

PENGARUH POSISI PEMASANGAN METER AIR RUMAH TANGGA PADA WATER METER TEST BENCH TERHADAP HASIL PENGUJIAN

Aditya Galuh Prakoso

Bidang Metrologi
Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Banyumas
dityagaluhprakoso@gmail.com

Eka Astutiyantri

UPTD Metrologi Legal Kota Semarang
Dinas Perdagangan Kota Semarang
ekastutiyantri@gmail.com

Abstrak

Proses pengujian meter air oleh Unit Metrologi Legal dilakukan pada *water meter test bench* yang dapat terdiri dari satu atau dua baris pengujian. Beberapa meter air dapat diuji secara seri pada setiap pengujian. Posisi pemasangan meter air pada *test bench* menjadi salah satu faktor yang dapat mempengaruhi hasil pengujian meter air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh posisi pemasangan meter air pada *test bench* terhadap hasil pengujian. Berdasarkan hasil pengujian yang telah diperoleh pada pengujian meter air di posisi 1 (dekat dengan keran penyerahan) dan pada posisi 2 (jauh dari keran penyerahan) dapat dilihat bahwa pengaruh kesalahan (*error*) terbesar terdapat pada aliran kecepatan alir minimum Q_1 . Nilai kesalahan (*error*) kecepatan alir minimum Q_1 pada pengujian posisi 1 (dekat dengan keran) lebih besar 5,3% dibanding kesalahan (*error*) pada pengujian posisi 2 (jauh dari keran penyerahan).

Kata Kunci: meter air, posisi, *test bench*.

Abstract

The water meter testing process by the Legal Metrology Unit is carried out on a water meter test bench which may consist of one or two test lines. Several water meters can be tested in series on each test. The position of the water meter installation on the test bench is one of the factors that can affect the results of the water meter test. This study aims to determine the effect of the installation position of the water meter on the test bench on the test results. Based on the test results that have been obtained on the water meter test in position 1 (close to the delivery faucet) and at position 2 (far from the delivery faucet), it can be seen that the effect of the largest error is in the flow of the minimum flow velocity Q_1 . The error value of the minimum flow rate Q_1 in testing position 1 (close to the faucet) is 5.3% greater than the error in testing position 2 (far from the delivery faucet).

Keywords: water meter, position, *test bench*.

Diterima Redaksi : 25 – 04 – 2022 | Selesai Revisi : 06 – 06 – 2022 | Diterbitkan Online : 01 – 09 - 2022

PENDAHULUAN

Salah satu sumber daya alam yang dibutuhkan manusia adalah air. Air merupakan elemen penting dan tidak terpisahkan dalam aktivitas manusia. Mulai dari yang kecil, seperti air minum hingga kincir air yang digunakan untuk menghasilkan listrik. Hampir 71% permukaan bumi adalah air[1]. Indonesia merupakan negara kepulauan, artinya air yang tersedia sangat melimpah. Namun demikian ketersediaan air yang dapat digunakan oleh manusia hanya 0,5% dari keseluruhan air yang ada di muka bumi[2]. Sedangkan konsumsi air telah meningkat dua kali lipat dalam 50 tahun terakhir[3].

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) adalah Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) yang memiliki misi untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat

Indonesia. Dalam rangka mendistribusikan air minum kepada pelanggan (konsumen), PDAM menggunakan meter air sebagai dasar untuk menentukan pungutan biaya. Meter air memegang peranan yang sangat penting dalam keberlangsungan operasional PDAM karena meteran air ini digunakan untuk menghitung tagihan pelanggan. Selain itu, meter air juga memiliki fungsi untuk memantau konsumsi air dan pelanggaran hukum.[4]

Penggunaan meter air yang tidak benar dapat menyebabkan kesalahan yang mengakibatkan kerugian bagi PDAM dan konsumen. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian meter air sebelum dipasang ke rumah-rumah konsumen. Pengujian meter air sebelum dipasang ke rumah-rumah konsumen dapat dilakukan oleh

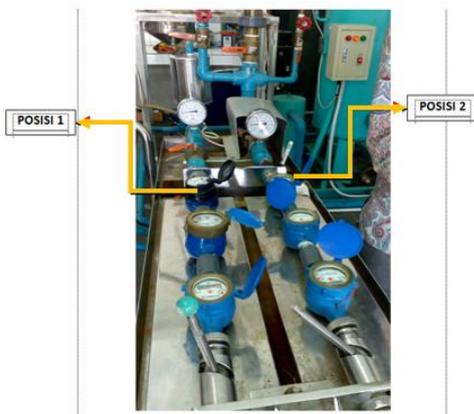
Unit Metrologi Legal (UML) setempat atau biasa disebut dengan tera. Setelah terpasang di rumah-rumah konsumen, meter air harus diuji secara berkala oleh UML setiap 5 tahun sekali, atau biasa disebut dengan tera ulang[5].

