

ANALISIS HUBUNGAN KECEPATAN PUTARAN AGITATOR TERHADAP KADAR MINYAK HASIL *PROTOTYPE* RANGKAIAN ALAT *CONTINUOUS SETTLING TANK*

¹Anna Angela Sitinjak, ²Mustakim, ³Faisal Reza

Prodi Teknik Mekanika, Politeknik Teknologi Kimia Industri Medan
Jalan Medan Tenggara VII, Medan, Sumatera Utara, 20228

¹annaangelasitinjak@yahoo.co.id

Abstrak

Pada penelitian ini dirancang sebuah *prototype* pada unit *continuous settling tank* yang dikhususkan untuk proses pemisahan minyak dan lumpur. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bagaimana hubungan kecepatan putar agitator dengan kadar minyak pada temperatur 90°C. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif, dengan terlebih dahulu merancang unit *continuous settling tank*, pengumpulan data dengan mengubah kecepatan putaran agitator dan statistik analisis menggunakan uji-t. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan putar agitator 41 rpm tidak menghasilkan minyak yang menempel pada lumpur, kemudian kecepatan dinaikkan dan terjadi peningkatan kandungan minyak. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan yaitu kecepatan putar agitator berpengaruh signifikan terhadap kadar minyak yang diperoleh dari $t_{hitung} = 12,21$, $t_{tabel} = 3,182$; $t_{hitung} > t_{tabel}$ dengan $\alpha = 5\%$.

Kata Kunci: *continuous settling tank*, lumpur, kecepatan putaran agitator

Abstract

In this study, a prototype was designed in a continuous settling tank unit which is devoted to the process of separating oil and sludge. This study aims to analyze about how the rotation speed of agitator relates to oil content at temperature of 90°C. The research method used is descriptive quantitative, by first designing the continuous setting tank unit, collecting data by changing the rotation speed of agitator and statistical analysis using the t-test. The result showed that the agitator rotational speed of 41 rpm did not produce oil that was attached to the sludge, then the speed was increased and there was an increase in the oil content. From the results of the study, it showed that there is a relationship, namely the rotation speed of agitator has a significant effect on oil content, which is obtained from $t_{calculation} = 12.21$, $t_{table} = 3.182$; $t_{calculation} > t_{table}$ dengan $\alpha = 5\%$.

Keywords: *continuous settling tank*, rotation speed of agitator, sludge,

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki tanah yang subur, sehingga pertanian menjadi salah satu sumber pendapatan terbesar negara dalam berpuluh-puluh tahun lamanya. Seiring dengan perkembangan teknologi, Indonesia mulai mengembangkan industri-industri. Salah satu

bahan yang dapat digunakan pada berbagai sektor industri adalah perkebunan kelapa sawit dengan produk utamanya adalah Crude Palm Oil (CPO) [1]. Crude Palm Oil (CPO) dapat digunakan oleh industri pembuatan minyak goreng, sabun, bahkan produk-produk kecantikan. Karena peningkatan akan kebutuhan produksi CPO, meningkat juga lahan-lahan perkebunan sawit sebesar 14,33

juta hektar dengan produksi mencapai 42,9 juta ton [2]. Adapun kelebihan dari minyak kelapa sawit yaitu mengandung beta karoten atau pro-vitamin A dan pro-vitamin E yang diperlukan pada proses metabolisme pada tubuh manusia dan antioksidan. Tingginya minat akan CPO sehingga dibutuhkan kontrol dalam hal harga [3].

Pada proses pengolahan CPO, terdapat proses pemurnian CPO yang selesai dari stasiun pengempaan yang memisahkan minyak dan sludge secara gravitasi dengan bantuan pengadukan yaitu agitator pada unit Continuous Setting Tank (CST). Proses pemurnian ini tidak lepas dari berat jenis. Berat jenis paling rendah akan berada di lapisan atas yaitu minyak, lapisan kedua yang paling bawah berupa sludge (lumpur). Proses pemurnian minyak diharapkan dapat menghasilkan minyak dengan kualitas kadar air 0,2% dan 0,04% kotoran.

