

## UJI MATERIAL BALANCE PADA PROSES PRODUKSI PENGOLAHAN TANDAN BUAH SEGAR PLASMA (STUDI KASUS : PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VII UNIT USAHA SUNGAI NIRU)

**Dennis Butar Butar<sup>1</sup>, Dr. Ir. Hj. Hasmawaty, MM. MT<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa Universitas Bina Darma, <sup>2</sup>Dosen Mahasiswa Universitas Bina Darma  
e-mail : [Dennisbutarbutar2@gmail.com](mailto:Dennisbutarbutar2@gmail.com)<sup>1</sup>

### **Abstract**

*In an effort to increase and stabilize the production or yield of the Palm Oil Mill (PKS) PT. Perkebunan Nusantara VII Sungai Niru Business Unit (PTPN VII UU SUNI) is required to first test the processed material by conducting a material balance test which includes empty bunches (tankos), loose fruit, meat, fiber, oil, nuts (seeds), kernels (shells). ) and the core produced from 100% FFB. The analysis is carried out by comparing the results of the material balance test carried out with the actual production results at the time the FFB is processed in the factory. The analysis was carried out by collecting data and information through direct observation by testing 3 samples of FFB fractions, namely fraction 00 (raw FFB), fraction 02 (mature FFB) and fraction IV (mature FFB) which were taken at the loading ramp station before FFB was processed. After the material balance test was carried out, it was found that the difference in the ratio of oil yields (losses) was 2.38%, namely 6020 kg and the difference in ratio of core losses was 4.58%, which was 2087 kg with an estimated loss of IDR 54,569,200 . From the fishbone diagram, it was found that the elements of equipment and process were the most important stakeholders causing the high losses so that the yield decreased, especially at the sterilizer station. Thus the researchers designed a vertical sterilizer to calibrate the old and aged plant sterilizers, causing increased losses and ineffective production processing time.*

**Keywords:** *Material Balance, Fishbone Diagram, Losses, Processing Time, Vertical Sterilizer*

### **Abstrak**

Dalam upaya meningkatkan dan menstabilkan hasil produksi atau rendemen Pabrik Kelapa Sawit (PKS) PT. Perkebunan Nusantara VII Unit Usaha Sungai Niru (PTPN VII UU SUNI) dibutuhkan terlebih dahulu pengujian terhadap material yang diolah dengan melakukan uji *material balance* yang meliputi tandan kosong (tankos), brondolan, daging, fiber, minyak, *nut* (biji), kernel (cangkang) dan inti yang dihasilkan dari 100% TBS. Analisa dilakukan dengan cara membandingkan hasil uji *material balance* yang dilakukan dengan hasil produksi yang sebenarnya pada saat dilakukannya pengolahan TBS di pabrik. Analisa dilakukan dengan cara pengumpulan data dan informasi melalui observasi secara langsung dengan menguji 3 sampel fraksi TBS yaitu fraksi 00 (TBS mentah), fraksi 02 (TBS matang) dan fraksi IV (TBS lewat matang) yang diambil di stasiun *loading ramp* sebelum TBS diolah. Setelah dilakukan uji *material balance* didapatkan bahwa selisih perbandingan rendemen (*losses*) minyak sebesar 2.38% yaitu sebesar 6020 kg dan selisih perbandingan rendemen (*losses*) inti sebesar 4,58 % yaitu sebesar 2087 kg dengan kerugian yang ditaksir mencapai sebesar Rp 54.569.200. Dari hasil *fishbone diagram* didapatkan bahwa elemen *equipment* dan *proses* adalah *stakeholder* yang paling inti penyebab tingginya *losses* sehingga rendemen menurun terkhusus pada stasiun *sterillizer*. Dengan demikian peneliti melakukan rancangan *sterillizer* jenis *vertical (vertical sterillizer)* untuk dilakukannya kalibrasi terhadap *sterillizer* pabrik yang lama dan sudah termakan usia sehingga menyebabkan *losses* meningkat dan waktu proses produksi tidak efektif.

**Kata kunci :** *Material Balance, Fishbone Diagram, Losses, Waktu Proses, Vertical Sterilizer*

## 1. PENDAHULUAN

Kelapa sawit bukanlah tanaman asli di Indonesia, melainkan berasal dari Afrika Barat. Tanaman ini pertama kali sebagai sentra plasma nuftah pada tahun 1848, yang ditanam di Kebun Raya Bogor. Hasil dari tanaman yang telah tumbuh dibawa ke Deli (Sumatra Utara). Pada tahun 1869 kelapa sawit ditanam di Muara Enim (Sumatra Selatan) dan pada tahun 1878 di tanam di Muara Hulu serta pada tahun 1890 ditanam di Belitung. Kebun industri kelapa sawit pertama kali dibuka pada tahun 1911 di tanah hitam Ulu oleh Maskapai Oliepalmen Cultuur dan di pulau Raja oleh Maskapai Huilleries de Sumatera – RCMA, kemudian oleh Seumadam Cultuur Mij, dll. Sampai tahun 1915 baru mencakup areal seluas 2.715

