

PEMBUATAN ALAT KONTROL LEVEL *DIGESTER* SECARA OTOMATIS DENGAN SENSOR *LIMIT SWITCH* DI PABRIK KELAPA SAWIT KENANGA MILL

Wahyudi Agustian^{1*}, Lia Laila¹, Novelita Wahyu Mondamina¹

¹Program Studi Teknologi Pengolahan Sawit, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sains Bandung

Abstrak. *Digester* merupakan mesin yang berfungsi untuk melumatkan berondolan sehingga daging buah (*mesocarp*) terpisah dari *nut* dan memudahkan proses pengepresan di mesin *press*. Umpan berondolan yang masuk kedalam *digester* harus kontinu karena berpengaruh pada level *digester*. Persoalan yang sering terjadi adalah level *digester* tidak mencapai tinggi minimal yaitu 75% dari total volume *digester* sehingga proses pelumatan berondolan di dalam *digester* tidak optimal. Atas dasar ini, penulis membuat alat kontrol level *digester* menggunakan sensor *limit switch* yang akan secara otomatis mematikan *auto feeder* saat *digester* mencapai tinggi maksimal (100% volume *digester*) dan kembali menyala saat level *digester* minimal 75% dari total volume *digester*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara menjaga level *digester* tercapai minimal 75%, dan mengetahui pengaruh pemasangan alat kontrol level *digester* terhadap *oil losses in fibre*. Metode penelitian menggunakan metode eksperimen yaitu pembuatan alat kontrol level *digester* secara langsung dan membuat diagram *Ishikawa* untuk mengetahui akar masalah yang terjadi. Alat kontrol dibuat menggunakan sensor *limit switch* yang terhubung dengan bandul level dan panel *auto feeder*. Hasil penelitian menunjukkan alat dapat bekerja dengan baik. Data hasil pengujian alat terhadap level *digester* adalah tinggi minimal berondolan didalam *digester* tercapai minimal 75% dari total volume *digester* dengan total rata-rata level *digester* 5,38% lebih tinggi dibandingkan sebelum pemasangan alat kontrol. Pengujian alat terhadap *oil losses in fibre* membantu penurunan sebesar 1,68% dan membuat penghematan biaya dari penurunan *oil losses in fibre* sebesar Rp 732.634,- perhari.

KATA KUNCI : Level *Digester*, *Oil Losses in Fibre*, *Auto Feeder*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Pabrik Kelapa Sawit (PKS) merupakan pabrik yang berfungsi untuk mengolah Tandan Buah Segar (TBS) menjadi *Crude Palm Oil* (CPO) dan *Palm Kernel* (PK). Dalam proses mengolah TBS menjadi CPO dan PK melalui beberapa stasiun, salah satunya yaitu Stasiun *Pressing*. Stasiun *Pressing* merupakan proses lanjutan dari proses *Threshing* dalam pengolahan kelapa sawit. Pada Stasiun *Pressing* terdapat suatu mesin yang disebut *Digester*. *Digester* merupakan mesin yang berfungsi untuk melumatkan berondolan sehingga daging buah (*mesocarp*) terpisah dari *nut* dan memudahkan proses pengepresan di mesin *press*. Berondolan akan mengisi *digester* sampai terisi penuh, lalu akan diputar atau diaduk dengan menggunakan pisau pengaduk (*stirring arm*) yang terpasang pada bagian poros. Tujuan utama dari proses pengadukan adalah mengkondisikan berondolan di *digester* sebelum di *press*, sehingga minyak dengan mudah dapat dipisahkan dari daging buah. *Auto feeder* bekerja saat operator *tippler* menuang TBS yang telah direbus (*cook fruit bunch*) kedalam *hopper tippler*. Kerja *auto feeder* sebelum pemasangan alat sangat bergantung pada operator *tippler* dikarenakan hanya 1 orang per *shift*. Persoalan yang sering terjadi adalah level *digester* tidak mencapai tinggi minimal level *digester* yaitu 75% dari total volume *digester* sehingga proses pelumatan berondolan di dalam *digester* tidak optimal^[1]. Hal ini karena operator *tippler* sering mematikan *auto feeder* dan *mechanical bunch conveyor* sehingga umpan yang masuk ke *digester* tidak kontinu dan level *digester* tidak mencapai tinggi minimal yaitu 75% dari total volume *digester*. Atas dasar ini, penulis membuat kontrol level *digester* secara otomatis dengan menggunakan sensor *limit switch* yang akan secara otomatis mematikan *auto feeder* saat *digester* mencapai tinggi maksimal (100% volume *digester*) dan kembali menyala saat level *digester* minimal 75% dari total volume *digester*.

