

**ANALISA VERIFIKASI DAN KALIBRASI ALAT
INSTRUMENTASI LEVEL DISPLACER INTERFACE
DI PT. DOMAS AGROINTI PRIMA**

Angelia Maharani Purba, Muhammad Fadhil Fahlevi, Anne Malum Simanjuntak

Teknik Elektronika, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

angeliapurba@polmed.ac.id

Abstract

Level measurement using a displacer level interface is a common thing used in industry to measure fluid level levels, including in the oleochemical industry. In level measurement, sometimes there are deviations in the measurement of the measurement value of the fluid. The condition of the media being measured sometimes also has a lot of unfavorable effects on the measuring instrument, so that the operating condition data must be known more in the selection of the level measuring instrument. To overcome this, verification and calibration activities are needed to return the function to the initial standard. Verification and calibration of measuring instruments is very necessary in industry, because if the measurement value on the measuring instrument is wrong, it can cause product failure. Verification and calibration treatment is carried out using standard measuring instruments or measuring instruments that already have a calibration certificate from state institutions (eg KAN) and standard measuring objects, namely measuring instruments to be verified or calibrated.

Keywords: *Displacer level interface; calibration; verification; object standard measurement; standard measurement tools.*

Abstrak

Pengukuran level menggunakan displacer level interface merupakan hal yang umum digunakan di industri untuk mengukur level ketinggian fluida, termasuk di industri oleokimia. Didalam pengukuran level, kadang-kadang terjadi penyimpangan pengukuran nilai ukur pada fluida. Kondisi dari media yang diukur kadang-kadang juga mempunyai banyak efek yang kurang baik pada alat ukur, sehingga data kondisi operasi harus diketahui lebih banyak didalam pemilihan alat ukur level. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan aktivitas verifikasi dan kalibrasi untuk mengembalikan fungsinya ke standar awal. Perlakuan verifikasi dan kalibrasi alat ukur sangat diperlukan di industri, dikarenakan jika nilai pengukuran pada alat ukur salah, dapat menyebabkan kegagalan pada produk. Perlakuan verifikasi dan kalibrasi dilakukan dengan menggunakan alat ukur standar atau alat ukur yang sudah memiliki sertifikat kalibrasi dari lembaga lembaga negara (contoh: KAN) dan objek ukur standar, yaitu alat ukur yang akan diverifikasi maupun dikalibrasi.

Kata kunci: *Displacer level interface; kalibrasi; verifikasi; objek ukur standar; alat ukur standar.*

A. PENDAHULUAN

Level merupakan salah satu variabel yang banyak dijumpai di industri seperti halnya temperatur (*temperature*), tekanan (*pressure*) dan aliran (*flow*). Oleh karena itu, pengukuran level merupakan salah satu hal yang sangat penting sekali dalam hal kaitannya dengan kelangsungan proses secara keseluruhan. Kegagalan pengukuran level dapat berakibat pada kegagalan suatu proses atau bahkan dapat menimbulkan faktor yang berbahaya bagi

keselamatan. Untuk memastikan keamanan dan profitabilitas proses, penting untuk dilengkapi dengan instrumen yang menyediakan pengukuran level yang andal dan tepat. Pada dasar pengukuran level, ini hanya tentang menentukan posisi permukaan fluida di dalam tangki, reaktor, atau bejana lainnya. Pengukuran level sering digunakan untuk manajemen inventaris. Untuk memberikan kontrol yang baik, pengukuran yang akurat sangat penting dan beberapa perangkat dan sistem tersedia untuk mengukur level produk. Masing-masing dirancang untuk memberikan pengukuran level yang akurat, meskipun presisi pengukuran dan prinsip operasi berbeda-beda di antara perangkat. Semua pengukuran level melibatkan interaksi antara perangkat sensor, elemen, atau sistem dan produk di dalam wadah penampung. Ada beberapa jenis teknologi pengukuran level, semuanya memiliki kelebihan dan kekurangan.

