

## Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perolehan Persentasi Rendemen *Crude Palm Oil* (CPO) dengan Menggunakan Metode *Analysis Of Variance*

Diana Khairani Sofyan\*, Amri dan Slamet Widodo

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Aceh-Indonesia

\*Corresponding Author: hatikue@yahoo.com

**Abstrak** – PT Perkebunan Nusantara I Cot Girek adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang perkebunan dan sekaligus sebagai proses produksi, pengolahan tandan buah segar menjadi *Crude Palm Oil* dan inti sawit (*palm kernel oil*). Pengolahan tandan buah segar ini sangat memerlukan perlakuan yang baik untuk mendapatkan standar rendemen yang baik pula. Proses perebusan ini berfungsi sebagai untuk menghentikan perkembangan asam lemak bebas (ALB), memudahkan pelepasan buah dari tandan pada waktu perontokan, melunakkan buah dan mengurangi kadar air dalam buah. Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi perolehan rendemen dilakukan dengan menggunakan metode *Analysis Of Variance* (ANOVA). Pada metode ini, percobaan dilakukan dengan mengkombinasikan perlakuan-perlakuan dengan level yang berbeda-beda pada saat proses perebusan (*sterilizer*) sehingga akan memberikan hasil persentase rendemen yang berbeda-beda pula. Dari perhitungan yang dilakukan terlihat Faktor A (waktu perebusan) tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap perolehan rendemen *Crude Palm Oil*, hal ini dapat dilihat dari  $F_{0,05(1:40)} = F_{hitung} = 2,34 < F_{tabel} = 4,08$ , dengan demikian maka  $H_o$  diterima dan  $H_i$  ditolak, faktor B (Tekanan Uap *Back Pressure Vessel*) memiliki pengaruh yang signifikan terlihat dari  $F_{0,05(1:40)} = F_{hitung} = 21,54 > F_{tabel} = 4,08$ , dengan demikian maka  $H_o$  ditolak dan  $H_i$  diterima, Sedangkan untuk faktor C (Puncak Rebusan) memiliki pengaruh yang signifikan, ini terlihat dari  $F_{0,05(1:40)} = F_{hitung} = 6,97 > F_{tabel} = 4,08$ , dengan demikian maka  $H_o$  ditolak dan  $H_i$  diterima.

**Kata Kunci:** *Desain Eksperimen, Rendemen, Analysis Of Variance (ANOVA)*

### 1 Pendahuluan

#### 1.1 Latar Belakang Masalah

Peningkatan produktivitas dan tercapainya suatu target dalam proses produksi adalah sebuah impian setiap perusahaan. Produktivitas dan peningkatan mutu suatu produk dapat dijadikan sebagai sarana manajemen untuk menganalisa dan mendorong efisiensi pada proses produksi, dengan demikian perusahaan dapat mengetahui apakah perusahaan sudah optimal dalam memanfaatkan sumber daya yang dimilikinya dalam menghasilkan sebuah *output* yang ditargetkan.

PT. Perkebunan Nusantara I Cot Girek adalah perusahaan yang bergerak dalam perkebunan dan sekaligus sebagai pabrik yang memproduksi minyak mentah (*crude palm oil*) dan inti sawit (*palm kernel oil*) perusahaan ini terletak di kilometer 14 Lhoksukon-

Aceh Utara kecamatan Cot Girek. Pengolaha tandan buah segar (TBS) ini sangat memerlukan perlakuan yang baik agar rendemen yang dihasilkan bisa maksimal. Salah satu penyebab utama yang mempengaruhi rendahnya perolehan rendemen adalah pada proses perebusan.

Proses perebusan ini berfungsi untuk menghentikan perkembangan asam lemak bebas (ALB), memudahkan pelepasan buah dari tandan pada waktu perontokan, melunakkan buah, dan mengurangi kadar air dalam buah agar perbandingan terhadap minyak yang dihasilkan lebih baik. Sistem perebusan yang digunakan PT. Perkebunan Nusantara I adalah sistem perebusan dua puncak dan tiga puncak. Standar rendemen minyak mentah pada pabrik pengolahan kelapa sawit PT. Perkebunan Nusantara I Cot Girek adalah (23,60%), Akan tetapi rendemen yang dihasilkan

tidak selalu tercapai sesuai dengan standar, data pada bulan januari 2013 menunjukkan perolehan rendemen *Crude Palm Oil* (CPO) PTPN I Cot Girek (21,57%). Dari data tersebut menunjukkan bahwa tidak tercapainya target yang ditetapkan oleh perusahaan.

### 1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh tekanan uap *Back Pressure Vessel* terhadap perolehan persentasi rendemen *Crude Palm Oil* (CPO) pada PT. Perkebunan Nusantara I Cot Girek?
2. Bagaimana pengaruh yang disebabkan Puncak rebusan terhadap perolehan persentasi rendemen *Crude Palm Oil* (CPO) pada PT. Perkebunan Nusantara I Cot Girek?
3. Bagaimana pengaruh waktu perebusan terhadap perolehan persentasi rendemen *Crude Palm Oil* (CPO) pada PT. Perkebunan Nusantara I Cot Girek?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh tekanan uap *Back Pressure Vessel* terhadap perolehan persentasi rendemen *Crude Palm Oil* (CPO) pada PT. Perkebunan Nusantara I Cot Girek?
2. Untuk mengetahui seberapa besar Puncak rebusan terhadap perolehan persentasi rendemen *Crude Palm Oil* (CPO) pada PT. Perkebunan Nusantara I Cot Girek?
3. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh waktu perebusan terhadap perolehan persentasi rendemen *Crude Palm Oil* (CPO) pada PT. Perkebunan Nusantara I Cot Girek?

