

JURNAL

TEKNOLOGI DAN MANAJEMEN PENGELOLAAN LABORATORIUM



Vol.2 No. 2, November 2019

ISSN 2621-0878

**Jurnal
Teknologi Dan Manajemen Pengelolaan Laboratorium
(Temapela)**

Suhardi

Evaluasi Kinerja Prototipe Orifice
Discharge

Hal
59 - 64

EVALUASI KINERJA PROTOTIPE *ORIFICE DISCHARGE*

Suhardi

Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
Jl. Kalimantan 37 Tegal Boto Jember 68121
Email: hardi.ftp@unej.ac.id; suhardist123@gmail.com

ABSTRAK

Peralatan *Orifice discharge* merupakan sebuah perangkat yang digunakan untuk mengukur laju aliran air yang keluar melalui *outlet* dengan diameter 13mm. Aliran air yang melalui piringan berlubang ini akan mengalami kerugian tenaga yang menyebabkan perbedaan antara debit aktual dengan debit teoritis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi peralatan *orifice discharge* dalam simulasi pengukuran kecepatan aliran dan debit dengan berbagai tinggi air pada manometer. Penelitian dilakukan dengan pengumpulan data dari percobaan di laboratorium menggunakan peralatan *orifice discharge*. Data pengukuran dianalisis untuk mengevaluasi kelayakan kinerja dari peralatan tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa simulasi pengukuran debit dan kecepatan aliran air menggunakan peralatan *orifice discharge* sangat akurat dengan nilai koefisien kalibrasi 0,77.

Kata kunci: Debit, *orifice discharge*, kesalahan relatif, koefisien kalibrasi

ABSTRACT

The orifice discharge is a device used to measure the flow velocity of water that comes out through the perforated disk with 13mm diameters. The water flow through a perforated disk will experience a head loss which causes a difference between the actual discharge and theoretical discharge. This study aims to determine the accuracy of the orifice discharge device in the simulation of discharge and flow velocity measurements using the difference of water height in manometers. The study was conducted by collecting data from experiments in the laboratory using a orifice discharge device. The data measurements were analyzed to evaluate the device performance. The results showed the simulation of discharge and water flow velocity using a orifice discharge device were very accurate, where the calibration coefficient value was 0.77.

Keywords: Discharge, *orifice discharge*, relative error, calibration coefficient

1. Pendahuluan

Orifice discharge merupakan sebuah peralatan laboratorium untuk percobaan pengukuran debit aliran yang melalui lubang. Lubang pada peralatan *orifice discharge* ini terletak di bawah tabung silinder yang terbuat dari akrilik. Lubang dibawah tabung tersebut terbuat dari bahan aluminium berupa piringan dengan diameter lubang 13mm. Aliran air yang melalui piringan berlubang ini akan mengalami kerugian tenaga yang menyebabkan berkurangnya nilai beberapa parameter bila dibandingkan dengan parameter dalam kondisi ideal sehingga menimbulkan koefisien debit. Koefisien debit dihasilkan dari perbandingan

antara debit aktual dengan debit teoritis (Kuncoro, Y.T., dkk, 2013). Semakin kecil luas penampang lubang maka kerugian tenaga akan semakin besar (Eswanto dan Syahputra, 2017). Perubahan debit air di dalam tabung berlubang juga dipengaruhi oleh perubahan tekanan, sementara itu perubahan tekanan sangat dipengaruhi oleh ketinggian posisi pengukuran (*intake*) terhadap *outlet* (Sarjito dkk., 2016). Oleh karena itu, pengukuran tinggi tekanan atau tinggi air yang terbaca di manometer akan berpengaruh terhadap kecepatan aliran air yang melalui piringan berlubang sehingga berpengaruh pula terhadap debit aliran.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi pengukuran debit menggunakan peralatan *orifice discharge* pada berbagai tinggi tekanan yang terbaca di manometer. Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini diharapkan peralatan *orifice discharge* dapat menghasilkan akurasi pengukuran debit yang baik sehingga dapat digunakan secara berkelanjutan pada kegiatan pendidikan dan penelitian skala laboratorium.

