

**ANALISA PENGARUH SUHU, KADAR MINYAK COT, DAN
KADAR MINYAK *RECLAIMED TANK* TERHADAP
KADAR MINYAK *SLUDGE UNDERFLOW*
*CONTINUOUS SETTLING TANK***

SKRIPSI



Disusun Oleh :

ERICHO YEREMIA

20/21540/TP

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN STIPER
YOGYAKARTA**

2026

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA PENGARUH SUHU, KADAR MINYAK COT, DAN KADAR
MINYAK *RECLAIMED TANK* TERHADAP KADAR MINYAK
*SLUDGE UNDERFLOW CONTINUOUS SETTLING TANK***

Disusun Oleh :

ERICHO YEREMIA

20/21540/TP

Skripsi ini diajukan Kepada Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Stiper (INSTIPER) Yogyakarta guna memenuhi persyaratan
untuk Memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST)

Yogyakarta, 24 Juli 2026

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Dr. Ir. Nuraeni Dwi Dharmawati, MP.)

(Rengga Arnalis Renjani, S. TP., M.Si., IPM)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian



(Dr. Ngatirah P., M.P., IPM)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur senantiasa penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik.

Dalam menyelesaikan Skripsi ini, penulis banyak menerima bantuan dan dukungan baik secara moril maupun materil dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesehatan, kemudahan dan kelancaran selama proses penyusunan skripsi.
2. Kepada Orang tua saya yang selalu memberikan doa dan dukungan selama proses penulisan skripsi sehingga menjadi motivasi bagi penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi.
3. Bapak Dr. Ir. Harsawardana, M.Eng. Selaku Rektor Institut Pertanian Stiper Yogyakarta.
4. Ibu Dr. Ngatirah, S.P., M.P., IPM. Selaku Dekan fakultas teknologi pertanian Institut Pertanian Stiper Yogyakarta.
5. Bapak Arief Ika Uktoro, S. TP, M. Sc. Selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian.
6. Ibu Dr. Ir. Nuraeni Dwi Dharmawati, MP. Selaku dosen pembimbing satu yang telah membimbing penulis selama proses skripsi.
7. Bapak Rengga Arnalis Renjani, S. TP., M.Si., IPM. Selaku dosen pembimbing dua yang telah membimbing penulis selama proses skripsi.

8. Admin Fakultas Teknologi Pertanian yang telah membantu dalam memenuhi persyaratan yang diperlukan untuk menyelesaikan proses skripsian.
9. Teman-teman yang telah memberikan dukungan dan motivasi sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
10. Rekan-rekan pekerja di PT. LS yang telah membantu dan membimbing dalam proses penelitian.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar penelitian ini menjadi lebih baik. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Yogyakarta, 24 Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
ABSTRAK	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Proses Klarifikasi Minyak Kelapa Sawit	6
2.2 <i>Continous Settling Tank</i> (CST)	7
2.3 <i>Sludge</i> dan <i>Sludge Underflow</i>	8
2.4 <i>Reclaimed Tank</i>	9
2.5 Temperatur dalam Klarifikasi	10
2.6 Hubungan <i>Reclaimed Tank</i> dengan Kinerja CST.....	10
BAB III METODE PENELITIAN.....	12
3.1 Waktu Dan Lokasi Penelitian	12

3.2	Alat Dan Bahan Penelitian	12
3.3	Tahapan Penelitian	16
3.4	Parameter yang Diamati	19
3.5	Teknik Pambilan Sampel.....	20
3.6	Analisa Laboratorium.....	21
3.7	Analisa Data	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		24
4.1	Gambaran Lokasi Penelitian	24
4.2	Analisa Komposisi Umpan COT, <i>Reclaimed Tank</i> dan <i>Sludge Underflow</i>	26
4.2.1	Hasil Analisa Komposisi Umpan COT	26
4.2.2	Hasil Analisia Komposisi <i>Reclaimed Tank</i>	29
4.2.3	Hasil Analisa Komposisi <i>Sludge Underflow</i> CST.....	31
4.3	Pengaruh Umpan COT terhadap Minyak <i>Sludge Underflow</i>	33
4.4	Pengaruh Umpan <i>Reclaimed Tank</i> terhadap Minyak <i>Sludge Underflow</i>	36
4.5	Pengaruh Suhu terhadap Minyak <i>Sludge Underflow</i>	39
4.6	Hasil Analisis Regresi Linear Berganda	43
4.7.1	Hasil Analisis Secara Parsial (uji t) masing-masing Variabel	49
4.7.2	Hasil Analisis Variabel Secara Simultan	50
4.7.3	Interpretasi Hasil Regresi	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		53
DAFTAR PUSTAKA		55
LAMPIRAN.....		57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	<i>Flowchart</i> Proses Klarifikasi.....	7
Gambar 3. 1	<i>Continuous Settling Tank</i>	12
Gambar 3. 2	<i>Reclaimed Tank</i>	13
Gambar 3. 3	<i>Crude Oil Tank</i>	13
Gambar 3. 4	<i>Thermometer Sounding</i>	14
Gambar 3. 5	<i>Table Top Cetrifuge</i>	15
Gambar 3. 6	<i>Flowchart</i> Tahap Penelitian	16
Gambar 4. 1	Pengaruh Kadar Minyak COT terhadap Kadar Minyak <i>Sludge Underflow</i>	34
Gambar 4. 2	Pengaruh Minyak <i>Reclaimed Tank</i> terhadap Minyak <i>Sludge Underflow</i>	37
Gambar 4. 3	Pengaruh Suhu (°C) terhadap Kadar Minyak <i>Sludge Underflow (%)</i>	40

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1	Standar Suhu dan Komposisi Umpan COT	27
Tabel 4. 2	Hasil Pengamatan Komposisi Umpan COT.....	28
Tabel 4. 3	Standar Komposisi Umpan <i>Reclaimed Tank</i>	29
Tabel 4. 4	Komposisi Umpan <i>Reclaimed Tank</i>	30
Tabel 4. 5	Standar Operasional dan Komposisi <i>Sludge Underflow</i> CST.....	31
Tabel 4. 6	Hasil Pengamatan Komposisi <i>Sludge Underflow</i> CST	32
Tabel 4. 7	Pengaruh Umpan Minyak COT terhadap Minyak <i>Sludge Underflow</i>	33
Tabel 4. 8	Pengaruh Minyak <i>Reclaimed Tank</i> terhadap Minyak <i>Sludge Underflow</i>	36
Tabel 4. 9	Pengaruh Suhu (°C) terhadap Minyak <i>Sludge Underflow</i>	39
Tabel 4. 10	Nilai Variabel Suhu, Kadar Minyak COT, dan Kadar Minyak <i>Reclaimed Tank</i>	44
Tabel 4. 11	Kontribusi Variabel Suhu, Kadar Minyak COT, dan Kadar Minyak <i>Reclaimed Tank</i> terhadap Prediksi Kadar Minyak <i>Sludge Underflow</i>	44
Tabel 4. 12	Prediksi Kadar Minyak <i>Sludge Underflow</i> terhadap Standar Operasional	45
Tabel 4. 13	Model Summary $\rightarrow R^2$	47
Tabel 4. 14	Uji Signifikansi Parsial (Uji t).....	49
Tabel 4. 15	Uji Signifikansi Simultan (Uji F)	51

ABSTRAK

Proses pemisahan minyak pada *Continuous Settling Tank* (CST) merupakan salah satu tahapan penting dalam pengolahan kelapa sawit yang berpengaruh terhadap besarnya *oil losses*. Kadar minyak pada *Sludge Underflow* CST dipengaruhi oleh beberapa faktor operasional, diantaranya suhu, kadar minyak *Crude Oil Tank* (COT), dan kadar minyak *Reclaimed Tank*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh suhu, kadar minyak (COT), dan kadar minyak *Reclaimed Tank* terhadap kadar minyak *Sludge Underflow* CST di Pabrik Kelapa Sawit. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan analisis regresi linear berganda. Data penelitian diperoleh dari data operasional pabrik yang meliputi suhu CST, kadar minyak COT, kadar minyak *Reclaimed Tank*, dan kadar minyak *Sludge underflow*. Analisis data dilakukan menggunakan uji koefisien determinasi (R^2), uji simultan (uji F), dan uji parsial (uji t) untuk mengetahui hubungan dan pengaruh antar variabel penelitian. Hasil penelitian menunjukkan persamaan regresi linear berganda dengan persamaan $Y = 2,615 - 0,166X_1 + 0,543X_2 + 0,133 X_3$. Pengaruh suhu, kadar minyak COT dan kadar minyak *Reclaimed Tank* secara simultan diperoleh nilai signifikan F sebesar $1,2478 \times 10^{-12}$ ($< 0,05$). Secara parsial, masing – masing variabel menunjukkan pengaruh yang berbeda terhadap kadar minyak *Sludge Underflow*. Variabel suhu ditunjukkan oleh nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,1185 atau 11,88%, kenaikan kadar minyak COT ditunjukkan oleh nilai $R^2 = 0,8929$ yang berarti 89,29% perubahan minyak COT (%) memiliki pengaruh yang kuat terhadap minyak di *Sludge Underflow* CST dan kadar minyak *Reclaimed Tank* ditunjukkan oleh nilai $R^2 = 0,9143$ yang berarti 91,43% juga mempengaruhi kadar minyak yang terbawa pada *Sludge Underflow*.

Kata Kunci : Suhu, Kadar minyak COT, Kadar minyak *Reclaimed Tank*, kadar minyak *Sludge Underflow*, CST

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pabrik Kelapa Sawit (PKS) merupakan pabrik industri yang berbahan baku Tandan Buah Segar (TBS) yang akan diolah menjadi minyak kelapa sawit atau *Crude Palm Oil* (CPO). Dalam proses pengolahan kelapa sawit, efisiensi produksi menjadi faktor utama yang harus diperhatikan, terutama pada Stasiun Klarifikasi yang berfungsi untuk memisahkan minyak, air, dan *sludge*. Salah satu permasalahan utama pada Stasiun Klarifikasi adalah terjadinya *oil losses* atau kehilangan minyak pada *Sludge Underflow* di unit *Continuous Settling Tank* (CST). Kehilangan minyak tersebut dapat menurunkan rendemen minyak dan mengurangi efisiensi produksi Pabrik Kelapa Sawit. Menurut Syahputra, (2023), yang menyatakan bahwa pengendalian parameter operasional pada CST menjadi sangat penting untuk meminimalkan kehilangan minyak selama proses klarifikasi.

Stasiun Klarifikasi merupakan tempat proses pemurnian CPO atau minyak kasar hasil ekstraksi sebelum disimpan di Tangki Penyimpanan (*Storage Tank*) dengan tahap proses pemurnian minyak menggunakan prinsip gravitasi dan juga diferensiasi densitas. Menurut Zulbahri, (2019), proses dengan memanfaatkan perbedaan berat jenis minyak dengan komponen - komponen lainnya seperti *sludge*, air dan pasir, berat jenis minyak yang lebih ringan akan berada diatas dan berat jenis komponen lainnya yang lebih berat akan mengendap dibawah.

Dalam proses Klarifikasi, pemberian *steam* atau uap panas menjadi salah satu faktor penting yang berfungsi untuk mempertahankan suhu operasional CST. Temperatur yang ideal pada proses pemisahan minyak berada pada kisaran 90–95°C karena pada suhu tersebut viskositas minyak akan menurun sehingga minyak lebih mudah terpisah dari air dan *sludge*. Menurut Menurut Ulhaq et al., (2024a), Penurunan viskositas akibat peningkatan suhu menyebabkan proses sedimentasi berlangsung lebih baik dan mempercepat pemisahan antar fase. Sebaliknya, suhu yang terlalu rendah dapat menyebabkan minyak menjadi lebih kental sehingga proses pemisahan kurang optimal dan berpotensi meningkatkan *oil losses* pada *sludge underflow*.

Continuous Settling Tank (CST) merupakan salah satu unit penting pada Stasiun Klarifikasi Pabrik Kelapa Sawit yang berfungsi sebagai tempat pemisahan minyak, air, dan *sludge* berdasarkan perbedaan densitas atau berat jenis. Pada proses ini, fraksi minyak yang memiliki densitas lebih ringan akan berada pada lapisan atas, sedangkan *sludge* dan kotoran yang memiliki densitas lebih berat akan mengendap pada bagian bawah tangki. Proses pemisahan yang berlangsung di CST sangat menentukan kualitas minyak sawit kasar (*Crude Palm Oil/CPO*) yang dihasilkan serta mempengaruhi besarnya kehilangan minyak (*oil losses*) pada *sludge underflow*. Menurut Darmadi et al., (2024), pengoperasian CST harus dilakukan secara optimal agar proses pengendapan berlangsung efektif dan kehilangan minyak dapat diminimalkan.

Kinerja CST juga dipengaruhi oleh kondisi umpan yang masuk ke dalam sistem Klarifikasi, termasuk kadar minyak pada *Crude Oil Tank* (COT) dan

Reclaimed Tank. Kandungan minyak yang terlalu tinggi pada aliran umpan dapat meningkatkan beban pemisahan di CST sehingga proses pengendapan *sludge* menjadi kurang optimal. Akibatnya, sebagian minyak masih terbawa bersama *Sludge Underflow* dan menyebabkan peningkatan *oil losses*. Menurut Herry, (2024) semakin optimal proses pengadukan dan pemisahan, maka kandungan minyak pada *sludge* dapat ditekan mendekati standar perusahaan.

