



ISSN: 2528-5688
E-ISSN: 2528-5696

VOLT

Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro

Journal homepage: jurnal.untirta.ac.id/index.php/VOLT

Vol. 3, No. 1, April 2018, 26–36



RANCANG BANGUN ALAT METERAN AIR DIGITAL MENGGUNAKAN SENSOR ALIRAN AIR SEN-HZ21WA

Romi Wiryadinata^{1✉}, Bobby Fisher Butar-Butar¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten, Indonesia
E-mail: wiryadinata@untirta.ac.id

Diterima: 06 April 2018. Direvisi: 28 April 2018. Dipublikasikan: 30 April 2018

Abstrak

Tujuan Penelitian ini adalah merancang meter air menggunakan sensor aliran air SEN-HZ21WA, kemudian diuji dengan cara membandingkan antara meter air analog PDAM dengan meter air Z3002. Meter air digital dapat menampilkan keluaran data berupa debit air, tekanan air, dan volume air yang mengalir pada LCD (*Liquid Crystal Display*). Meter air yang dikalibrasi memiliki batas pengukuran debit air yaitu 0,8-28,1 liter/menit, rata-rata kesalahan pengukuran volume air pada gelas ukur sebesar 4,5 %, dan rata-rata kesalahan debit air pada meter air Z3002 yaitu 0,063 %. Meter air yang dirancang dan meter air milik PDAM memiliki selisih rata-rata kesalahan pembacaan debit air 0,0181 liter/detik, tekanan air 0,1365 Bar, dan volume air 0,743 liter.

© 2018 Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, UNTIRTA

Kata kunci: Debit dan Tekanan Air, Meteran Air, Sensor SEN-HZ21WA

PENDAHULUAN

Air adalah material yang penting di dalam kehidupan makhluk hidup, tidak ada makhluk hidup di dunia yang tidak membutuhkan air. Pertambahan penduduk semakin meningkat dan kebutuhan akan air juga akan semakin meningkat (Alpian, Kasim, & Kunang, 2013). Air akan dikatakan keruh apabila mengandung banyak partikel, sehingga memberikan warna atau rupa yang berlumpur dan kotor. Penurunan kualitas air tanah, menyebabkan banyak

masyarakat yang beralih menggunakan air PDAM untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari (Kautsar, Isnanto, Widiyanto, 2015).

Air yang diambil langsung dari sumbernya dinilai kurang menguntungkan, terutama bagi industri yang berada jauh dari sumber air baku. PDAM merupakan suatu perusahaan daerah yang mengelola air untuk memenuhi kebutuhan air penduduk. PDAM dipilih karena penggunaannya tidak perlu merencanakan dan merawat instalasi pipa dari sumbernya (Suharjono, Rahayu, & Afwah, 2016).

Pemerintah membentuk PDAM untuk mengatasi masalah penyediaan dan pendistribusian air bersih di sejumlah wilayah Kabupaten/Kota. IWA menyebutkan bahwa permasalahan abad 21 mendatang adalah kehilangan air. Perusahaan air minum daerah wajib menurunkan tingkat kehilangan air hingga 20 % (Saragih & Guritno, 2013).

Air yang digunakan oleh konsumen PDAM dapat dimonitor menggunakan meter air. Alat pengukuran penggunaan air dilengkapi dengan beberapa karakteristik metrologis salah satunya alat penunjuk yang berfungsi untuk mengukur volume air yang digunakan dengan satuan m^3 . Bentuk fisik dari alat penunjuk salah satunya adalah digit angka. Digit angka dari penunjuk meter air dicatat oleh petugas setiap bulan (Musyafa, Rasmana, & Susanto, 2015).

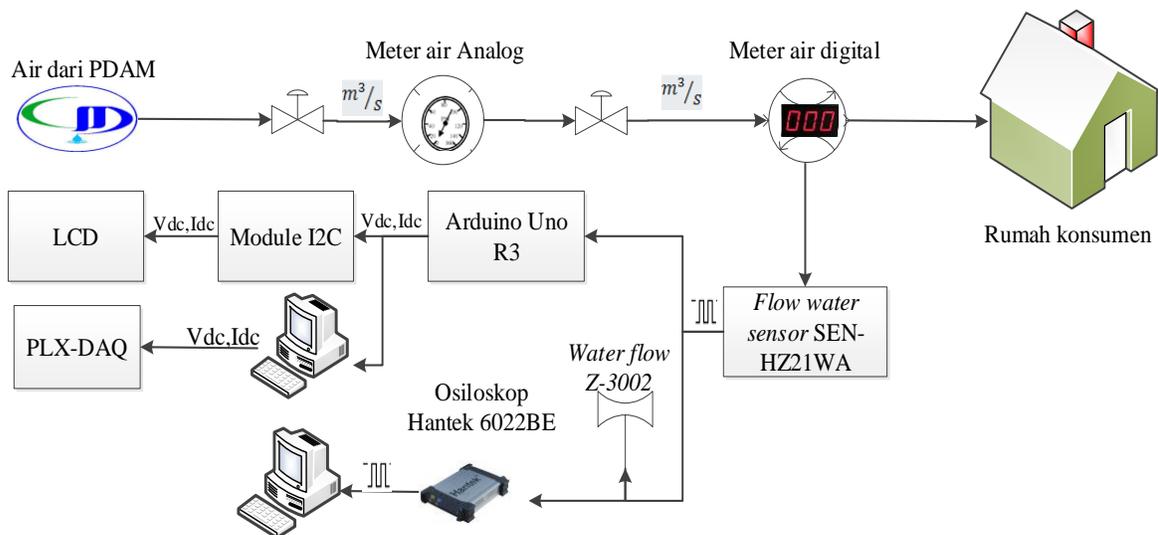
Meter air analog yang digunakan PDAM masih mengalami kesulitan dalam pembacaan jumlah penggunaan air (Rayes, 2016). Kesalahan akurasi data debit air sering terjadi pada meter air. Teknologi pada era yang serba maju ini banyak dijumpai berbasis digital yang dapat menjamin efisiensi waktu, tenaga, serta manajemen

