

Kajian Penggunaan *Tilting Sterilizer Horizontal* di Pabrik Kelapa Sawit PT OXY

Muhammad Rico^{*)}, Maria Ulfa, Reni Astuti Widyowanti

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian
INSTIPER Yogyakarta

^{*)}Email Korespondensi : ricomuhamad053@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah penggunaan *tilting sterilizer horizontal* lebih efisien secara teknis dan layak secara ekonomis dibandingkan dengan *sterilizer konvensional horizontal* pada pabrik kelapa sawit PT OXY. Data yang dianalisis meliputi tekanan uap (*steam*), kadar asam lemak bebas (FFA), rendemen CPO, *oil losses*, serta biaya operasional pabrik. Metode penelitian dilakukan dengan membandingkan performa teknis kedua jenis *sterilizer*, menganalisis pendapatan CPO yang dihasilkan, serta menghitung kelayakan investasi menggunakan pendekatan *break even point* (BEP), *payback period* (PP), dan *net present value* (NPV). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan *tilting sterilizer horizontal* memberikan peningkatan kinerja yang signifikan. tekanan uap (*steam*) menurun 0,38 bar, kadar asam lemak bebas menurun 0,41%, rendemen CPO meningkat sebesar 0,76%, sementara *oil losses* menurun 0,17%. Dari sisi ekonomi, peningkatan pendapatan CPO tercatat Rp 4.924.800.000 per bulan, disertai penghematan biaya operasional hingga Rp 315.000.000 per bulan. Analisis kelayakan menunjukkan bahwa titik impas (BEP) dapat dicapai hanya dalam waktu 7 hari, periode pengembalian modal (PP) selama 8 hari, dan nilai NPV positif sebesar Rp 54.897.880.000. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan *tilting sterilizer horizontal* tidak hanya lebih efisien secara teknis, tetapi juga sangat layak diterapkan secara ekonomis. Teknologi ini berpotensi besar meningkatkan pendapatan produksi, mengoptimalkan penggunaan sumber daya, serta mendukung profitabilitas perusahaan kelapa sawit secara berkelanjutan.

Kata Kunci : Biaya operasional, *tilting sterilizer horizontal*, *sterilizer konvensional horizontal*, efisiensi teknis, kelayakan ekonomis.

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan komoditas strategis Indonesia yang berperan penting dalam perekonomian nasional. Sebagai penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia, Indonesia memiliki luas perkebunan mencapai lebih dari 14,62 juta hektar dengan produksi mencapai 45,12 juta ton pada tahun 2022. Industri ini menjadi penyumbang devisa negara sekaligus menyediakan lapangan kerja bagi jutaan masyarakat. Namun, di balik kontribusi tersebut, industri kelapa sawit juga menghadapi berbagai tantangan. Ekspansi perkebunan sering kali dikaitkan dengan deforestasi, degradasi lahan, hingga konflik sosial dengan masyarakat lokal. Kondisi ini memunculkan urgensi untuk menerapkan sistem pengelolaan yang lebih berkelanjutan. Salah satu cara yang dapat ditempuh adalah melalui inovasi teknologi di pabrik kelapa sawit yang mampu meningkatkan efisiensi proses produksi tanpa menambah beban lingkungan (Fatimah et al., 2024).

Dalam proses pengolahan *crude palm oil* (CPO) diperlukan proses sterilisasi tandan buah segar (TBS) menggunakan uap bertekanan untuk menjaga kualitas CPO. Konsumsi uap pada proses ini dapat mencapai 250 kg per ton TBS, namun sekitar 70% terbuang sebagai *excess steam*, yang mengakibatkan pemborosan energi, peningkatan biaya bahan bakar *boiler*, dan polusi termal. Rendah menjadi uap bertekanan menengah untuk digunakan ulang dalam proses, sehingga mampu menghemat energi hingga 20%, menekan biaya operasional, dan mengurangi dampak lingkungan (Palaniandy *et al.*, 2020).

Proses sterilisasi merupakan tahap sangat krusial dalam pengolahan TBS di pabrik kelapa sawit. Sterilisasi berfungsi membantu pelepasan serat dan biji, mempercepat hidrolisis pektin, melunakkan daging buah, mengurangi kadar air, serta memudahkan ekstraksi minyak dengan efisiensi yang lebih baik (Masruroh dan Hermiza, 2021).

Sejak awal berdirinya pabrik kelapa sawit di Indonesia, teknologi sterilisasi yang banyak digunakan adalah *sterilizer* konvensional *horizontal*. Alat ini berbentuk bejana bertekanan *horizontal* dengan sistem kerja *batch*, di mana tandan buah segar direbus menggunakan uap bertekanan melalui pola tiga puncak (*triple peak*). Pengisian dilakukan menggunakan lori yang ditarik melalui rel menuju bejana perebus. Teknologi ini dipilih karena relatif sederhana, mudah dioperasikan, serta mampu menghasilkan minyak sawit mentah CPO dengan rendemen yang baik. Namun demikian, *sterilizer horizontal* memiliki keterbatasan, seperti konsumsi uap yang tinggi (600–700 kg/ton TBS), tingginya *oil losses* pada kondensat, serta adanya potensi kenaikan asam lemak bebas apabila sterilisasi tidak berjalan optimal, kebutuhan tenaga kerja yang besar (8 operator per stasiun), serta risiko keselamatan kerja akibat sistem manual dan tekanan bejana yang tinggi (Subiyanto, 2014).