Bagi sebuah perusahaan, aktifitas kalibrasi dan verifikasi merupakan kewajiban yang harus dipenuhi sebagai bentuk pengendalian mutu perusahaan. Sebuah sistem pengendalian mutu harus memenuhi persyaratan ketelusuran dalam upaya mempertahankan eksistensinya sebagai sistem yang dapat dipercaya pelanggan. Sistem pengendalian mutu mencakup semua aspek yang mendukung terwujudnya pengendalian mutu yang baik dan benar antara lain: personil, peralatan, lingkungan, metode, sampel dan tata kerja. Untuk itu bagian yang menangani kalibrasi di perusahaan harus didukung oleh petugas kalibrasi yang kompeten dan memiliki pengetahuan tentang kalibrasi dengan penggunaan peralatan ukur dan uji yang akurat dan presisi serta memiliki mampu telusur ke standar nasional atau internasional.

Inti dari kedua prosedur ini memiliki satu kesamaan: memeriksa alat ukur untuk kualitas pekerjaan mereka dan keakuratan hasilnya. Verifikasi memungkinkan dilakukannya audit kepatuhan dengan standar dan norma yang diterima. Tetapi kalibrasi, memungkinkan untuk membawa alat ukur ke standar tertentu. Secara teknis kalibrasi yang dilakukan oleh sebuah perusahaan yaitu membentuk hubungan antara nilai yang ditampilkan oleh sebuah instrumen ukur atau nilai yang diwakili oleh suatu bahan ukur dengan nilai yang telah diketahui yang berkaitan dari besaran yang diukur dalam kondisi tertentu. Sedangkan verifikasi berfungsi untuk melakukan pemeriksaan terhadap barang, alat ukur tertentu dan pembuktian secara objektif bahwa barang atau alat ukur tersebut memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Akurasi alat-alat ukur dan uji tersebut dibuktikan melalui sertifikat kalibrasi internal yang dilakukan oleh petugas kalibrasi dan harus memenuhi persyaratan kompetensi yang ditetapkan oleh standar sistem manajemen mutu.

Secara garis besar persyaratan-persyaratan peralatan ukur dan uji tersebut menyangkut kompetensi petugas, ketelusuran peralatan ukur, terkendalinya kondisi lingkungan, diterapkannya metode yang diakui, serta terpeliharanya alat-alat ukur dan uji yang dikalibrasi. Dari semua komponen yang perlu dikendalikan tersebut, kompetensi petugas merupakan komponen yang paling sulit dikendalikan. Sehingga perusahaan memiliki keharusan dalam melakukan kalibrasi internal atau verifikasi yang dibuktikan dengan sertifikasi pelatihan untuk petugas kalibrasinya serta mengevaluasi efektifitas pelatihan yang akan dilakukan.

B. METODE PENELITIAN

1. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini adalah menganalisa perubahan anatara pengukuran saat *level displacer* sebelum kalibrasi dengan saat *level displacer* setelah kalibrasi.

Adapun metode yang digunakan untuk memperoleh data antara lain yaitu:

- Konsultasi
Melakukan konsultasi kepada dosen pembimbing mengenai masalah laporan penelitian
- Observasi

Pengumpulan data melalui pengamatan dan pemahaman terhadap suatu masalah atau objek yang diselidiki.