II. Bahan dan Metode Penelitian

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan (TPKL), Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

2.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan untuk mendukung penelitian ini adalah *hydraulic bench*, *stop watch* dan *orifice discharge*. *Hydraulic bench* terdiri atas tangki volumetrik, pompa air sentrifugal, dan bak *reservoir*. Tangki volumetrik berfungsi untuk mengukur volume air yang tertampung sementara *stop watch* berfungsi untuk mencatat waktu yang diperlukan untuk menampung air tersebut. Peralatan *orifice discharge* merupakan asesoris dari *hydraulic bench* yang terdiri atas: pipa manometer dan tabung silinder dari bahan akrilik. Pipa manometer berfungsi untuk mengukur tinggi air yang tertampung pada tabung silinder tersebut. Sementara pada bagian bawah tabung silinder terdapat piringan berlubang dengan diameter lubang 13 mm. Piringan berlubang ini terbuat dari bahan aluminium dan berfungsi sebagai *outlet*. Sementara bahan penelitian yang digunakan adalah kertas dan pensil untuk mencatat data pengukuran, serta air sebagai bahan simulasi pengukuran debit. Secara rinci bagian dari peralatan *hydraulic bench* dan *orifice discharge* dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Peralatan *hydraulic bench* dan *orifice discharge*

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif yaitu suatu metode yang berfungsi untuk mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap objek yang diteliti (Setyowati dan Junaidi, 2016). Penelitian dilakukan dengan pengumpulan data atau sampel dari percobaan di laboratorium menggunakan peralatan *orifice discharge*. Data yang diperoleh dari pengukuran dianalisis sehingga dihasilkan data kelayakan kinerja peralatan tersebut. Pengambilan data tinggi tekanan, diameter piringan berlubang dan debit aktual dilaksanakan pada bulan Mei 2019.

2.3 Tahapan Penelitian

Penelitian ini terdiri atas beberapa tahapan antara lain uji kinerja peralatan *orifice discharge* dan kalibrasi. Uji kinerja peralatan *orifice discharge* meliputi pengukuran kecepatan aliran air dan debit dengan mencatat data tinggi air pada pipa manometer dan diameter piringan berlubang. Sementara itu, kalibrasi dilakukan dengan pengukuran volume air aktual tertampung di bak volumetrik dan mencatat waktu yang dibutuhkan untuk menampung air tersebut. Data volume dan

waktu ini dihitung untuk mendapatkan debit aktual. Selanjutnya debit hasil perhitungan (debit teoritis) dibandingkan dengan debit aktual.

2.3.1 Pengukuran kecepatan aliran air

Air dialirkan masuk melalui lubang *intake* pada ujung atas peralatan *orifice discharge* kemudian mengisi tabung silinder, mengingat diameter lubang *intake* lebih besar dari lubang *outlet* yang berada pada bagian bawah tabung silinder maka air secara perlahan-lahan akan mengisi tabung silinder sampai pada batas ketinggian yang diinginkan. Ketinggian air pada tabung silinder akan sejajar dengan ketinggian tekanan air pada manometer. Oleh karena itu, tinggi air pada manometer merupakan beda elevasi (H) antara *intake* dan *outlet*. Dengan demikian, kecepatan aliran air yang melewati lubang outlet dapat ditulis dengan persamaan (Widodo dkk., 2016):

$$V = \sqrt{2gH} \quad (1)$$

dimana, V adalah kecepatan aliran air (m/detik), g adalah percepatan gravitasi (m/detik²), dan H adalah tinggi air (m).

2.3.2 Pengukuran debit aliran air melalui piringan berlubang

Debit air yang keluar melalui *outlet* dipengaruhi oleh tinggi tekanan yang ditampilkan pada manometer. Perubahan tinggi tekanan akan mengakibatkan perubahan kecepatan aliran, sehingga perubahan kecepatan aliran air ini akan berpengaruh pula terhadap perubahan debit. Debit air melalui *outlet* dapat dihitung dengan persamaan (Widodo dkk., 2016):

$$Q = V \times A \quad (2)$$

Berdasarkan persamaan 1 dan persamaan 2 maka debit air tersebut dapat dituliskan:

$$Q = \sqrt{2g} \times \frac{1}{4} \pi D^2 \quad (3)$$

dimana, Q adalah debit air melalui *outlet* (m³/detik), V adalah kecepatan aliran air (m/detik), A adalah luas penampang (m), D adalah diameter *outlet* (m), dan $\pi = 3,14$

2.3.3 Debit aktual

Debit aktual merupakan debit air yang dihasilkan dari pengukuran volume air dari *outlet* dalam waktu tertentu. Pengukuran volume dilakukan dengan menampung air yang keluar dari *outlet*. Air ditampung dalam suatu bak volumetrik dan dihitung waktu yang diperlukan untuk menampung air tersebut menggunakan *stop watch*. Oleh karena itu, debit aktual dapat ditulis dengan persamaan (Waspodo, 2017):

$$Q = \frac{V}{T} \quad (4)$$

dimana, Q adalah debit air (m³/detik), V adalah volume air tertampung (m³), dan T adalah waktu yang diperlukan untuk mengukur volume air (detik).