Ha, yang ditanam bersamaan dengan tanaman lain seperti kopi, kelapa, karet dan tembakau. Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis*.) merupakan salah satu tanaman penghasil minyak yang mempunyai prospek cukup cerah dimasa mendatang. Potensi yang dimiliki oleh tanaman ini adalah pada keanekaragaman kegunaan minyak dari kelapa sawit yang dapat digunakan sebagai bahan mentah dalam industri pangan maupun non pangan.

Di Indonesia kelapa sawit sangat penting dalam kurun waktu 20 tahun terakhir, karena digunakan sebagai komoditas andalan untuk ekspor maupun komoditi yang nantinya dapat diharapkan meningkatkan pendapatan atau menghasilkan devisa bagi negara, meningkatkan harkat petani perkebunan dan dapat juga memperluas lapangan pekerjaan yang mengurangi angka pengangguran. Produksi CPO diperkirakan akan mengalami pertumbuhan sebesar 10 persen. Ekspor pun diperkirakan mengalami pertumbuhan yang serupa dengan produksi. Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia (GAPKI) melaporkan bahwa kinerja industri kelapa sawit nasional sangat baik sepanjang tahun 2019 yang dapat dilihat dari jumlah produksi yang meningkat signifikan dengan produksi CPO yang mencapai 38,17 juta ton.

Sumatera Selatan khususnya di PT. Perkebunan Nusantara VII Unit Usaha Sungai Niru tercatat bahwa rendemen CPO (minyak) yang dihasilkan seringkali tidak stabil dan cenderung rendah berdasarkan perbandingan minyak yang dihasilkan dari proses produksi dengan TBS yang diolah sehingga diperlukan adanya penelitian khusus untuk melihat potensi kandungan TBS yang diolah yang kemudian akan difokuskan pada inti dan minyak yang terkandung sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pengkajian kembali penyebab penyebab rendemen yang tidak stabil dan cenderung rendah mulai dari penanganan bahan baku yang diolah hingga alat alat produksi yang perlu dilakukannya kalibrasi kembali yang dapat menyebabkan tidak tercapainya penekanan *losses* atau tingkat *losses* yang tinggi pada inti dan minyak sawit. Untuk itu sangat dibutuhkan strategi dalam uji *material balance* TBS yang diolah berdasarkan 3 fraksi yaitu TBS mentah, TBS matang dan TBS lewat matang untuk diuji kandungan TBS yang meliputi air rebus dan buah rebus. Buah rebus yang meliputi Tandan Kosong (Tankos) dan brondolan. Brondolan yang meliputi biji (*nut*) dan daging buah. Biji yang meliputi karnel atau inti, cangkang dan daging buah yang meliputi minyak (CPO), air dan fiber sehingga dari uji *material balance* yang dilakukan tersebut diharapkan dapat memberikan pertimbangan tentang ketidakseimbangan dari hasil produksi yang seharusnya diterima dengan hasil produksi nyata (*real*) pada dipabrik sehingga kemudian dirumuskan *stakeholder* masalah yang menyebabkan tidak stabilnya rendemen pabrik menggunakan analisis sebab-akibat (*fishbone diagram*).

## 2. METODE

Pada penelitian ini data yang diperlukan terdiri dari data primer dan sekunder :

1. Data Primer adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan oleh peneliti secara langsung dari sumber datanya. Data primer disebut juga sebagai data asli atau data baru yang memiliki sifat *up to date*. Untuk mendapatkan data primer, peneliti harus mengumpulkan secara langsung. Data yang diperlukan pada penelitian ini meliputi :
  - a. Berat TBS awal
  - b. Berat TBS setelah perebusan di *sterillizer*
  - c. Persentase penguapan yang terjadi
  - d. Persentase brondolan yang dihasilkan
  - e. Persentase buah gagal yang dihasilkan
  - f. Persentase kelopak yang dihasilkan
  - g. Persentase tankos yang dihasilkan
  - h. Persentase nut yang dihasilkan
  - i. Persentase daging yang dihasilkan
  - j. Persentase cangkang yang dihasilkan
  - k. Persentase inti yang dihasilkan
  - l. Persentase minyak yang dihasilkan

- m. Persentase fiber yang dihasilkan
- n. Persentase kadar air yang terkandung
- 2. Data Sekunder adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan peneliti dari berbagai sumber yang telah ada.
- 3. Data yang didapat dari perusahaan berupa data proses produksi.
- 4. Referensi yang berhubungan dengan metode uji *material balance*
- 5. Ilmu pengetahuan lain yang berhubungan dengan tema dan topik penelitian.

