



Sistem Level Kontrol Menggunakan Differential Pressure Transmitter untuk Tangki Timbun CPO

Level Control System Using Differential Pressure Transmitter For CPO Holding Tanks

Mansyur^{1*}, Said Hanief¹, Yuniyanto¹

¹Prodi Teknik Mekanika, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Jl. Medan Tenggara No. VII, Medan, Sumatera Utara, 20228, Indonesia

*Corresponding author: surmansyur@yahoo.co.id

Diterima: 03-01-2023

Disetujui: 06-01-2023

Dipublikasikan: 10-01-2023

IRAJTMA is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



Abstrak

Penggunaan alat-alat ukur sangat dibutuhkan pada saat ini terutama di industri. Salah satu contoh dari alat ukur adalah transmitter, dimana transmitter itu terdiri dari transmitter elektrik. Transmitter adalah suatu alat yang digunakan untuk mengubah sinyal fisis menjadi sinyal instrument atau mengirimkan sinyal dari alat transmitter (sensor) ke kontroller dan dari kontroller ke pengatur akhir. Dalam hal ini akan dibahas tentang pengukuran level cairan CPO, dimana yang diukur adalah ketinggian cairan CPO dengan menggunakan differential pressure transmitter elektrik, yang dilengkapi dengan peralatan instrumentasi lain seperti recorder, transmitter, digital manometer, sumber tegangan DC, pressure gage, compressor, air regulator. Dari Pengukuran level dengan menggunakan differential pressure transmitter elektrik diperoleh hasil pengukuran level sebanding dengan tekanan fisis, dimana pada level tangki 6000 mm mempunyai sinyal instrument sebesar 20 mA, dan pada level tangki 0 mm mempunyai sinyal instrument sebesar 4 mA.

Kata Kunci: Pressure, Transmitter, Sinyal, CPO, Level

Abstract

The use of instruments at this time is very much needed, especially in industry. One example of an instrument is a transmitter, where the transmitter consists of an electrical transmitter. The transmitter is a device used to convert physical signals into instrument signals or send signals from the transmitter (sensor) to the controller and from the controller to the final controller. In this case, we will discuss the measurement of CPO liquid level, where what is measured is the height of CPO liquid using an electric differential pressure transmitter, which is equipped with other instrumentation equipment such as recorders, transmitters, digital manometers, DC voltage sources, pressure gages, compressors, air regulators. . From level measurement using an electric differential pressure transmitter, the results of the level measurement are proportional to the physical pressure, where the 6000 mm tank level has an instrument signal of 20 mA. The 0 mm tank level has an instrument signal of 4 mA.

Keywords: Pressure, Transmitter, Signal, CPO, Level

1. Pendahuluan

Di dalam industri proses, suatu produk dihasilkan dengan melalui beberapa tahapan, contohnya minyak kelapa sawit mentah atau CPO. Setelah dipanen, kelapa sawit diolah hingga

dihasilkan CPO sebelum didistribusikan ke industri pengolahan CPO. Produk ditimbun untuk mengatasi adanya permintaan sewaktu-waktu dari pelanggan. Pada saat proses penimbunan, terjadi pemanasan CPO di dalam tangki. Pemanasan CPO dilakukan untuk menjaga kualitasnya dan pembacaan flow metre pada aliran keluaran dari tangki timbun dapat lebih akurat.

Melihat pentingnya peranan kendali pengukuran level cairan di tangka timbun menggunakan *differential pressure transmitter* pada sistem proses, maka perlu diambil langkah-langkah agar pengukuran level cairan pada tangki timbun tersebut sesuai dengan keadaan yang sebenarnya karena apabila peralatan instrumen mengalami gangguan akan memberikan informasi yang tidak sesuai dengan keadaan sebenarnya.

