

*Advanced Materials and Technology Processing*

## Rancang Bangun Sensor Pelampung untuk Mendeteksi Ketebalan Lapisan *Fluida* di *Continuous Settling Tank* dengan Memanfaatkan Sensor Magnet (*Reed Switch*)

**Ahmad Mahfud**

Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan Kelapa Sawit, Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi, Bekasi 17520, Indonesia

Corresponding Author: ahmad.mahfud@gmail.com, +62818978665

**Abstrak** – *Continuous Settling Tank* (CST) merupakan sebuah tangki yang difungsikan untuk proses pengendapan minyak di stasiun klarifikasi. Ketebalan lapisan *fluida* dalam tangki CST dapat dilihat dengan menggunakan gelas penduga, namun hanya membaca ketebalan lapisan minyak saja, sedangkan lapisan-lapisan lainnya, seperti air, *sludge* dan *non oil solid* (NOS) tidak dapat terlihat. Gelas penduga ini pun mudah kotor dan susah dibaca karena lapisan kotoran yang menempel di sepanjang kaca, sehingga kinerja operator dalam mengendalikannya menjadi kurang optimal. Oleh karena itu, perlu dibuat rancang bangun sebuah sensor yang mampu membaca ketebalan *fluida* di CST dengan menggunakan media yang sederhana, yaitu sebuah pelampung, namun dapat berfungsi dengan baik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meneliti penerapan pelampung dan sensor magnet (*reed switch*) sebagai alat pendeteksi ketebalan *fluida* di CST sehingga dapat terdeteksi apabila ketebalan *fluida* sudah mencapai batas ketebalan yang ditentukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk memanfaatkan pelampung sebagai sensor ketebalan *fluida*, maka sensor pelampung harus diletakkan pada permukaan minyak, pada titik perbatasan antara minyak dan air, dan pada titik perbatasan antara air dan NOS. Pengkondisian pelampung dibutuhkan hingga mencapai massa jenis tertentu. Posisi pelampung minyak berada di atas permukaan minyak dengan massa jenis pelampung ( $\rho$ ) 0,071 gram/cm<sup>3</sup>, berada di antara minyak dan air dengan  $\rho = 0,927$  gram/cm<sup>3</sup>, dan berada di antara air dan NOS dengan  $\rho = 1,051$  gram/cm<sup>3</sup>. Copyright ©2017 Department of industrial engineering. All rights reserved.

**Kata Kunci:** *Continuous Settling Tank, Sensor Magnet, Stasiun Klarifikasi, Pabrik Kelapa Sawit*

### 1 Pendahuluan

Stasiun Klarifikasi (*Clarification Station*) merupakan tempat proses pemurnian minyak, di mana lumpur (*sludge*), air, pasir dan minyak dipisahkan dari *Dilluted Crude Oil* (DCO) yang dihasilkan dari stasiun sebelumnya, yaitu *Digester and Press Station*. Tujuan utama dari proses klarifikasi ini adalah untuk menghasilkan *Crude Palm Oil* (CPO) sesuai dengan standar dan mendapatkan ekstraksi minyak yang maksimum dengan melaksanakan kontrol yang optimal untuk memperkecil *oil losses* dengan pemakaian biaya yang serendah mungkin [1].

Prinsip dasar pemisahan minyak CPO dari material bukan minyak pada stasiun klarifikasi dilakukan dengan sistem pengendapan, penyaringan, *sentrifugasi* dan

pemurnian. Pada sistem pengendapan, minyak terpisah berdasarkan berat jenis dan dipengaruhi oleh lamanya waktu pengendapan (*retention time*). Berat jenis yang lebih ringan akan mengapung di permukaan, dan yang lebih berat akan mengendap di dasar tangki. Tangki - tangki pengendapan di stasiun klarifikasi adalah *Sand Trap Tank, Crude Oil Tank* (COT), *Continuous Settling Tank* (CST), *Oil Tank, Sludge Tank* dan *Recovery Tank* [2].