dengan baik (Endaryono, 2014). Teknologi digital cenderung banyak dipilih karena mempunyai banyak keuntungan baik dari sudut pandang ergonomi dan penggunaannya yang mudah. Alat secara elektronik perlu dibuat untuk memantau penggunaan debit air (Rahman & Adi, 2015).

PDAM Tirta Daroy di Kota Banda Aceh terindikasi belum mampu melakukan jaminan efisiensi dalam pelayanan kebutuhan air bersih untuk masyarakat (Tansier, Fatimah, & Nasir, 2015). Perhitungan mengenai debit aliran dan kehilangan tekanan air yang terjadi disetiap pipa perlu diperhatikan secara tepat dengan tujuan untuk bisa memprediksi distribusi air pada pipa jaringan secara akurat (Setiawan, 2003).

METODE

Meteran air digital pada penelitian ini menggunakan sensor aliran air SEN-HZ21WA sebagai alat untuk mengukur laju aliran air, sehingga tahapan penyelesaiannya terdapat pada diagram blok pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram blok penelitian.

Meter air pada konsumen PDAM dilakukan pengujian pembacaan debit air dan volume air yang mengalir. Meter air digital yang dirancang menghasilkan keluaran data berupa

debit air dan tekanan air. Data yang dihasilkan meter air digital ditampilkan pada layar LCD dan pada *data logger* PLX-DAQ (Parallax Data Acquisition tool).

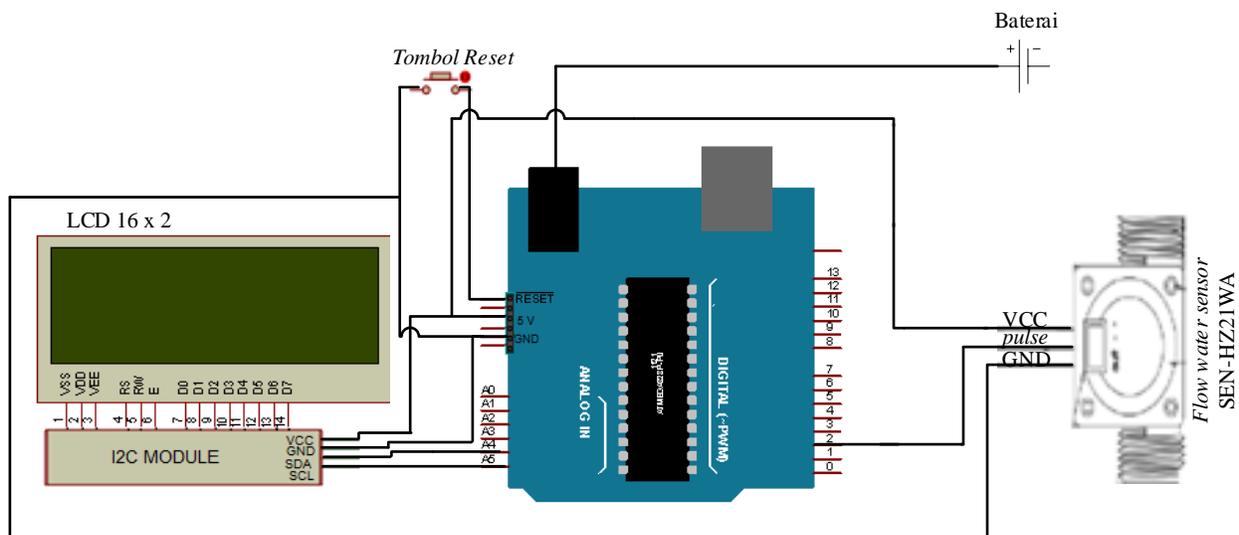
Hasil data yang diperoleh dari kedua meter air dilakukan analisis data untuk mengetahui perbandingan hasil data yang didapat. Meter air yang dirancang menggunakan sensor aliran air SEN-HZ21WA sebagai pembaca debit air yang mengalir. Sensor aliran air yang digunakan dilakukan pengujian bentuk sinyal yang dihasilkan sensor terhadap debit air yang mengalir. Bentuk sinyal ini dihasilkan menggunakan alat ukur osiloskop HANTEK 6022BE.

Osiloskop yang digunakan sebagai alat untuk membaca bentuk sinyal yang dihasilkan sensor dan mengirimkan bentuk sinyal ke personal komputer untuk menampilkan bentuk sinyal. Metode perancangan meter air digital yang

digunakan mengacu pada debit air dan tekanan air yang mengalir.

