

# Kontrol Water Flow Smart Metering pada Pemakaian Air PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) Menggunakan Nomor Token

Ahmad Wildan Ridho Syahputra<sup>1</sup>, Muhamad Rifa'i<sup>2</sup>, Supriatna Adhisuwignjo<sup>3</sup>

[Submission: 07-05-2021, Accepted: 30-05-2021]

**Abstract** - Currently PDAM is still using conventional water meters and there is no volume restriction. To answer this problem, a research was conducted to develop a water meter device. Water meter with token number uses Atmega328P microcontroller with supporting components such as water flow sensor oval gear and turbine models, water meter, motorized electric ball valve, keypad, LCD. The oval gear and turbine water flow sensors are calibrated by entering a constant of 2.50 and the turbine water flow sensor by entering a constant of 7.40. Comparison of the two water flows is done by when the water volume limit approaches the limit, the indicator gives a warning, if the water volume limit reaches the closed faucet limit. Then compare the measurement of the water flow sensor with conventional water meters. From the research results, the error value obtained varies, the oval gear water flow sensor has an error percentage of 1.30%, while the turbine water flow sensor has an error percentage of 1.40%.

**Intisari**— Saat ini PDAM masih menggunakan meteran air konvensional serta tidak ada pembatasan volume. Untuk menjawab masalah tersebut dilakukan penelitian untuk mengembangkan perangkat meteran air. Meteran air dengan nomor token menggunakan mikrokontroler Atmega328P dengan komponen pendukung seperti water flow sensor model oval gear dan turbine, meter air, motorized electric ball valve, keypad, LCD. Water flow sensor oval gear dan turbine dikalibrasi dengan memasukkan konstanta sebesar 2,50 serta water flow sensor turbine dengan memasukkan konstanta sebesar 7,40. Perbandingan dua water flow dilakukan dengan cara apabila batas volume air mendekati limit indikator memberikan peringatan, apabila batas volume air mencapai limit keran tertutup. Lalu membandingkan pengukuran water flow sensor dengan meter air konvensional. Dari hasil penelitian, nilai eror yang didapat bervariasi, water flow sensor oval gear persentase error 1,30 %, sedangkan water flow sensor turbine persentase error 1,40 %.

**Kata kunci** - Keypad, LCD, Motorized electric ball valve, Nomor token, Water flow sensor

## I. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan dasar bagi manusia sehingga menjadi hal yang wajar jika sektor air bersih mendapat prioritas dalam penanganan dan pemenuhannya. PDAM sebagai perusahaan daerah pengelola air bersih seharusnya mampu untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Dengan sistem pengolahan dan sistem jaringan perpipaan yang ada, PDAM diharapkan mampu untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat baik secara kuantitas, kualitas dan kontinuitas. Namun selama ini PDAM masih menggunakan cara konvensional yaitu mengirimkan petugas ke rumah pelanggan. sebulan sekali bertepatan dengan periode penagihan hal tersebut sangat tidak efisien[1] serta membutuhkan banyak tenaga dan menghabiskan banyak waktu.

Meter air yang digunakan PDAM juga masih bersifat konvensional sehingga pemakaian air tidak dapat dibatasi dan sulit dibaca oleh pelanggan. Maka dari itu dibuatlah *Smart metering* menggunakan *water flow* sensor dimana *flow* meter telah terbukti menjadi perangkat yang sangat baik untuk mengukur aliran di segala aplikasi air apa pun [2] serta *water flow* sensor memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Ketepatan pengukuran volume air tergantung pada pengkalibrasian dan tingkat ke presisian *water flow* sensor serta debit air dapat berpengaruh terhadap pengukuran volume air.

Manfaat yang dapat diambil dari pembuatan *control water flow smart* metering adalah meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga serta dapat mengatur penggunaan air, mempermudah transaksi pembayaran air berlangganan, mencegah terjadinya telat pembayaran tagihan air berlangganan yang disebabkan petugas pencatatan meter air konvensional yang tidak dapat mencatat meteran dikarenakan meteran air tidak dapat di akses oleh petugas [3].

<sup>1</sup>Ahmad Wildan Ridho Syahputra adalah Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang, e-mail : [ahmadwildanridhosyahputra@gmail.com](mailto:ahmadwildanridhosyahputra@gmail.com)

<sup>2</sup>Muhamad Rifa'i adalah Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang, e-mail : [muh.rifai@polinema.ac.id](mailto:muh.rifai@polinema.ac.id)

<sup>3</sup>Supriatna Adhisuwignjo adalah Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang, e-mail : [supriatna@polinema.com](mailto:supriatna@polinema.com)



## II. KAJIAN PUSTAKA

### A. ATmega328

ATmega328 merupakan mikrokontroler keluarga AVR 8 bit. Beberapa tipe mikrokontroler yang sama dengan ATmega8 ini antara lain ATmega8535, ATmega16, ATmega32, ATmega328, yang membedakan antara mikrokontroler antara lain adalah, ukuran memori, banyaknya GPIO (pin *input/output*), peripheral (USART, *timer*, *counter*). Dari segi ukuran fisik, ATmega328 memiliki ukuran fisik lebih kecil dibandingkan dengan beberapa mikrokontroler lainnya.

### B. Water Flow Sensor Model Oval Gear

Oval gear water flow sensor adalah salah satu jenis water flow sensor yang memanfaatkan perpindahan *positif oval gear* dengan tegangan masukan minimal 3 Volt DC maksimal 24 Volt DC dan keluaran berupa *pulse* dimana *output pulse high level* 5 Volt DC (apabila tegangan input 5 Volt DC) dan *output pulse low level* 1 - 0 Volt DC. Water flow Sensor Jenis oval gear ini menghitung *flow rate* cairan dengan cara mengosongkan dan mengisi kompartemen secara berulang-ulang.