Dalam proses tera ulang meter air di UML, ada dua metode pengujian yang dapat dilakukan, yaitu volumetrik dan gravimetri[6]. Dalam pengujian volumetrik, ada dua standar sebagai pembanding, yaitu bejana ukur standar dan/atau master meter. Pengujian meter air dilakukan pada *water meter test bench* yang dapat terdiri dari satu baris atau dua baris pengujian. Beberapa meter air dapat diuji secara seri pada setiap pengujian. Pada penelitian ini akan dibahas mengenai pengaruh posisi pemasangan meter air pada *water meter test bench* terhadap hasil pengujian.

METODE

Metodologi pengujian mengacu pada prosedur pengujian meter air sesuai dengan Surat Keputusan Direktur Jenderal Standardisasi dan Perlindungan Konsumen Nomor 133/SPK/KEP/10/2015 Tentang Syarat Teknis Meter Air dan Rekomendasi OIML Nomor 49 tahun 2006 tentang meter air dingin. Pada penelitian ini metode pengujian yang digunakan adalah menggunakan metode volumetrik.

Pengujian meter air menggunakan metode volumetrik menggunakan Bejana Ukur Standar sebagai standar. Pengujian dilakukan dengan membandingkan penunjukan Meter Air dengan Bejana Ukur Standar 5 L, 10 L dan 50 L pada Instalasi Pengujian Meter Air Rumah Tangga di Pusat Pengembangan Sumber Daya Kemetrologian (PPSDK) Bandung. Pengujian meter air dilakukan pada satu meter air dengan merek dan nomor seri yang sama dan dilakukan pada posisi yang berbeda (Gambar 1), yaitu Posisi 1 (dekat dengan keran penyerahan) dan Posisi 2 (jauh dari keran penyerahan).



Gambar 1. Konstruksi Pemasangan Meter Air

Untuk melakukan pengujian terhadap meter air rumah tangga diperlukan suatu instalasi pengujian meter air yang disebut *Water Meter Test Bench* (Gambar 2). Meter air yang diuji dipasang pada *Test Bench* tersebut kemudian dialiri air dengan kecepatan alir yang dapat diatur sesuai

kebutuhan (sebesar Q_1 , Q_2 atau Q_3), kemudian air yang keluar ditampung dan diukur dengan bejana ukur standar.

Water Meter Test Bench dapat terdiri dari 1 baris (*row*) atau dua baris pipa pengujian. Setiap kali pengujian dapat diuji beberapa buah meter air yang dipasang seri dengan menggunakan *couple* pada setiap *row*. Satu *row* dapat menampung hingga dua belas unit meter air. Pada pengujian kali ini *meter test bench* hanya digunakan untuk enam unit meter air, dimana salah satunya adalah meter air yang akan digunakan dalam penelitian ini.

Peralatan Pengujian

Peralatan pengujian yang dibutuhkan dalam pengujian meter air adalah:

1. Instalasi Pengujian Meter Air Rumah Tangga

Pelaksanaan pengujian dilakukan pada instalasi pengujian meter air rumah tangga di PPSDK Bandung, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Instalasi Pengujian Meter Air (*Test Bench Water Meter*)

Pada Gambar 2, dapat diketahui bahwa instalasi pengujian meter air rumah tangga terdiri dari berbagai jenis komponen peralatan, yaitu:

a. Meter Air Uji

Spesifikasi:

- Merk : Linflow
- Kelas : B atau II
- No. Seri : 07015809
- Q_n atau Q_3 : $1,5 \text{ m}^3/\text{h} = 1500 \text{ L/h}$



Gambar 0. Meter Air Uji

b. Bejana Ukur

Bejana Ukur merupakan alat ukur volume yang digunakan sebagai standar untuk menguji alat ukur volume lainnya [7]. Dalam hal ini bejana ukur

digunakan sebagai standar ukuran dalam pengujian meter air rumah tangga. Pada instalasi pengujian meter air rumah tangga, terdapat 3 bejana ukur standar dengan kapasitas 5 L, 10 L dan 50 L. Masing-masing bejana ukur digunakan untuk laju alir nominal tertentu, pada laju alir 10 L/h – 100 L/h maka digunakan bejana ukur standar 5 L, laju alir 100 L/h – 1000 L/h digunakan bejana ukur standar 10 L dan pada laju alir 1500 L/h – 10000 L/h digunakan bejana ukur standar 50 L. Spesifikasi bejana ukur standar yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Bejana Ukur Standar