Hal ini akan dapat merusak kualitas CPO di dalam tangki timbun. Pengolahan CPO melalui berbagai proses, mulai *loading* dari *buffer tank*, penimbunan, sampai *unloading* menuju pelanggan. Pada saat proses penimbunan, terjadi proses pemanasan CPO. Spesifikasi temperatur CPO yang sudah bisa dialirkan kepada pelanggan adalah 50°C. Temperatur ini harus dipertahankan karena dapat mempengaruhi kualitas CPO. Pemanasan dilakukan menggunakan steam yang diberikan dalam jumlah tetap oleh boiler.

Oleh karena itu, level di dalam tangki harus dijaga konstan untuk menjaga temperatur CPO yang keluar dari tangki timbun tetap sesuai dengan spesifikasinya. Jika level pada tangki timbun tidak konstan, maka dapat menyebabkan temperatur CPO dalam tangki timbun tidak konstan. Untuk menjaga temperatur CPO dalam tangki timbun konstan dibutuhkan pengaturan level pada tangki timbun dengan menggunakan *differensial pressure transmitter*.

Batasan-batasan dalam penelitian ini Pengaturan Level kontrol pada tangki timbun CPO dengan sistem *differensial pressure transmitter*. Serta keterpasangan *differensial pressure transmitter* pada tangki timbun CPO merupakan. Sedangkan tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui pengaruh pengaturan level menggunakan sistem *differensial pressure transmitter*. Dan untuk mengetahui pengaruh keterpasangan *differensial pressure transmitter* pada tangki timbun CPO. Berdasarkan uraian diatas, maka penulis tertarik untuk membahas permasalahan tersebut, dan mengambil judul “Sistem Level Kontrol Menggunakan *Differential Pressure Transmitter* Untuk Tangki Timbun CPO”.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Proses pengolahan tandan buah segar (TBS)

Pengolahan kelapa sawit bertujuan untuk mendapatkan minyak sawit dan inti sawit dengan jumlah dan mutu yang optimal. Untuk mencapai sasaran tersebut, maka pabrik sebagai sasaran utama pengolahan harus di operasikan dalam keadaan baik dengan menghindari kerusakan- kerusakan yang dapat menyebabkan kerugian (Pahan 2006).

2.2. Stasiun perebusan (sterilizer)

Perebusan TBS merupakan salah satu tahap yang sangat menentukan berhasil atau tidaknya tujuan dari pengolahan kelapa sawit yaitu menghasilkan CPO dan kernel semaksimal mungkin sesuai dengan rendemen dan mutu yang diharapkan. Keberhasilan dalam proses perebusan akan mendukung kemudahan-kemudahan dalam proses selanjutnya, baik di stasiun *Threshing, Press, Digester* dan lain-lain. Fungsi dari *Sterilizer* untuk melakukan proses perebusan buah TBS sebelum di proses menjadi minyak.

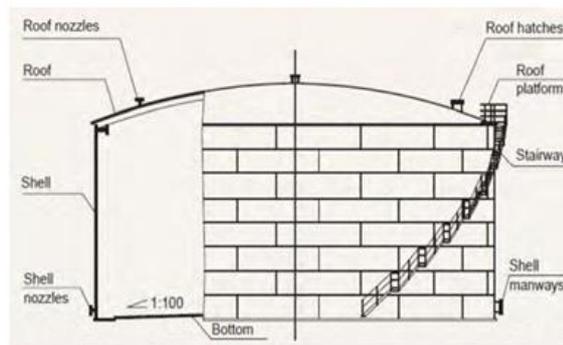
2.3. Tangki CPO

Tangki CPO pada pabrik kelapa sawit dibangun untuk dapat memenuhi kebutuhan akan bahan baku CPO atau minyak kelapa sawit mentah dan PKO atau inti minyak kelapa sawit.

Dibangunnya pabrik kelapa sawit guna untuk memenuhi kebutuhan 1.200.000 ton/tahun dan akan terus meningkat seiring dengan peningkatan pengembangan industri yang ada dikawasan pabrik tersebut.

