

Instalasi *Automatic Valve Drain Sand Trap Tank* Pabrik Kelapa Sawit

¹⁾ Dona Tiara Lubis

Universitas Al Azhar, Medan, Sumatera Utara, Indonesia
E-Mail: donatiara@alazhar-university.ac.id

ABSTRACT

In the collecting oil process at the clarification station the sand trap tank process is first, the trapped sand will be blown down or drained by the operator to reduce NOS (Non Oil Soiled) levels. With the installation of an automatic drain valve, this will further increase the performance of quality control at the clarification station and also minimize maintenance costs for the clarification machines. Another goal is regularity of the drain sand trap tank, affecting the stages of the refining and collecting oil process. Oil separation in the VCT (Vertical Clarifier Tank) with a norm of 40% oil, 40% water and 20% NOS will be maximally achieved, due to the NOS in the sand trap tank improving the blow down results.

Keyword : crude palm oil, automatic valve

PENDAHULUAN

CPO (*Crude Palm Oil*) merupakan produk olahan dari kelapa sawit pada Pabrik Kelapa Sawit dengan berbagai proses didalamnya. CPO merupakan komoditas ekspor Indonesia yang masih akan terus naik permintaannya untuk manfaat-manfaat yang lain sesuai produk turunannya. Hal ini mendorong banyak pabrik-pabrik sawit melakukan inovasi-inovasi berkelanjutan dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas dalam proses pengolahannya [1]. Serta berusaha untuk meningkatkan produksi setinggi-tingginya dengan biaya yang serendah-rendahnya untuk mendapatkan keuntungan [2]

Hal ini menjadi dasar dilakukannya penelitian sebagai upaya untuk mendapatkan rendemen CPO (*Crude Palm Oil*) yang maksimal. Dalam proses pengumpulan minyak pada stasiun klarifikasi pertama kali melewati proses di *sand trap tank*, pasir yang terperangkap akan di *blow down* atau *drain* oleh operator untuk mengurangi kadar NOS (*Non Oil Soiled*) [1]. Dengan adanya instalasi *valve drain* otomatis ini semakin menambah performa *quality control* pada stasiun klarifikasi dan juga meminimalisir biaya perawatan mesin-mesin klarifikasi.

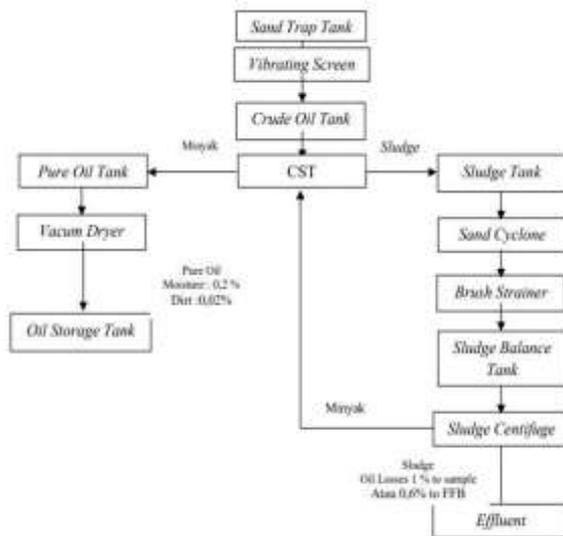
Tujuan lainnya yaitu dengan semakin teraturnya *drain sand trap tank* ini, mempengaruhi tahapan proses pemurnian dan pengumpulan minyak. Pemisahan minyak pada VCT (*Vertical Clarifier Tank*) dengan norma 40% minyak, 40% air dan 20% NOS akan semakin

maksimal untuk dicapai, karena kandungan NOS pada *sand trap tank* lebih maksimal hasil *blow down* nya [3].

Stasiun Klarifikasi

Pada stasiun klarifikasi dilakukan proses pemurnian minyak yang bertujuan untuk menghilangkan kadar air didalamnya sampai dengan 0,2 %, untuk menghasilkan CPO berkualitas baik. Proses ini perlu dilakukan pada pengolahan Tandan Buah Segar (TBS) menjadi *Crude Palm Oil* (CPO). Pada proses pemurnian akan diperoleh hasil pemisahan cairan yang sesuai dengan kadar dan mutu minyak sesuai standar yang telah ditetapkan.