Spesifikasi Alat		
Bejana 1	Merk	Linflow
	Bahan	Stainless Steel
	Kapasitas	50 L
	Daya Baca	100 mL
	V28	49,989 L
	Nomor Sertifikat Kalibrasi	016/V/LK2-PPSDMK/8/15
Bejana 2	Merk	MDH
	Bahan	Stainless Steel
	Kapasitas	5 L
	Daya Baca	0,5 mL
	V28	4,995 L
	Nomor Sertifikat Kalibrasi	008/V/LK2-PPSDMK/8/15

c. Rotameter

Rotameter atau *Variable Area Meter* pada dasarnya adalah tabung yang meruncing secara vertikal, dengan diameter kecil di posisi bawah. Bahan konstruksi biasanya terbuat dari kaca, dengan pelampung di dalamnya yang didorong ke atas oleh gaya yang diakibatkan oleh aliran fluida ke atas dan ditarik ke bawah oleh gaya gravitasi [8]. *Rotameter* digunakan untuk mengukur dan mengetahui besarnya laju alir yang mengalir sesuai dengan prosedur pengujian. Terdapat tiga *rotameter* dengan kapasitas 100 L/h (digunakan pada pengujian Q_1 dan Q_2), 1000 L/h dan 10.000 L/h (digunakan pada pengujian Q_3) yang terhubung dengan tiap-tiap bejana ukur standar.



Gambar 2. Rotameter pada Test Bench Meter Air

d. Pressure gauge

Pressure Gauge mengukur tekanan secara langsung terhadap gaya yang diberikan oleh cairan, udara atau uap pada permukaan ukur yang bersentuhan langsung dengan media tersebut.[9] *Pressure Gauge* digunakan sebagai indikator untuk mengetahui berapa besarnya tekanan pada aliran dalam pipa. Terdapat dua *pressure gauge* yang dipasang pada masukan meter air dan keluaran meter air sehingga dapat diketahui besarnya *drop pressure* pada meter air. *Drop pressure* pada meter air termasuk filter atau saringan dan/atau pelurus dimana salah satu dari bentuk ini merupakan bagian integral dari meter air, antara Q_1 dan Q_3 tidak lebih besar dari 0,063 MPa (0,63 bar).[6]



Gambar 3. *Pressure Gauge* Merek Forbes Berkapasitas 16 kg/cm² pada *Water Meter Test Bench*

e. Pompa

Pompa air berfungsi untuk mengalirkan air dari *reservoir* ke bejana ukur standar melalui pipa-pipa instalasi dan meter air.



Gambar 4. Pompa Air dan *Reservoir*

f. Panel Kontrol

Panel kontrol terdiri dari tombol-tombol yang terhubung dengan *level switch* pada bejana ukur standar. Panel kontrol akan memberi perintah kepada *solenoid valve* untuk menutup aliran ketika *level switch* pada bejana ukur standar tersentuh cairan atau berarti bejana ukur standar telah penuh.



Gambar 5. Panel Kontrol Listrik

2. Instruksi dan Prosedur Manual Pengujian Meter Air
3. *Stopwatch*

Stopwatch digunakan untuk menghitung waktu tetesan pengosongan bejana ukur standar dikarenakan bejana ukur yang digunakan adalah bertipe basah[7].



Gambar 6. *Stopwatch*

Prosedur Pengujian

1. Persiapan Pengujian[6]
 - a. Ditentukan nilai Q_1 , Q_2 dan Q_3 dengan menggunakan persamaan 1 dan persamaan 2.

$$Q_1 = \frac{Q_3}{R} \quad (1)$$

$$Q_2 = 1,6 \times Q_1 \quad (2)$$

$$Q_1 = 0,03 \text{ m}^3/\text{h} = 30 \text{ L/h}$$

$$Q_2 = 0,048 \text{ m}^3/\text{h} = 48 \text{ L/h}$$

$$Q_3 = 1,5 \text{ m}^3/\text{h} = 1500 \text{ L/h}$$
 Pengujian tidak dilakukan pada Kecepatan Alir Q_4 karena kapasitas meter air tidak sebanding dengan Kecepatan Alir Q_4 .
 - b. Ditentukan bejana ukur standar yang digunakan berdasarkan masing-masing kecepatan aliran. Pada pengujian digunakan tiga jenis kecepatan aliran, yaitu pada Q_1 , Q_2 , Q_3 . Penentuan bejana ukur standar yang digunakan dapat dilihat dari besar nilai Q_1 , Q_2 , Q_3 dan dibandingkan dengan tabel penggunaan bejana ukur seperti pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Penggunaan Bejana Ukur Standar

Kecepatan aliran (L/h)	Bejana Ukur Standar (L)
10 s.d ≤ 100	5
> 100 s.d ≤ 1000	10
> 1000 s.d ≤ 10000	50

Berdasarkan tabel di atas, maka bejana ukur standar yang digunakan adalah bejana ukur standar kapasitas 5 L dan 50 L karena besarnya Q_1 dan Q_2 kurang dari 100 L/h serta besarnya Q_3 diantara 1000 L/h dengan 10000 L/h.