Proses pemisahan minyak dengan sludge terjadi pada suhu 90⁰-95⁰C. Lumpur yang mengendap didalam CST dialirkan ke Sludge Tank (Underflow), dan minyak dialirkan menuju Pure Oil Tank (Overflow). Untuk mengetahui performance kerja CST masih baik maka indikator yang digunakan adalah kandungan minyak pada lumpur di underflow harus sekitar 10%. Ketebalan lapisan minyak pada CST dapat mempengaruhi kandungan minyak pada lumpur di underflow. Sebaiknya ketebalan lapisan minyak dalam CST sekitar 40-60 cm dan dilakukan pengutipan minyak melalui

skimmer. Posisi oil skimmer adalah ditengah-tengah tangki, yang ketinggiannya bisa dinaikkan dan diturunkan sesuai dengan ketinggian minyak di dalam CST.

Pada CST, ada suatu proses pengadukan dengan agitator dan diusahakan menghasilkan pengadukan yang sebaik mungkin dengan pemakaian daya sekecil mungkin. Ini berarti seluruh tangki pengaduk dapat digerakkan secara merata, biasanya secara turbulen. Pengadukan semakin buruk jika semakin banyak bahan bergerak dalam arah tangensial. Pada pergerakan tangensial ini, bahan ini berputar-putar bersama dengan pengaduk sehingga permukaan cairan membentuk kerucut di sekeliling sumbu pengaduk.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja CST adalah suhu, air dilusi, kecepatan pengaduk, kualitas dan kuantitas umpan dan desain dalam menentukan retention time. Anita [4] melakukan penelitian untuk melihat pengaruh suhu terhadap kecepatan pengendapan sludge pada CST dan diperoleh semakin tinggi suhu maka pengendapan sludge semakin cepat, dengan suhu optimal 90⁰ C pada kecepatan pengendapan 0,3507 cm/det. Karena pentingnya proses pemurnian minyak ini, khususnya unit CST, membuat peneliti lain melakukan penelitian pada unit ini juga. Purwanti & Rahmawati [5] mendapatkan hasil penelitian bahwa dengan suhu 90⁰-95⁰ C dengan kecepatan putar yang tetap, 3000 Rpm, proses pemurnian mudah dilakukan, karena suhu

yang terlalu rendah menyulitkan dalam proses pemisahan minyak dengan sludge dan suhu yang terlalu tinggi menyebabkan mutu minyak yang dihasilkan kurang baik. Untuk menjaga suhu 90^0-95^0 C ini, pada CST digunakan dua jenis pipa steam, yaitu steam inject pipe yang digunakan untuk menaikkan suhu hingga 90^0-95^0 C dengan adanya waktu tertentu dalam pengaktifannya dan steam coil pipe yang digunakan untuk mempertahankan suhu di dalam tangki. Untuk mengetahui waktu pengaktifan steam injection yang optimal, Kristono [6] melakukan penelitian yang berfokus pada masalah ini dan diperoleh bahwa waktu pengaktifan steam injection yang optimal hingga memenuhi level CST pada saat proses berjalan normal adalah selama 2,95 menit dimana injeksi itu akan mengisi ruang kosong di CST sebesar $10,0097 \text{ m}^3$. Pengutipan minyak pada CST dilakukan dengan cara menurunkan tuas dari alat pengutip minyak (skimmer) apabila ketebalan minyak sudah mencapai 40-60cm, dengan gelas penduga. Jika diperhatikan, tingkat keakuratan gelas penduga adalah kurang baik, sehingga Mahfud [7] merancang suatu sensor magnet untuk membaca ketebalan minyak di CST dengan bantuan tiang dan pelampung. Penelitian-penelitian sebelumnya berkaitan dengan suhu di CST, karena suhu memang memegang peranan penting pada proses pemurnian minyak. Karena itu, peneliti tertarik untuk meneliti apa yang terjadi terhadap kadar minyak jika kecepatan putar agitator berubah-ubah namun

