

# ANALISA KALIBRASI LEVEL TRANSMITTER DENGAN METODE UJI LINERITAS ARUS PADA PLANT KONTROL LEVEL

Arief Syahputera<sup>1</sup>, Muhaimin<sup>2</sup>, Azhar<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Prodi Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol  
Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Email: arieflangsa86@gmail.com, muhaimin@pnl.ac.id, azhar@pnl.ac.id

**Abstrak** —Di industri sistem instrumentasi memiliki kompleksitas yang rumit terutama pada industri proses. Pada industri proses tersebut terdapat beberapa plant yang saling berhubungan. Kalibrasi merupakan proses verifikasi bahwa suatu akurasi alat ukur sesuai dengan rancangannya. Kalibrasi level transmitter diperlukan untuk memastikan bahwa level transmitter dapat menghasilkan respon sebagaimana dikehendaki oleh sistem kontrol pada suatu proses. Respon yang dimaksud meliputi ketepatan pada nilai, linearitas. Kalibrasi ini menghasilkan nilai arus pada output level transmitter sesuai dengan nilai arus yang standart. Mendapatkan prosedur dan langkah langkah untuk mengkalibrasi level transmitter. Berdasarkan hasil pengujian analisa kalibrasi level transmitter dengan metode uji lineritas arus pada plant kontrol level, menghasilkan persen error pada arus output level transmitter dengan arus standart sebesar 0,12%. Range level transmitter yang digunakan 0-64 cm dengan output 4-6,2 mA. Pada pengujian control level yang sudah dilakukan output dari control level yang berupa tegangan tidak bisa berubah karena output dari level ini yaitu perubahan arus.

**Kata Kunci :** Kalibrasi, uji lineritas, level transmitter

## I. PENDAHULUAN

Di industri sistem instrumentasi memiliki kompleksitas yang rumit terutama pada industri proses. Pada industri proses tersebut terdapat beberapa plant yang saling berhubungan. Di dalam plant – plant itu sendiri memiliki beberapa variabel pengukuran yang harus dapat di kontrol dengan baik diantaranya yaitu tekanan, suhu, level, flow. Salah satu alat tersebut adalah level Transmitter, level Transmitter sendiri adalah sejenis peralatan yang cukup sering dipergunakan dalam dunia Industri, khususnya dalam Industri yang menekankan banyak proses. (Tangkai, 2018). Yang dimaksud dengan pengukuran level disini adalah untuk mengetahui volume atau berat dari cairan yang ada didalam suatu tangki. Untuk mendapatkan hasil pengukuran level yang baik, peralatan instrumentasi harus memiliki ketelitian yang tinggi sehingga hasil pengukuran yang didapatkan betul – betul presisi. Untuk mendapatkan suatu pengukuran level yang maksimal maka harus dilakukan suatu pengaturan akurasi yang sesuai dengan standar pada level Transmitter dengan melakukan kalibrasi. Selain itu hasil pengukuran level tersebut akan berguna untuk proses pengaturan level tersebut dan masukan bagi peralatan kontrol.

Kalibrasi adalah serangkaian kegiatan yang membentuk hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh instrumen ukur atau sistem pengukuran, atau nilai yang diwakili oleh bahan ukur, dengan nilai-nilai yang sudah diketahui yang berkaitan dari besaran yang diukur dalam kondisi tertentu. Dengan kata lain, kalibrasi adalah kegiatan untuk menentukan kebenaran konvensional nilai penunjukkan alat ukur dan bahan ukur dengan cara membandingkan terhadap standar

ukur yang mampu telusur (traceable) ke standar nasional untuk satuan ukuran dan/atau internasional. Sistem instrumentasi yang memerlukan keakuratan pada sistem kendali salah satunya control level. Kendali control level dirancang suatu alat yang dapat melakukan pengontrolan level air di dalam sebuah tangki yang harus dijaga dari level atas dan level bawah, maka sistem ini harus terkontrol dengan baik. level ketinggian air merupakan kemampuan suatu metode untuk memperoleh hasil-hasil kalibrasi level transmitter dengan arus yang diberikan. Arus yang diberikan sebesar 4-20 mA sebagai standar instrumentasi. Tujuan dari metode ini adalah untuk melihat seberapa baik kurva kalibrasi yang menghubungkan antara respon alat yang dikalibrasi dengan arus masukan. Kalibrasi level transmitter diperlukan untuk memastikan bahwa level transmitter dapat menghasilkan respon sebagaimana dikehendaki oleh sistem kontrol pada suatu proses. Respon yang dimaksud meliputi ketepatan pada nilai, linearitas.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Kalibrasi adalah serangkaian kegiatan yang membentuk hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh instrumen pengukur atau sistem pengukuran atau nilai yang diwakili oleh bahan ukur dengan nilai-nilai yang sudah diketahui yang berkaitan dari besaran yang diukur dalam kondisi tertentu. Dari hasil kalibrasi diperoleh nilai kebenaran konvensional dari suatu alat ukur dan ketidakpastiannya. Ketidakpastian adalah suatu rentang yang didalamnya terdapat nilai-nilai yang mungkin merupakan nilai besaran ukur yang dicari.