- Wawancara
Pengumpulan data melalui tatap muka dan tanya jawab langsung dengan sumber data atau pihak-pihak yang berhubungan dengan masalah atau objek yang diselidiki
- Studi Pustaka
Pengumpulan data dengan mencari teori dalam pengamatan masalah atau objek dan membandingkan teori tersebut dengan fakta yang ada.
- Analisis Data
Mengumpulkan dan mengolah data, kemudian menganalisa data berdasarkan hasil penelitian

2. Objek Penelitian

Objek yang diamati dalam penelitian ini adalah alat ukur level yaitu *level displacer interface* yang digunakan dalam pengukuran level media pada tangki atau penampung dengan menggunakan prinsip kerja perubahan berat dengan metode pengapungan bandul menjadi variabel ketinggian level media. Dalam hal ini *level displacer interface* yang digunakan memiliki spesifikasi berikut:

Tag No	: 101 LT 1103
Description	: Interphase Level
Brand	: Masoneilan 12300
Accuracy	: $\pm 0.5\%$
Ambient temperature ranges	
In service	: -40°C to $+80^{\circ}\text{C}$,
Storage and transport	: -45°C to $+93^{\circ}\text{C}$
Effects of temperature for a 55°C ambient temperature change:	
Zero Setting	: $\pm 0.25\%$
Span Setting	: $\pm 0.25\%$
Housing electrical protection index:	IP66/67

Berikut merupakan bagian-bagian dalam *displacer level interface*:

i. Batang Displacer

Displacer berbentuk silinder dengan penampang konstan dan dibuat panjang atau pendek sesuai kebutuhan seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 1**. Ketinggian standar berkisar dari 14 inci hingga 120 inci. Saat level cairan meningkat, batang *displacer* mengalami gaya apung yang lebih besar, membuatnya lebih ringan.



Gambar 1 Batang *Displacer*

ii. *Displacer Sensor*

Sensor level *displacer* menggunakan Prinsip *Bouyancy* untuk mendeteksi level cairan dengan terus mengukur berat batang *displacer* yang direndam dalam cairan proses seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2**.



Gambar 2 *Displacer Sensor*

Ketika level cairan menurun, gaya apung pada *displacer rod* berkurang dengan kenaikan level cairan oleh sensor level yang kemudian memberikan *output* sinyal yang sesuai. Meskipun teori dasar operasi telah diuraikan di atas, dalam sensor tingkat perpindahan praktis, rekayasa konstruksi mencapai pengukuran yang diinginkan dengan rangkaian elektronik canggih yang objektif.

iii. *Displacer Transmitter*

Umumnya digunakan LVDT (transformator diferensial variabel linier) untuk merasakan gerakan *displacer* seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3**. *Displacer* terhubung ke inti LVDT. Saat posisi inti berubah dengan level cairan, tegangan diinduksi melintasi belitan sekunder LVDT. Sinyal ini diproses di sirkuit elektronik dan digunakan untuk mengontrol arus dalam loop arus 4-20 mA.

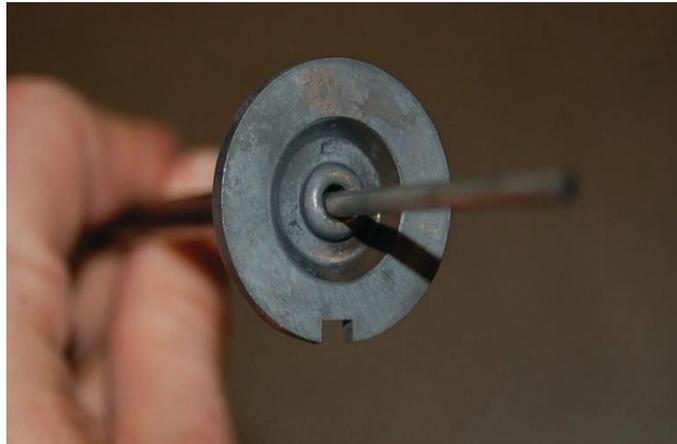


Gambar 3 *Displacer Transmitter*

Tabung penutup bertindak sebagai penghalang isolasi statis antara LVDT dan media proses. Cukup LVDT digunakan untuk mengubah perubahan dalam gerakan vertikal *displacer* ini untuk mengubahnya menjadi sinyal elektronik yang sama 4-20 mA yang sebanding dengan level. *Transmitter* juga digunakan sebagai koneksi ke *HART* ketika dilakukan kalibrasi

iv. *Tabung Torsi*

Diterapkan pada instrumen level tipe *displacer*, *displacer* menggantikan bobot di ujung tuas, defleksi torsi batang ini berfungsi untuk menunjukkan gaya apung. Saat cairan naik, gaya apung pada *displacer* meningkat, membuat *displacer* tampak lebih ringan dari perspektif batang seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 4**. Gerakan kecil batang yang dihasilkan dari perubahan berat yang tampak ini, kemudian, menunjukkan ketinggian cairan.