Sistem pengendapan adalah proses untuk mendapatkan minyak semaksimal mungkin, dengan pencapaian kualitas minyak (*moisture* dan *dirt*) yang baik, dan meminimalkan kandungan minyak pada *sludge underflow* (< 8%) [3].

Pengutipan minyak pada CST dilakukan dengan cara menurunkan tuas dari alat pengutip minyak (*skimmer*)

apabila ketebalan minyak sudah mencapai 40 – 60 cm. Akan tetapi untuk melihat atau mengukur ketebalan minyak hingga 40 – 60 cm masih menggunakan sistem manual (gelas penduga); dan hal ini sangatlah tidak akurat karena ketebalan minyak tersebut tidak bisa dibaca secara akurat. Maka dari itu dibutuhkan sensor magnet untuk membaca ketebalan minyak dengan akurat sehingga tidak terjadi kesalahpahaman tentang pembacaan ketebalan minyak di CST. Sensor magnet berfungsi untuk membaca ketebalan minyak di CST dengan bantuan tiang dan pelampung.

## 2 Landasan Teori

### 2.1 Continuous Settling Tank (CST)

*Continuous settling tank* (CST) adalah tipe bak bersambung yang dapat memisahkan lumpur sambil mengalir dari satu bak ke bak lain. Pemisahan dapat berlangsung dengan baik jika kecepatan alir lebih lambat dari kecepatan mengendap. Pemisahan *sludge* yang berjalan dengan baik, yaitu pada bak pertama cairan memisah menjadi dua fase, yaitu fase ringan dan fase berat. Fase berat mengalir dari bak satu ke bak lainnya melalui dasar tangki sedangkan fase ringan mengalir dari bagian atas. Semakin banyak bak yang tersambung maka pemisahan minyak dengan *sludge* semakin sempurna, demikian juga dengan suhu minyak yang tinggi akan mempercepat proses pemisahan minyak. Suhu CST hendaknya berkisar antara 80 – 90°C. Pemanasan dilakukan dengan menggunakan *steam* dengan pipa tertutup. Minyak yang terdapat pada bagian atas dikutip dengan menggunakan talang pengutip atau *skimmer* dan kemudian dikumpulkan dan dialirkan ke *Oil Tank*. Pengutipan minyak dilakukan apabila minyak mencapai ketebalan 40 – 60 cm dengan pembacaan menggunakan gelas penduga [1,2,3].

### 2.2 Saklar Magnet (Reed Switch)

*Reed Switch* merupakan salah satu jenis sensor yang terbilang sangat sederhana, karena hanya terdiri dari dua buah plat yang saling berdekatan.

*Reed Switch* adalah sensor yang berfungsi juga sebagai saklar yang aktif atau terhubung apabila di area jangkauannya terdapat medan magnet. Medan magnet yang cukup kuat jika melalui area sekita *reed switch*, maka dua buah plat yang saling berdekatan tadi akan terhubung sehingga akan memberikan rangkaian tertutup bagi rangkaian yang dipasangkannya.

*Reed switch* mempunyai cara kerja yang berbeda dan unik dan juga mempunyai bentuk yang cukup kecil namun rentan terhadap benturan. Pada alat penggerak berupa *cylinder* berfungsi untuk mendeteksi gerakan *cylinder* ketika *up*/naik atau *down*/turun.

Prinsip dasar kerja sensor ini sangatlah sederhana, yaitu apabila bagian permukaan dari sensor terkena medan magnet maka dua buah kontak plat tipis yang

terdapat di bagian dalam sensor akan tertarik oleh medan magnet, sehingga kontak akan terhubung.

Medan magnet untuk menggerakkan *reed switch*, berasal dari piston yang terdapat di bagian dalam penggerak *cylinder*, yang bergerak naik dan turun, gerakan itulah yang dideteksi oleh *reed switch*.