Suatu pengukuran tidak dapat menentukan nilai dengan tepat, yang dapat dilakukan hanya membuat perkiraan. Toleransi adalah besarnya kesalahan atau penyimpangan yang diizinkan dalam hasil kerja yang ditetapkan dalam desain, peraturan, standar dan lain lain sehingga ketidakpastian pengukuran digunakan untuk mengetahui apakah suatu produk memenuhi toleransi yang telah ditetapkan. [1]

#### A. Kalibrasi Manual

Kalibrasi manual adalah kalibrasi dengan menggunakan input manual untuk kontrol valve dan sebagai pembanding adalah si pengkalibrasi. Inti dari kalibrasi adalah untuk membawa nilai yang belum pasti atau value kepada nilai sebenarnya. Value dari suatu kontrol valve adalah bukaan. Bukaan di kontrol valve berupa persentase. Berdasarkan Standar Internasional mengatakan bahwa lima titik standar yang dijadikan patokan sebagai bukaan kontrol valve, yaitu 0%, 25%, 50%, 75%, 100%. Aktivitas kalibrasi adalah untuk mensinkronkan masukan kontrol valve yang berupa sinyal analog dengan bukaan kontrol valve. Nilai 4-20 mA sebagai standar instrumentasi direntangkan untuk mewakili opening menjadi 4mA, 8mA, 12mA, 16mA, 20mA. Dalam kontrol valve dikenal terminologi Pembukaan cepat, linear, persentase yang sama. Istilah ini untuk menunjukkan hubungan jarak travel juga menjadi hal penting yang perlu diperhatikan dalam kalibrasi. [4]

#### B. Pengetahuan Dasar Transmitter

*Transmitter* merupakan salah satu bagian penting dari proses pengontrolan. Transmitter dapat didefinisikan sebagai suatu alat yang berfungsi untuk mengirimkan sinyal proses yang berasal dari alat pendeteksi (sensor) ke bagian pengendali, yang mana sebelumnya sinyal proses tersebut diubah ke bentuk sinyal pneumatik atau sinyal elektrik, sesuai dengan jenis transmitter itu sendiri. Transmitter adalah alat yang digunakan untuk mengubah perubahan sensing element dari sebuah sensor menjadi sinyal yang mampu diterjemahkan oleh controller. Sinyal untuk mentransmisikan ini ada dua macam yaitu pneumatic dan electric. Sistem transmisi pneumatic adalah transmisi menggunakan udara bertekanan untuk mengirimkan sinyal. Besar tekanan udara yang digunakan adalah sekitar 3-15 psi. Sistem ini adalah sistem lama sebelum kemunculan era elektrik. Sistem transmisi elektronik adalah transmisi menggunakan sinyal elektrik untuk mengirimkan sinyal. Range yang digunakan untuk transmisi ini adalah 4-20 mA dan 1-5 VDC. [3]

#### C. Standar Arus Kalibrasi

Untuk melakukan kalibrasi arus 4-20mA digunakan untuk arus listrik yang dipakai dalam proses kalibrasi. Untuk titik nol adalah 4.0mA bukan 0.0mA. 0.0mA menunjukkan bahwa sirkuit terbuka, rangkaian salah, kegalan system atau mode

kesalahan seperti kabel terputus. Pemakaian arus listrik 0.0mA bukan pembacaan yang valid dari titik nol dan 0.0mA ini menunjukkan bahwa ada sesuatu yang salah dalam sistem. Penggunaan arus 4-20mA juga karena standar dari ISA, melalui ISA-50.00.01-1975 (R2012) mengenai "*Compatibility of Analog Signals for Electronic Industrial Process Instruments*", yang menstandarkan sinyal untuk arus listrik sebesar 4-20mA.