Rancang bangun meter air digital

Perangkat keras atau *hardware* yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor aliran air SEN-HZ21WA, Arduino uno R3, LCD (*Lyquid Crystal Display*), I2C (*Inter Integrated Circuit*), baterai 9 V. meter air digital dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pusat data dan sistem kendali pada meter air digital. Sensor aliran air SEN-HZ21WA digunakan untuk mengukur laju aliran air yang mengalir. Skematik meter digital yang dirancang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Wiring diagram meter air digital.

Rangkaian ini terdiri dari *flow water sensor* SEN-HZ21WA, *module Inter Integrated Circuit*, LCD, dan arduino uno R3 sebagai mikrokontroler.

Mikrokontroler Arduino Uno R3

Pin yang digunakan pada arduino dalam merancang meter air digital sesuai pada Gambar 2 yaitu *pin* digital 2 untuk serial data dari *water flow sensor* SEN-HZ21WA, *pin* analog 5 untuk *serial clock* dari *module Inter Integrated Circuit* (I2C), dan *pin* analog 4 untuk serial data dari I2C.

Arduino UNO adalah papan arduino yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Arduino UNO memiliki 14 *pin* digital yaitu 6 *pin* dapat digunakan sebagai *output PWM* (*Pulse-Width Modulation*), 6 *input* analog, sebuah 16 MHz osilator kristal, koneksi USB (*Universal Serial Bus*), konektor, *header ICSP* (*In Circuit Serial Programming*), dan tombol reset.

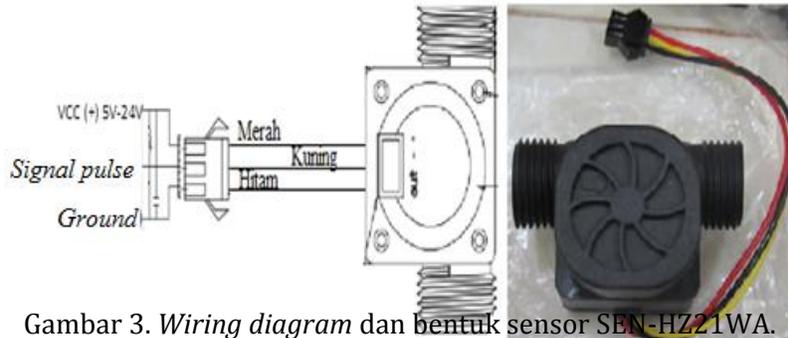
Masing-masing dari 14 *pin* digital arduino UNO dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran menggunakan fungsi *pin mode*, digital *write* dan digital *read*. Arduino UNO memiliki 6 masukan analog yang diberi label A0 sampai A5,

setiap *pin* menyediakan resolusi sebanyak 10 bit.

Sensor aliran air SEN-HZ21WA

Sensor aliran air terdiri dari katup plastik, rotor air, dan sensor *hall efek*. Ketika air mengalir melalui gulungan rotor

terjadi pergerakan pada rotor dan menghasilkan medan listrik dan menimbulkan gaya Lorentz. Sensor *hall efek* memiliki keluaran sinyal dalam bentuk pulsa. Bentuk *wiring diagram* sensor yang digunakan sesuai pada Gambar 3.

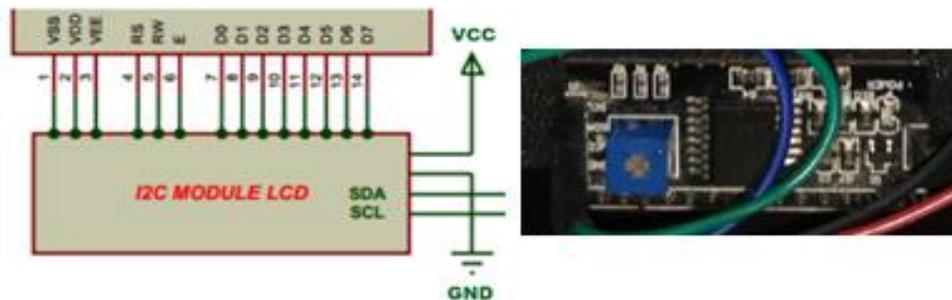


Gambar 3. *Wiring diagram* dan bentuk sensor SEN-HZ21WA.

Sensor SEN-HZ21WA sesuai pada Gambar 3 memiliki 3 kabel yaitu hitam merupakan kabel yang digunakan sebagai kabel *negatif* atau *ground* (GND). Kabel kuning merupakan *output* dari sensor dan kabel merah sebagai VCC (tegangan masukan sensor). Sensor aliran air SEN-HZ21WA memiliki spesifikasi.

Rangkaian I2C

Rangkaian I2C yang digunakan pada penelitian ini untuk mempermudah merangkai kabel dari LCD ke arduino uno yang digunakan. Layar memerlukan 16 *pin* untuk mengirimkan data dari arduino dengan menggunakan I2C *pin* yang digunakan hanya 4 yaitu VCC, *ground*, SDA (*Serial Data*), dan SCL (*Serial Clock*). I2C yang digunakan pada penelitian yaitu I2C PCF8574A seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. *Wiring diagram* dan bentuk fisik I2C.