Kebijakan dalam persediaan minyak kelapa sawit merupakan salah satu yang menjadi perhatian dalam industri. Sistem persediaan juga menjadi perhatian serius dalam penyaluran CPO dan PKO. Tangki yang digunakan pada sistem ini ada 2 macam yaitu tangki *buffer* dan tangki timbun. Tangki *buffer* digunakan untuk menampung minyak sementara sebelum disalurkan ke tangki timbun. Sedangkan tangki timbun digunakan untuk menimbun minyak yang berasal dari pihak produksi untuk diolah dan didistribusikan menuju konsumen. (Naibaho 1998).

Tangki jenis *fixed roof* adalah tangki silinder dengan konfigurasi atapnya bersatu dengan dinding *shell* tangki itu sendiri. Tangki tersebut yang dikhususkan untuk penyimpanan dan pengolahan kelapa sawit dalam kapasitas besar. Tangki tersebut mampu menampung minyak hingga kapasitas 8000 ton. Bentuk dari tangki tersebut dapat berupa kerucut atau kubah yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tangki tipe *fixed roof tank*

2.3. Jenis-jenis alat kontrol

2.3.1. Alat kontrol tipe proporsional

Pada jenis ini terdapat hubungan kesebandingan antara keluaran terhadap kesalahan, yaitu $m(t) = K e(t)$, dimana K disebut konstanta kesebandingan. Pertambahan harga K akan menaikkan penguatan sistem e_{ss} (penyimpangan dalam keadaan mantap). Pemakaian alat kontrol jenis ini saja sering tidak memuaskan karena penambahan K selain akan membuat sistem lebih sensitif, tetapi juga cenderung mengakibatkan ketidakstabilan. Disamping itu pertambahan K adalah terbatas dan tidak cukup untuk mencapai respons sampai suatu harga yang diinginkan (Manurung 2007).

2.3.2. Alat kontrol tipe integral

Alat kontrol tipe integral (I) dimaksudkan untuk menghilangkan kesalahan posisi dalam kondisi mantap tanpa mengubah karakteristik-karakteristik frekuensi tinggi dan hal ini dapat dicapai dengan memberikan penguatan tak terhingga pada frekuensi nol yakni pada kondisi mantap. Alat kontrol ini biasanya digunakan bersama tipe P dan D , namun dalam hal-hal dimana kecepatan respons dan ketidakstabilan bukan merupakan masalah, tipe $P + I$ adalah cukup. Walaupun demikian, penambahan tipe P perlu mendapat perhatian karena efeknya-lag. mengurangi kestabilan yakni karena mengakibatkan bertambahnya keterlambatan fasa.

2.3.3. Alat kontrol tipe deripative

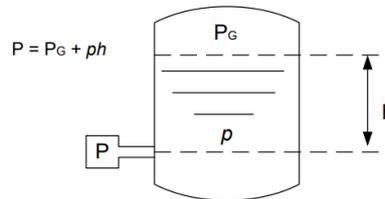
Alat kontrol tipe deripative (D) digunakan untuk memperbaiki atau mempercepat prestasi respons transien sebuah sistem kontrol. Alat ini selalu disertai oleh tipe P , sedang tipe I hanya digunakan bila diperlukan. Diikut sertakannya tipe D ini sebagai alat kontrol memberikan

efek menstabilkan sistem dengan cara memperbesar “*phase-lead*” terhadap penguatan loop kontrol yakni dengan mengurangi “*phase-lead*” terhadap penguatan loop kontrol yakni dengan mengurangi “*phase-lag*” penguatan tersebut (Manurung 2007).

3. Metodologi Penelitian

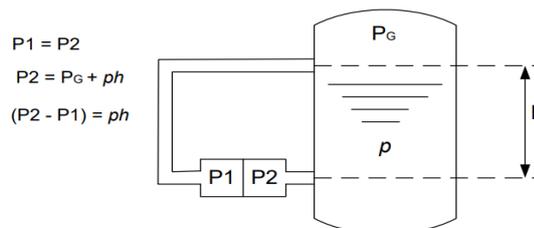
3.1. Differential pressure transmitter

Differential pressure transmitter (transmitter beda tekanan) kerap kali dipakai untuk mengukur tekanan. Bila sebuah bejana ditutup atau kedap udara, tekanan dasar (P) berubah tidak hanya menurut tinggi permukaan cairan (h), tetapi juga pada tekanan fase gas (P_G) seperti Gambar 2 (Manurung 2007).



