

# Sistem *Monitoring* Level Air Menggunakan Sensor Level Berbasis *Differential Pressure Transducer*

Reza Yuda Fadhila<sup>1</sup>, Paula Santi Rudati<sup>2</sup>, Feriyonika<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012  
E-mail : rezayudafadhila97@gmail.com

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012  
E-mail : psrudati@polban.ac.id

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012  
E-mail : feriyonika@gmail.com

## ABSTRAK

Sistem pengendalian level air merupakan sistem yang banyak digunakan di industri dalam berbagai proses. Pemantauan ketinggian dari level air menggunakan HMI dioperasikan untuk mengetahui ketinggian level air secara langsung. Dengan menggunakan sensor level, dan sensor *flowmeter* ketinggian level air dapat dipantau dan dipertahankan pada ketinggian yang diinginkan. Sensor level digunakan bersama dengan *differential pressure transducer* untuk mengubah tekanan menjadi tegangan. Sensor *flowmeter* digunakan untuk mempertahankan level agar tetap berada pada ketinggian yang diinginkan. Terdapat dua sensor *flowmeter* yang digunakan yaitu untuk mengatur air masuk dan mengatur air keluar. Hasil uji dari sistem ini, level air dapat dipertahankan dengan mengatur *flowmeter* yang berfungsi sebagai pengatur debit air yang masuk dan keluar. Linearitas pada masing-masing sensor dapat ditentukan dengan rata-rata gradien yaitu 0,114.

## Kata Kunci

Level air, Sensor Level, Sensor *Flowmeter*

## 1. PENDAHULUAN

Banyak industri yang menggunakan atau membutuhkan air pada sistemnya, khususnya industri yang bergerak di pengolahan air minum, instalasi perawatan air, kendali level cairan kimia, dan lain-lain [1].

Laporan ini menyampaikan pengembangan sistem *monitoring* level air yang terintegrasi dengan sistem yang dibuat menggunakan *plant* yang ada di Laboratorium Instrumentasi Politeknik Negeri Bandung sesuai dengan standar industri. HMI ini dibuat dengan memperhatikan unsur-unsur yang ada di industri sesuai standar yang berlaku dan dapat dioperasikan oleh mahasiswa sehingga mahasiswa memiliki pengetahuan dan pengalaman mengenai sistem *monitoring* level yang ada di industri [2].

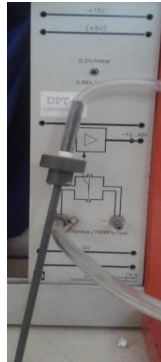
Berdasar masalah tersebut, perlu dirancang sistem *monitoring* level air dengan

menggunakan sensor level dan sensor *flowmeter*.

## 2. SISTEM MONITORING

Sensor yang digunakan untuk mendeteksi ketinggian permukaan, berbentuk seperti tabung. Tabung digunakan sebagai *probe* yang masuk ke dalam air. Air dalam *probe* memberikan perubahan tekanan. Nilai tekanan tersebut akan diolah dengan *transducer* tekanan ke tegangan. Perubahan tekanan yang dihasilkan dari naik dan turunnya permukaan air yang dideteksi oleh sensor akan diubah ke dalam bentuk tegangan oleh *differential pressure transducer*. Foto penampakan modul *Differential Pressure Transducer* dan sensor level ditunjukkan oleh Gambar 1. Modul *differential pressure transducer* ini memiliki kemampuan untuk mengubah tekanan setiap 1 mbar menjadi tegangan sebesar 0,2 V dan 0,6 V untuk kondisi ideal. Hal ini dikarenakan modul sudah terdapat pengkondisi sinyal yang

menguatkan nilai tegangan keluaran *transducer* yang sebenarnya [3].



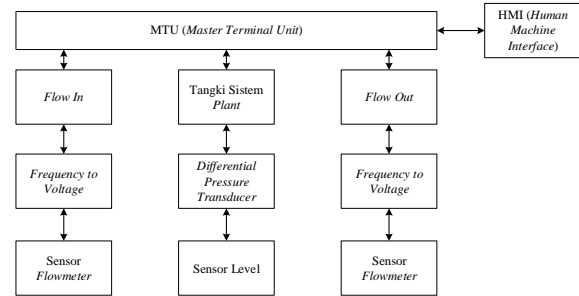
Gambar 1. Sensor Level dan *Differential Pressure Transducer*

Sensor *flowmeter* terdiri dari bahan katup plastik, rotor air, dan sensor *hall-effect*. Ketika air mengalir melalui bagian rotor, rotor akan berputar. Kecepatannya berubah dengan perbedaan aliran rata-rata. Output dari sensor *hall-effect* yaitu berupa sinyal pulsa. Tampak dari sensor *flowmeter* ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Sensor *flowmeter*

Dirancang sistem *monitoring* yang terdiri dari tangki, dua sensor *flowmeter* untuk mengatur air yang masuk disebut *flow in* dan air yang keluar dari tangki disebut *flow out*, dan sensor level untuk mengetahui ketinggian level air yang digunakan bersama dengan *differential pressure transducer* untuk mengubah nilai tekanan yang didapat dari sensor level menjadi tegangan sebagai alat ukur untuk mengetahui ketinggian level air. Digunakan *frequency to voltage* karena keluaran dari sensor *flowmeter* berupa frekuensi dan dapat mengubah besaran tersebut menjadi tegangan. Nilai level air tersebut dikirim pada MTU (*Master Terminal Unit*) dan dapat dipantau pada HMI (*Human Machine Interface*). Diagram blok sistem ini ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Diagram blok sistem

Sistem *monitoring* yang ditekankan pada laporan ini yaitu pada pendeteksian sensor-sensor yang digunakan.

HMI yang dioperasikan menggunakan perangkat lunak FAST/TOOLS Yokogawa. Nilai ketinggian level air akan ditampilkan pada Operator Interface pada HMI FAST/TOOLS Yokogawa.

### 3. HASIL PENGUJIAN

Hasil pengujian dilakukan dengan mengambil data dari sensor *flowmeter*, *frequency to voltage*, level dan *differential pressure transducer*. Untuk pengambilan data dan pengujian sensor, metode yang digunakan yaitu kuantitatif. Sensor-sensor tersebut diukur menggunakan alat ukur yang sesuai dengan keluaran dari masing-masing sensor.

#### 3.1. Pengujian Sensor *Flowmeter*

Sensor *flowmeter* digunakan untuk mendeteksi nilai debit air yang keluar dari tangki penyimpanan. Sensor *flowmeter* yang digunakan bertipe YF-S201 dengan keluaran berupa frekuensi. Sensor *flowmeter* yang digunakan ditunjukkan oleh Gambar 4.



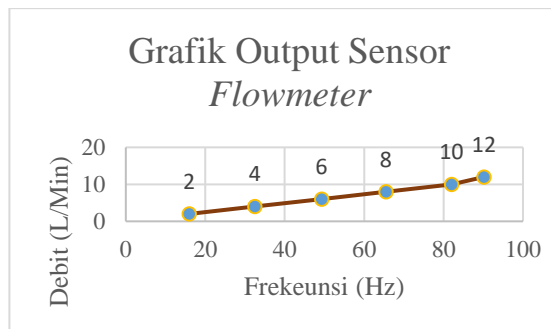
Gambar 4. Sensor *Flowmeter* yang digunakan

Berdasar pada datasheet sensor *flowmeter*, Berikut tabel sensor *flowmeter* berdasar pada datasheet untuk mengetahui debit pada frekuensi tertentu pada Tabel 1.

Tabel 1. Datasheet debit sensor *flowmeter*

Frekuensi (Hz)	Debit (L/Min)
16	2
32,5	4
49,3	6
65,5	8
82	10
90,2	12

Berdasar Tabel 1, dapat dibuat grafik frekuensi terhadap debit dari sensor *flowmeter*. Gambar grafik dapat dilihat pada Gambar 5.



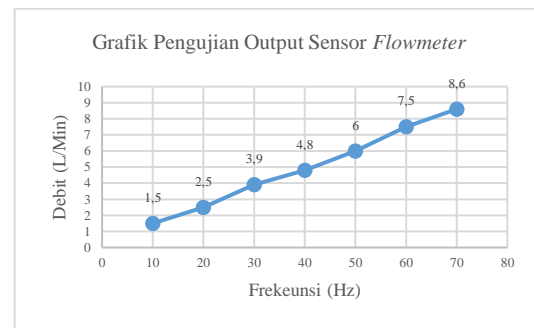
Gambar 5. Grafik output sensor *flowmeter* berdasar pada datasheet

Pengukuran sensor *flowmeter* dilakukan dengan mengukur seberapa cepat air mengisi gelas ukur dengan volume 2,45 L menggunakan *stopwatch*. Setelah mendapatkan waktu pengukuran kemudian melakukan konversi menjadi liter/menit. Berdasarkan pengujian sensor tersebut, hasil pengujian dirangkum pada Tabel 2.

Tabel 2. Data pengujian sensor *flowmeter*

Frekuensi (Hz)	Waktu (detik)	Debit (L/Min)
70	17,1	8,6
60	19,5	7,5
50	24,4	6
40	30,2	4,8
30	38,1	3,9
20	59,1	2,5
10	97,3	1,5

Dengan Tabel 2 dapat dibuat grafik frekuensi terhadap debit dari sensor *flowmeter*. Gambar grafik pengujian sensor dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik pengujian output sensor *flowmeter*

Berdasarkan grafik di atas, dapat ditemukan gradien (titik tengah) untuk menentukan linearitasnya menggunakan Persamaan 1.

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_{10} - y_1}{x_{10} - x_1} \quad [1]$$

Gradien dari grafik tersebut yaitu :

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_{10} - y_1}{x_{10} - x_1} = \frac{8,6 - 1,5}{70 - 10} = 0,118$$

Berdasar gradien yang telah didapat, untuk menguji kecocokan gradien dengan data di atas, dapat digunakan Persamaan 2 berikut.

$$y = mx + b \quad [2]$$

Untuk mencari nilai dari variabel  $b$ , dapat diambil sampel pada frekuensi 10 Hz dengan output 1,5 L/Min maka :

$$y = mx + b$$

$$1,5 = 0,118(10) + b$$

$$b = 0,32$$

Jadi :

$$y = mx + 0,32$$

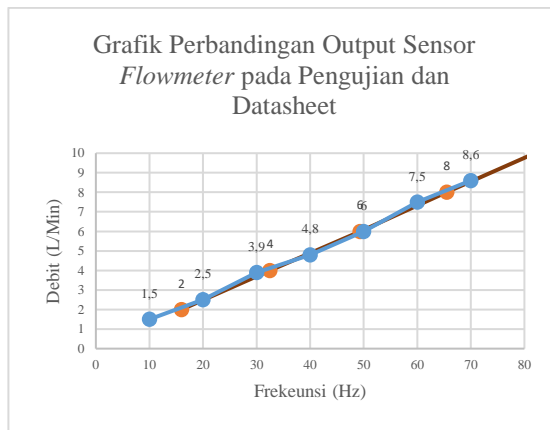
Dengan mengambil sampel pada frekuensi 20 Hz, maka :

$$y = mx + 0,32$$

$$y = 0,118(20) + 0,32$$

$$y = 2,68 \approx 2,5 \text{ (Mendekati).}$$

Berikut grafik perbandingan dari output sensor *flowmeter* saat pengujian dan pada datasheet pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik perbandingan output sensor *flowmeter* dengan datasheet

### 3.2. Pengujian Modul *Frequency to Voltage*

Rangkaian *frequency to voltage* berfungsi untuk mengubah frekuensi menjadi tegangan. Berikut tampak dari rangkaian *frequency to voltage* pada Gambar 8.



Gambar 8. Modul *frequency to voltage* yang digunakan

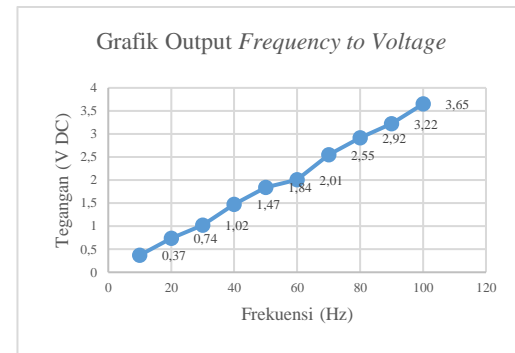
Pengujian pada rangkaian *frequency to voltage* ini dilakukan dengan menggunakan

*function generator* dengan memberikan sinyal pulsa dari 0 Hz – 100 Hz kemudian mengukur besaran nilai outputnya. Data hasil pengujian *frequency to voltage* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian *frequency to voltage*

Frekuensi (Hz)	Tegangan (V DC)
10	0,37
20	0,74
30	1,02
40	1,47
50	1,84
60	2,01
70	2,55
80	2,92
90	3,22
100	3,65

Berdasarkan Tabel 3 dapat dihasilkan grafik output pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik output *frequency to voltage*

Berdasarkan grafik di atas, dapat ditemukan gradien (titik tengah) untuk menentukan linearitasnya menggunakan persamaan 2.

Gradien dari grafik tersebut yaitu :

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_{10} - y_1}{x_{10} - x_1} = \frac{3,65 - 0,37}{100 - 10} = 0,036$$

Berdasarkan gradien yang telah didapat, untuk menguji kecocokan gradien dengan data di atas, dapat digunakan persamaan 2.

Untuk mencari nilai dari variabel *b*, dapat diambil sampel pada frekuensi 10 Hz dengan output 0,37 V DC maka :

$$y = mx + b$$

$$0,37 = 0,036(10) + b$$

$$b = 0,01$$

Jadi :

$$y = mx + 0,01$$

Dengan mengambil sampel pada frekuensi 20 Hz, maka :

$$y = mx + 0,01$$

$$y = 0,036(20) + 0,01$$

$$y = 0,73 \approx 0,74 \text{ (Mendekati).}$$

### 3.3. Pengujian Sensor *Differential Pressure Transducer*

Sensor ini merupakan sensor untuk membaca level dengan membandingkan nilai tekanan atmosfer dengan tekanan pada tangki dengan keluarannya berupa tegangan. Berikut tampak dari sensor level pada Gambar 10.



Gambar 10. Sensor level yang digunakan

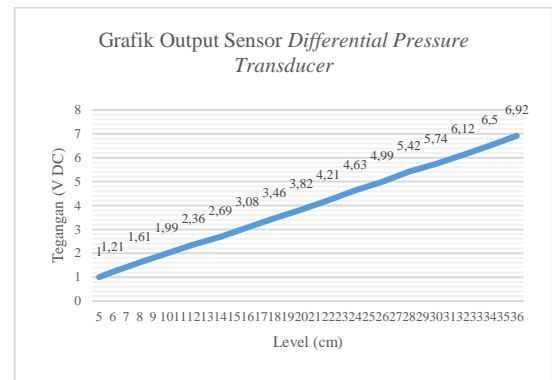
Pengujian sensor dilakukan dengan memasukkan selongsong kedalam tangki *plant* kemudian mengukur tegangan keluaran yang diberikan sensor pada *operational amplifier* menggunakan multimeter. Pembacaan pada multimeter diukur dalam satuan *voltage DC*. Nilai pembacaan sensor dilakukan setiap sensor dilakukan setiap level ketinggian dengan satuan cm dengan rentang 5 cm – 36 cm dengan skala 1 cm sama dengan 1 mbar. Hasil pengujian dirangkum pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian sensor level

Level (cm)	Tegangan (V DC)
5	1,00
6	1,21
8	1,61
10	1,99

12	2,36
14	2,69
16	3,08
18	3,46
20	3,82
22	4,21
24	4,63
26	4,99
28	5,42
30	5,74
32	6,12
34	6,50
36	6,92

Berdasarkan Tabel 4 dapat dihasilkan grafik output pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik output sensor level

Berdasarkan grafik di atas, dapat ditemukan gradien (titik tengah) untuk menentukan linearitasnya menggunakan persamaan 1.

Gradien dari grafik tersebut yaitu :

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_{10} - y_1}{x_{10} - x_1} = \frac{6,92 - 1}{36 - 5} = 0,19$$

Berdasarkan gradien yang telah didapat, untuk menguji kecocokan gradien dengan data di atas, dapat digunakan persamaan 2.

Untuk mencari nilai dari variabel *b*, dapat diambil sampel pada level ketinggian air 10 cm dengan output 1,99 V maka.

$$y = mx + b$$

$$1,99 = 0,19(10) + b$$

$$b = 0,09$$

Jadi

$$y = mx + 0,09$$

Dengan mengambil sampel pada level ketinggian air 20 cm, maka.

$$y = mx + 0,09$$

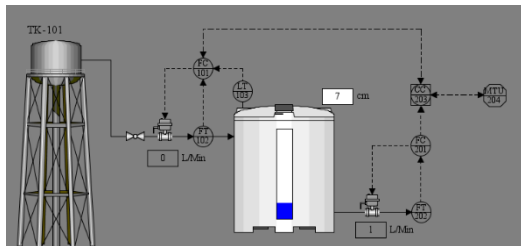
$$y = 0,19(20) + 0,09$$

$$y = 3,89 \approx 3,82 \text{ (Mendekati).}$$

#### 4. INTEGRASI SISTEM

Dengan hasil uji sensor yang digunakan, dilakukan integrasi sistem sebagai implementasi dari sistem *monitoring* level air.

Ketika sensor level mendeteksi perubahan tekanan bersamaan dengan naiknya ketinggian air, *differential pressure transducer* mengirim sinyal tegangan untuk diolah oleh MTU. Nilai ketinggian level air dapat dilihat pada HMI. Penggunaan *monitoring* pada HMI dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. *Monitoring* level air menggunakan HMI

*Software* HMI yang digunakan yaitu FAST/TOOLS Yokogawa.

#### 5. KESIMPULAN

Berdasar pada perancangan, hasil pengujian dan analisa dapat diberi simpulan bahwa:

1. Sistem *monitoring* level air menggunakan sensor level dan sensor *flowmeter* dapat digunakan, dan nilai ketinggian air dapat terbaca dengan baik.
2. Sensor level dan sensor *flowmeter* memiliki persamaan linearitasnya masing-masing

yang menunjukkan karakteristik dari sensor.

3. Sistem ini dapat dikembangkan dengan menggunakan sistem pengendalian untuk mengatur debit air dan level air secara terkoordinasi.

#### 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam pembuatan paper ini pihak-pihak yang membantu sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Dengan begitu ucapan terima kepada :

1. Dr. Ir. Paula Santi Rudati, M. Si. selaku Pembimbing 1.
2. Feriyonika, S. T., M. Sc. Eng. selaku Pembimbing 2.

#### 7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Ruyadi, "PENGENDALI LIQUID LEVEL KETINGGIAN AIR BERBASIS INDUSTRIAL FIELD CONTROL NODE DENGAN SISTEM KENDALI TERDISTRIBUSI," POLITEKNIK NEGERI BANDUNG, BANDUNG, 2018.
- [2] S. A. Simanullang, "Sistem PID Pengendalian Level Ketinggian Air Berbasis Modbus LCU dan Industrial Field Control Node F," Politeknik Negeri Bandung, Bandung, 2018.
- [3] W. C. Dunn, *Fundamentals of Industrial Instrumentation and Process Control*, York: McGraw-Hill, 1976.
- [4] R. F. Hidayat, "Perancangan dan Realisasi Sistem Kendali Level Air dengan Dua Variabel Kendali (Sistem Multi Variabel)," Politeknik Negeri Bandung, Bandung, 2015.
- [5] S. Long, "Pollution control and cost analysis of wastewater treatment at industrial parks in Taihu and Haihe water basins, China," *China Environmental Science and Technology*, vol. 172, pp. 2435-2442, 2018.
- [6] E. Zahir, "Implementation of a Fiber Optic Sensor to Detect Change in Liquid Level and Change in Concentration of Solute in a Reservoir," *Electrical and Signal Processing Techniques*, 2019.