## 2 Landasan Teori

### 2.1 Konsep kualitas

Kualitas sering diartikan sebagai derajat atau tingkatan kesempurnaan, artinya kualitas adalah ukuran relative dari kebaikan (*goodness*). Definisi ini merupakan makna yang sangat umum yang tidak memiliki makna operasional. Bagaimana menetapkan definisi kualitas yang bersifat operasional adalah dengan mengadopsi focus pelanggan [1].

Pengendalian kualitas adalah proses manajerial untuk menjalankan operasi agar tetap stabil, mencegah perubahan yang tidak diinginkan dan untuk memelihara jalannya proses produksi. Kinerja aktual diukur dan dibandingkan dengan standar, jika terdapat perbedaan akan diambil tindakan serta pemecahan masalah. Adapun proses-proses pengendalian kualitas adalah:

1. Memilih subyek yang akan dikontrol. Setiap fitur dari produk dan proses produksi.

2. Menetapkan pengukuran aktual dari proses atau level kualitas dari barang atau pelayanan
3. Menetapkan standar kinerja: pencapaian produk dan tujuan. Pencapaian utama dari produk adalah memenuhi kebutuhan konsumen. Spesifikasi kebutuhan menjadi tujuan kualitas bagi perusahaan. Dengan demikian akan berdampak pada kepuasan dan loyalitas konsumen .
4. Membandingkan dengan standar kualitas yaitu:
  - a. Membandingkan kualitas aktual dengan kualitas yang ingin dicapai perusahaan
  - b. Menginterpretasikan perbedaan yang diobservasi dan menentukan apakah ada kesesuaian dengan tujuan yang ingin dicapai.
  - c. Mengambil keputusan
  - d. Perbaikan yang berkelanjutan
5. Mengambil tindakan. Tindakan ini diambil untuk mengatasi perbedaan antara kinerja aktual dan kinerja standar. Pada level pekerja mungkin dilakukan tindakan dengan menggunakan mesin sedangkan pada level manajer dilakukan dengan memorendum.

Kualitas produk secara langsung dipengaruhi oleh sembilan bidang dasar atau 9 M pada masa sekarang ini industri disetiap bidang bergantung pada sejumlah besar kondisi yang membebani produksi melalui suatu cara yang tidak pernah dialami dalam periode sebelumnya [2].

1. *Market* (Pasar)
2. *Money* (Uang)
3. *Management* (manajemen)
4. *Men* (manusia)
5. *Motivation* (motivasi)
6. *Material* (bahan)
7. *Machine and mecanization* (mesin dan mekanisme)
8. *Modern information method* (metode informasi modern).
9. *Mounting product requirement* (persyaratan proses produksi)

Peningkatan kualitas untuk meningkatkan pendapatan dimulai dengan mengatur pencapaian baru, seperti fitur produk baru, mempersingkat siklus waktu. Peningkatan berkelanjutan dibutuhkan untuk kualitas yang sudah adanya tekanan kompetitif. Kebutuhan konsumen adalah target bergerak begitu juga dengan biaya persaingan [2].

### 2.2 Pengertian biaya kualitas

Meskipun tidak ada definisi mengenai kualitas yang diterima secara universal, dari definisi-definisi yang

ada terdapat beberapa kesamaan, yaitu dalam elemen-elemen sebagai berikut:

1. Kualitas meliputi usaha memenuhi atau melebihi harapan pelanggan.
2. Kualitas mencakup produk, jasa, manusia, proses, dan lingkungan.
3. Kualitas merupakan kondisi yang selalu berubah (misalnya apa yang dianggap merupakan kualitas saat ini mungkin dianggap kurang berkualitas pada masa mendatang).

Berdasarkan elemen-elemen tersebut maka dapat disimpulkan bahwa: Kualitas merupakan suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, jasa, manusia, proses, dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan. Sedangkan biaya kualitas adalah biaya yang terjadi atau mungkin akan terjadi karena kualitas yang buruk. Jadi, biaya kualitas adalah biaya yang berhubungan dengan penciptaan, pengidentifikasian, perbaikan, dan pencegahan kerusakan. Biaya kualitas dapat dikelompokkan menjadi 4 golongan yaitu [3-5].

