh daftar sebagai berikut :

Tabel IV.9
Susunan Ortogonal Penambahan n
Sekitar Titik Pusat

Y	X_0	X_1	X_2
Y_1	1	-1	-1
Y_2	1	+1	-1
Y_3	1	+1	+1
Y_4	1	-1	+1
Y_i	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
Y_n	1	1	1

Setelah penambahan n titik di sekitar pusatnya $(0,0)$ bujur sangkar eksperimen maka error eksperimen dan kecocokan (lack of fit) dapat diperoleh dengan pemecahan JK residu.

$$JKG(0,0) = Y_1^2 + \dots + Y_n^2 - \frac{(Y_1^2 + \dots + Y_n^2)}{n} \quad (IV.25)$$

dimana :

$$JK \text{ Kecocokan} = JK \text{ Residu} - JK \text{ Galat}$$

$$\text{Derajat kebebasan untuk masing-masing } b_0, b_1, \text{ dan } b_2 = 1$$

$$\text{Derajat kebebasan total} = N + n ; \text{ db error} = 1$$

$$\text{Derajat kebebasan residu} = \text{db total} - \sum \text{db} (b_i)$$

$$\text{Derajat kebebasan kecocokan} = \text{db residu} - \text{db error}$$

Tabel IV.10
Daftar Anava Permukaan Respon
Setelah Penambahan Dua Titik

Sumber Variasi	db	JK	KT
Koefesien b_0	1	JK (b_0)	JK (b_0) / db (b_0)
Koefesien b_1	1	JK (b_1)	JK (b_1) / (b_1)
Koefesien b_2	1	JK (b_2)	JK (b_2) / (b_2)
Residu	$N + n - \sum db (b_i)$	$JKT - JKb_i$	
Error	1	JKG	JKG / db error
Lack of fit	db residu - 1	JK Lack of fit	JKL / dbL
Total	$N + n$	JKT	

Statistik pengujiannya menggunakan distribusi F :

1. Pengujian terhadap koefesien b_i

$$F_{hitung} b_i = \frac{KT(b_i)}{KTG} \quad (IV.26)$$

F hitung b_i (v_1 ; v_2 ; α)

Jika F hitung $b_i > F$ tabel

Maka koefesien b_i signifikan dan termasuk dalam kecocokan bidang.

Jika F hitung $< F$ tabel

Maka koefesien b_i tidak termasuk dalam kecocokan bidang.

2. Pengujian terhadap kecocokan (lack of fit)

$$F_{hitung} \text{ lack of fit} = \frac{KTL}{KTG}$$

F hitung lack of fit (v_1 ; v_2 ; α)

Jika F hitung lack of fit $<$ F tabel lack of fit

Maka model linier yang diperoleh signifikan

Jika dalam pengujian ini, hanya koefesien b_0 yang signifikan (pada taraf nyata α) dan statistik F untuk koefesien-koefesien lebih besar dari statistik F untuk kecocokan, maka model / persamaan yang diperoleh merupakan pendekatan yang wajar terhadap bidang respon dengan menggunakan eksperimen yang pertama dengan n titik pusat.

IV.10.3. Penentuan Arah Eksperimen Berikutnya

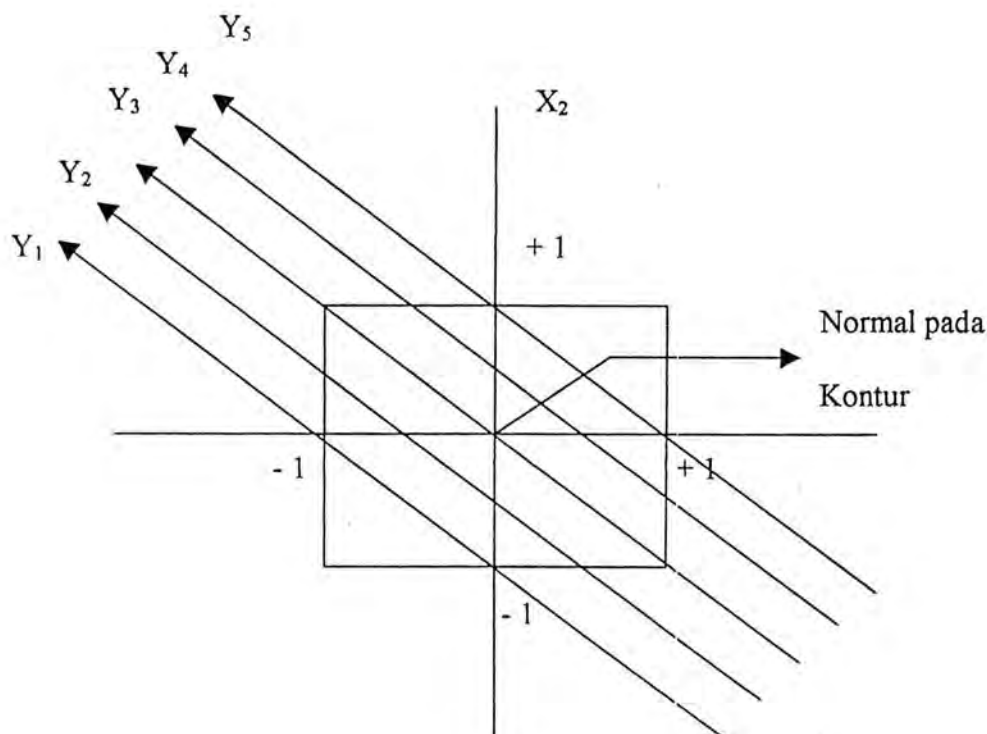
Untuk keperluan optimasi dari faktor-faktor yang berpengaruh, maka ditentukan arah eksperimen berikutnya yang harus dilakukan. Karena itu perlu digambarkan kontur untuk permukaan respon yang sama dengan menggunakan persamaan :

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2$$

maka didapat :

$$X_2 = \frac{Y - b_0 - b_1X_1}{b_2} \quad (IV.27)$$

Dengan mengambil harga Y sebagai taksiran dari respon dan X_1 menyatakan variabel faktor dengan taraf rendah -1 dan taraf tinggi $+1$, maka X_2 variabel faktor B dapat diperoleh untuk masing-masing taksiran respon pada taraf rendah dan taraf tinggi. Dapat dilihat pada gambar.



Gambar IV.2
Kontur Permukaan Respon

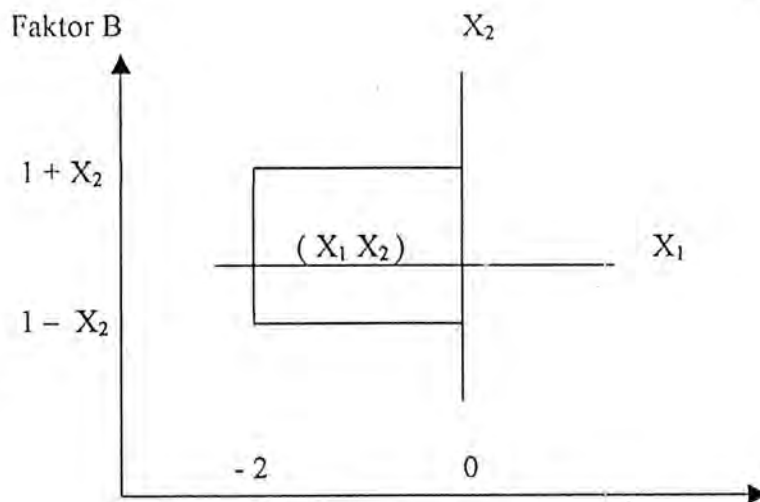
Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa Y yang menuju ke arah optimum arahnya bergerak ke sudut kiri atas. Dimana bila bergerak ke arah normal pada kontur atas menuju permukaan akan memperoleh nilai respon Y yang lebih kecil hingga mencapai puncaknya.

Kontur-kontur pada gambar di atas mengikuti permasalahan yang memiliki koefisien arah = b_1 / b_2 sehingga koefisien arah dari garis normal adalah b_2 / b_1 .