Gambar 4 Tabung Torsi

Tabung torsi memiliki tiga tujuan berbeda ketika diterapkan pada aplikasi pengukuran level tipe *displacer*: (1) berfungsi sebagai pegas torsi yang menahan beban *displacer*, (2) untuk menutup fluida proses tekanan dari posisi sensor, dan (3) untuk mentransfer gerakan dari ujung tabung torsi ke dalam sensor.

v. *Prinsip Kerja*

Instrumen level *displacer* memanfaatkan *metode bouyancy* untuk mendeteksi level cairan dengan terus mengukur berat suatu objek (disebut *displacer*) yang direndam dalam cairan proses. Saat level cairan meningkat, *displacer* mengalami gaya apung yang lebih besar, membuatnya tampak lebih ringan untuk sensor, yang menafsirkan hilangnya berat sebagai peningkatan level dan mengirimkan sinyal *output* proporsional.

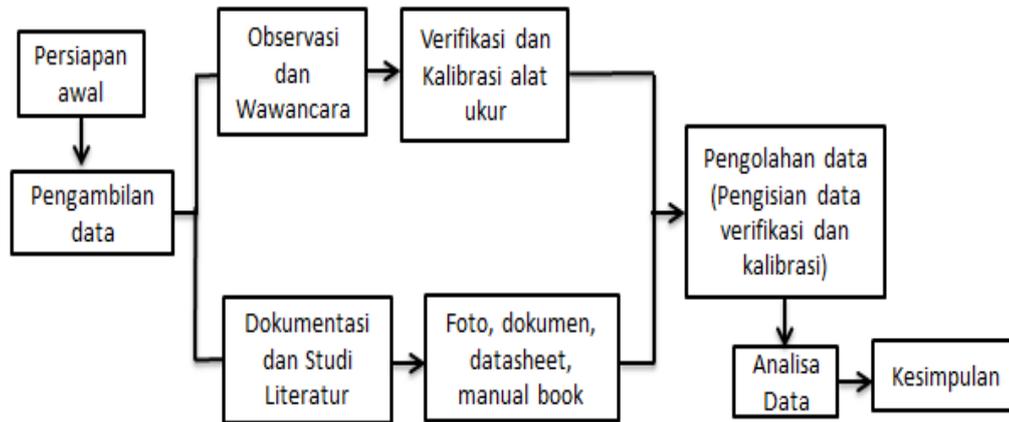
vi. *Sinyal Proses*

Sinyal analog diubah menjadi sinyal digital yang dapat diproses oleh mikrokontroler on-board. Setelah sinyal diproses, hasil digital diubah menjadi sinyal keluaran analog 4-20 mA. Jika *displacer* dikonfigurasi sebagai *transmitter*, sinyal keluaran analog 4-20 mA ini adalah ukuran level cairan. Jika *displacer* dikonfigurasi sebagai pengontrol, sinyal *output* analog 4-20 mA ini bukanlah ukuran level tetapi setpoint posisi yang dikirim ke katup, sehingga katup mengontrol untuk mencapai setpoint level yang diperlukan. Elektronik *displacer* kemudian

mengubah sinyal sensor efek hall menjadi jenis sinyal yang berbeda (setpoint posisi katup) dikarenakan parameter kontrol yang disimpan.