Pada stasiun ini kotoran serta partikel yang dapat mengurangi kualitas minyak akan dipisahkan dengan mengupayakan kehilangan minyak seminimal mungkin. Proses pemisahan minyak, air dan kotoran dilakukan dengan cara pengendapan, *sentrifuge* dan penguapan. Pada Gambar 1 dapat dilihat alur dari proses di stasiun klarifikasi.



Gambar 1. Alur Proses di Stasiun Klarifikasi

Beberapa peralatan pemurnian minyak yang digunakan pada stasiun klarifikasi antara lain [4] :

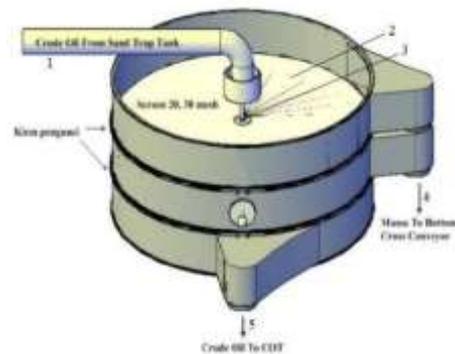
1. Talang Minyak (*Oil Gutter*)
Berfungsi untuk menampung minyak dari hasil ekstraksi di mesin press yang kemudian dilakukan pengenceran, dimana bertujuan untuk memudahkan pemisahan minyak dengan pasir dan serat yang terdapat didalam minyak, suhu air pengenceran 80 – 90 °C.
2. Tangki Pemisah Pasir (*Sand Trap Tank*)
Pada Gambar 2 merupakan *sand trap tank* yang berfungsi untuk meminimalisir jumlah pasir dalam minyak yang akan dialirkan ke ayakan, sehingga ayakan terhindar dari gesekan pasir kasar yang mengakibatkan keausan ayakan.



Gambar 2. Sand Trap Tank

3. Ayakan Getar (*Vibrator Screen*)

Gambar 3 menunjukkan skema dari ayakan getar yang berfungsi untuk menyaring material-material yang dibawa minyak kasar dari *sand trap tank*.



Gambar 3. Vibrator Screen

4. Crude Oil Tank (COT)

Berfungsi menampung minyak mentah yang telah disaring untuk dipompa ke tangki pemisah. Cairan dengan massa jenis yang lebih ringan akan naik ke permukaan kemudian mengalir ke continuous settling tank. Pada proses ini akan diinjeksikan uap panas ke dalam tangki untuk menjaga agar suhu tetap konstan pada 80-90°C.

5. Continuous Settling Tank (CST)

Berfungsi untuk mengendapkan lumpur (*sludge*) yang terkandung dalam minyak kasar, agar pemisahan lebih mudah, suhu harus konstan pada 80-90°C dengan menginjeksikan uap panas. Pada CST minyak terbagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian atas adalah minyak yang diambil dengan bantuan skimmer untuk dialirkan kedalam *oil tank*, bagian tengah merupakan *sludge* yang masih mengandung minyak yang akan dialirkan ke *sludge tank*, dan bagian bawah merupakan air untuk menaikkan level minyak.

6. Oil Tank (OT)

Oil tank merupakan tempat penampungan minyak yang telah dipisahkan. Kemudian minyak tersebut dipanaskan lagi dengan uap bersuhu 90°C untuk memisahkan bagian air, selanjutnya minyak akan dipompa ke

dalam tangka tunggu sebelum diolah pada *oil purifier*.

7. *Oil Purifier*

Berfungsi untuk memisahkan minyak dengan air dan kotoran-kotoran halus yang masih ada dalam minyak, pemisahan dilakukan dengan cara perbedaan massa jenis yang dimiliki minyak dan air.

8. *Vacuum Dryer*

Berfungsi untuk memisahkan air dan minyak dengan cara penguapan hampa. Uap air yang terkandung dalam minyak akan dihisap dengan tekanan atmosfer. Air akan menguap sebesar 0,25-0,30 %, dibawah pelampung terdapat *Toper spindle* untuk mengatur minyak yang disalurkan kedalam bejana *vacuum dryer* sehingga kehampaan tetap 76 cmHg. Kemudian melalui *nozzle* minyak disemurkan kedalam bejana sehingga penguapan air akan lebih sempurna. Untuk menjaga keseimbangan minyak masuk dan keluar dari bejana digunakan *float valve* dibagian bawah bejana. Proses ini bertujuan agar kandungan air pada CPO yang didapatkan adalah 0,1%.