- c. Data teknis bejana ukur standar dicatat.
- d. Data teknis meter air dicatat.
- e. Bejana ukur standar dibasahi.
2. Pengujian Kebenaran dan Ketidaktetapan
 - a. Pembacaan awal penunjukan meter air uji dibaca dan dicatat.
 - b. Tombol pada panel kontrol ditekan untuk membuka *solenoid valve* dan mengaktifkan *level sensor* pada BUS yang digunakan.
 - c. Cairan dialirkan dengan cara membuka *valve* pada *rotameter*. Laju alir pada *rotameter* harus dipastikan sesuai dengan laju alir pengujian.
 - d. Cairan dialirkan sampai BUS terisi penuh sesuai dengan volume nominalnya dan *level sensor* akan bekerja dan memberi perintah kepada *solenoid valve* untuk menutup dan mengentikan aliran air.
 - e. Dilakukan pembacaan volume penunjukan meter air dan volume penunjukan BUS. Volume meter air diperoleh dari persamaan di bawah ini:

$$V_m = V_{akhir} - V_{awal} \quad (3)$$

Keterangan:

- V_m = Volume meter air uji (L)
- V_{akhir} = Pembacaan akhir meter air uji (L)
- V_{awal} = Pembacaan awal meter air uji (L)

- f. BUS dikosongkan sesuai dengan waktu tetes. Untuk BUS 5 L dan 10 L waktu tetesnya adalah 10 sekon sedangkan untuk BUS 50 L tidak digunakan waktu tetes dikarenakan BUS bukan bertipe nominal.[7]
- g. Langkah a-f diulang sebanyak tiga kali.
- h. Ketidaktetapan (*repeatability*) merupakan selisih terbesar antara dua pengujian yang berurutan. Nilainya tidak boleh melebihi sepertiga BKD.
- i. Selanjutnya dilakukan pengujian pada kecepatan alir yang berbeda, yaitu pada nilai kecepatan alir minimum (Q_1), kecepatan alir transisi (Q_2), dan kecepatan alir normal (Q_3).

3. Pengujian Kepekaan
 - a. Sebelum pengujian dimulai temperatur tidak boleh berubah-ubah lebih dari $5 \pm 2\%$ °C;
 - b. Keran pada bagian hilir (aliran masuk) dibuka sampai kecepatan alir $0,4 Q_1$ dan diamati selama 5 menit, alat penunjukan harus berputar, bila tidak kecepatan alir ditambah sampai alat penunjukan berputar.
 - c. Kecepatan alir pada huruf b merupakan kepekaan meter air yang diuji.

4. Menentukan Kesalahan Penunjukan

Untuk menentukan kesalahan penunjukan dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$E = \frac{Vm - Vb}{Vb} \times 100 \% \quad (4) [6]$$

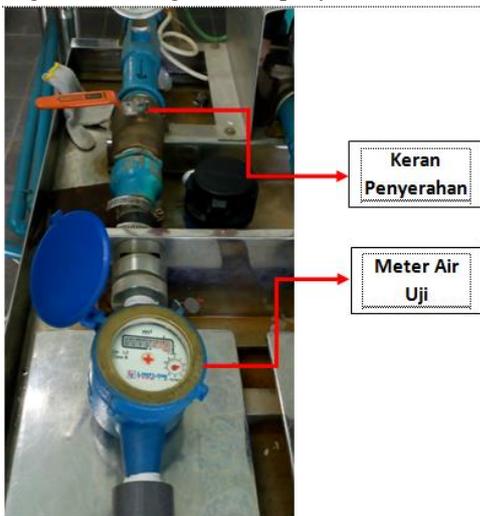
Keterangan :

- E = Error
- Vm = Volume meter air (L)
- Vb = Volume bejana ukur standar (L)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Posisi 1 (Dekat dengan Keran Penyerahan)

Pengujian pada meter air dilakukan pada posisi yang sangat dekat dengan keran penyerahan (Gambar 9).



Gambar 9. Pengujian Meter Air pada Posisi 1

1. Pengujian Kebenaran dan Ketidaktetapan

a. Kecepatan Alir Minimum (Q_1)

Pengujian pada kecepatan alir minimum (Q_1) menggunakan bejana ukur standar dengan kapasitas 5L. Nilai koreksi dari bejana ukur standar ini adalah -5 mL. Sedangkan nilai Q_1 adalah $0,030 \text{ m}^3/\text{h}$ atau 30 L/h. Hasil pengujian pada Kecepatan Alir ini dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. Hasil Pengujian pada Kecepatan Alir Q_1 Posisi 1

Penunjukan ke-	Meter Air (L)	Bejana Ukur (L)	Error (%)	Rata-rata	Tekanan (kg/cm^2)		
1	Akhir	61477,3	-9,70	-9,01%	4		
	Awal	61472,8				0	
2	Akhir	61481,8	-9,67		-9,01%	4	
	Awal	61477,3					0
3	Akhir	61486,4	-7,67			-9,01%	4
	Awal	61481,8					