### C. Water Flow Sensor Model Turbine

Water flow sensor model turbine menggunakan turbin aksial dimana turbin berputar di dalam aliran cairan. Water flow sensor model turbine cenderung mengikuti perjalanan aliran di sekitarnya. Water flow sensor model turbin membutuhkan tegangan masukan minimal 5 Volt DC dan maksimal 15 Volt DC serta keluaran dari water flow sensor model turbine yaitu berupa *signal pulse*.

### D. Motorized Electric Ball Valve

Motorized electric ball valve adalah aktuator yang mempunyai katup berbentuk bola yang digerakan oleh energi listrik melalui motor listrik yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC. Motorized ball electric valve mempunyai dua kondisi melalui tiga kabel yaitu kabel *positif* (+12 Volt), kabel *negatif* (+12 Volt) dan kabel *Ground*. Kabel *positif* sebagai pembuka valve atau *Normally Open* (NO), kabel *negatif* sebagai penutup valve atau *Normally Close* (NC) dan kabel *ground* sebagai *ground* pada arus DC.

### E. Matrix Keypad 4x4

Keypad adalah bagian penting dari suatu perangkat elektronika yang membutuhkan interaksi manusia. Keypad berfungsi sebagai *interface* antara perangkat (mesin) elektronik dengan manusia. Matrix keypad 4x4 memiliki konstruksi atau susunan yang simple dalam penggunaan port mikrokontroler. Konfigurasi keypad dengan susunan bentuk

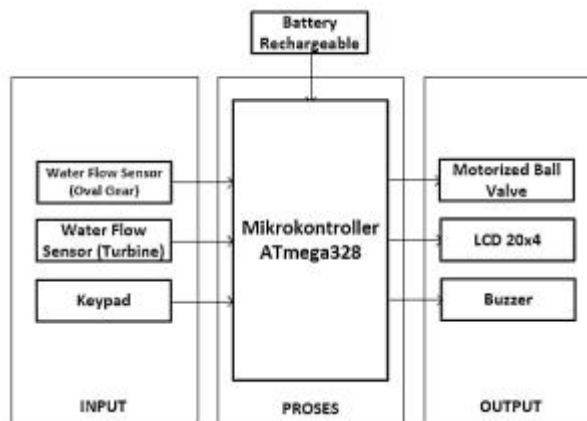
*matrix* ini bertujuan untuk penghematan *port* mikrokontroler karena jumlah *key* (tombol) yang dibutuhkan banyak.

### F. LCD

LCD adalah komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD adalah salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*.

## III. METODE PENELITIAN

### A. Diagram Blok Sistem



Gambar 1 : Diagram Blok Sistem

Prinsip kerja sistem ini dimulai dari Pemrograman mikrokontroler ATmega328 menggunakan *software* Arduino IDE Pada pemrograman arduino terdapat perintah seperti halnya *if, else, then, else if, true, false*[4] *Software* ini digunakan untuk membuat *sketch* program Arduino Uno, Arduino Nano, ATmega328P, ATmega16 dan dengan berbagai jenis mikrokontroler lainnya[5]. Mikrokontroler ATmega328 merupakan unit kontroler yang menerima data dari unit keypad[6] dan mengirimkannya karakter berupa jumlah volume air yang didapatkan untuk ditampilkan pada layar LCD[7] selain itu pelanggan dapat memeriksa sisa konsumsi air yang dapat digunakan[8].

Jika mikrokontroler mengenali kata sandi maka akan mengirimkan sinyal ke sakelar relai untuk membuka katub *ball valve* atau mikrokontroler akan mengirimkan *signal* ke *relay* menutup katub *ball valve* apabila kata sandi tidak dikenali oleh mikrokontroler.

Setelah mikrokontroler memberi *signal* ke *relay*, selanjutnya yaitu water flow sensor menghitung jumlah volume air yang melewati sensor tersebut dengan menggunakan sensor hall effect yang berada pada water flow



sensor. Sensor *hall effect* adalah transduser yang mendeteksi rotasi rotor dan *output* berupa sinyal listrik sebagai input frekuensi ke mikrokontroler yang diprogram untuk mengubahnya menjadi laju aliran. Kincir atau turbine memiliki magnet kecil yang terpasang, serta terdapat magnetik *Hall Effect* di sisi lain yang dapat mengukur berapa banyak putaran roda *pinwheel* yang dibuat melalui dinding plastik[9].

Gaya rotasi didapatkan melalui bilah turbin, ketika air bergerak melewati turbin maka sirip turbin melewati sensor *hall effect* di mana dapat menghasilkan *signal pulse* sehingga laju aliran dapat terukur dengan efektif [10]. Apabila terjadi kesalahan, maka dilakukan perbaikan program atau rangkaian. Keberhasilan alat ditentukan oleh konstanta dan besaran debit air yang melewati sensor. Berikut rumus debit air:

$$Debit = \frac{Volume}{Waktu} \quad (1)$$

Kemampuan *water flow* sensor dalam menghitung volume air dengan akurat, pengkalibrasian *water flow* sensor dilakukan dengan cara memasukkan nilai konstanta pada program lalu mengukur volume air dengan volume tertentu serta membandingkan hasil pengukuran *water flow* sensor dengan meter air konvensional hingga didapatkan nilai error terendah. Berikut rumus mencari nilai *error* :