3. Rancangan Penelitian

Dalam penelitian ini memiliki tahapan rancangan penelitian agar mendapatkan hasil yang maksimal. Tahapan rancangan penelitian dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 6 Tahapan Rancangan Penelitian

4. Lokasi Penelitian

Adapun lokasi penelitian kegiatan ini dilaksanakan di:

1. Politeknik Negeri Medan
2. PT. Domas Agroiinti Prima

5. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dipakai dalam penulisan ini adalah metode kualitatif dengan cara pemberian materi dan data dari pihak pengguna alat di PT.Domas Agroiinti Prima dan dari manual book dari alat produsen alat tersebut.

6. Parameter Pengamatan dan Pengukuran Level

Di *fatty acid* pada proses *glycerine water*, *displacer interface* digunakan untuk menghitung level ketinggian fluida yang berbeda massa jenis fluidanya. Massa jenis fluida pertama yaitu 750 kg/m³, dan massa jenis fluida kedua yaitu 950 kg/m³. Parameter *level interface* melibatkan dua jenis cairan yang berbeda spesifikasinya, jadi yang menjadi objek pengukuran bukan ketinggian keseluruhan isi tangki melainkan “titik pertemuan diantara kedua cairan” tersebut. Ketika dua cairan berbeda *density* atau *specific gravity* menempati tangki yang sama akan ada garis pembatas diantara keduanya, posisi daripada garis pembatas tersebut akan berada pada posisi antara 0% dan 100%, itulah yang dimaksud *interface level*. Sensor akan membaca level dan mengirimkan sinyal ke *transmitter*, lalu *transmitter* mengeluarkan *output* 4-20mA yang akan terbaca pada *display* dan mengirimkannya ke kontroler. Dalam prakteknya agar pemakaian *level displacer interface* dapat berfungsi dengan benar, ada kondisi yang harus dipenuhi yaitu total media yang ada di dalam tangki harus selalu penuh jadi bagian *tapping point* sisi atas harus selalu tergenang karena jika isi tangki tidak penuh maka indikasi pengukuran akan kacau.

7. Teknik Analisis Data

Teknik analisis yang dipakai adalah dengan pendekatan metode kualitatif yaitu menganalisa langsung *level displacer interface* dalam pengukuran level media, teknologi yang dipakai dalam hal mendukung pengukuran serta pembacaan pengukuran,

mengidentifikasi masalah yang ada dan mencari solusi dari masalah tersebut. Analisa pengukuran level ini juga dilakukan dengan pemberian materi dan data dari user *level displacer*. Dalam analisis data tersebut, dapat disimpulkan bahwa *level displacer interface* merupakan salah satu alat instrumen yang sangat penting penggunaannya dalam dunia industri. Berbagai kelebihan yang dimiliki *level displacer interface* seperti kelebihan dari media yang dapat diukur, *level displacer interface* dapat mengukur level dengan 2 media yang berbeda density. Dan juga keakuratan pembacaan level juga aktual dan dapat dibuktikan dengan perhitungan perbandingan berat bandul. Pembacaan *level displacer interface* ini juga stabil jika digunakan di media yang ketinggian levelnya selalu berubah-ubah.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan nilai ukur sebelum dan sesudah proses kalibrasi *displacer level interface*:

1. Nilai Ukur Sebelum Kalibrasi

Setelah mendapatkan hasil pengukuran, dilakukan juga perhitungan nilai penyimpangan pengukuran. Untuk menghitung nilai penyimpangan pengukuran, digunakan rumus sebagai berikut:

$$\%error = \frac{\text{output value} - \text{as found data}}{\text{output value}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \%error(0\%) &= \frac{4mA - 3,85mA}{4mA} \times 100\% \\ &= 3,75\% \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \%error(100\%) &= \frac{20mA - 19,25mA}{20mA} \times 100\% \\ &= 3,75\% \end{aligned} \quad (3)$$

Berikut merupakan tabel pengukuran *displacer level interface* sebelum dilakukan kalibrasi:

Tabel 1 Displacer level interface sebelum dilakukan kalibrasi

Percent Input Signal	Ref. Value		As Found Data	
	Input (gram)	Output (mA)	Increment	Decrement
0%	1168,95	4	3,85	3,85
50%	-	-	-	-
100%	1076,75	20	19,25	19,25

2. Nilai Ukur Setelah Kalibrasi

Displacer level interface ini dikalibrasi tanggal 6 Mei 2021 di PT. Domas Agrounti Prima. Adapun yang harus diperhatikan dalam perlakuan kalibrasi *displacer level interface* adalah:

- Akurasi *displacer level interface* (menurut spesifikasi alat) = $\pm 0,5\%$
- Batas error (*error margin*) = $2,5\%$.
- Persen error sebelum kalibrasi = $3,75\%$.

- d. Melakukan prosedur kalibrasi dengan membongkar *level displacer* dan membersihkan kerak fluida yang menempel pada *level displacer*.
- e. Berat *displacer* dihitung sebagai manipulasi pengukuran level saat 0% dan 100%. Sebelum menghitung berat *displacer*, kita perlu memperhatikan spesifikasi alat ukur berupa berat *displacer* awal, volume *displacer*, dan *specific gravity* fluida. Berikut merupakan perhitungan berat *displacer* untuk *displacer level interface* tag no 101LT1103:
- Berat *displacer* = 1514,7 gram
 Volume *Displacer* = 461 cm³
 Density Water (DW) = 1 gr/cm³
 S.G Fluida 1 (*low*) = 0,750 gr/cm³
 S.G Fluida 2 (*high*) = 0,950 gr/cm³
- Level displacer* 0% = b. *displacer* – (vol. *Displacer* x S.G Low x DW)
 = 1514,7 gram – (461 cm³ x 0,750 gr/m³ x 1 gr/cm³)
 = 1168,95 gram
- Level Disp.* 100% = berat *displacer* – (vol. *displacer* x S.G High x DW)
 = 1514,7 gram – (461 cm³ x 0,950 gr/cm³ x 1 gr/cm³)
 = 1076,75 gram
- f. Melanjutkan prosedur kalibrasi.
- g. Setelah melakukan prosedur kalibrasi, dilakukan pengukuran kembali terhadap *level displacer*.
- h. Menghitung persen *error* final data setelah dilakukan kalibrasi.

$$\%error = \frac{\text{output value} - \text{as found data}}{\text{output value}} \times 100\% \quad (4)$$

$$\%error(0\%) = \frac{4mA - 4,00mA}{4mA} \times 100\% = 0\% \quad (5)$$

$$\%error(100\%) = \frac{20mA - 20,00mA}{20mA} \times 100\% = 0\% \quad (6)$$

Berikut merupakan tabel pengukuran *displacer interface level* setelah dilakukan kalibrasi:

Tabel 2 *Displacer level interface* setelah dilakukan kalibrasi

Percent Input Signal	Ref. Value		As Found Data		Final Data		Percent error
	Input (gram)	Output (mA)	Increment	Decrement	Increment	Decrement	
0%	1168,95	4	3,85	-	4.00	-	3,75%
50%	-	-	-	-	-	-	-
100%	1076,75	20	19,25	-	20.00	-	3.75%

Pada **tabel 2**, data yang ditemukan pada saat level bernilai 0% adalah 3,75 dan data yang ditemukan pada saat level bernilai 100% adalah 19,25. Kita dapat melihat persen *error* sebesar 3,75 % sebelum dilakukan kalibrasi. Setelah dilakukan kalibrasi, kita dapat melihat pada data final nilai ukur yang dihasilkan sudah sama dengan nilai referensi yang menandakan bahwa alat ukur dapat diguna[kan kembali di proses.