^{1*} Corresponding author: wahyudiagustian04@gmail.com

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan diatas, maka permasalahan yang teridentifikasi sebagai berikut :

1. Bagaimana cara menjaga level *digester* minimal 75% dari total volume *digester*?
2. Bagaimana pengaruh pemasangan *limit switch* terhadap *oil losses in fibre*?

1.3 Tujuan Penelitian

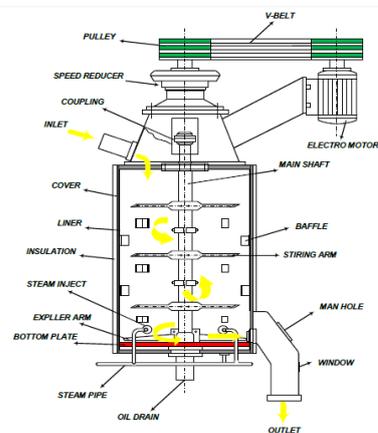
Beberapa rumusan masalah yang menjadi acuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui cara menjaga level *digester* minimal 75% dari total volume *digester*.
2. Mengetahui pengaruh pemasangan *limit switch* terhadap *oil losses in fibre*.

2. Landasan Teori

2.1 Stasiun Pressing

Stasiun *pressing* merupakan tempat ekstraksi minyak dari *mesocarp* (daging buah) yang telah dicacah di dalam *digester* [2]. *Digester* adalah proses pengadukan berondolan dari *Thresher* sampai homogen [3]. Berondolan akan mengisi *digester* sampai terisi penuh, lalu akan diputar atau diaduk dengan menggunakan pisau pengaduk (*stirring arm*) yang terpasang pada bagian poros. Tujuan utama dari proses pengadukan adalah mengkondisikan berondolan di *digester* sebelum di *press*, sehingga minyak dengan mudah dapat dipisahkan dari daging buah.



Gambar 1. Komponen *Digester*

2.2 Standar Parameter Stasiun Pressing

2.2.1 Level *Digester*

Level *digester* merupakan salah satu parameter penting untuk menjaga *oil loss in fibre* maksimum 0,58% terhadap TBS [3]. Level *digester* dijaga minimal $\frac{3}{4}$ atau 75% dari volume *digester* untuk memaksimalkan proses pencacahan dan pelumatan berondolan didalam *digester* yang dilakukan selama ± 15 menit kemudian diumpankan ke mesin *press*.

2.2.2 *Oil Losses in Fibre*

Oil loss in fibre merupakan suatu kerugian akibat kehilangan minyak pada serabut berondolan yang disebabkan minyak masih terikat oleh serabut berondolan dari proses pengepresan. *Oil loss in fibre* ini disebabkan oleh beberapa hal, salah satunya level *digester* yang tidak mencapai level minimum $\frac{3}{4}$ atau 75% dari volume *digester*. *Oil loss in fibre* yang dianjurkan maksimal 0,58% terhadap TBS [5].

2.3 Auto Feeder

Auto Feeder merupakan alat pengatur umpan (*coock fruit bunch*) ke drum *thresher*, dimana alat ini dilengkapi dengan *shaft* berjari-jari. *Auto feeder* berfungsi untuk menjaga jumlah pengumpanan *coock fruit bunch* tidak *overload* ke drum *thresher* melainkan secara konstan dan kontinyu tanpa terjadinya *recycle coock* brondolan terus-menerus. Berikut merupakan gambar *auto feeder*.



Gambar 2. *Auto Feeder*

2.4 Sistem Kontrol

Sistem merupakan suatu komponen – komponen fungsional yang saling berhubungan dan bekerja sama untuk mencapai tujuan tertentu (variabel/parameter). Kontrol adalah pengendalian atau pengaturan [6]. Sistem kontrol merupakan suatu proses pengendalian atau pengaturan terhadap satu atau beberapa sistem sehingga berada pada kisaran tertentu.