Gambar 2. Pengukuran dengan tekanan dasar

Tekanan antara dasar bejana dan ruang di atas cairan tekanan hidrostatis pada dasar suatu bejana tergantung pada berat jenis dan ketinggian cairan. Tekanan ini diukur dengan manometer, pada bejana tertutup dan bertekanan, yang diukur adalah beda. Tekanan hidrostatis pada dasar suatu bejana tergantung pada berat jenis dan ketinggian cairan. Tekanan ini diukur dengan manometer, pada bejana tertutup dan bertekanan, yang diukur adalah beda tekanan antara dasar bejana dan ruang di atas cairan.



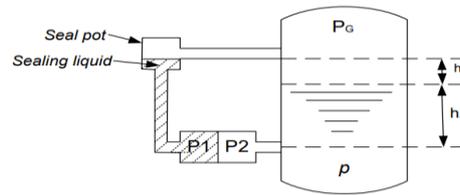
Gambar 3. Pengukuran dengan beda tekanan

Cara ini tergantung pada berat jenis. Elemen perasa dari detektor ini adalah diafragma. Detektor ini tidak mempunyai batang pemuntir dengan gerak memuntir, melainkan hanya mempunyai batang lentur yaitu batang penghubung yang menghubungkan diafragma dengan batang gaya. Detektor beda tekanan terdiri dari dua ruangan yaitu ruang tekanan tinggi dan ruang tekanan rendah. Untuk level transmitter, ruang tekanan tinggi di hubungkan dengan tekanan cairan pada bejana, sedangkan ruang tekanan rendah di hubungkan dengan tekanan uap pada bejana.

Dalam hal ini, metoda yang dipakai adalah dengan mengisi lebih dulu pipa penyalur dengan cairan yang secara kimia bersifat stabil dan tidak berpengaruh buruk terhadap proses, cairan itu disebut sealing liquid. Alat pengukuran itu dilengkapi dengan seal pot seperti pada Gambar 4.

Tekanan tinggi sealing liquid ditambahkan pada tekanan P

$$P1 = P_G + \rho S (h1 + h2) \tag{1}$$



Gambar 4. Pengukuran dengan menggunakan sealing liquid

Dimana: ρ_s = kerapatan sealing liquid

$$P_2 = P_G + \rho h \tag{2}$$

Beda tekanan didapatkan sebagai berikut:

$$\Delta P = P_2 - P_1 = \rho h + \rho_s (h_1 + h_2) \tag{3}$$

Bila ρ_s dan tinggi ($h_1 + h_2$) diketahui, tinggi permukaan cairan (h_2) didapatkan dengan cara mengukur beda tekanan.

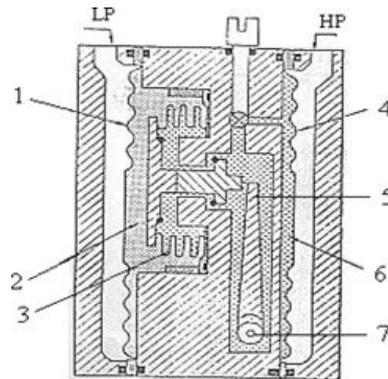
Dengan kata lain, sistem tersebut bekerja dimana perbedaan tekanan antara fasa uap dan bagian terendah dari cairan diukur oleh *differential pressure transmitter* dan selanjutnya diperoleh permukaan cairan. Differensial tersebut memindahkan perbedaan tekanan yang diukur ke dalam suatu sinyal listrik (4 sampai 20 mA) dan memancarkannya ke kontroller, indikator dan lain sebagainya dalam ruang kendali.