Sensor ini hanya mempunyai dua buah kabel untuk keluarannya dan dihubungkan hanya ke beban yang kecil saja seperti *relay*, *input module* dll [4].

## 3 Metodologi

### 3.1 Metode Pengumpulan Data

Untuk mengumpulkan data digunakan beberapa tahapan, yaitu:

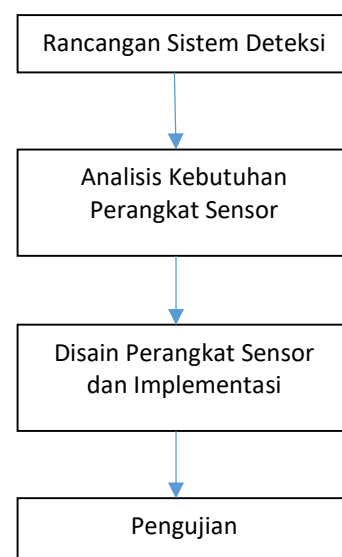
- Metode observasi, dengan mengadakan pengamatan langsung terhadap objek penelitian, yaitu pelampung yang diambil dari bola tenis meja beserta sensor magnet (*reed switch*) dan batang magnet permanen.
- Metode wawancara, dengan mengadakan tanya jawab kepada pihak yang terkait dengan objek yang diteliti.
- Metode kepustakaan, dengan menggali informasi dari buku, paper, dan sumber ilmiah lain, seperti situs internet ataupun artikel-artikel yang berkaitan dengan objek penelitian.

### 3.2 Metode Pengembangan Perangkat Sensor

Pengembangan perangkat sensor level diutamakan untuk dapat mendeteksi keberadaan suatu fluida dari titik terendah hingga lapisan permukaan fluida tersebut.

Diawali dengan rancangan sistem, analisis kebutuhan perangkat sensor, disain perangkat sensor dan implementasi, dan dilanjutkan dengan pengujian [5].

Alur metode pengembangan perangkat sensor ini dapat dilihat pada Gambar 1.

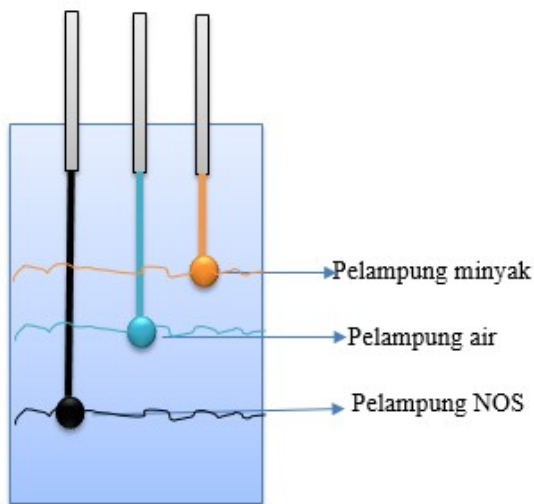


Gambar 1 Alur Metode Pengembangan Perangkat Sensor

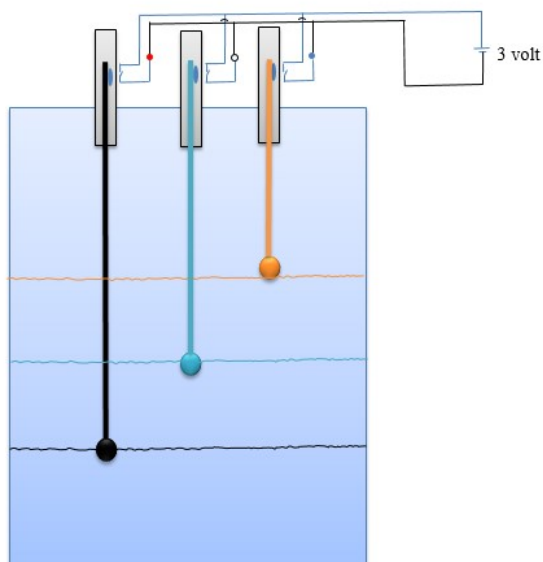
## 4 Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Rancangan Sistem Deteksi