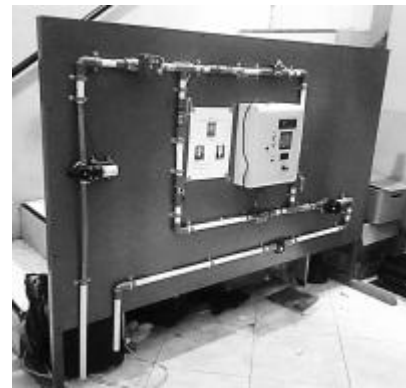
$$\%Error = \frac{Nilai\ terbaca - Nilai\ Sebenarnya}{Nilai\ Sebenarnya} \times 100\% \quad (2)$$

Setelah mendapatkan nilai *error* terendah, selanjutnya yaitu menguji nilai konstanta yang dianggap memiliki nilai *error* terendah dengan cara mengukur volume air dengan debit air yang berbeda. Setelah itu dicari nilai rata-rata nilai *error*. Berikut rumus mencari rata-rata nilai *error* :

$$Rata-rata = \frac{Jumlah\ nilai}{Banyaknya\ data} \quad (3)$$

### B. Perancangan Mekanik

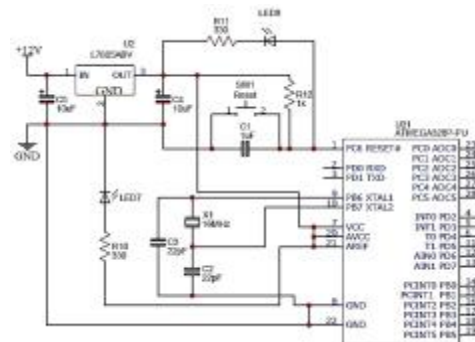
Perancangan Mekanik yaitu terdiri dari Besi, Double plek, Box panel dan Pipa air. Gambar mekanik keseluruhan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 : Mekanik Alat Keseluruhan

### C. Perancangan Mikrokontroler ATmega328P

Mikrokontroler ATmega328P digunakan sebagai kontroler untuk mengendalikan sistem keseluruhan. Mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega328P dengan tegangan *Battery Rechargeable* 12V DC, 13 pin I/O *digital*, 6 pin I/O *analog*, dan 6 pin PWM. Konfigurasi I/O dari Mikrokontroler ATmega328P

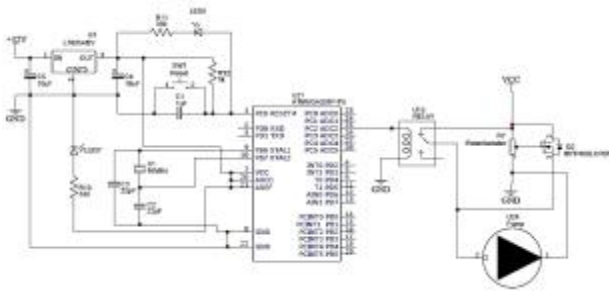


Gambar 3 : Perancangan Mikrokontroler

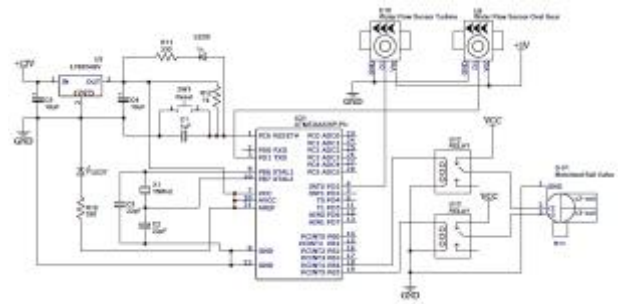
### D. Perancangan Driver Pompa Air

Driver pompa air sebagai pengatur besar kecilnya debit air, driver pompa air ini menggunakan MOSFET TIP460 dan relay 5 volt yang dihubungkan ke mikrokontroler untuk mematikan dan menghidupkan pompa. Berikut rangkaian driver pompa air untuk mengatur debit air seperti gambar 4.





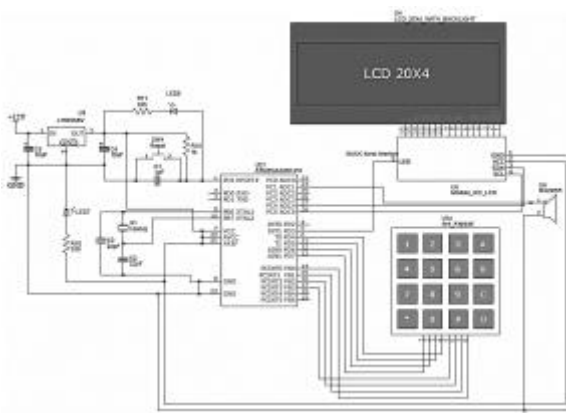
Gambar 4 : Perancangan Driver Pompa Air



Gambar 6 : Perancangan Water Flow Sensor

**E. Perancangan LCD, Keypad dan Buzzer**

Untuk dapat memasukkan nomor token serta memonitoring sisa pemakaian air, maka dapat menggunakan keypad 4x4, LCD display dengan I2C beserta buzzer yang terhubung ke pin input/output ATmega328 seperti pada gambar 5.



Gambar 5 : Perancangan LCD, Keypad dan Buzzer

**F. Perancangan Water flow sensor**

Water flow sensor model oval gear dan model turbine dapat menghitung volume air dengan cara menghubungkan water flow sensor ke pin input/output ATmega328 serta 2 channel relay dihubungkan ke pin input/output ATmega328 untuk mengontrol buka dan tutup motorized electric ball valve sehingga aliran air dapat dikontrol. Berikut rangkaian water flow sensor serta 2 channel relay motorized electric ball valve ke mikrokontroler ATmega328

**G. Perancangan Aplikasi Generate Number Token**

Perancangan aplikasi generate number token menggunakan software khusus yaitu MIT APP Inventor. Software ini digunakan untuk membuat Aplikasi Android dengan menggunakan bahasa pemrograman C++ dengan model block program. Dimana blok program merupakan penggambaran program yang berbentuk block dan puzzle yang mewakili berbagai fungsi seperti control, logic, math, text, lists, Dictionaries, color, variables dan procedures.