1. Biaya pencegahan (*prevention cost*).
2. Biaya deteksi / penilaian (*detection / appraisal cost*)
3. Biaya kegagalan internal (*internal failure cost*)
4. Biaya kegagalan eksternal (*external failure cost*)

Pengendalian biaya produksi adalah usaha yang dilakukan manajer untuk mencapai tujuan-tujuan dalam hal biaya pada tingkat operasi tertentu yang telah ditetapkan. Manajer dapat melakukan pengendalian ini melalui pengurangan biaya produksi, dan memperhatikan setiap keputusan yang menyangkut biaya produksi, yaitu:

1. Pengendalian biaya produksi dapat membantu manajer untuk memproduksi barang dalam jumlah tertentu dengan biaya yang efisien, tetapi tetap dapat memenuhi kualitas yang distandarkan.
2. Memperbaiki dan mempermudah perencanaan, pengendalian, dan pengambilan keputusan manajerial.
3. Memproyeksikan mengenai kapan biaya dan penghematan biaya produksi [4].

### 2.3 Model perhitungan biaya kualitas

Adapun cara yang dapat digunakan untuk menghitung biaya kualitas, berikut ini adalah metode yang digunakan dalam menghitung biaya kualitas.

1. P-A-F  
Model P-A-F ini mengklasifikasikan biaya kualitas pada pencegahan (*prevention*), penilaian (*appraisal*), dan biaya kegagalan (*failure*). Perkiraan dasar model PAF adalah pada kegiatan pencegahan dan penilaian akan menurunkan biaya kegagalan [5].
2. Model Grosby

Model ini mempunyai kesamaan dengan model PAF. Model ini melihat kualitas sebagai kesesuaian untuk permintaan (*conformance to requirement*) seperti yang telah disebutkan sebelumnya. Harga *conformance* adalah biaya pencegahan aktual dan biaya penilaian, sedangkan biaya tidak kesesuaian (*non-conformance*) adalah biaya yang dikeluarkan untuk pengerjaan ulang suatu produk.

### 3. *Opportunity or intangible*

*Intangible cost* adalah biaya yang hanya bisa diestimasi, seperti tidak mendapatkan keuntungan karena kehilangan pelanggan dan pendapatan yang menurun karena tidak memenuhi kesesuaian dengan konsumen.

### 4. *Process Cost Method*

*process cost method* menggunakan kebijakan peningkatan berkelanjutan (*continuous improvement*) pada kunci proses didalam organisasi dan melakukan inovasi mengenai permasalahan kualitas dan penyebab terjadinya kegagalan.

Sistem *Activity Based Costing* (ABC) dikembangkan untuk memahami dan mengendalikan biaya tidak langsung (*indirect cost*). ABC membebani biaya ke [produk atau kepada pelanggan berdasarkan sumber daya yang dikonsumsi]. ABC adalah suatu sistem perencanaan, ABC memungkinkan seseorang mengidentifikasi kebijakan, sistem atau proses yang menimbulkan aktivitas, dengan demikian menciptakan biaya [6].

Pengertian ABC (*Activity Based Cost*) merupakan sistem informasi biaya yang menyediakan informasi lengkap tentang aktivitas untuk memungkinkan personal perusahaan melakukan pengelolaan terhadap aktivitas. *Activity Based Costing* sistem menurut mempunyai berbagai manfaat berikut ini:

1. Menyediakan informasi berlimpah tentang aktivitas yang digunakan oleh perusahaan untuk menghasilkan produk dan jasa bagi customer.
2. Menyediakan fasilitas untuk menyusun dengan cepat anggaran berbasis aktivitas (*activity-based budget*).
3. Menyediakan informasi biaya untuk memantau implementasi rencana pengurangan biaya.
4. Menyediakan secara akurat dan multidimensi kos produk dan jasa yang dihasilkan oleh perusahaan.

### 2.4 Mengukur biaya kualitas

Pengukuran kualitas dapat dilakukan melalui perhitungan biaya kualitas dan melalui penelitian pasar mengenai persepsi konsumen terhadap kualitas produk dan kualitas jasa pelayanan. Pengukuran kualitas melalui penelitian pasar tersebut dapat menggunakan berbagai cara, seperti: menemui konsumen, survei, sistem

pengaduan dan konsumen. Selain itu dapat pula digunakan teknik yang lebih inovatif, seperti: QFD (Quality Function Deployment), *structured brainstorming*, dan analisis keseimbangan kualitas pelayanan.

Beberapa perusahaan besar menggunakan ukuran biaya kualitas sebagai indikator keberhasilan program peningkatan kinerja terus menerus yang dihubungkan dengan ukuran-ukuran lain seperti [6]:

1. Biaya kualitas diukur berdasarkan biaya kerusakan perjam dari tenaga kerja langsung.
2. Biaya kualitas diukur berdasarkan biaya produksi termasuk biaya tenaga kerja langsung, biaya bahan baku dan biaya overhead pabrik.
3. Biaya kualitas dibanding dengan nilai penjualan (persentase biaya kualitas total terhadap nilai penjualan).
4. Biaya kualitas dibandingkan terhadap keuntungan (persentase biaya kualitas total terhadap nilai keuntungan).
5. Biaya kegagalan internal dibanding terhadap biaya produksi total (persentase biaya kegagalan internal terhadap biaya produksi total).
6. Biaya kegagalan eksternal dibanding dengan nilai penjualan bersih (persentase biaya kegagalan eksternal terhadap nilai penjualan bersih).
7. Biaya penilaian untuk memperoleh material dibandingkan terhadap biaya total pembelian material (persentase biaya penilaian untuk memperoleh material terhadap biaya total pembelian material).