9. *Storage Tank*

Berfungsi sebagai tempat penampung minyak sementara sebelum dikirim ke konsumen ataupun tempat penampungan minyak hasil produksi. Pada storage tank terdapat alat pemanas sistem *coil* yang dipasang pada dasar tangki. Temperatur minyak pada tangki dijaga konstan pada 40-50°C.

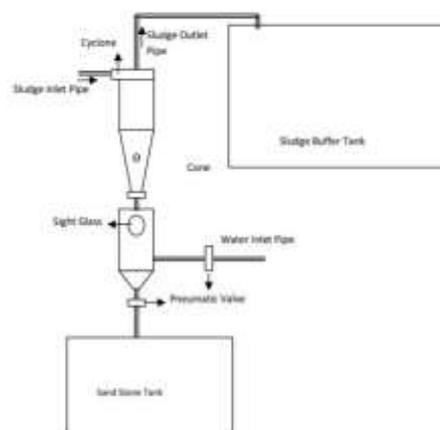
10. Tangki Lumpur (*Sludge Tank*)

Berfungsi untuk menampung sludge yang berasal dari CST. Minyak akan masuk melalui pipa yang mengarahkan sampai bagian dasar dari sludge tank. Pada tangki dilakukan pemanasan dengan suhu 95°C menggunakan pipa uap tertutup. Dengan melakukan pemanasan diharapkan dapat membuat minyak tetap pada keadaan mendidih hingga nantinya akan memudahkan cairan minyak naik ke permukaan tangki. Setelah minyak berada

diperukaan tangki dan mengalir kedalam pipa yang selanjutnya akan dikirim pada *sand cyclone*.

11. *Sand Cyclone*

Pada Gambar 4 merupakan skema dari *sand cyclone* yang berfungsi untuk meminimalisir pasir dan padatan yang masih terdapat pada minyak yang berasal dari *sludge tank*.



Gambar 4. Sand Cyclone

12. *Sludge Buffer Tank*

Berfungsi sebagai penampung *sludge* yang masih mengandung minyak sebelum diolah pada *sludge separator*.

13. *Sludge Separator*

Proses pada *sludge separator* menggunakan gaya sentrifugal sehingga minyak yang massa jenisnya lebih kecil bergerak menuju poros dan terdorong keluar melalui sudu-sudu menuju CST. Cairan dan ampas yang massa jenisnya lebih besar akan terbuang ke parit.

14. *Sludge Drain Tank*

Pada *sludge drain tank* dilengkapi dengan sistem pemanas injeksi untuk tujuan pemanasan. Minyak yang mengapung pada permukaan dialirkan ke tangki penampung minyak (*reclaimed oil tank*) untuk *sludge* akan dibuang ke bak fat pit.

15. *Reclaimed Oil Tank*

Pada tangki ini cairan yang kadar minyaknya tinggi dari tangki minyak kutipan ditampung dalam tangki ini untuk dipompa ke tangki pemisah.

16. Decanter

Berfungsi untuk memisahkan fraksi minyak dengan fraksi air dan fraksi padat atau fraksi padat dengan cairan. Pemisahan dilakukan dengan memanfaatkan perbedaan massa jenis pada dua kecepatan putar berbeda antara *scroll* dan *bowl decanter*. Pada proses ini terdapat tiga keluaran berbeda, antara lain : cairan ringan keluar dari *bowl-axis*, cairan dengan banyak *solid* keluar dari *bowl shell* dan *solid* akan keluar pada bagian *decanter*.

17. Fat Pit

Berfungsi untuk menampung cairan yang masih mengandung minyak yang berasal dari air kondensat dari stasiun perebusan dan stasiun klarifikasi. Minyak yang dikumpulkan akan dipompakan kembali ke *reclaimed oil tank*.

Metode Pemurnian Minyak Kelapa Sawit

Ada tiga metode untuk melakukan pemurnian minyak kelapa sawit kasar yaitu [3] :

1. Metode Penyaringan

Metode penyaringan memiliki tujuan untuk memisahkan *crude-oil* dari *fiber*, cangkang-cangkang halus dan partikel lainnya dengan menggunakan penyaring. Penyaringan berfungsi untuk menurunkan *viskositas* (kekentalan) dari minyak agar proses pemurnian berikutnya lebih efisien. Minyak yang masih mengandung NOS (*Non Oil Solid*) harus dapat dipisahkan. Metode penyaringan ini diterapkan pada *sand-trap tank* dan *vibrating screen* yang berfungsi sebagai penangkap dan penyaring NOS.