Komponen dasar sistem kontrol :

- Input, yaitu sinyal masukan atau sebagai sinyal penggerak
- Output, yaitu sinyal keluaran atau variabel yang dikontrol
- Proses Kontrol, yaitu perubahan yang berurutan dan berlangsung secara kontinyu dan tetap menuju keadaan akhir tertentu.

2.5 Struktur dan Elemen Sistem Pengukuran

Sistem pengukuran merupakan satu kesatuan dari elemen – elemen yang saling berkaitan satu sama lain. Sistem pengukuran yang kompleks terdiri atas beberapa elemen-elemen terpisah atau disebut dengan instrumen pengukuran [7].

a. Elemen Pengindra

Elemen pengindra atau disebut sensor yang berkontak langsung dengan proses. Prinsip kerjanya dengan menggunakan perubahan sifat pada saat mengindra proses untuk ditunjukkan sebagai perubahan fisik tertentu. Salah satu contoh elemen pengindra adalah sensor mekanis *limit switch*.

b. Elemen Pengkondisi Sinyal

Elemen ini mengambil *output* dari elemen pengindra dan mengubahnya ke bentuk yang lebih sesuai untuk pengolahan lebih lanjut, biasanya dalam bentuk tegangan atau sinyal frekuensi.

c. Elemen Pengolah Sinyal

Elemen ini mengambil output elemen pengkondisi sinyal dan mengubahnya ke dalam bentuk yang dapat dimengerti oleh pengguna. Seperti contoh ADC (*Analog to Digital Converter*) yang mengubah tegangan ke dalam bentuk digital [6].

d. Elemen Penampil Data

Elemen ini menampilkan nilai terukur dalam bentuk yang dapat dimengerti oleh pengguna. Seperti contoh indikator skala penunjuk sederhana, *chart recorder*, dan *visual display unit* [7].

1. *Limit Switch*

Limit switch adalah suatu alat yang berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan arus listrik pada suatu rangkaian, berdasarkan struktur mekanik dari *limit switch* itu sendiri. *Limit switch* memiliki tiga buah terminal, yaitu: *central terminal*, *normally close (NC)* terminal, dan *normally open (NO)* terminal. Sesuai dengan namanya, *limit switch* digunakan untuk membatasi kerja dari suatu alat yang sedang beroperasi. Terminal NC, NO, dan *central* dapat digunakan untuk memutuskan aliran listrik pada suatu rangkaian atau sebaliknya [8].



Gambar 3. *Limit Switch*

2. Relay

Relay adalah sebuah saklar yang dikendalikan oleh arus. *Relay* memiliki sebuah kumparan tegangan rendah yang dililitkan pada sebuah inti. Terdapat sebuah armatur besi yang akan tertarik menuju inti apabila arus mengalir melewati kumparan. Armatur ini terpasang pada sebuah tuas berpegas. Ketika armatur tertarik menuju ini, kontak jalur bersama akan berubah posisinya dari kontak normal-tertutup ke kontak normal-terbuka^[9].

3. Time Delay Relay

TDR (*Time Delay Relay*) sering disebut juga *relay timer* atau *relay penunda* batas waktu banyak digunakan dalam instalasi, terutama instalasi yang membutuhkan pengaturan waktu secara otomatis^[10].