Dengan demikian garis normal yang melalui titik asal (0,0) mempunyai permasalahan :

$$X_2 = \frac{b_2}{b_1} X_1 \quad (IV.28)$$

Garis normal ini memberikan arah dalam melakukan eksperimen berikutnya, tetapi tidak menyebutkan seberapa jauh eksperimen yang ditempuh dalam arah ini. Dengan adanya arah ini, eksperimen berikutnya dapat dilakukan dengan pusat faktorial pada titiknya (X_1, X_2) yang baru. Dimana X_1 berharga +1 atau -1 tergantung arah garis normal pada kontur dan X_2 ditentukan dengan persamaan seperti terlihat pada gambar berikut ini :



Gambar IV.3
Empat Buah Titik Eksperimen Baru
Dengan Titik Pusat (X_1, X_2)

Dari gambar tampak bahwa bujur sangkar eksperimen bergeser ke kiri atas jika dibandingkan dengan bujur sangkar eksperimen pertama. Hal ini sesuai dengan arah garis normal pada kontur.

Hubungan antara variabel X_1 dan X_2 dengan faktor A dan B dari arah eksperimen ini adalah :

$$X_1 = \frac{A - \bar{A}}{A_s} \quad \text{atau} \quad A = A_s X_1 + \bar{A}$$

$$X_2 = \frac{B - \bar{B}}{B_s} \quad \text{atau} \quad B = B_s X_2 + \bar{B}$$

dimana :

X_1 = Variabel faktor A yang terdiri atas taraf rendah (0) dan taraf tinggi (2) dalam eksperimen yang berikutnya.

X_2 = Variabel faktor B yang terdiri atas taraf rendah ($1 - X_2$) dan taraf tinggi ($1 + X_2$) dalam eksperimen berikutnya.

A = Taraf faktor A yang akan dicobakan dalam eksperimen berikutnya.

B = Taraf faktor B yang akan dicobakan dalam eksperimen berikutnya.

\bar{A} = Rata - rata dari faktor A yang dicobakan dalam eksperimen pertama.

\bar{B} = Rata - rata dari faktor B yang dicobakan dalam eksperimen pertama.

A_s = Selisih antara taraf tinggi faktor A dengan rata - rata taraf A pada eksperimen pertama.

B_s = Selisih antara taraf tinggi faktor B dengan rata - rata taraf B pada eksperimen pertama.

IV.11. Transfer Hasil Optimasi

Transfer hasil optimum bertujuan untuk mengetahui taraf optimum yang nantinya dapat digunakan pada percobaan. Perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$X_1^s = \frac{X_1 O_{pt} - X_1 M}{X_1 H - X_1 M} \quad (IV.29)$$

dimana :

X_1^s = harga pergeseran transformasi

$X_1 O_{pt}$ = harga optimum

$X_1 H$ = harga taraf tinggi percobaan optimum

$X_1 M$ = harga taraf tengah percobaan optimum

BAB V

PENGUMPULAN DATA

Pada unit fraksinasi yang menjadi tempat penelitian, percobaan dilakukan dengan mengkombinasikan taraf dari :

1. Harkat Kemurnian Raw Material

Raw Material ini adalah bahan yang diperoleh dari hasil fraksinasi Asam Caprylic (Caprylic Acid = C8). Raw Material ini adalah hasil dari fraksi ketiga proses fraksinasi caprylic acid yang disebut dengan D100.

Kemurnian dari D100 dianalisa dengan menggunakan Gas Chromatography, sehingga dihasilkan komposisi C10 antara 65% dan 70%. Data – data ini diperoleh dari hasil Analisa Laboratorium.

2. Tekanan Fraksinasi

Tekanan yakni kevakuman yang digunakan dalam proses fraksinasi yang terjadi pada colomn fraksinasi.

Tekanan ini berfungsi untuk :

- menghilangkan bau dari capric acid.
- mengurangi panas yang digunakan pada proses atau menstabilkan temperatur
- menstabilkan warna dari capric acid sehingga tetap didalam standard spesifikasi.
- mempercepat terjadinya proses penguapan didalam colomn fraksinasi

Tekanan yang terjadi pada proses ini antara 60 torr dan 62 torr.

Data – data tekanan ini diperoleh dari proses fraksinasi bagian perencanaan pengendalian produksi (PPC).

3. Temperatur Fraksinasi

Temperatur yakni kalor (panas) yang dibutuhkan untuk proses fraksinasi.

Temperatur ini berfungsi untuk :

- pemanasan dari bahan baku hingga menjadi produk.
- memperlancar proses penguapan pada column fraksinasi.
- membantu perolehan kemurnian dari produk (capric acid)

Data – data temperatur ini diperoleh dari proses fraksinasi bagian perencanaan pengendalian produksi (PPC).

Pengkombinasian dari setiap taraf mengikuti desain eksperimen faktorial 2^3 , sehingga banyak kombinasi adalah 8 perlakuan yang dicobakan. Perlakuan ini dilakukan dengan mengambil/mencatat data-data dari Laboratorium dan Proses Fraksinasi.

Setiap perlakuan terhadap data diulangi sebanyak tiga kali. Pengulangan tiga kali dirasa cukup untuk mengamati hasil percobaan. Disamping itu data-data yang terkumpul tidak terlalu berfluktuatif. Pengulangan sebanyak tiga kali untuk setiap perlakuan data mengakibatkan 24 data yang akan dianalisa.

Untuk mempermudah penganalisaan data-data hasil percobaan, data tersebut dimasukkan ke dalam matriks data. Setiap data hasil percobaan ditempatkan sesuai perlakuan yang dicobakan.

V.1 Kerangka Percobaan

No	Kombinasi Perlakuan	Faktorial (Variabel)		
		Harkat Kemurnian (A)	Tekanan (B)	Temperatur (C)
1	(1)	taraf rendah	taraf rendah	taraf rendah
2	a	taraf tinggi	taraf rendah	taraf rendah
3	b	taraf rendah	taraf tinggi	taraf rendah
4	ab	taraf tinggi	taraf tinggi	taraf rendah
5	c	taraf rendah	taraf rendah	taraf tinggi
6	ac	taraf tinggi	taraf rendah	taraf tinggi
7	bc	taraf rendah	taraf tinggi	taraf tinggi
8	abc	taraf tinggi	taraf tinggi	taraf tinggi

- Replikasi (Pengulangan) pengukuran dilakukan sebanyak tiga (3) kali

- 1.

- 2.

- 3.

- Hasil replikasi dinyatakan dengan Hasil Fraksinasi (Yield) dalam persen (%)

Y1

Y2

Y3

.

.

.

Y8

V.2. Tabel Hasil Percobaan

H.K (%)	Tekanan (torr)	Temp. (°C)	Replikasi	Hasil Fraksinasi (%)
65	60	190		
(1)			1	63.4
			2	65.1
			3	64.4
			Jumlah	192.9

H.K (%)	Tekanan (torr)	Temp. (°C)	Replikasi	Hasil Fraksinasi (%)
65	60	195		
a			1	64.5
			2	65.6
			3	65.0
			Jumlah	195.1

H.K (%)	Tekanan (torr)	Temp. (°C)	Replikasi	Hasil Fraksinasi (%)
70	60	190		
b			1	66.0
			2	66.7
			3	66.6
			Jumlah	199.3

H.K (%)	Tekanan (torr)	Temp. (°C)	Replikasi	Hasil Fraksinasi (%)
70	60	195		
ab			1	65.0
			2	66.3
			3	63.0
			Jumlah	194.3

H.K (%)	Tekanan (torr)	Temp. (°C)	Replikasi	Hasil Fraksinasi (%)
65	62	190		
c			1	65.1
			2	65.5
			3	65.0
			Jumlah	195.6

H.K (%)	Tekanan (torr)	Temp. (°C)	Replikasi	Hasil Fraksinasi (%)
65	62	195		
ac			1	64.6
			2	66.2
			3	66.8
			Jumlah	197.6

H.K (%)	Tekanan (torr)	Temp. (°C)	Replikasi	Hasil Fraksinasi (%)
70	62	190		
bc			1	67.1
			2	66.0
			3	67.9
			Jumlah	201

H.K (%)	Tekanan (torr)	Temp. (°C)	Replikasi	Hasil Fraksinasi (%)
70	62	195		
abc			1	66.2
			2	65.5
			3	66.2
			Jumlah	197.9

V.3. Data Hasil Percobaan disusun dalam bentuk Desain Eksperimen.