#### D. Level Transmitter

*Level Transmitter* adalah suatu alat instrument yang berfungsi untuk menjaga kestabilan level air dalam wadah penampungan air. Level ketinggian air pada level transmitter diukur dengan satuan dalam centimeter (cm) dengan rentang antara 0 sampai dengan 500 cm. Sehingga diperoleh keluaran arus yang berkaitan dengan ketinggian air, sinyal arus ini akan diolah oleh pengolah sinyal yang setara dengan 4-20 mA DC. Level Transmitter dapat memantau ketinggian air rendah tangki air terbuka, pengukuran kedalaman atau ketinggian air sumur dan perairan terbuka, pengukuran ketinggian air tanah, pengolahan limbah, pasokan air, industri kimia dan farmasi, pengukuran sistem air dan pengendalian industri lain. Media pengukuran air Temperature: 0-50 Celcius dan tekanan 150%. [6]. Bentuk level transmitter dapat dilihat pada Gambar 4.



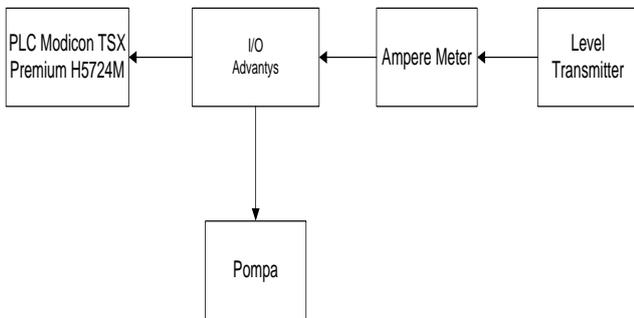
Gbr. 1 Level Transmitter

#### E. Uji Linieritas

Uji linieritas adalah suatu prosedur yang digunakan untuk mengetahui status linier tidaknya suatu distribusi data penelitian. Hasil yang diperoleh melalui uji linieritas akan menentukan teknik analisa yang akan digunakan bisa digunakan atau tidak. Apabila dari hasil uji linieritas didapatkan kesimpulan bahwa distribusi data penelitian dikategorikan linier maka data penelitian dapat digunakan dengan metode ukuran seberapa baik kurva kalibrasi yang menghubungkan antara respon (y) dengan konsentrasi (x). Uji Linearitas bertujuan untuk mengetahui apakah dua variable mempunyai hubungan yang linear atau tidak secara signifikan. Pengujian ini melihat bagaimana variable (X) mempengaruhi variable (Y), baik itu pengaruh berbanding lurus maupun berbanding terbalik. Uji ini biasanya digunakan sebagai prasyarat dalam analisis korelasi atau regresi linear. [2]

**III. METODOLOGI**

Bagian Tahap awal yang harus dilakukan adalah bagaimana cara membuat metode perancangan pada sistem ini. Dengan metode yang benar dapat memudahkan untuk menganalisa permasalahan-permasalahan yang nantinya akan terjadi pada saat pengujian. Metode perancangan dapat dilihat pada Gambar 2.

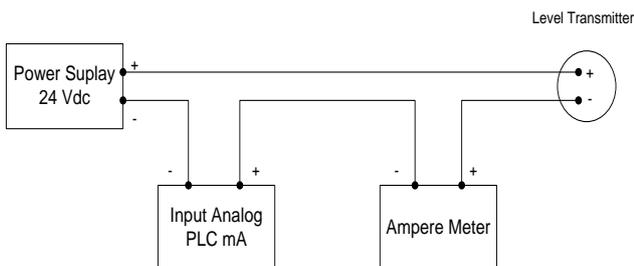


Gbr. 2 Perancangan Sistem

Dari gambar 2 dapat dijelaskan secara singkat cara kerja dari sistem ini. Adapun cara kerja dari sistem tersebut diuraikan secara singkat sebagai berikut:

1. I/O Advantys digunakan untuk penghubung alat ke PLC
2. Ampere meter digunakan untuk mengukur arus keluaran dari level transmitter
3. Kontrol level yang digunakan adalah level transmitter untuk mengukur ketinggian air
4. PLC untuk mengatur nilai output level transmitter yang akan digunakan sebagai proses selanjutnya
5. Pompa digunakan untuk memindahkan suatu cairan dari satu tempat ke tempat lain.