Agar dapat mempelajari tentang tema yang akan diteliti maka perlu adanya studi pendahuluan. Studi pendahuluan meliputi :

- 1. Studi Lapangan  
Mengadakan tinjauan langsung lapangan dan pada proyek yang ingin diteliti guna mendapatkan data primer yang dibutuhkan kemudian melakukan pengumpulan data.
- 2. Studi Pustaka  
Mempelajari bukubuku yang berhubungan dengan tema penelitian dan permasalahan yang dihadapi, serta menggunakan pengetahuan yang telah didapat dari bangku kuliah.

*Material balance* adalah perhitungan aliran material dalam suatu sistem. Dalam perhitungan *material balance* diklasifikasikan menjadi :

- 1. Proses yang melibatkan reaksi kimia
  - 2. Proses yang tidak melibatkan reaksi kimia
- Proses proses tersebut dapat dihitung dengan cara *steady state* atau dengan cara *unsteady state*.

Beberapa terminologi yang perlu diperhatikan dalam perhitungan *material balance* adalah :

- 1. *System boundary* adalah batasan dimana sistem tersebut bekerja
- 2. *Open system (flow system)* adalah sistem yang bekerja dengan melibatkan kondisi lingkungan seperti perubahan suhu yang terjadi pada proses produksi
- 3. *Closed system (batch system)* adalah sistem yang tidak berhubungan dengan lingkungan luar. Sistem ini bekerja secara otomatis tanpa adanya campur tangan dari pihak luar

Konsep *material balance* pada TBS adalah konsep untuk menghitung jumlah masa yang masuk, terakumulasi dan yang keluar dari suatu proses sehingga dalam penentuan *losses* dari suatu proses dapat ditentukan secara kuantitatif. Tahapan perhitungan untuk *material balance* TBS ini adalah sebagai berikut :

- 1. Hitung berat TBS awal sebelum masuk *sterillizer*
- 2. Hitung persentase penguapan yang terjadi pada TBS
- 3. Hitung persentase TBS setelah keluar *sterillizer*
- 4. Hitung persentase tankos, brondolan, buah gagal dan kelopak
- 5. Hitung persentase sampel daging dan sampel biji
- 6. Hitung persentase sampel cangkang dan sampel inti
- 7. Hitung persentase air menguap
- 8. Hitung persentase kadar air
- 9. Hitung persentase *fiber*
- 10. Hitung persentase minyak

Rumus perhitungan *material balance* TBS adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{TBS} &= \text{Berat TBS sebelum perebusan} \\ \text{Penguapan} &= \text{Berat TBS sebelum perebusan} - \text{Berat TBS setelah perebusan} \\ &= \frac{\text{Penguapan}}{\text{TBS}} \times 100 = \dots\dots\dots \% (1) \\ \text{Buah rebus} &= \text{Berat TBS setelah perebusan} \\ &= \frac{\text{Buah rebus}}{\text{TBS}} \times 100 = \dots\dots\dots \% (2) \end{aligned}$$

Buah rebus terdiri dari :

$$\text{Tankos} = \text{Berat tandan kosong dari buah rebus}$$

$$= \frac{\text{Tankos}}{\text{TBS}} \times 100 = \dots\dots\dots \% (3)$$

Brondolan = Berat brondolan

$$= \frac{\text{Brondolan}}{\text{TBS}} \times 100 = \dots\dots\dots \% (4)$$

Buah gagal = Berat buah gagal dari buah rebus

$$= \frac{\text{Buah gagal}}{\text{TBS}} \times 100 = \dots\dots\dots \% (5)$$

Kelopak = Berat kelopak dari buah rebus

$$= \frac{\text{Kelopak}}{\text{TBS}} \times 100 = \dots\dots\dots \% (6)$$

Brondolan terdiri dari :

Nut = Berat nut dari brondolan

$$= \frac{\text{Nut}}{\text{Brondolan}} \times 100 = \dots\dots\dots \% (7)$$

Daging buah utuh = Berat daging buah utuh dari brondolan

Daging buah gagal = Berat daging buah gagal dari brondolan

Daging = Berat daging buah utuh dari brondolan + berat daging buah gagal dari brondolan

$$= \frac{\text{Daging}}{\text{Brondolan}} \times 100 = \dots\dots\dots \% (8)$$

Nut terdiri dari :

Cangkang = Berat cangkang dari nut

$$= \frac{\text{Cangkang}}{\text{Nut}} \times 100 = \dots\dots\dots \% (9)$$

Inti = Berat inti dari nut

$$= \frac{\text{Inti}}{\text{Nut}} \times 100 = \dots\dots\dots \% (10)$$

Daging terdiri dari :