DESAIN EKSPERIMEN

FAKTOR C	FAKTOR A			
	65 %		70 %	
	FAKTOR B		FAKTOR B	
	60	62	60	62

190 ° C	63.4	65.1	66.0	67.1
	65.1	65.5	66.7	66.0
	64.4	65.0	66.6	67.9
Jumlah	192.9	195.6	199.3	201.0
X	64.3	65.2	66.4	67.0
195 ° C	64.5	64.6	65.0	66.2
	65.6	66.2	66.3	65.5
	65.0	66.8	63.0	66.2
Jumlah	195.1	197.6	194.3	197.9
X	65.0	65.9	64.8	66.0

Keterangan : Data-data tersebut dalam persentase dan menunjukkan banyaknya Capric Acid dalam Fraksinasi yang terjadi.

FAKTOR : A. HARKAT KEMURNIAN RAW MATERIAL (PERSEN)

B. TEKANAN FRAKSINASI (TORR)

C. TEMPERATUR FRAKSINASI (CELCIUS)

BAB VI

PENGOLAHAN DATA

Data-data hasil penelitian yang terkumpul selanjutnya akan dianalisa. Untuk mempermudah penganalisaan data-data tersebut sebelumnya disusun dalam bentuk daftar distribusi frekuensi. Setelah dilakukan penyusunan distribusi frekuensi maka selanjutnya dilakukan uji normalitas. Uji normalitas data ini dilakukan untuk mengetahui apakah data telah berdistribusi normal atau tidak.

Uji normalitas ini dilakukan dengan menggunakan uji Chi Square (χ^2). Uji ini membandingkan hasil perhitungan dari data penelitian dengan hasil yang diperoleh melalui tabel statistik.

Jika data ternyata berdistribusi normal, selanjutnya dapat dilakukan serangkaian analisa. Analisa terhadap data-data tersebut yaitu Analisa Varians untuk mengetahui apakah faktor-faktor tersebut mempunyai pengaruh yang signifikan. Juga untuk mengetahui faktor-faktor mana paling berpengaruh dari percobaan yang dilakukan.

Tahap berikutnya berupa tahap optimasi. Tahap ini berhubungan dengan masalah untuk menentukan keadaan operasi yang paling baik dari suatu proses. Dengan memaksimumkan suatu bentuk seperti hasil (yield) atau kemurnian suatu produk.

VI.1. Distribusi Frekuensi dan Uji Normalitas

Data-data fraksinasi yang didapat dari hasil pengumpulan data disusun dalam bentuk distribusi frekuensi. Langkah-langkah yang ditempuh adalah sebagai berikut :

a. Data Fraksinasi

63.4	65.1	66.0	67.1
65.1	65.5	66.7	66.0
64.4	65.0	66.6	67.9
64.5	64.6	65.0	66.2
65.6	66.2	66.3	65.5
65.0	66.8	63.0	66.2

b. Rentang (R)

$$R = 67.9 - 63.0 = 4.9$$

c. Banyak Kelas (BK)

$$\begin{aligned} BK &= 1 + 3.3 \log 24 \\ &= 1 + 3.3 (1.3802) \\ &= 1 + 4.55 \\ &= 5.55 \end{aligned}$$

Sehingga banyaknya kelas distribusi yang akan disusun adalah 6 kelas.

d. Panjang Interval (PI)

$$PI = \frac{4.9}{6} = 0.82$$

Maka setelah didapat hasil perhitungan di atas disusun daftar distribusi frekuensinya.

Tabel VI.1
Daftar Distribusi Fekuensi

No	Batas Kelas	Fi	Xi	FiXi	$(X_i - \bar{X})^2$	Fi $(X_i - \bar{X})^2$
1	62.95 – 63.77	2	63.36	126.72	4.75	9.50
2	63.78 – 64.60	3	64.19	192.57	1.82	5.46
3	64.61 – 65.43	5	65.02	325.10	0.27	1.35
4	65.44 – 66.26	8	65.85	526.80	0.10	0.80
5	66.27 – 67.09	4	66.68	266.72	1.30	5.20
6	67.10 – 67.92	2	67.51	135.02	3.90	7.80
	Total	24		1572.93		30.11

Dari tabel di atas, maka dapat dihitung :

1. Rata – rata :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n F_i X_i}{\sum_{i=1}^n F_i} = \frac{1572.93}{24} = 65.54$$

2. Standard Deviasi Sampel

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n F_i (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{30.11}{23}} = 1.15$$

Untuk batas bawah kelas pertama

$$Z = \frac{62.95 - 65.54}{1.15} = -2.25$$

Untuk batas atas kelas pertama

$$Z = \frac{63.77 - 65.54}{1.15} = -1.54$$

Maka daftar perhitungan uji normalitasnya adalah :

Tabel VI.2
Perhitungan Uji Normalitas

No	Batas Kelas	Luas Kelas	Frekuensi		$(O_i - E_i)^2 / E_i$
			O _i	E _i	
1	62.95 - 63.77	0.0496	2	1.2	0.53
2	63.78 - 64.60	0.1431	3	3.4	0.05
3	64.61 - 65.43	0.2512	5	6.0	0.17
4	65.44 - 66.26	0.1998	8	4.8	2.13
5	66.27 - 67.09	0.1758	4	4.2	0.01
6	67.10 - 67.92	0.0677	2	1.6	0.10
	Total		24		2.99

Keterangan :

O_i = frekuensi pengamatan

E_i = frekuensi diharapkan

Kelas pertama dibatasi oleh 62.95 dan 63.77 dengan nilai Z dibatasi oleh -2.25 dan -1.54 yang diperoleh melalui perhitungan. Nilai Z di atas dilihat pada tabel distribusi normal (Lampiran 1) maka :

Z = -2.25 adalah 0.4878

Z = -1.54 adalah 0.4382

$$\text{Luas kelas adalah} = 0.4878 - 0.4382 = 0.0496$$

$$\text{Frekuensi yang diharapkan (} E_i \text{)} = 0.0496 \times 24 = 1.2$$

Dengan diketahui frekuensi yang diharapkan dapat ditentukan Uji Chi Square, sehingga total keseluruhan χ^2 hitung adalah :

$$\begin{aligned} \chi^2 &= 0.53 + 0.05 + 0.17 + 2.13 + 0.01 + 0.10 \\ &= 2.99 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Derajat kebebasan (} v \text{)} &= K - 3 \\ &= 6 - 3 = 3 \end{aligned}$$

$$\chi^2 (0.95) = 7.81 \quad (\text{Lampiran 2})$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga } \chi^2_{\text{hitung}} &< \chi^2_{\text{tabel}} \\ 2.99 &< 7.81 \end{aligned}$$

maka data yang terkumpul adalah berdistribusi normal.

VI.2.. Pemilihan Variabel Paling Berpengaruh

Dari tiga faktor yang dicobakan pada penelitian ini dicari faktor-faktor yang paling berpengaruh. Faktor yang paling berpengaruh terlebih dahulu dicari dengan pemanfaatan Metoda Yates dimana metoda ini mudah dan cepat. Perhitungan dengan Metoda Yates akan diperoleh kontras, jumlah kuadrat dari masing-masing perlakuan.

Tindak lanjut dari Metoda Yates, dapat disusun daftar analisa varians untuk hasil penelitian yang telah dilakukan.

Tabel VI.3

Perhitungan Menurut Metoda Yates

Perlakuan	Respon	Kolom 1	Kolom 2	Kontras
(1)	192.9	192.9+195.1	192.9+195.1+199.3+194.3	192.9+195.1+199.3+194.3+195.6+197.6+201.0+197.9
a	195.1	195.1+194.3	195.6+197.6+201.0+197.9	-192.9+195.1-199.3+194.3-195.6+197.6-201.0+197.9
b	199.3	195.6+197.6	195.1-192.9+194.3-199.3	-192.9-195.1+199.3+194.3-195.6-197.6+201.0+197.9
ab	194.3	201.0+197.9	197.6-195.6+197.9-201.0	+192.9-195.1-199.3+194.3+195.6-197.6-201.0+197.9
c	195.6	195.1-192.9	199.3+194.3-192.9-195.1	-192.9-195.1-199.3-194.3+195.6+197.6+201.0+197.9
ac	197.6	194.3-199.3	201.0+197.9-195.6-197.6	+192.9-195.1+199.3-194.3-195.6+197.6-201.0+197.9
bc	201.0	197.6-195.6	194.3-199.3-195.1+192.9	+192.9+195.1-199.3-194.3-195.6-197.6+201.0+197.9
abc	197.9	197.9-201.0	197.9-201.0-197.6+195.6	-192.9+195.1+199.3-194.3+195.6-197.6-201.0+197.9