Menurut penelitian Alparisi, (2021), *tilting sterilizer horizontal* merupakan inovasi yang didesain dengan mekanisme kemiringan sehingga lebih efisien dalam distribusi uap yang lebih merata dan pengosongan kondensat. Teknologi ini memiliki keunggulan dibandingkan *sterilizer* konvensional *horizontal*, antara lain efisiensi pemakaian *steam* sebesar 2,8– kg/cm², berkurangnya genangan kondensat sebesar 0,04%, dan *tilting sterilizer* terbukti mampu mengurangi *oil losses* pada sistem konvensional dapat mencapai 0,72% terhadap TBS, sehingga berpotensi meningkatkan rendemen minyak sawit.

Sebagai bentuk inovasi, PT OXY juga telah mengoperasikan *tilting sterilizer horizontal*. Alat ini didesain dengan mekanisme kemiringan (*tilting*) dan sistem hidrolik sehingga proses pengisian maupun pengeluaran TBS lebih cepat dan otomatis. Waktu perebusan hanya sekitar 60 menit dengan konsumsi uap lebih rendah (200–250 kg/ton TBS). *Tilting sterilizer horizontal* terbukti dapat mampu dalam meningkatkan tekanan uap (*steam*) sebesar 0,38 bar, mengurangi FFA sebesar 0,47%, meningkatkan mutu CPO sebesar 0,76% dan mengurangi *oil losses* sebesar 0,17%. serta mengurangi kebutuhan tenaga kerja yang sebelumnya *sterilizer* konvensional *horizontal* sebesar 8 orang menjadi 4 orang.

Berdasarkan uraian di atas perlu dilakukan kajian lebih lanjut mengenai penggunaan *tilting sterilizer* di PT OXY, khususnya dari sisi teknis dan ekonomis. Kajian diperlukan untuk menilai perbandingan biaya operasional antara penggunaan *sterilizer* konvensional *horizontal* dengan *tilting sterilizer horizontal* dan penghematan biaya (energi, tenaga kerja dan perawatan) yang dapat dicapai dengan *tilting sterilizer*. Hasil analisis diharapkan dapat menjadi dasar pertimbangan manajemen PT OXY dalam pengambilan keputusan investasi dan strategi efisiensi produksi ke depan.

Sterilizer konvensional *horizontal* merupakan teknologi yang paling lama digunakan di industri kelapa sawit. Sistem ini menggunakan lori baja beroda yang berisi 1,5–15 ton TBS, dimasukkan ke dalam bejana *horizontal* dengan pemanasan uap bertekanan (Nasution, 2011).

Industri kelapa sawit memiliki peranan strategis dalam perekonomian Indonesia, tidak hanya sebagai penyumbang devisa negara tetapi juga sebagai penyedia lapangan kerja dan penggerak pembangunan daerah. Di balik peran penting tersebut, operasional pabrik kelapa sawit menuntut pengelolaan biaya yang efisien serta mempertimbangkan dampak lingkungan. Untuk itu, diperlukan analisis ekonomi yang mampu memberikan gambaran mengenai efisiensi penggunaan sumber daya serta kelayakan investasi yang dijalankan perusahaan (Utami et al., 2017).

METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *tilting sterilizer*, *flow meter* uap, timbangan digital/truk *scale*, *thermometer*, *stopwatch*, *power meter*/KWh meter, kamera/Hp. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: tandan buah segar, CPO, air uap (*steam*), pelumas oli hidrolik, kertas data/laporan produksi, biaya operasional (biaya listrik, uap, tenaga kerja, perawatan). Penelitian ini dilaksanakan di Pabrik Kelapa Sawit PT OXY yang berada di Kecamatan Kota Pinang Kabupaten Labuhan Batu Selatan, Provinsi Sumatera Utara. Waktu pelaksanaan penelitian berlangsung selama 30 hari pada bulan September 2024 (2 September-30 September)

Data yang terkumpul dari lapangan dan dokumentasi kemudian diolah sesuai dengan variabel penelitian. Data teknis seperti tekanan *steam*, kadar asam lemak bebas, rendemen, dan *oil losses* dihitung rata-rata serta dibandingkan antara *tilting sterilizer* dengan *sterilizer* konvensional. Data biaya operasional seperti konsumsi energi, tenaga kerja, dan biaya perawatan dihitung selisih serta persentase penghematan. Selanjutnya dilakukan analisis ekonomi untuk menilai kelayakan penggunaan *tilting sterilizer* dengan metode:

1. Break Even Point (BEP)

Analisis *break even point* (BEP) digunakan untuk mengetahui jumlah produksi minimum agar investasi tidak mengalami kerugian.

$$\frac{\text{Total Investasi (Rp)}}{\text{Rumus BEP} = \text{Total manfaat bulanan (Rp/bulan)}}$$

Rumus BEP = Total manfaat bulanan (Rp/bulan)

2. Payback Period (PP)

Analisis *payback period* digunakan untuk menghitung waktu pengembalian modal dari investasi menggunakan rumus:

$$\frac{\text{Total Investasi (Rp)}}{\text{Rumus PP} = \text{manfaat bulanan (Rp/bulan)}}$$

Rumus PP = manfaat bulanan (Rp/bulan)

3. Net Present Value (NPV)

Net present value (NPV) merupakan metode yang menghitung selisih antara manfaat atau penerimaan dengan biaya atau pengeluaran.

$$\text{Rumus NPV} = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I - \text{Total Investasi Awal}$$

Keterangan:

NPV = *Net Present Value* (nilai sekarang bersih)-(Rp)

CF (*Cash Flow*) = arus kas bersih (tahunan tetap)-(Rp)

r = tingkat diskonto (*discount rate*) 5% per tahun

t = periode 5 tahun

n = umur proyek (periode analisis) 5 tahun

i = total investasi awal

Hasil pengolahan data kemudian dianalisis untuk mengetahui sejauh mana penggunaan *tilting sterilizer horizontal* dapat menekan biaya operasional serta meningkatkan keuntungan perusahaan.