2. Metode Pengendapan

Metode pengendapan bertujuan untuk memisahkan antara minyak, air dan *sludge* berdasarkan berat jenis masing-masing material. Minyak kasar yang ditampung dalam tangka akan membentuk endapan dengan beberapa lapisan sesuai dengan berat jenis nya. Lapisan pertama merupakan minyak yang masih mengandung butiran-butiran air dan *sludge*. Lapisan kedua merupakan lapisan air yang

mengandung minyak. kemudian lapisan ketiga mengandung zat organik pada serta emulsi minyak air yang tidak terpecahkan dan menjadi stabilisator dari emulsi yang tidak cukup.

3. Metode Pemutaran

Metode pemutaran (*Centrifuge*) bertujuan untuk memisahkan dengan cara memutar minyak kasar sehingga bagian yang lebih berat akan terlempar lebih jauh akibat adanya gaya sentrifugal. Metode pemisahan dengan pemutaran menggunakan mesin putaran tinggi digunakan untuk memisahkan cairan-cairan yang tidak senyawa. Massa jenis yang lebih berat akan memiliki gaya sentrifugal yang lebih besar sehingga terlempar lebih jauh ke bagian luar dari sumbu putar.

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Pemurnian Minyak Kelapa Sawit

Terdapat beberapa faktor pendukung yang berperan penting dalam proses pemurnian minyak kelapa sawit, antara lain [5] :

1. Temperatur Minyak

Pada proses pemurnian temperatur minyak harus dapat disesuaikan karena temperatur mempengaruhi massa jenis dan *viskositas* minyak.

2. Massa Jenis Fluida

Pada proses pemurnian, berat jenis fluida yang masuk sangat erat hubungannya dengan temperatur minyak yang masuk. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi temperatur suatu zat, maka akan semakin cepat pula berat jenis zat tersebut dapat terpisah.

3. Viskositas

Viskositas merupakan kekentalan suatu cairan pada suhu tertentu. Pada minyak, apabila suhu meningkat maka tingkat kekentalan akan berkurang sehingga dapat membantu proses sentrifugal pada *oil purifier*.

4. Waktu Sentrifugal

Waktu sentrifugal adalah lamanya waktu proses sentrifugasi, dalam hal ini difokuskan pada proses pemurnian alat *oil purifier*. Lamanya waktu sentrifugal mempengaruhi kondisi minyak, jika terlalu

lama akan menyebabkan suhu pada minyak akan turun dan semakin sulit dipisahkan. Namun jika terlalu cepat maka pemisahan tidak akan efektif sehingga banyak minyak yang terikut *sludge*.

Sand Trap Tank berfungsi sebagai media perangkap pasir yang terkandung dalam *crude oil* (minyak kasar) hasil pressan, hal yang harus diperhatikan dalam *sand trap tank* adalah interval waktu *blowdown/drain* NOS yang mengandung banyak kotoran-kotoran lainnya. Selain itu hal yang harus diperhatikan juga adalah proses pengolahan di stasiun *press*, untuk *presscage* apakah ada yang jebol dan membawa fiber-fiber kasar yang ikut masuk kedalam *sand trap tank*.

Ada beberapa kendala dalam proses pemurnian di stasiun klarifikasi ini, yaitu salah satunya apabila NOS yang terkandung dalam *Sand Trap Tank* terlalu banyak akibat tidak konsistennya dilakukan *blowdown/drain*, mengakibatkan tingginya kandungan NOS dan minyak lambat terbentuk di VCT. Norma kerja untuk sebagai dipedomani yaitu kandungan Minyak 40%, air 40%, dan NOS 20% agar proses pembentukan minyak di VCT sesuai dengan waktu tinggal yang diharapkan[3]. Hal ini juga berdampak kepada biaya *maintenance* peralatan di stasiun klarifikasi seperti *High Speed Separator*, *Decanter*, Instalasi pipa-pipa dan juga Pompa-pompa yang ada di stasiun klarifikasi.