Air menguap = Berat daging sebelum proses oven – Berat daging setelah proses oven

Kadar air pada daging :

$$= \frac{\text{Air menguap}}{\text{Daging}} \times 100 = \dots\dots\dots \% (11)$$

Fiber = Berat fiber dari daging

$$= \frac{\text{Fiber}}{\text{Daging}} \times 100 = \dots\dots\dots \% (12)$$

Minyak = Berat minyak setelah proses ekstrak dari daging

$$= \frac{720}{\text{Daging}} \times 100 = \dots\dots\dots \% (13)$$

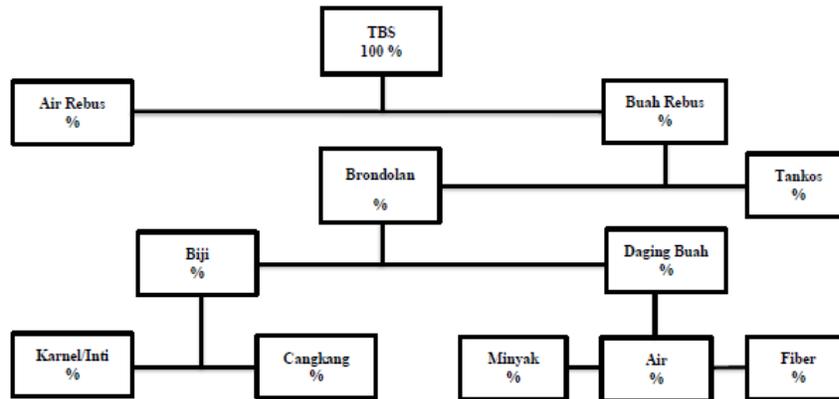
Rendemen minyak yang dihasilkan :

$$= \frac{\text{Minyak yang dihasilkan}}{\text{TBS yang diolah}} \times 100 = \dots\dots\dots \% (14)$$

Rendemen inti yang dihasilkan :

$$= \frac{\text{Inti yang dihasilkan}}{\text{TBS yang diolah}} \times 100 = \dots\dots\dots \% (15)$$

Berikut ini adalah bagan *material balance*.



Sumber : *Google Chrome* Boyd, 2020

Gambar 1 Bagan *Material Balance*

Berdasarkan gambar diatas diketahui bahwa :

1. Persentase TBS meliputi air rebus dan buah rebus
2. Persentase buah rebus meliputi brondolan dan tankos
3. Persentase brondolan meliputi biji dan daging buah
4. Persentase biji meliputi kernel/inti dan cangkang
5. Persentase daging buah meliputi minyak, air dan fiber

Metode yang digunakan untuk pengolahan data pada penelitian ini adalah *material balance*. Pada metode ini data yang diperoleh dari sumber asli berupa persentase dari seluruh komponen TBS yang selanjutnya akan difokuskan pada persentase inti dan minyak yang dihasilkan dari TBS yang diolah untuk kemudian dilakukan perbandingan antara rendemen inti dan minyak yang seharusnya didapatkan dengan rendemen inti dan minyak yang sebenarnya didapatkan (*real*) dari proses produksi pabrik.

*Fishbone diagram* merupakan konsep analisis sebab akibat yang dikembangkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa untuk mendeskripsikan suatu permasalahan dan penyebabnya dalam sebuah kerangka tulang ikan. *Fishbone diagram* juga dikenal dengan istilah diagram Ishikawa, yang diadopsi dari nama seorang ahli pengendali statistik dari Jepang, yang menemukan dan mengembangkan diagram ini pada tahun 1960-an. Diagram ini pertama kali digunakan oleh Dr. Kaoru Ishikawa untuk manajemen kualitas di perusahaan Kawasaki, yang selanjutnya diakui sebagai salah satu pioner pembangunan dari proses manajemen modern.

Watson (2004) dalam Illie G. Dan Ciocoiu C.N. (2010) mendefinisikan *fishbone diagram* sebagai alat (*tool*) yang menggambarkan sebuah cara yang sistematis dalam memandang berbagai dampak atau akibat dan penyebab yang membuat atau berkontribusi dalam berbagai dampak tersebut. Oleh karena fungsinya tersebut, diagram ini biasa disebut dengan diagram sebab-akibat.