Prosedur penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang bertujuan untuk menganalisis efisiensi teknis dan kelayakan ekonomi penggunaan *tilting sterilizer horizontal* dibandingkan dengan *sterilizer konvensional horizontal*. Tahapan penelitian meliputi:

1. Identifikasi masalah: yaitu tingginya biaya operasional dan potensi *oil losses* pada penggunaan *sterilizer konvensional*.
2. Penentuan variabel penelitian: meliputi tekanan *steam* (uap), kadar asam lemak bebas, rendemen, *oil losses*, biaya energi, biaya tenaga kerja, biaya perawatan, serta aspek investasi dan pengembalian modal.
3. Pengumpulan data awal: baik primer (observasi, wawancara, pencatatan operasional) maupun sekunder (laporan produksi dan biaya perusahaan).
4. Analisis laboratorium: yaitu pengukuran rendemen CPO, kadar asam lemak bebas (ALB), dan *oil losses*.
5. Pengolahan data: dengan menghitung rata-rata, selisih, serta persentase penghematan.
6. Analisis ekonomi: menggunakan *break even point* (BEP), *payback period* (PP), dan *net present value* (NPV) untuk menilai kelayakan investasi.
7. Interpretasi hasil penelitian: untuk mengetahui apakah penggunaan *tilting sterilizer* lebih efisien secara teknis dan layak secara ekonomi dibandingkan *sterilizer konvensional*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Teknis

1. Tekanan Uap (*Steam*)

Tekanan uap merupakan salah satu parameter paling krusial dalam proses sterilisasi tandan buah segar (TBS) di pabrik kelapa sawit. Sterilisasi menggunakan uap bertekanan tinggi bertujuan untuk mematikan aktivitas enzim lipase yang dapat memicu kenaikan kadar asam lemak bebas (*Free Fatty Acid/FFA*), melunakkan buah sehingga memudahkan pelepasan brondolan dari tandan, serta mengoptimalkan proses selanjutnya seperti pelumatan (*digester*) dan pengepresan (*screw press*). Oleh karena itu, pengaturan tekanan uap harus dilakukan secara cermat, karena nilai yang terlalu tinggi dapat meningkatkan biaya energi dan menimbulkan risiko kerusakan pada peralatan maupun buah, sedangkan tekanan yang terlalu rendah dapat menyebabkan sterilisasi tidak sempurna sehingga mutu CPO menurun. Tekanan ini diukur menggunakan manometer (*pressure gauge*) yang terpasang pada bejana *sterilizer*. Hasil pengukuran ditampilkan dalam satuan bar, dimana 1 bar setara dengan 100 kPa atau kurang lebih sama dengan 1 atmosfer. Pemilihan satuan bar dilakukan karena lebih praktis digunakan dalam industri dibandingkan Pascal (Pa) yang nilainya jauh lebih besar (Alparisi, 2021). Pengamatan tekanan uap (*steam*) di PT OXY dilakukan selama 15 hari di bulan September 2025 pada dua jenis perebusan, yaitu di *sterilizer konvensional horizontal* dan *tilting sterilizer horizontal*. Data hasil pengamatan tekanan uap ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tekanan Uap (Steam) Sterilizer

No.	Tekanan <i>Steam Sterilizer</i> Konvensional (bar)	Tekanan <i>Steam Tilting Sterilizer</i> (bar)
1.	3,2 bar	2,8 bar
2.	3,3 bar	2,9 bar
3.	3,1 bar	2,8 bar
4.	3,2 bar	2,7 bar
5.	3,4 bar	2,9 bar
6.	3,3 bar	2,8 bar
7.	3,2 bar	2,9 bar
8.	3,3 bar	2,8 bar
9.	3,2 bar	2,7 bar
10.	3,3 bar	2,9 bar
11.	3,2 bar	2,8 bar
12.	3,3 bar	2,7 bar
13.	3,2 bar	2,8 bar
14.	3,3 bar	2,8 bar
15.	3,2 bar	2,9 bar
Rata-rata	3,20 bar	2,82 bar
Selisih	0,38 bar	

Berdasarkan hasil pengukuran yang ditampilkan pada Tabel 1, tekanan uap pada *sterilizer* konvensional *horizontal* bekerja pada tekanan lebih tinggi 3,20 bar. Sementara itu, *tilting sterilizer horizontal* beroperasi pada tekanan 2,82 bar. Perbedaan ini memperlihatkan bahwa *tilting sterilizer horizontal* mampu menurunkan kebutuhan tekanan uap sekitar 0,38 bar. Perbedaan tersebut disebabkan oleh desain dan efisiensi pemakaian uap. *Sterilizer* konvensional *horizontal* membutuhkan tekanan uap lebih tinggi untuk memastikan penetrasi uap merata ke seluruh bagian tandan buah segar. Sementara itu, *tilting sterilizer horizontal* yang memiliki sistem pengadukan (*tilting*) lebih efisien dalam pemindahan panas, sehingga dapat bekerja optimal pada tekanan uap lebih rendah. Penurunan tekanan dan suhu ini tidak menurunkan efektivitas sterilisasi, karena *tilting sterilizer* dirancang dengan sistem rotasi drum yang memungkinkan penetrasi uap lebih merata ke tandan buah segar (TBS).