BAHAN DAN METODE

Dalam menjalani suatu proses pekerjaan, proses produksi yang berkesinambungan sangat diharapkan agar proses pengolahan tetap berlanjut, sesuai dengan "Identifikasi Masalah" bahwa terdapat potensi minyak yang dapat dimaksimalkan di VCT dan biaya perawatan stasiun klarifikasi dapat diminimalkan.

Dari pengamatan yang dilakukan, ditemukan pemakaian *sparepart High Speed Separator* yang cukup tinggi diantaranya pemakaian *nozzle*, *disk* dan juga *insert bush*. Selain itu dengan jumlah pasir/NOS yang cukup tinggi tersebut berdampak terhadap pipa-pipa dan tanki-tanki yang sering bocor/aus. Pada VCT, komposisi ideal pemisahan minyak sesuai norma kerja 40% minyak, 40% air dan 20% NOS tentunya akan berpengaruh terhadap pengutipan minyak yang maksimal untuk mencapai rendemen yang maksimal pula. Dari hasil pengecekan komposisi COT dan UF untuk capaian NOS masih >20% dari norma kerja

yang berlaku. Berikut ini pada Gambar 5 merupakan *sand trap tank* yang digunakan pada pabrik kelapa sawit.



Gambar 5. *Sand Trap Tank* Pabrik Kelapa Sawit

Pada tahun 2022, data mengenai pemakaian *sparepart High Speed Separator* untuk pemakaian *Nozzle Spray DA-45 18*, *Disk Bowl*, *Tube* dengan rincian dijelaskan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Pemakaian Spare Part High Speed Separator 2022

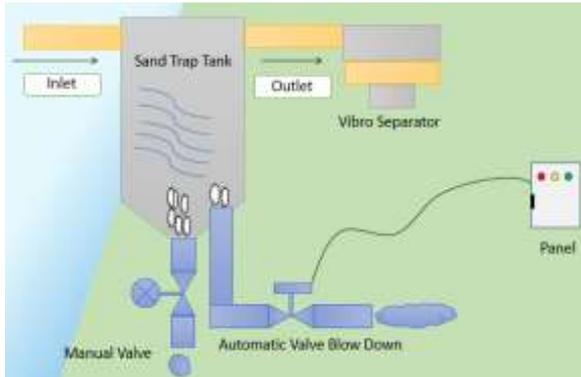
Bulan	Pemakaian Barang			
	Nozzle Spray DA-45 18 (Buah)	Disk Bowl (Buah)	Tube (Buah)	Lower Distribution
Maret	0	30	0	0
April	25	10	9	1
Mei	0	0	0	0
Juni	26	17	9	0
Juli	0	0	18	0
Agustus	29	3	0	0
September	0	0	0	0
Oktober	7	0	0	0
November	9	0	0	0
STOK	9	3	9	0

Dari hasil analisa laboratorium juga diperoleh data rata-rata terhadap hasil komposisi untuk NOS masih cukup tinggi rata-ratanya yaitu sebagai berikut :

- Hasil komposisi terhadap *Crude Oil* pada COT
 - Minyak : 32 %
 - Air : 34 %
 - NOS : 34 %

- b. Hasil *centrifuge* terhadap *slude underflow*
- Minyak : 8 %
 - Air : 24 %
 - NOS : 68 %

Desain pemasangan *Automatic Valve* pada *Sand Trap Tank* Stasiun Klarifikasi dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 6. Rencana Desain Pemasangan Valve Automatic Sand Trap Tank

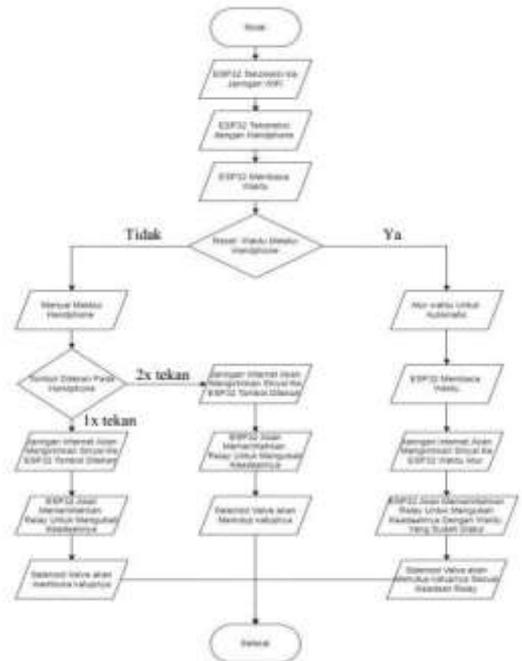
Untuk pengoperasian *Automatic Valve* menggunakan ponsel sehingga dapat dikontrol dari jauh. Dengan menggunakan *Automatic Valve* pada *Sand Trap Tank* Stasiun Klarifikasi, maka pengaruh dari inkonsistensi individu dapat di minimalisir.