### 2.5 Efisiensi

Efisiensi merupakan ukuran dalam membandingkan input yang direncanakan dengan yang sebenarnya. Apabila masukan yang sebenarnya makin hemat, maka tingkat efisiensinya makin tinggi, dan makin kecil masukan yang dapat dihemat maka makin rendah tingkat efisiensinya.

Dalam hal ini efisiensi mengandung arti penghematan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa efisiensi (efisien atau tidak). Untuk mencari efisiensi biaya produksi ini dapat dilakukan dengan mencari selisih antara realisasi dan rencana. Dan untuk mencari tingkat efisiensinya dilakukan dengan cara membandingkan selisih tersebut dengan rencananya.

Jika dihubungkan dengan biaya maka efisiensi merupakan perbandingan antara biaya yang direncanakan dalam bentuk anggaran dengan biaya yang sesungguhnya. Jadi untuk mengetahui tingkat efisiensi dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut [7].

$$\text{Rasio Efisiensi} = \frac{\text{anggaran} - \text{realisasi}}{\text{anggaran}} \times 100\% \quad (1)$$

Biaya produksi yang digunakan sering x menyimpang dari biaya produksi yang telah dianggarkan. biaya produksi yang sesungguhnya dipergunakan terkadang lebih besar atau lebih kecil dari biaya produksi yang dianggarkan tersebut. Mempergunakan biaya dengan efisien terutama biaya produksi merupakan suatu keharusan apabila perusahaan menginginkan kelangsungan hidup perusahaan dan tercapai tujuan perusahaan untuk mencapai laba yang optimal.

Efisiensi biaya dapat diketahui dengan penilaian tertentu. pengukuran efisiensi biasanya dibandingkan dengan suatu ukuran tertentu yaitu:

1. Perbandingan efisiensi suatu pusat pertanggung jawaban dengan pusat pertanggung jawaban lainnya.
2. Membandingkan efisiensi pusat pertanggung jawaban dengan cara menghubungkan biaya sesungguhnya dengan anggaran.
3. Membandingkan efisiensi yang dulu dengan masa sekarang.

Berdasarkan pendapat tersebut pengukuran efisiensi suatu pusat pertanggung jawaban yang baik digunakan adalah dengan cara menghubungkan biaya sesungguhnya dengan biaya standar atau anggarannya. Untuk menilai efisiensi biaya produksi, secara langsung akan meliputi tiga komponen biaya produksi yaitu efisiensi biaya bahan baku, efisiensi biaya tenaga kerja langsung dan efisiensi biaya *overhead* pabrik. Tingkat efisiensi biaya produksi dapat dilihat dari hasil analisis selisih biaya produksi. Analisis biaya produksi ini dilakukan dengan cara analisis komponen-komponen biaya produksi yang terdiri dari biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung dan biaya *overhead* pabrik [5].

Dalam model satu selisih, antara biaya sesungguhnya dengan biaya standar tidak dipecah dalam selisih harga dan selisih kualitas. Tetapi hanya ada satu selisih yang menggabungkan selisih harga dan selisih kuantitas. Jadi dalam menilai selisih efisiensi biaya produksi hanya dijumpai tiga selisih yaitu: selisih biaya bahan baku, selisih biaya tenaga kerja langsung dan selisih biaya *overhead* pabrik. Analisis selisih biaya produksi menghasilkan dua selisih yaitu:

1. Selisih menguntungkan yang berarti efisien
2. Selisih merugikan yang berarti tidak efisien

Jika biaya yang sesungguhnya lebih kecil dibandingkan dengan biaya standarnya, maka penyimpangan biaya bersifat menguntungkan (yang berarti bahwa pusat biaya tersebut bekerja secara efisien). Namun jika biaya yang sesungguhnya lebih besar dari biaya standarnya, maka penyimpangan biaya sifatnya merugikan (yang berarti bahwa pusat biaya tersebut bekerja secara tidak efisien).

### 3 Metodologi Penelitian

#### 3.1 Objek Penelitian

Penelitian dilakukan pada PT. Perkebunan Nusantara I Cot Girek adalah perusahaan yang bergerak dalam memproduksi minyak mentah (*crude palm oil*) dan inti sawit (*palm kernel oil*) yang terletak di kilometer 14 Lhoksukon- Aceh Utara Kecamatan Cot Girek.

#### 3.2 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian dilakukan dengan eksperimen terhadap faktor-faktor yang mempunyai pengaruh paling signifikan terhadap perolehan rendemen *Crude Palm Oil* (CPO) yang di produksi PT. Perkebunan Nusantara I Cot Girek. Faktor-faktor yang berpengaruh adalah:

1. Waktu Perebusan sebagai faktor A
2. Tekanan Uap *Back Pressure Vessel* sebagai faktor B
3. Puncak Rebusan sebagai faktor C

Adapun urutan dari proses eksperimen terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi perolehan rendemen *Crude Palm Oil* (CPO) adalah sebagai berikut.