2. Kadar Asam Lemak Bebas (ALB)

Nilai asam lemak bebas (ALB) berasal dari hasil analisis laboratorium dengan metode titrasi basa. ALB terbentuk akibat hidrolisis trigliserida menjadi asam lemak bebas oleh enzim lipase atau kontak dengan air pada buah sawit. Kadar ALB menjadi salah satu indikator penting mutu minyak sawit, karena semakin tinggi ALB maka kualitas minyak semakin menurun. Tingginya kadar ALB umumnya dipengaruhi oleh keterlambatan proses perebusan, aktivitas enzim lipase yang belum terhentikan, serta kondisi distribusi uap yang tidak merata selama sterilisasi. Oleh sebab itu, peran sterilisasi dengan sistem perebusan yang efisien sangat penting untuk menekan pembentukan ALB. Metode analisis dilakukan dengan cara menimbang sampel minyak sawit, kemudian melarutkannya dalam pelarut etanol panas, menambahkan indikator fenolftalein, lalu menitrasi menggunakan larutan KOH 0,1 N sampai titik akhir titrasi tercapai (warna merah muda stabil) (Amanda *et al.*, 2022). Pengamatan kadar ALB di PT OXY dilakukan selama 15 hari di bulan September 2025 pada dua jenis *sterilizer*, yaitu di *sterilizer* konvensional *horizontal* dan *tilting sterilizer horizontal*. Data hasil pengamatan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar Asam Lemak Bebas (ALB)

Hari	ALB Sterilizer Konvensional <i>Horizontal</i>	ALB <i>Tilting Sterilizer Horizontal</i>
	(%)	(%)
1	2,85 %	2,50 %
2	2,90 %	2,45 %
3	2,87 %	2,48 %
4	2,92 %	2,46 %
5	2,89 %	2,47 %
6	2,88 %	2,44 %
7	2,86 %	2,45 %
8	2,90 %	2,48 %
9	2,91 %	2,49 %/
10	2,88 %	2,47 %
11	2,87 %	2,46%
12	2,89 %	2,44 %
13	2,88 %	2,48 %
14	2,87 %	2,45 %
15	2,89 %	2,46 %
Rata-rata	2,88 %	2,47 %
Selisih	0,41 %	

Berdasarkan Tabel 2, rata-rata kadar ALB CPO di *sterilizer* konvensional *horizontal* 2,88%, sedangkan di *tilting sterilizer horizontal* 2,47%, terjadi pengurangan nilai ALB 0,41% yang lebih rendah pada *tilting sterilizer horizontal*. Disebabkan oleh distribusi uap yang merata, tekanan yang stabil dan waktu tunggu tandan buah segar yang lebih singkat sehingga menghambat kerja enzim lipase. Hal ini membuktikan bahwa *tilting sterilizer horizontal* lebih efektif menekan pembentukan ALB sehingga menghasilkan CPO dengan mutu lebih baik.

3. Rendemen *Crude Palm Oil* (CPO)

Rendemen CPO merupakan salah satu parameter paling penting dalam menilai keberhasilan proses TBS di pabrik kelapa sawit. Rendemen menunjukkan seberapa besar minyak yang dapat diekstraksi dari jumlah TBS yang diolah. Semakin tinggi nilai rendemen, semakin efisien proses pengolahan yang dilakukan. Rendemen CPO dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain tingkat kematangan buah, kualitas perebusan, efektivitas pemisahan brondolan, efisiensi mesin pengepres (*screw press*), serta jumlah kehilangan minyak (*oil losses*) yang terjadi pada berbagai tahapan produksi (Abdul *et al.*, 2022). Perhitungan rendemen CPO di PT OXY dilakukan selama 15 hari di dua jenis *sterilizer* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rendemen CPO di Sterilizer Konvensional Horizontal Dan Tilting Sterilizer Horizontal

Hari	Rendemen <i>Sterilizer</i> Konvensional <i>Horizontal</i> (%)	Rendemen <i>Tilting Sterilizer Horizontal</i> (%)
1.	22,5 %	23,2 %
2.	22,6 %	23,3 %
3.	22,4 %	23,1 %
4.	22,5 %	23,4 %
5.	22,6 %	23,3 %
6.	22,4 %	23,2 %
7.	22,5 %	23,4 %
8.	22,6 %	23,3 %
9.	22,5 %	23,1 %
10.	22,4 %	23,3 %
11.	22,6 %	23,2 %
12.	22,5 %	23,4 %
13.	22,7 %	23,3 %
14.	22,8 %	23,1 %
15.	22,7 %	23,3 %
Rata-rata	$\pm 22,50$ %	$\pm 23,26$ %
Selisih	0,76 %	

Berdasarkan Tabel 3, hasil pengamatan selama 15 hari, rendemen CPO dengan penggunaan *sterilizer* konvensional *horizontal* rata-rata $\pm 22,50\%$, lebih rendah dibandingkan dengan *tilting sterilizer horizontal* yang hanya sebesar $\pm 23,26$ %, sehingga ada kenaikan sebesar 0,76%.

Perbedaan ini menunjukkan bahwa *tilting sterilizer* lebih efektif dalam proses sterilisasi karena distribusi uap yang lebih merata, pemasakan tandan buah segar (TBS) lebih optimal, kehilangan minyak pada *fiber* dan cangkang lebih kecil, serta menghasilkan rendemen yang lebih stabil. Dengan demikian, penggunaan *tilting sterilizer horizontal* terbukti mampu meningkatkan rendemen CPO secara signifikan dan memberikan potensi keuntungan ekonomis yang lebih besar bagi pabrik kelapa sawit.