suhu konstan 90^0C dan menganalisa bagaimana hubungan kedua variable ini.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif. Metode ini digunakan untuk menggambarkan, menjelaskan, atau meringkaskan berbagai kondisi, situasi, fenomena, atau berbagai variabel penelitian menurut kejadian sebagaimana adanya yang dapat dipotret, diwawancara, diobservasi, serta yang dapat diungkapkan melalui bahan-bahan documenter atau hasil percobaan. Setelah pengumpulan data dari hasil percobaan, dilakukan uji-t dengan terlebih dahulu mencari persamaan regresi linear dan koefisien korelasi.

a. Pembuatan Prototype Continuous Setting Tank

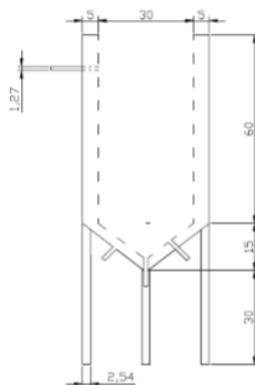
Spesifikasi Alat

1. Elektromotor
Type : YC 90S-4
Frekuensi : 50 Hz
Daya : 1 Hp
Tegangan : 5 A
Putaran : 1400 rpm
Cos θ : 0,8
2. Inverter
Type : Inverter 3G 3JX / HE 015
Input : 50 Hz, 60 Hz, 200-240 Volt 1 Ph
Output : 0,5 – 400 Hz, 240 Volt 3Ph
3. Continuous Settling Tank
Tinggi Tabung : 60 cm

Diameter Tabung Dalam : 30 cm
Diameter Tabung Luar : 40 cm
Volume Tabung Dalam : ± 44 Liter
Volume Tabung Luar : ± 36 Liter

Bahan

1. Plat (pembuatan tabung dan kerucut)
2. Siku (pembuatan dudukan motor)



Gambar 1. Rangkaian Alat

3. Pipa (sebagai kaki tabung dan pipa undeflow)
4. Electromotor (mengubah energi listrik menjadi energi mekanik)
5. Flange (menyambungkan poros motor dan pipa agitator)
6. Inverter (mengubah tegangan searah menjadi tegangan bolak-balik).



Gambar 2. Prototype CST

b. Pengujian Prototype CST

Pada Gambar 2 disajikan Prototype CST. Pengujian Prototype CST dilakukan dengan cara merubah kecepatan putar agitator melalui alat inverter. Alat inverter di setting dan waktu pengadukan dihitung dengan stopwatch. Suhu tetap pada heater sekitar 90⁰ C. Percobaan dilakukan sebanyak 6 kali pada setiap sampel dengan jumlah sampel sebanyak 6 sampel. Setelah dilakukan percobaan pada unit CST, maka diambil sampel sludge dan diuji

menggunakan alat centrifuge yang kecepatan putaran 5000 Rpm selama 30 menit. Dari hasil pengujian ini akan ada pemisahan antara minyak dan lumpur, kemudian dihitung kadar minyak (%).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah prototype selesai dirancang dan dilakukan hasil percobaan, diperoleh data-data hasil percobaan yang disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Data Hasil Percobaan

NO	Sampel	Kecepatan Putaran Agitator (Rpm)	Temperatur (°C)	Volume Sampel	Volume Minyak (ml)	Kadar Minyak (%)
1	A	41	90	10	0	0
					0	0
					0	0
					0	0
					0	0
					0	0
2	B	46	90	10	0.5	5
					0.1	1
					0.6	6
					0.1	1
					0.1	1
					0.2	2
3	C	51	90	10	0.9	9
					1.6	16
					0.9	9
					0.4	4
					0.5	5
					0.5	5
4	D	56	90	10	1.4	14
					1.1	11
					1.3	13
					1.4	14
					1.1	11
					1.6	16
5	E	60	90	10	1.6	16
					1.9	19
					1.5	15
					1.5	15
					1.6	16
					1.7	17

Dalam menghitung kadar minyak dalam sludge, digunakan rumus berikut:

$$Kadar\ minyak = \frac{Volume\ Minyak}{Volume\ Sampel} \times 100\%$$

Untuk kadar minyak sampel A:

$$Kadar\ minyak = \frac{0}{10} \times 100\% = 0 ;$$

karena pada sampel A volume minyak 0 maka rata-rata kadar minyak adalah nol (0).