D. KESIMPULAN

Bagi sebuah perusahaan, aktifitas kalibrasi dan verifikasi merupakan kewajiban yang harus dipenuhi sebagai bentuk pengendalian mutu perusahaan. *Level displacer interface* merupakan salah satu alat instrumen yang sangat penting penggunaannya dalam dunia industri. Berbagai kelebihan yang dimiliki *level displacer interface* seperti kelebihan dari media yang dapat diukur, *level displacer interface* dapat mengukur level dengan 2 media yang berbeda density. Dan juga keakuratan pembacaan level juga aktual dan dapat dibuktikan dengan perhitungan perbandingan berat bandul. Pembacaan *level displacer interface* ini juga stabil jika digunakan di media yang ketinggian levelnya selalu berubah-ubah.

Ketika kesalahan pembacaan pengukuran level memiliki jangkauan toleransi lebih dari 2,5% maka prosedur kalibrasi akan dilakukan. Proses kalibrasi alat ukur sudah termasuk verifikasi alat ukur, tetapi proses verifikasi alat ukur belum termasuk kalibrasi alat ukur. Persen *error* yang ditemukan sebelum kalibrasi *displacer level interface* adalah sebesar 3,75 %. Setelah dilakukan kalibrasi, persen *error* yang ditemukan sebesar 0%. Persen *error* yang ditemukan sebelum perlakuan kalibrasi *pressure transmitter* adalah sebesar 5 %. Setelah dilakukan kalibrasi, persen *error* yang ditemukan sebesar 0%. Persen *error* yang ditemukan sebelum perlakuan kalibrasi *temperature transmitter* adalah sebesar 3 %. Setelah dilakukan kalibrasi, persen *error* yang ditemukan sebesar 0%

DAFTAR REFERENSI

- Instrumentationtoolbox, (2012) "Introduction to Level Measurement",
Retrieved from
<https://www.instrumentationtoolbox.com/2012/12/introduction-to-level-measurement-with.html&prev=search&pto=aue>. [Accessed: 1 Juni 2021]
- Press, Lipi. (2014) "Peta Kebutuhan Jasa Kalibrasi bagi Industri di Bagian Barat Indonesia". Jakarta.
- Rahmah, Fitri. (2020) "Desain Instrumentasi Industri. Pengukuran Tekanan."
Retrieved from
http://repository.unas.ac.id/3704/1/Buku_Desain_Instrumentasi_Industri_Pengukuran_Tekanan_Fitri_Rahmah_LP_UNAS.pdf. [Accessed: 18 Juli 2021]
- Reisistem. (2020) "Materi Virtual Kalibrasi Dan Praktek Suhu, Massa, Dan Tekanan."
- Rosemount. (2012) "The Engineer's Guide to Level Measurement." Chanhassen, USA.
- Scribd. (2013) "Instrumentasi Pengukuran Level dan Flow."
Retrieved from
<https://www.scribd.com/doc/129729449/Intstrumentasi-Pengukuran-Level-Dan-Flow>. [Accessed: 21 Mei 2021]
- Scribd. (2017) "Temperature Transmitter".
Retrieved from
<https://www.scribd.com/document/366249136/Temperature-Transmitter>, [Accessed: 9 Juli 2021]
- Sugiyono. (2017) "Metode Penelitian:Kuantitatif, Kualitatif, dan RTD." Bandung.
- Yani, Mohammad. (2019) Cara Kalibrasi Interface Level Transmitter.
Retrieved from
<https://www.jasaservis.net/cara-kalibrasi-interface-level-transmitter/html>, [Accessed: 1 Juni 2021]
- Dresser. (2000) "Model 12300 Digital Level Transmitter / Controller." Austin. USA.
- Instrument, Silver. (2017) "Ultrasonic Level meter dan Radar Level Meter Perbandingan".
Retrieved from

<https://id.silverinstruments.com/support/technical-reference/level-measurement/ultrasonic-level-meter-and-radar-level-meter-compa.html>.
[Accessed: 30 Mei 2021]