*Continuous Settling Tank* (CST) merupakan tangki yang berfungsi sebagai proses pengendapan di stasiun klarifikasi. Proses pengendapan pada tangki CST menghasilkan beberapa lapisan *fluida* seperti minyak, emulsi, air, *sludge*, *Non Oil Solid (NOS)*. Pada rancangan ini, penempatan pelampung untuk mendeteksi ketebalan *fluida* diletakkan pada titik minyak, air, NOS. Penempatan pelampung untuk mendeteksi ketebalan *fluida* dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.



Gambar 2 Konsep Awal Rancang Bangun Otomatisasi Pembacaan Ketebalan Fluida di *Continuous Settling Tank* (CST) pada Stasiun Klarifikasi



Gambar 3 Gabungan Rancang Bangun dengan Diagram Panel Listrik untuk Pembacaan Ketebalan Minyak di *Continuous Settling Tank* (CST) dengan Level yang Telah Ditentukan

### 4.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Sensor

Dari rancangan tersebut diperlukan beberapa perangkat sensor. Untuk mengenali posisi fluida, digunakan pelampung yang dalam penelitian ini digunakan bola tenis meja yang akan dikondisikan agar dapat bekerja sesuai yang dikehendaki.

Berikutnya untuk mendeteksi keberadaannya, bola pelampung tersebut dihubungkan dengan sebuah tangkai (piston) yang berfungsi sebagai tempat menempelkan batang magnet permanen. Dalam hal ini untuk setiap pelampung diberikan satu magnet permanen.

Untuk membaca keberadaan posisi magnet, digunakan sensor *reed switch*. Yang akan bekerja, merubah posisi *normally open* menjadi *close*, apabila posisi magnet tepat berada di depan *reed switch*.

Untuk memudahkan dalam pembacaan aktivitas sensor, selanjutnya dihubungkan dengan lampu LED yang dipasang dengan sumber tegangan DC. Sehingga, bila *reed switch* bekerja, maka lampu akan menyala.

### 4.3 Disain Perangkat Sensor dan Implementasi

Agar dapat mendeteksi dengan tepat awal lapisan dan akhir lapisan dari suatu fluida, maka sensor pelampung yang berupa bola tenis meja, harus dapat berada pada lapisan-lapisan tertentu.

Untuk proses pendeteksian ketebalan *fluida* dapat dilihat masing-masing massa jenis *fluida* yang akan dibaca oleh sensor *reed switch*, yaitu:

– Diameter bola	=	3,950 cm
– Diameter beaker 1000 ml	=	10,500 cm
– Tinggi beaker 1000 ml	=	11,400 cm
– Berat bola kosong	=	2,292 gram
– Berat bola + minyak	=	29,920 gram
– Berat bola + air	=	33,429 gram
– Berat bola + tepung terigu	=	33,963 gram
– Beaker kosong	=	335,770 gram
– Beaker + minyak	=	1.200,000 gram
– Beaker + air	=	1.310,750 gram
– Beaker + tepung terigu	=	1.400,020 gram
– Massa jenis air	=	1,000 gram/cm <sup>3</sup>
– Massa jenis minyak	=	0,890 gram/cm <sup>3</sup>