Demikian juga perhitungan untuk sampel B, C, D dan E. Berikut Tabel 2 data rata-rata kadar minyak yang terikut pada sludge akibat adanya kecepatan putarana agitator, yang hasil perhitungannya akan diolah.

Tabel 2. Rata-Rata Kadar Minyak (%)

NO	Sampel	Kecepatan Putaran Agitator (Rpm)	Rata-Rata Kadar Minyak (%)
1	A	41	0
2	B	46	2.66
3	C	51	8
4	D	56	13.16
5	E	60	16.33

Tabel 3. Data Hubungan Kecepatan Putar Agitator dengan Kadar Minyak

No	Kecepatan Putar Agitator (RPM) / X_i	X_i^2	Rata-Rata Kadar Minyak (%) / Y_i	$X_i * Y_i$	Y_i^2
1	41	1681	0	0	0
2	46	2116	2.66	122.36	7.0756
3	51	2601	8	408	64
4	56	3136	13.16	736.96	173.1856
5	60	3600	16.33	979.8	266.6689
total	254	13134	40.15	2247.12	510.9301

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa pada kecepatan 41 Rpm, rata-rata kadar minyak sebesar 0%. Ini menunjukkan bahwa tidak ada minyak yang terikat pada lumpur. Kemudian Kecepatan putar agitator ditingkatkan dan terdapat kadar minyak pada lumpur yaitu, pada 46 Rpm terdapat 2.66% rata-rata kadar minyak, pada 51 Rpm terdapat 8% rata-rata kadar minyak, pada 56 Rpm terdapat 13.16% rata-rata kadar minyak dan pada 60 Rpm terdapat 16.33% rata-rata kadar minyak.

Berikutnya akan dibahas secara statistik bagaimana hubungan kecepatan putaran agitator dengan kadar minyak. Pada analisis statistik digunakan uji-t, namun terlebih dahulu dicari persamaan regresi dan koefisien korelasi. Pada Tabel 3 disajikan data hubungan kecepatan putar agitator dengan kadar minyak.

a. Regresi Linear

Untuk melihat apakah ada hubungan kecepatan putar agitator dengan rata-rata kadar minyak digunakan persamaan Regresi linear sederhana kemudian dilihat koefisien korelasi (r). Persamaan regresi linear dapat dilihat di bawah ini:

$$\hat{Y} = a + bX$$

\hat{Y} = garis regresi / variable response (terikat)

a = konstanta (intersep), perpotongan dengan sumbu vertical

b = konstanta regresi (slope)