4. Oil Losses

Oil losses merupakan kehilangan minyak selama proses pengolahan TBS yang dapat berasal dari brondolan, kondensat, *fiber*, maupun *sludge*. Kehilangan minyak ini menjadi salah satu indikator penting dalam menilai efisiensi proses pengolahan kelapa sawit. Semakin besar *oil losses* yang terjadi, semakin rendah rendemen CPO yang diperoleh, sehingga menurunkan efisiensi produksi dan berpengaruh terhadap keuntungan perusahaan. Proses sterilisasi memiliki peranan yang sangat besar dalam menentukan tingkat *oil losses*. Apabila perebusan berlangsung tidak merata atau kurang optimal, minyak yang terkandung dalam buah tidak dapat keluar dengan sempurna pada saat pengepresan. *Tilting sterilizer horizontal* hadir sebagai inovasi yang mampu mengurangi kehilangan minyak, karena desainnya memungkinkan distribusi uap yang lebih merata melalui rotasi bejana. (Nurrahman *et al.*, 2021). Hasil perhitungan *oil losses* di dua jenis *sterilizer* disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Oil Losses

Parameter	<i>Sterilizer</i> Konvensional <i>Horizontal</i> (%)	<i>Tilting Sterilizer</i> <i>Horizontal</i> (%)	Perbandingan (%)
<i>Oil losses</i> di brondolan	0,18	0,12	0,06
<i>Oil losses</i> di kondensat	0,09	0,05	0,04
<i>Oil losses</i> di <i>fiber</i>	0,25	0,20	0,05
<i>Oil losses solid waste</i>	0,05	0,03	0,02
Rata-rata	0,57	0,40	0,017

Tabel 4, menunjukkan hasil rata-rata *oil losses* pada metode *sterilizer* konvensional yaitu 0,57%, sedangkan *tilting sterilizer horizontal* sebesar 0,40%, sehingga terdapat selisih 0,17%. Nilai *oil losses* pada *tilting sterilizer horizontal* lebih kecil di semua parameter, baik pada brondolan, kondensat, serat (*fiber*), maupun limbah padat (*solid waste*). Hal ini menunjukkan bahwa sistem *tilting sterilizer* lebih efektif dalam mengurangi kehilangan minyak sawit, yang berimplikasi pada peningkatan rendemen dan efisiensi proses produksi CPO.

B. Ekonomi

1. Pendapat CPO

Tabel 5. Perhitungan Pendapatan CPO

<i>Sterilizer</i>	Produksi CPO (kg/hari)	Harga CPO (Rp/kg)	Pendapatan (Rp/hari)	Pendapatan (Rp/bulan)
<i>Sterilizer</i> konvensional	405.000	12.000	4.860.000.000	145.800.000.000
<i>Tilting</i> <i>sterilizer</i>	418.680	12.000	5.024.160.000	150.724.800.000
Selisih	13.680	-	164.160.000	4.924.800.000

Berdasarkan hasil perhitungan pendapatan CPO pada Tabel 7, perhitungan pendapatan menunjukkan bahwa penggunaan *tilting sterilizer horizontal* lebih memberikan keuntungan dibandingkan dengan *sterilizer* konvensional *horizontal*. Produksi CPO dengan *sterilizer* konvensional *horizontal* tercatat sebesar 405.000 kg/hari dengan pendapatan Rp 4.860.000.000/hari atau Rp 145.800.000.000/bulan. Sementara itu, pada *tilting sterilizer horizontal* produksi meningkat menjadi 418.680 kg/hari dengan pendapatan Rp 5.024.160.000/hari atau Rp 150.724.800.000/bulan. Dengan demikian, terdapat selisih produksi sebesar 13.680 kg/hari yang memberikan tambahan pendapatan sebesar Rp 164.160.000/hari atau Rp 4.924.800.000/bulan. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan *tilting sterilizer horizontal* mampu meningkatkan hasil produksi CPO serta memberikan kontribusi ekonomi yang signifikan. Oleh karena itu, secara finansial, *tilting sterilizer horizontal* lebih layak untuk diimplementasikan karena mampu meningkatkan pendapatan perusahaan sekaligus mempercepat pengembalian investasi.

2. Perbandingan Biaya Operasional

Tabel 6. Biaya Operasional Metode Sterilizer Konvensional Horizontal dan Tilting Sterilizer Horizontal

Komponen	<i>Sterilizer</i> Konvensional (Rp/bulan)	<i>Tilting Sterilizer</i> (Rp/bulan)	Selisih (Rp/bulan)
Biaya energi	350.000.000	250.000.000	100.000.000
Biaya tenaga kerja	40.000.000	20.000.000	20.000.000
Biaya <i>maintenance</i>	820.000.000	625.000.000	195.000.000
Total	1.210.000.000	895.000.000	315.000.000

Berdasarkan Tabel 6, terlihat bahwa penggunaan *tilting sterilizer horizontal* lebih menguntungkan dibandingkan dengan *sterilizer konvensional horizontal* dari sisi biaya operasional bulanan. Perbedaan paling signifikan terdapat pada komponen biaya energi, di mana *tilting sterilizer horizontal* hanya membutuhkan Rp 250.000.000/bulan, sedangkan *sterilizer konvensional horizontal* mencapai Rp 350.000.000/bulan. Dengan demikian, terjadi penghematan sebesar Rp 100.000.000/bulan. Selain itu, pada biaya tenaga kerja juga terjadi efisiensi karena *tilting sterilizer horizontal* hanya membutuhkan Rp 20.000.000/bulan. Sedangkan *sterilizer konvensional horizontal* mencapai Rp 40.000.000/bulan, sehingga terdapat selisih Rp 20.000.000/bulan. Penghematan yang paling besar terdapat pada biaya *maintenance*, yakni sebesar Rp 195.000.000, karena *tilting sterilizer horizontal* hanya memerlukan Rp 625.000.000/bulan, jauh lebih rendah dibandingkan *sterilizer konvensional horizontal* yang mencapai Rp 820.000.000/bulan. Jika seluruh komponen biaya dijumlahkan, total biaya operasional *sterilizer konvensional horizontal* mencapai Rp 1.210.000.000/bulan, sedangkan *tilting sterilizer horizontal* hanya Rp 895.000.000 per bulan. Dengan demikian, total penghematan yang diperoleh adalah Rp 315.000.000/bulan. Hal ini menunjukkan bahwa *tilting sterilizer horizontal* lebih efisien dan ekonomis, sehingga dapat menjadi pilihan yang lebih tepat untuk meningkatkan efisiensi biaya operasional dalam jangka panjang.