1. Tandan buah segar dimasukan ke dalam lori-lori lalu dimasukan ke dalam ketel rebusan (*sterilizer*) melalui rel, pada masing-masing lori berisikan 3500 kg tandan buah segar (TBS), dan setiap ketel rebusan (*sterilizer*) berkapasitas delapan lori, dengan jumlah ketel rebusan (*sterilizer*) empat buah, jadi setiap satu kali perebusan mampu merebus tandan buah segar 112000 kg.
2. Pengaturan tekanan uap *back pressure vessel* dilakukan sebelum proses perebusan dimulai. Tekanan *back pressure vessel* dapat diatur dengan cara mensuplai (*suplesi*) uap langsung dari *boiler* melalui pipa dengan pemutaran kran (*vessel*) secara manual sampai memenuhi standar yaitu 2,5-2,8 kg/cm<sup>2</sup>. Langkah selanjutnya adalah melakukan proses perebusan dengan cara menutup pintu pada ketel rebusan, menutup pipa *inlet steam* dan *outlet steam* serta membuka pipa *kondensat*. Pintu pada ketel rebusan harus ditutup rapat, lalu pipa *inlet steam* dibuka serta *pipa outlet* dan *kondensat* ditutup agar proses perebusan sempurna.
3. Pengaturan puncak rebusan secara manual dengan mengatur pembukaan dan penutupan pipa *inlet steam* dan *outlet steam* pada 5 menit pertama maka akan tercapai puncak rebusan pertama yang dapat dilihat pada grafik rebusan pada kontrol panel rebusan, kemudian *inlet steam* dibuka dan *outlet steam* ditutup untuk mendapatkan puncak rebusan berikutnya. Puncak rebusan yang diambil tergantung pada keadaan tekanan di *boiler* apakah cukup mensuplai uap ke stasiun perebusan atau tidak,

apabila keadaan pada boiler cukup untuk mensuplai uap ke rebusan, maka pada 10 menit kedua outlet steam dibuka, dan inlet steam ditutup untuk mendapatkan puncak rebusan kedua dan begitu selanjutnya untuk mendapatkan puncak rebusan ketiga dengan waktu 90 menit untuk waktu perebusan 110 menit. Puncak rebusan pertama adalah 5 menit dan puncak rebusan kedua pada 90 menit. Waktu perebusan yang digunakan pada PT. Perkebunan Nusantara I adalah berkisar antara 90 menit dan 110 menit.

4. Setelah waktu perebusan selesai, langkah selanjutnya adalah melanjutkan TBS yang sudah direbus ketahap berikutnya sampai dengan penimbunan *Crude Palm Oil* (CPO) di *storage tank*. Perhitungan rendemen *Crude Palm Oil* (CPO) dilakukan setiap dua jam sekali. Pengaturan tekanan uap *back pressure vessel* (BPV), waktu rebusan dan puncak rebusan selalu sama tiap jamnya. Petugas di stasiun *storage* akan mengukur ketinggian CPO dengan menggunakan pengaris. Setelah ketinggian CPO di stasiun penimbunan (*Storage*) diketahui, lalu dihitung persentasi rendemen yang diperoleh.

### 4 Hasil dan Pembahasan

#### 4.1 Hasil

Pada stasiun perebusan memiliki tiga faktor utama yaitu.

1. Waktu perebusan (faktor A) yaitu penentuan lama waktu perebusan yang digunakan untuk merebus tandan buah segar.
2. Tekanan Uap *Back pressure Vassel* (faktor B) yaitu uap yang digunakan untuk merebus tandan buah segar uap ini dihasilkan oleh *boiler*, kemudian di suplay ke stasiun-stasiun produksi
3. Puncak Rebusan (faktor C) yaitu penentuan seberapa besar tekanan yang akan disuplay ke *sterilizer* sehingga tandan buah segar akan masak sempurna pada saat proses perebusan terjadi.

Data yang dibutuhkan adalah jumlah persentasi rendemen *Crude Palm Oil* (CPO). Eksperimen dilakukan dengan mengkombinasikan perlakuan-perlakuan/ faktor-faktor yang menjadi penyebab rendahnya perolehan persentasi rendemen *Crude Palm Oil* (CPO). Faktor-faktor tersebut adalah tekanan uap *back pressure vessel* (BPV) dengan satuan kg/cm<sup>2</sup>, waktu rebusan (menit) dan puncak rebusan (*peak*). Masing-masing variabel tersebut terdiri atas dua taraf faktor yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi perolehan persentasi rendemen Crude Palm Oil (CPO) dengan menggunakan metode Analysis Of Variance

Tabel 1. Faktor-faktor yang Berpengaruh Terhadap Perolehan Rendemen Pada Stasiun Perebusan

No.	Faktor	Satuan	Level	
			Rendah	Tinggi
1.	Waktu Rebusan (A)	Kg/Cm <sup>2</sup>	2,5	2,8
2.	Tekana Back Pressure Vessel (BPV) (B)	Peak	2	3
3.	Puncak Rebusan (Peak) (C)	Menit	90	110

Sumber: PT. Perkebunan Nusantara I Cot Girek

Data perolehan rendemen dilakukan perhitungan setiap hari produksi dengan sampel penelitian 48 kali pengamatan adapun perolehan rendemen Crude Palm Oil (CPO) yang di peroleh PT. Perkebunan Nusantara I Cot Girek dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Data Pengaruh Back Pressure Vessel (BPV), Peak dan Waktu Rebusan Terhadap Rendemen Crude Palm Oil (CPO)