Cairan-cairan proses mempunyai kecenderungan untuk berubah menjadi padatan pada waktu di dinginkan ataupun apabila ia mengandung partikel-partikel dan karenanya mempunyai kecenderungan untuk terjadinya penyumbatan, digunakan suatu *differential pressure transmitter* yang di pasang pada flensa. Karena *transmitter* ini dipasang langsung flensa dari bejana, maka tidak dibutuhkan suatu jalur dan hal ini akan membantu mencegah terjadinya penyumbatan. Bagaimanapun juga tipe ini mempunyai satu cacat yaitu tidak dapat dilaksanakan suatu *zero adjustment* atau pelepasan dari *transmitter* tersebut, kecuali bejana tersebut di kosongkan dengan cara *shutdown* dari pabrik. *Transmitter* beda tekanan melakukan fungsi, beda tekanan dan konversi beda tekanan di deteksi dalam bentuk sinyal listrik atau pneumatik bersama-sama dengan transmisi sinyal.

3.2. Prinsip kerja *differential pressure transmitter*

Transmitter merupakan alat atau kelanjutan dari sensor. Dimana *transmitter* ini dapat merubah sinyal proses yang diterima oleh detektor diubah menjadi sinyal listrik serta mengirimkan sinyal tersebut ke alat penerima seperti pencatat, pengatur dan penunjuk. *Differential pressure transmitter* mempunyai hubungan-hubungan ke tekanan rendah dan tinggi seperti pada Gambar 5 (Manurung 2007). Tekanan tinggi (HP) dan tekanan rendah (LP) diterima oleh membran penyekat. Bagian dalam dari membran penyekat tekanan tinggi dan tekanan rendah diisi dengan cairan silikon. Tekanan yang diukur pada bagian tekanan tinggi mendesak dirinya sendiri pada membran bagian tekanan tinggi dan menekan membran tersebut. Pada waktu membran tersebut tertekan, bagian dalam isian silikon bergerak maju mengenai bagian pengembus oleh sejumlah tekanan sehubungan dengan gerakan membran tersebut. Pengembus tersebut mengembang mengenai bagian bertekanan rendah (LP) oleh sejumlah pergerakan dari isian silikon tersebut. Sementara itu, tekanan yang terukur pada bagian bertekanan rendah (LP) juga akan mendesak dirinya sendiri pada membran bertekanan rendah (LP) dan menekan pengembus tersebut dari bagian luar. Bagian puncak pengembus tersebut bergerak ke bagian bertekanan rendah (LP) dan pengembus tersebut berhenti mengembang. Dengan Bergeraknya panjang bagian puncak dari pengembus, maka lengan pemuntir tersebut

akan bergerak ke kiri dan memutar batang pemuntir tersebut. Pergerakan batang pemuntir ini diubah ke dalam suatu sinyal listrik atau sinyal pneumatik untuk kemudian dipancarkan.



Gambar 5. Skematik potongan meterbodi sebuah *transmitter*

Keterangan: 1. diafragma penyekat (*seal diaphragm*); 2. isi silikon (*silicon fill*); 3. pengembus (*bellows*); 4. diafragma penyekat (*seal diaphragm*); 5. lengan pemuntir (*torque arm*); 6. isi silikon (*silicon fill*); 7. batang pemuntir (*torque rod*)



Gambar 6. Differential transmitter elektrik

4. Hasil

Hasil CPO yang dihasilkan dari proses produksi akan disimpan dalam tangki timbun yang biasa di sebut storage tank (tangki minyak). Karena itu tangki minyak sangat perlu diperhatikan volume ataupun level CPO yang ada di dalamnya. Untuk keperluan pembahasan mengenai pengaturan level pada tangki CPO dengan menggunakan sistem *differensial transmitter electric*, maka perlu dilakukan pengambilan data.