Gambar 7 : Perancangan Aplikasi Generate Number Token

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Pengujian Water Flow Sensor dengan Mencari Error Terendah**

Pengambilan data dengan membandingkan pembacaan volume air pada water flow sensor model oval gear dan turbine dengan volume setting 1.000 mL dan tekanan 0.025 MPA yang di tempatkan pada saluran pipa air, Hasil data water flow sensor model oval gear dapat dilihat pada tabel 1 dan hasil data water flow sensor turbine dapat dilihat pada tabel 2.



TABEL I  
 NILAI PERSENTASE KESALAHAN TERENDAH *WATER FLOW*  
 SENSOR  
 MODEL *OVAL GEAR*

Konstanta (K)	V <sub>SET</sub>	V <sub>UKUR</sub>	Tekanan (MPA)	Error (%)	Debit (mL/dtk)
2.00	1.000	1.253	0.025	20.1	55
2.02	1.000	1.250	0.025	20.0	55
2.04	1.000	1.235	0.025	19.0	55
2.06	1.000	1.219	0.025	17.9	55
2.08	1.000	1.205	0.025	17.0	55
2.10	1.000	1.199	0.025	16.5	55
2.12	1.000	1.193	0.025	16.1	55
2.14	1.000	1.166	0.025	14.2	55
2.16	1.000	1.156	0.025	13.4	58
2.18	1.000	1.147	0.025	12.8	58
2.20	1.000	1.142	0.025	12.4	58
2.22	1.000	1.134	0.025	11.8	58
2.24	1.000	1.128	0.025	11.3	58
2.26	1.000	1.120	0.025	10.7	58
2.28	1.000	1.100	0.025	9.0	58
2.30	1.000	1.047	0.025	4.4	58
2.32	1.000	1.046	0.025	4.3	58
2.34	1.000	1.045	0.025	4.3	58
2.36	1.000	1.033	0.025	3.1	58
2.38	1.000	1.027	0.025	2.5	58
2.40	1.000	1.025	0.025	2.4	58
2.42	1.000	1.022	0.025	2.1	58
2.44	1.000	1.018	0.025	1.7	58

2.46	1.000	1.012	0.025	1.1	58
2.48	1.000	1.009	0.025	0.8	58
2.50	1.000	1.003	0.025	0.2	58

TABEL II  
 NILAI PERSENTASE KESALAHAN TERENDAH *WATER FLOW*  
 SENSOR  
 MODEL *TURBINE*

Konstanta (K)	V <sub>SET</sub>	V <sub>UKUR</sub>	Tekanan (MPA)	Error (%)	Debit (mL/dtk)
7.96	1.000	1.072	0.025	6.7	58
7.98	1.000	1.073	0.025	6.8	58
8.00	1.000	1.080	0.025	7.4	58
8.02	1.000	1.077	0.025	7.1	58
8.04	1.000	1.077	0.025	7.1	58
8.06	1.000	1.073	0.025	6.8	58
8.08	1.000	1.069	0.025	6.4	58
8.10	1.000	1.070	0.025	6.5	55
8.12	1.000	1.069	0.025	6.4	55
8.14	1.000	1.072	0.025	6.7	55
8.16	1.000	1.069	0.025	6.4	55
8.18	1.000	1.066	0.025	6.1	55
8.20	1.000	1.060	0.025	5.6	55
8.22	1.000	1.054	0.025	5.1	55
8.24	1.000	1.048	0.025	4.5	55
8.26	1.000	1.050	0.025	4.7	55
8.28	1.000	1.049	0.025	4.6	55
8.30	1.000	1.046	0.025	4.3	55
8.32	1.000	1.047	0.025	4.4	55



8.34	1.000	1.024	0.025	2.3	55
8.36	1.000	1.022	0.025	2.1	55
8.38	1.000	1.022	0.025	2.1	55
8.40	1.000	1.013	0.025	1.2	55
8.42	1.000	1.012	0.025	1.1	55
8.44	1.000	1.008	0.025	0.7	55
8.46	1.000	1.002	0.025	0.1	55

Pada pengujian nilai konstanta pada *water flow* sensor model *oval gear* dan model *turbine* dengan mencari rata-rata hasil pengukuran pada tabel I dan II. didapatkan penurunan nilai *error* di tiap nilai konstanta. *Water flow* sensor model *oval gear* dimulai dari nilai konstanta 2,00 hingga 2,50. Maka dapat disimpulkan nilai konstanta  $K = 2.48$  dan nilai konstanta  $K = 2.50$  yang dianggap memiliki nilai persentase *error* yang lebih kecil. Sedangkan *Water flow* sensor model *turbine* dimulai dari nilai konstanta 7,96 hingga 8,46. Maka dapat disimpulkan nilai konstanta  $K = 8.44$  dan nilai konstanta  $K = 8.46$  yang dianggap memiliki nilai persentase *error* yang lebih kecil.

**B. Pengujian Nilai Konstan Dengan Mengubah Volume Setting**

Pada pengujian pengujian *water flow* sensor dengan mencari *error* terendah diketahui dua nilai konstanta yang memiliki nilai *error* terendah yaitu  $K = 2,48$  dan  $K = 2,50$  (*Oval Gear*) dan  $K = 8,44$  dan  $K = 8,46$  (*Turbine*) maka dilanjutkan dengan pengujian nilai konstanta dengan merubah volume *setting* dengan cara membandingkan hasil pengukuran *water flow* sensor model *oval gear* dan model *turbine* dengan meter air atau gelas ukur.