2.3.4 Kesalahan relatif

Perhitungan kalibrasi debit dapat dilakukan apabila selisih debit aktual dan debit teoritis dibandingkan dengan debit aktual menunjukkan rerata kesalahan relatif lebih besar dari 5%, dimana debit aktual dalam simulasi ini sebagai debit standar (Hidayah dan Dermawan, 2015):

$$K (\%) = \frac{Q - Q_{act}}{Q} \times 100\% \quad (5)$$

dimana, Kr adalah kesalahan relatif (%), Q_{act} adalah debit aktual (m³/detik), Q_t adalah debit hasil perhitungan (m³/detik),

2.3.5 Kalibrasi debit

Kalibrasi debit berfungsi untuk menghitung nilai koefisien kalibrasi (K) antara debit aktual dengan debit hasil perhitungan dengan persamaan (Pudyono, 2010):

$$K = \frac{Q}{Q_{act}} \quad (6)$$

dimana, Q_{act} adalah debit aktual ($m^3/detik$), Q_t adalah debit hasil perhitungan ($m^3/detik$)

III. Hasil dan Pembahasan

3.1 Perhitungan Kecepatan Aliran Pada Outlet Orifice Discharge

Data pengamatan tinggi tekanan pada manometer digunakan untuk menghitung kecepatan aliran air yang melalui *outlet*. Sebelum dilakukan pengamatan tinggi air pada manometer, pompa yang berada pada *hydraulic bench* dihidupkan untuk mengalirkan air dari bak *reservoir* menuju ke peralatan *orifice discharge*. Pengamatan tinggi tekanan dilakukan pada berbagai tinggi tekanan yang berbeda dengan 2 kali ulangan. Pengaturan tinggi tekanan dilakukan dengan mengatur katup air yang terpasang pada *hydraulic bench*. Data pengamatan tinggi tekanan selanjutnya digunakan untuk menghitung kecepatan aliran yang melalui *outlet* menggunakan persamaan 1. Data pengamatan tinggi tekanan dan hasil perhitungan kecepatan aliran disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Data pengamatan dan perhitungan kecepatan aliran air melalui piringan berlubang (*outlet*) dengan diameter 13 mm

No	Tinggi manometer (H) (m)	Percepatan gravitasi (g) ($m/detik^2$)	Kecepatan aliran melalui outlet ($m/detik$)
1	0,25	10	2,24
2	0,26	10	2,28
3	0,27	10	2,32
4	0,28	10	2,37

Tabel 1 menunjukkan bahwa simulasi pengukuran kecepatan aliran pada beda elevasi atau beda tekanan 0,01 m dengan piringan berlubang (*outlet*) berdiameter 13 mm menghasilkan perbedaan kecepatan aliran 0,04 m/detik. Dengan demikian dapat dikemukakan pula bahwa penambahan beda tinggi (elevasi) antara titik *intake* dan *outlet* akan berpengaruh terhadap peningkatan kecepatan aliran. Berdasarkan Tabel 1 tersebut dapat dijelaskan pula pengaruh tinggi tekanan (elevasi) terhadap

kecepatan aliran seperti tampak pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Hubungan antara tinggi tekanan (m) dengan kecepatan aliran air yang melalui piringan berlubang

Gambar 2 merupakan hasil simulasi pengukuran kecepatan aliran menggunakan peralatan *orifice discharge* pada tinggi tekanan berbeda-beda, dimana semakin besar tinggi tekanan maka kecepatan aliran air semakin besar pula. Dengan demikian dapat dikemukakan bahwa kecepatan aliran air melalui piringan berlubang (*outlet*) dengan diameter sama akan berbanding lurus dengan beda tinggi (elevasi) antara titik *intake* dan *outlet*, dimana semakin tinggi beda elevasi antara *intake* dan *outlet* akan menghasilkan kecepatan aliran semakin tinggi pula.