4.1. Spesifikasi tangki minyak

Jumlah Unit	: 1 Buah
Kapasitas	: 2000 Ton
Diameter Tangki	: 9500 mm
Tinggi Tangki	: 8500 mm
Tebal Plat Dasar	: 9 mm
Tebal Plat Dinding	: 8 mm
Tebal Plat Atap	: 3 mm
Diameter <i>Heating Coil</i>	: 2 inch

4.2. Spesifikasi meter bodi

Model	: Yamatake Honeywell
Prod	: R.24933.31.010
Serial	: JD I 18382
Max Press	: 140 kg/cm ²
Range	: 0 – 6000 mm
H ₂ O Supply	: DC 12 V – 24 V

4.3. Spesifikasi pompa sentrifugal

Type : AK
 Head : 15 meter
 SHP : 0,4 Kw
 Putaran : 1456 rpm
 Capacity : 2,7 l/menit

4.4. Spesifikasi elektro motor

Motor Induction : 1 Phasa
 Daya : 0,4 Kw
 Arus : 4,5 A
 Tegangan : 220 Volt
 Frekwensi : 50 Hz
 Putaran : 1420 rpm

4.5. Spesifikasi control valve

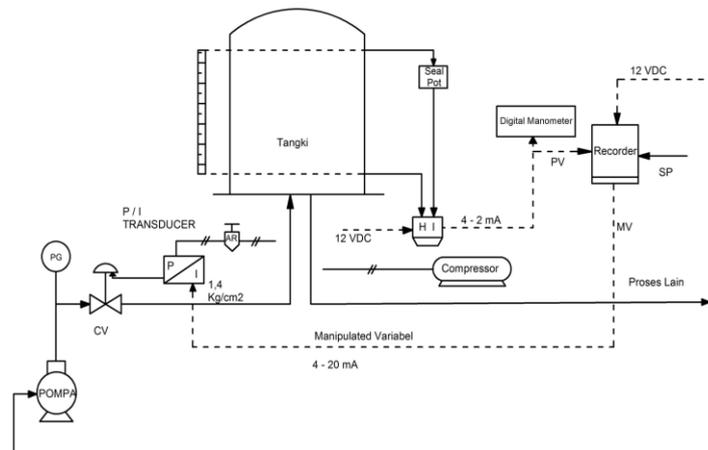
Type : 5110
 Size : 20 : 20
 Material Body : FG 25
 Stroke : 13 mm
 Input Range : 0,2–1,0 kg/cm²
 Serial : 62846

4.6. Spesifikasi recorder controller

Analog input signal : 1 to 5 V DC, 5 point
 Analog output signal : 1 to 5 V DC, 2 point : 4 to 20 mA DC, 1 point
 Control Mode Switching : By C/A/M

4.7. Differential pressure transmitter

Gambar berikut ini adalah diagram dari *differential pressure transmitter*, yang bertujuan untuk mensimulasikan tangki timbun CPO, terlihat dari Gambar 7.



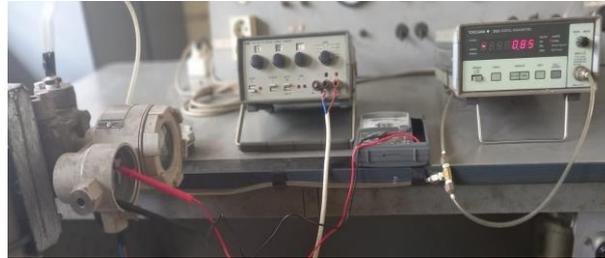
Gambar 7. Piping & instrument diagram pengukuran level air pada tangki dengan menggunakan *differential pressure transmitter*

Spesifikasi:
 Model : KDI 22 – 1122 E – AM
 Max Press : 140 1,0 kg/cm²
 Range : 0 – 6000 mmH₂O
 Supply : 24 – 42 V D.C
 Output : 0 – 20 mA D.C

5. Pembahasan

5.1 Pengaturan level kontrol

Pengaturan level kontrol pada tangki timbun CPO dengan sistem *deffresial pressure transmitter* pada suhu 55°C nilai densitas berkisar antara 0,888-0,892 g/mL = 888 - 892 kg/m³, untuk level 1000 mm = 1 m sampai dengan 7000 mm = 7 m, $\rho = 892 \text{ kg/m}^3$, dan $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Sinyal fisis: $P = \rho \cdot g \cdot h \text{ (kg/cm}^2\text{)}$.