TABEL III  
 DATA HASIL WATER FLOW SENSOR MODEL OVAL GEAR DENGAN VOLUME SETTING BERBEDA

V <sub>SET</sub> (mL)	K = 2.48			
	V <sub>UKUR</sub> (mL)	Waktu (dtk)	Debit (mL/dtk)	Error (%)
400	403	6	66.6	0.7
800	850	13	61.5	5.8

1.200	1.256	21	57.1	4.4
1.600	1.677	28	57.1	4.5
2.000	2.034	35	57.1	3.8
Rata – rata error				3.8
K = 2.50				
V <sub>SET</sub> (mL)	V <sub>UKUR</sub> (mL)	Waktu (dtk)	Debit (mL/dtk)	Error (%)
400	412	6	66.6	2.9
600	801	13	61.5	0.1
1.200	1.220	21	57.1	1.6
1.600	1.632	28	57.1	2.0
2.000	2.034	35	57.1	1.6
Rata – rata error				1.6

TABEL IV  
 DATA HASIL WATER FLOW SENSOR MODEL TURBINE DENGAN VOLUME SETTING BERBEDA

V <sub>SET</sub> (mL)	K = 8.44			
	V <sub>UKUR</sub> (mL)	Waktu (dtk)	Debit (mL/dtk)	Error (%)
400	408	6	66.6	1.9
800	809	13	61.5	1.1
1.200	1.211	21	57.1	0.9
1.600	1.604	28	57.1	0.2
2.000	2.016	35	57.1	0.7
Rata – rata error				0.9
K = 8.46				
V <sub>SET</sub> (mL)	V <sub>UKUR</sub> (mL)	Waktu (dtk)	Debit (mL/dtk)	Error (%)
400	402	6	66.6	0.4
600	801	13	61.5	0.1



1.200	1.200	21	57.1	0
1.600	1.615	28	57.1	0.9
2.000	2.043	35	57.1	2.1
Rata – rata error				0.7

Berdasarkan pengujian nilai konstanta pada *water flow* sensor model *oval gear* dan model *turbine* dengan volume *setting* berbeda maka didapatkan nilai persentase *error* yang berbeda disetiap volume *setting*. Maka dapat disimpulkan nilai konstanta  $K = 2,50$  yang memiliki nilai persentase *error* terkecil pada *water flow* sensor model *oval gear* sedangkan nilai konstanta  $K = 8,46$  yang memiliki nilai persentase *error* terkecil pada *water flow* sensor model *turbine*.

C. Pengujian Nilai Konstanta dengan Mengubah Tekanan Air dan Volume Setting 400 mL

Pengujian nilai konstanta dengan merubah *pressure setting* dengan cara membandingkan hasil pengukuran *water flow* sensor model *oval gear* dan model *turbine*. Untuk *setting* volume 400 mL yaitu dengan menggunakan perintah program. saat hasil pengukuran *water flow* sensor mencapai volume *setting*, selanjutnya dilakukan perbandingan dengan pengukuran meter air atau gelas ukur. Setelah mendapatkan hasil perbandingan pengukuran, selanjutnya dicari nilai persentase *error*.

TABEL V  
DATA PENGUJIAN DENGAN TEKANAN BERBEDA DAN VOLUME SETTING 400 ML (OVAL GEAR)

P <sub>SET</sub> (MPA)	K = 2.48			
	V <sub>UKUR</sub> (mL)	Waktu (dtk)	Debit (mL/dtk)	Error (%)
0.020	407	15	26.6	1.7
0.022	404	12	33.3	0.9
0.023	408	8	50.0	1.9
0.024	402	7	57.1	0.4
0.025	404	7	57.1	0.9
Rata – rata error				1.1
P <sub>SET</sub>	K = 2.50			

(MPA)	V <sub>UKUR</sub> (mL)	Waktu (dtk)	Debit (mL/dtk)	Error (%)
0.020	410	15	26.6	2.4
0.022	406	12	33.3	1.4
0.023	400	8	50.0	0
0.024	403	7	57.1	0.7
0.025	406	7	57.1	1.4
Rata – rata error				1.1

TABEL VI  
DATA PENGUJIAN DENGAN TEKANAN BERBEDA DAN VOLUME SETTING 400 ML (TURBINE)

P <sub>SET</sub> (MPA)	K = 8.44			
	V <sub>UKUR</sub> (mL)	Waktu (dtk)	Debit (mL/dtk)	Error (%)
0.020	383	15	26.6	4.4
0.022	390	11	36.3	2.5
0.023	392	8	50.0	2.0
0.024	394	7	57.1	1.5
0.025	407	6	66.6	1.7
Rata – rata error				2.4
P <sub>SET</sub> (MPA)	K = 8.46			
	V <sub>UKUR</sub> (mL)	Waktu (dtk)	Debit (mL/dtk)	Error (%)
0.020	385	15	26.6	3.8
0.022	391	11	36.3	2.3
0.023	394	8	50.0	1.5
0.024	398	7	57.1	0.5
0.025	404	6	66.6	1.2
Rata – rata error				1.8



Setelah diketahui nilai persentase *error* pada konstanta ( $K = 2,48$   $K = 2,50$  model *oval gear*) dan ( $K = 8,44$   $K = 8,46$  model *turbine*). Maka dapat disimpulkan pada *water flow* sensor model *oval gear*, konstanta  $K = 2,48$  dan  $K = 2,50$  memiliki nilai *error* yang sama sedangkan pada *water flow* sensor model *turbine*, konstanta  $K = 8,46$  memiliki nilai *error* terkecil

*D. Pengujian Nilai Konstanta dengan Mengubah Tekanan Air dan Volume Setting 800 mL*

Pengujian nilai konstanta dengan merubah *pressure setting* dengan cara membandingkan hasil pengukuran *water flow* sensor model *oval gear* dan *model turbine*. Untuk *setting* volume 800 mL yaitu dengan menggunakan perintah program. saat hasil pengukuran *water flow* sensor mencapai volume *setting*, selanjutnya dilakukan perbandingan dengan pengukuran meter air atau gelas ukur. Setelah mendapatkan hasil perbandingan pengukuran, selanjutnya dicari nilai persentase *error*.