4. Push Button

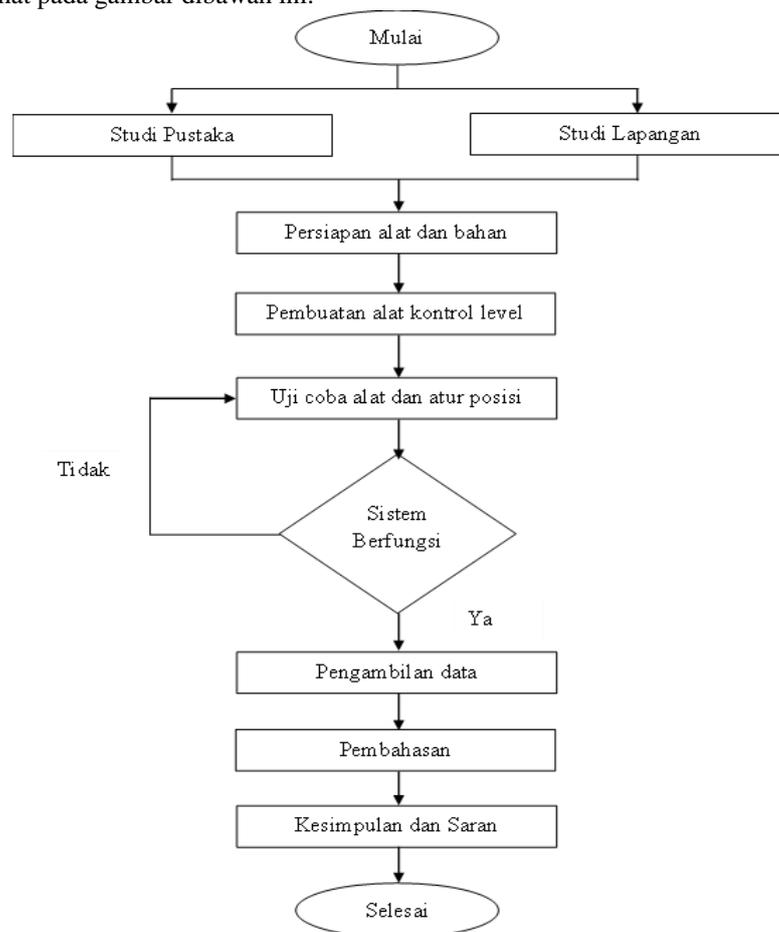
Push button switch (saklar tombol tekan) adalah perangkat/saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan *unlock* (tidak mengunci).

5. Kabel NYM

Kabel NYM merupakan kabel yang memiliki konduktor tembaga lebih dari satu dengan isolator terselubung dengan berbahan PVC (300 – 500 V). Kabel NYM sering digunakan pada instalasi tetap bangunan, dimana penempatannya biasanya di luar/di dalam tembok. Ukuran kabel NYM sangat tergantung dari berapa jumlah inti kabel tembaga, bisa terdiri dari 2, 3, sampai 4 jika diperlukan untuk tambahan grounding. Warna lapisan isolator PVC pada kabel NYM biasanya putih atau abu-abu^[14].

3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kualitatif dan metode kuantitatif. Adapun alur prosedur penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

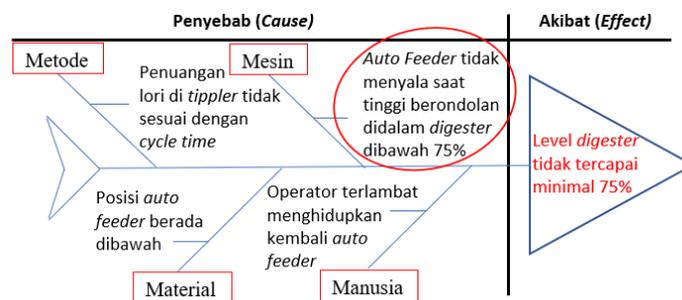


Gambar 4. Diagram Alir Prosedur Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Identifikasi Akar Penyebab Masalah

Tahapan mencari akar penyebab masalah (*root cause*) dilakukan dengan menggunakan alat bantu *Diagram Ishikawa*. Langkah pertama dalam mencari penyebab masalah adalah mengidentifikasi kategori-kategori utama yang mengorganisasikan sebab sedemikian rupa sehingga masuk akal dengan situasi. Ada empat kategori utama yang digunakan, pertama yaitu aspek Manusia yang berperan sebagai operator operator *tipler* berjumlah satu orang per *shift* bertugas mengoperasikan *tipler* termasuk *auto feeder* sehingga terlambat menghidupkan kembali *auto feeder* saat level *digester* mencapai 75% dari total volume *digester*. Selanjutnya aspek Material, dimana posisi *auto feeder* berada dibawah dan jauh dari *digester* sehingga operator *tipler* tidak mengetahui kapan level *digester* berada dibawah 75% dari total volume *digester*. Aspek ketiga yaitu Metode, pemuatan lori di *tipler* tidak sesuai dengan *cycle time* yang ditentukan yaitu 7,5 menit per lori sehingga umpan berondolan yang masuk ke *digester* tidak kontinu. Aspek keempat yaitu Mesin, teridentifikasi bahwa *auto feeder* tidak menyala saat tinggi berondolan didalam *digester* dibawah 75% dari total volume *digester*. Hal inilah yang menjadi penyebab utama level *digester* tidak tercapai minimal 75% dari total volume *digester*. Berikut ditunjukkan diagram ishikawa proses menemukan akar penyebab masalah dalam pembuatan alat kontrol level *digester*.