Waktu Perebusan	Tekanan Uap BPV 2,5 kg/cm		Tekana Uap BPV 2,8 kg/cm	
	Puncak Rebusan		Puncak Rebusan	
	2 Puncak	3 Puncak	2 Puncak	3 Puncak
90 menit	20,65	21,55	21,87	22,35
	21,2	20,24	21,95	22,42
	20,85	21,45	20,94	21,95
	20,75	20,82	21,65	21,95
	20,9	21,85	22,21	21,55
	21,35	22,54	21,95	22,75
jumlah	125,7	128,45	130,57	132,97
110 menit	21,24	22,45	21,94	22,71
	21,24	21,76	21,79	21,69
	20,77	22,42	21,74	22,45
	21,97	20,95	21,96	23,32
	20,42	21,55	23,15	21,78
	21,76	20,82	21,24	22,67
Jumlah	127,4	129,95	131,82	134,62

Sumber: PT. Perkebunan Nusantara I Cot Girek

Langkah selanjutnya adalah mengolah data dari faktor-faktor yang mempengaruhi rendemen Crude Palm Oil (CPO) sesuai Tabel 3.

Tabel 3. Faktor-faktor yang Berpengaruh Terhadap Perolehan Rendemen Pada Stasiun Perebusan

No.	Faktor	Satuan	Level	
			Rendah	Tinggi
1.	Waktu Rebusan (A)	Kg/Cm <sup>2</sup>	2,5	2,8
2.	Tekana Back Pressure Vessel (BPV) (B)	Peak	2	3
3.	Puncak Rebusan (Peak) (C)	Menit	90	110

Sumber: PT. Perkebunan Nusantara I Cot Girek

Kemudian mengumpulkan data faktor-faktor yang berpengaruh terhadap perolehan rendemen Crude Palm Oil pada stasiun perebusan dan taraf untuk masing-masing faktor dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Data Pengaruh Back Pressure Vessel (BPV), Peak dan Waktu Rebusan Terhadap Rendemen Crude Palm Oil (CPO)

Waktu Perebusan	Tekanan Uap BPV 2,5 kg/cm		Tekana Uap BPV 2,8 kg/cm	
	Puncak Rebusan		Puncak Rebusan	
	2 Puncak	3 Puncak	2 Puncak	3 Puncak
90 menit	20,65	21,55	21,87	22,35
	21,2	20,24	21,95	22,42
	20,85	21,45	20,94	21,95
	20,75	20,82	21,65	21,95
	20,9	21,85	22,21	21,55
	21,35	22,54	21,95	22,75
jumlah	125,7	128,45	130,57	132,97
110 menit	21,24	22,45	21,94	22,71
	21,24	21,76	21,79	21,69
	20,77	22,42	21,74	22,45
	21,97	20,95	21,96	23,32
	20,42	21,55	23,15	21,78
	21,76	20,82	21,24	22,67
Jumlah	127,4	129,95	131,82	134,62

Sumber: PT. Perkebunan Nusantara I Cot Girek

Tabel Hasil Observasi untuk perancangan eksperimen tiga faktor Dapat Dilihat Pada Tabel 5.

Tabel 5 Data Hasil Observasi Eksperimen 2 x 2 x 2

	B1		B2	
	C1	C2	C1	C2
	A1	20,65	21,55	21,87
21,2		20,24	21,95	22,42
20,85		21,45	20,94	21,95
20,75		20,82	21,65	21,95
20,9		21,85	22,21	21,55
21,35		22,54	21,95	22,75
Jumlah	125,7	128,45	130,57	132,97
A2	21,24	22,45	21,94	22,71
	21,24	21,76	21,79	21,69
	20,77	22,42	21,74	22,45
	21,97	20,95	21,96	23,32
	20,42	21,55	23,15	21,78
	21,76	20,82	21,24	22,67
Jumlah	127,4	129,95	131,82	134,62

Sumber: Pengolahan data

Setelah Tabel Observasi setiap Perlakuan diperoleh langkah selanjutnya adalah Penentuan Daftar tabel a x b x c seperti pada Tabel 6.

Tabel 6 Daftar tabel a x b x c

	B1		B2		Jumlah
	C1	C2	C1	C2	
A1	125,7	128,45	130,57	132,97	517,69
A2	127,4	129,95	131,82	134,62	523,79
Jumlah	253,10	258,40	262,39	267,59	1041,48

Tabel rekapitulasi perhitungan dua arah a x b untuk masing-masing taraf/faktor dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7 Tabel Rekapitulasi Dua Arah a x b

	B1	B2	Jumlah
A1	254,15	263,54	517,69
A2	257,35	266,44	523,76
Jumlah	511,50	529,98	1041,48