Nilai *error* diperoleh dengan menggunakan persamaan 4 dan nilai rata-rata *error* diperoleh dengan menggunakan persamaan 5.

$$E = \frac{E1 + E2 + E3}{3} \quad (5)$$

Keterangan:

- E = Error Rata-rata
- E1 = Error pada Pengujian 1
- E2 = Error pada Pengujian 2
- E3 = Error pada Pengujian 3

Nilai *error* tersebut diluar batas kesalahan yang diizinkan (BKD) yang sebesar $\pm 5\%$

Sedangkan ketidaktetapan yang diperoleh adalah sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Ketidaktetapan} &= |E2 - E3| \\ &= |-9,67 - (-7,67)| \% \\ &= 2,00\% \end{aligned}$$

Nilai ketidaktetapan yang dihasilkan lebih besar dari sepertiga BKD ($\pm 1,67\%$) sehingga batal untuk pengujian ini.

b. Kecepatan Alir Transisi (Q_2)

Pengujian pada kecepatan alir minimum (Q_2) menggunakan bejana ukur standar dengan kapasitas 5 L. Nilai koreksi dari bejana ukur standar ini adalah -5 mL. Sedangkan nilai Q_2 adalah $0,048 \text{ m}^3/\text{h}$ atau 48 L/h. Hasil pengujian pada kecepatan alir ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 0. Hasil Pengujian pada Kecepatan Alir Q₂ Posisi 1

Penunjukan ke-	Meter Air (L)		Bejana Ukur (L)	Error (%)	Rata-rata	Tekanan (kg/cm ²)		
	Akhir	Awal						
1	Akhir	61491,3	4,987	-1,73	-1,75 %	3,75		
	Awal	61486,4	0					
2	Akhir	61496,2	4,992	-1,83		-1,75 %	3,75	
	Awal	61491,3	0					
3	Akhir	61501,1	4,984	-1,68			-1,75 %	3,75
	Awal	61496,2	0					

Nilai *error* yang diperoleh pada pengujian Q₂ di posisi 1 masih dalam rentang BKD ($\pm 2\%$).

Sedangkan ketidaktetapan yang diperoleh adalah sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Ketidaktetapan} &= |E_2 - E_3| \\ &= |-1,83 - (-1,68)|\% \\ &= 0,15\% \end{aligned}$$

Nilai ketidaktetapan tersebut dibawah sepertiga BKD (sebesar $\pm 0,67\%$) sehingga sah untuk pengujian ini.

c. Kecepatan Alir Normal (Q₃)

Pengujian pada kecepatan alir minimum (Q₃) menggunakan bejana ukur standar dengan kapasitas 50 L. Nilai koreksi dari bejana ukur standar ini adalah -11 mL. Sedangkan nilai Q₃ adalah 1,5 m³/h atau 1500 L/h. Hasil pengujian pada kecepatan alir ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian pada Kecepatan Alir Q₃ Posisi 1

Penunjukan ke-	Meter Air (L)		Bejana Ukur (L)	Error (%)	Rata-rata	Tekanan (kg/cm ²)		
	Akhir	Awal						
1	Akhir	61550,8	49,4	-0,63	-0,56 %	3,75		
	Awal	61501,1	0					
2	Akhir	61600,4	49,3	-0,63		-0,56 %	3,75	
	Awal	61550,8	0					
3	Akhir	61649,9	49,3	-0,43			-0,56 %	3,75
	Awal	61600,4	0					

Nilai *error* yang diperoleh masih didalam rentang BKD ($\pm 2\%$.) sehingga hasilnya sah pada pengujian ini.

Sedangkan ketidaktetapan yang diperoleh adalah sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Ketidaktetapan} &= |E_2 - E_3| \\ &= |0,63 - 0,43|\% \\ &= 0,20\% \end{aligned}$$

Nilai ketidaktetapan yang dihasilkan pada pengujian ini masih dibawah sepertiga BKD ($\pm 0,67\%$) sehingga masih memenuhi persyaratan.

2. Pengujian Kepekaan

Pengujian kepekaan dilakukan dengan cara memberikan aliran sebesar 0,4 Q₁ [6]. Nilai Q₁ pada pengujian ini adalah 30 L/h, sehingga kecepatan alir yang diberikan untuk menguji kepekaan adalah 12 L/h. Ketika meter air dialirkan air dengan kecepatan alir sebesar 12 L/h, alat penunjukan tidak bergerak. Alat penunjuk baru bergerak ketika diberikan aliran dengan kecepatan alir sebesar 20 L/h (melebihi dari 0,4 Q₁). Pengujian ini menunjukkan bahwa meter air di posisi dekat dengan keran penyerahan tidak peka. Hal ini dikarenakan pada pengujian kepekaan, adanya turbulensi aliran akibat pembukaan keran sebagian mengakibatkan *error* yang terjadi lebih besar [10] dan posisi 1 lebih dekat dengan keran penyerahan.