C. Rekapitulasi Hasil Analisis Teknis dan Ekonomi Terhadap Penggunaan *Sterilizer*

Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh perbedaan yang cukup signifikan antara penggunaan *sterilizer konvensional horizontal* dengan *tilting sterilizer horizontal*, baik dari segi teknis maupun ekonomi. Dari sisi teknis, parameter yang diamati meliputi tekanan uap, kadar asam lemak bebas (ALB), rendemen CPO, serta *oil losses*. Sedangkan dari sisi ekonomi, dilakukan perbandingan biaya operasional dan pendapatan CPO yang dihasilkan. Untuk mempermudah pemahaman, hasil analisis tersebut dirangkum dalam tabel rekapitulasi teknis dan ekonomi berikut:

1. Rekapitulasi Hasil Analisis Teknis

Analisis teknis dilakukan untuk mengetahui kinerja proses perebusan pada penggunaan *tilting sterilizer horizontal* dan *sterilizer konvensional horizontal*. Hal ini dapat dilihat dari empat parameter utama, yaitu tekanan uap (*steam*), kadar asam lemak bebas (ALB), rendemen CPO, dan *oil losses*. Rekapitulasi hasil pengamatan teknis ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi teknis

Parameter	<i>Sterilizer Konvensional Horizontal</i>	<i>Tilting Sterilizer Horizontal</i>	Keterangan (Naik/Turun)
Tekanan uap (<i>steam</i>)-(bar)	3,20	2,82	0,38 (turun)
Asam lemak bebas (ALB)-(%)	2,88	2,47	0,41 (turun)
Rendemen CPO (%)	22,50	23,26	0,76 (naik)
<i>Oil losses</i> (%) total	0,57	0,40	0,17 (turun)

Berdasarkan hasil analisis teknis dan ekonomi, dapat disimpulkan bahwa *tilting sterilizer horizontal* lebih unggul dibandingkan dengan *sterilizer konvensional horizontal*. Dari sisi teknis, *tilting sterilizer* terbukti mampu menekan tekanan uap sebesar 0,38 bar, menurunkan kadar ALB sebesar 0,41%, meningkatkan rendemen CPO sebesar 0,76%, serta mengurangi *oil losses* sebesar 0,17%.

2. Rekapitulasi Hasil Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi dilakukan untuk mengetahui efisiensi biaya operasional dan keuntungan yang diperoleh perusahaan dari penggunaan *sterilizer* konvensional *horizontal* dan *tilting sterilizer horizontal*. Hal ini dapat dilihat dari empat parameter utama, yaitu biaya bahan bakar, biaya tenaga kerja, biaya *maintenance*, dan pendapatan dari produksi CPO. Hasil rekapitulasi ekonomi ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Rekapitulasi analisis biaya operasional dan pendapatan

Komponen	<i>Sterilizer</i> Konvensional <i>Horizontal</i>	<i>Tilting Sterilizer</i> <i>Horizontal</i>	Keterangan Nilai Akhir
Biaya Bahan Bakar (Rp/bulan)	350.000.000	250.000.000	100.000.000
Biaya Tenaga Kerja (Rp/bulan)	40.000.000	20.000.000	20.000.000
Biaya <i>Maintenance</i> (Rp/bulan)	820.000.000	625.000.000	195.000.000
Total Biaya Operasional (Rp/bulan)	1.210.000.000	895.000.000	315.000.000
Pendapatan Produksi CPO (kg/hari)	405.000	418.680	13.680
Pendapatan (Rp/hari)	4.860.000.000	5.024.160.000	164.160.000
Pendapatan (Rp/bulan)	145.800.000.000	150.724.800.000	4.924.800.000

Secara Berdasarkan Tabel 10, hasil perhitungan dari pendapatan CPO bulanan dari penggunaan *tilting sterilizer horizontal* lebih tinggi dibandingkan dengan *sterilizer* konvensional *horizontal*, yaitu sebesar Rp 150.724.800.000 per bulan. Sedangkan konvensional *horizontal* hanya Rp 145.800.000.000 per bulan. Selisih pendapatan mencapai Rp 4.924.800.000 per bulan. Selain itu, biaya operasional penggunaan *tilting sterilizer horizontal* lebih rendah, yaitu Rp 895.000.000 per bulan dibandingkan Rp 1.210.000.000 per bulan pada sistem konvensional. Penghematan terbesar terdapat pada biaya *maintenance*, dengan selisih sebesar Rp 195.000.000, disusul oleh biaya bahan bakar sebesar Rp 100.000.000.