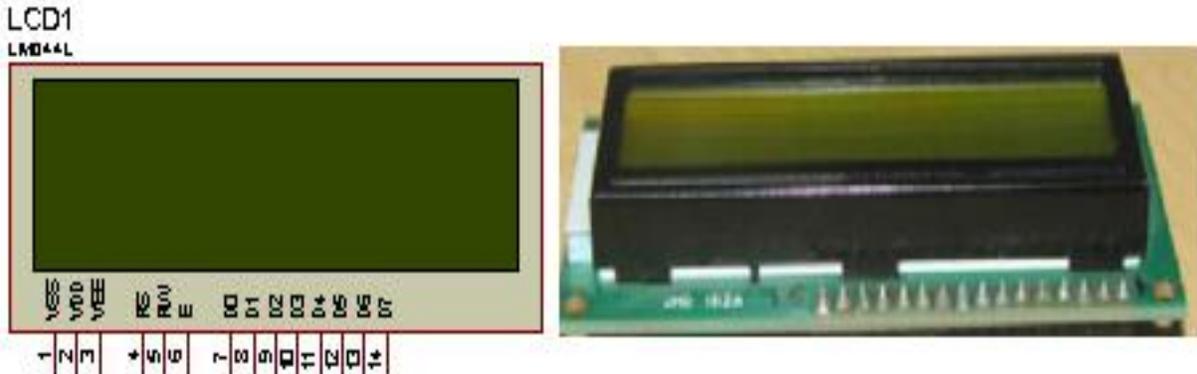
Rangkaian I2C terdiri dari saluran SCL dan SDA yang membawa informasi data antara I2C dengan sistem kendalinya. Perancangan module I2C ini menggunakan tipe PCF8574A. *Module* ini digunakan untuk meminimalkan penggunaan *pin* pada saat menggunakan display LCD 16 x 2. *Pin* yang digunakan pada LCD adalah 14 *pin*, namun *module* I2C yang digunakan pada penelitian

ini hanya perlu menyediakan 4 *pin* keluaran yang ada pada mikrokontroler.

LCD karakter

Layar yang digunakan untuk menampilkan data adalah LCD 16 x 2 untuk menampilkan data volume air dan tekanan air yang mengalir. LCD (Gambar 5) memiliki 192 macam karakter

dan mampu menulis 8 bit atau 4 bit dengan tegangan masukkan 5,3 V dan hanya butuh arus 3 mA.

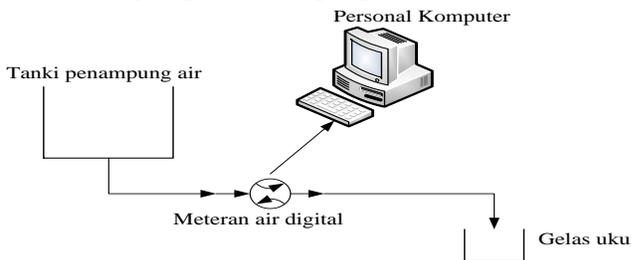


Gambar 5. Wiring diagram LCD.

Perancangan LCD pada penelitian ini menggunakan tipe LM044L yang berfungsi menampilkan hasil debit air dan tekanan air yang mengalir.

Perancangan untuk debit dan tekanan air

Sensor aliran air yang dipakai pada penelitian ini menggunakan *flow water sensor* SEN-HZ21WA untuk menghitung debit air dan tekanan air yang dirancang seperti Gambar 6.



Gambar 6. Diagram blok penelitian debit dan tekanan air.

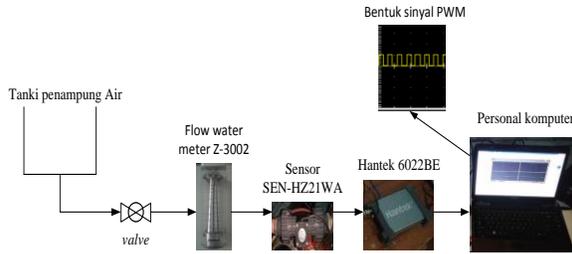
Gambar 6 menjelaskan bentuk penelitian debit dan tekanan air. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan tanki penampung air yang mengalirkan air ke meter air. Debit dan tekanan air yang mengalir dibaca oleh meter air digital. Meter air digital menampilkan data debit air dan tekanan air pada LCD dan mengirimkan hasil data debit dan tekanan air ke personal komputer sebagai *data logger* untuk mengolah data. Hasil data debit air yang didapat dilakukan perbandingan dengan data yang didapat pada gelas

ukur. Hasil data tekanan air yang didapat dilakukan perbandingan dengan perhitungan secara manual dengan persamaan (1).

$$E_k = \frac{1}{2} \rho v_1^2 \quad (1)$$

E_k adalah energi kinetik (Pa), ρ adalah massa jenis (kg/m^3), dan v adalah kecepatan aliran air yang mengalir (m^3/s). Persamaan (1) tersebut digunakan untuk menghitung debit pada air dan untuk dibandingkan antara perhitungan manual dengan hasil yang terbaca oleh sensor. Debit juga dapat dihitung dengan menggunakan nilai frekuensi yang didapatkan pada nilai konstanta. Tetapi, hasil yang didapat pada persamaan *data sheet* sensor membutuhkan variasi nilai konstanta. Variasi nilai konstanta dilakukan dengan percobaan nilai konstanta yang berbeda-beda untuk mencapai akurasi yang lebih mendekati dengan hasil yang didapat pada gelas ukur.

Flow water sensor yang digunakan merupakan sensor digital yang menghasilkan sinyal keluaran berupa PWM yaitu merubah bentuk lebar pulsa sesuai dengan hasil debit yang dihitung. Bentuk sinyal yang ditampilkan dalam osiloskop dipakai sebagai alat uji untuk mengetahui pengaruh debit air terhadap perubahan data yang didapat pada osiloskop. Bentuk penelitian yang dilakukan seperti pada Gambar 7.