Tabel VI.4
Analisa Data Fraksinasi Menurut Metoda Yates

No	Perlakuan	Respon (Y)	A (1)	B (2)	Kontras	JK
1	(1)	192.9	388	781.6	1573.7	103188.82
2	a	195.1	389.4	792.1	-3.9	0.63
3	b	199.3	393.2	-2.8	11.3	5.32
4	ab	194.3	398.9	-1.1	-12.3	6.30
5	c	195.6	2.2	5.6	10.5	4.59
6	ac	197.6	-5.0	5.7	1.7	0.12
7	bc	201.0	2.0	-7.2	0.1	0.004
8	abc	197.9	-3.1	-5.1	2.1	0.18
	Total					103205.96

$$JK = \frac{(\text{Kontras})^2}{r \cdot 2^3}$$

r = replikasi

$$\sum Y^2 = 103218.73$$

$$R_y = Y^2 / 24$$

$$R_y = (1573.7)^2 / 24 = 103188.82$$

$$P_y = \sum JK - R_y$$

$$P_y = 103205.96 - 103188.82 = 17.14$$

$$E_y = \sum Y^2 - R_y - P_y$$

$$E_y = 103218.73 - 103188.82 - 17.14 = 12.77$$

Berdasarkan perhitungan-perhitungan di atas maka dapat disusun Tabel Analisa Varians untuk penelitian yang dilakukan.

Tabel VI.5
Daftar Analisa Varians Untuk Fraksinasi

Sumber Variasi	JK	DK	KT	F _{Hitung}
Rata-rata	103188.82	1	103188.82	128986.03
Efek Utama				
1. Harkat Kemurnian Raw				
Material (A) = (X ₁)	0.63	1	0.63	0.79
2. Tekanan (B) = (X ₂)	5.32	1	5.32	6.65
3. Temperatur (C) = (X ₃)	4.59	1	4.59	5.74
Interaksi 2 faktor				
4. AB	6.30	1	6.30	7.88
5. AC	0.12	1	0.12	0.15
6. BC	0.0004	1	0.0004	0.0005
Interaksi 3 faktor				
7. ABC	0.18	1	0.18	0.23
Kekeliruan	12.77	16	0.80	
Total	103218.73	24		

Keterangan :

JK = Jumlah Kuadrat

DK = Derajat Kebebasan

KT = Kuadrat Tengah = JK / DK

F_{hitung} = KT_i / KT_{error}

$F_{\text{tabel}} = F (V_1 : V_2 : \alpha)$, dimana $V_1 =$ pembilang (perlakuan)

$V_2 =$ penyebut (kekeliruan)

$\alpha =$ taraf nyata

Pada taraf nyata α (5 %) diperoleh $F_{\text{tabel}} = 4.49$. Dengan membandingkan antara F_{hitung} dengan F_{tabel} , ternyata F_{hitung} untuk faktor B dan C lebih besar dari F_{tabel} . Hal menandakan bahwa faktor tekanan fraksinasi dan temperatur fraksinasi signifikan pada proses fraksinasi. Kedua faktor tersebut perlu diperhatikan untuk percobaan selanjutnya dalam tahap optimasi.

VI.3. Tahap Optimasi Dengan Metode Permukaan Respon

Tujuan dari metode permukaan respon adalah mencari titik optimum dengan cara Tanjakan Paling Tajam atau Steepest Ascent. Metoda ini diselesaikan dengan cara matriks.

$$b = (X' X)^{-1} X Y$$

$$(X' X)^{-1} X Y = \begin{array}{cccccccc|c|c} 1/8 & 1/8 & 1/8 & 1/8 & 1/8 & 1/8 & 1/8 & 1/8 & 64.3 & \\ -1/8 & 1/8 & -1/8 & 1/8 & -1/8 & 1/8 & -1/8 & 1/8 & 65.0 & \\ -1/8 & -1/8 & 1/8 & 1/8 & -1/8 & -1/8 & 1/8 & 1/8 & 66.4 & 65.58 \\ -1/8 & -1/8 & -1/8 & -1/8 & 1/8 & 1/8 & 1/8 & 1/8 & 64.8 & -0.15 \\ & & & & & & & & 65.2 & 0.48 \\ & & & & & & & & 65.9 & 0.45 \\ & & & & & & & & 67.0 & \\ & & & & & & & & 66.0 & \end{array}$$

Maka Persamaannya :

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3$$

$$Y = 65.58 - 0.15 X_1 + 0.48 X_2 + 0.45 X_3$$

dimana :

$b_1 = -0.15$; tanda negatif (-), maka untuk setiap optimasi harus diturunkan dari taraf tengah.

$b_2 = 0.48$; tanda positif (+), maka untuk setiap optimasi harus dinaikkan dari taraf tengah.

$b_3 = 0.45$; tanda positif (+), maka untuk setiap optimasi harus dinaikkan dari taraf tengah.

Bila diambil taraf tengah dari masing-masing faktor adalah :

$$X_1 = 0 \text{ atau taraf tengah} = 67.5 \%$$

$$X_2 = 0 \text{ atau taraf tengah} = 61 \text{ torr}$$

$$X_3 = 0 \text{ atau taraf tengah} = 192.5^{\circ}\text{C}$$

Mengikuti persamaan di atas dan mensubstitusikan masing-masing harga dari setiap X_1 , X_2 , dan $X_3 = 0$, diperoleh $Y = 65.58$.

VI.3.1. Penentuan Taraf Baru Dengan Steepest Ascent

Dari persamaan :

$$Y = 65.58 - 0.15 X_1 + 0.48 X_2 + 0.45 X_3$$

Kemudian dihitung harga Y untuk setiap perubahan yang terjadi dari faktor-faktor berpengaruh.

Tabel VI.6
Trial – trial Tanjakan Paling Tajam

No	Keterangan	X ₁	X ₂	X ₃
1	Taraf Dasar	67.5	61	192.5
2	Taraf Satuan (LS)	2.5	1	2.5
3	Estimasi Slope (bi)	-0.15	0.48	0.45
4	LS x bi	-0.38	0.48	1.13

a. Untuk perubahan X₂ sebesar 1 torr maka :

$$X_1 = \frac{1}{0.78}x - 0.38 = -0.49$$

$$X_2 = \frac{1}{0.78}x0.48 = 0.62$$

$$X_3 = \frac{1}{0.78}x1.13 = 1.45$$

Penambahan X₂ sebesar 1 torr maka :

X ₁	X ₂	X ₃
67.5	61	192.5
-0.49	0.62	1.45
67.01	61.62	193.95

$$X_1 = \frac{1}{2.5}x - 0.49 = -0.19$$

$$X_2 = \frac{1}{1}x0.62 = 0.62$$

$$X_3 = \frac{1}{2.5}x1.45 = 0.58$$

$$\begin{aligned}
 Y &= 65.58 - 0.15 (-0.19) + 0.48 (0.62) + 0.45 (0.58) \\
 &= 66.17
 \end{aligned}$$

b. Untuk perubahan X_2 sebesar 2 torr, maka :

$$X_1 = \frac{2}{0.78}x - 0.38 = -0.97$$

$$X_2 = \frac{2}{0.78}x0.48 = 1.23$$

$$X_3 = \frac{2}{0.78}x1.13 = 2.89$$

Penambahan X_2 sebesar 2 torr maka :

X_1	X_2	X_3
67.5	61	192.5
-0.97	1.23	2.89
66.53	62.23	195.38

$$X_1 = \frac{2}{2.5}x - 0.97 = -0.78$$

$$X_2 = \frac{2}{1}x1.23 = 2.46$$

$$X_3 = \frac{2}{2.5}x2.89 = 2.31$$

$$\begin{aligned}
 Y &= 65.58 - 0.15 (-0.78) + 0.48 (2.46) + 0.45 (2.31) \\
 &= 67.91
 \end{aligned}$$

c. Untuk perubahan X_2 sebesar 3 torr maka :

$$X_1 = \frac{3}{0.78}x - 0.38 = -1.46$$

$$X_2 = \frac{3}{0.78}x0.48 = 1.85$$

$$X_3 = \frac{3}{0.78}x1.13 = 4.35$$

Penambahan X_2 sebesar 3 torr maka :

X_1	X_2	X_3
67.5	61	192.5
-1.46	1.85	4.35
66.04	62.85	196.85

$$X_1 = \frac{3}{2.5}x - 1.46 = -1.75$$

$$X_2 = \frac{3}{1}x1.85 = 5.55$$

$$X_3 = \frac{3}{2.5}x4.35 = 5.22$$

$$\begin{aligned} Y &= 65.58 - 0.15(-1.75) + 0.48(5.55) + 0.45(5.22) \\ &= 70.86 \end{aligned}$$

Tabel VI.7
Hasil Perhitungan Steepest Ascent

Slope	X ₁	X ₂	X ₃	Yield
0	67.5	61	192.5	65.58
1	67.01	61.62	193.95	66.17
2	66.53	62.23	195.38	67.91
3	66.04	62.85	196.85	70.86

Dari hasil perhitungan tanjakan paling tajam, ditentukan suatu kondisi optimum dengan tujuan untuk mendapatkan hasil yang optimum dengan memakai level baru pada percobaan selanjutnya.