Berdasarkan data di atas, selanjutnya akan dihitung berat jenis masing-masing bola melalui perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume bola} &= \frac{4}{3} \pi r^3 \\
 &= \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot (1,975 \text{ cm})^3 \\
 &= 32,2529 \text{ cm}^3 \\
 &= 32,2529 \times 10^{-6} \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{bola kosong}} &= \frac{\text{massa bola kosong}}{\text{volume}} \\ &= \frac{2,292 \text{ gram}}{32,25 \text{ cm}^3} \\ &= 0,071 \text{ gram/cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{bola + minyak}} &= \frac{\text{massa bola + minyak}}{\text{volume}} \\ &= \frac{29,920 \text{ gram}}{32,25 \text{ cm}^3} \\ &= 0,927 \text{ gram/cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{minyak}} &= \frac{\text{massa minyak}}{\text{volume}} \\ &= \frac{1.200,00 \text{ gram} - 335,77 \text{ gram}}{(3,14) \cdot (5,25 \text{ cm})^2 \cdot (11,4 \text{ cm})} \\ &= \frac{864,23 \text{ gram}}{986,627 \text{ cm}^3} \\ &= 0,875 \text{ gram/cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{bola + air}} &= \frac{\text{massa bola + air}}{\text{volume}} \\ &= \frac{33,429 \text{ gram}}{32,25 \text{ cm}^3} \\ &= 1,036 \text{ gram/cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{air}} &= \frac{\text{massa air}}{\text{volume}} \\ &= \frac{1.310,75 \text{ gram} - 335,77 \text{ gram}}{(3,14) \cdot (5,25 \text{ cm})^2 \cdot (11,4 \text{ cm})} \\ &= \frac{974,98 \text{ gram}}{986,627 \text{ cm}^3} \\ &= 0,988 \text{ gram/cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{bola + tepung terigu}} &= \frac{\text{massa bola + tepung terigu}}{\text{volume}} \\ &= \frac{33,920 \text{ gram}}{32,25 \text{ cm}^3} \\ &= 1,051 \text{ gram/cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{NOS (tepung terigu + air)}} &= \frac{\text{massa tepung terigu + air}}{\text{volume}} \\ &= \frac{1.400,02 \text{ gram} - 335,77 \text{ gram}}{(3,14) \cdot (5,25 \text{ cm})^2 \cdot (11,4 \text{ cm})} \\ &= \frac{1.064,25 \text{ gram}}{986,627 \text{ cm}^3} \\ &= 1,079 \text{ gram/cm}^3\end{aligned}$$

#### 4.4 Pengujian

Proses rancang bangun pembacaan ketebalan minyak berada paling atas dengan menggunakan bola kosong (pelampung tanpa isi *fluida* di dalamnya). Apabila indikator pembaca atau pelampung sudah mencapai level yang telah ditentukan, yaitu 10 cm, maka magnet yang ada pada tiang pelampung akan memberikan sinyal untuk sensor *reed switch* sehingga sensor *reed switch* ter-*energize* yang menyebabkan lampu warna biru menyala. Penempatan pelampung untuk sensor ketebalan minyak secara aktual dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Pendeteksi Ketebalan Minyak

Pada Gambar 4 terlihat bahwa posisi pelampung berada di permukaan minyak. Hal tersebut diakibatkan oleh massa jenis bola tanpa *fluida*, yaitu  $0,071 \text{ gram/cm}^3$  dengan massa jenis minyak  $0,875 \text{ gram/cm}^3$ .

Pendeteksi ketebalan air menggunakan pelampung yang berisi minyak, sehingga pelampung tersebut dapat mengapung di antara air dan minyak. Apabila pelampung sudah mencapai level yang telah ditentukan yaitu 10 cm setelah ketinggian minyak maka magnet yang menempel pada tiang akan sejajar dengan sensor *reed switch* sehingga sensor *reed switch* akan ter-*energize* dan memberikan sinyal pada lampu indikator yang berwarna putih. Penempatan pelampung untuk sensor ketebalan air secara aktual dapat dilihat pada Gambar 5.