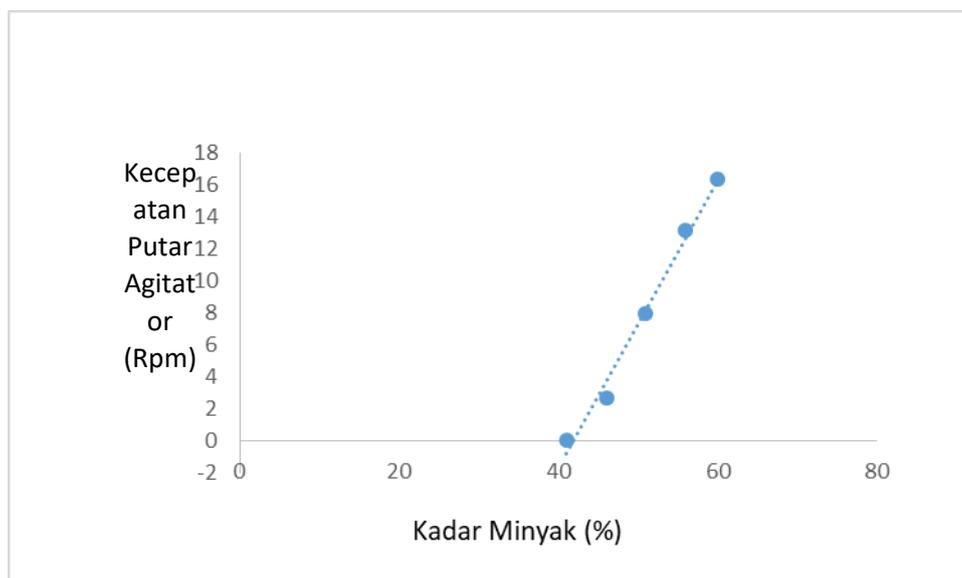
X = variable bebas / predictor

Diperoleh persamaan sebagai berikut: $\hat{Y} = -37.64 + 0.899X$, kemudian dicari koefisien korelasi (r). Untuk mengetahui ada

atau tidaknya hubungan antara kedua variabel (X dan Y) dan seberapa erat hubungan antara kedua variabel tersebut dapat diketahui dengan menghitung koefisien korelasi dari kedua variabel. Jika koefisien korelasi bertanda positif (+) maka dapat disimpulkan hubungan kedua variabel positif dan begitu juga halnya bila koefisien korelasi bertanda negatif (-). Kriteria dalam menentukan keeratan hubungan adalah sebagai berikut [8].

Nilai koefisien korelasi yang diperoleh sebesar 99% yang berarti kedua variabel ini memiliki hubungan yang sangat kuat. Jadi, kecepatan putaran agitator sangat mempengaruhi kadar minyak. Untuk koefisien determinasi (r^2) menjadi sebesar 0.98 (98 %), menunjukkan bahwa 98 % kecepatan putaran agitator dapat mempengaruhi kadar minyak pada proses pemurnian minyak dan 2 % lain disebabkan oleh faktor lain.

Koefisien Korelasi	Kriteria
≤ 0.20	Hubungan rendah sekali
$>0.20 - 0.40$	Hubungan rendah tapi pasti
$>0.40 - 0.70$	Hubungan yang cukup berarti
$>0.70 - 0.90$	Hubungan yang kuat
>0.90	Hubungan yang sangat tinggi



Gambar 3. Grafik Persamaan Regresi Linear

b. Uji-t

Setelah diketahui secara statistika bahwa kecepatan putaran agitator mempunyai hubungan terhadap besarnya kadar minyak pada proses pemurnian minyak, selanjutnya

dilakukan uji hipotesis. Hipotesis merupakan pernyataan yang mungkin benar atau salah sehingga perlu dilakukan uji untuk mengetahui kebenarannya. Uji hipotesis pada penelitian ini menggunakan t-test, untuk

mengetahui secara signifikan apakah kecepatan putaran agitator mempengaruhi besarnya kadar minyak yang terikut pada sludge. Pada penelitian ini digunakan uji-t dua arah dengan kriteria penolakan H_0 dengan taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0.05$) adalah $t_{hitung} > t_{tabel}$

Hipotesis

$H_0 : \beta = 0$; Kecepatan putaran agitator tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar minyak.

$H_1 : \beta \neq 0$; Kecepatan putaran agitator berpengaruh signifikan terhadap kadar minyak.

Perhitungan uji-t:

$t_{hitung} = 12.21$; t_{table} pada uji-t dua arah = 3.182 ,

sehingga $t_{hitung} > t_{table}$ (H_0 ditolak), artinya bahwa ada pengaruh secara signifikan kecepatan putaran agitator terhadap besarnya kadar minyak yang terikut pada sludge.