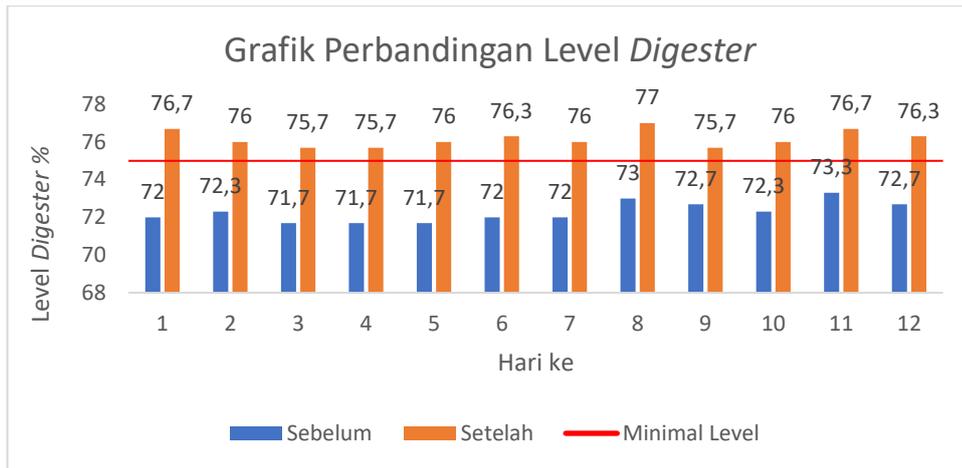
Gambar 5. Diagram Ishikawa

4.2 Data Hasil Pengujian Alat Kontrol Level *Digester*

Dalam pembuatan alat kontrol level *digester* perlu dilakukan pengujian terhadap level *digester* bertujuan untuk mengetahui level *digester* setelah pemasangan alat.

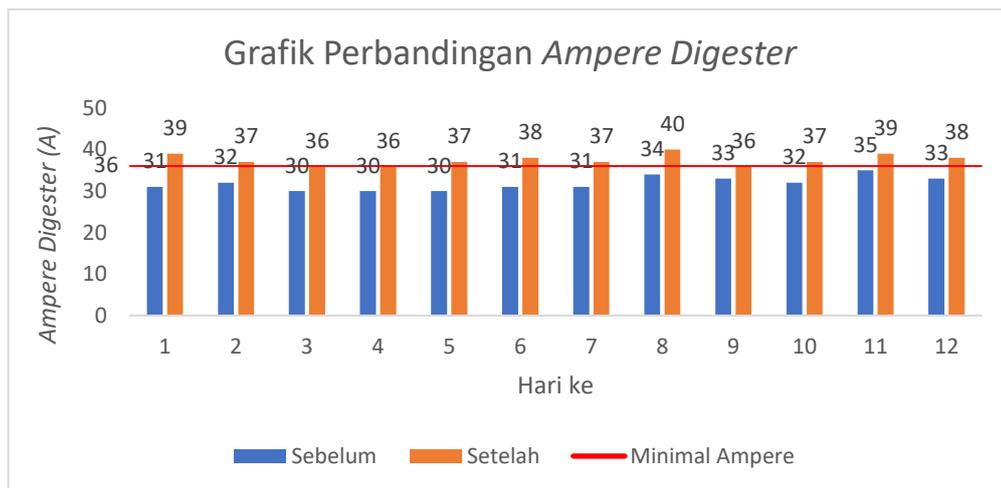
4.2.1 Level dan *Ampere* Kerja *Digester*