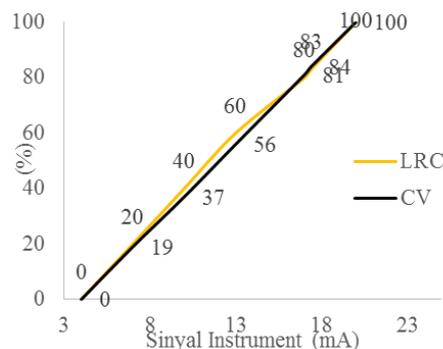


Gambar 8. Simulasi sistem level dengan variasi sinyal fisis terhadap sinyal instrument

5.2 Pengujian variasi sinyal fisis

5.2.1. Pengujian variasi sinyal fisis tinggi level terhadap sinyal instrument

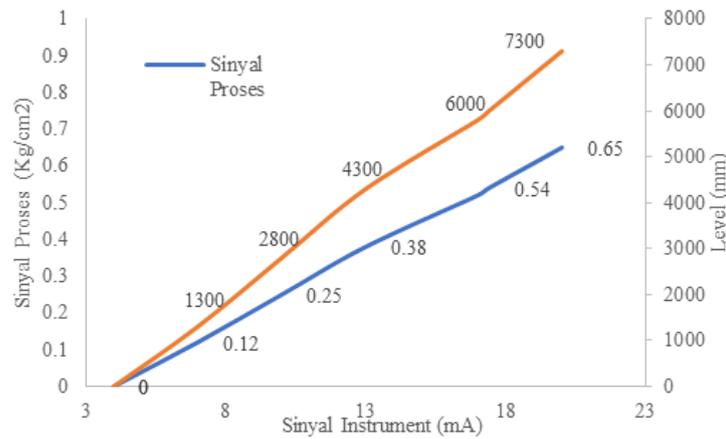
Pada pengujian ini dilakukan dengan membuat simulasi virtual plant dan simulasi *transmitter* elektrik serta kontroller elektrik. Konfigurasi simulasi sistem pengaturan dapat dilihat pada Gambar 7. Selanjutnya simulasi dijalankan dengan memberikan sinyal fisis (proses) dalam bentuk tekanan phenumatik yang bervariasi pada *meter body* (sensor) pada *transmitter* elektrik seperti terlihat data-data simulasi seperti Tabel 1. Berdasarkan tabel tersebut maka ditinjau pengaruh sinyal instrument terhadap beberapa *variable* yaitu tinggi level, persen bukaan *control valve*, sinyal proses dan Persen LRC. Hasilnya dapat dilihat dari Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 9. Pengaruh sinyal *instrument* terhadap LRC dan CV

Berdasarkan Gambar 9 terlihat bahwa bukan *control valve* tertinggi ialah 100 persen dimana nilai tersebut sama dengan persen LRC. Nilai CV dan LRC yang maksimal didapat pada sinyal *instrument* bernilai 20 mA. Gambar tersebut juga menunjukkan bahwa pengaruh sinyal *instrument* dengan CV dan LRC ialah semakin tinggi nilai sinyal *instrument* maka semakin tinggi pula persen CV dan LRC

Berdasarkan gambar 10 menunjukkan bahwa level tertinggi itu dicapai 7,3 m pada saat sinyal *instrument* sebesar 20 mA dan terus berkurang seiring dengan turunnya sinyal *instrument* sehingga pada saat 4 mA tinggi yang dicapai paling rendah. Sedangkan untuk sinyal proses dalam bentuk tekanan didapat nilai tertinggi 0,65 kg/cm². Dan sama hal dengan level semakin rendah sinyal *instrument* maka semakin rendah pula sinyal prosesnya.