Suhu operasional, kadar minyak COT, dan kadar minyak *Reclaimed Tank* merupakan variabel penting yang mempengaruhi besarnya *oil losses* pada *Sludge Underflow* di CST. Pengendalian ketiga variabel tersebut diperlukan untuk meningkatkan efisiensi proses pemisahan minyak dan meminimalisir kehilangan minyak selama proses pengolahan kelapa sawit. Oleh karena itu, analisis pengaruh suhu, kadar minyak keluaran COT, dan kadar minyak keluaran *Reclaimed Tank* terhadap kadar minyak *Sludge Underflow* perlu dilakukan sebagai upaya untuk melihat pengaruh kondisi operasional optimum serta meningkatkan efisiensi produksi CPO pada pabrik kelapa sawit.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka dalam kegiatan analisa ini dapat di rumuskan masalah sebagai berikut :

1. Apakah suhu ($^{\circ}\text{C}$) berpengaruh terhadap kadar minyak *Sludge Underflow* (%) pada CST?
2. Apakah kadar minyak keluaran COT (%) berpengaruh terhadap kadar minyak *Sludge Underflow* (%)?
3. Apakah kadar minyak keluaran *Reclaimed Tank* (%) berpengaruh terhadap kadar minyak *Sludge Underflow* (%)?
4. Bagaimana pengaruh suhu ($^{\circ}\text{C}$), kadar minyak keluaran COT (%), dan kadar minyak keluaran *Reclaimed Tank* (%) secara bersama-sama terhadap kadar minyak *Sludge Underflow* (%)?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh suhu ($^{\circ}\text{C}$) terhadap kadar minyak *Sludge Underflow* (%) pada CST.
2. Menganalisis pengaruh kadar minyak keluaran COT (%) terhadap kadar minyak *Sludge Underflow* (%).
3. Menganalisis pengaruh kadar minyak keluaran *Reclaimed Tank* (%) terhadap kadar minyak *Sludge Underflow* (%).
4. Menganalisis pengaruh suhu ($^{\circ}\text{C}$), kadar minyak keluaran COT (%), dan kadar minyak keluaran *Reclaimed Tank* (%) secara bersama-sama dalam mempengaruhi kadar minyak *Sludge Underflow* (%).

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat pengetahuan dan wawasan mengenai pengaruh suhu, kadar minyak COT, dan kadar minyak *Reclaimed Tank* terhadap kadar minyak di *Sludge Underflow* pada proses pengolahan kelapa sawit, khususnya pada *Continuous Settling Tank* (CST). Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan analisis regresi linear berganda dalam pengendalian *oil losses* di Pabrik Kelapa Sawit.

1.5 Batasan Masalah

Pembatasan masalah ini dilakukan untuk menghindari hal-hal diluar lingkup penelitian, adapun batasan-batasan masalah adalah sebagai berikut :

1. Penelitian hanya dilakukan pada unit *Continuous Settling Tank* (CST), *Crude Oil Tank* (COT), dan *Reclaimed Tank* di stasiun klarifikasi.
2. Variabel bebas yang diteliti hanya meliputi suhu ($^{\circ}\text{C}$), kadar minyak COT (%), dan kadar minyak *Reclaimed Tank* (%), sedangkan variabel diluar penelitian tidak dibahas.
3. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kadar minyak *Sludge Underflow* (%) sebagai indikator kehilangan minyak (*oil losses*) pada proses klarifikasi.
4. Analisis data pada penelitian ini menggunakan metode regresi linear berganda untuk mengetahui pengaruh parsial dan simultan antar variabel penelitian.

BAB II

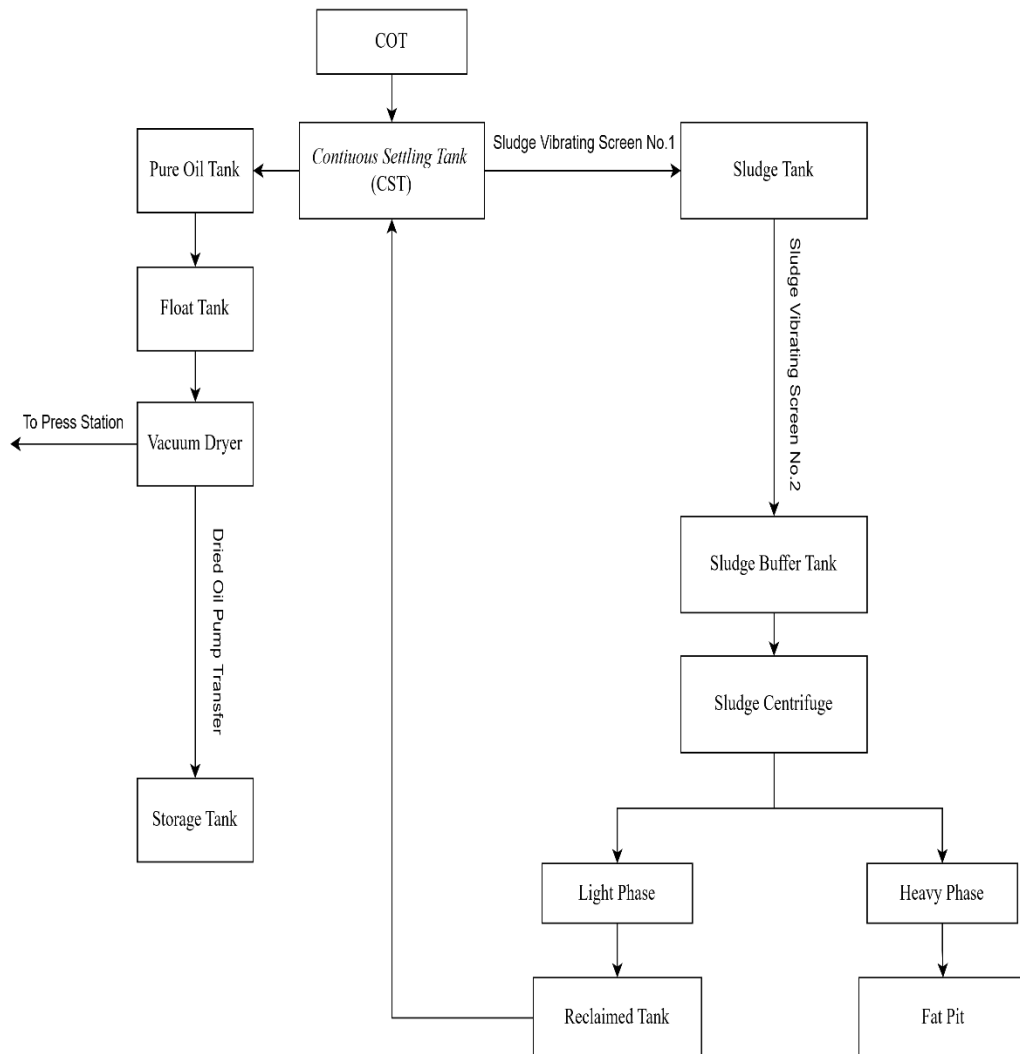
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proses Klarifikasi Minyak Kelapa Sawit

Proses klarifikasi merupakan tahapan pemisahan minyak dari campuran air dan padatan yang berasal dari proses pengepresan. Pemisahan ini dilakukan berdasarkan perbedaan berat jenis antara minyak, air, dan padatan. Minyak memiliki berat jenis lebih rendah dibandingkan air dan padatan sehingga akan berada pada lapisan atas.

Keberhasilan proses klarifikasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain temperatur, viskositas minyak, ukuran partikel padatan, serta waktu tinggal (*retention time*). Temperatur yang optimal akan menurunkan viskositas minyak sehingga mempercepat proses pemisahan. Menurut Sitinjak & Toni Tumangger, (2022) Minyak sawit yang keluar dari stasiun pengepresan masih berupa minyak yang mengandung material pengotor dan hal ini dapat menurunkan mutu minyak. Karena itu, perlu dilakukan proses pembersihan atau penjernihan yang disebut sebagai proses klarifikasi.

Adapun mekanisme yang digunakan pada proses klarifikasi adalah dengan memanfaatkan berat jenis. Pemisahan material padat dapat digunakan dengan prinsip gaya sentrifugal dengan memutar bahan pada kecepatan tertentu sehingga material padatan dengan berat jenis lebih tinggi dapat dipisahkan. Hasil dari proses klarifikasi adalah minyak sawit mentah berupa CPO yang akan dilanjutkan ke stasiun berikutnya.



Gambar 2. 1 Flowchart Proses Klarifikasi

2.2 Continuous Settling Tank (CST)

Continuous Settling Tank (CST) merupakan unit utama dalam Stasiun Klarifikasi yang berfungsi untuk memisahkan minyak dari air dan *sludge* melalui proses sedimentasi secara kontinu. Prinsip kerja CST adalah pemisahan minyak sawit (CPO) dengan pengendapan partikel dalam fluida, dimana partikel dengan densitas lebih tinggi akan turun ke dasar tangki, sedangkan minyak akan naik ke permukaan. Efektivitas CST dipengaruhi oleh beberapa

parameter operasional, terutama laju alir umpan (*feed rate*) dan waktu tinggal (*retention time*). Waktu tinggal yang cukup diperlukan agar proses pemisahan berlangsung secara optimal. Apabila laju alir terlalu besar maka waktu tinggal akan berkurang sehingga pemisahan tidak sempurna dan menyebabkan meningkatnya kandungan minyak pada *Sludge Underflow*.

Menurut Andreono, (2024), kinerja *Continuous Settling Tank* yang optimal didalam sebuah proses klarifikasi untuk memisahkan minyak, *sludge*, dan air ditentukan berdasarkan dari hasil presentase kadar pengotor dan *losses* yang terikut pada *sludge* yang sesuai dengan norma. Tetapi untuk memaksimalkan dan juga mengoptimalkan kinerja dari *Continuous Settling Tank* untuk dapat meminimalisir kotoran maka perlu dilakukan penelitian mengenai tingkat ketebalan minyak yang optimal untuk dapat dilakukannya pengutipan. Karena jika ketebalan terlalu tipis maka dapat menyebabkan banyak *sludge* terikut dalam pengutipan dan merusak mutu minyak. Jika pengutipan minyak sudah terjaga pada ketebalan yang optimal maka kualitas minyak yang dihasilkan pun akan sesuai dengan mutu yang diharapkan.

2.3 *Sludge* dan *Sludge Underflow*

Sludge merupakan campuran fluida hasil proses klarifikasi yang terdiri atas air, minyak, serta padatan halus yang berasal dari serat, pasir, dan kotoran lainnya. Pada proses pengolahan kelapa sawit, *sludge* masih mengandung minyak dalam jumlah tertentu sehingga berpotensi menimbulkan kehilangan minyak (*oil losses*) apabila proses pemisahan tidak berlangsung secara optimal. *Sludge underflow* merupakan aliran keluaran dari bagian bawah *Continuous*

Settling Tank (CST) yang didominasi oleh fase berat berupa air dan padatan, namun masih membawa sebagian minyak yang belum terpisahkan secara sempurna. Kandungan minyak pada *sludge underflow* dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain laju alir umpan, temperatur operasional, viskositas fluida, serta kestabilan emulsi minyak dan air. Menurut teori sedimentasi, proses pemisahan pada CST berlangsung berdasarkan perbedaan densitas antara minyak, air, dan padatan, sehingga perubahan kondisi operasi akan mempengaruhi efisiensi pengendapan dan pemisahan minyak. Semakin tinggi kandungan minyak pada *sludge underflow*, maka semakin besar pula kehilangan minyak yang terjadi dan menunjukkan bahwa proses klarifikasi belum berlangsung secara optimal (Rahimah et al., 2024).

2.4 Reclaimed Tank

Reclaimed Tank merupakan tangki penampungan hasil pengolahan ulang *sludge* yang masih mengandung minyak. Fluida yang masuk ke *Reclaimed Tank* berasal dari proses pemisahan pada *sludge separator* dan masih mengandung campuran minyak, air, serta emulsi dengan viskositas relatif tinggi sehingga proses pemisahannya menjadi lebih sulit. Penggunaan *Reclaimed Tank* bertujuan untuk meningkatkan *oil recovery* dan mengurangi *oil losses* yang masih terbawa bersama *sludge*. Menurut Fadhillah et al., (2024) menyatakan bahwa tingginya kandungan minyak pada aliran *Reclaim* dapat mempengaruhi kestabilan proses klarifikasi dan meningkatkan kandungan minyak pada *sludge underflow*.

2.5 Temperatur dalam Klarifikasi

Temperatur merupakan salah satu parameter operasional yang sangat penting dalam proses klarifikasi minyak sawit karena berpengaruh terhadap viskositas dan densitas fluida. Pada temperatur yang lebih tinggi, viskositas minyak akan menurun sehingga pergerakan minyak menjadi lebih cepat dan proses pemisahan minyak dari air maupun *sludge* berlangsung lebih efektif. Temperatur operasional yang umum digunakan pada CST berada pada kisaran 90–95°C karena pada kondisi tersebut pemisahan minyak berlangsung lebih optimal. Penggunaan temperatur yang terlalu tinggi dapat menyebabkan penurunan kualitas CPO akibat oksidasi dan peningkatan kadar asam lemak bebas (*FFA*). Sebaliknya, temperatur yang terlalu rendah dapat menyebabkan terbentuknya emulsi stabil sehingga minyak sulit dipisahkan dari *sludge* dan meningkatkan *oil losses* (A. Nugroho, 2019).