Level *digester* perlu dipertahankan minimal 75% supaya pelumatan berondolan didalam *digester* lebih optimal dan menjaga pisau-pisau *digester* (*stirrer arm*) memiliki *lifetime* yang sama yaitu 2500 jam serta mengurangi resiko *steam* yang terbuang akibat level tidak tercapai. *Ampere* kerja *digester* sebanding dengan level *digester*. Rentan *ampere* kerja *digester* di PKS Kenanga Mill adalah 36-40 *Ampere*. Jika *ampere* kerja *digester* berada dibawah 36 menunjukkan level *digester* kurang dari 75%. Level *digester* dan *ampere* kerja *digester* yang diuji adalah *digester* isi kedua yang beroperasi yaitu *digester* nomor 3. Pengujian dilakukan dengan cara mengamati terlebih dahulu *ampere* kerja *digester* nomor 3 kemudian menutup *valve steam inject digester* lalu buka *manhole digester* yang berada diatas dan lakukan pengukuran tinggi berondolan didalam *digester* dengan cara mengukur ruang kosong *digester* menggunakan meteran melalui *manhole* yang telah dibuka. Berikut data hasil pengujian alat kontrol level *digester* sebelum dan setelah pemasangan alat dalam bentuk grafik perbandingan.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Level Digester No. 3

Gambar 6 diatas menunjukkan grafik perbandingan level digester. Level digester sebelum pemasangan alat kontrol ditunjukkan oleh balok warna biru dan level digester setelah pemasangan alat kontrol ditunjukkan oleh warna coklat. Pada grafik terlihat jelas perbedaan level digester sebelum dan setelah pemasangan alat kontrol. Balok warna biru lebih rendah dibanding balok warna coklat atau berada dibawah level minimal yaitu 75%. Hal ini menunjukkan bahwa level digester sebelum pemasangan alat kontrol tidak mencapai level minimal dibandingkan setelah pemasangan alat kontrol.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Ampere Digester No. 3

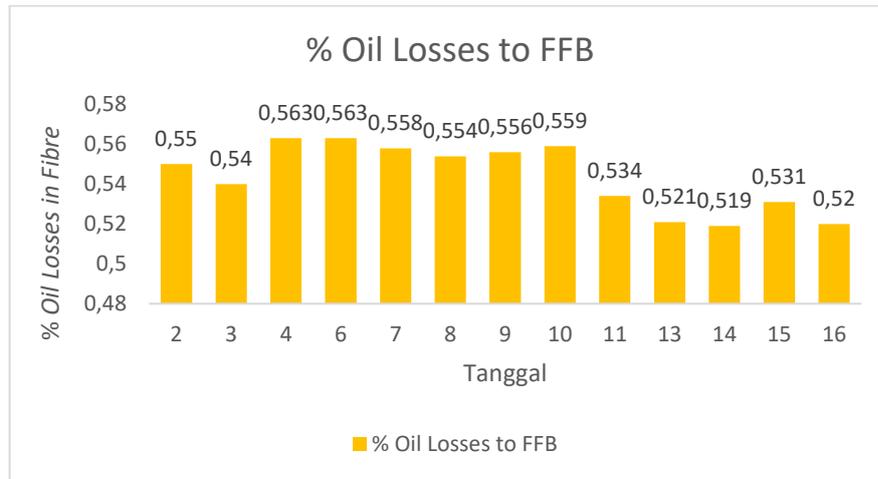
Gambar 7 diatas menunjukkan grafik perbandingan ampere digester. Ampere digester sebelum pemasangan alat kontrol ditunjukkan oleh balok warna biru dan ampere digester setelah pemasangan alat kontrol ditunjukkan oleh warna coklat. Pada grafik terlihat jelas perbedaan ampere digester sebelum dan setelah pemasangan alat kontrol. Balok warna biru lebih rendah dibanding balok warna coklat atau berada dibawah ampere minimal yaitu 36 A. Hal ini menunjukkan bahwa ampere digester sebelum pemasangan alat kontrol tidak mencapai ampere minimal dibandingkan setelah pemasangan alat kontrol dan kondisi digester cepat kosong.