Illie G. Dan Ciocoiu C.N (2010) mengutip dari *basic tools for process improvement* (2009) bahwa diagram *fishbone* pada dasarnya menggambarkan sebuah model sugestif dari hubungan antara sebuah kejadian atau dampak dan berbagai penyebab kejadiannya. Struktur dari diagram tersebut membantu para pengguna untuk berpikir secara sistematis. Beberapa keuntungan dari konstruksi diagram tulang ikan antara lain membantu untuk mempertimbangkan akar berbagai penyebab dari permasalahan dengan pendekatan struktur, mendorong adanya partisipasi kelompok dan meningkatkan pengetahuan anggota kelompok terhadap proses analisis penyebab masalah, dan mengidentifikasi wilayah dimana data seharusnya dikumpulkan untuk penelitian lebih lanjut.

Hasil perbandingan rendemen yang telah didapatkan akan dihitung besarnya *losses* yang terjadi pada pengolahan TBS yang kemudian akan menjadi dasar pertimbangan dalam pengkajian alat produksi

yang sudah layak untuk dikalibrasi kembali untuk tingkat presisi yang tinggi agar penekanan *losses* dapat terjadi.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil pengolahan pabrik PTPN VII Suni sesungguhnya pada tanggal 04 April 2020 adalah sebagai berikut :

Tabel 1 Hasil *Real* Pengolahan Pabrik PTPN VII Suni

No	Kebun	TBS Diterima (Kg)	TBS Diolah (Kg)	Minyak Sawit		Inti Sawit	
				Produksi (Kg)	Rendemen (%)	Produksi (Kg)	Rendemen (%)
1	PTPN VII Suni	100850	253000	52498	20,75	9500	3,75

Sumber : Kantor Pengolahan PTPN VII Suni, 2020

Dari data pengolahan sesungguhnya, didapatkan bahwa :

- Minyak hasil produksi = 20,75 % dari TBS diolah
- Inti hasil produksi = 3,75 % dari TBS diolah
- Dibandingkan dengan hasil uji *material balance* bahwa :
- Minyak hasil produksi = 23,13 % dari TBS diolah
- Inti hasil produksi = 4,58 % dari TBS diolah

**Losses**

Perbandingan rendemen minyak dan inti sawit dari hasil uji *material balance* dengan hasil produksi sesungguhnya di pabrik PTPN VII Suni pada tanggal 04 April 2020 adalah sebagai berikut :

Tabel 2 Perbandingan Rendemen Minyak dan Inti Sawit

Uji <i>Material Balance</i>				Produksi Sesungguhnya			
Minyak Sawit (Kg)	Inti Sawit (Kg)	Rendemen Minyak Sawit (%)	Rendemen Inti Sawit (%)	Minyak Sawit (Kg)	Rendemen Minyak Sawit (%)	Rendemen Inti Sawit (%)	
58518	11587	23,13	8,33	9500	20,75	3,75	

Sumber Pengolahan Data, 2020

- Losses* pada minyak dan inti sawit adalah sebagai berikut :
- Losses* minyak sawit = 58518 kg – 52498 kg = 6020 kg
- Persentase *Losses* minyak sawit = 23,13 % - 20,75 % = 2,38 %
- Losses* inti sawit = 11587 kg – 9500 kg = 2087 kg
- Persentase *Losses* inti sawit = 8,33 % - 3,75 % = 4,58 %

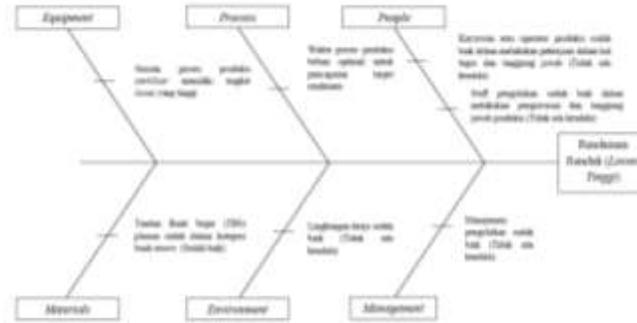
**Analisis Kerugian *Losses***

Kerugian yang ditimbulkan akibat terjadinya *losses* pada pengolahan TBS adalah sebagai berikut: Diketahui bahwa harga minyak sawit tahun 2020 adalah sebesar Rp 7800/kg sedangkan harga inti sawit tahun 2020 adalah sebesar Rp 3600/kg

- Kerugian *losses* minyak sawit = 6020 Kg × Rp 7800 = Rp 46.956.000
- Kerugian *losses* inti sawit = 2087 Kg × Rp 3600 = Rp 7.513.200
- Total kerugian *losses* = Rp 46.956.000 – Rp 7.513.200 = Rp 54.569.200

**Fishbone Diagram**

Fishbone digaram yang telah peneliti susun adalah sebagai berikut :



Sumber : Pengolahan Data, 2020

Gambar 2 Hasil Analisis *Fishbone Diagram*

Dari hasil penyusunan *fishbone diagram*, dijabarkan bahwa permasalahan yang menyebabkan rendemen rendah (*losses tinggi*) dari berbagai *stakeholder* adalah sebagai berikut :