Tabel VI.8
Level Untuk Optimasi

Kondisi Optimum	Level		
	Rendah (-)	Tengah (0)	Tinggi (+)
Tekanan Fraksinasi	61.62	62.23	62.85
Temperatur Fraksinasi	193.95	195.38	196.85

dimana :

$$X_2 = B - \frac{(61.62 + 62.85)}{2} = B - 62.24$$

$$X_3 = C - \frac{(193.95 + 196.85)}{2} = C - 195.4$$

Kedua faktor yang berpengaruh pada percobaan awal dengan menyertakan faktor yang lain. Namun pada tahap optimasi dicobakan dua faktor yang berpengaruh tersebut. Sehingga percobaannya berbentuk desain faktorial 2^2 .

Tabel VI.9
Desain Matriks Faktorial 2^2

No	Variabel		Yield
	X_1	X_2	
1	-1	-1	65.3
2	-1	1	66.2
3	1	-1	65.0
4	1	1	65.2

Hasil percobaan yang selanjutnya untuk optimasi dengan melibatkan dua buah faktor yang paling berpengaruh pada unit fraksinasi.

Tabel VI.10
Desain Matriks Fraksinasi Dengan Dua Faktor

Temperatur (B)	Waktu Pemasakan (A)	
	60 torr	62 torr
190 ⁰ C	64.8	64.9
	65.5	65.8
	65.5	64.3
Jumlah	195.8	195.0
Rata - rata	65.3	65.0
195 ⁰ C	66.2	65.1
	65.8	65.2
	66.6	65.3
Jumlah	198.6	195.6
Rata - rata	66.2	65.2

VI.4. Metode Lintas Pendakian Tercuram

Disebabkan ada dua faktor yang berpengaruh terhadap tingkat fraksinasi yaitu tekanan fraksinasi dan temperatur fraksinasi, maka keadaan tersebut berdimensi dua dengan model permukaan respon berorder satu mengikuti persamaan :

$$Y = B_0X_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + e$$

Dimana :

Y = respon yang diamati

X_0 = variabel semu yang selalu berharga satu (+)

X_1 = variabel faktor tekanan fraksinasi

X_2 = variabel faktor temperatur fraksinasi

B_0, B_1, B_2 = parameter – parameter dengan koefisien b_0, b_1 dan b_2

e = kekeliruan eksperimen

Sehingga dengan menggunakan hitung differensial diperoleh :

$$\sum X_0Y = b_0 \sum X_0 + b_1 \sum X_0X_1 + b_2 \sum X_0X_2$$

$$\sum X_1Y = b_0 \sum X_0^2X_1 + b_1 \sum X_1 + b_2 \sum X_1X_2$$

$$\sum X_2Y = b_0 \sum X_0X_2 + b_1 \sum X_1X_2 + b_2 \sum X_2^2$$

Dimana koefesien-koefesien b_0, b_1 dan b_2 merupakan taksiran-taksiran bagi B_0, B_1 dan B_2 . Dengan mengambil harga rata-rata nilai fraksinasi pada unit fraksinasi (respon Y) dari setiap taraf maka dapat disederhanakan sebagai berikut :

Tabel VI.11
Rata – rata Fraksinasi Dengan
Tekanan dan Temperatur Fraksinasi

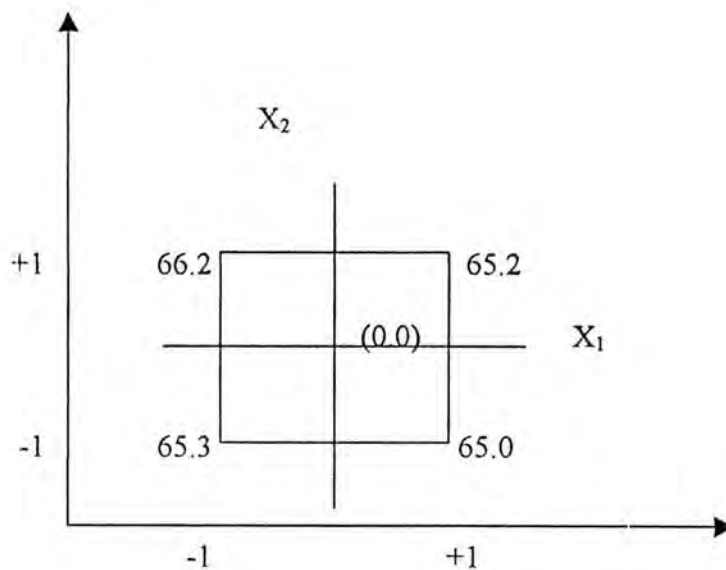
Rata-rata Fraksinasi	Tekanan Fraksinasi	Temperatur Fraksinasi	X ₁	X ₂
65.3	60	190	-1	-1
66.2	60	195	-1	1
65.0	62	190	1	-1
65.2	62	195	1	1

Hubungan antara variabel X₁ dan X₂ dengan tekanan dan temperatur fraksinasi adalah

$$X_1 = \frac{A - \frac{(60 + 62)}{2}}{62 - \frac{(60 + 62)}{2}} = \frac{A - 61}{62 - 61} = \frac{A - 61}{1}$$

$$X_2 = \frac{B - \frac{(190 + 195)}{2}}{195 - \frac{(190 + 195)}{2}} = \frac{B - 192.5}{195 - 192.5} = \frac{B - 192.5}{2.5}$$

Dengan persamaan di atas maka diperoleh harga-harga X₁ dan X₂ berbentuk -1 untuk taraf rendah dan +1 untuk taraf tinggi seperti pada Tabel VI.11 yang dalam bentuk dua dimensi data. Hasil pada tabel tersebut dapat digambarkan.



Gambar VI.1
Rata – rata Fraksinasi Dalam Bujursangkar

Untuk menentukan koefesien-koefesien b_0 , b_1 , b_2 sebagai taksiran B_0 , B_1 dan B_2 maka disusun tabel sebagai berikut :

Tabel VI.12
Perhitungan Koefesien – koefesien b_0 , b_1 , b_2

Y	X_0	X_1	X_2	X_0Y	X_1Y	X_2Y	X_0^2	X_1^2	X_2^2
65.3	1	-1	-1	65.3	-65.3	-65.3	1	1	1
66.2	1	-1	1	66.2	-66.2	66.2	1	1	1
65.0	1	1	-1	65.0	65.0	-65.0	1	1	1
65.2	1	1	1	65.2	65.2	65.2	1	1	1
Total				261.7	-1.3	1.1	4	4	4

Dengan demikian, dari persamaan normal kuadrat terkecil diperoleh koefesien-koefesien b_0 , b_1 dan b_2 sebagai berikut :

$$b_0 = \frac{\sum X_0 Y}{\sum X_0^2} = \frac{261.7}{4} = 65.43$$

$$b_1 = \frac{\sum X_1 Y}{\sum X_1^2} = \frac{-1.3}{4} = -0.33$$

$$b_2 = \frac{\sum X_2 Y}{\sum X_2^2} = \frac{1.1}{4} = 0.28$$

Sehingga persamaannya adalah :

$$Y = 65.43 - 0.33 X_1 + 0.28 X_2$$

Untuk menguji keberartian tiap-tiap koefesien dari model yang diperoleh maka perlu dicari jumlah kuadrat-kuadrat (the sum of square) seperti di bawah ini :

$$JK (b_0) = (65.43) \cdot (261.7) = 17123.03$$

$$JK (b_1) = (-0.33) \cdot (-1.3) = 0.43$$

$$JK (b_2) = (0.28) \cdot (1.1) = 0.31$$

$$JK \text{ Total} = (65.3)^2 + (66.2)^2 + (65.0)^2 + (65.2)^2 = 17122.57$$

$$JK \text{ Residu} = 17122.57 - (17123.03 + 0.43 + 0.31) = -1.2$$

Tabel VI.13
Daftar Anava Desain Faktorial 2²

Sumber Variasi	DK	JK
Koefesien b_0	1	17123.03
Koefesien b_1	1	0.43
Koefesien b_2	1	0.31
Residu	1	- 1.20
Total	4	17122.57

Dengan hanya $dk = 1$ untuk residu atau sisa, tidak ada tes yang baik untuk meneliti keberartian koefesien-koefesien dalam model dan tentunya juga tidak bisa diperoleh informasi berapa baik bidang dapat mendekati permukaan respon.