Sistem *Automatic Valve* menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler yang dapat terkoneksi dengan ponsel melalui jaringan Wi-Fi sehingga dapat diatur waktunya serta dapat dikontrol dari jauh.

Rancang Bangun *Automatic Valve Sand Trap Tank* membutuhkan alat dan bahan yang digunakan antara lain :

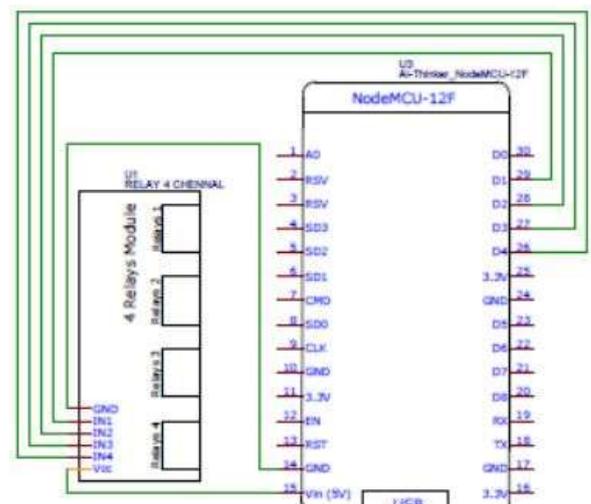
- Laptop 1
- Ponsel 1
- Nodemcu 1
- Breadboard 1
- Kabel USB 1
- Kabel Jumper 6
- Relay 1
- Box Hitam 1

Untuk mempermudah perancangan *automatic valve* maka dibuat skema diagram alur seperti pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 7. Diagram Alur Perancangan Automatic Valve Pada Sand Trap Tank Stasiun Klarifikasi

Pada Gambar 4 dibawah ini merupakan skematik rangkaian alat otomatis yang dirancang. Terdapat NodeMCU 32 (kanan) sebagai mikrokontroler yang pada tiap-tiap pinnya disambungkan ke relay 4 channel (kiri) sebagai objek kontrol otomatis.



Gambar 8. Skematik Rangkaian Alat Otomatis Automatic Valve

Source code yang digunakan pada alat *automatic valve* menggunakan Arduino IDE dengan menggunakan bahasa pemrograman Arduino/C++, dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini.

```

Relay_Kontrol_Blynk | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help

Relay_Kontrol_Blynk
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>

char auth [] = "082t28eYlml44X5F1250dPw_6xitz-y";
char ssid [] = "SUBSID1";
char pass [] = "1294567891011";

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
}

void loop()
{
  Blynk.run();
}
    
```

Gambar 9. Source Code Pada Arduino IDE

Library yang digunakan adalah *BlynkSimpleEsp8266*, sedangkan untuk input yang digunakan pada pemrograman ini adalah sebagai berikut :

- Inputan *char auth* (token dari aplikasi *blynk*)
- *Char ssid* (nama WiFi yang dikoneksikan ke ESP8266 dan device)
- Lalu *char pass* (password WiFi yang digunakan).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai implementasi hasil dari pemasangan *Automatic Valve Drain Sand Trap* yang dipasang pada *Sand Trap Tank* dapat dilihat pada Gambar 6, yang telah dilakukan pemasangan total pada tanggal 22 September 2022. Pengujian komposisi hasil hipotesis dan pembahasan dibuktikan melalui Analisa komposisi *Crude Oil Tank* dan *Sludge Underflow* serta pemakaian *sparepart High Speed Separator*. Adapun dokumentasi pemasangan *Automatic Valve Drain Sand Trap* adalah sebagai berikut.