- Equipment*: Stasiun proses produksi *sterillizer* memiliki tingkat *losses* yang tinggi
- Process* : Waktu proses produksi belum optimal untuk pencapaian target rendemen
- People* :
  - a. Karyawan atau operator produksi sudah baik dalam melakukan pekerjaan dalam hal tugas dan tanggung jawab (Tidak ada kendala)
  - b. Staff pengolahan sudah baik dalam melakukan pengawasan dan tanggung jawab produksi (Tidak ada kendala)
- Materials* : Tandan Buah Segar (TBS) plasma sudah dalam jenis buah *tenera* yang dikategorikan buah baik untuk diolah (Tidak ada Kendala)
- Environment* : Lingkungan kerja sudah baik (Tidak ada kendala)
- Management* : Manajemen pengolahan sudah baik (Tidak ada Kendala)

**Perancangan Stasiun Produksi *Sterillizer***

Berdasarkan perhitungan, pembahasan dan penjabaran *fishbone diagram* didapatkan bahwa masalah terbesar yang menyebabkan rendemen rendah (*Losses tinggi*) adalah pada *stakeholder equipment* dan *process* dimana stasiun *sterillizer* memiliki tingkat *losses* yang tinggi dan memakan waktu yang lama dikarenakan sudah tidak presisi dan bekerja normal. Maka dari itu peneliti menyusun rancangan untuk upaya penekanan *losses* dengan melakukan analisis waktu proses produksi untuk upaya kalibrasi stasiun *sterillizer*.

Waktu proses produksi yang didapatkan adalah sebagai berikut :

Tabel 2 Pengolahan Data Waktu Proses

		Pengukuran ke -														Jumlah	
Stasiun	Satuan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
										0				3	4		
<i>Loading Ramp</i>	Menit	6	70	7	6	62	63	66	60	7	7	65	80	7	6	75	1036
		4		4	8					1	3			6	9		
<i>Sterillizer</i>	Menit	9	11	9	9	10	11	10	11	9	9	11	11	9	9	11	1568
		6	5	5	8	1	8	8	2	7	3	7	6	5	6	1	
<i>Thresher</i>	Menit	5	6	4	5	5	4	6	5	4	6	6	5	4	4	6	75

Digester	Menit	2	26	2	2	26	27	24	27	2	2	24	25	2	2	25	383
	t	5		4	7					5	6			5	7		
Screw Press	Menit	2	26	2	2	26	27	24	27	2	2	24	25	2	2	25	383
	t	5		4	7					5	6			5	7		
Klarifikasi CPO	Menit	6	75	8	6	68	76	83	69	7	7	78	63	6	7	81	1084
	t	0		0	5					4	7			2	3		

Sumber : PTPN VII UU SUNI, 2020

Data rata rata waktu proses setiap stasiun sebelum kalibrasi stasiun *sterillizer* adalah sebagai berikut :

1. Loading Ramp
2.  $\bar{X} = \frac{64+70+74+68+62+63+66+60+71+7365+80+76+69+75}{15} = 69,07$
3. Sterilizer
4.  $\bar{X} = \frac{96+115+95+98+101+118+108+112+97+93+117+116+95+96+111}{15} = 104,53$
5. Thresher  $\bar{X} = \frac{5+6+4+5+5+4+6+5+4+6+6+5+4+4+6}{15} = 5$
6. Digester  $\bar{X} = \frac{25+26+24+27+26+27+24+27+25+26+24+25+25+27+25}{15} = 25,53$
7. Screw Press  $\bar{X} = \frac{25+26+24+27+26+27+24+27+25+26+24+25+25+27+25}{15} = 25,53$
8. Klarifikasi CPO
9.  $\bar{X} = \frac{60+75+80+65+68+76+83+69+74+77+78+63+62+73+81}{15} = 72,27$