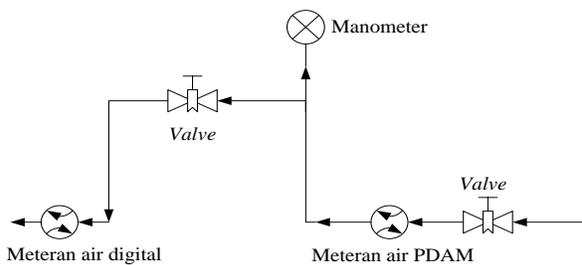


Gambar 7. Diagram blok penelitian bentuk sinyal PWM.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh bentuk sinyal terhadap debit air yang mengalir. Penelitian ini dimulai dari tangki penampung air yang dihubungkan dengan valve. Valve yang digunakan untuk mengatur debit air yang mengalir pada selang air. Debit air yang mengalir di pantau pada flow water meter Z-3002 yang keluaran airnya dihubungkan dengan sensor SEN-HZ21WA. Sensor yang digunakan mengirimkan sinyal PWM ke osiloskop Hantek 6022BE untuk membaca bentuk sinyal PWM yang dihasilkan sensor.

Perancangan penelitian meter air digital di PDAM

Perancangan penelitian dimulai pada meter air konsumen PDAM di tiga tempat dan waktu yang acak di kota Cilegon. Tempat penelitian meter air konsumen PDAM Cilegon seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram blok penelitian meter air di konsumen PDAM.

Pengujian dititik Perumnas menggunakan manometer sebagai alat ukur tekanan air untuk mengetahui penurunan tekanan air terhadap debit air dan tekanan air yang terukur di meter air digital. Pengujian dititik arga dan pegantungan untuk mengetahui perbandingan debit

air yang terbaca meter air PDAM dan meter air digital yang dirancang dan menghitung secara manual tekanan yang terbaca pada kedua meter air digital dan analog. Bentuk penelitian di konsumen PDAM seperti pada Gambar 8.

Data primer penelitian ini diperoleh dari debit air yang mengalir pada pipa dari Perusahaan Daerah Air Minum dan disambung pada meter air analog. Meter air digital yang telah dirancang dapat menampilkan data debit air dan tekanan air yang mengalir pada pipa. Manometer diletakan sebagai alat ukur penurunan tekanan ketika air mengalir. Manometer yang digunakan hanya ada dititik lokasi Perumnas sedangkan dititik lainnya hanya mengambil data debit air. Valve yang digunakan untuk membuka dan menutup aliran air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sensor terhadap volume dan debit

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan data volume air dan debit air. Pengujian ini merubah nilai K (Konstanta) untuk mendapatkan hasil volume air pada sensor yang sesuai dengan hasil volume pada gelas ukur. Perubahan konstanta ini mempengaruhi nilai debit air dan volume air yang dihasilkan. Nilai konstanta yang digunakan untuk sensor ini ditentukan dari data sheet sensor yaitu 4,1 dan 7,5.

Hasil pengujian yang telah dilakukan seperti pada Tabel 1. diambil persentase kesalahan terkecil untuk dipakai acuan konstanta pada meteran air digital.

Tabel 1. Hasil Kalibrasi Sensor.

K	V	G	%	S
4,1	2,00	1,05	90,5	0,95
5,0	1,80	1,05	71,4	0,75
6,0	1,60	1,10	45,5	0,50
7,5	1,30	1,10	18,2	0,20
8,0	1,20	1,11	8,1	0,09
9,0	1,07	1,05	1,9	0,02
10,0	0,95	1,10	13,6	0,15
11,0	0,90	1,15	21,7	0,25
12,0	0,78	1,13	31,0	0,35

K adalah nilai konstanta, V adalah Volume meter air digital dalam liter, G adalah Volume gelas ukur dalam liter, % menunjukkan persentase kesalahan pengukuran, dan S adalah selisih dalam liter. Pengujian nilai konstanta ini dimulai dari nilai *data sheet* yang memiliki hasil persentase kesalahan terbesar sampai dengan nilai konstanta yang memiliki persentase kesalahan terkecil pada hasil pembacaan volume air terhadap gelas ukur.

Pengujian volume air yang pada konstanta 9,0 ditentukan sebagai nilai ketetapan yang dipakai untuk meter air digital karena memiliki tingkat kesalahan pembacaan volume air yang cukup kecil dibandingkan dengan nilai konstanta *datasheet*, sehingga rata-rata persentase kesalahan sensor yang akan digunakan dapat diketahui seperti terdapat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil pembacaan nilai volume.

Volume (ml)		E (%)
Gelas Ukur	Sensor	
960	996	3,7
960	1003	4,5
1000	1041	4,1
1040	1009	2,9
1050	1092	4,0
1060	1111	4,8
1150	1236	7,5
Rata-rata kesalahan		4,5

Meter air digital yang dirancang dilakukan pengujian debit air untuk mendapatkan validasi data debit air yang sesuai pada *flow meter* Z3002. Hasil data pembacaan debit air ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pembacaan debit air.