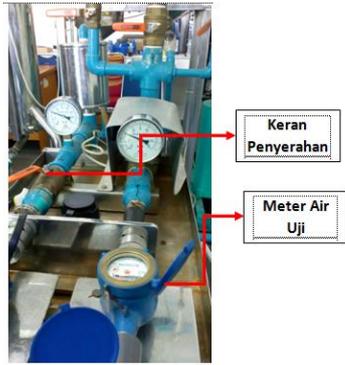
3. Analisis dan Pembahasan

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada pengujian kebenaran meter air di posisi 1 (dekat dari keran penyerahan) maka *error* yang dihasilkan pada kecepatan alir Q₁ adalah -9,01%, pada kecepatan alir Q₂ adalah -1,75%, dan pada kecepatan alir Q₃ adalah -0,56%. Nilai *error* pada Q₂ dan Q₃ tersebut masih masuk dalam Batas Kesalahan yang Diizinkan (BKD) sesuai dengan Syarat Teknis Meter Air No. 133/SPK/KEP/10/2015. Batas Kesalahan yang Diizinkan untuk Q₂ dan Q₃ adalah $\pm 2\%$. Nilai Batas Kesalahan yang Diizinkan (BKD) pada kecepatan alir Q₁ dan Q₂ diambil pada Batas Kesalahan yang Diizinkan (BKD) pada rentang suhu 0 s.d 30°C. Sedangkan nilai *error* pada Q₁ melebihi dari Batas Kesalahan Yang Diizinkan (BKD) yaitu $\pm 5\%$.

Nilai ketidaktetapan yang diperoleh pada kecepatan alir Q₁ adalah 2,00%, pada kecepatan alir Q₂ adalah 0,15%, dan pada kecepatan alir Q₃ adalah 0,20%. Nilai tersebut masih masuk dalam Batas Kesalahan yang Diizinkan, kecuali ketidaktetapan pada pengujian Q₁.

Pengujian Posisi 2 (Jauh dari Keran Penyerahan)

Pengujian pada meter air dilakukan pada posisi yang paling jauh dengan keran penyerahan (Gambar 10).



Gambar 10. Pengujian Meter Air pada Posisi 2

1. Pengujian Kebenaran dan Ketidaktetapan

a. Kecepatan Alir Minimum (Q_1)

Pengujian pada kecepatan alir minimum (Q_1) menggunakan bejana ukur standar dengan kapasitas 5 L. Nilai koreksi dari bejana ukur standar ini adalah -5 mL. Sedangkan nilai Q_1 adalah $0,030 \text{ m}^3/\text{h}$ atau 30 L/h. Hasil pengujian pada kecepatan alir ini dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian pada Kecepatan Alir Q_1 Posisi 2

Penunjukan ke-	Meter Air (L)	Bejana Ukur (L)	Error (%)	Rata-rata	Tekanan (kg/cm^2)
1	Akhir	88341,5	-3,68	-3,66%	3,75
	Awal	88336,7			
2	Akhir	88346,3	-3,65		
	Awal	88341,5			
3	Akhir	88351,1	-3,65		
	Awal	88336,7			

Nilai *error* hasil pengujian ini masih masuk dalam rentang BKD yaitu $\pm 5\%$.

Sedangkan ketidaktetapan yang diperoleh adalah sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Ketidaktetapan} &= |E1 - E2| \\ &= |-3,68 - (-3,65)| \% \\ &= 0,05\% \end{aligned}$$

Nilai ketidaktetapan yang dihasilkan berada pada rentang BKD yang dipersyaratkan yaitu sepertiga dari BKD Kebenaran ($\pm 1,67\%$) sehingga sah untuk pengujian ini.

b. Kecepatan Alir Transisi (Q_2)

Pengujian pada kecepatan alir minimum (Q_2) menggunakan bejana ukur standar dengan kapasitas 5 L. Nilai koreksi dari bejana ukur

standar ini adalah -5 mL. Sedangkan nilai Q_2 adalah $0,048 \text{ m}^3/\text{h}$ atau 48 L/h. Hasil pengujian pada kecepatan alir ini dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian pada Kecepatan Alir Q_2 Posisi 2

Penunjukan ke-	Meter Air (L)	Bejana Ukur (L)	Error (%)	Rata-rata	Tekanan (kg/cm^2)
1	Akhir	88356	-1,72	-1,75 %	3,5
	Awal	88351,1			
2	Akhir	88360,9	-1,84		
	Awal	88356			
3	Akhir	88365,8	-1,69		
	Awal	88351,1			

Nilai *error* tersebut masih dalam rentang BKD yaitu $\pm 2\%$.

Sedangkan ketidaktetapan yang diperoleh adalah sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Ketidaktetapan} &= |E2 - E3| \\ &= |-1,84 - (-1,69)| \% \\ &= 0,15\% \end{aligned}$$

Nilai ketidaktetapan yang dihasilkan berada pada rentang BKD yang dipersyaratkan yaitu sepertiga dari BKD Kebenaran ($\pm 0,67\%$) sehingga sah untuk pengujian ini.

c. Kecepatan Alir Normal (Q_3)

Pengujian pada kecepatan alir minimum (Q_3) menggunakan bejana ukur standar dengan kapasitas 50 L. Nilai koreksi dari bejana ukur standar ini adalah -11 mL. Sedangkan nilai Q_3 adalah $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$ atau 1500 L/h. Hasil pengujian pada kecepatan alir ini dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengujian pada Kecepatan Alir Q_3 Posisi 2

Penunjukan ke-	Meter Air (L)	Bejana Ukur (L)	Error (%)	Rata-rata	Tekanan (kg/cm^2)
1	Akhir	88415,6	-0,83	-0,43 %	2,5
	Awal	88365,8			
2	Akhir	88465	-0,23		
	Awal	88415,6			

3	Akhir	88514,4	49,300	-0,23	2,5
	Awal	88365,8	0		

Nilai *error* yang dihasilkan masih berada pada rentang BKD ($\pm 2\%$) sehingga masih memenuhi persyaratan. Sedangkan ketidaktetapan yang diperoleh adalah sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Ketidaktetapan} &= |E1 - E2| \\ &= |0,83 - 0,23|\% \\ &= 0,60\% \end{aligned}$$

Nilai ketidaktetapan yang dihasilkan tersebut berada pada rentang BKD yang dipersyaratkan yaitu sepertiga dari BKD Kebenaran ($\pm 0,67\%$) sehingga sah untuk pengujian ini.

2. Pengujian Kepekaan

Pengujian kepekaan dilakukan dengan cara memberikan aliran sebesar $0,4 Q_1$. Nilai Q_1 pada pengujian ini adalah 30 L/h, sehingga kecepatan alir yang diberikan untuk menguji kepekaan adalah 12 L/h. Ketika meter air dialirkan air dengan kecepatan alir sebesar 12 L/h, alat penunjukan bergerak. Hal ini berbeda dari pengujian kepekaan yang dilakukan pada posisi 1. Kepekaan meter air pada pengujian dengan posisi jauh dari keran adalah baik karena relatif tidak terpengaruh oleh turbulensi aliran akibat adanya pembukaan keran sebagian.

3. Analisis dan Pembahasan

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada pengujian kebenaran meter air di posisi 2 (jauh dari keran penyerahan) maka *error* yang dihasilkan pada kecepatan alir Q_1 adalah -3,66%, pada kecepatan alir Q_2 adalah -1,75%, dan pada kecepatan alir Q_3 adalah -0,43%. Nilai tersebut masih masuk dalam Batas Kesalahan yang Diizinkan (BKD) sesuai dengan Syarat Teknis Meter Air No. 133/SPK/KEP/10/2015. Batas Kesalahan yang Diizinkan untuk Q_1 adalah $\pm 5\%$, dan untuk Q_2 serta Q_3 adalah $\pm 2\%$. Nilai Batas Kesalahan yang Diizinkan (BKD) pada kecepatan alir Q_1 dan Q_2 diambil pada Batas Kesalahan yang Diizinkan (BKD) pada rentang suhu 0 s.d. 30°C. Sedangkan nilai ketidaktetapan yang diperoleh pada kecepatan alir Q_1 adalah 0,03%, pada kecepatan alir Q_2 adalah 0,15%, dan pada kecepatan alir Q_3 adalah 0,60%. Nilai tersebut masih masuk dalam Batas Kesalahan yang Diizinkan, yaitu sepertiga BKD uji kebenaran.

Analisis dan Pembahasan Pengujian pada Posisi 1 dan Posisi 2

Berdasarkan hasil pengujian yang telah diperoleh pada pengujian meter air di posisi 1 (dekat dengan keran penyerahan) dan pada posisi 2 (jauh dari keran penyerahan) dapat dilihat bahwa pengaruh kesalahan (*error*) terbesar terdapat pada pengujian kecepatan alir minimum Q_1 . Nilai kesalahan (*error*) kecepatan alir minimum Q_1 pada

pengujian posisi 1 (dekat dengan keran) lebih besar 5,3% dibanding kesalahan (*error*) pada pengujian posisi 2 (jauh dari keran penyerahan).

Pada pengujian Q_1 , katup/keran pipa penyerahan dikondisikan terbuka sebagian. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan laju alir yang diinginkan sebesar 30 L/h. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hanson, turbulensi akibat pembukaan keran sebagian secara relatif dapat meningkatkan kesalahan ukur pada *flow meter* [10]. Diketahui bahwa posisi 1 lebih dekat dengan penyerahan dibandingkan posisi 2 sehingga turbulensi yang diakibatkan oleh pembukaan keran sebagian lebih besar dirasakan pada posisi 1 dibandingkan dengan posisi 2 yang sudah melewati beberapa meter air dan pipa lengkung (*elbow*) dimana menurut penelitian Hanson[10], pipa lengkung tidak memengaruhi performa meter air.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan sesuai Syarat Teknis Meter Air, dapat disimpulkan bahwa pada pengujian meter air di posisi 1 (dekat dengan keran penyerahan) dan pada posisi 2 (jauh dari keran penyerahan) dapat dilihat bahwa pengaruh kesalahan (*error*) terbesar terdapat pada aliran kecepatan alir minimum Q_1 . Nilai kesalahan (*error*) kecepatan alir minimum Q_1 pada pengujian posisi 1 (dekat dengan keran) lebih besar 5,3% dibanding kesalahan (*error*) pada pengujian posisi 2 (jauh dari keran penyerahan).

Pada pengujian Q_2 di posisi 1 (dekat dengan keran penyerahan) dan pada posisi 2 (jauh dari keran penyerahan) tidak terdapat perbedaan kesalahan (*error*) yaitu sebesar -1,75%. Sedangkan rata-rata kesalahan (*error*) hasil pengujian Q_3 di kedua posisi tersebut berturut-turut adalah -0,56% dan -0,43%.

Saran

Dalam pengujian meter air rumah tangga yang telah dilakukan terdapat beberapa saran yang yaitu:

1. Jarak antara keran penyerahan dan posisi meter air pertama harus diperpanjang dengan pipa pelurus sepanjang minimal 10 kali diameter dalam pipa pada bagian hulu (sebelum meter air pertama).[6]
2. Perawatan/pemeliharaan secara berkala terhadap instalasi meter air untuk menghindari adanya kebocoran, kesalahan paralaks pada pembacaan rotameter, dan lain-lain.
3. Dapat dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui karakteristik tekanan dan bilangan Reynolds di berbagai posisi pemasangan meter air pada *water meter test bench* sehingga dapat diketahui pengaruhnya pada hasil pengujian.

4. Pada penelitian ini meter air yang digunakan hanya satu (data terbatas) sehingga pada penelitian selanjutnya dapat ditambah dengan lebih dari satu meter air (bisa satu merek ataupun berbeda merek).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. Chingoski and B. Petrevska, "Geothermal Resources: New Insights For Spa Tourism In North Macedonia," Aug. 2021, pp. 127–135. doi: 10.18509/gbp210127ch.
- [2] B. and O. A. and A. C. Baker, "Water: Availability and use," *Mississippi State University Extension*, vol. 2016, p. p3011, Nov. 2016.
- [3] A. Herlambang, "Pencemaran Air dan Strategi Pengulangannya," *JAI*, vol. 2, no. 1, pp. 16–29, 2006.
- [4] D. Nababan, "Kajian Yuridis Terhadap Tera Meter Konsumen Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Ditinjau dari Perspektif Perlindungan Konsumen (Studi Pada Konsumen Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Pontianak)," *Jurnal NESTOR Magister Hukum*, vol. 2, no. 4, pp. 1–30, Oct. 2013.
- [5] Menteri Perdagangan Republik Indonesia, "Peraturan Menteri Perdagangan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2018 Tentang Tera dan Tera Ulang Alat-Alat Ukur, Takar, Timbang, dan Perlengkapannya," Jakarta, 2018.
- [6] Direktur Jenderal Standardisasi dan Perlindungan Konsumen, "Keputusan Direktur Jenderal Standardisasi dan Perlindungan Konsumen Nomor: 133/SPK/KEP/10/2015 Tentang Syarat Teknis Meter Air," 2015.
- [7] Direktur Jenderal Perdagangan Dalam Negeri, "Keputusan Direktur Jenderal Perdagangan Dalam Negeri Nomor 23/PDN/KEP/2010 Tentang Syarat Teknis Bejana Ukur," Jakarta, 2010.
- [8] Swapan Basu and Ajay Kumar Debnath, *Power Plant Instrumentation and Control Handbook A Guide to Thermal Power Plants*. Elsevier, 2015. doi: 10.1016/C2013-0-18887-3.
- [9] F. Moerman, *Food Protection and Security Preventing and Mitigating Contamination during Food Processing and Production A volume in Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*. Woodhead Publishing, 2017.
- [10] B. R. Hanson and L. J. Schwankl, "Water Turbulence Disrupts Accuracy of Some Flow Meters," 1998.