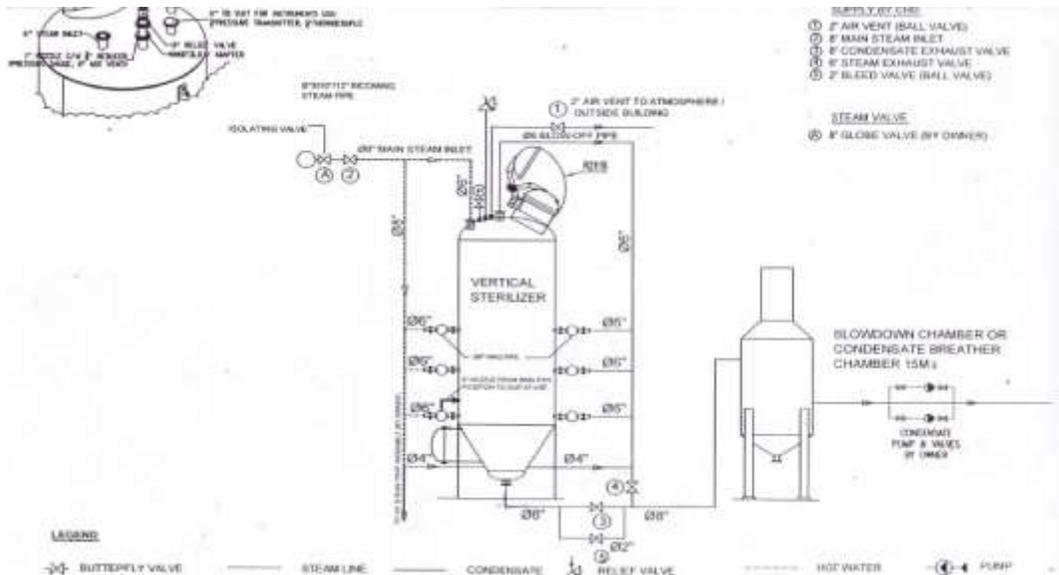
Jumlah = 69,07 + 104,53 + 5 + 25,53 + 25,53 + 72,27 = 301,93 menit

Sebelum penerapan kalibrasi stasiun produksi *sterillizer* dilakukan didapatkan waktu proses produksi adalah selama 301,93 menit

**Kalibrasi Sterillizer (Vertical Sterilizer)**

Kalibrasi stasiun produksi *sterillizer* yang peneliti rancang tentu dapat menekan *losses* yang tinggi dan meningkatkan efektifitas proses produksi.

Berikut ini adalah inovasi *sterillizer* yang peneliti rancangan :



Sumber : Google Chrome, 2020

Gambar 3 *Vertical Sterillizer*

Stasiun produksi *sterillizer* berbentuk vertikal (*vertical sterillizer*) dapat mempersingkat waktu proses produksi sebanyak 10 – 20 menit dikarenakan *vertical sterillizer* tidak menggunakan lori untuk masuknya TBS tetapi *vertical sterillizer* hanya menggunakan *chain elevator* untuk masuknya TBS.

Diketahui pada tahun 2020 harga 1 unit *vertical sterillizer* yaitu sebesar Rp 1.000.000.000 sehingga biaya yang diperlukan untuk kalibrasi 2 unit *sterillizer* pada pabrik PTPN VII Suni adalah sebesar Rp 2.000.000.000. Harga tersebut masih dalam kategori terekomendasi dibandingkan dengan kerugian yang dicapai perharinya yaitu sebesar Rp 54.569.200.

Dengan adanya kalibrasi *sterillizer*, didapatkan data waktu proses sebagai berikut :

Tabel 3 Pengolahan Data Waktu Proses Setelah Kalibrasi *Sterillizer*

Pengukuran ke -															Jumlah		
Stasiun	Satuan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	n										0			3	4		
<i>Loading Ramp</i>	Menit	6	70	7	6	6	63	6	60	7	7	65	80	7	6	75	1036
		4		4	8	2		6		1	3			6	9		
<i>Sterillizer</i>	Menit	8	10	8	8	9	10	9	10	8	8	10	10	8	8	10	1414
		6	6	3	8	2	8	8	2	6	2	7	8	4	3	1	
<i>Thresher</i>	Menit	5	6	4	5	5	4	6	5	4	6	6	5	4	4	6	75
<i>Digester</i>	Menit	2	26	2	2	2	27	2	27	2	2	24	25	2	2	25	383
		5		4	7	6		4		5	6			5	7		
<i>Screw Press</i>	Menit	2	26	2	2	2	27	2	27	2	2	24	25	2	2	25	383
		5		4	7	6		4		5	6			5	7		
<i>Klarifikasi CPO</i>	Menit	6	75	8	6	6	76	8	69	7	7	78	63	6	7	81	1084
		0		0	5	8		3		4	7			2	3		

Sumber : Analisis Hasil, 2020

Data rata rata waktu proses setiap stasiun setelah kalibrasi stasiun *sterillizer* adalah sebagai berikut :

1. *Loading Ramp*
2.  $\bar{X} = \frac{64+70+74+68+62+63+66+60+71+7365+80+76+69+75}{15} = 69,07$
3. *Sterillizer*
4.  $\bar{X} = \frac{86+106+83+88+92+108+98+102+86+82+107+108+84+83+101}{15} = 94,26$
5. *Thresher*  $\bar{X} = \frac{5+6+4+5+5+4+6+5+4+6+6+5+4+4+6}{15} = 5$
6. *Digester*  $\bar{X} = \frac{25+26+24+27+26+27+24+27+25+26+24+25+25+27+25}{15} = 25,53$
7. *Screw Press*  $\bar{X} = \frac{25+26+24+27+26+27+24+27+25+26+24+25+25+27+25}{15} = 25,53$
8. Klarifikasi CPO
9.  $\bar{X} = \frac{60+75+80+65+68+76+83+69+74+77+78+63+62+73+81}{15} = 72,27$