Pada Gambar 3 menunjukkan rangkaian untuk level transmitter, output dari level transmitter akan dibandingkan dengan pengukuran ampere meter, dan nilai standart memakai metode uji linearitas.



Gbr. 3 Rangkaian Kalibrasi Level Transmitter

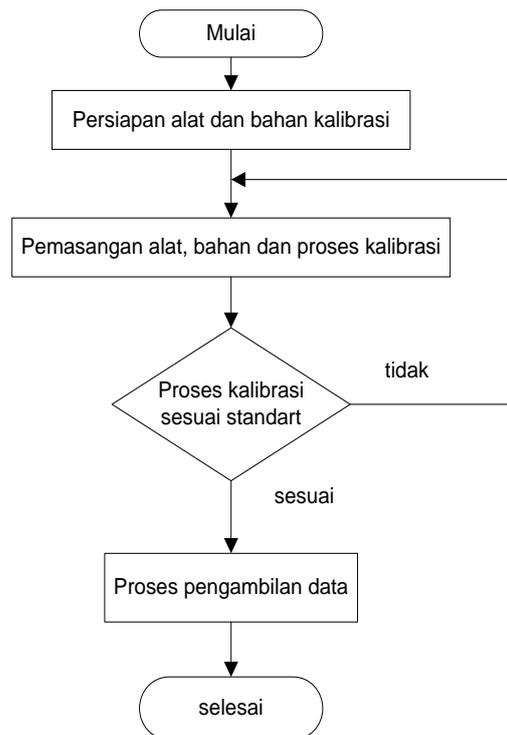
Proses saat melakukan kalibrasi level transmitter dapat dilihat pada gambar 4 berikut ini.



Gbr. 4 Proses kalibrasi level transmitter

Dalam melakukan proses kalibrasi level transmitter kontrol, diperlukan langkah-langkah yang baik. Hal ini diharapkan agar proses pekerjaan dapat berjalan dengan baik sesuai dengan acuan yang telah disusun dan direncanakan. Adapun langkah-langkah untuk mengkalibrasi sebagai berikut:

Menyiapkan datasheet dari level yang digunakan dan menyiapkan peralatan-peralatan kalibrasi, Menyiapkan plant kalibrasi level transmitter yang terdiri dari alat-alat kalibrasi yang sudah termasuk di dalamnya kontrol level transmitter, multi meter digital. Power supply dan alat pendukung lainnya, membuat tabel untuk me-record semua kegiatan selama melakukan kalibrasi yang berisikan model level transmitter, range kalibrasi level, membuat kurva linearitas untuk membandingkan antara arus output level transmitter dengan nilai arus standar.



Gbr. 5 Flow Chart Kalibrasi

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

A. Analisis Penyimpangan Output Level Transmitter  
Menurut standar dari ISA (*Internasional Standart On Auditing*) mengenai sinyal analog berupa arus yaitu sebesar 4-20 mA. Untuk melakukan kalibrasi arus titik nol yang digunakan adalah 4.0mA. Zero and span *adjustment* adalah istilah yang menjelaskan dimana *adjustment* paling tidak dilakukan pada titik zero (dalam hal ini adalah titik minimal Range - tidak selalu angkanya nol) dan pada titik span yaitu pada titik maksimal Range, zero *adjustment* tidak selalu berarti *adjustment* di titik nol. Untuk alat ukur dengan Range: 0 meter - 5 meter, zero *adjustment* dilakukan pada titik 0 meter .

Level transmitter yang digunakan adalah range pengukuran 0-5 meter dengan output 4-20 mA seperti Tabel I.

Tabel I  
Standar Arus

Range level transmitter Meter(M)	Nilai arus standart (mA)
0	4
1,25	8
2,5	12
3,75	16
5	20

Berdasarkan hasil pada rancangan kontrol level ini, range yang digunakan 0-64cm dengan output seperti Tabel 2.

Tabel II  
Hasil Pengukuran

Range level transmitter (cm)	Nilai arus standart (mA)	Output level transmitter (mA)	Error %
0	4	4	0
16	4,512	4,5	0,06
32	5,024	5	0,12
48	5,536	5,5	0,18
64	6,048	6,2	0,76

Untuk mencari nilai arus standart dapat diketahui pada range level transmitter 1,25 m nilai arus standarnya ialah 8 mA, untuk mencari range 0-64 cm dan nilai arus standart pada Tabel 2 dengan perhitungan berikut ini:

$$\frac{\text{Range level transmitter (125cm)}}{\text{Kenaikan range level yang di inginkan}}$$

$$\frac{125}{16} = 7,8125$$

$$\left( \frac{\text{Arus standart pada 1,25m} - \text{Arus standart minimum}}{\text{Hasil pembagian Range level}} \right) + \text{Arus standart minimum}$$

$$\left( \frac{8-4}{7,8125} \right) + 4 = 0,512mA$$

Jadi 0,512 ditambah dengan nilai minimum yaitu 4,512mA

Pada Tabel 2 terdapat penyimpangan antara output dari level transmister dengan arus standart sebesar :

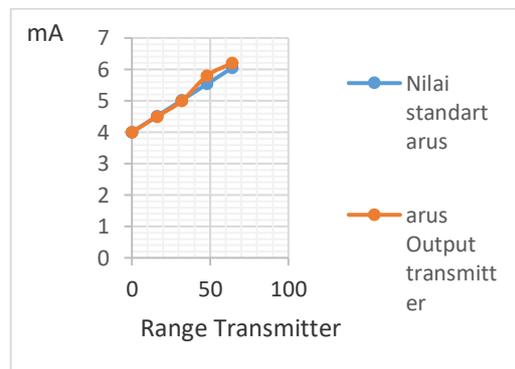
$$\frac{\text{ouput level transmitter} - \text{arus standart}}{\text{arus maximum standart}} \times 100\%$$

$$\frac{5 - 5,024}{20mA} \times 100\% = 0,12\%$$

Jadi nilai peyimpangan atau error pada output level tranmister dengan nilai standart sebesar 0,12%.

B. Uji Lineritas

Setelah melakukan pengujian pada level transmitter, data yang di dapat seperti pada Tabel 2. Berdasarkan data yang diambil, pengujian dilakukan dari posisi level bawah 0 cm sampai level atas 64cm dilakukan uji lineritas supaya bisa diketahui apakah level trasmitter linier terhadap arus. Pengujian lineritas ini antara konsentrasi x (level) dengan respon y (arus). Grafik linearitas dapat dilihat pada Gambar 6.



Gbr. 6 Grafik Lineritas

Adapun untuk grafik lineritas antara level transmitter dengan arus bisa dilihat pada kurva lineritas yang nampak linear dari posisi level 0 sampai 38cm tidak terjadi penyimpangan pada saat posisi level 38 sampai 64cm terjadi sedikit ketidakterlinearan.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian analisa kalibrasi level transmitter dengan metode uji linieritas arus pada plant kontrol level, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Hasil kalibrasi level transmitter dengan output 4,5mA dengan nilai standar arus 4,512mA, terdapat penyimpangan (error) sebesar 0.06%.
2. Hasil pengukuran level air 0 - 64cm pada tangki menghasilkan output level transmitter sebesar 4 - 6,2 mA, yang apabila level yang terukur 0cm maka arus keluarannya 4mA dan apabila yang terukur 64cm maka arus keluarannya 6,2mA.

## REFERENSI.

- [1] Darmawan, d., & Istirohah, t. (2016). **Studi analisis ketidakpastian hasil kalibrasi timbangan dan mistar terhadap keberterimaan pengujian gramatur kertas (*study on analysis of uncertainty of calibrated value for balance and ruler for the acceptance of paper grammage testing*)**. *Jurnal selulosa*, 6(02).
- [2] Pt, D. I., & Energi, M. (2020). **Analisa proses kalibrasi katup penutup pada pembangkit listrik**. 3(2), 160–170.
- [3] Supriyanto, A. A., Suhendar, R. M., Supendi, A., Mekatronika, P. T., & Indorama, P. E. (2018). **Kalibrasi Alat Ukur Pressure Gauge Sistem Kontrol Level Pada Flasketank 5 Calender**. *J. Elektra*, 3(1), 20–25.
- [4] Tangkai, A. M. (2018). **Kontrol level air pada mini plant menggunakan kendali fuzzy logic dengan antarmuka labview**.
- [5] Ismail, N. (2016). **Sistem Pneumatic Control Valve Pada Discharge Valve Main Cooling Water Pump (MCWP)**. November, 26–27.