TABEL VII  
DATA PENGUJIAN DENGAN TEKANAN BERBEDA DAN VOLUME SETTING 800 ML (OVAL GEAR)

P <sub>SET</sub> (MPA)	K = 2.48			
	V <sub>UKUR</sub> (mL)	Waktu (dtk)	Debit (mL/dtk)	Error (%)
0.020	802	33	24.4	0.2
0.022	817	27	29.6	2.0
0.023	800	18	44.4	0
0.024	825	15	53.3	3.0
0.025	827	13	61.5	3.2
Rata – rata error				1.6
P <sub>SET</sub> (MPA)	K = 2.50			
	V <sub>UKUR</sub> (mL)	Waktu (dtk)	Debit (mL/dtk)	Error (%)
0.020	818	33	24.4	2.2
0.022	840	27	29.6	4.7
0.023	812	18	44.4	1.4

0.024	819	15	53.3	2.3
0.025	807	13	61.5	0.8
Rata – rata error				2.2

TABEL VIII  
DATA PENGUJIAN DENGAN TEKANAN BERBEDA DAN VOLUME SETTING 800 ML (TURBINE)

P <sub>SET</sub> (MPA)	K = 8.44			
	V <sub>UKUR</sub> (mL)	Waktu (dtk)	Debit (mL/dtk)	Error (%)
0.020	776	32	25.0	3.0
0.022	785	24	33.3	1.9
0.023	797	17	47.0	0.3
0.024	811	14	57.1	1.3
0.025	808	13	61.5	0.9
Rata – rata error				1.4
P <sub>SET</sub> (MPA)	K = 8.46			
	V <sub>UKUR</sub> (mL)	Waktu (dtk)	Debit (mL/dtk)	Error (%)
0.020	780	32	25.0	2.5
0.022	787	24	33.3	1.6
0.023	798	17	47.0	0.2
0.024	810	14	57.1	1.2
0.025	805	13	61.5	0.6
Rata – rata error				1.2

Setelah diketahui nilai persentase *error* pada konstanta ( $K = 2,48$   $K = 2,50$  model *oval gear*) dan ( $K = 8,44$   $K = 8,46$  model *turbine*). Maka dapat disimpulkan pada *water flow* sensor model *oval gear*, konstanta  $K = 2,48$  memiliki nilai *error* terkecil sedangkan pada *water flow* sensor model *turbine*, konstanta  $K = 8,46$  memiliki nilai *error* terkecil





E. Pengujian Nilai Konstanta dengan Mengubah Tekanan Air dan Volume Setting 1.200 mL

Pengujian nilai konstanta dengan merubah *pressure setting* dengan cara membandingkan hasil pengukuran *water flow sensor model oval gear dan model turbine*. Untuk *setting* volume 1.200 mL yaitu dengan menggunakan perintah program. saat hasil pengukuran *water flow sensor* mencapai volume *setting*, selanjutnya dilakukan perbandingan dengan pengukuran meter air atau gelas ukur. Setelah mendapatkan hasil perbandingan pengukuran, selanjutnya dicari nilai persentase *error*.

TABEL IX  
DATA PENGUJIAN DENGAN TEKANAN BERBEDA DAN VOLUME SETTING 1.200 ML (OVAL GEAR)

P <sub>SET</sub> (MPA)	K = 2.48			
	V <sub>UKUR</sub> (mL)	Waktu (dtk)	Debit (mL/dtk)	Error (%)
0.020	1.241	51	23.5	3.3
0.022	1.248	39	30.7	3.8
0.023	1.220	26	46.1	1.6
0.024	1.230	23	52.1	2.4
0.025	1.218	21	57.1	1.4
Rata – rata error				2.5
P <sub>SET</sub> (MPA)	K = 2.50			
	V <sub>UKUR</sub> (mL)	Waktu (dtk)	Debit (mL/dtk)	Error (%)
0.020	1.211	51	23.5	0.9
0.022	1.250	39	30.7	4.0
0.023	1.225	26	46.1	2.0
0.024	1.217	23	52.1	1.3
0.025	1.212	21	57.1	0.9
Rata – rata error				1.8

TABEL X  
DATA PENGUJIAN DENGAN TEKANAN BERBEDA DAN VOLUME SETTING 1.200 ML (TURBINE)

P <sub>SET</sub> (MPA)	K = 8.44			
	V <sub>UKUR</sub> (mL)	Waktu (dtk)	Debit (mL/dtk)	Error (%)
0.020	1.176	51	23.5	2.8
0.022	1.185	39	30.7	2.6
0.023	1.197	26	46.1	1.8
0.024	1.111	23	52.1	0.6
0.025	1.208	21	57.1	1.7
Rata – rata error				1.7
P <sub>SET</sub> (MPA)	K = 8.46			
	V <sub>UKUR</sub> (mL)	Waktu (dtk)	Debit (mL/dtk)	Error (%)
0.020	1.169	51	23.5	2.6
0.022	1.170	39	30.7	2.5
0.023	1.181	26	46.1	1.6
0.024	1.192	23	52.1	0.5
0.025	1.211	21	57.1	1.0
Rata – rata error				1.6

Setelah diketahui nilai persentase *error* pada konstanta (K = 2,48 K = 2,50 model *oval gear*) dan (K = 8,44 K = 8,46 model *turbine*). maka dapat disimpulkan nilai konstanta K = 2,50 memiliki nilai *error* terkecil.