Berikut seterusnya untuk perhitungan dua arah axc dan bxc. Setelah tabel Observasi dan tabel dua arah setiap perlakuan diperoleh maka langkah selanjutnya adalah menghitung nilai  $JK_{Total}$  dengan hasil 23,70. Selanjutnya perhitungan jumlah kuadrat faktor utama (faktor A, faktor B dan Faktor C), dengan contoh perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$JK_A = \frac{517,69^2 - 523,79^2}{24} - \frac{1041,48^2}{48} = 0,78$$

$$JK_B = \frac{511,50^2 - 529,98^2}{24} - \frac{1041,48^2}{48} = 7,1$$

$$JK_C = \frac{515,49^2 - 525,99^2}{24} - \frac{1041,48^2}{48} = 2,3$$

Dari hasil perhitungan kemudian disajikan dalam bentuk tabel *analysis of variance* yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Daftar *Analysis Of Variance* Untuk Percobaan faktorial

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Rataan Kuadrat	F Hitung
Pengaruh utama				
A	0,78	1	0,78	2,37
B	7,11	1	7,11	21,54
C	2,30	1	2,30	6,97
Interaksi dwifaktor				
AB	0,0020	1	0,0020	0,006
AC	0,00083	1	0,00083	0,0025
BC	0,00020	1	0,00020	0,0006
Interaksi trifaktor				
ABC	0,0075	1	0,0075	0,22
Galat	13,50	40	0,33	
Jumlah	23,70	47		

Dengan melihat tabel distribusi F dengan  $\alpha = 0,05$  menunjukkan bahwa  $F_{0,05(1;40)} = 4,08$ .

Dari Hasil perhitungan interaksi dua faktor utama terlihat bahwa  $F_{hitung} < F_{tabel}$  baik faktor interaksi antara a x b ( $F_{hitung} = 0,006 < F_{tabel} = 4,08$ ), a x c ( $F_{hitung} = 0,0025 < F_{tabel} = 4,08$ ), dan b x c ( $F_{hitung} = 0,006 < F_{tabel} = 4,08$ ), dengan demikian dapat di ambil kesimpulan bahwa untuk interaksi dua faktor utama yang mempengaruhi perolehan persentasi rendemen *Crude Palm Oil*, berarti  $H_o$  diterima dan  $H_i$  ditolak dengan demikian maka tidak ada pengaruh yang signifikan dari interaksi dua faktor tersebut. Sedangkan untuk interaksi tiga faktor utama yaitu a x b x c menunjukan bahwa  $F_{hitung} = 0,22 < F_{tabel} = 4,08$ , dengan demikian maka  $H_o$  diterima dan  $H_i$  ditolak berarti tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara

Interaksi tiga faktor terhadap perolehan persentasi rendemen *Crude Palm Oil*.

Kemudian dilanjutkan dengan uji normalitas dengan Taraf nyata ( $\alpha$ ) yang digunakan yaitu  $5\% = 0,05$

Data maksimum 23.32, data minimum 20.24, jumlah data (n) = 48, range (R) = data maksimum–data minimum yaitu  $23.32 - 20.24 = 3.08$  sehingga diperoleh banyak kelas yaitu 6.54 atau 7, panjang interval 0.44 dengan nilai rata-rata 21.69 dan nilai standar deviasi (S) 0.67, sedangkan nilai Z yaitu -1.83. Setelah nilai Z diperoleh langkah selanjutnya adalah menghitung luas dibawah kurva normal yaitu sebagai berikut ini.

1. Batas Kelas I  
 $P(Z < -1,83) = 0,0344$
2. Batas Kelas II  
 $P(-1,83 < Z < -1,18) = 0,1190 - 0,0344 = 0,084$
3. Batas kelas III  
 $P(-1,18 < Z < -0,54) = 0,2946 - 0,1190 = 0,18$
4. Batas Kelas IV  
 $P(-0,54 < Z < -0,18) = 0,5714 - 0,2946 = 0,28$
5. Batas Kelas V  
 $P(-0,18 < Z < 0,76) = 0,7764 - 0,5714 = 0,20$
6. Batas Kelas VI  
 $P(0,76 < Z < 1,42) = 0,9222 - 0,7764 = 0,15$
7. Batas Kelas VII  
 $P(1,42 < Z < 2,08) = 0,9812 - 0,9222 = 0,060$

Kemudian dilanjutkan dengan Hasil perhitungan rekapitulasi batas kelas dan uji normalitas data dapat  $e_i = \text{luas} \times \text{jumlah data}$  yaitu  $e_i = 0,0344 \times 48 = 1,65$  dengan jumlah akhir 47.53.

Frekuensi teramati ( $o_i$ ) dan frekuensi harapan ( $e_i$ ) telah diperoleh, langkah selanjutnya adalah menghitung *chi-square* dengan hasil  $\chi^2 9.94$

Nilai *chi-square* ( $\chi^2$ ) yang diperoleh dari hasil perhitungan adalah 8,94 dengan demikian langkah selanjutnya adalah mencari derajat yaitu nilai  $v = 7 - 2 = 5$ , Dengan demikian nilai  $v = 5$  dengan menggunakan tingkat kepercayaan 0,05 sehingga diperoleh  $\chi^2 = 8,94 < \chi^2_{0,05.5} = 11,070048$ .