2.6 Hubungan *Reclaimed Tank* dengan Kinerja CST

Pengembalian fluida dari *Reclaimed Tank* ke CST merupakan salah satu metode yang digunakan untuk meningkatkan perolehan minyak (*oil recovery*). Akan tetapi, penambahan aliran *Reclaim* ke CST dapat meningkatkan laju umpan (*feed flow rate*) sehingga berpotensi mempengaruhi kestabilan proses pemisahan. Peningkatan laju umpan menyebabkan waktu tinggal (*retention time*) di dalam CST menjadi lebih singkat sehingga proses sedimentasi *sludge* dan pemisahan minyak berlangsung kurang optimal. Selain itu, peningkatan turbulensi akibat bertambahnya debit aliran dapat mengganggu proses pengendapan partikel dan menyebabkan minyak kembali tercampur dengan

sludge. Fluida dari *Reclaimed Tank* juga masih mengandung emulsi minyak dan air yang relatif stabil sehingga mempersulit proses pemisahan pada CST. Menurut teori sedimentasi gravitasi, efisiensi pemisahan akan menurun apabila aliran fluida terlalu turbulen dan waktu pengendapan tidak mencukupi. Menurut Rahimah et al., (2024) menunjukkan bahwa peningkatan beban aliran pada CST dapat meningkatkan kandungan minyak pada *Sludge Underflow* apabila tidak diimbangi dengan pengaturan kondisi operasi yang optimal.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dan pengambilan data dilaksanakan di Stasiun Klarifikasi pada Pabrik Kelapa Sawit, PT. LS (*FR Group*), Desa Makmur Abadi, Kecamatan Melayu Rayak, Kabupaten Ketapang, Provinsi Kalimantan Barat pada 28 Desember 2023 – 13 Januari 2024.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

a. Alat

1. *Continuous Settling Tank* (CST)



Gambar 3. 1 *Continuous Settling Tank*

Spesifikasi :

- Bentuk : Silinder vertikal dengan dasar kerucut
- Diameter : 5.60 m
- Tinggi tabung : 7.80 m
- Tinggi kerucut : 3.80 m
- Kapasitas : 220 ton

2. *Reclaimed Tank*



Gambar 3. 2 *Reclaimed Tank*

Spesifikasi :

- Bentuk : Tangki persegi panjang
- Panjang : 2.40 m
- Tinggi : 1.00 m
- Lebar : 1.53 m
- Kapasitas : 3.30 ton

3. *Crude Oil Tank (COT)*



Gambar 3. 3 *Crude Oil Tank*

Spesifikasi :

- Bentuk : Tangki persegi panjang
- Panjang : 6.00 m
- Tinggi : 1.50 m

- Lebar : 1.50 m
- Kapasitas : 92.5 ton

4. *Thermometer Sounding*



Gambar 3. 4 *Thermometer Sounding*

Spesifikasi :

- Jenis : *Liquid-in-Glass Thermometer*
- Rentang pengukuran : 0 - 100°C
- Resselusi : 1°C
- Satuan : °C
- Metode pengukuran : Kontak langsung (*Immersion*)
- Material pelindung : Logam (*Stainless Steel*)

5. *Table Top Centrifuge*



Gambar 3. 5 *Table Top Cetrifuge*

Spesifikasi :

- Model : PLC-03
- Kecepatan putar : 0 – 4.000 rpm
- Kapasitas rotor : 8×10 mL
- Power : 220V
- Frekuensi : 50Hz

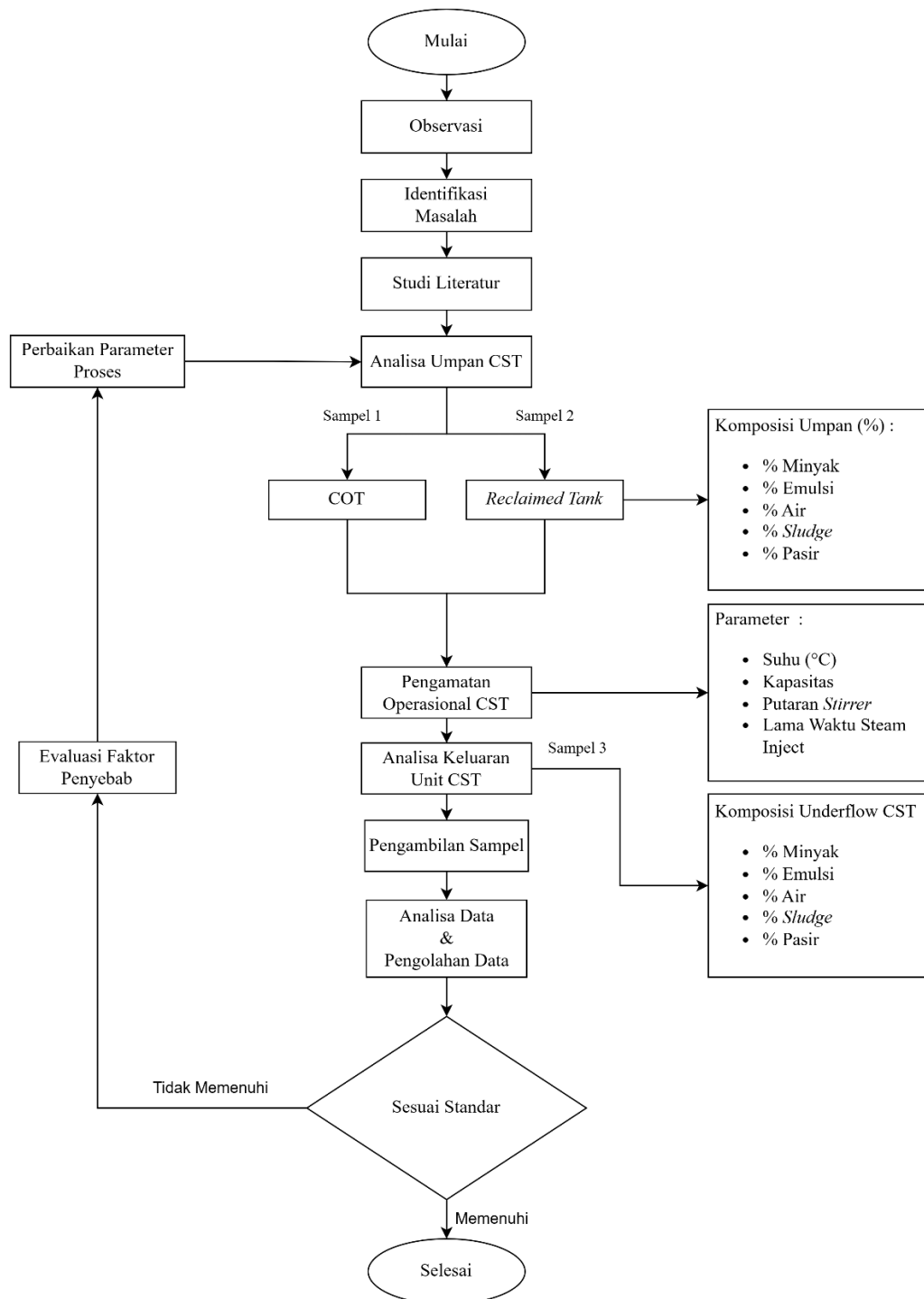
6. *Glass Centrifuge Tube* 10ml

7. Botol sampel

b. Bahan

1. Sampel *sludge Underflow* CST
2. Sampel umpan COT
3. Sampel umpan *Reclaimed Tank*

3.3 Tahapan Penelitian



Gambar 3. 6 *Flowchart* Tahap Penelitian

Tahapan pelaksanaan dalam penelitian :

1. Observasi yakni melakukan pengamatan langsung terhadap proses operasional di Stasiun Klarifikasi sesuai standar operasional yang berlaku, khususnya pada unit *Continuous Settling Tank* (CST).
2. Melakukan identifikasi terhadap permasalahan yang terjadi pada unit CST, yaitu tingginya kadar minyak pada *Sludge Underflow* yang dapat menyebabkan kehilangan minyak (*oil losses*) pada proses klarifikasi.
3. Studi literatur yakni mengumpulkan data dan referensi berupa buku, standar operasional perusahaan, serta penelitian terdahulu yang berkaitan dengan proses klarifikasi CST.
4. Analisa Umpan CST yaitu melakukan pengamatan terhadap umpan yang masuk ke CST yang berasal dari *Crude Oil Tank* (COT) dan *Reclaimed Tank*, dengan menganalisa komposisi umpan berupa %minyak, %emulsi, %air, % *sludge*, % dan %pasir yang mempengaruhi proses pemisahan minyak.
5. Pengamatan Operasional CST yakni melakukan pengamatan terhadap parameter operasional CST selama proses berlangsung, meliputi suhu (°C), kapasitas, putaran *stirrer*, serta lama waktu *steam inject* untuk mengetahui pengaruh kondisi operasi terhadap efisiensi pemisahan minyak.
6. Analisa Keluaran Unit CST yaitu melakukan pengamatan terhadap keluaran unit CST, khususnya pada bagian *Sludge Underflow*, yang

selanjutnya dianalisis komposisinya melalui pengujian sampel untuk mengetahui kadar %minyak, %emulsi, %air, %sludge, %pasir.

7. Pengambilan Sampel yakni melakukan pengambilan sampel umpan COT, umpan *Reclaimed Tank* dan keluaran *Sludge Underflow* untuk dilakukan pengujian dan analisis laboratorium.
8. Analisa Data dan Pengolahan Data yakni mengolah data hasil pengujian dalam bentuk tabel dan grafik, kemudian dilakukan analisis statistik menggunakan metode regresi linear berganda, uji koefisien (R^2), uji F, dan uji t untuk mengetahui hubungan dan pengaruh antar variabel.
9. Uji Kesesuaian dengan Standar yakni membandingkan hasil penelitian dengan standar operasional. Apabila hasil memenuhi standar, maka penelitian dinyatakan selesai. Namun apabila ditemukan ketidaksesuaian, maka dilakukan evaluasi faktor penyebab dan perbaikan parameter proses, seperti pengaturan suhu, kondisi umpan, dan pemberian *steam inject*, untuk mengetahui pengaruhnya terhadap efektivitas pemisahan dan penurunan kehilangan minyak (*oil losses*).

3.4 Parameter yang Diamati

Beberapa parameter yang diamati dalam penelitian antara lain :

a. Parameter CST

- Kapasitas CST
- Lama waktu pemberian *steam inject*
- Temperatur CST (°C)
- Ketinggian Level Minyak
- Putaran *Stirrer*

b. Umpan CST :

- Komposisi umpan dari *Reclaimed Tank* (%minyak, %emulsi, %air, %sludge, dan %pasir)
- Komposisi umpan keluaran COT (%minyak, %emulsi, %air, %sludge, dan %pasir)

c. Keluaran Unit CST:

- Komposisi *Sludge Underflow* (%minyak, %emulsi, %air, %sludge, %pasir)

3.5 Teknik Pengambilan Sampel

a. Titik Lokasi Sampel

Pengambilan sampel dilakukan di *skimmer sludge* pada *Sludge Underflow* CST dan Umpan CST untuk menganalisa hasil persentase komposisi pada *Sludge Underflow* dan umpan CST.

b. Waktu Pengambilan Sampel

Pada penelitian ini sampel diambil sebelum proses pengolahan dan 1 jam sekali setelah operasional CST (setelah pemberian *steam inject*).

c. Teknik Pengambilan Sampel

Dalam pengambilan sampel penelitian, ada beberapa tahapan yang harus dilakukan untuk kelancaran dalam proses pengambilan sampel yaitu :

1. Melakukan pengamatan operasional CST dimulai dari penggunaan setiap unit di CST, kapasitas CST, kecepatan putaran *stirrer* (RPM), ketebalan pengutipan minyak, posisi letak *sludge skimmer*, dan suhu (lama pemberian *steam inject*).
2. Melakukan analisa terhadap keluaran dari CST yaitu persentase minyak yang terikut pada *sludge underflow* CST.
3. Melakukan analisa umpan ke CST yang terdiri dari beberapa komposisi umpan.
4. Mengambil sampel dilakukan sebanyak 3 kali sebelum proses pengolahan, dan sampel selanjutnya diambil 1 jam setelah CST beroperasi (ketebalan minyak dan ketinggian *sludge skimmer* sudah diatur).

3.6 Analisa Laboratorium

a. Sampel yang sudah diambil, dianalisis parameternya di laboratorium dengan beberapa tahapan yaitu:

1. Menghomogenkan sampel terlebih dahulu didalam botol sampel
2. Masukkan sampel kedalam *glass centrifuge*
3. Masukkan *glass centrifuge* pada kedudukan *table centrifuge*
4. Menghidupkan alat *Table Top Centrifuge* dengan kecepatan putaran 2455 rpm selama 10 menit.

5. Analisis komposisi :

- Minyak (%) : $\frac{\text{volume minyak}}{\text{volume sampel}} \times 100\%$
- Emulsi (%) : $\frac{\text{volume emulsi}}{\text{volume sampel}} \times 100\%$
- Air (%) : $\frac{\text{volume air}}{\text{volume sampel}} \times 100\%$
- *Sludge* (%) : $\frac{\text{volume sludge}}{\text{volume sampel}} \times 100\%$

b. Menggunakan data sekunder *Oil Content* di laboratorium yang telah di isi setiap hari nya sebagai perbandingan hasil analisa.

c. Menganalisa hasil sampel, jika tidak sesuai dengan standar perusahaan maka dilakukan identifikasi permasalahan pada CST.

3.7 Analisa Data

Analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Regresi Linear Berganda (uji multivariat) untuk mengetahui pengaruh beberapa variabel bebas terhadap variabel terikat. Metode ini digunakan karena data yang dianalisis terdiri lebih dari satu variabel yang mempengaruhi hasil pada *sludge underflow* di CST.

Variabel bebas yang digunakan dalam analisis ini antara lain adalah suhu CST, kadar minyak COT, dan kadar minyak *Reclaimed Tank*. Sedangkan variabel terikat yang dianalisis adalah kadar minyak *Sludge Underflow*. Analisis regresi berganda digunakan untuk mengetahui hubungan dan besarnya pengaruh masing-masing variabel bebas terhadap kadar minyak *Sludge Underflow* yang dihasilkan.

Model regresi linear berganda yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

$$Y = a + bX_1 + bX_2 + bX_3$$

Keterangan :

- Y = Persentase minyak keluaran *Sludge Underflow* (%)
- a = Kostanta (*intercept*)
- b_1, b_2, b_3 = Koefisien dari masing-masing variabel
- X_1 = Suhu CST (°C)
- X_2 = Minyak keluaran COT (%)
- X_3 = Minyak *Reclaimed Tank* (%)

Analisis regresi berganda dilakukan untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel bebas terhadap kadar minyak *sludge underflow* CST serta menentukan variabel yang paling mempengaruhi peningkatan kandungan minyak pada *sludge underflow*. Selain itu, metode ini juga digunakan untuk melihat hubungan antara peningkatan pemberian umpan dari *reclaimed tank* terhadap kehilangan minyak (*oil losses*) pada *Sludge Underflow* CST.

Data yang diperoleh kemudian diolah dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik hubungan antara kadar minyak COT dan kadar minyak *Reclaimed Tank* terhadap kadar minyak *sludge underflow*.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Lokasi Penelitian

PT. LS merupakan bagian dari Perusahaan *FR Group*, yang bergerak di bidang Perkebunan Kelapa Sawit serta pengolahan Kelapa Sawit menjadi minyak mentah (CPO) dan inti sawit (*Palm Kernel*). Lokasi PT. LS (*FR Group*) terletak di wilayah Provinsi Kalimantan Barat.