F. Pengujian Nilai Konstanta dengan Mengubah Tekanan Air dan Volume Setting 1.600 mL

Hasil pengujian nilai konstanta dengan merubah *pressure setting* dengan cara membandingkan hasil pengukuran *water flow sensor model oval gear* dengan meter air atau gelas ukur. Untuk *setting* volume 1.600 mL dengan menggunakan perintah program. saat hasil pengukuran *water flow sensor* mencapai volume *setting*, selanjutnya



dibandingkan dengan pengukuran meter air atau gelas ukur. Setelah mendapatkan hasil perbandingan pengukuran, selanjutnya dicari nilai persentase *error*.

TABEL XI  
DATA PENGUJIAN DENGAN TEKANAN BERBEDA DAN VOLUME  
SETTING  
1.600 ML (OVAL GEAR)

P <sub>SET</sub> (MPA)	K = 2.48			
	V <sub>UKUR</sub> (mL)	Waktu (dtk)	Debit (mL/dtk)	Error (%)
0.020	1.628	69	23.1	1.7
0.022	1.612	53	30.3	0.7
0.023	1.622	36	44.4	1.3
0.024	1.628	31	51.6	1.7
0.025	1.624	28	57.1	1.4
Rata – rata error				1.3
P <sub>SET</sub> (MPA)	K = 2.50			
	V <sub>UKUR</sub> (mL)	Waktu (dtk)	Debit (mL/dtk)	Error (%)
0.020	1.604	69	23.1	0.2
0.022	1.611	53	30.3	0.6
0.023	1.612	36	44.4	0.7
0.024	1.624	31	51.6	1.4
0.025	1.608	28	57.1	0.4
Rata – rata error				0.6

TABEL XII  
DATA PENGUJIAN DENGAN TEKANAN BERBEDA DAN VOLUME  
SETTING  
1.600 ML (TURBINE)

P <sub>SET</sub> (MPA)	K = 8.44			
	V <sub>UKUR</sub> (mL)	Waktu (dtk)	Debit (mL/dtk)	Error (%)
0.020	1.550	69	23.1	3.2

0.022	1.561	53	30.3	2.4
0.023	1.582	36	44.4	1.1
0.024	1.593	31	51.6	0.4
0.025	1.605	26	57.1	0.3
Rata – rata error				1.4
P <sub>SET</sub> (MPA)	K = 8.46			
	V <sub>UKUR</sub> (mL)	Waktu (dtk)	Debit (mL/dtk)	Error (%)
0.020	1.558	69	23.1	2.6
0.022	1.567	53	30.3	2.1
0.023	1.589	36	44.4	0.6
0.024	1.597	31	51.6	0.1
0.025	1.605	26	57.1	0.8
Rata – rata error				0.6

Didapatkan nilai rata-rata persentase *error* yang dapat dilihat pada tabel 6. Setelah diketahui nilai persentase *error* pada konstanta K = 2,48 dan K = 2,50 maka dapat disimpulkan nilai konstanta K = 2,50 memiliki nilai *error* terkecil.

G. Pengujian Nilai Konstanta dengan Mengubah Tekanan Air dan Volume Setting 2.000 mL

Hasil pengujian nilai konstanta dengan merubah *pressure setting* dengan cara membandingkan hasil pengukuran *water flow* sensor model *oval gear* dengan meter air atau gelas ukur. Untuk *setting* volume 2.000 mL dengan menggunakan perintah program. saat hasil pengukuran *water flow* sensor mencapai volume *setting*, selanjutnya dibandingkan dengan pengukuran meter air atau gelas ukur. Setelah mendapatkan hasil perbandingan pengukuran, selanjutnya dicari nilai persentase *error*.

TABEL XIII  
DATA PENGUJIAN DENGAN TEKANAN BERBEDA DAN VOLUME  
SETTING  
2.000 ML (OVAL GEAR)

P <sub>SET</sub> (MPA)	K = 2.48			
	V <sub>UKUR</sub> (mL)	Waktu (dtk)	Debit (mL/dtk)	Error (%)
0.020	1.550	69	23.1	3.2



		(dtk)	(mL/dtk)	(%)
0.020	2.054	86	23.3	2.6
0.022	2.024	66	30.3	1.1
0.023	2.010	45	44.4	0.4
0.024	2.012	39	51.2	0.5
0.025	2.038	35	57.1	1.8
Rata – rata error				1.2
K = 2.50				
P <sub>SET</sub> (MPA)	V <sub>UKUR</sub> (mL)	Waktu	Debit	Error
		(dtk)	(mL/dtk)	(%)
0.020	2.005	86	23.3	0.2
0.022	2.030	66	30.3	1.4
0.023	2.007	45	44.4	0.3
0.024	2.006	39	51.2	0.2
0.025	2.020	35	57.1	0.9
Rata – rata error				0.6

		(dtk)	(mL/dtk)	(%)
0.020	1.943	86	23.3	2.9
0.022	1.959	66	30.3	2.0
0.023	1.978	45	44.4	1.1
0.024	1.998	39	51.6	0.1
0.025	2.030	35	57.1	1.4
Rata – rata error				1.5

Didapatkan nilai rata-rata persentase *error* yang dapat dilihat pada tabel 7. Setelah diketahui nilai persentase *error* pada konstanta K = 2,48 dan K = 2,50 maka dapat disimpulkan nilai konstanta K = 2,50 memiliki nilai *error* terkecil.