Berdasarkan data pada gambar 6 diatas, pengaruh dari pemasangan alat kontrol pada digester adalah menjaga level digester minimal 75% dari total volume digester dengan total rata-rata level digester 5,38% lebih tinggi dibandingkan sebelum pemasangan alat kontrol. Dengan hasil ini, tentunya digester operasi kedua tetap mencapai level minimal digester yaitu 75% dari total volume digester.

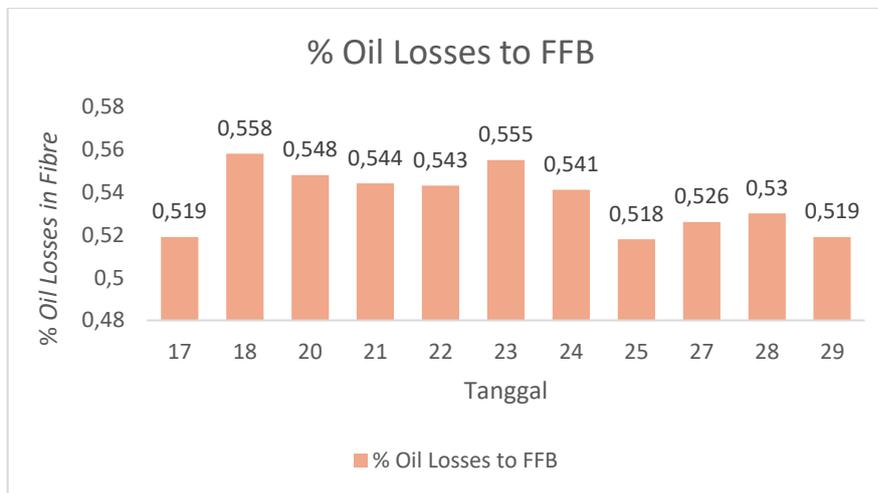
4.2.2 Pengaruh Alat Kontrol Terhadap *Oil Losses in Fibre*

Pembuatan alat kontrol mempengaruhi proses pengumpulan berondolan dan level *digester*. Level *digester* merupakan salah satu parameter untuk mencapai standar *oil losses in fibre* maksimum 0,58% terhadap TBS. Maka alat kontrol level *digester* juga mempengaruhi *oil losses in fibre*. Untuk mengetahui pengaruh

pembuatan alat kontrol terhadap *oil losses in fibre*, maka dilakukan perbandingan data *oil losses in fibre* sebelum dan setelah pembuatan alat kontrol dengan grafik perbandingan.



Gambar 8. Grafik *Oil Losses in Fibre* Bulan Juni 2022 Sebelum Pembuatan Alat



Gambar 9. Grafik *Oil Loss in Fibre* Bulan Juni 2022 Setelah Pembuatan Alat

Berdasarkan Gambar 8 dan Gambar 9 diatas, menunjukkan bahwa *oil losses in fibre* berada dibawah batas maksimum yaitu 0,58% terhadap TBS. Jika dilihat grafik *oil losses in fibre* setelah pembuatan alat kontrol dari tanggal 17 Juni sampai 29 Juni 2022, nilai persentase *oil losses in fibre* mengalami sedikit penurunan dibandingkan sebelum pembuatan alat kontrol dari tanggal 2 Juni sampai 16 Juni 2022. Hal ini menunjukkan bahwa, pembuatan alat kontrol level *digester* memberikan pengaruh terhadap penurunan *oil losses in fibre* to FFB sebesar 1,68%.

Setelah diketahui persentase penurunan *oil losses in fibre*, kemudian dilakukan perhitungan penghematan terhadap penurunan *oil losse in fibre* dari segi ekonomi. Dari hasil perhitungan diketahui jumlah kerugian biaya dari kehilangan CPO tanggal 2 Juni sampai 16 juni yaitu sebesar Rp 715.472.512,- (selama 13 hari) dengan rata-rata kerugian perhari yaitu sebesar Rp 55.036.324,-. Sedangkan jumlah kerugian biaya dari kehilangan CPO tanggal 17 Juni sampai 29 Juni yaitu sebesar Rp 597.340.591,- (selama 11 hari) dengan rata-rata kerugian perhari yaitu sebesar Rp 54.303.690,-.