PT. LS berdiri pada tanggal 8 Agustus 2008 dengan luas hak guna usaha (HGU) $\pm$ 20.000 hektar dan luas tertanam 16.742 hektar. Perusahaan ini juga memiliki pabrik pengolahan kelapa sawit sendiri yang berdiri pada tanggal 1 November 2012. Perusahaan ini memiliki lima sila dasar *FR Group* yaitu loyalitas, integritas, ketekunan, pantang menyerah dan kepedulian. *FR Group* merupakan salah satu Perusahaan kelapa sawit yang saat ini berdiri di wilayah Sumatera dan Kalimantan, perusahaan perkebunan ini telah tumbuh cepat sejak didirikan pada tahun 1992. Saat ini telah mengolah kurang lebih 500.000 hektar perkebunan kelapa sawit dan menjalankan 17 pabrik kelapa sawit di Indonesia. Kegiatan utama perusahaan ini adalah memproduksi tandan buah segar kemudian mengolahnya menjadi *Crude Oil Palm* (CPO) dan inti sawit (*palm kernel*) untuk penjualan lokal dan ekspor. Perusahaan ini telah menjadi salah satu anggota dari organisasi *Roundstabel and Sustainable Palm Oil* (RSPO) sejak tahun 2008 dan sahamnya telah tercatat di Bursa Efek Singapura sejak tanggal 10 Desember 2007.

Pada pabrik dengan kapasitas olah 90 ton TBS/jam, beban aliran minyak menuju stasiun klarifikasi relatif besar sehingga diperlukan peralatan pemisahan yang mampu bekerja secara kontinu yaitu CST. Kapasitas CST pada pabrik berkisar antara 220-230 ton/jam, sehingga mampu menampung aliran *crude oil* dari proses klarifikasi serta aliran dari sistem *recovery*. Di dalam CST terjadi pemisahan tiga fase, yaitu lapisan minyak pada bagian atas, air pada bagian tengah, dan *sludge* pada bagian bawah tangki. Minyak dari lapisan atas akan dialirkan menuju *Oil Tank* untuk proses selanjutnya, sedangkan *sludge* pada bagian bawah sebagai *sludge underflow* akan di proses kembali (Kristono et al., 2020). Proses awal pemisahan minyak pada CST dilakukan pemberian *steam inject* ke dalam tangki untuk menaikkan suhu 90-95°C sesuai standar operasi. Suhu kerja CST tetap dijaga pada 90-95°C dengan menggunakan *steam coil* agar viskositas minyak menurun sehingga proses pemisahan minyak berlangsung efektif. Apabila suhu CST terlalu rendah, minyak akan lebih sulit terpisah dan cenderung terbawa pada aliran *sludge underflow*. Sebaliknya, suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan turbulensi dan mengganggu kestabilan proses pengendapan (Ulhaq et al., 2024b). Selain pengaturan suhu, dilakukan juga penyetelan ketinggian *skimmer* 40-60 cm untuk menjaga agar hanya lapisan minyak saja yang terketip menuju *Oil Tank* dan mengurangi kehilangan minyak pada *Sludge Underflow*. Didalam CST juga dilengkapi dengan *stirrer* (pengaduk) yang berfungsi untuk menjaga kestabilan aliran dan membantu proses koagulasi partikel sehingga pemisahan fase berlangsung dengan baik. Putaran *stirrer* dijaga pada kisaran 3-5 rpm agar tidak menimbulkan turbulensi

berlebih, putaran yang terlalu tinggi dapat menyebabkan emulsi kembali terbentuk sehingga minyak sulit terpisah dan putaran *stirrer* yang terlalu rendah dapat menyebabkan proses pengendapan tidak merata (Yunianto et al., 2022).

Selain umpan utama dari *Crude Oil Tank*, CST juga menerima tambahan umpan dari *Reclaimed Tank* sebagai penampung minyak hasil *recovery* dari *Sludge Separator* yang masih mengandung minyak. Umpan dari *Reclaimed Tank* dialirkan kembali ke CST dengan tujuan meningkatkan perolehan minyak dan mengurangi *oil losses*. Namun karakteristik umpan *Reclaimed* umumnya memiliki kandungan air yang lebih tinggi dibandingkan umpan utama dari COT. Pemberian umpan dari *Reclaimed Tank* ke CST harus dikontrol agar tidak melebihi kapasitas kerja CST. Jika aliran *Reclaimed* terlalu besar, maka beban padatan meningkat dan proses pemisahan menjadi kurang optimal (Darmadi et al., 2024b).

4.2 Analisa Komposisi Umpan COT, *Reclaimed Tank* dan *Sludge Underflow*

4.2.1 Hasil Analisa Komposisi Umpan COT

Crude Oil Tank (COT) merupakan unit alat pada Stasiun Klarifikasi yang berfungsi sebagai penampung sementara *Crude Oil* sebelum dialirkan menuju proses pemisahan selanjutnya yaitu ke *Continuous Settling Tank* (CST). Pengambilan sampel COT sebagai umpan utama CST dilakukan pada bagian *Outlet* COT ke CST sebanyak 15 kali pengambilan sampel dengan total 45 sampel dan dilakukan pada awal sebelum operasi pabrik dan 1 jam setelah operasi pabrik. Analisis komposisi umpan COT dilakukan untuk mengetahui karakteristik umpan, berdasarkan hasil pengujian sampel

diperoleh volume masing-masing lapisan, yaitu minyak, emulsi, air, *sludge* dan pasir. Hasil pengamatan komposisi umpan COT tersebut dinyatakan dalam bentuk persentase terhadap total volume sampel seperti pada tabel berikut :

Tabel 4. 1 Standar Suhu dan Komposisi Umpan COT

Standar Suhu (°C)	Standar Komposisi COT(%)				
	%Minyak	%Emulsi	%Air	% <i>Sludge</i>	%Pasir
60-70	32%-40%	2% - 6%	20%-30%	32%	4%-12%

Tabel 4. 2 Hasil Pengamatan Komposisi Umpan COT

No.	Komposisi COT				
	%Minyak	%Emulsi	%Air	%Sludge	%Pasir
1	32%	4%	22%	30%	12%
2	34%	3%	22%	30%	11%
3	33%	4%	21%	31%	11%
4	30%	4%	22%	32%	12%
5	32%	4%	21%	32%	11%
6	33%	3%	22%	30%	12%
7	32%	3%	22%	31%	12%
8	33%	4%	21%	30%	12%
9	33%	3%	22%	30%	12%
10	33%	3%	21%	31%	12%
11	34%	3%	21%	31%	11%
12	33%	4%	22%	29%	12%
13	33%	4%	21%	30%	12%
14	32%	3%	22%	31%	12%
15	32%	3%	21%	32%	12%
16	33%	3%	21%	31%	12%
17	34%	4%	22%	28%	12%
18	33%	3%	22%	30%	12%
19	33%	4%	22%	30%	11%
20	32%	4%	22%	30%	12%
21	33%	4%	21%	30%	12%
22	34%	4%	21%	30%	11%
23	33%	3%	22%	31%	11%
24	32%	3%	21%	32%	12%
25	33%	4%	22%	29%	12%
26	33%	3%	22%	30%	12%
27	32%	4%	22%	30%	12%
28	32%	3%	22%	32%	11%
29	32%	4%	21%	31%	12%
30	31%	4%	22%	31%	12%
31	32%	4%	22%	30%	12%
32	33%	3%	21%	31%	12%
33	33%	4%	22%	29%	12%
34	34%	3%	21%	31%	11%
35	33%	3%	21%	31%	12%
36	33%	4%	22%	29%	12%
37	33%	3%	22%	30%	12%
38	33%	3%	21%	32%	11%
39	32%	4%	22%	31%	11%
40	33%	3%	22%	31%	11%
41	33%	3%	21%	32%	11%
42	33%	4%	21%	31%	11%
43	30%	4%	22%	32%	12%
44	31%	4%	22%	31%	12%
45	31%	4%	21%	32%	12%
Rata-rata	33%	4%	22%	31%	12%

Dari Tabel 4.2 data diatas dilakukan analisis untuk mengukur persentase kadar minyak COT.

4.2.2 Hasil Analisa Komposisi *Reclaimed Tank*

Reclaimed Tank merupakan salah satu unit pada Stasiun Klarifikasi yang berfungsi sebagai penampung *sludge* hasil pemisahan dari CST yang masih mengandung minyak dan selanjutnya dikembalikan sebagai umpan ke CST. Pemberian umpan dari *Reclaimed Tank* bertujuan untuk merecovery minyak yang masih terbawa pada *sludge* sehingga dapat meningkatkan perolehan minyak dengan maksimal. Pengambilan sampel umpan dilakukan pada bagian setelah pompa *Reclaimed* sebanyak 15 kali pengambilan sampel dengan total 45 sampel. Pengambilan sampel dilakukan pada kondisi awal sebelum operasi pabrik dimulai dan dilanjutkan setiap 1 jam setelah operasi pabrik berjalan. Pengambilan sampel ini bertujuan untuk mengetahui komposisi *Reclaimed Tank* yang masuk ke CST serta pengaruhnya terhadap komposisi *Sludge Underflow* CST. Berdasarkan hasil pengujian sampel diperoleh volume masing-masing lapisan, yaitu minyak, emulsi, air, *sludge*, dan pasir. Komposisi tersebut menunjukkan masih terdapat kandungan minyak yang dapat *direcovery*. Hasil pengamatan komposisi umpan *Reclaimed Tank* ini kemudian dinyatakan dalam bentuk persentase terhadap total volume sampel seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 4. 3 Standar Komposisi Umpan *Reclaimed Tank*

Standar Komposisi <i>Reclaimed Tank</i> (%)				
%Minyak	%Emulsi	%Air	% <i>Sludge</i>	%Pasir
20% - 25%	2% - 10%	32% - 38%	25%-35%	4%-10%

Tabel 4. 4 Komposisi Umpan *Reclaimed Tank*

No.	Komposisi <i>Reclaimed</i>				
	%Minyak	%Emulsi	%Air	%Sludge	%Pasir
1	22%	2%	36%	34%	6%
2	24%	5%	35%	32%	4%
3	22%	4%	34%	34%	6%
4	20%	6%	35%	32%	7%
5	20%	6%	32%	36%	6%
6	20%	4%	35%	34%	7%
7	22%	4%	35%	33%	6%
8	20%	4%	34%	36%	6%
9	22%	2%	36%	34%	6%
10	24%	4%	36%	32%	4%
11	20%	5%	35%	34%	6%
12	22%	4%	32%	36%	6%
13	24%	2%	36%	31%	7%
14	22%	5%	35%	32%	6%
15	21%	4%	33%	36%	6%
16	24%	4%	36%	32%	4%
17	22%	4%	36%	32%	6%
18	22%	2%	35%	35%	6%
19	21%	4%	35%	36%	4%
20	20%	5%	35%	33%	7%
21	20%	4%	35%	34%	7%
22	21%	5%	36%	34%	4%
23	24%	4%	34%	34%	4%
24	24%	5%	35%	30%	6%
25	20%	6%	35%	33%	6%
26	20%	6%	34%	34%	6%
27	20%	5%	35%	36%	4%
28	21%	5%	36%	34%	4%
29	22%	4%	35%	33%	6%
30	22%	4%	38%	30%	6%
31	20%	4%	35%	35%	6%
32	24%	4%	35%	33%	4%
33	24%	5%	35%	30%	6%
34	21%	4%	35%	36%	4%
35	20%	5%	35%	34%	6%
36	24%	5%	34%	31%	6%
37	24%	4%	34%	34%	4%
38	22%	4%	38%	30%	6%
39	20%	4%	36%	34%	6%
40	20%	6%	34%	34%	6%
41	21%	4%	36%	32%	7%
42	20%	4%	36%	34%	6%
43	20%	6%	38%	30%	6%
44	20%	7%	35%	34%	4%
45	22%	6%	35%	31%	6%
Rata-rata	22%	4%	35%	33%	6%

Dari Tabel 4.4 data diatas dilakukan analisis untuk mengukur persentase kadar minyak *Reclaimed Tank*.

4.2.3 Hasil Analisa Komposisi *Sludge Underflow* CST

Sludge Underflow merupakan aliran keluaran bagian bawah dari unit CST yang terdiri dari fase berat seperti *sludge* dan pasir hasil pengendapan tetapi masih terdapat sisa minyak dengan kadar minyak relatif sangat rendah. Komposisi *Sludge Underflow* CST menjadi salah satu parameter penting dalam pemisahan pada CST, karena tingginya kandungan minyak pada *Sludge Underflow* menunjukkan masih adanya kehilangan minyak (*oil losses*) pada proses klarifikasi. Pengambilan sampel *Sludge Underflow* dilakukan pada bagian *skimmer Sludge Underflow* sebanyak 15 kali pengambilan sampel dengan total 45 sampel. Pengambilan sampel dilakukan pada kondisi awal sebelum operasi pabrik dimulai dan dilanjutkan setiap 1 jam setelah operasi pabrik berjalan. Pengambilan sampel ini bertujuan untuk mengetahui perubahan komposisi *Sludge Underflow* CST selama proses operasi berlangsung. Berdasarkan hasil pengujian sampel diperoleh volume masing-masing lapisan, yaitu minyak, emulsi, air, *sludge*, dan pasir. Kemudian dinyatakan dalam bentuk persentase terhadap total volume sampel. Hasil analisa komposisi *Sludge Underflow* CST ini kemudian ditampilkan dalam bentuk tabel seperti berikut :

Tabel 4. 5 Standar Operasional dan Komposisi *Sludge Underflow* CST

Standar Suhu (°C)	Level Minyak (cm)	Standar Komposisi <i>Sludge Underflow</i> (%)				
		%Minyak	%Emulsi	%Air	%Sludge	%Pasir
90-98	40-60	6% - 7%	2% - 4%	34% - 36%	43%	8% - 10%