Gambar 10. Pengaruh sinyal *instrument* terhadap level tangki dan sinyal proses

5.2.2. Prinsip kerja sistem *transmitter* elektrik pada tangki minyak CPO

Prinsip kerja alat dengan transmitter elektrik, dimana tekanan sinyal fisis dari tangki timbun minyak CPO akan masuk ke posisi H-L *pressure* pada bagian *detector transmitter electric*. Pengaturan tinggi level pada tangki timbun minyak CPO ditentukan dari sinyal fisis dirubah kedalam bentuk sinyal *instrument* yang dihasilkan dari *transmitter electric* untuk memerintah sinyal *instrument* mengatur tinggi level minyak CPO dalam tangki melalui *switch manipulate* variabel yang sinyal instrumennya di kirimkan ke *converter* untuk memerintahkan membuka dan menutup *control valve* untuk mengatur tinggi level yang di inginkan, dengan menggunakan phenumatik *control valve* maka kita harus memberi sinyal input udara dari *compressor* melalui air regulator sebesar 1,4 kg/cm². Besarnya sinyal fisis tergantung tinggi level minyak CPO pada tangka timbun dan sinyal *instrument* yang di berikan oleh tinggi level minyak CPO pada tangki timbun sebesar 4 mA – 20 mA yang di kirimkan ke *controller* untuk diketahui berapa besar tinggi level minyak CPO yang ada didalam tangki timbun tersebut.

Tabel 1. Hasil pengukuran tinggi permukaan (level)

No.	CV (%)	Sinyal Proses (kg/cm ²)	Sinyal Instrument (mA)	Level CPO (mm)	LRC (%)
1	0	0	4	0	0
2	19	0,12	7	1300	20
3	37	0,25	10	2800	40
4	56	0,38	13	4300	60
5	81	0,52	16	5800	80
6	84	0,54	18,5	6000	83
7	100	0,65	20	7300	100

6. Kesimpulan

Penempatan meter bodi (sensor) pada rangkaian pengukuran level tangki harus sejajar dengan titik nol (0%) tangki, hal ini dimaksudkan agar tekanan pada titik nol dan tekanan titik maksimum tangki yang ditunjukkan pada digital manometer maupun recorder memperoleh hasil pengukuran sesuai dengan harga sebenarnya. Perubahan tekanan sinyal fisis (proses) berbanding lurus dengan tinggi level, semakin besar tekanan sinyal proses maka batas level semakin tinggi.

Daftar Pustaka

- Ade, Elbani. 2014. Kajian Unjuk Kerja Sistem Pneumatik Hidrolik pada Komponen Katub Kontrol (Control Valve). Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjung Pura Pontianak.
- Cooper D.W, .1985. Instrumentasi Elektronika Dan Teknik Pengukuran, Edisi ke-2, Erlangga Dunia, Ricardo and Dean, Eric. 2004. Introduction to LABVIEW for Control Design & Simulation
- Dumont, Guy A. and Huzmezan, Mihai. 2002. Concepts, Methods, and Techniques in Adaptive Control. University of British Columbia.
- Haryomukti Sulisty, Febri. F. Akbar. 2014. Prototipe Automatic Tank Gauging Optik Untuk Pengukuran Level fluida Statik. Program Studi Metrologi dan Instrumentasi. Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung
- Manurung, Niko. 2007. "Penggunaan Differential Pressure Transmitter Untuk Mengukur Level Air Pada Tangki." Universitas Sumatera Utara. <https://123dok.com/document/lq5wwkrq-penggunaan-differential-pressure-transmitter-untuk-mengukur-level-tangki.html>.
- Naibaho. 1998. Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit. Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit
- Pahan, I. 2006. Paduan Lengkap Kelapa Sawit Manajemen Agribisnis dari Hulu Hingga Hilir. Jakarta
- Gunterus, F. 1992. Falsafah Dasar Sistem Pengendalian Proses. PT. Elex Media Komputindo.
- Thomas, K. 1993. Dasar-Dasar Pneumatik, Penerbit Erlangga.
- Jasjfi, E. 1985. Metode Pengukuran Teknik, Edisi Keempat. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Mansyur. 2004. Diktat Instrumentasi Pabrik I
- Mansyur. 2004. Instrument Dan Proses Control
- Pakpahan, S. 1988. Kontrol Otomatik Teori Dan Penerapan. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Ishimaru, S., dan Hasanuddin. 1987. Instrumentasi Mini Plant. Japan International Cooperation Agency (JICA).