Salah satu usaha yang bisa dilakukan untuk mengatasi ini dengan jalan mengambil dua titik atau lebih di pusat bujursangkar eksperimen. Dengan melakukan replikasi pada titik yang sama, taksiran galat eksperimen bisa diperoleh dan rata – rata respon pada titik pusat memberikan taksiran kecocokan bidang.

Tabel VI.14
Perhitungan Koefesien-koefesien b_0, b_1, b_2
Setelah Penambahan Dua Titik

Y	X_0	X_1	X_2	X_0Y	X_1Y	X_2Y	X_0^2	X_1^2	X_2^2
65.3	1	-1	-1	65.3	-65.3	-65.3	1	1	1
66.2	1	-1	1	66.2	-66.2	66.2	1	1	1
65.0	1	1	-1	65.0	65.0	-65.0	1	1	1
65.2	1	1	1	65.2	65.2	65.2	1	1	1
65.1	1	0	0	65.1	0	0	1	0	0
65.3	1	0	0	65.3	0	0	1	0	0
Total				392.1	-1.3	1.1	6	4	4

$$b_0 = \frac{\sum X_0 Y}{\sum X_0^2} = \frac{392.1}{6} = 65.35$$

$$b_1 = \frac{\sum X_1 Y}{\sum X_1^2} = \frac{-1.3}{4} = -0.33$$

$$b_2 = \frac{\sum X_2 Y}{\sum X_2^2} = \frac{1.1}{4} = 0.28$$

$$JK (b_0) = (65.35) \cdot (392.1) = 25623.74$$

$$JK (b_1) = (-0.33) \cdot (-1.3) = 0.43$$

$$JK (b_2) = (0.28) \cdot (1.1) = 0.31$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Total} &= (65.3)^2 + (66.2)^2 + (65.0)^2 + (65.2)^2 + (65.1)^2 + (65.3)^2 \\ &= 25624.67 \end{aligned}$$

$$JK \text{ Galat } (0.0) = (65.1)^2 + (65.3)^2 - \frac{(65.1 + 65.3)^2}{2} = 0.02$$

$$JK \text{ Residu} = 25624.67 - (25623.74 + 0.43 + 0.31) = 0.19$$

Tabel VI.15
Daftar Anava Desain Faktorial 2²
Setelah Penambahan Dua Titik

Sumber Variasi	dk	JK	KT	Fhitung
Koefesien b_0	1	25623.74	25623.74	1281187
Koefesien b_1	1	0.43	0.43	21.5
Koefesien b_2	1	0.31	0.31	15.5
Residu	1	0.19	0.19	
Galat	1	0.02	0.02	
Kecocokan	1	0.02	0.02	1.0
Total	6	25624.67		

Untuk menentukan arah eksperimen selanjutnya yang harus dilakukan, maka digambarkan kontur untuk respon dengan menggunakan persamaan sebelumnya. Dari persamaan tersebut dapat dinyatakan X_2 sebagai :

$$Y = 65.43 - 0.33 X_1 + 0.28 X_2$$

$$X_2 = \frac{Y - 65.43 + 0.33X_1}{0.28}$$

$$\text{Jika } Y = 65.0, \text{ maka } X_2 = \frac{65.0 - 65.43 + 0.33X_1}{0.28}$$

$$\text{Untuk } X_1 = -1, \text{ maka } X_2 = \frac{65.0 - 65.43 + 0.33(-1)}{0.28} = -2.71$$

$$\text{Untuk } X_1 = +1, \text{ maka } X_2 = \frac{65.0 - 65.43 + 0.33(+1)}{0.28} = -0.36$$

$$\text{Jika } Y = 65.5, \text{ maka } X_2 = \frac{65.5 - 65.43 + 0.33X_1}{0.28}$$

$$\text{Untuk } X_1 = -1, \text{ maka } X_2 = \frac{65.5 - 65.43 + 0.33(-1)}{0.28} = -0.93$$

$$\text{Untuk } X_1 = +1, \text{ maka } X_2 = \frac{65.5 - 65.43 + 0.33(+1)}{0.28} = 1.43$$

$$\text{Jika } Y = 66.0, \text{ maka } X_2 = \frac{66 - 65.43 + 0.33X_1}{0.28}$$

$$\text{Untuk } X_1 = -1, \text{ maka } X_2 = \frac{66.0 - 65.43 + 0.33(-1)}{0.28} = 0.86$$

$$\text{Untuk } X_1 = +1, \text{ maka } X_2 = \frac{66.0 - 65.43 + 0.33(+1)}{0.28} = 3.21$$

$$\text{Jika } Y = 66.5, \text{ maka } X_2 = \frac{66.5 - 65.43 + 0.33X_1}{0.28}$$

$$\text{Untuk } X_1 = -1, \text{ maka } X_2 = \frac{66.5 - 65.43 + 0.33(-1)}{0.28} = 2.64$$

$$\text{Untuk } X_1 = +1, \text{ maka } X_2 = \frac{66.5 - 65.43 + 0.33(+1)}{0.28} = 5.0$$

$$\text{Jika } Y = 67.0, \text{ maka } X_2 = \frac{67.0 - 65.43 + 0.33X_1}{0.28}$$

$$\text{Untuk } X_1 = -1, \text{ maka } X_2 = \frac{67.0 - 65.43 + 0.33(-1)}{0.28} = 4.43$$

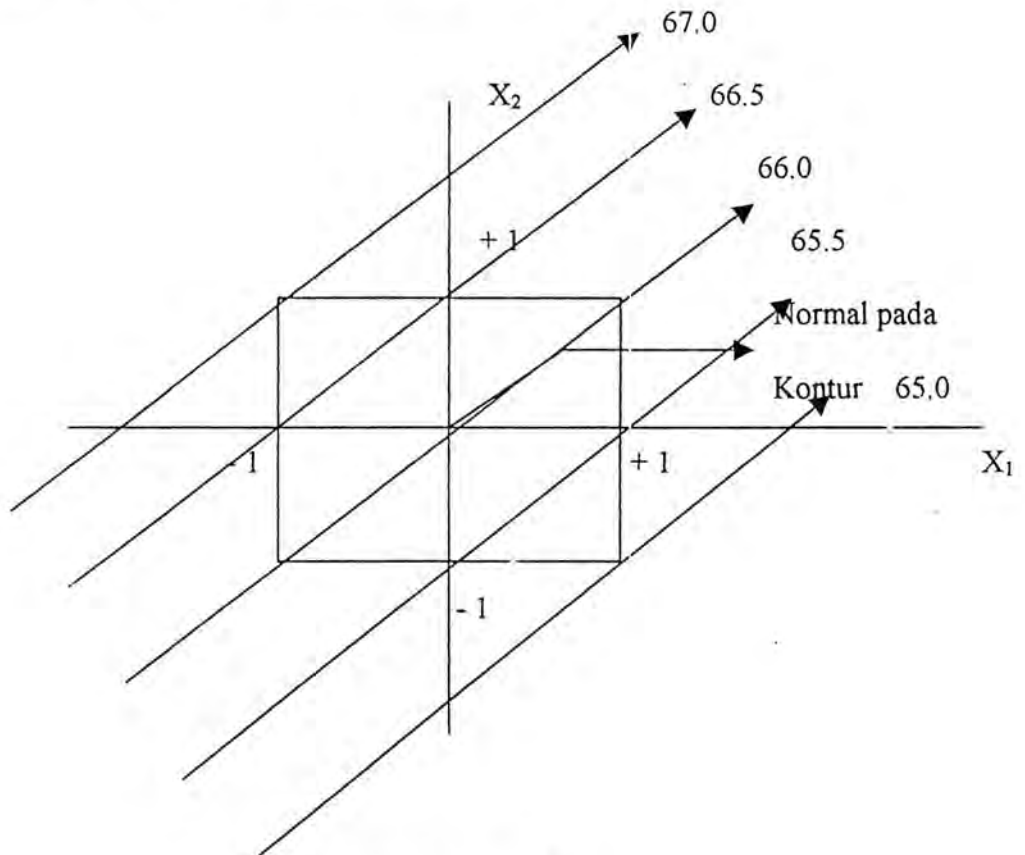
$$\text{Untuk } X_1 = +1, \text{ maka } X_2 = \frac{67.0 - 65.43 + 0.33(+1)}{0.28} = 6.79$$