Tabel 4. 6 Hasil Pengamatan Komposisi *Sludge Underflow* CST

No.	suhu °C	Level Minyak (cm)	Komposisi <i>Sludge Underflow</i>				
			%Minyak	%Emulsi	%Air	%Sludge	%Pasir
1	98	52	8%	5%	35%	40%	12%
2	98	55	7%	6%	34%	41%	12%
3	98	60	7%	4%	36%	42%	11%
4	98	55	7%	6%	35%	41%	11%
5	98	45	7%	6%	35%	40%	12%
6	98	40	7%	4%	38%	40%	11%
7	95	55	7%	4%	35%	42%	12%
8	96	56	6%	5%	35%	42%	12%
9	95	60	7%	5%	34%	42%	12%
10	98	60	7%	5%	35%	41%	12%
11	98	60	7%	4%	38%	41%	10%
12	98	60	7%	5%	36%	40%	12%
13	94	50	7%	4%	35%	42%	12%
14	94	55	8%	4%	36%	40%	12%
15	94	48	7%	5%	35%	41%	12%
16	96	64	7%	6%	37%	40%	10%
17	95	60	7%	5%	36%	40%	12%
18	95	56	8%	5%	36%	41%	10%
19	94	60	6%	5%	36%	41%	12%
20	95	50	7%	4%	36%	41%	12%
21	95	55	7%	5%	36%	40%	12%
22	94	55	7%	4%	35%	42%	12%
23	96	50	7%	5%	34%	44%	10%
24	98	60	6%	5%	36%	41%	12%
25	94	50	7%	6%	35%	40%	12%
26	98	60	8%	4%	36%	40%	12%
27	98	60	8%	5%	34%	41%	12%
28	94	55	7%	5%	34%	42%	12%
29	98	60	7%	4%	36%	41%	12%
30	98	60	6%	5%	36%	42%	11%
31	96	55	7%	4%	36%	42%	11%
32	98	60	8%	4%	38%	40%	10%
33	97	62	8%	5%	36%	40%	11%
34	98	45	7%	5%	35%	42%	11%
35	98	55	7%	4%	36%	41%	12%
36	98	55	7%	4%	35%	42%	12%
37	98	60	7%	4%	36%	41%	12%
38	98	62	7%	4%	38%	40%	11%
39	97	61	8%	6%	34%	40%	12%
40	98	60	7%	4%	38%	41%	10%
41	98	55	6%	5%	35%	42%	12%
42	98	47	7%	5%	36%	40%	12%
43	98	60	7%	5%	34%	42%	12%
44	98	58	7%	4%	37%	40%	12%
45	98	55	7%	4%	35%	42%	12%
Rata-rata	97	56	7%	5%	36%	41%	12%

Dari Tabel 4.6 hasil analisa data komposisi umpan COT dan umpan *Reclaimed Tank*, selanjutnya dilakukan analisis hubungan antara variabel bebas

yaitu parameter suhu, kadar minyak COT dan kadar minyak *Reclaimed Tank* terhadap kadar minyak pada *Sludge Underflow* untuk mengetahui variabel yang paling mempengaruhi terhadap kehilangan minyak di *Sludge Underflow* CST.

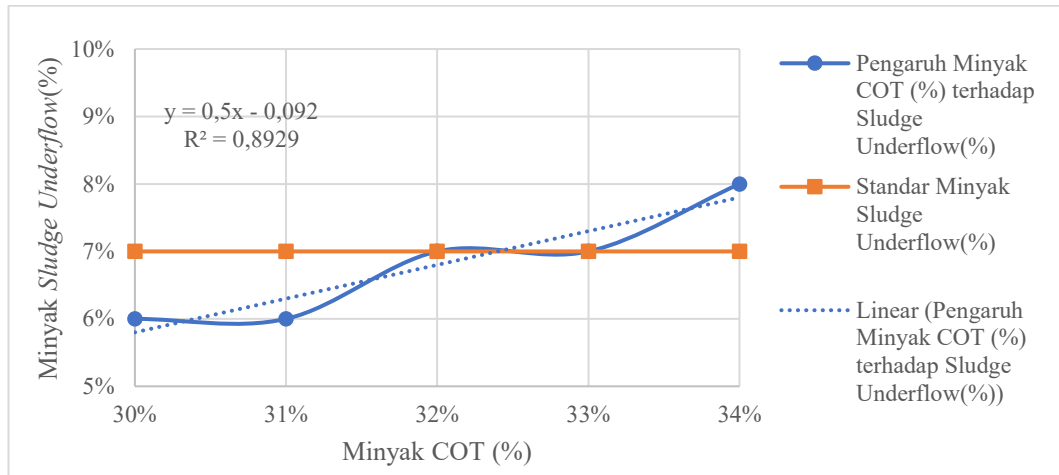
4.3 Pengaruh Umpan COT terhadap Minyak *Sludge Underflow*

Tabel 4. 7 Pengaruh Umpan Minyak COT terhadap Minyak *Sludge Underflow*

No.	Minyak COT (%)	Minyak <i>Sludge Underflow</i> (%)
1	30%	6%
2	31%	6%
3	32%	7%
4	33%	7%
5	34%	8%
Rata-rata	32%	7%

Pada Tabel 4.7 menunjukkan persentase kadar minyak COT dan kadar minyak di *Sludge Underflow* CST. Pengujian dilakukan dengan memvariasikan kadar minyak COT yaitu 31%,32%,33% dan 34%, dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh umpan minyak COT terhadap persentase minyak pada *Sludge Underflow*. Standar maksimal yang ditetapkan untuk kadar minyak pada *Sludge Underflow* adalah sebesar 7%. Dari hasil pengamatan, diperoleh rata-rata minyak COT sebesar 32% dan rata-rata kadar minyak *Sludge Underflow* sebesar 7%, yang menunjukkan bahwa secara proses pemisahan minyak masih berjalan sesuai standar. Dari masing-masing variasi, terdapat perbedaan hasil yang cukup signifikan, pada minyak COT 30% dan 31%, minyak pada *Sludge Underflow* berada dibawah standar, yaitu sebesar 6%. Pada kadar minyak COT 32% dan 33%, minyak pada *Sludge Underflow* berada pada 7%, sehingga sesuai dengan standar operasional yang ditetapkan. Pada minyak COT 34%, minyak meningkat sebesar 8%, sehingga pemberian umpan minyak yang tinggi akan

mempengaruhi proses pemisahan karena minyak yang terbawa ke dalam aliran *Sludge Underflow* relatif banyak dan melewati batas standar yang ditetapkan.



Gambar 4. 1 Pengaruh Kadar Minyak COT terhadap Kadar Minyak *Sludge Underflow*

Pada Gambar 4.1 sumbu X (horizontal) = Minyak COT (%), sumbu Y (vertikal) = Minyak *Sludge Underflow* (%), titik biru adalah data aktual (hubungan kadar minyak COT dan kadar minyak *Sludge Underflow*), garis putus-putus merupakan garis regresi linear, menunjukkan bahwa peningkatan minyak COT dari 30% hingga 34% menyebabkan kenaikan persentase minyak *Sludge Underflow*.

Berdasarkan Gambar 4.1 grafik hubungan kadar minyak COT(%) dan kadar minyak *Sludge Underflow*(%) menunjukkan hubungan linear positif. Hal ini dikarenakan oleh persamaan garis regresi $y = 0,5x - 0,092$. Koefisien kemiringan 0,5 yang berarti setiap kenaikan 1% minyak COT akan meningkatkan minyak di *Sludge Underflow* sebesar 0,5%. Dengan demikian, hubungan ini menunjukkan bahwa peningkatan beban minyak pada COT menyebabkan efisiensi pemisahan di CST menurun sehingga kehilangan minyak

(*oil losses*) meningkat. Tingkat keakuratan hubungan kadar minyak COT(%) dan kadar minyak *Sludge Underflow*(%) ditunjukkan oleh nilai $R^2 = 0,8929$ yang berarti 89,29% perubahan minyak COT (%) memiliki pengaruh yang kuat terhadap minyak di *Sludge Underflow* CST.

Dari Gambar 4.1 grafik tersebut menggunakan model matematis diperoleh adalah $Y = 0,5x - 0,092$ dapat digunakan untuk memprediksi atau memperkirakan pengaruh minyak COT (%) berdasarkan minyak *Sludge Underflow* (%) dengan tingkat keakuratan 89,29%.

Dimana :

- y = Minyak *Sludge Underflow* (%)
- x = Minyak COT(%)

Untuk memperoleh prediksi kadar minyak COT, standar minyak di *Sludge Underflow* yaitu sebesar 7%. Dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

Persentase nilai 7% $\rightarrow 0,07$

- $y = 0,5x - 0,092$
- $0,07 = 0,5x - 0,092$
- $0,5x = 0,07 + 0,092$
- $x = \frac{0,162}{0,5}$
- $x = 0,324 \rightarrow 32,4\%$

Hasil dari persamaan $y = 0,5x - 0,092$ apabila standar minyak *Sludge Underflow* ditetapkan sebesar 7%, maka kadar minyak COT yang diperoleh adalah sebesar 32,4%. Apabila kadar minyak COT meningkat, maka kadar

minyak di *Sludge Underflow* diprediksi akan melebihi standar 7%, bisa terlihat pada data aktual kadar minyak COT 34% menghasilkan minyak *Sludge Underflow* sebesar 8%. Hasil ini menunjukkan bahwa kadar minyak umpan COT sebagai umpan utama merupakan faktor dominan dalam efisiensi pemisahan di CST. Semakin tinggi kadar minyak COT yang di alirkan ke sistem pemisahan di CST, maka beban pemisahan akan meningkat dan menyebabkan sebagian minyak terbawa ke *Sludge Underflow* sebagai *oil losses*. Oleh karena itu pengendalian proses sangat perlu diperhatikan untuk menjaga proses pemisahan tetap dalam batas standar operasional yang ditetapkan.

4.4 Pengaruh Umpan *Reclaimed Tank* terhadap Minyak *Sludge Underflow*

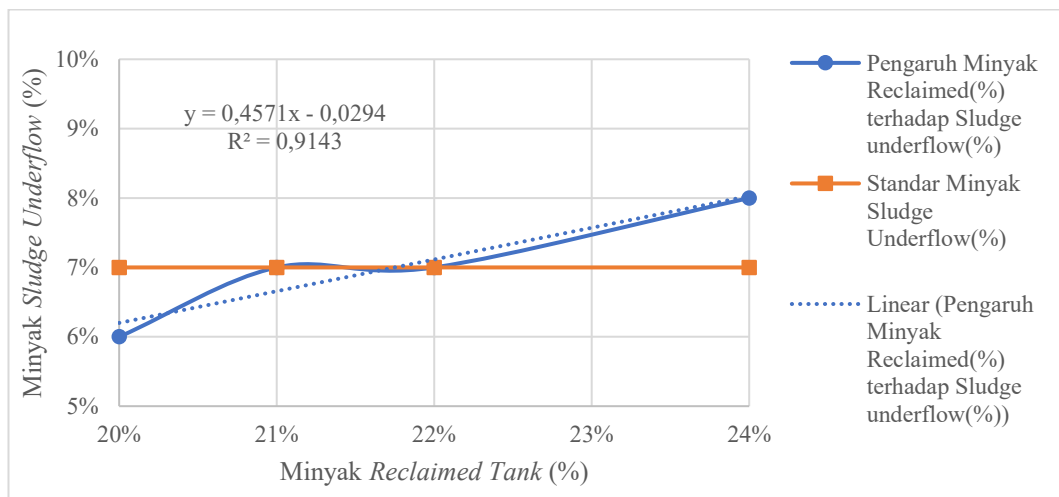
Pengaruh kadar minyak umpan *Reclaimed Tank* terhadap kadar minyak di *Sludge Underflow* CST dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4. 8 Pengaruh Minyak *Reclaimed Tank* terhadap Minyak *Sludge Underflow*

No.	Minyak <i>Reclaimed Tank</i> (%)	Minyak <i>Sludge Underflow</i> (%)
1	20%	6%
2	21%	7%
3	22%	7%
4	24%	8%
Rata-rata	22%	7%

Pada Tabel 4.8 menunjukkan persentase kadar minyak umpan *Reclaimed Tank* terhadap kadar minyak di *Sludge Underflow* CST. Peningkatan kadar minyak pada *Reclaimed Tank* menunjukkan kenaikan persentase kadar minyak pada *Sludge Underflow*. Data menunjukkan kadar minyak pada *Reclaimed Tank* sebesar 20% dan kadar minyak pada *Sludge Underflow* sebesar 6%. Ketika kadar minyak *Reclaimed* meningkat sebesar 21% dan 22%, kadar minyak pada

Sludge Underflow naik menjadi 7%. Pada kadar minyak *Reclaimed* 24%, kadar minyak pada *Sludge Underflow* juga akan meningkat menjadi 8%. Dari hasil pengamatan, diperoleh rata-rata kadar minyak pada *Reclaimed* sebesar 22% dan rata-rata kadar minyak *Sludge Underflow* sebesar 7%. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian umpan minyak dari *Reclaimed Tank* masih dalam standar operasional, tetapi apabila pemberian umpan yang terlalu tinggi akan meningkatkan kadar minyak di *Sludge Underflow* yang akan menjadi *oil losses* yang cukup tinggi.



Gambar 4. 2 Pengaruh Minyak *Reclaimed Tank* terhadap Minyak *Sludge Underflow*

Pada Gambar 4.2 sumbu X (horizontal) = Minyak *Reclaimed Tank* (%), sumbu Y (vertikal) = Minyak *Sludge Underflow* (%), titik biru adalah data aktual (hubungan minyak *Reclaimed* dan minyak *Sludge Underflow*), garis putus-putus merupakan garis regresi linear, menunjukkan bahwa peningkatan kadar minyak *Reclaimed* dari 20% hingga 24% menyebabkan kenaikan persentase minyak *Sludge Underflow*. Semakin tinggi umpan dari *Reclaimed*

Tank yang dialirkan ke dalam aliran CST, maka semakin besar *oil losses* yang dihasilkan dalam aliran *Sludge Underflow* CST.

Berdasarkan Gambar 4.2 grafik menunjukkan hubungan linear positif dengan persamaan $y = 0,4571x - 0,0294$ dan nilai $R^2 = 0,9143$ mendekati 1 yang menunjukkan bahwa hubungan antara minyak *Reclaimed Tank* dan minyak *Sludge Underflow* sangat kuat. Hal ini terjadi karena umpan dari *Reclaimed Tank* mengandung campuran minyak, emulsi, air, *sludge* dan pasir dengan tingkat air dan emulsi yang tinggi. Sehingga, ketika aliran umpan *Reclaimed* yang mengandung minyak tinggi dialirkan kembali ke CST, beban pemisahan akan meningkat dan proses pengendapan menjadi kurang optimal. Akibatnya sebagian minyak tidak sempat terpisah dan ikut terbawa ke aliran *Sludge Underflow*.

Dari Gambar 4.2 grafik tersebut, diperoleh $y = 0,4571x - 0,0294$ dapat digunakan untuk memprediksi atau memperkirakan minyak *Reclaimed Tank* berdasarkan minyak *Sludge Underflow* dengan tingkat keakuratan 91,43%.