#### H. Hasil Perbandingan Water Flow Sensor

Berdasarkan pengujian nilai konstanta pada *water flow* sensor model *oval gear* dan model *turbine* dengan *pressure setting* dan *volume setting* yang berbeda maka didapatkan hasil pengujian nilai konstanta dengan mencari nilai rata-rata persentase *error* pada dua nilai konstanta yang berbeda, dua nilai konstanta tersebut dapat dibandingkan dengan cara melihat nilai rata-rata *error* terkecil. sehingga dapat disimpulkan nilai konstanta K = 8,46 pada *water flow* sensor model *oval gear* memiliki nilai persentase *error* terkecil.

TABEL XIV  
DATA PENGUJIAN DENGAN TEKANAN BERBEDA DAN VOLUME  
SETTING  
2.000 ML (TURBINE)

P <sub>SET</sub> (MPA)	V <sub>UKUR</sub> (mL)	K = 8.44		
		Waktu (dtk)	Debit (mL/dtk)	Error (%)
0.020	1.940	86	23.3	3.0
0.022	1.963	66	30.3	1.8
0.023	1.979	45	44.4	1.1
0.024	1.996	39	51.2	0.2
0.025	2.018	35	57.1	0.8
Rata – rata error				1.3
P <sub>SET</sub> (MPA)	V <sub>UKUR</sub> (mL)	K = 8.46		
		Waktu	Debit	Error

TABEL XV  
DATA RATA-RATA ERROR

Konstanta (K)	Volume Setting (V <sub>SET</sub> )					Rata – rata Error (%)
	400 mL	800 mL	1.200 mL	1.600 mL	2.000 mL	
2.50	2.4%	1.4%	1.7%	1.4%	1.3%	1.6%
8.46	1.8%	1.2%	1.6%	1.2%	1.5%	1.4%

Setelah melakukan perbandingan menggunakan dua model *water flow* sensor yang berbeda, maka dapat di ketahui nilai kesalahan atau persentase *error* yang terkecil yaitu pada *water flow* sensor model *oval gear* dengan nilai persentase *error* sebesar 1,3%.



TABEL XVI  
DATA HASIL AKHIR PERBANDINGAN KONSTANTA WATER FLOW  
SENSOR

Konstanta (K)	Model Water Flow Sensor	Error (%)
2.50	Oval Gear	1.3
8.46	Turbine	1.4

## V. PENUTUP

### A. Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan, yaitu:

1. Kontrol *water flow smart* metering PDAM merupakan sebuah sistem yang digunakan untuk mengontrol ketepatan pengukuran air pada *smart* metering. Sistem ini menggunakan dua model *water flow* sensor yaitu *water flow* sensor model *oval gear* dan *water flow* sensor model *turbine*. Kedua model *water flow* sensor tersebut dibandingkan tingkat akurasi dengan cara membandingkan hasil pengukuran meter air hingga didapatkan nilai *error* pengukuran terendah.
2. Pada pengujian *water flow* sensor model *oval gear* memiliki nilai persentase *error* sebesar 0,2 % pada nilai konstanta 2,50 dengan volume *setting* 1000 mL dengan nilai persentase *error* rata-rata keseluruhan sebesar 1,3% pada *water flow* sensor model *oval gear* dan nilai persentase *error* sebesar 0,1 % pada nilai konstanta 8,46 dengan nilai persentase *error* rata-rata sebesar 1,4 % pada *water flow* sensor model *turbine*. Dari nilai persentase *error* tersebut menunjukkan bahwa *water flow* sensor model *oval gear* yang memiliki kinerja yang cukup akurat dan presisi.

### B. Saran

Rancangan yang dibuat ini masih perlu adanya perbaikan agar bekerja secara optimal. Ada beberapa hal yang direkomendasikan untuk pengembangan lebih lanjut diantaranya:

1. Untuk melakukan pengembangan alat sebaiknya menggunakan metode kontrol seperti *PID (Proportional Integral Derivative)* untuk dapat menstabilkan kepresisian saat pengukuran volume air.
2. Pengembangan juga bisa dilakukan dengan memperbaiki mekanik pada sistem kontrol *water flow* untuk

mempermudah terulang atau kalibrasi ulang *water flow* sensor.

3. Pengembangan alat juga dapat dilakukan dengan cara menggunakan *water flow* sensor yang lebih akurat.

## REFERENSI

- [1] Kement, C. E., et al. (2020). Holistic Privacy for Electricity, Water, and Natural Gas Metering in Next Generation Smart Homes.
- [2] John, A., et al. (2017). "Development of a Low Cost Digital Turbine Water Flow Meter for Irrigation Farm." *International Journal of Basic & Applied Sciences* 6: 92-97.
- [3] Mills, C. (2020). "Calibrating and operating Coriolis flow meters with respect to process effects." *Flow Measurement and Instrumentation* 71: 101649.
- [4] Rokade, A., et al. (2019). " Smart Device to Cntrol Water Billing Units" *International Research Journal of Engineering and Technology* 6: 56-72.
- [5] Matos, T., et al. (2019). " Smart Device to Cntrol Water Billing Units" *International Research Journal of Engineering and Technology*
- [6] Lawan, M., et al. (2018). " Microcontroller Based Electronic Digital Lock with Security Notification" *Journal of Engineering Research and Reports* " 2: 1-13.
- [7] Megantoro, P., et al. (2020). " Validation Method for Digital Flow Meter for Fuel Vendors" *Journal of Robotics and Control* " 1: 44-48.
- [8] Susilawati, H., et al. (2019). " Designing web-based and android application to monitoring and estimating price of the use of water discharge " *Journal of Physics* "
- [9] Gudi, G., et al. (2019). " Design and Development of Water Flow Sensor " *IOSR Journal of Engineering* 3: 58-62.
- [10] Abdullahi, S., et al. (2019). "Design, simulation and practical experimentation of miniaturized turbine flow sensor for flow meter assessment." *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics* 8.