3.2 Perhitungan Debit Aliran Melalui Piringan Berlubang Pada Peralatan Orifice Discharge

Debit aliran air yang melewati piringan berlubang (*outlet*) dapat dihitung dengan persamaan 3. Dengan demikian dapat dikemukakan bahwa debit aliran di titik outlet dipengaruhi oleh kecepatan aliran dan luas *outlet*. Apabila luas *outlet* tetap sementara tinggi tekanan semakin besar maka kecepatan aliran yang melalui *outlet* tersebut akan semakin besar pula, seperti tampak pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Perhitungan kecepatan aliran air dan debit air melalui piringan berlubang (*outlet*) dengan diameter 13 mm

No	Luas outlet (m ²)	Kecepatan aliran (m/detik)	Debit (m ³ /detik)
1	0,00013	2,24	0,000297
2	0,00013	2,28	0,000303
3	0,00013	2,32	0,000309
4	0,00013	2,37	0,000315

Berdasarkan Tabel 2 dapat dikemukakan bahwa pada diameter piringan berlubang (*outlet*) yang sama maka kecepatan aliran air berbanding lurus dengan debit air. Semakin besar debit air yang dialirkan melalui *intake orifice discharge* maka kecepatan aliran pada *outlet* juga semakin besar.

3.3 Perhitungan Debit Aktual

Pengukuran debit aktual pada simulasi pengukuran debit menggunakan peralatan *orifice discharge* ini dilakukan dengan mengukur volume air yang keluar melalui *outlet*. Volume air ditampung dalam suatu bak volumetrik. Selama melakukan penampungan air, *stop watch* diaktifkan untuk mengukur waktu yang diperlukan untuk menampung air tersebut pada kapasitas yang telah ditentukan. Berdasarkan hasil pengukuran volume dan waktu ini maka debit aktual dapat dihitung menggunakan persamaan 4. Debit aktual hasil simulasi menggunakan peralatan *orifice discharge* dan debit hasil perhitungan atau debit teoritis dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Pengukuran dan perhitungan debit aktual melalui *outlet* peralatan *orifice discharge*

No	Tinggi manometer (m)	Rerata Debit aktual (m ³ /detik)
1.	0,25	0,000228
2.	0,26	0,000241
3.	0,27	0,000230
4.	0,28	0,000240

Tabel 3 menunjukkan bahwa hubungan antara tinggi tekanan dan debit aktual rata-rata 2 kali pengulangan adalah berbanding lurus, dimana semakin tinggi tekanan maka debit aktual semakin tinggi pula. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan debit air melalui lubang dengan diameter tetap akan berpengaruh terhadap penambahan tinggi tekanan. Dengan demikian dapat pula dipahami bahwa kecepatan aliran yang melalui tabung berlubang dapat dihitung berdasarkan beda tinggi antara elevasi muka air pada tabung *intake* dengan elevasi titik *outlet*. Apabila kecepatan aliran dapat diketahui maka debit yang keluar dari *outlet* pada saluran tertutup dapat dihitung pula.

3.4 Kesalahan Realitif

Kesalahan relatif dihitung dengan menggunakan persamaan 5. Kesalahan relatif ini digunakan untuk mengambil keputusan tentang perlu atau tidaknya menghitung koefisien kalibrasi. Kesalahan relatif antara debit teoritis dan debit aktual lebih kecil atau sama dengan 5% maka peralatan tersebut tidak perlu dilakukan perhitungan koefisien kalibrasi, namun apabila sebaliknya maka koefisien kalibrasi perlu dicari. Tabel 4 berikut hasil perhitungan kesalahan relatif.