Dimana :

- y = Kadar minyak *Sludge Underflow*(%)
- x = Kadar minyak *Reclaimed Tank*(%)

Untuk memperoleh prediksi kadar minyak *Reclaimed* dengan standar minyak di *Sludge Underflow* yaitu 7%. Dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

Persentase nilai 7% $\rightarrow 0,07$

- $y = 0,4571x - 0,0294$

- $0,07 = 0,4571x - 0,0294$
- $0,4571x = 0,07 + 0,0294$
- $x = \frac{0,0994}{0,4571}$
- $x = 0,2174 \rightarrow 21,74\%$

Hasil perhitungan berdasarkan persamaan regresi linear menunjukkan bahwa minyak *Reclaimed Tank* sebesar 21,74% dengan minyak *Sludge Underflow* sebesar 7%. Nilai 21,74% merupakan kondisi optimum minyak *Reclaimed Tank* agar kadar minyak pada *Sludge Underflow* berada pada kisaran 7%. Sehingga nilai persentase tersebut dapat menjadi acuan dalam menjaga kondisi operasional agar *oil losses* tetap berada pada batas standar.

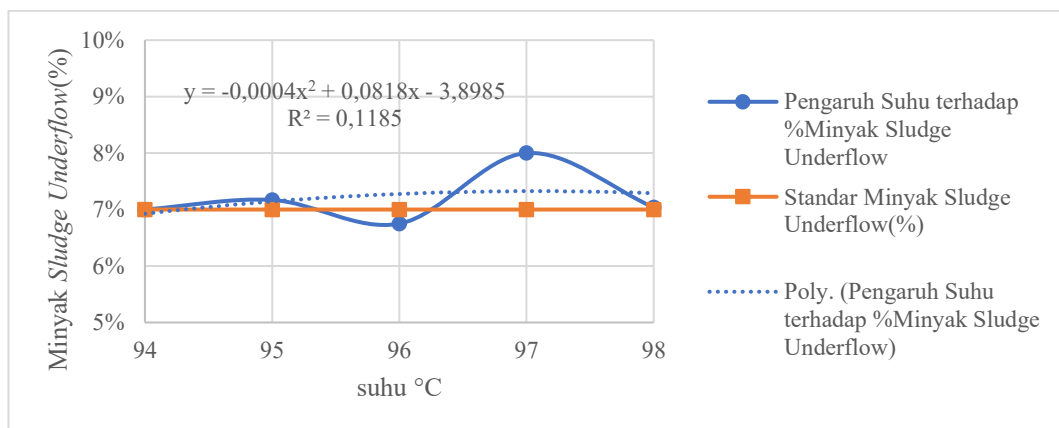
4.5 Pengaruh Suhu terhadap Minyak *Sludge Underflow*

Tabel 4. 9 Pengaruh Suhu (°C) terhadap Minyak *Sludge Underflow*

No.	suhu °C	Minyak <i>Sludge Underflow</i> (%)
1	94	7%
2	95	7%
3	96	7%
4	97	8%
5	98	7%
Rata-rata	96	7%

Pada Tabel 4. 9 menunjukkan pengaruh suhu terhadap minyak *Sludge Underflow*. Perubahan suhu operasi CST pada rentang 94-98°C tidak memberikan perubahan yang signifikan terhadap kandungan minyak di *Sludge Underflow* CST. Terlihat bahwa pada suhu 94-96°C minyak pada *Sludge Underflow* sebesar 7%, suhu 97°C persentase minyak meningkat sebesar 8%,

dan pada suhu 98°C persentase minyak kembali menurun menjadi 7%. Pada suhu 94-96°C, viskositas minyak sudah cukup rendah sehingga pemisahan antara minyak,air dan *sludge* relatif stabil. Ketika suhu meningkat menjadi 97°C, persentase minyak *Sludge Underflow* meningkat menjadi 8%. Hal ini dapat terjadi karena kenaikan suhu yang terlalu tinggi dapat menimbulkan turbulensi di dalam CST sehingga dapat menyebabkan sebagian minyak terbawa turun bersama *Sludge* ke *Sludge Underflow*. Pada suhu 98°C, minyak *Sludge Underflow* kembali turun menjadi 7%. Hal ini menunjukkan bahwa selama suhu masih berada dalam kerja operasional yaitu 94-98°C, pengaruhnya terhadap *oil losses* relatif kecil. Oleh karena itu, suhu bukan faktor pembatas utama dalam proses pemisahan tetapi dipengaruhi oleh faktor operasional lainnya.



Gambar 4. 3 Pengaruh Suhu (°C) terhadap Kadar Minyak *Sludge Underflow* (%)

Pada Gambar 4.3 sumbu X (horizontal) = Suhu (°C), sumbu Y (vertikal) = kadar minyak *Sludge Underflow* (%), titik biru adalah data aktual (hubungan suhu dan kadar minyak *Sludge Underflow*), garis putus-putus merupakan garis

polynomial menunjukkan peningkatan suhu dari 94°C – 98°C. Grafik menghasilkan persamaan regresi polynomial $y = 0,0004x^2 + 0,0818x - 3,8985$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,1185 atau 11,88%. Nilai R^2 yang kecil menunjukkan bahwa hubungan antara suhu dan minyak *Sludge Underflow* tergolong lemah. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan suhu tidak terlalu berpengaruh terhadap perubahan kadar minyak *Sludge Underflow*. Berdasarkan model regresi polynomial, hubungan perubahan suhu terhadap kadar minyak *Sludge Underflow* tidak hanya dipengaruhi oleh kenaikan suhu secara konstan, tetapi mengikuti pola naik dan turun sesuai dengan kurva polynomial yang dihasilkan.

Dari Gambar 4.3 grafik tersebut diperoleh persamaan regresi polynomial $y = 0,0004x^2 + 0,0818x - 3,8985$ dapat digunakan untuk memprediksi atau memperkirakan suhu operasi CST berdasarkan minyak *Sludge Underflow* dengan tingkat keakuratan 11,85%.

Dimana :

- y = Kadar minyak *Sludge Underflow*(%)
- x^2 = kuadrat dari suhu yang menunjukkan adanya hubungan polynomial
- x = Suhu (°C)

Untuk memperoleh prediksi suhu (°C) dengan standar minyak di *Sludge Underflow* yaitu 7%. Dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

Persentase nilai 7% $\rightarrow$ 0,07

- $y = -0,0004x^2 + 0,0818x - 3,8985$
- $0,07 = -0,0004x^2 + 0,0818x - 3,8985$
- $0 = -0,0004x^2 + 0,0818x - (-3,8985) - 0,07$
- $0 = -0,0004x^2 + 0,0818x - 3,9685$
- $0,0004x^2 - 0,0818x + 3,9685 = 0$

Selanjutnya digunakan rumus kuadrat :

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Dengan :

- $a = 0,0004$
- $b = -0,0818$
- $c = 3,6985$

Maka :

$$x = \frac{-(-0,0818) \pm \sqrt{(-0,0818)^2 - 4(0,0004)(3,6985)}}{2(0,0004)}$$

$$x = \frac{0,0818 \pm \sqrt{0,00669124 - 0,0063496}}{0,0008}$$

$$x = \frac{0,0818 \pm \sqrt{0,00034164}}{0,0008}$$

$$x = \frac{0,0818 \pm 0,01848}{0,0008}$$

Diperoleh dua hasil :

$$x_1 = \frac{0,0818 + 0,01848}{0,0008} = 125,35$$

$$x_2 = \frac{0,0818 - 0,01848}{0,0008} = 79,15$$

Berdasarkan hasil tersebut, menunjukkan bahwa model polynomial menghasilkan dua kemungkinan suhu, yaitu 79,15°C dan 125,35°C. Namun, karena suhu operasional CST normal berada pada rentang 94°C - 98°C, maka kedua nilai tersebut berada di luar rentang data aktual sehingga kurang relevan secara teknis. Kesimpulannya, hal ini terjadi karena garis regresi polynomial menunjukkan pola hubungan yang lebih mengikuti bentuk data aktual karena mampu menggambarkan kecenderungan grafik yang mengalami kenaikan dan penurunan, serta nilai koefisien determinasi (R^2) regresi polynomial yang sedikit lebih tinggi. Dengan demikian, secara statistik regresi polynomial dinilai lebih baik dalam merepresentasikan pola hubungan antara suhu dan kadar minyak *Sludge Underflow*.

4.6 Hasil Analisis Regresi Linear Berganda

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan mengumpulkan data operasional pada Stasiun Klarifikasi, khususnya pada unit *Continuous Settling Tank* (CST). Data meliputi parameter suhu operasi (°C), kadar minyak pada *Crude Oil Tank* (COT), dan kadar minyak *Reclaimed Tank*, serta kadar minyak *Sludge Underflow*. Pengolahan data menggunakan metode analisis regresi linear berganda dengan bantuan *Microsoft Excel* karena variabel yang digunakan lebih dari satu.

Berdasarkan hasil pengolahan data, diperoleh model persamaan regresi yang menggambarkan hubungan antara suhu, kadar minyak COT dan kadar minyak *Reclaimed Tank* terhadap kadar minyak di *Sludge Underflow*. Selanjutnya, dilakukan pengujian statistik yang meliputi koefisien determinasi

(R^2), uji signifikansi parsial (uji t) dan uji signifikansi simultan (uji F) untuk mengetahui tingkat keakuratan model dan pengaruh masing-masing variabel bebas terhadap variabel terikat serta pengaruh variabel bebas secara bersama-sama terhadap variabel terikat. Dalam penelitian ini digunakan taraf signifikansi sebesar 0,05 ($\alpha = 5\%$), apabila nilai signifikansi (*p-value*) lebih kecil dari 0,05 maka variabel tersebut dinyatakan berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat (Fadhilah et al., 2024).

Hasil persamaan regresi linear berganda dapat dilihat sebagai berikut:

a. Input Nilai Operasional

Tabel 4. 10 Nilai Variabel Suhu, Kadar Minyak COT, dan Kadar Minyak *Reclaimed Tank*

<i>Variabel</i>	<i>Nilai</i>
$X_1_Suhu (^{\circ}C)$	96°C
$X_2_Minyak\ COT(\%)$	32%
$X_3_Minyak\ Reclaimed\ Tank\ (\%)$	22%

b. Kontribusi masing-masing variabel

Tabel 4. 11 Kontribusi Variabel Suhu, Kadar Minyak COT, dan Kadar Minyak *Reclaimed Tank* terhadap Prediksi Kadar Minyak *Sludge Underflow*

<i>Variabel</i>	<i>Koefisien</i>	<i>Kontribusi</i>	<i>Keterangan</i>
<i>Konstanta (a)</i>	–	2,615	–
$X_1_Suhu (^{\circ}C)$	– 0,166 (96)	– 15,936	<i>Y Turun</i>
$X_2_Minyak\ COT(\%)$	0,543 (32)	17,376	<i>Y Naik</i>
$X_3_Minyak\ Reclaimed\ Tank\ (\%)$	0,133 (22)	2,926	<i>Y Naik</i>
<i>Total Y</i>		6,981 $\approx$ 6,98%	

c. Prediksi Kadar Minyak *Sludge Underflow* (Y)

Tabel 4. 12 Prediksi Kadar Minyak *Sludge Underflow* terhadap Standar Operasional

<i>Parameter</i>	<i>Nilai</i>	<i>Standar</i>	<i>Keterangan</i>
X_1 Suhu (°C)	96°C	94 - 98 °C	Normal
X_2 Minyak COT(%)	32%	32% - 40%	Terkendali
X_3 Minyak Reclaimed Tank (%)	22%	20% - 25%	Terkendali
Prediksi <i>Sludge Underflow</i> (Y)	6,98%	7%	Memenuhi Standar

d. Hasil Perhitungan Persamaan Model Regresi Linear Berganda

$$Y = a + bX_1 + bX_2 + bX_3$$

$$Y = 2,615 - 0,166X_1 + 0,543X_2 + 0,133 X_3$$

$$Y = 2,615 - 0,166 (96) + 0,543 (32) + 0,133 (22)$$

$$Y = 2,615 - 15,936 + 17,376 + 2,926$$

$$Y = 6,981 \rightarrow Y \approx 6,98\%$$

Keterangan :

- Y = Minyak *Sludge Underflow* (%)
- a = Kostanta (*intercept*)
- b_1, b_2, b_3 = Koefisien dari masing-masing variabel
- X_1 = Suhu CST (°C)
- X_2 = Minyak keluaran COT (%)
- X_3 = Minyak *Reclaimed Tank* (%)

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan model regresi linear berganda, diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$Y = 2,615 - 0,166X_1 + 0,543X_2 + 0,133 X_3$$

Persamaan regresi tersebut menunjukkan bahwa variabel suhu memiliki hubungan negatif terhadap kadar minyak *Sludge Underflow*, sedangkan kadar minyak COT dan kadar minyak *Reclaimed Tank* memiliki hubungan positif. Dengan memasukkan nilai parameter suhu operasional yaitu 96°C, kadar minyak COT 32% dan kadar minyak *Reclaimed Tank* 22%, diperoleh nilai prediksi kadar minyak *Sludge Underflow* sebesar 6,98%.

Pengaruh variabel suhu CST (X_1) terhadap kadar minyak *Sludge Underflow* (Y) diperoleh nilai koefisien regresi negatif sebesar -0,166. Nilai tersebut menunjukkan bahwa peningkatan suhu operasional CST mampu menurunkan kadar minyak pada *Sludge Underflow*. Hal ini sejalan dengan penelitian (Amin & Ganing, 2023), yang menyatakan bahwa suhu operasi yang optimal mampu meningkatkan efisiensi pemisahan minyak pada proses klarifikasi sehingga *oil losses* dapat ditekan.

Variabel kadar minyak COT (X_2) memiliki koefisien regresi positif sebesar 0,543 yang menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar minyak pada COT, maka kadar minyak pada *Sludge underflow* juga akan meningkat. Kadar minyak COT merupakan faktor yang paling dominan mempengaruhi peningkatan kadar minyak *Sludge Underflow* karena nilai koefisien yang besar dibandingkan dengan variabel suhu dan kadar minyak *Reclaimed Tank*. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Nasution et al., 2022), yang menyatakan bahwa tingginya kandungan minyak pada aliran proses dapat menyebabkan efisiensi pemisahan menurun dan meningkatkan *oil losses* pada *Sludge Underflow* apabila kondisi operasional tidak terkendali dengan baik.