Gambar 10. Automatic Valve Drain Sand Trap Tank Jenis Electric Valve



Gambar 11. Automatic Valve Drain Sand Trap Tank Jenis Electric Valve

Pemasangan *Automatic Valve Drain Sand Trap* ini bertujuan untuk mengurangi biaya pergantian yang tinggi dari *sparepart HSS*, seperti *Nozzle*, *Disk Bowl* dan *Tube*. Adapun data pemakaian *sparepart HSS* dari awal tahun 2022 sampai sebelum dipasang *Automatic Valve Drain* dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Pemakaian Sparepart 2022 Sebelum Pemasangan Automatic Valve

Bulan	Pemakaian Barang			
	Nozzle Spray DA-45 18 (Buah)	Disk Bowl (Buah)	Tube (Buah)	Lower Distribution
Maret	0	30	0	0
April	25	10	9	1
Mei	5	0	0	0
Juni	26	17	9	0
Juli	9	0	18	0
Agustus	29	3	0	0
September	9	0	0	0
Rata-Rata	15	9	5	0

Sedangkan data pemakaian sparepart HSS pada tahun 2022 setelah pemasangan *Automatic Valve* dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Pemakaian *Sparepart* 2022 Setelah Pemasangan *Automatic Valve*

Bulan	Pemakaian Barang			
	Nozzle Spray DA-45 18 (Buah)	Disk Bowl (Buah)	Tube (Buah)	Lower Distribution
Oktober	6	3	0	0
November	4	0	0	0
Desember	4	2	0	0
Rata-Rata	5	2	0	0

Dapat dilihat bahwa ada pengurangan pemakaian ketiga *sparepart* HSS dari rata-rata pemakaian perbulan sebelum implementasi adalah 15 *nozzle*, 9 *Disk Bowl*, 5 *Tube*. Sedangkan rata-rata pemakaian perbulan setelah implementasi adalah 5 *nozzle*, 2 *Disk Bowl*.

Bila dihitung potensi penghematan biaya untuk *sparepart* HSS setelah di aplikasikan *Automatic Valve* adalah sebagai berikut :

$$\text{Nozzle} : 10 \times \text{Rp. } 2.900.000 = \text{Rp. } 29.000.000$$

$$\text{Disk Bowl} : 7 \times \text{Rp. } 3.534.000 = 24.738.000$$

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini, adalah :

1. Potensi penghematan penggunaan *sparepart high speed separator* untuk *nozzle* adalah sebanyak 5 *Nozzle* .
2. Potensi penghematan penggunaan *sparepart high speed separator* untuk *Disk Bowl* adalah sebanyak 3 *Disk Bowl*.
3. Potensi penghematan biaya adalah 53.738.000.-/tahun.
4. Dengan konsistensinya *drain sand trap* maka pemakaian *sparepart High Speed Separator* akan minimal dikarenakan kandungan pasir/NOS sudah sesuai norma kerja dan juga komposisi ideal VCT yaitu 40% minyak, 40% air dan 20% NOS akan lebih stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Departemen Pertanian, D.J. 2007. *Statistik Perkebunan Indonesia 2006-2008: Kelapa Sawit (Oil Palm)*. Jakarta: Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan.
- [2] Pahan, I. 2006. *Manajemen Agribisnis dari Hulu Hingga Hilir*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- [3] Biro Perencanaan Pengkajian dan Pengembangan. 2008. *Pedoman Kerja PT. Perkebunan Nusantara III Bidang Teknik dan Pengolahan*. Medan: PTPN III.
- [4] Naibaho, P. 2012. *Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.
- [5] Siregar, A. L. (2013). Modul Teknologi Pengolahan. Bekasi: Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi.
- [6] Wasista, S., Saraswati, D. A., & Susanto, E. 2019. *Aplikasi Internet of Things (IOT) dengan Arduino dan Android "Membangun Smart Home Dan Smart Robot Berbasis Arduino Dan Android"*. Deepublish.
- [7] Nyoman Bagia I, I Made Parsa. 2018. *Motor-Motor Listrik Untuk Mahasiswa dan Umum*. Kupang: CV. Rasi Terbit.
- [8] Tampubolon, P.M. 2004. *Manajemen Operasi, Edisi Pertama*. Ghalia, Indonesia.
- [9] Parwiro Sentono, S. 2001. *Manajemen Operasi, edisi ketiga, cetakan pertama*. Jakarta: Bumi Aksara
- [10] Hampson, J. 2009. *Electrical Trade Principles*. Edisi kedua. Pearson Education Australia Group Pty Ltd.