Z3002	SEN-HZ21WA	$\Delta Error$
1,60	1,66	0,06
2,50	2,50	0,00
3,40	3,25	0,15
4,50	4,44	0,06
5,05	5,07	0,02
6,05	6,05	0,00

Z3002	SEN-HZ21WA	$\Delta Error$
6,50	6,65	0,15
Rata-rata kesalahan		0,06
Persentase kesalahan		0,063%

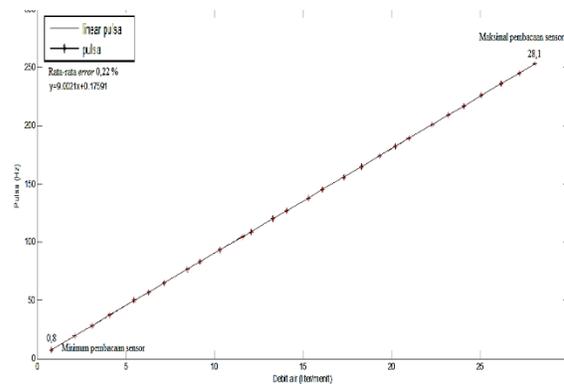
Hasil pengujian debit air pada Tabel 3 menunjukkan meter air digital memiliki E (persentase kesalahan) sebesar 0,063 %. Pembacaan debit air pada meter air digital dan *flow meter* Z3002 memiliki selisih yang cukup kecil dibandingkan dengan SEN-HZ21WA karena sensor tersebut telah dikalibrasi.

Pengujian sensor terhadap sinyal PWM

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hubungan pulsa dengan debit air pada konstanta yang diubah terhadap debit air. Pembacaan dari sensor yang merupakan *raw data* sehingga perlu diketahui nilai pembacaan yang mendekati dengan pembacaan manual dengan analisis linier. Berdasarkan kurva linier sensor diperoleh hasil untuk konversi dari pembacaan *pulse* pada sensor, yaitu seperti terdapat pada Persamaan (2) berikut.

$$y = 9,0021x - 0,17591 \tag{2}$$

x adalah pembacaan debit air. Hasil pembacaan debit air pada sensor memiliki rata-rata kesalahan 0,22 % seperti pada Gambar .

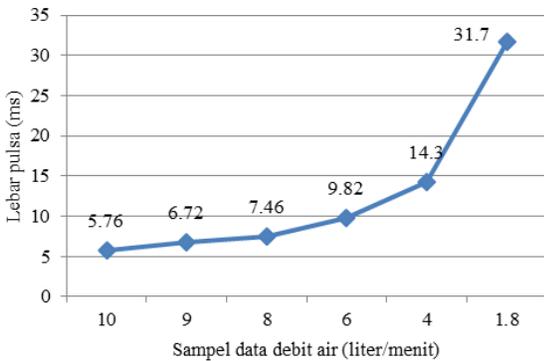


Gambar 9. Kurva linier *pulse* terhadap debit.

Hubungan pulsa terhadap debit air seperti Gambar 9 merupakan pembacaan debit air yang menunjukkan hubungan penurunan nilai *pulse* ketika terjadi penurunan debit air, dan peningkatan nilai *pulse* ketika terjadi peningkatan debit air. Hal ini disebabkan oleh cara kerja *flow water*

sensor yang mengukur debit air dengan menghitung pulsa yang dihasilkan.

Batas minimum dan maksimum debit air yang dapat dibaca oleh sensor. Debit air minimum yang dapat terbaca yaitu 0,8 liter per menit dengan nilai pulsa yang terbaca 7 Hz dan batas maksimum debit air yang dapat dibaca 2,81 liter per menit dengan nilai pulsa yang terbaca 253 Hz.



Gambar 10. Hubungan lebar pulsa dengan debit.

Data debit air yang dihasilkan dapat dipakai sebagai acuan untuk batas minimum dan maksimum kerja sensor. Pengaruh lebar pulsa terhadap debit air seperti pada Gambar 10. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bentuk sinyal pulsa yang dihasilkan sensor.

PWM (*Pulse Width Modulation*) merupakan proses perubahan lebar pulsa. Keluaran PWM diamati dengan menggunakan osiloskop sehingga terlihat perubahan bentuk sinyal terhadap debit air. Pengujian sensor pada debit air 1,8 liter/menit menghasilkan bentuk sinyal seperti pada Gambar 11 berikut.



Gambar 11. Hasil sinyal keluaran sensor pada debit air 1,8 liter/menit.

Gambar 11 merupakan bentuk PWM yang dihasilkan sensor saat debit air yang mengalir sebesar 1,8 liter/menit. Persamaan yang didapat pada *data sheet* sensor dapat membuktikan konstanta yang akurat untuk digunakan pada *flow water sensor*. Hasil pembacaan periode yang

didapat pada osiloskop pada debit air 1,8 liter/menit yaitu 63,2 ms dan hasil yang didapatkan secara manual yaitu 63,2 ms. Hasil pembacaan frekuensi pada osiloskop yaitu 15,83 Hz dan hasil perhitungan manual sesuai persamaan pada *data sheet* yaitu 16,2 Hz. Hasil pembacaan nilai frekuensi pada osiloskop dan perhitungan manual memiliki selisih 0,19 Hz. Selisih perhitungan ini dikarenakan tidak akurat dalam pembacaan debit air dengan *flow water meter Z-3002*. Pengujian sensor pada debit air 10 liter/menit menghasilkan bentuk sinyal seperti pada Gambar 12.