Hasil perhitungan diatas ditabulasikan pada tabel berikut :

Tabel VI.16
Nilai X_1 dan X_2 Dari Setiap Respon Y

Y	X_1	X_2
65.0	-1	-2.71
	+1	-0.36
65.5	-1	-0.93
	+1	1.43
66.0	-1	0.86
	+1	3.21
66.5	-1	2.64
	+1	5.0
67.0	-1	4.43
	+1	6.79

Kelima buah titik dalam daftar di atas menghasilkan kontur seperti pada gambar di bawah ini yang merupakan garis sejajar.



Gambar VI.2

Kontur Permukaan Respon Eksperimen Faktorial 2^2

Dari gambar grafik di atas dapat dilihat bahwa Y menuju ke harga optimum arahnya ke sudut kanan atas. Dengan menelusuri garis normal pada kontur-kontur dan bergerak menuju permukaan normal sehingga mencapai puncaknya.

Persamaan normal (pada kontur-kontur) yang melalui titik asal (0,0) memiliki persamaan :

$$X_2 = \frac{Y - 65.43 + 0.33X_1}{0.28}$$

Dengan koefesien arah $0.33 / 0.28 = 1.18$, maka garis normal akan mempunyai koefesien arah $0.28 / 0.33$ sehingga garis normal yang melalui titik asal mempunyai persamaan :

$$X_2 = \frac{0.28}{0.33} X_1$$

(dalam grafik dinyatakan dengan anak panah)

Garis normal ini memberikan arah melakukan eksperimen selanjutnya. Dengan adanya arah ini, eksperimen berikutnya bisa dilakukan dengan pusat faktorial pada titik (1 , 0.28 / 0.33) yang menghasilkan keempat buah titik eksperimen berikut :

Tabel VI.17
Empat Buah Titik Eksperimen Baru Untuk Optimasi

X_1	X_2
0	-0.15
0	1.85
2	-0.15
2	1.85

Keempat titik eksperimen di atas diterjemahkan ke variabel eksperimen (tekanan dan temperatur) dengan menggunakan :

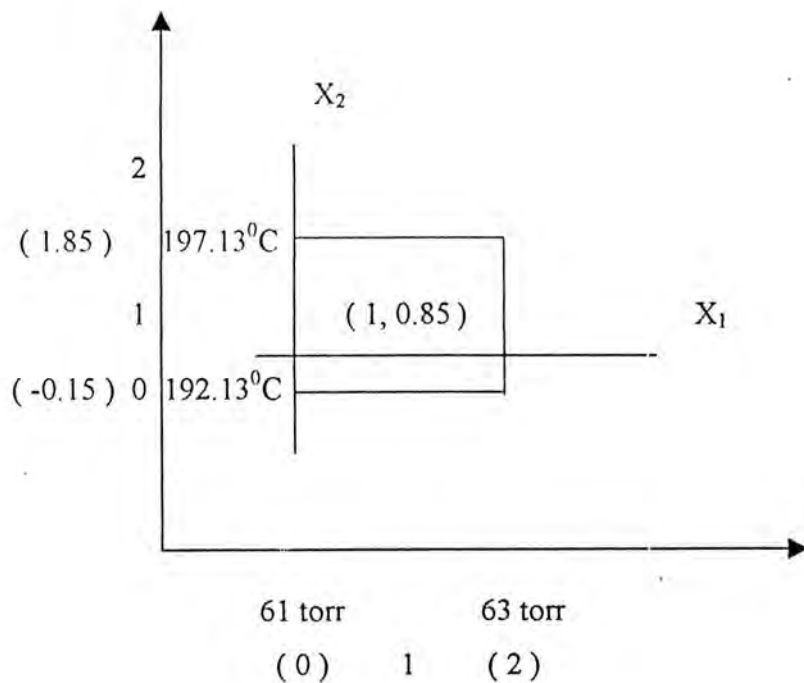
$$X_1 = \frac{A - 61}{1} \text{ atau } A = 1X_1 + 61$$

$$X_2 = \frac{B - 192.5}{2.5} \text{ atau } B = 2.5X_2 + 192.5$$

Dengan menggunakan variabel eksperimen A dan B maka keempat titik eksperimen yang baru adalah :

Tabel VI.18
Empat Buah Titik Eksperimen Optimum

X_1	X_2	A	B
0	-0.15	61	192.13
0	1.85	61	197.13
2	-0.15	63	192.13
2	1.85	63	197.13



Gambar VI.3
Empat Buah Titik Eksperimen Optimum
Dengan Titik Pusat (1, 0.85)

Tampak bujursangkar di atas bergerak ke kanan atas bila dibandingkan dengan bujursangkar semula dengan pusat (0,0). Pergeseran ini dikarenakan normal pada kontur-kontur seperti yang dijelaskan semula.

Dengan demikian eksperimen berikut dilakukan dengan menggunakan tekanan fraksinasi 61 torr dan 63 torr sedangkan temperatur fraksinasi 192.13°C dan 197.13°C . Eksperimen ini dilaksanakan jika memungkinkan untuk dalam keadaan tersebut. Catat responnya dan lakukan analisis terhadap data yang diperoleh untuk menentukan arah eksperimen baru lagi. Prosedur ini terus dilakukan hingga akhirnya diperoleh respon optimum yang dikehendaki.

Dari daftar anava Tabel VI.15 dapat dijelaskan keberartian daftar tersebut setelah penambahan dua titik :

- a. $F_{hitung} b_0 > F (1 : 1 : 0.05)$, berarti koefesien b_0 sangat signifikan pada taraf nyata 0.05 dan termasuk ke dalam kecocokan bidang.
- b. $F_{hitung} b_1, b_2 < F (1 : 1 : 0.05)$, berarti koefesien tersebut tidak masuk ke dalam kecocokan bidang.
- c. Statistik F koefesien – koefesien lebih besar dari statistik untuk lack of fit (kecocokan)

Yang berarti persamaan :

$$Y = 65.43 - 0.33 X_1 + 0.28 X_2$$

merupakan pendekatan wajar untuk menyelesaikan permasalahan.

VI.5. Hasil Optimasi

Persamaan yang diperoleh dari analisa terhadap fraksinasi yang terjadi di unit fraksinasi adalah :

$$Y = 65.43 - 0.33 X_1 + 0.28 X_2$$

Melalui persamaan ini diperoleh kondisi optimum untuk variabel yang berpengaruh pada unit fraksinasi sebagai berikut :

Faktor A (Tekanan Fraksinasi) :

- Taraf Rendah = 61 torr

- Taraf Tinggi = 63 torr

Faktor B (Temperatur Fraksinasi)

- Taraf Rendah = 192.13⁰C

- Taraf Tinggi = 197.13⁰C

BAB VII

ANALISA DAN EVALUASI

VII.1. Analisa Awal

Desain suatu eksperimen bertujuan untuk memperoleh atau mengumpulkan informasi sebanyak-banyaknya yang diperlukan dan berguna dalam melakukan penelitian persoalan yang dilakukan. Desain yang dilaksanakan dengan menggunakan biaya seminimum mungkin dengan memperhatikan faktor-faktor yang diteliti adalah faktor yang memberi pengaruh nyata terjadinya perubahan.

Pada awal percobaan di unit fraksinasi, penelitian ini melibatkan tiga faktor. Faktor-faktor ini adalah faktor yang berpengaruh bagi perubahan tingkat fraksinasi. Penggunaan tiga faktor ini menyebabkan adanya delapan kombinasi perlakuan. Delapan kombinasi ini didapat melalui model eksperimen faktorial 2^3 .