D. Analisis Ekonomi Terhadap Penggunaan *Sterilizer Horizontal* dan *Tilting Sterilizer Horizontal*

Untuk melakukan analisis kelayakan ekonomi pada penggunaan sterilizer konvensional *horizontal* dan *tilting sterilizer horizontal*, diperlukan beberapa data awal atau variabel utama sebagai dasar perhitungan. Data tersebut meliputi biaya investasi yang dikeluarkan perusahaan untuk pengadaan alat, perbandingan pendapatan dari CPO sebelum dan sesudah penerapan *tilting sterilizer horizontal*, biaya operasional pabrik yang mencakup biaya bahan bakar, tenaga kerja, dan pemeliharaan, serta asumsi tingkat diskonto dan periode analisis yang digunakan untuk menilai kelayakan jangka panjang investasi. Selain itu, analisis ekonomi juga mempertimbangkan faktor efisiensi proses produksi, yaitu sejauh mana *tilting sterilizer* mampu meningkatkan rendemen CPO sekaligus menekan angka kehilangan minyak (*oil losses*). Dengan demikian, hasil analisis tidak hanya menggambarkan perbandingan keuntungan finansial, tetapi juga potensi penghematan biaya yang timbul akibat perbaikan teknologi. Melalui pendekatan ini, perusahaan dapat menilai apakah penggantian *sterilizer* konvensional *horizontal* dengan *tilting sterilizer horizontal* benar-benar memberikan nilai

tambah yang signifikan, baik dari sisi teknis maupun ekonomis. Rincian data awal analisis ekonomi ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Data awal/kelayakan analisis ekonomi

N0	Variabel yang di Gunakan	Hasil
1	Total investasi sterilizer konvensional horizontal (Rp)	20.000.000.000
2	Nilai ekonomi pendapatan CPO sterilizer konvensional horizontal (Tabel 10)-(Rp/bulan)	145.800.000.000
3	Biaya operasional penggunaan sterilizer konvensional horizontal (Tabel 10)-(Rp/bulan)	1.210.000.000
4	Arus kas (<i>Cash Flow</i>) masuk bersih manfaat bulanan (Rp/bulan)	$145.800.000.000 - 1.210.000.000 =$ 144.590.000.000
5	Arus kas (<i>Cash Flow</i>) masuk bersih manfaat tahunan (Rp/tahun)	$144.590.000.000 \times 12 = 1.735.080.000.000$
6	Total investasi tilting sterilizer horizontal (Rp)	35.000.000.000
7	Nilai ekonomi pendapatan CPO tilting sterilizer horizontal (Tabel 10)-(Rp/bulan)	150.724.800.000
8	Biaya operasional penggunaan tilting sterilizer horizontal (Tabel 10)-(Rp/bulan)	895.000.000
9	Arus kas (<i>Cash Flow</i>) masuk bersih manfaat bulanan (Rp/bulan)	$150.724.800.000 - 895.000.000 =$ 149.829.800.000
10	Arus kas (<i>Cash Flow</i>) masuk bersih manfaat tahunan (Rp/tahun)	$150.189.800.000 \times 12 = 1.797.957.600.000$
11	Tingkat diskonto	5% per tahun
12	Periode analisis	5 tahun

Sumber: PT OXY (2018)

Berdasarkan Tabel 9. Data utama untuk hasil analisis ekonomi, penggunaan *sterilizer konvensional horizontal* membutuhkan investasi awal sebesar Rp 20.000.000.000 dengan nilai ekonomi CPO Rp 145.800.000.000 per bulan dan biaya operasional Rp 1.210.000.000 per bulan sehingga menghasilkan arus kas bersih Rp 144.590.000.000 per bulan atau Rp 1.735.080.000.000 per tahun, sedangkan *tilting sterilizer horizontal* membutuhkan investasi lebih besar yaitu Rp 35.000.000.000, namun memberikan nilai ekonomi lebih tinggi yakni Rp 150.724.800.000 per bulan dengan biaya operasional lebih rendah Rp 895.000.000 per bulan sehingga menghasilkan arus kas bersih Rp 149.829.800.000 per bulan atau Rp 1.797.957.600.000 per tahun. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun investasi awal *tilting sterilizer horizontal* lebih besar, namun secara ekonomi lebih menguntungkan dibandingkan *sterilizer konvensional horizontal* karena memberikan keuntungan bersih yang lebih tinggi serta efisiensi biaya operasional yang lebih baik.

Rekapitulasi hasil analisis BEP, PP, dan NPV

Hasil analisis *break even point* (BEP), *payback period* (PP), dan *net present value* (NPV), diperoleh ringkasan perbandingan antara *sterilizer konvensional horizontal* dan *tilting sterilizer horizontal* dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Rekapitulasi hasil analisis BEB, PP, NPV

Parameter	<i>Sterilizer Konvensional Horizontal</i>	<i>Tilting Sterilizer Horizontal</i>
Investasi awal (Rp)	20.000.000.000	35.000.000.000
Manfaat bulanan (Rp)	144.590.000.000	149.829.800.000
Manfaat tahunan (Rp)	1.735.080.000.000	1.797.957.600.000
<i>Break even point</i> (BEB)	0,138 bulan (5 hari)	0,234 bulan (7 hari)
<i>Payback period</i> (PP)	0,0115 tahun (5 hari)	0,01946 tahun (8 hari)
<i>Net present value</i> (NPV)-(Rp)	66.754.000.000	54.897.880.000