Dari hasil analisis statistic diperoleh bahwa dari pengujian prototype CST ada pengaruh antara kecepatan putaran agitator terhadap kadar minyak yang terikut pada sludge. Pengadukan pada bahan yang mengandung minyak bertujuan untuk mengganggu kestabilan sehingga minyak keluar. Dalam proses pengadukan terjadi proses gerakan rotasi antar molekul sehingga menurunkan viskositas. Viskositas yang kecil dapat mempercepat proses pengendapan

minyak dan jika sebaliknya proses pengendapan lambat. Kecepatan putaran agitator ini menyebabkan adanya perubahan viskositas. Putaran pada agitator yang terlalu cepat akan membuat sludge dan minyak teraduk menjadi bercampur yang mana viskositas meningkat sehingga kadar minyak pada *sludge* meningkat. Hal ini menjadi salah satu faktor yang menyebabkan *oil losses* terjadi dan berdampak pada kerugian pada proses produksi minyak kelapa sawit. Hal ini sejalan dengan penelitian Renjani, dkk [9] yang menyimpulkan bahwa kadar kotoran akan meningkat jika tangki agitator terus teraduk, karena agitator yang memberikan gaya setrifugasi pada CPO mengakibatkan impurities yang seharusnya mengendap menjadi terus mendapatkan turbulensi dan berada di sisi tangki dan mengakibatkan kadar kotoran meningkat. Penelitian yang akan datang mengenai CST masih dapat dilanjutkan dengan menambahkan faktor lain pada proses pemurnian minyak, sehingga nantinya akan diperoleh kualitas CPO yang baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh bahwa kecepatan putaran agitator pada 41 Rpm membuat kadar minyak 0% yang artinya putarannya masih normal dan minyak tidak terikut pada sludge. Ketika kecepatan putaran agitator ditingkatkan, terjadi adukan semakin meningkat juga sehingga berdampak pada adanya campuran minyak pada sludge. Secara

statistik, kecepatan putaran agitator berpengaruh secara signifikan terhadap kadar minyak yang terikat pada sludge dengan $t_{hitung}=12.21$ dan $t_{table} = 3.182$ sehingga $t_{hitung} > t_{table}$ dengan taraf signifikansi, $\alpha = 5\%$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Supiana, “Analisis Faktor Produksi dengan Trend Minyak Sawit (CPO) di Indonesia”, Skripsi, Universitas Muhammadiyah Makassar, Makassar, 2021
- [2] BPS Indonesia, “Indonesian Oil Palm Statistics 2019”, 2020.
- [3] Oktarina, T. dan Ramila, “Peramalan Produksi Crude Oil Palm Oil (CPO) Menggunakan Metode Arima pada PT Sampoerna Agro”, Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia, hal. 251-260, 2018
- [4] Anita, Zulisma, “Pengaruh Temperatur terhadap Kecepatan Pengendapan Sludge dalam Crude Palm Oil pada Continuous Settling Tank”, USU Repository, 2009
- [5] Purwanti, Anita dan Rahmawati, “Analisis Proses Pemisah Kadar Produksi Crude Palm Oil (CPO) di PTP Nusantara I tanjung Seumantoh-Aceh Tamiang”, Jurnal Hadron, Vol.1, No.1, hal.5-8, 2019
- [6] Kristono, St. Nugroho, “Analisa Pengaruh Steam Injection terhadap Overload Continuous Settling Tank (Studi Kasus di PKS XYZ)”, Jurnal Citra Widya Edukasi, Vol.X, No.1, hal. 67-72, 2018
- [7] Mahfud, Ahmad, “Rancang Bangun Sensor Pelampung untuk Mendeteksi Ketebalan Lapisan Fluida di Continuous Settling Tank dengan Memanfaatkan Sensor Magnet (Red Switch)”, Industrial Engineering Journal, Vol.6, No.2, hal.17-22, 2017
- [8] Guilford, J.P., “Fundamental Statistic in Psychology and Education 3rd Edition”, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1956
- [9] Renjani, dkk., “Pengamatan Kualitas CPO pada Storage Tank dengan Penambahan Sistem Pengadukan pada Berbagai Variasi Temperatur”, Jurnal Tekik Pertanian Lampung, Vol.9, No.4, hal.343-352, 2020.