Gambar 12. Hasil sinyal keluaran sensor pada debit air 10 liter/menit.

Hasil pembacaan periode yang didapat pada osiloskop pada debit air 10 liter/menit yaitu 11,3 mS dan hasil yang didapatkan secara manual didapatkan hasil 11,3 mS. Hasil pembacaan frekuensi pada osiloskop yaitu 88,87 Hz dan hasil perhitungan manual sesuai persamaan pada *data sheet* yaitu 90 Hz. Hasil pembacaan nilai frekuensi pada osiloskop dan perhitungan manual memiliki selisih 0,13 Hz. Selisih perhitungan ini dikarenakan tidak akurat dalam pembacaan debit air dengan *flow water meter Z-3002* yang seharusnya debit air yang terbaca yaitu 9,87 liter/menit.

Sinyal PWM seperti hasil pengujian yang telah dilakukan pada umumnya memiliki tegangan efektif yang tetap yaitu 5,18 V, namun memiliki lebar pulsa dan frekuensi yang bervariasi. Data yang didapat pada osiloskop dapat disimpulkan bahwa data yang berubah ubah ketika debit air berubah yaitu lebar pulsa dan frekuensi dari sinyal tersebut, maka PWM pada *flow water sensor* dipengaruhi pada debit air yang mengalir. Debit air mempengaruhi lebar pulsa, maka semakin besar debit air yang mengalir semakin kecil lebar pulsa yang dihasilkan. Debit air berbanding terbalik dengan lebar pulsa dan frekuensi.

Persamaan pada *data sheet* dapat membuktikan konstanta yang akurat untuk

digunakan pada *flow water sensor*. Hasil pengujian sinyal keluaran sensor yang telah dilakukan menyatakan bahwa debit air yang mengalir mempengaruhi bentuk sinyal yang dihasilkan oleh sensor.

Bentuk sinyal yang dihasilkan semakin rapat jika debit air yang terbaca semakin besar. Lebar pulsa yang didapat dipengaruhi dari debit air yang mengalir dan frekuensi yang dihasilkan dipengaruhi dari lebar pulsa yang terbaca. *Duty cycle* yang didapat memiliki selisih persentase yang kecil dengan kata lain debit air mempengaruhi nilai *duty cycle* yang dikarenakan debit air mempengaruhi lebar pulsa.

Pengujian sistem meter pada konsumen PDAM

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kelayakan meter air digital dalam penggunaannya pada konsumen PDAM di Kota Cilegon. Hasil data yang didapat dari beberapa titik lokasi ini berupa data debit air, volume, dan waktu saat pengujian berlangsung.

Tekanan air pada titik peletakkan meter air digital berbanding lurus dengan debit air yang mengalir. Debit air yang mengalir dipengaruhi oleh tekanan yang ada pada pipa dan *loss pressure* pun bisa mempengaruhi debit air. Kenaikan debit air dan penurunan debit air dikarenakan awal posisi tutup keran hingga *full* terbuka. Hasil data pengujian yang didapat seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengukuran di rumah pompa PDAM.

	Meter Air		Δ	E (%)
	Digital	Analog (PDAM)		
Pegantungan 7.20 WIB selama 44 detik				
V (m ³)	9,805 ⁻³	9,0 ⁻³	8,05 ⁻⁴	8,9
Q (m ³ /s)	2,28 ⁻⁴	2,04 ⁻⁴	2,4 ⁻⁵	11,8
P (Bar)	1,011 ⁻³	8,10 ⁻⁴	2,01 ⁻⁴	24,8
Pegantungan 20.03 WIB selama 31 detik				
V (m ³)	1,01 ⁻²	1,0 ⁻²	7,7 ⁻⁵	0,8
Q (m ³ /s)	3,25 ⁻⁴	3,33 ⁻⁴	8,0 ⁻⁶	2,4
P (Bar)	2,12 ⁻³	2,58 ⁻³	3,5 ⁻⁵	1,6
Komplek Arga jam 19.45 WIB				

	Meter Air		Δ	E (%)
	Digital	Analog (PDAM)		
selama 42 detik				
V (m ³)	8,63 ⁻³	1,0 ⁻³	1,37 ⁻³	13,7
Q (m ³ /s)	2,06 ⁻⁴	2,38 ⁻⁴	3,3 ⁻⁵	13,7
P (Bar)	8,26 ⁻⁴	1,10 ⁻³	2,76 ⁻⁴	25,1
Perumnas Cibeber jam 14.57 WIB selama 92 detik				
V (m ³)	9,28 ⁻³	1,0 ⁻³	7,23 ⁻⁴	7,2
Q (m ³ /s)	1,01 ⁻⁴	1,09 ⁻⁴	8,0 ⁻⁶	7,2
P (Bar)	1,98 ⁻⁴	2,31 ⁻⁴	3,3 ⁻⁵	14,1

Hasil data seperti Tabel 4 dapat dihitung kembali secara perhitungan manual. V adalah volume, Q adalah debit, P adalah tekanan, Δ adalah selisih pengukuran, dan E adalah persen *error* yang dihasilkan.

Tekanan air pada titik peletakkan meter air digital berbanding lurus dengan debit air yang mengalir. Debit air yang mengalir dipengaruhi oleh tekanan yang ada pada pipa dan *loss pressure* mempengaruhi debit air. Hasil data pengujian yang diperoleh.