Variabel kadar minyak *Reclaimed Tank* (X_3) memiliki koefisien regresi positif sebesar 0,133 yang menunjukkan bahwa peningkatan kandungan minyak pada *Reclaimed Tank* juga berpengaruh terhadap kehilangan kadar minyak *Sludge Underflow*. Kondisi ini menunjukkan bahwa aliran *recycle* dari *Reclaimed Tank* memberikan tambahan beban pada proses klarifikasi sehingga pemisahan minyak menjadi kurang optimal apabila kandungan minyak terlalu tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian (Nugroho et al., (2021) yang menyatakan bahwa kandungan minyak pada *sludge* umpan memiliki korelasi positif terhadap kandungan minyak, sehingga semakin tinggi kandungan minyak umpan maka potensi *oil losses* juga meningkat.

Hasil prediksi menunjukkan bahwa kadar minyak *Sludge Underflow* berada dibawah batas standar maksimal yaitu 7%, sehingga kondisi operasional tersebut dapat dikatakan memenuhi standar dan optimal. Ini mengindikasikan bahwa pengendalian suhu serta kestabilan kadar minyak pada COT dan *Reclaimed Tank* sangat penting dalam meningkatkan efisiensi proses klarifikasi dan menekan kehilangan minyak (*oil losses*).

e. Hasil pengujian persamaan matematis ini, ringkasannya disajikan pada tabel 4.

13 sebagai berikut :

Tabel 4. 13 Model Summary (R^2)

<i>Statistik Regresi</i>	<i>Nilai</i>
<i>Multiple R</i>	0,870
<i>R Square</i> (R^2)	0,756
<i>Adjusted R Square</i>	0,738
<i>Standard Error</i>	0,276
<i>Observations</i>	45

Berdasarkan tabel 4. 13 hasil analisis regresi linear berganda diperoleh nilai *Multiple R* sebesar 0,870. Nilai tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara variabel suhu, kadar minyak COT, dan kadar minyak *Reclaimed Tank* dengan variabel kadar minyak *Sludge Underflow* sangat kuat. Semakin mendekati nilai 1, maka hubungan antar variabel bebas dan variabel terikat semakin kuat.

Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,756, menunjukkan bahwa sebesar 75,6% variasi kadar minyak *Sludge Underflow* dapat dijelaskan oleh variabel suhu, kadar minyak COT, dan kadar minyak *Reclaimed Tank* dalam yang digunakan dalam model penelitian. Sedangkan sisanya sebesar 24,4% dipengaruhi oleh faktor lain diluar model penelitian yang tidak dianalisis.

Selain itu, diperoleh nilai *Adjusted R²* sebesar 0,738. Nilai tersebut menunjukkan bahwa setelah disesuaikan dengan jumlah variabel yang mempengaruhi dan jumlah data penelitian, model regresi mampu menjelaskan variasi kadar minyak *Sludge Underflow* sebesar 73,8%, sedangkan sisanya sebesar 26,2% dipengaruhi oleh variabel di luar penelitian. Hal ini mengindikasikan bahwa model regresi yang dibentuk sudah cukup baik dalam menunjukkan hubungan antara variabel suhu, kadar minyak COT dan kadar minyak *Reclaimed Tank* terhadap kadar minyak *Sludge Underflow*.

4.7.1 Hasil Analisis Secara Parsial (uji t) masing-masing Variabel

Uji t digunakan dalam penelitian ini untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel bebas terhadap variabel terikat. Uji t bertujuan untuk mengetahui apakah variabel suhu, kadar minyak COT, dan kadar minyak *Reclaimed Tank* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kadar minyak *Sludge Underflow*. Pengujian dilakukan dengan melihat nilai koefisien regresi dan nilai signifikan (*P-value*) dari masing-masing variabel. Hasil uji signifikan parsial dapat dilihat pada tabel 4. 14 dibawah ini :

Tabel 4. 14 Uji Signifikansi Parsial (Uji t)

<i>Variabel</i>	<i>Coefficients</i>	<i>P-value</i>	<i>Signifikansi</i>
<i>Intercept</i>	2,615	0,442	Tidak Signifikan
<i>X₁</i> Suhu (°C)	-0,166	0,004	Signifikan
<i>X₂</i> Minyak COT(%)	0,543	0,000	Sangat Signifikan
<i>X₃</i> Minyak <i>Reclaimed Tank</i> (%)	0,133	0,006	Signifikan

Berdasarkan tabel 4.14 hasil uji signifikansi parsial (uji t), menunjukkan bahwa variabel kadar minyak di COT sangat signifikan mempengaruhi kadar minyak di *Sludge Underflow*. Diperoleh variabel suhu (*X₁*), memiliki koefisien sebesar -0,166 dengan nilai signifikansi 0,004 (<0,05), yang berarti suhu berpengaruh negatif dan signifikan terhadap minyak *Sludge Underflow*. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan suhu akan menurunkan kandungan minyak pada *Sludge Underflow*. Menurut (Simamora, 2026) yang menyatakan bahwa peningkatan suhu dalam proses klarifikasi berfungsi untuk menurunkan viskositas minyak sehingga mempermudah proses pemisahan antara minyak, air, dan padatan.

Suhu yang optimal akan meningkatkan efisiensi pemisahan dan mengurangi kehilangan minyak (*oil losses*).

Variabel minyak COT (X_2) memiliki koefisien sebesar 0,543 dengan nilai signifikansi 0,000 ($<0,05$), yang menunjukkan bahwa variabel ini berpengaruh positif dan sangat signifikan terhadap minyak *Sludge Underflow*, sehingga merupakan variabel yang paling dominan dalam mempengaruhi peningkatan minyak *Sludge Underflow*.

Sementara itu, variabel minyak *Reclaimed Tank* (X_3) memiliki koefisien sebesar 0,133 dengan nilai signifikansi 0,006 ($<0,05$), mengindikasikan bahwa kadar minyak *Reclaimed Tank* berpengaruh positif dan signifikan terhadap minyak *Sludge Underflow*. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan minyak pada *Reclaimed Tank* sebagai umpan, maka beban pemisahan dalam sistem klarifikasi akan meingkat. Kondisi ini sesuai dengan pernyataan (Nora & Mual, 2018) tingginya kandungan minyak pada aliran *recycle* menunjukkan bahwa proses pemisahan sebelumnya belum optimal. Dengan demikian, minyak *Reclaimed Tank* sebagai umpan memiliki pengaruh nyata terhadap pemisahan minyak *Sludge Underflow* dan mempengaruhi kestabilan proses.

4.7.2 Hasil Analisis Variabel Secara Simultan

Uji F digunakan dalam penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variabel suhu, kadar minyak COT, dan kadar minyak *Reclaimed Tank* secara bersama-sama terhadap kadar minyak *Sludge Underflow*. Uji F bertujuan untuk mengetahui apakah variabel suhu, kadar minyak COT, dan kadar

minyak *Reclaimed Tank* secara simultan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kadar minyak *Sludge Underflow*. Pengujian dilakukan dengan melihat nilai F hitung dan nilai signifikan F pada hasil ANOVA.

Hasil uji simultan (uji F) dapat dilihat pada tabel 4. 15 sebagai berikut :

Tabel 4. 15 Uji Signifikansi Simultan (Uji F)

ANOVA					
Sumber	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	3	9,678	3,226	42,370	1,2478E-12
Residual	41	3,122	0,076		
Total	44	12,8			

Berdasarkan Tabel 4.16. Hasil uji signifikan simultan (uji F), diperoleh nilai F hitung sebesar 42,370 dengan nilai signifikan F sebesar $1,2478 \times 10^{-12}$ ($< 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa variabel suhu, minyak COT dan minyak *Reclaimed Tank* secara bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap minyak *Sludge Underflow*.

Pada tabel ANOVA juga diketahui nilai *Sum of Square* (SS) regresi sebesar 9,678 dan nilai residual sebesar 3,122. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar variabel kadar minyak *Sludge Underflow* dapat dijelaskan oleh variabel suhu, kadar minyak COT, dan kadar minyak *Reclaimed Tank*, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain diluar model penelitian. Nilai *Mean Square* (MS) regresi sebesar 3,226 lebih besar dibandingkan MS Residual yaitu sebesar 0,076, hal ini menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan baik dalam menjelaskan pengaruh variabel suhu, kadar minyak COT, dan kadar minyak *Reclaimed Tank* terhadap variabel kadar minyak *Sludge Underflow*.

4.7.3 Interpretasi Hasil Regresi

Berdasarkan hasil analisis regresi linear berganda, dapat disimpulkan bahwa variabel yang paling berpengaruh terhadap peningkatan kadar minyak *oil losses* pada *Sludge Underflow* adalah minyak COT, diikuti oleh minyak dari *Reclaimed Tank*. Sementara itu, suhu memiliki pengaruh negatif yang signifikan namun relatif kecil, dan level minyak tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa faktor utama yang menentukan besarnya *oil losses* pada CST adalah kualitas umpan, khususnya kandungan minyak yang masuk kedalam CST. Semakin tinggi kandungan minyak pada umpan, maka beban pemisahan akan meningkat dan menyebabkan sebagian minyak tidak terpisah secara optimal dan terbawa ke *Sludge Underflow*.

Secara operasional, hasil ini menunjukkan bahwa pengendalian beban umpan (*feed quality*) lebih penting dibandingkan dengan pengaturan parameter operasi suhu dan level. Oleh karena itu upaya dalam penurunan *oil losses* sebaiknya dilakukan pengendalian komposisi umpan pada COT dan *Reclaimed Tank*, tetapi parameter lainnya juga tetap harus diperhatikan sesuai dengan standar operasional.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisis regresi linear berganda yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Variabel suhu ($^{\circ}\text{C}$) memiliki pengaruh terhadap kadar minyak *Sludge Underflow*, namun perubahan yang terjadi bersifat fluktuatif karena peningkatan suhu terhadap penurunan kadar minyak *Sludge Underflow* secara tidak konstan.
2. Variabel kadar minyak COT sebagai umpan utama CST memiliki pengaruh terhadap kadar minyak *Sludge Underflow* karena semakin tinggi kadar minyak COT maka semakin tinggi juga kadar minyak pada *Sludge Underflow* dan merupakan variabel paling dominan dalam mempengaruhi minyak *Sludge Underflow*.
3. Variabel kadar minyak *Reclaimed Tank* memiliki pengaruh terhadap kadar minyak *Sludge Underflow* karena semakin tinggi kadar minyak *Reclaimed Tank* maka semakin tinggi juga kadar minyak pada *Sludge Underflow*.
4. Hasil analisis pengaruh suhu, kadar minyak COT, dan kadar minyak *Reclaimed Tank* secara bersama-sama mempengaruhi kadar minyak *Sludge underflow* dengan mengikuti persamaan regresi $Y = 2,615 - 0,166X_1 + 0,543X_2 + 0,133 X_3$. Persamaan tersebut menunjukkan bahwa suhu berpengaruh terhadap mengurangi kadar minyak *Sludge*

Underflow, sedangkan kadar minyak COT dan kadar minyak *Reclaimed Tank* berpengaruh meningkatkan kadar minyak *Sludge Underflow* dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,7556 menunjukkan bahwa variabel suhu, kadar minyak COT, dan kadar minyak *Reclaimed Tank* mampu menjelaskan pengaruh terhadap kadar minyak *Sludge Underflow* sebesar 75,6%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

1. Suhu operasi pada proses klarifikasi perlu dijaga pada kondisi optimal agar proses pemisahan minyak berlangsung lebih efektif dalam menurunkan kandungan minyak pada *Sludge Underflow (oil losses)*.
2. Melakukan monitoring kandungan minyak pada *Reclaimed Tank* secara berkala untuk mencegah meningkatnya beban minyak yang masuk kembali ke sistem klarifikasi.
3. Penelitian selanjutnya disarankan menambahkan variabel lain yang dapat mempengaruhi terjadinya kehilangan minyak (*oil losses*), seperti laju aliran umpan, *retention time*, kandungan solid, serta efisiensi alat, agar diperoleh hasil analisis yang lebih mendalam mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi *oil losses*.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, I., & Ganing, M. (2023). Pengaruh Suhu Terhadap *Oil Looses* (Kehilangan Minyak) Pada Alat Tricanter Di Pabrik Kelapa Sawit.
- Andreono, R. (n.d.). Studi Efektivitas Pengutipan Minyak Pada *Continuous Settling Tank* Menggunakan Alat Pelampung.
- Darmadi, H., Mustakim, M., Irwansyah, Wawuru, J. V. A., Ginting, M., & Prasetya, A. B. (2024a). *Variation of Agitator Blades in Continous Settling Tank to Reduce Oil Losses in Oil Refining Process in Palm Palm Factories.*
- Darmadi, H., Mustakim, M., Irwansyah, Wawuru, J. V. A., Ginting, M., & Prasetya, A. B. (2024b). *Variation of Agitator Blades in Continous Settling Tank to Reduce Oil Losses in Oil Refining Process in Palm Palm Factories.*
- Fadhilah, N. N., Safitri, L., Alfian, U. A., Dharmawati, N. D., & Renjani, R. A. (2024a). *Minimize Oil Losses in Palm Oil Mill through Optimalization of Sludge Separator Performance.*
- Fadhilah, N. N., Safitri, L., Alfian, U. A., Dharmawati, N. D., & Renjani, R. A. (2024b). *Minimize Oil Losses in Palm Oil Mill through Optimalization of Sludge Separator Performance.*
- Kristono, S. N., Rahardja, I. B., & Darmawan, A. (2020). *The Effect of Oil Thickness in the Cylindrical Settling Tank on the Moisture and Impurities of Crude Palm Oil (CPO).*
- Nasution, A., Nasution, M. A., Rivani, M., Lydiasari, H., & Wulandari, A. (2022). Kajian Komparasi Kinerja *Sludge Separator* dan Dekanter 3 Fasa Pabrik Kelapa Sawit (PKS).
- Nora, S., & Mual, C. D. (2018). Buku Petunjuk Praktikum Budidaya Tanaman Kelapa Sawit. Pusat Pendidikan Pertanian. BPPSDMP.
- Nugroho, A. (n.d.). Teknologi Agroindustri Kelapa Sawit.
- Nugroho, B., Dharmawati, N. D., & Faizah, K. (2021). Analisis Efisiensi *Sludge Centrifuge* Guna Pengendalian *Losses* Minyak Kelapa Sawit Di Stasiun Klarifikasi.
- Rahimah, Andreono, R., Giyanto, & Zakwan. (2024). Studi Efektivitas Pengutipan Minyak Pada *Continuous Settling Tank* Menggunakan Alat Pelampung.
- Simamora, E. P., Marbun, N. V. M. D., & Januarti, R. (2026). Pengaruh Temperature terhadap Kecepatan Pengendapan Sludge dalam Proses Pemurnian Crude Palm Oil (CPO) di PT. XYZ.
- Sitinjak, A. A. & Toni Tumangger. (2022). Hubungan Suhu Dan Kadar Kotoran Cpo Pada Stasiun Klarifikasi.
- Syahputra, A. (2023). Kajian *Oil Losses* Pada *Underflow Continuous Settling Tank* (Cst) Pabrik Kelapa Sawit (Studi Kasus Pks Ptpn Iv Mayang)
- Ulhaq, M. D., Ullah, A., Mansyurdin, M., Zarory, H., & Faizal, A. (2024a). *Design and Implementation of Continuous Settling Tank (CST) Temperature Monitoring System and Waste Pond Level in a Palm Oil Mills.*
- Ulhaq, M. D., Ullah, A., Mansyurdin, M., Zarory, H., & Faizal, A. (2024b). *Design and Implementation of Continuous Settling Tank (CST) Temperature Monitoring System and Waste Pond Level in a Palm Oil Mills.*

- Yunianto, K. P. S., Darni Paranita, D., Mariani Sebayang, E. P., & Sorta Lumbantoruan, B. (2022). *Effect of Retention Time On Quality Clarified Oil In Continuous Settling Tank (cst)* at PT. XYZ.
- Zulbahri, A. P. (2019). Analisis Proses Pemisah Kadar *Crude Palm Oil* (CPO) Di PTP NUSANTARA I Tanjung Seumantoh-Aceh Tamiang.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Standar Komposisi Operasional

Standar Suhu (°C)	Level Minyak (cm)	Standar Komposisi <i>Sludge Underflow</i> (%)				
		%Minyak	%Emulsi	%Air	%Sludge	%Pasir
90-98	40-60	6% - 7%	2% - 4%	34% - 36%	43%	8% - 10%

Standar Suhu (°C)	Standar Komposisi COT(%)				
	%Minyak	%Emulsi	%Air	%Sludge	%Pasir
60-70	32%-40%	2% - 6%	20%-30%	32%	4%-12%

Standar Suhu (°C)	Standar Komposisi Reclaimed Tank(%)				
	%Minyak	%Emulsi	%Air	%Sludge	%Pasir
	20% - 25%	2% - 10%	32% - 38%	25%-35%	4%-10%

Lampiran 2 Tabel Data Komposisi *Sludge Underflow* CST

No.	waktu	suhu °C	Level Minyak	Komposisi <i>Sludge Underflow</i>				
				%Minyak	%Emulsi	%Air	%Sludge	%Pasir
1.	13:00	98	52	8%	5%	35%	40%	12%
	14:00	98	55	7%	6%	34%	41%	12%
	15:00	98	60	7%	4%	36%	42%	11%
2.	14:00	98	55	7%	6%	35%	41%	11%
	15:00	98	45	7%	6%	35%	40%	12%
	16:00	98	40	7%	4%	38%	40%	11%
3.	13:00	95	55	7%	4%	35%	42%	12%
	14:00	96	56	6%	5%	35%	42%	12%
	15:00	95	60	7%	5%	34%	42%	12%
4.	13:00	98	60	7%	5%	35%	41%	12%
	14:00	98	60	7%	4%	38%	41%	10%
	15:00	98	60	7%	5%	36%	40%	12%
5.	14:00	94	50	7%	4%	35%	42%	12%
	15:00	94	55	8%	4%	36%	40%	12%
	16:00	94	48	7%	5%	35%	41%	12%
6.	14:00	96	64	7%	6%	37%	40%	10%
	15:00	95	60	7%	5%	36%	40%	12%
	16:00	95	56	8%	5%	36%	41%	10%
7.	14:00	94	60	6%	5%	36%	41%	12%
	15:00	95	50	7%	4%	36%	41%	12%
	16:00	95	55	7%	5%	36%	40%	12%
8.	14:00	94	55	7%	4%	35%	42%	12%
	15:00	96	50	7%	5%	34%	44%	10%
	16:00	98	60	6%	5%	36%	41%	12%
9.	13:00	94	50	7%	6%	35%	40%	12%
	14:00	98	60	8%	4%	36%	40%	12%
	15:00	98	60	8%	5%	34%	41%	12%
10.	14:00	94	55	7%	5%	34%	42%	12%
	15:00	98	60	7%	4%	36%	41%	12%
	16:00	98	60	6%	5%	36%	42%	11%
11.	13:00	96	55	7%	4%	36%	42%	11%
	14:00	98	60	8%	4%	38%	40%	10%
	15:00	97	62	8%	5%	36%	40%	11%
12.	14:00	98	45	7%	5%	35%	42%	11%
	15:00	98	55	7%	4%	36%	41%	12%
	16:00	98	55	7%	4%	35%	42%	12%
13.	14:00	98	60	7%	4%	36%	41%	12%
	15:00	98	62	7%	4%	38%	40%	11%
	16:00	97	61	8%	6%	34%	40%	12%
14.	14:00	98	60	7%	4%	38%	41%	10%
	15:00	98	55	6%	5%	35%	42%	12%
	16:00	98	47	7%	5%	36%	40%	12%
15.	13:00	98	60	7%	5%	34%	42%	12%
	14:00	98	58	7%	4%	37%	40%	12%
	15:00	98	55	7%	4%	35%	42%	12%
Rata-rata		97	56	7%	5%	36%	41%	12%

Lampiran 3 Tabel Data Komposisi COT

No.	Komposisi COT				
	%Minyak	%Emulsi	%Air	%Sludge	%Pasir
1	32%	4%	22%	30%	12%
2	34%	3%	22%	30%	11%
3	33%	4%	21%	31%	11%
4	30%	4%	22%	32%	12%
5	32%	4%	21%	32%	11%
6	33%	3%	22%	30%	12%
7	32%	3%	22%	31%	12%
8	33%	4%	21%	30%	12%
9	33%	3%	22%	30%	12%
10	33%	3%	21%	31%	12%
11	34%	3%	21%	31%	11%
12	33%	4%	22%	29%	12%
13	33%	4%	21%	30%	12%
14	32%	3%	22%	31%	12%
15	32%	3%	21%	32%	12%
16	33%	3%	21%	31%	12%
17	34%	4%	22%	28%	12%
18	33%	3%	22%	30%	12%
19	33%	4%	22%	30%	11%
20	32%	4%	22%	30%	12%
21	33%	4%	21%	30%	12%
22	34%	4%	21%	30%	11%
23	33%	3%	22%	31%	11%
24	32%	3%	21%	32%	12%
25	33%	4%	22%	29%	12%
26	33%	3%	22%	30%	12%
27	32%	4%	22%	30%	12%
28	32%	3%	22%	32%	11%
29	32%	4%	21%	31%	12%
30	31%	4%	22%	31%	12%
31	32%	4%	22%	30%	12%
32	33%	3%	21%	31%	12%
33	33%	4%	22%	29%	12%
34	34%	3%	21%	31%	11%
35	33%	3%	21%	31%	12%
36	33%	4%	22%	29%	12%
37	33%	3%	22%	30%	12%
38	33%	3%	21%	32%	11%
39	32%	4%	22%	31%	11%
40	33%	3%	22%	31%	11%
41	33%	3%	21%	32%	11%
42	33%	4%	21%	31%	11%
43	30%	4%	22%	32%	12%
44	31%	4%	22%	31%	12%
45	31%	4%	21%	32%	12%
Rata-rata	33%	4%	22%	31%	12%

Lampiran 4 Tabel Data Komposisi *Reclaimed Tank*

No.	Komposisi <i>Reclaimed</i>				
	%Minyak	%Emulsi	%Air	%Sludge	%Pasir
1	22%	2%	36%	34%	6%
2	24%	5%	35%	32%	4%
3	22%	4%	34%	34%	6%
4	20%	6%	35%	32%	7%
5	20%	6%	32%	36%	6%
6	20%	4%	35%	34%	7%
7	22%	4%	35%	33%	6%
8	20%	4%	34%	36%	6%
9	22%	2%	36%	34%	6%
10	24%	4%	36%	32%	4%
11	20%	5%	35%	34%	6%
12	22%	4%	32%	36%	6%
13	24%	2%	36%	31%	7%
14	22%	5%	35%	32%	6%
15	21%	4%	33%	36%	6%
16	24%	4%	36%	32%	4%
17	22%	4%	36%	32%	6%
18	22%	2%	35%	35%	6%
19	21%	4%	35%	36%	4%
20	20%	5%	35%	33%	7%
21	20%	4%	35%	34%	7%
22	21%	5%	36%	34%	4%
23	24%	4%	34%	34%	4%
24	24%	5%	35%	30%	6%
25	20%	6%	35%	33%	6%
26	20%	6%	34%	34%	6%
27	20%	5%	35%	36%	4%
28	21%	5%	36%	34%	4%
29	22%	4%	35%	33%	6%
30	22%	4%	38%	30%	6%
31	20%	4%	35%	35%	6%
32	24%	4%	35%	33%	4%
33	24%	5%	35%	30%	6%
34	21%	4%	35%	36%	4%
35	20%	5%	35%	34%	6%
36	24%	5%	34%	31%	6%
37	24%	4%	34%	34%	4%
38	22%	4%	38%	30%	6%
39	20%	4%	36%	34%	6%
40	20%	6%	34%	34%	6%
41	21%	4%	36%	32%	7%
42	20%	4%	36%	34%	6%
43	20%	6%	38%	30%	6%
44	20%	7%	35%	34%	4%
45	22%	6%	35%	31%	6%
Rata-rata	22%	4%	35%	33%	6%

Lampiran 5 Tabel Analisa Pengaruh Suhu Terhadap Kadar Minyak *Sludge*

Underflow

No.	suhu °C	%Minyak <i>Sludge Underflow</i>
1	94	6%
2	94	7%
3	94	7%
4	94	7%
5	94	7%
6	94	7%
7	94	8%
8	95	7%
9	95	7%
10	95	7%
11	95	7%
12	95	7%
13	95	8%
14	96	6%
15	96	7%
16	96	7%
17	96	7%
18	97	8%
19	97	8%
20	98	6%
21	98	6%
22	98	6%
23	98	7%
24	98	7%
25	98	7%
26	98	7%
27	98	7%
28	98	7%
29	98	7%
30	98	7%
31	98	7%
32	98	7%
33	98	7%
34	98	7%
35	98	7%
36	98	7%
37	98	7%
38	98	7%
39	98	7%
40	98	7%
41	98	7%
42	98	8%
43	98	8%
44	98	8%
45	98	8%
Rata-rata	97	7%

suhu °C	%Minyak <i>Sludge Underflow</i>		suhu °C	%Minyak <i>Sludge Underflow</i>
94	6%		98	6%
94	7%		98	6%
94	7%		98	6%
94	7%		98	7%
94	7%		98	7%
94	7%		98	7%
94	8%		98	7%
94	7%		98	7%
			98	7%
suhu °C	%Minyak <i>Sludge Underflow</i>		98	7%
95	7%		98	7%
95	7%		98	7%
95	7%		98	7%
95	7%		98	7%
95	7%		98	7%
95	8%		98	7%
95	7%		98	7%
			98	7%
suhu °C	%Minyak <i>Sludge Underflow</i>		98	7%
96	6%		98	7%
96	7%		98	7%
96	7%		98	8%
96	7%		98	8%
96	7%		98	8%
			98	8%
			98	7%
suhu °C	%Minyak <i>Sludge Underflow</i>			
97	8%			
97	8%			
97	8%			

No.	suhu °C	Minyak <i>Sludge Underflow</i> (%)	Standar minyak <i>Sludge Underflow</i> (%)
1	94	7%	7%
2	95	7%	7%
3	96	7%	7%
4	97	8%	7%
5	98	7%	7%
Rata-rata	96	7%	7%

Lampiran 6 Tabel Analisa Pengaruh kadar minyak COT Terhadap Kadar Minyak
Sludge Underflow

Minyak COT (%)	Minyak Sludge Underflow (%)		Minyak COT (%)	Minyak Sludge Underflow (%)
30%	6%		33%	7%
30%	6%		33%	7%
30%	6%		33%	7%
			33%	7%
Minyak COT (%)	Minyak Sludge Underflow (%)		33%	7%
31%	6%		33%	7%
31%	6%		33%	7%
31%	6%		33%	7%
31%	6%		33%	7%
			33%	7%
Minyak COT (%)	Minyak Sludge Underflow (%)		33%	7%
32%	7%		33%	7%
32%	7%		33%	7%
32%	7%		33%	7%
32%	7%		33%	7%
32%	7%		33%	7%
32%	7%		33%	7%
32%	7%		33%	7%
32%	7%		33%	7%
32%	7%		33%	7%
32%	7%		33%	8%
32%	7%		33%	8%
32%	7%		33%	8%
32%	7%		33%	7%
			Minyak COT (%)	Minyak Sludge Underflow (%)
			34%	8%
			34%	8%
			34%	8%
			34%	8%
			34%	8%
			34%	8%

No.	Minyak COT (%)	Minyak Sludge Underflow (%)	Standar minyak Sludge Underflow (%)
1	30%	6%	7%
2	31%	6%	7%
3	32%	7%	7%
4	33%	7%	7%
5	34%	8%	7%
Rata-rata	32%	7%	7%

Kadar Minyak *Sludge Underflow*

[illegible]

No.	Minyak Reclaimed Tank (%)	Minyak Sludge Underflow (%)	Standar minyak Sludge Underflow (%)
1	20%	6%	7%
2	21%	7%	7%
3	22%	7%	7%
4	24%	8%	7%
Rata-rata	22%	7%	7%

Lampiran 8 Dokumentasi Kegiatan Penelitian



Pengecekan suhu CST



Pengukuran Level Minyak



Pengambilan Sampel



Sampel di homogen



Proses Sentrifugasi Sampel



Pengaturan laju RPM



Sampel *Sludge Underflow* CST



Sampel COT



Sampel *Reclaimed Tank*