Gambar 5 Pendeteksi Ketebalan Air

Pada Gambar 5 terlihat bahwa posisi pelampung berada di tengah-tengah antara minyak dan air. Hal tersebut diakibatkan oleh massa jenis bola berisi minyak yaitu  $0,927 \text{ gram/cm}^3$  dengan massa jenis minyak  $0,875 \text{ gram/cm}^3$  dan massa jenis air  $0,9881 \text{ gram/cm}^3$ . Dari perbandingan massa jenis yang digunakan, massa jenis bola berisi minyak  $0,927 \text{ gram/cm}^3$  berada di antara range massa jenis minyak dan massa jenis air.

Proses pendeteksian *Non Oil Solid* (NOS) pada rancang bangun otomatisasi ketebalan *fluida* pada CST menggunakan *fluida* air dan tepung terigu. Pelampung yang berisi air dan tepung terigu akan berada di tengah-tengah air dan NOS yang menyebabkan magnet yang menempel pada tiang pelampung sejajar dengan sensor *reed switch* sehingga memberikan sinyal pada lampu indikator warna biru menyala. Penempatan pelampung untuk sensor ketebalan *Non Oil Solid* (NOS) secara aktual dapat dilihat pada Gambar 6.

Pada Gambar 6 terlihat bahwa posisi pelampung berada di tengah-tengah antara air dan NOS. Hal tersebut diakibatkan oleh massa jenis bola berisi tepung terigu, yaitu  $1,051 \text{ gram/cm}^3$  dengan massa jenis air  $0,9881 \text{ gram/cm}^3$  dan massa jenis NOS  $1,0786 \text{ gram/cm}^3$ . Dari perbandingan massa jenis yang digunakan, massa jenis bola berisi minyak  $1,051 \text{ gram/cm}^3$  berada di antara *range* massa jenis air dan massa jenis NOS.



Gambar 6 Pendeteksi Ketebalan NOS

Indikator yang digunakan untuk mendeteksi ketebalan *fluida* di CST menggunakan rangkaian listrik sederhana. Rangkaian listrik pada rancang bangun ini dipasang menggunakan tegangan 3 Volt DC. Tegangan 3 Volt ini bertujuan untuk menyalakan lampu indikator yang digunakan. Lampu indikator yang digunakan pada rancang bangun adalah warna merah dengan tegangan 1,8 Volt – 2,1 Volt, warna putih dengan tegangan 2,6 Volt – 3,00 Volt, warna biru 2,5 Volt – 3,00 Volt.

## 5 Kesimpulan

Dari pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem kerja dari rancang bangun sensor pelampung untuk mendeteksi ketebalan lapisan *fluida* menggunakan sensor magnet berupa *reed switch* yang berfungsi untuk menyalakan lampu indikator berdasarkan ketebalan *fluida* yang telah ditentukan.
2. Hasil perbedaan massa jenis masing-masing *fluida* yang digunakan pada rancang bangun adalah:
  - Massa jenis bola kosong =  $0,071 \text{ gram/cm}^3$
  - Massa jenis bola + minyak =  $0,927 \text{ gram/cm}^3$
  - Massa jenis minyak =  $0,875 \text{ gram/cm}^3$
  - Massa jenis bola + air =  $1,036 \text{ gram/cm}^3$
  - Massa jenis air =  $0,988 \text{ gram/cm}^3$
  - Massa jenis bola + NOS =  $1,051 \text{ gram/cm}^3$
  - Massa jenis NOS =  $1,079 \text{ gram/cm}^3$

## Daftar Pustaka

- [1] Naibaho., P. (1998). *Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit*. Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit.
- [2] Pardamean, M. (2006). *Panduan Lengkap Pengelolaan Kebun Dan Pabrik Kelapa Sawit*. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- [3] Pardamean, M. (2011). *Sukses Membuka Kebun Dan Pabrik Kelapa Sawit*. Bogor: Penebar Swadaya.
- [4] Pretuzella, F. (1996). *Industrial Electronics*. USA: McGraw – Hill.
- [5] Mahfud, A. (2008). *Modul Teknik Listrik Industri*. Bekasi: Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi.