

Penerapan Metode Regresi Linear dalam Pengembangan Pengukuran Aliran Air pada Sensor YF-S201

Setya Ardhi¹, Tjwanda Putera Gunawan², Suhatati Tjandra³, Grace Levina Dewi⁴

¹Program Studi Teknik Elektro – Institut Sains dan Teknologi Terpadu Surabaya

^{2,3,4}Program Studi Teknik Informatika – Institut Sains dan Teknologi Terpadu Surabaya

Email: ¹setyaardhi@stts.edu, ²tjwanda@stts.edu, ³tati@stts.edu, ⁴gracelevina@stts.edu

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan pengukuran aliran air menggunakan sensor YF-S201 dan menguji keakuratannya dengan melakukan kalibrasi menggunakan dua metode: metode perhitungan sesuai rumus turunan yang disediakan pada datasheet sensor waterflow YF-S201 dan metode regresi linear sederhana. Kedua metode tersebut digunakan untuk mengukur jumlah air dalam satuan liter berdasarkan jumlah sinyal yang dikeluarkan oleh sensor waterflow YF-S201. Metode regresi linear digunakan untuk mengoreksi keakuratan pengukuran sensor dengan membandingkan hasil pengukuran sensor dengan data yang dihasilkan oleh alat pengukur aliran air yang telah terkalibrasi dengan baik.

Sistem monitoring air ini terdiri dari sensor waterflow YF-S201 sebagai pengukur aliran air, solenoid valve 24 V sebagai kontrol menyalakan dan mematikan aliran air ke pengguna, dan modul RTC sebagai perwaktuan digital. Mikrokontroler Arduino Uno berperan sebagai pusat kontroler untuk mengolah data hasil pembacaan sensor dan RTC, dan data disimpan di SDCard.

Dalam uji coba, dilakukan kalibrasi sensor waterflow A dan B dengan rentang ukur 1-60 liter menggunakan kedua metode tersebut. Hasil uji coba menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode regresi linear, diperoleh Mean Absolute Error sebesar 1450,7 liter dan presentase Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 5,906% untuk sensor waterflow A, dan nilai Mean Absolute Error sebesar 2057,01 liter. Sementara dengan menggunakan metode perhitungan sesuai rumus turunan pada datasheet, diperoleh hasil perhitungan rata-rata Mean Absolute Error sebesar 4737,21 mililiter dan presentase MAPE sebesar 13,742%. Oleh karena itu, disimpulkan bahwa metode regresi linear lebih baik untuk meningkatkan keakuratan sensor YF-S201.

Kata Kunci : *Konfigurasi Motor DC, Regresi Linear, Waterflow Sensor YF-S201*

PENDAHULUAN

Aliran air adalah parameter penting dalam banyak aplikasi teknik dan industri, termasuk sistem pemantauan kualitas air, sistem irigasi, dan sistem pemadam kebakaran. Untuk mengukur aliran air, sensor aliran air digunakan untuk mendeteksi kecepatan dan volume air yang mengalir melalui pipa atau saluran air [1]. Sensor aliran air yang paling umum digunakan adalah sensor YF-S201, yang bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik. Sensor ini menghasilkan pulsa listrik yang dihitung untuk menentukan jumlah air yang telah mengalir. Namun, keakuratan sensor YF-S201 dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti tekanan, suhu, dan keausan sensor itu sendiri. Oleh karena itu, dibutuhkan metode untuk mengoreksi keakuratan pengukuran sensor YF-S201. Salah satu metode yang digunakan dalam

penelitian ini adalah regresi linear. Regresi linear adalah teknik statistik yang digunakan untuk memodelkan hubungan antara dua variabel, di mana satu variabel (disebut variabel independen) digunakan untuk memprediksi variabel lainnya (disebut variabel dependen)[2]. Dalam penelitian ini, metode regresi linear digunakan untuk mengoreksi keakuratan pengukuran sensor YF-S201 dengan membandingkan hasil pengukuran sensor dengan data yang dihasilkan oleh alat pengukur aliran air yang telah terkalibrasi dengan baik.

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk mengembangkan teknologi pengukuran aliran air yang lebih akurat dan efisien. Misalnya, penelitian menggunakan teknologi aliran fluida mikro untuk mengukur laju aliran air dengan akurasi tinggi [3]. Penelitian lain mengembangkan sistem pengukuran aliran air berbasis IoT (Internet of Things) untuk memantau penggunaan air dalam rumah tangga [4]. Dalam konteks penggunaan sensor aliran air, beberapa penelitian telah mengusulkan penggunaan metode kalibrasi untuk meningkatkan keakuratan pengukuran sensor. Pada penelitian lain mengusulkan penggunaan metode kalibrasi yang didasarkan pada metode perbandingan dan interpolasi untuk meningkatkan akurasi pengukuran sensor aliran air [5]. Sementara itu, penelitian lain mengusulkan penggunaan model regresi linier untuk mengoreksi keakuratan pengukuran sensor aliran air pada sistem irigasi [6]. Dari hasil penelitian sebelumnya, terlihat bahwa metode kalibrasi dan regresi linear telah digunakan dalam pengembangan teknologi pengukuran aliran air yang lebih akurat dan efisien. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengembangkan metode regresi linear pada pengukuran sensor YF-S201 untuk meningkatkan keakuratan pengukuran aliran air.

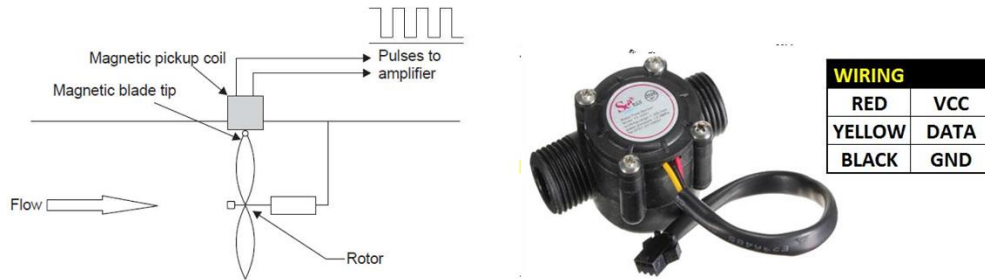
TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Pustaka yang akan dipakai dalam penelitian ini meliputi cara kerja sensor waterflow YF-S201, konsep regresi linear, proses perhitungan MAE dan MAPE, serta perhitungan rumus dari datasheet sensor waterflow YF-S201 Dimana keempat tinjauan ini bisa menjadi dasar dari sumber penelitian ini.

Sensor Aliran Air/ Water Flow Sensor dan Hall Effect

Sensor water flow adalah sensor yang digunakan untuk mengukur laju aliran air dalam pipa atau saluran tertentu. Sensor ini bekerja dengan cara mengukur perbedaan waktu antara sinyal yang dihasilkan oleh pulsa aliran air dengan waktu yang diukur oleh mikrokontroler. Pada sensor water flow, impuls listrik ini dihasilkan oleh rotor yang terhubung ke pipa atau saluran yang dialirkan air [7]. Rotor akan berputar seiring dengan laju aliran air yang melewatinya, dan setiap putaran rotor akan menghasilkan satu impuls atau pulsa listrik. Sensor akan mengukur jumlah pulsa ini dan menghitung jumlah air yang mengalir berdasarkan frekuensi pulsa yang dihasilkan oleh rotor seperti pada ilustrasi gambar 1. Water flow sensor bekerja dengan memanfaatkan prinsip Hall effect [8]. Prinsip ini memungkinkan sensor untuk mendeteksi objek magnetis dengan perubahan posisi. Saat medan magnet berubah secara terus-menerus, sensor akan menghasilkan pulsa dengan frekuensi tertentu yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Tegangan keluaran dari sensor Hall effect

dipengaruhi oleh kerapatan flux magnet, arah arus yang mengalir melalui sensor, dan sudut antara benda yang diukur dan flux magnet. Sensor jenis ini umumnya digunakan untuk mengukur kecepatan aliran air. Prinsip Hall effect juga dapat digunakan untuk mendeteksi kedekatan, keberadaan, atau ketidakhadiran objek magnetis dalam jarak tertentu.

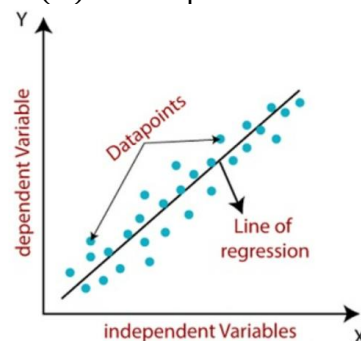


Gambar 1. Ilustrasi Blok Diagram Sensor Aliran Air

Dalam hal sensor Hall-Effect, terdapat dua tipe dasar yaitu tipe linear dan tipe on-off. Tipe linear umumnya digunakan untuk mengukur medan magnet secara linear, mengukur arus DC dan AC pada konduktor dan memiliki fungsi lainnya, sedangkan tipe on-off digunakan sebagai limit switch dan sensor keberadaan. Keluaran dari sensor on-off berupa pulsa-pulsa digital yang dapat diolah menjadi database menggunakan mikrokontroler [8]. Sedangkan pada Sensor Waterflow, terdapat turbin kecil yang terpasang dan berputar seiring dengan aliran air yang melaluinya. Ketika fluida mengalir melewati rotor, rotor bergerak sesuai dengan kecepatan fluida dan menghasilkan pulsa digital on-off yang terdeteksi oleh transduser hall effect yang terpasang pada sensor. Berikut adalah spesifikasi dari water flow sensor meter yaitu merk / model YF-S201 hall effect water flow meter sensor, diameter pipa 1/2 inc, tegangan operasi sebesar 5 Vdc rentang ukur 1 – 30 L/min, tekanan air 1.75 Mpa.

Regresi Linear Sederhana

Regresi linear sederhana merupakan sebuah metode statistik yang berfungsi untuk mengidentifikasi hubungan antara dua atau lebih variabel, atau mengukur pengaruh variabel faktor penyebab (X) terhadap variabel akibat (Y) [2].



Gambar 2. Grafik Regresi Linear Sederhana

Variabel faktor penyebab biasanya dilambangkan dengan X atau dikenal sebagai predictor, sementara variabel akibat dilambangkan dengan Y atau disebut sebagai response yang bisa dilihat pada gambar 2[10]. Jika terdapat hubungan antara variabel X dan Y, nilai variabel X yang diketahui dapat digunakan untuk memperkirakan atau meramalkan nilai variabel Y pada rumus 1[12]. Regresi linear sederhana, atau SLR (Simple Linear Regression) merupakan salah satu metode statistik yang digunakan dalam produksi untuk melakukan prediksi atau peramalan tentang karakteristik kualitas atau kuantitas. model persamaan regresi linear sederhana adalah seperti pada rumus 1 dan konstanta dan variable bisa dilihat pada rumus 2 dan 3.

$$Y = a + bX \quad (1)$$

Dimana y merupakan variabel response atau variabel akibat (dependent), x merupakan variabel predictor atau variabel faktor penyebab (independent), a merupakan konstanta dan b merupakan koefisien regresi (kemiringan) [11] Nilai-nilai a dan b dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2 dan 3

$$a = \frac{(\Sigma y)(\Sigma x^2) - (\Sigma x)(\Sigma xy)}{n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2} \quad (2)$$

$$b = \frac{n(\Sigma xy) - (\Sigma x)(\Sigma y)}{n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2} \quad (3)$$

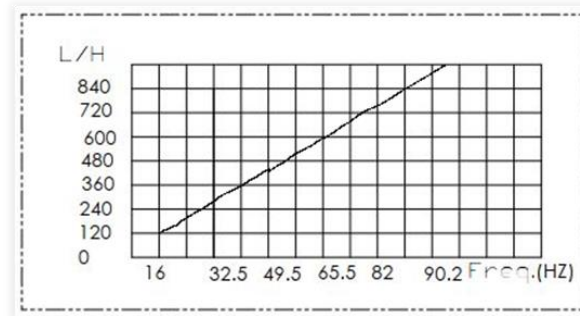
Rumus Turunan dari Datasheet

Rumus turunan dari datasheet [13] tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi frekuensi pulsa yang dihasilkan oleh sensor, semakin tinggi pula laju aliran air yang diukur. Konstanta kalibrasi pada rumus tersebut diberikan oleh produsen dan harus dikalibrasikan secara terpisah untuk setiap aplikasi penggunaan sensor. Dengan menggunakan rumus turunan ini, pengguna dapat menghitung laju aliran air yang melewati sensor dan memantau konsumsi air pada suatu sistem. Rumus turunan pada rumus 4 tersebut adalah dimana Q adalah laju aliran air dalam liter/menit, F adalah frekuensi pulsa dalam detik, dan K adalah konstanta kalibrasi yang diberikan dalam datasheet sensor.

$$Q = F \times K \quad (4)$$

Rumus tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi frekuensi pulsa yang dihasilkan oleh sensor, semakin tinggi pula laju aliran air yang diukur. Konstanta kalibrasi pada rumus tersebut diberikan oleh produsen dan harus dikalibrasikan secara terpisah untuk setiap aplikasi penggunaan sensor. Dengan menggunakan rumus turunan ini, pengguna dapat menghitung laju aliran air yang melewati sensor dan memantau konsumsi air pada suatu sistem. Kalibrasi menjadi langkah awal untuk mendapatkan hasil bacaan dari sensor flow meter. Sensor dapat mengukur kecepatan air per menit yang berada pada kecepatan di antara 1 L/menit sampai 30 L/menit dengan hasil

output berupa tegangan 4.5 Volt sampai 5 Volt. Berdasarkan karakteristik sensor yang tertera pada datasheet, tekanan yang diterima oleh sensor berbanding searah terhadap output tegangan yang dihasilkan sehingga terbentuk grafik karakteristik sensor flow meter pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik Karakteristik Sensor Flow Meter

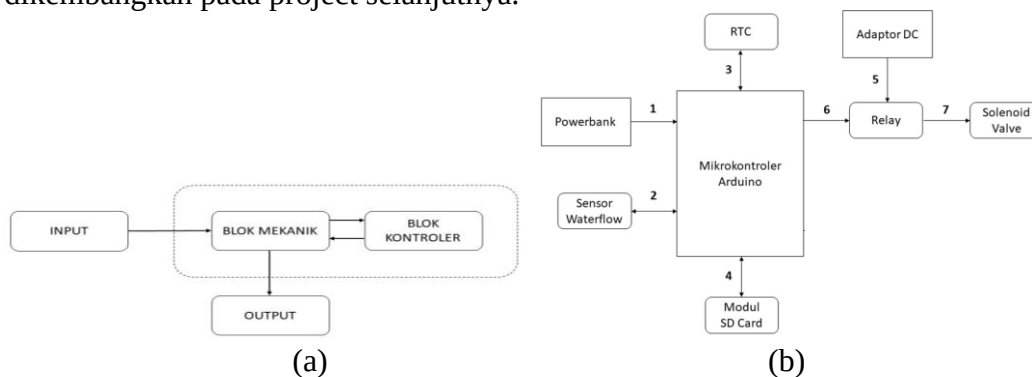
Dari gambar 3, dapat diamati karakteristik sensor dan menggunakan persamaan garis untuk melakukan kalibrasi. Pada setiap kenaikan flow meter dalam L/H dan Hz, hasilnya akan naik secara stabil. Untuk memastikan Hz yang dipilih sesuai dengan rentang jumlah air yang digunakan, digunakan rumus pada rumus 5

$$Liters = \frac{Pulse}{7,5 \times 60} \quad (5)$$

Dimana F merupakan *Pulse Frequency*, Q merupakan *Flowrate in liters/minute* setelah didapatkan rumus turunan dari rumus yang tersedia pada datasheet, maka rumus tersebut akan dimasukkan dalam program untuk proses konversi nilai volume terhadap counter/pulsa yang dihasilkan masing-masing sensor Waterflow.

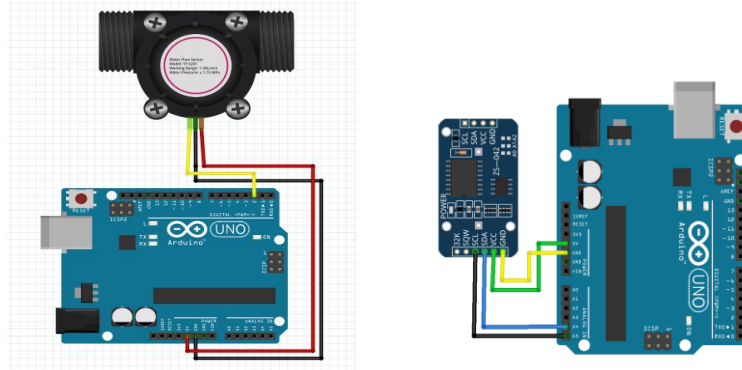
METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dengan membandingkan prototype yang dibuat dalam bentuk perangkat keras dengan mengikuti blok diagram pada gambar 4, dan nanti akan dikembangkan pada project selanjutnya.



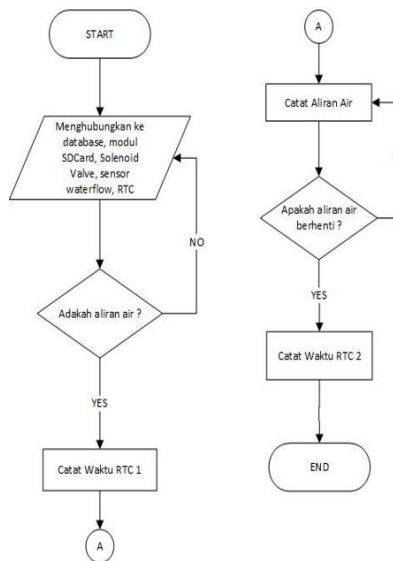
Gambar 4. a) Blok diagram Prototype , b) Blok diagram Blok Kontrol

Perancangan sistem dari blok diagram disesuaikan dengan fungsi-fungsi yang harus dilakukan oleh masing-masing sub blok dimana solenoid valve berfungsi untuk kontrol on/off air dan berfungsi sebagai keran air untuk pengguna dengan dilengkapi switch on/off. Bagian sensor water flow meter digunakan untuk mengukur debit dan biaya air yang dideteksi berdasarkan aliran air dengan kondisi logika yang tersimpan pada program Arduino Uno pada gambar 5a. Modul real time clock untuk mengetahui data waktu real time saat data sensor diperoleh seperti pada gambar 5b. SD Card berfungsi untuk menyimpan data hasil pembacaan Water Flow Sensor.



Gambar 5. a) Kontrol dengan FlowMeter , b) Kontrol dengan RTC

Pada gambar 6 merupakan flowchart program dari sistem. Gambar flowchart diatas menjelaskan proses dari program. Pertama kali alat menyala, akan mengaktifkan ke semua komponen pendukung seperti modul SDCard, Sensor Waterflow, Modul RTC, Solenoid Valve dan menghubungkan ke server local, Setelah itu, pastikan Solenoid Valve dalam keadaan terbuka.



Gambar 6. Flowchart Program Dari Sistem

Setelah valve terbuka, sensor waterflow akan menghasilkan sinyal apabila ada aliran air yang melewatinya. Apabila tidak ada aliran air, artinya Solenoid Valve dalam keadaan tertutup. Sinyal-sinyal yang dihasilkan oleh sensor waterflow akan diolah pada mikrokontroler arduino agar menghasilkan data berupa jumlah air dalam satuan liter. Ketika pertama kali ada aliran air terdeteksi, Arduino akan mencatat waktu pertama aliran air yang dihasilkan dari modul RTC dan akan disimpan pada SD Card. Selanjutnya Arduino juga akan mencatat jumlah air yang melewati sensor waterflow hingga aliran air berhenti. Ketika aliran air dideteksi telah berhenti atau sensor waterflow tidak mengirim sinyal lagi, maka Arduino akan mencatat waktu aliran terakhir kali terdeteksi dan menyimpan data ke SD Card.



Gambar 7. Prototipe yang dibuat

Hasil perancangan alat monitoring penggunaan air terbagi menjadi 2 bagian. Dapat dilihat pada gambar 7, gambar pertama (a) merupakan desain dari pipa meteran air yang akan terhubung ke pipa pengguna. Dan gambar kedua (b) merupakan desain dari kotak perangkat elektronik. Dibagian meteran air, terdapat 2 buah alat yaitu sensor waterflow YF-S201 yang digunakan untuk penghitung banyak air yg mengalir dimana terjadi pergerakan motor yang akan dikonversikan kedalam nilai satuan Liter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bersifat penelitian kuantitatif yaitu dengan melakukan perbandingan hasil percobaan dari beberapa jenis rangkaian. Percobaan hasil dengan menggunakan program Arduino untuk menampilkan hasil aliran air ke monitor serial yang dihasilkan dari output serial kontrol. Analisa dilakukan terhadap input yang diinginkan, hasil yang real terjadi, dan hasil error serta APE yang ditingkatkan secara bertahap. Hasil berupa hasil uji coba error ketelitian dari hasil aliran air.

Pengujian Dengan Rumus Turunan Pada Sensor Waterflow

Uji coba error ketelitian pada tabel 1 dilakukan dengan melakukan perbandingan jumlah inputan keluaran air yang diinginkan dengan hasil pembacaan jumlah air dengan alat ukur timbangan digital. Karena alat ukur timbangan yang digunakan menggunakan satuan gram, maka dilakukan konversi satuan dari gram ke mililiter secara manual. Pada umumnya adalah 1 ml = 1 gram, dimana Liters

didapatkan dari hasil bagi pulse terhadap konstanta sebesar 7.5 dikalikan 60 liters/menit. Bisa dilihat pada rumus 6 yang dipakai dalam rumus turunan dari datasheet sensor tersebut.

$$Liters = \frac{Pulse}{7.5 \times 60} \quad (6)$$

Tabel 1 menunjukkan hasil uji coba error ketelitian sensor Waterflow tanpa regresi linear sederhana dengan rentang ukur 1 – 60 liter, diperoleh hasil perhitungan rata-rata nilai *Mean Absolute Error* sebesar 4737,21 mililiter dan presentase *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* sebesar 13,742 %.

Tabel 1 Hasil Uji Coba Error Ketelitian Sensor

No	Input	Real	Error	APE (%)	No	Input	Real	Error	APE (%)
1	1000	1186	186	15,683	12	....	....	....	....
2	2000	2373	373	15,7185	13	52000	59931	7931	13,2336
3	3000	3513	513	14,6029	14	53000	61053	8053	13,1902
4	4000	4646	646	13,9044	15	54000	62217	8217	13,207
5	5000	5873	873	14,8646	16	55000	63371	8371	13,2095
6	6000	7080	1080	15,2542	17	56000	64504	8504	13,1837
7	7000	8191	1191	14,5403	18	57000	65686	8686	13,2235
8	8000	9355	1355	14,4842	19	58000	66826	8826	13,2074
9	9000	10544	1544	14,6434	20	59000	67988	8988	13,22
10	10000	11680	1680	14,3836	21	60000	69113	9113	13,1857
11	....	....	....	....	Rata-Rata			4737,21	13,7421

Setelah melakukan uji coba error ketelitian dengan metode yang pertama, dengan rumus turunan, diperoleh standar error hasil pembacaan >10%.

Pengujian Dengan Regresi Linear Pada Sensor Waterflow

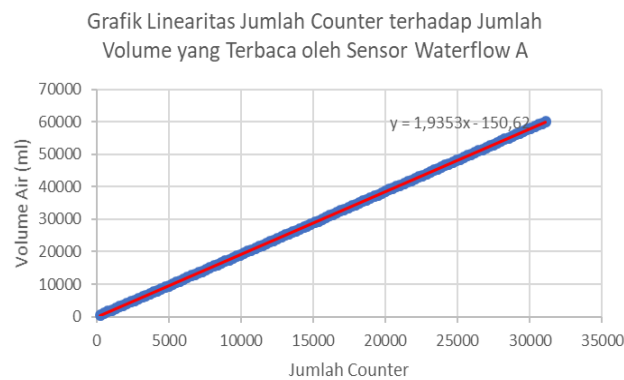
Setelah melakukan uji coba error ketelitian dengan metode yang pertama, yaitu tanpa regresi linear sederhana, diperoleh kesimpulan bahwa metode pertama tidak dapat mencapai tujuan yang ingin dicapai, yaitu target standar error hasil pembacaan yang ingin dicapai pada alat ini, yaitu <10%. Dengan alasan tersebut, penerapan metode Regresi Linear Sederhana dipilih untuk digunakan dalam kalibrasi atau memaksimalkan pengukuran air oleh waterflow meter sensor.

Langkah berikutnya adalah membuat model persamaan regresi dari hasil konstanta (a) dan koefisien regresi (b) yang telah dihitung sebelumnya.

$$Y = a + bX$$

$$Y = -150,6227698 + 1,935326315X \quad (7)$$

Setelah persamaan regresi ditentukan pada rumus 7, maka persamaan tersebut akan dimasukkan kedalam program untuk proses konversi nilai volume terhadap counter sensor Waterflow yang bias dilihat pada gambar 8. Setelah menggunakan metode manual dalam menentukan persamaan regresi linear sederhana, langkah kedua yang dilakukan adalah dengan melakukan metode kedua dengan menggunakan fitur data analisis yang telah disediakan oleh microsoft excel. Data yang digunakan untuk melakukan metode ini menggunakan data hasil pengamatan Jumlah counter terhadap volume air pada tabel dan merupakan hasil analisis data dengan microsoft excel. Pada settingan regression di Microsoft Excel yang bisa dilihat pada gambar 9, telah ditetapkan nilai Confidence Level nya adalah 90%, yang dimana sesuai dengan target error yang telah ditetapkan atau yang ingin dicapai yaitu error <10%.



Gambar 8. Grafik Linearitas Sensor Waterflow A

Dari data diatas, dapat diketahui juga Nilai Korelasi (multiple R) antara variabel X dan Y. Nilai korelasi adalah pola dan kekuatan hubungan antara dua variabel atau lebih. Dapat kita ketahui bahwa nilai korelasi antara Jumlah counter dan Jumlah air yang terbaca adalah 0.999995285, yang termasuk dalam kategori sangat kuat.

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics							
Multiple R	0,999995185						
R Square	0,99999037						
Adjusted R Square	0,999990288						
Standard Error	54,2597169						
Observations	120						

ANOVA							
	df	SS	MS	F	Significance F		
Regression	1	36073788661	36073788661	12252838,51	7,9416E-298		
Residual	118	347405,7916	2944,116878				
Total	119	36074136067					

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%
Intercept	-150,6227698	10,00753998	15,05092861	3,15408E-29	-170,4404235	-130,80512	170,4404235	130,8051161
X	1,935326315	0,000552886	3500,405478	7,9416E-298	1,934231449	1,936421118	1,934231449	1,936421118

Gambar 9. Summary Output Data Analisis Regresi Linear Sederhana Waterflow Sensor

Dari hasil uji coba pada tabel 2 sensor Waterflow dengan rentang ukur 1 – 60 liter, diperoleh hasil perhitungan rata-rata nilai Mean Absolute Error sebesar 1450,7 mililiter dan presentase Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 5,906 % yang berarti memenuhi target standar error hasil pembacaan yang ingin dicapai pada alat ini, yaitu <10%.

Tabel 2 Hasil Uji Coba Error Ketelitian Sensor dengan Regresi

No	Input (ml)	Real (ml)	Error	APE (%)	No	Input	Real	Error	APE (%)
1	1000	1221	221	18,0999	12	....	....	....	....
2	2000	2256	256	11,3475	13	52000	53782	1782	3,31338
3	3000	3387	387	11,426	14	53000	54649	1649	3,01744
4	4000	4473	473	10,5746	15	54000	55798	1798	3,22234
5	5000	5493	493	8,97506	16	55000	56801	1801	3,17072
6	6000	6661	661	9,92343	17	56000	57645	1645	2,85367
7	7000	7680	680	8,85417	18	57000	58575	1575	2,68886
8	8000	8814	814	9,23531	19	58000	59799	1799	3,00841
9	9000	9869	869	8,80535	20	59000	60465	1465	2,42289
10	10000	10825	825	7,62125	21	60000	61661	1661	2,69376
11	....	....	....	....	Rata- rata		1450,7	5,90665	

KESIMPULAN

Pada penelitian ini untuk memaksimalkan hasil pembacaan sensor terhadap penggunaan air, maka pengkalibrasian sensor waterflow disetiap unit menggunakan metode regresi linear sederhana. Pengkalibrasian ini dilakukan dengan mengumpulkan data respon sensor terhadap volume air dan jumlah counter hingga mendapatkan 120 data dan atau hingga 60 liter volume air yang melewati sensor.

Hasil kalibrasi sensor Waterflow menggunakan metode perhitungan sesuai rumus turunan yang disediakan pada datasheet sensor watreflow YF-S201 dengan rentang ukur 1 – 60 liter, didapatkan hasil nilai *Mean Absolute Error* sebesar 4737,21 mililiter dan presentase *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* sebesar 13,742 % untuk sensor Waterflow A dan nilai *Mean Absolute Error* sebesar 3430,45 mililiter. Persentase error yang dihasilkan dengan metode ini melewati dari target standar error hasil pembacaan yang ingin dicapai pada alat ini yaitu kurang dari 10%. Dengan alasan tersebut, penerapan metode Regresi Linear Sederhana dipilih untuk digunakan dalam memaksimalkan pengukuran air oleh waterflow meter sensor.

Dari hasil kalibrasi sensor Waterflow menggunakan metode regresi linear sederhana, dengan rentang ukur 1 – 60 liter, diperoleh *Mean Absolute Error* sebesar 1450,7 liter dan presentase *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* sebesar 5,906 % untuk sensor Waterflow dan nilai *Mean Absolute Error* sebesar 2057,01 liter yang berarti untuk kedua sensor masih aman dari target standar error hasil pembacaan yang ingin dicapai pada alat ini, yaitu <10%.

Dari perhitungan regression dengan memanfaatkan fitur pada Microsoft Excel, didapatkan nilai Korelasi (multiple R) antara variabel X (jumlah counter) dan Y (jumlah aliran air) sebesar 0.999995285 untuk sensor Waterflow , dimana kedua nilai tersebut termasuk dalam kategori sangat kuat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Reznandi Wiharto Fitriani Sulaxono, Eko Rini Indrayatie, dan Syarifuddin Kadir, “Analisis Debit Air Di Sub Das Nahiyah Das Asam-Asam Kabupaten Tanah Laut”, *Jurnal Sylva Scientiae* 2020, Vol 3(4), 730-740.
- [2]. Syilfi, Dwi Ispriyanti, Diah Safitri, “Analisis Regresi Linier *Piecewise* Dua Segmen”. *Jurnal Gaussian* 2012, Vol 1(1), 2019-228.
- [3]. Ana Dhiqfaini Sultan, Rizky, Hidayat, “Analisis Pengaruh Luas Penampang pada Kecepatan Aliran Air dengan Menggunakan Tabung Venturimeter,”. *Jurnal Pendidikan Fisika* 2020, DOI: 10.26618/jpf.v8i1.3199, Vol 8(1), 95-99
- [4]. M. Irfan Wahyuni, Hollanda Arief Kusuma, Sapta Nugraha, “Pengembangan Instrumen Pengukuran Aliran Air Berbasis Internet of Things (IoT),”. *Jurnal Politeknik Caltex Riau* 2021, Vol 7(1), 47-45.
- [5]. Samie, “Development of a novel calibration method for flow measurement using a flow senso”, *Jurnal Measurement* 2018, Vol 114 (1), 239-246.
- [6]. Liu, Z., Chen, H., Cao, Y., & Liu, Y, “Improved Water Flow Sensor Accuracy Based on Regression Analysis for Irrigation System,”. *Journal of Sensors* 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/3103136>, 22-26.
- [7]. Amin Suharjono, Listya Nurina Rahayu, Roudlotul Afwah, “Aplikasi Sensor Flow Water Untuk Mengukur Penggunaan Air Pelanggan Secara Digital Serta Pengiriman Data Secara Otomatis Pada PDAM Kota Semarang”, *Jurnal Tele* 2015, Vol 13(1), 7-12.
- [8]. Sungkono, “Pemanfaatan Hall Effect Sebagai Penghitung Konsumsi Air”. *Jurnal ELTEK* 2006, Vol 4 (1), 5-10.
- [9]. D. Wijayanto, D. Triyanto, and Ilhamsyah, “Prototipe Pengukuran Debit Air Secara Digital Untuk Monitoring Penggunaan Air Rumah Tangga,”. *Coding, Sist.Komput.Untan* 2016, vol. 4(3), 109–118.
- [10]. Ripley, H, “Aljabar Linear Elementer,”. *Erlangga* 2002. Jakarta.
- [11]. Draper, N dan Smith, H, “Analisis Regresi Terapan Ed ke-2,”. *Gramedia* 1992. Jakarta.

- [12]. I Made Yuliara, “Modul Regresi Linear Sederhana,”. *Diklat Jurusan FMIPA Univ Udayana* 2016, Bali.
- [13]. Hadi Supriyanto, Abdur Rohman Harits Martawireja, “Analisis Kontrol Aliran Fluida Berviskositas Tinggi dengan Sensor Flow YF-S201 pada Otomatisasi Dispenser Minyak Goreng,”. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)* 2021, Vol 7(1), 13-18.