Jumlah = 69,07 + 94,26 + 5 + 25,53 + 25,53 + 72,27 = 291,66 menit

Penjumlahan tersebut menunjukkan bahwa waktu proses yang digunakan setelah kalibrasi stasiun produksi *sterillizer* adalah sebesar 291,66 menit. Hal ini ditunjukkan dengan berkurangnya rata rata waktu produksi pada stasiun *sterillizer* berawal 104,53 menit menjadi 94,26 menit.

Setelah penerapan kalibrasi unit stasiun produksi *sterillizer*, didapatkan bahwa waktu proses produksi sebelum kalibrasi *sterillizer* sebesar 301,93 menit sedangkan waktu proses produksi setelah kalibrasi

*sterillizer* adalah sebesar 291,66 menit. Terdapat pengefektifan waktu selama 10,27 menit. Penerapan kalibrasi stasiun produksi *sterillizer* dapat menekan angka *losses* yang selalu timbul setiap proses produksi berjalan dan tentunya akan lebih meningkatkan efektifitas waktu produksi.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan, pembahasan dan perancangan, maka kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil uji *material balance*, didapatkan bahwa semakin tinggi fraksi TBS maka semakin tinggi juga persentase minyak yang terkandung tetapi persentase inti tetap seimbang. *Losses* minyak yang terjadi pada pengolahan TBS pada 04 april 2020 adalah sebesar 2,38 % atau 6020 kg dan *losses* inti yang terjadi pada pengolahan TBS pada 04 april 2020 adalah sebesar 4,58 % atau 2087 kg
2. Dari hasil *fishbone diagram* didapatkan bahwa dari *stakeholder equipment* dan *process* menjadi inti akar penyebab masalah rendah dan tidak stabilnya rendemen pabrik dimana stasiun proses produksi *sterillizer* memiliki tingkat *losses* yang tinggi dan juga waktu proses produksi belum optimal untuk pencapaian target rendemen
3. Penelitian ini memberi masukan untuk dilakukannya kalibrasi *sterillizer* pabrik dengan inovasi rancangan *sterillizer* jenis baru yaitu *vertical sterillizer* pada proses pengolahan tandan buah segar agar dapat menekan angka *losses* yang sering terjadi dan tentunya akan lebih meningkatkan efektivitas waktu proses produksi

#### REFERENSI

- [1] Madewa, Nithyananda Putri, Sugiatmo Kasmungin, and Onnie Ridaliani. "PERHITUNGAN ISI AWAL MINYAK DENGAN METODE MATERIAL BALANCE DAN PERAMALAN PRODUKSI PADA LAPANGAN "IA"." *PROSIDING SEMINAR NASIONAL CENDEKLAWAN*. 2017.
- [2] Prasetyawati, Meri, and Agustin Damayanti. "Usulan Perbaikan Lini Produksi Mesin Cuci Di PT. SHARP *Electronics* Indonesia Menggunakan Metode *Line Balancing*." *Prosiding Semnastek* (2016).
- [3] Heidy Asmarani "perhitungan volume minyak awal di tempat (oqip) pada lapangan x dengan metode material balance" (2016).
- [4] Thoriq, Ahmad, Sam Herodian, and Agus Sutejo. "KAJIAN KARAKTERISTIK SPEKTRUM TANDAN BUAH SEGAR (TBS) KELAPA SAWIT BERDASARKAN TINGKAT KEMATANGAN MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER UV-VIS." *Teknotan: Jurnal Industri Teknologi Pertanian* 10.1 (2016).
- [5] Perkebunan, Pusat. "Kelapa Sawit." *Ditjen Perkebunan, Jakarta* (1992).
- [6] Rice, Dwi Putri. *ANALISIS RENDEMEN BUAH KELAPA SAWIT (Elaeis guineensis Jacq.) RAKYAT DI KABUPATEN DHARMASRAYA (Studi Kasus: Perkebunan KUD Lubuk Karya dan KUD Kampung Surau)*. Diss. Universitas Andalas, 2019.
- [7] Oloan Sitorus dan Tim "Analisis Potensi Minyak Terkandung Pada Tandan Buah Segar Inti PT. Perkebunan Nusantara VII Unit Usaha Sungai Lengki Menggunakan Metode *Material Balance*" Politeknik LPP Yogyakarta (2019).