#### 4.2 Pembahasan

Analisis pemecahan masalah pada penelitian ini terfokuskan kepada tiga faktor yaitu:

1. Waktu Perebusan (Faktor A)

Dari hasil perhitungan *Analysis of variance* (ANOVA) menunjukan bahwa waktu tidak memberikan efek yang signifikan terhadap rendahnya perolehan rendemen. Dari hasil perhitungan menunjukkan  $F_{hitung} < F_{tabel}$  dengan demikian maka  $H_o$  diterima dan  $H_i$  ditolak.

2. Tekanan Uap *Back Pressure Vessel* (BPV)

Dari hasil perhitungan *Analysis of variance* (ANOVA) menunjukan bahwa Uap *Back Pressure Vessel* (BPV) memberikan efek yang signifikan terhadap rendahnya perolehan rendemen. Dari hasil perhitungan menunjukkan  $F_{hitung} > F_{tabel}$  dengan demikian maka  $H_o$  ditolak dan  $H_i$  diterima. Tekanan uap ini memberikan pengaruh yang signifikan dikarenakan dua hal yaitu: Pengaturan pemasukan tekanan uap (*in steam*) dan pengaturan pembuangan uap air (*out steam*).

### 3. Puncak Rebusan (*Peak*)

Dari hasil perhitungan *Analysis of variance* (ANOVA) menunjukan bahwa Puncak rebusan (*peak*) memberikan efek yang signifikan terhadap rendahnya perolehan rendemen. Dari hasil perhitungan menunjukkan  $F_{hitung} > F_{tabel}$  dengan demikian maka  $H_o$  ditolak dan  $H_i$  diterima.

## 4 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut ini:

1. Dari hasil perhitungan menunjukan  $F_{0,05(1:40)} = F_{hitung} = 2,34 < F_{tabel} = 4,08$ , dengan demikian maka  $H_o$  diterima dan  $H_i$  ditolak berarti tidak terdapat pengaruh yang signifikan faktor A (Waktu perebusan) terhadap perolehan rendemen *Crude Palm Oil* (CPO).
2. Dari hasil perhitungan menunjukan  $F_{0,05(1:40)} = F_{hitung} = 21,54 > F_{tabel} = 4,08$ , dengan demikian maka  $H_o$  ditolak dan  $H_i$  diterima berarti terdapat pengaruh yang signifikan faktor B (Tekanan Uap *Back Pressure Vessel*) terhadap perolehan rendemen *Crude Palm Oil* (CPO).
3. Dari hasil perhitungan menunjukan  $F_{0,05(1:40)} = F_{hitung} = 6,97 > F_{tabel} = 4,08$ , dengan demikian maka  $H_o$  ditolak dan  $H_i$  diterima berarti terdapat pengaruh yang signifikan faktor C (Puncak Rebusan) terhadap perolehan rendemen *Crude Palm Oil* (CPO).
4. Dari Hasil perhitungan interaksi dua faktor utama terlihat bahwa  $F_{hitung} < F_{tabel}$  baik faktor interaksi antara a x b ( $F_{hitung} = 0,006 < F_{tabel} = 4,08$ ), a x c ( $F_{hitung} = 0,0025 < F_{tabel} = 4,08$ ), dan

b x c ( $F_{hitung} = 0,006 < F_{tabel} = 4,08$ ), dengan demikian dapat di ambil kesimpulan bahwa untuk interaksi dua faktor utama yang mempengaruhi perolehan persentasi rendemen *Crude Palm Oil*, berarti  $H_o$  diterima dan  $H_i$  ditolak dengan demikian maka tidak ada pengaruh yang signifikan dari interaksi dua faktor tersebut. Sedangkan untuk interaksi tiga faktor utama yaitu a x b x c menunjukan bahwa  $F_{hitung} = 0,22 < F_{tabel} = 4,08$ , dengan demikian maka  $H_o$  diterima dan  $H_i$  ditolak berarti tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara Interaksi tiga faktor terhadap perolehan persentasi rendemen *Crude Palm Oil*.

## Daftar Pustaka

- [1] Gasper, Vincent, 1995, *Teknik Analisis Dalam Penelitian Percobaan*, Bandung: Tarsito
- [2] Turner, Wayne C. 2000. *Pengantar Teknik dan Sistem Industri*, Surabaya: Edisi ketiga Jilid I. Guna Widya
- [3] Suwanda, 2011, *Desain Eksperimen Untuk Penelitian Ilmiah*, Bandung: Penerbit Alfabeta.
- [4] Turner, Wayne C. 2000. *Pengantar Teknik dan Sistem Industri*, Surabaya: Edisi ketiga Jilid I. Guna Widya
- [5] Ellen, C., 2003, Perancangan Eksperimen Faktorial Dalam Desain Split-Split-Plot Untuk Menentukan Faktor Yang Berpengaruh Secara Signifikan Terhadap Kekuatan Lentur Batarefraktori, Bandung: Skripsi, Program Gelar Sarjana Teknik Industri Universitas Katholik Parayangan
- [6] Nasution, M.N, 2005, *Manajemen Mutu Terpadu*, Jakarta: Ghalia Indonesia.
- [7] Suwanda, 2011, *Desain Eksperimen Untuk Penelitian Ilmiah*, Bandung: Penerbit Alfabeta.