Tabel 4. Kesalahan relatif antara debit aktual dan debit teoritis

No	Debit teoritis (m ³ /detik)	Debit aktual (m ³ /detik)	Kesalahan relatif (%)
1.	0,000297	0,000228	30,01
2.	0,000303	0,000241	25,65
3.	0,000309	0,000230	34,43
4.	0,000315	0,000240	31,42

Tabel 4 menunjukkan bahwa kesalahan relatif dari masing-masing ulangan pengukuran debit di atas 5%, sehingga perlu dihitung nilai koefisien kalibrasi dari masing-masing ulangan tersebut

3.5 Kalibrasi Debit

Kalibrasi debit dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi dari peralatan yang digunakan dalam pengukuran debit. Peralatan dikatakan akurat dalam pengukuran debit

apabila hasil perhitungan debit sama dengan debit aktual. Oleh karena itu, kalibrasi debit dilakukan dengan membandingkan antara debit hasil perhitungan (teoritis) dengan debit aktual. Debit teoritis dari data pengukuran menggunakan peralatan *orifice discharge* ini dihitung dengan persamaan 6. Hasil kalibrasi debit dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Kalibrasi debit hasil simulasi menggunakan peralatan *orifice discharge*

No	Kesalahan relatif (%)	Koefisien kalibrasi
1.	30,01	0,77
2.	25,65	0,80
3.	34,43	0,74
4.	31,42	0,76
	Rata-rata	0,77

Tabel 5 menunjukkan bahwa kesalahan relatif berkisar 25,65% – 34,43%. Mengingat kesalahan relatif hasil pengukuran debit aktual dengan debit teoritis lebih besar dari 5% maka peralatan perlu dikalibrasi untuk mendapatkan nilai koefisien kalibrasi. Hasil kalibrasi menunjukkan bahwa nilai koefisien kalibrasi rata-rata 0,77. Hal ini menunjukkan bahwa hasil pengukuran debit menggunakan peralatan *orifice discharge* sangat akurat karena berada pada rentang 0,75 – 0,99. Dengan demikian peralatan *orifice discharge* ini dapat digunakan untuk kegiatan praktikum simulasi pengukuran kecepatan aliran dan debit pada berbagai ketinggian air pada manometer.

IV. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil pembahasan tersebut dapat dikemukakan bahwa simulasi pengukuran debit dan kecepatan aliran air menggunakan peralatan *orifice discharge* sangat akurat dengan nilai koefisien kalibrasi 0,77. Disarankan untuk membeli atau membetulkan pambalut dari spon pada pipa *intake*. Pambalut ini berfungsi untuk mengurangi terjadinya golkakan air di dalam tabung silinder yang berpengaruh terhadap pembacaan manometer. Apabila air di dalam tabung silinder bergolak maka pembacaan manometer tidak akurat.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada ketua Lab TPKL yang telah mendukung kegiatan penelitian menggunakan peralatan *orifice discharge* ini.

Daftar Pustaka

Eswanto dan D. Syahputra. Analisa Distribusi Kapasitas Aliran Fluida di Daerah Percabangan Pada Sistem Perpipaan. *Jurnal Teknologi Terapan*. 3 (2017), p.7–11.

Hidayah, S. dan V. Dermawan. Uji Proporsionalitas Debit Bangunan Bagi Tipe Numbak. *Jurnal Irigasi*. 10(2) (2015), p.69–82.

Kuncoro, Y.T., D. Sisinggih, D. Priyantoro, Uji model fisik kapasitas aliran pada lubang pengisian tampungan di bawah saluran drainasi (*underdrain box storage*), *Jurnal Teknik Pengairan*. 4 (2013), p.73–80

Pudyono. Pengaruh Pemasangan Bangunan Peninggi Muka Air (Subweir) Terhadap Gerusan Yang Terjadi di Hilir Bendung. *Jurnal Rekayasa Sipil*. 4(2) (2010), p.99–110.

Sarjito, Subroto, dan A. Kurniawan. Studi Distribusi Tekanan Aliran Melalui Pengecilan Saluran Secara Mendadak dengan Belokan Pada Penampang Segi Empat. *Media Mesin: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*. 17(1) (2016), p.8–22.

Setyowati, D., N. dan Junaidi, R. Analisis Routing Reservoir Dalam Pengembangan Sumber Daya Air Kawasan Karst. *AL-ARD Jurnal Teknik Lingkungan*. 2(1) (2016), p. 16–22

Waspod. Analisa Head Loss Sistem Jaringan Pipa Pada Sambungan Pipa Kombinasi Diameter Berbeda. *Jurnal Suara Teknik Fakultas Teknik*. 8(1) (2017), p:1–12.

Widodo, S., K. Suharno, dan X. Salahudin. Analisis Aliran Air Dalam Pipa Bercabang (junction). *Jurnal Ilmiah Wahana Ilmuwan*. 1(1) (2016), p.77–84.

ISSN 2621-0878