Perbedaan data yang didapatkan dikarenakan adanya kenaikan dan penurunan debit yang tidak stabil saat pengujian. Perubahan ini terjadi dikarenakan pembukaan *valve* secara perlahan. Pembukaan *valve* secara perlahan dilakukan dikarenakan kesulitan untuk mendapatkan debit yang diinginkan. Sedangkan perbedaan hasil tekanan didapat dikarenakan tekanan air dipengaruhi oleh debit air yang mengalir, air yang terbuang karena kesalahan sambungan pipa air, dan kondisi keran yang bocor milik PDAM.

Hasil data pengujian meter air digital lokasi Cibeber didapatkan tekanan air yang dibaca manometer berbanding terbalik terhadap tekanan air yang dibaca pada meter air digital. Error terkecil dari semua pengukuran diperoleh pada saat pengukuran di daerah tersebut karena kondisi meteran air PDAM yang paling layak.

Manometer membaca tekanan 3,2 Bar saat *valve* tidak dibuka dan saat *valve* dibuka terjadi

penurunan tekanan. Penurunan tekanan ini berbanding lurus dengan tekanan air yang dibaca pada meter air digital. Penurunan tekanan yang terjadi diakibatkan air mengalir keluar dititik sebelum pembacaan manometer dapat membaca kebocoran pipa. Berikut Tabel 5 adalah perbandingan pengukuran dan pengujian antara manometer dan meteran air.

Tabel 5. Pengujian meter air dan manometer.

Debit (m ³ /s)	Manometer		Meter digital
	Tekanan (Bar)	Penurunan tekanan (Bar)	Tekanan (Bar)
0	3,2	0	0,000
250	2,5	0,7	0,001
333	2,2	0,9	0,002
500	1,8	1,4	0,005

Tabel 5 menunjukkan hasil data debit air, tekanan air, dan penurunan tekanan. *Valve* yang dibuka semakin besar mengakibatkan debit air yang mengalir semakin besar, maka penurunan tekanan yang terbaca manometer ikut semakin besar. Tekanan yang dibaca meter air digital saat debit air mengalir 250 m³/s yaitu 0,001 Bar, sedangkan penurunan tekanan yang terbaca pada manometer yaitu 0,7 Bar. Selisih penurunan tekanan pada manometer dengan tekanan yang terbaca meter air digital yaitu 0,69 Bar.

KESIMPULAN

Meter air digital mampu menampilkan keluaran data berupa debit air, tekanan air, dan volume air yang mengalir pada LCD. Meter air yang dikalibrasi memiliki batas pengukuran debit air yaitu 0,8-28,1 liter/menit, memiliki rata-rata kesalahan pengukuran volume air pada gelas ukur sebesar 4,5 % dan rata-rata kesalahan debit air pada meter air Z3002 yaitu 0,063 %. Meter air yang dirancang dan meter air milik PDAM memiliki selisih rata-rata kesalahan pembacaan debit air sebesar 0,0181 liter/detik, tekanan air 0,1365 Bar, dan volume air 0,743 liter.

DAFTAR PUSTAKA

- Alpian, M., Kasim, dan Kunang. (2013). Rancang Bangun Alat Meteran Air Digital Sebagai Pembanding dengan Meteran Air Analog PDAM Berbasis Nuvoton Arm Nuc 120, 3(1), 1-15.
- Endaryono, P. J. (2014). *Rancang Bangun Sistem Pembayaran Mandiri pada Wahana Permainan*. Doctoral dissertation, STIKOM (Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Teknik Komputer) Surabaya.
- Kautsar, M., Isnanto, R. R., dan Widiyanto, E. D. (2015). *Sistem Monitoring Digital Penggunaan dan Kualitas Kekeuhan Air PDAM Berbasis Mikrokontroler ATmega328 Menggunakan Sensor Aliran Air dan Sensor Fotodiode*. JTSISKOM (Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer), 3(1), 79-86.
- Musyafa, M. A., Rasmana, S. T., dan Susanto, P. (2015). *Rancang Bangun Sistem Prabayar pada PDAM Berbasis Arduino Uno R3*. JCONES (Journal of Control and Network Systems), 4(1).
- Rahman, F., dan Adi, K. (2015). *Rancang Bangun Sistem Penghitung Penggunaan Air Prabayar Menggunakan Mikrokontroler PIC16F877A*. Youngster Physics Journal, 4(4), 323-326.
- Rayes, R. (2016). The Water Flow Monitoring Module. IJERGS (International Journal of Engineering Research and General Science), 4(3), 106-113.
- Saragih, F. R., dan Guritno, S. B. (2013). *Waspada Krisis Air*. Jakarta. Pusat Pengelolaan Risiko Fiskal.
- Setiawan, I. (2003). *Study Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih PDAM Kota Surabaya Tahun Proyeksi (2015)*. Neutron, 3(1), 47-64.
- Suharjo, A., Rahayu, L. N., dan Afwah, R. (2016). *Aplikasi Sensor Flow Water Untuk Mengukur Penggunaan Air Pelanggan Secara Digital serta Pengiriman Data Secara Otomatis pada PDAM Kota Semarang*. Jurnal TELE (Telekomunikasi Teknologi Informatika), 13(1).

Tansier, S., Fatimah, E., dan Nasir, M.(2015).
Strategi Peningkatan Pendapatan dari Retribusi Air pada PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh. Jurnal Teknik Sipil, 4(4), 21-31.