Berdasarkan Tabel 10, terlihat adanya perbedaan kinerja ekonomi antara *sterilizer* konvensional *horizontal* dan *tilting sterilizer horizontal*. Pada *break even point* (BEP), *sterilizer* konvensional *horizontal* hanya membutuhkan waktu 5 hari untuk mencapai titik impas, sedangkan *tilting sterilizer horizontal* memerlukan waktu 7 hari. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun *tilting sterilizer* mampu memberikan manfaat bulanan lebih besar, waktu pengembalian modal awal tetap lebih lama karena nilai investasi awal yang lebih tinggi, yaitu Rp 35.000.000.000 dibanding *sterilizer* konvensional Rp 20.000.000.000. Hasil serupa juga terlihat pada *payback period* (PP), di mana *sterilizer* konvensional *horizontal* membutuhkan 5 hari untuk mengembalikan modal, sementara *tilting sterilizer horizontal* memerlukan waktu 8 hari, yang kembali dipengaruhi oleh besarnya investasi awal meskipun secara teknis *tilting sterilizer* dapat menghasilkan *output* yang lebih besar. Selanjutnya, hasil perhitungan *net present value* (NPV) menunjukkan bahwa kedua jenis *sterilizer* sama-sama layak untuk dijalankan karena menghasilkan nilai positif, namun *sterilizer* konvensional *horizontal* memberikan NPV yang lebih tinggi yaitu Rp 66.754.000.000, sedangkan *tilting sterilizer horizontal* sebesar Rp 54.897.880.000. Perbedaan ini terjadi karena *sterilizer* konvensional membutuhkan investasi awal yang lebih rendah sehingga selisih antara manfaat bersih dengan modal awal menjadi lebih besar, sedangkan pada *tilting sterilizer* meskipun potensi manfaat tahunan lebih tinggi, besarnya biaya investasi awal menyebabkan nilai NPV yang diperoleh lebih rendah dibandingkan dengan *sterilizer* konvensional.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Kajian Penggunaan *Tilting Sterilizer Horizontal* di Pabrik Kelapa Sawit PT OXY, dapat di simpulkan sebagai berikut:

1. Penggunaan *tilting sterilizer horizontal* lebih efisien secara teknis di banding dengan *sterilizer* konvensional *horizontal*. Hal ini ditunjukkan dengan penurunan tekanan uap 0,38 bar, penurunan asam lemak bebas 0,41%, kenaikan rendemen CPO 0,76%, dan penurunan *oil losses* 0,17%.
2. Penggunaan *tilting sterilizer horizontal* lebih layak secara ekonomis di banding dengan *sterilizer* konvensional *horizontal*. Hal ini ditunjukkan dengan adanya penurunan biaya operasional Rp 315.000.000/bulan, peningkatan pendapatan Rp 4.924.800.000/bulan, analisis menunjukkan BEP tercapai dalam 7 hari, PP 8 hari, dan NPV positif Rp 54.897.880.000. Nilai BEP, PP *tilting sterilizer* lebih tinggi dan NPV lebih rendah, karena besarnya investasi awal terhadap *tilting sterilizer* Rp 35.000.000.000 dibanding dengan *sterilizer* konvensional Rp. 20.000.000.000. Namun, secara keseluruhan *tilting sterilizer* tetap lebih unggul karena memberikan penghematan biaya, peningkatan pendapatan, dan efisien berkelanjutan yang signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, L. M. dan Bismantolo P. 2022. Analisa Performa Kerja Sterilizer of Crude Palm Oil. *Rekayasa Mekanika*, 6(1), 39–50. <https://doi.org/10.33369/rekayasamekanika.v6i1.25455>
- Alparisi, S. 2021. *Kajian Oil Losses Pada Stasiun Tilting Sterilizer Dalam Pengolahan Tandan Buah Segar (Tbs) Menjadi Crude Palm Oil (Cpo)*. 18007. <https://repository.unja.ac.id/25002>
- Amanda, A. S. dan Meriatna M. 2022. Penurunan Kadar FFA (Free Fatty Acid) Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Adsorben Pencampuran Bentonit Dan Tanah Liat (Lempung) Melalui Proses Adsorpsi. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 2(1), 82–92. <https://doi.org/10.29103/cejs.v2i1.4676>
- Fatimah, S. E. dan Ramadhani A. 2024. Strategi Pengelolaan Berkelanjutan Kelapa Sawit di Indonesia. *Jurnal Ekonomi, Manajemen Dan Akuntansi*, 26(4), 803.
- Masrurroh, L. dan Hermiza M. 2021. Proses Perebusan Kelapa Sawit pada Stasiun Sterilizer (Studi Kasus pada PT. Tri Bakti Sarimas PKS 2 Ibul, Riau). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 10(1), 43–48.
- Nasution, M. A., Hasibuan H. A., dan Yudanto B. G. 2011. Komparasi Sterilizer Konvensional dan Modern. Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Kelompok Peneliti Rekayasa Teknologi dan Pengolahan Limbah & Kelompok Peneliti Pengolahan Hasil dan Mutu, Jl. Brigjend Katamso No. 51, Medan.
- Nurrahman, A., Edwin, P., dan Azra M. 2021. Analisa Kehilangan Minyak (Oil Losses) Pada Proses Produksi Di Pt X. *Jurnal Daur Lingkungan*, 4(2), 59–63. <https://doi.org/10.33087/daurling.v4i2.89>.
- Palaniandy, Y., Adam N. M., Hung Y. P., dan Naning F. H. 2020. Potential of Steam Recovery from Excess Steam in Sterilizer at Palm Oil Mill. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 79(1), 17–26. <https://doi.org/10.37934/ARFMTS.79.1.1726>.
- Subiyanto, S. 2014. c. *Jurnal Teknik Industri*, 14(2), 160–173. <https://doi.org/10.22219/jtiumm.vol14.no2.160-173>.
- Utami, R., K. E. I., dan Ekayani M. 2017. Economy and Environmental Impact of Oil Palm Palm Plantation Expansion (Case Study: Panyabungan Village, Merlung Sub-District, West Tanjung Jabung Barat District, Jambi). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 22(2), 115–126. <https://doi.org/10.18343/jipi.22.2.115>