Analisa awal yang dilakukan terhadap hasil penelitian yang diperoleh, dilakukan pengujian hipotesa untuk mengetahui dua faktor yang paling berpengaruh. Ternyata yang cukup signifikan yaitu tekanan fraksinasi dan temperatur fraksinasi. Dua faktor ini dilibatkan pada percobaan selanjutnya pada tahap optimasi untuk mencari titik optimum.

Metode permukaan respon diselesaikan memakai matriks untuk mendapatkan persamaan berikut :

$$Y = 65.58 - 0.15 X_1 + 0.48 X_2 + 0.45 X_3$$

Persamaan tersebut memberikan hasil yang berbeda setiap dilakukan perubahan terhadap variabel – variabel. Dalam usaha menaikkan tingkat fraksinasi, X_1 mesti diturunkan dari nilai sebelumnya. Sementara nilai X_2 dan X_3 harus dinaikkan dari nilai sebelumnya. Dengan demikian dapat ditarik kesimpulan analisa bahwa faktor B dan C berbanding positif terhadap fraksinasi sedangkan faktor A berbanding negatif.

VII.2. Penganalisaan Untuk Optimasi

Selanjutnya karena telah didapat dua faktor yang berpengaruh dengan mengesampingkan satu faktor lain yaitu harkat kemurnian, dilakukan percobaan untuk tahap optimasi.

Penyelesaian masalah memakai metode lintas pendakian tercuram. Metode ini lebih dirasa cepat dan mudah dibandingkan dengan metode permukaan respon. Metode lintas pendakian tercuram adalah model orde pertama dalam hal dua dimensi.

$$Y = B_0X_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \varepsilon$$

Setelah percobaan melibatkan dua faktor dilakukan. Untuk optimasinya persamaannya adalah :

$$Y = 65.43 - 0.33 X_1 + 0.28 X_2$$

Metode lintas pendakian tercuram penyelesaian memanfaatkan analisa secara grafis dengan menggambarkan hasil percobaan dalam bentuk bujursangkar.

Mula – mula bujursangkar terbentuk berpusat di titik (0,0). Empat buah titik sudutnya adalah rata – rata fraksinasi. Bujursangkar ini bergeser kesebelah kanan atas.

Bertitik pusat yang baru yaitu (1 , 0.85) . Keempat titik bujursangkar yang baru merupakan titik optimum dan dapat dicobakan lagi untuk percobaan selanjutnya.

Keempat titik bujursangkar tersebut secara teoritis jika dimasukkan dalam persamaan akan memberi gambaran dari penyelesaian masalah fraksinasi.

$$\begin{aligned} Y_1 &= 65.43 - (0.33)(61) + (0.28)(192.13) \\ &= 99.10 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_2 &= 65.43 - (0.33)(61) + (0.28)(197.13) \\ &= 100.50 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_3 &= 65.43 - (0.33)(63) + (0.28)(192.13) \\ &= 98.44 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_4 &= 65.43 - (0.33)(63) + (0.28)(197.13) \\ &= 99.84 \% \end{aligned}$$

Rata – rata hasil fraksinasi dengan keempat titik optimum adalah 99.47 %

Jika tekanan dalam kondisi tetap (baik taraf rendah dan tinggi) sementara temperatur berubah – ubah. Akan memberikan nilai fraksinasi yang berbeda.

Kemudian jika temperatur dalam kondisi tetap dan hanya tekanan berubah – ubah. Dalam hal ini tekanan makin lama, akibatnya persentase fraksinasi makin turun. Sehingga tekanan fraksinasi diusahakan jangan terlalu lama agar tingkat fraksinasi tidak turun.

BAB VIII

KESIMPULAN DAN SARAN

VIII.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan pada Unit Fraksinasi di PT. Sinar Oleochemical International Medan dapat ditarik kesimpulan :

1. Unit fraksinasi merupakan unit interaksi dari beberapa faktor untuk menghasilkan capric acid dan unit ini dinilai unit paling kritis dalam proses produksi. Dengan alasan tersebut, penelitian dilakukan pada Unit Fraksinasi. Penelitian menyertakan tiga faktor utama yaitu Harkat Kemurnian Raw Material, Tekanan Fraksinasi dan Temperatur Fraksinasi. Sehingga desain eksperimen berbentuk eksperimen faktorial 2^3 .
2. Selanjutnya pada tahap optimasi menggunakan desain faktorial 2^2 . Pada tahap ini ada dua faktor yang signifikan bagi terbentuknya capric acid di unit fraksinasi. Dua faktor itu adalah tekanan fraksinasi dan temperatur fraksinasi.
3. Metode pada tahap optimasi menggunakan metode lintas pendakian tercuram. Metode ini selain persamaan matematika juga dibantu melalui analisa secara grafis berbentuk bujursangkar. Bujursangkar yang didapat akhirnya menunjukkan titik optimum yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan.
4. Dari hasil analisa optimasi, maka diperoleh kondisi yang optimum pada Unit Fraksinasi, yaitu dengan tekanan (untuk taraf rendah 61 torr ; taraf tinggi 63 torr) dan temperatur (untuk taraf rendah 192.13°C ; taraf tinggi 197.13°C). Kondisi ini sangat mendukung proses produksi yang terjadi, hal ini dapat dilihat dengan

adanya peningkatan nilai fraksinasi dari percobaan awal. Pada percobaan awal rata – rata persentase fraksinasi = 65.54 %. Selanjutnya pada tahap optimasi rata – rata fraksinasi dengan empat titik optimum adalah = 99.47 %. Ini berarti percobaan yang dilakukan membawa dampak yang baik dalam upaya peningkatan fraksinasi.

VIII.2. Saran

1. Untuk menghasilkan capric acid banyak proses produksi yang harus dilakukan. Mulai dari pemeriksaan bahan baku, pengolahan sarapai akhirnya pada tahap akhir berupa pengemasan. Setiap proses yang dilakukan akan membawa pengaruh terhadap mutu produksi.

Demi terpenuhinya standard mutu dan spesifikasi yang diinginkan hendaknya setiap proses untuk menghasilkan capric acid diperhatikan dengan cermat dan tidak membawa akibat buruk pada mutu capric acid.
2. Supaya menjamin kehandalan mutu capric acid perusahaan harus menerapkan metode – metode pengendalian mutu yang mampu lebih dini mengetahui tingkat penyimpangan – penyimpangan yang terjadi. Disamping itu meningkatkan pengawasan dari tenaga operator yang tersedia serta memanfaatkan laboratorium semaksimal mungkin dalam rangkaian pengendalian mutu.
3. Meninjau secara berkala seluruh peralatan terutama mesin – mesin proses produksi. Pengkalibrasian sesuai ketentuan menjadi keharusan.

4. Mengatur level dari faktor – faktor proses fraksinasi pada kondisi optimum. Dari hasil penelitian ini sebaiknya kondisi yang optimum dilakukan di Unit Fraksinasi yaitu pada Tekanan (minimum 61 torr ; maksimum 63 torr) dan Temperatur (minimum 192.13°C ; maksimum 197.13°C) Pengaturan kondisi ini memberikan tingkat fraksinasi yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Assouri Sofyan," Manajemen Produksi " Edisi Ketiga, Jakarta LPFEUI, 1978.
2. Cochran W.G and Gentrude, M. Cox, Experimental Design, John Wiley & Sons, Inc, Second Edition, New York, 1950.
3. Eugene L. Grant," Pengendalian Mutu Statistik " Erlangga, Jakarta, 1988.
4. G. Dieckelmann, H.J. Heinz
" The Basic of Industrial Oleochemistry " Peter Pomp, GmbH.
5. Hewin International Inc," The World's Oleochemical Industry " Feedstocks, Derivates & Product Amsterdam The Nederlands 1995.
6. International News on Fats, Oil and Related Materials, by AOCS Press for the American Oil Chemist Society.
7. Ishikawa Kaoru," Pengendalian Mutu Terpadu " PT. Remaja Rosdakarya Bandung, 1990.
8. Montgomery C. Douglas," Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik " UGM Press, Yogyakarta, 1993.
9. Sudjana, MA, MSc, Dr," Desain dan Analisa Eksperimen " Tarsito Bandung, 1994.
10. Sudjana, MA, MSc, Dr, " Metode Statistik " Tarsito Bandung, 1982.