Maka dapat diketahui besar penghematan biaya yang terjadi dari pembuatan alat kontrol level *digester* dengan cara melakukan pengurangan rata-rata kerugian perhari sebelum dan setelah pembuatan alat kontrol level *digester* yaitu $Rp\ 55.036.324 - Rp\ 54.303.690 = Rp\ 732.634,-$.

Dengan demikian, pembuatan alat kontrol level *digester* dapat melakukan penghematan biaya dari penurunan *oil losses in fibre* sebesar Rp 732.634,- perhari.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data hasil dan pembahasan pada bagian sebelumnya dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut:

1. Level *digester* dapat tercapai minimal 75% dari total volume *digester* dengan cara dilakukan pemasangan alat kontrol yaitu sensor *limit switch* yang bekerja secara otomatis untuk menyalakan atau mematikan *auto feeder* sehingga umpan berondolan yang masuk ke *digester* tetap kontinyu dan minimal level *digester* tercapai.
2. Dengan pemasangan *limit switch*, dapat membantu menurunkan *oil losses in fibre* sebesar 1,68% dan dapat melakukan penghematan biaya dari penurunan *oil losses in fibre* sebesar Rp 732.634 perhari.

5.2 Saran

Saran yang diajukan untuk pengembangan alat kontrol level *digester* selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Pemasangan alat kontrol level *digester* dilanjutkan pada *digester* nomor 2 dan nomor 3 yang berada di *line B*
2. Dilakukan penambahan indikator seperti lampu atau sirine pada *boardesk thresher* agar operator *tippler* mengetahui tinggi berondolan didalam *digester* secara langsung.
3. Dilakukan penelaitain lebih lanjut untuk memastikan bahwa dengan pemasangan alat kontrol dapat mempengaruhi *oil losses in fibre*.

Referensi

- [1] Sinarmas Agribusiness and Food. 2013. SOP Pengolahan PKS 2013. SOP/SMART/MCMD/I/TM-PKS. Jakarta.
- [2] Sinarmas Agribusiness and Food. 2020. SOP Pabrik Minyak Kelapa Sawit. Jakarta. MCMD & PCDV. p. 67.
- [3] Sinarmas Agribusiness and Food. 2018. SOP - IK Pabrik Kelapa Sawit. Jakarta. MCMD.
- [4] Oktami, Dholi Paris. 2021. Laporan Praktek Kerja Industri 1. Cikarang. ITSB.
- [5] Sinarmas Agribusiness and Food. 2020. Lampiran *Process Control Manual (PCM)* Laboratorium PMKS. Jakarta. MCMD. p. 71.
- [6] Anda Suryani dan Eng.M.Makky. 2021. Kontrol_Otomatik. Mata Kuliah Kontrol Otomatik. Universitas Andalas.
- [7] Nugraha, Andi. 2018. Pengukuran Teknik dan Instrumentasi. Mata Kuliah Instrumentasi. Universitas Lambung Mangkurat
- [8] M. Saleh and M. Haryanti. Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relat. vol. 8, no. 2, p. 8, 2017.
- [9] D. A. O. Turang. Pengembangan Sistem *Relay* Pengendalian dan Penghematan Pemakaian Lampu Berbasis *Mobile*. p. 11, 2015.
- [10] E. Susanto. *Automatic Transfer Switch*. vol. 5, no. 1, p. 4, 2013.
- [11] Azizan, Akhdan. 2018. Alat Pendeteksi Terputusnya Aliran Listrik Pada Jaringan Tegangan Menengah Satu Fasa Menggunakan PLC Deep Sea 7320. PLN.
- [12] V. Eriyani, D. Triyanto, and I. Nirmala. Rancang Bangun Robot Pelayan Restoran Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATMEGA16 Dengan Navigasi Line Follower. vol. 06, no. 03, p. 9, 2018.
- [13] Riyadi, W. Zainal. 2018. Pengujian MCB Berdasarkan Standar IEC 947-2. Yoyakarta. Universitas Islam Indonesia.
- [14] A. E. P. Lestari and P. Oetomo. Analisis Pemilihan Penghantar Tenaga Listrik Paling Efisien Pada Gedung Bertingkat. no. 2, p. 8, 2021.