

STUDI EKSPERIMENTAL *ORIFICE PLATE METER*
DENGAN KAPASITAS ALIRAN 1,5 SAMPAI 11 LITER PER MENIT
PADA PIPA *POLYVINYL CHLORIDE* (PVC) ½ INCH DAN 1 INCH
(RASIO $\beta = d/D = 0,4$)

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat

Strata – 1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh:

Abimanyu Tirto Djati

20140130247

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2018

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi manapun dan sepengetahuan saya tidak terdapat karya yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 23 Agustus 2018

Abimanyu Tirto Djati

MOTTO

**“Berangkat dengan penuh keyakinan
Berjalan dengan penuh keikhlasan
Istiqomah dalam menghadapi cobaan”**

**“Tidak melakukan hal yang tidak ingin dilakukan dan jika harus
melakukannya, akan dilakukan secepatnya”**

**“Tidak penting seberapa banyak kamu jatuh, paling terpenting adalah
seberapa banyak kamu BANGKIT”**

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, Wasshollatu wassalamu 'ala sayyidilmursalin Sayyidina wa Maulana Muhammadin wa 'ala alihi wa shohbihi ajma'in. Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan bimbingan-Nya. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, kepada keluarganya, para sahabat, serta kepada umatnya hingga akhir zaman, amin. Penyusunan tugas akhir ini diajukan guna memenuhi syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Progam Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan judul “STUDI EKSPERIMENTAL *ORIFICE PLATE METER* DENGAN KAPASITAS ALIRAN 1,5 SAMPAI 11 LITER PER MENIT PADA PIPA PVC ½ INCH DAN 1 INCH (RASIO $\beta = d/D = 0,4$)”.

Tugas akhir ini menjabarkan bagaimana cara mengukur debit fluida dalam pada pipa *polyvinyl chloride* (PVC) dengan menggunakan *orifice plate meter*. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan plat *orifice* yang memiliki rasio beta 0,4 pada pipa ½ dan 1 inch yang dimaksudkan untuk mengkaji hipotesis bahwa dengan nilai rasio beta yang sama diharapkan dapat digunakan untuk memprediksi debit pada pipa dengan ukuran yang berbeda.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini belum sempurna dan masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis akan menerima aspirasi pembaca dalam bentuk masukan kritik dan saran.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, November 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
MOTTO.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR NOTASI.....	xii
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Flow Meter Berbasis Perbedaan Tekanan.....	12
2.2.1 Orifice Plate Meter	12
2.2.2 Penerapan Persamaan Bernoulli Pada Orifice Plate Meter	12
2.3 Regim Aliran (Flow Regime).....	15
2.4 Aliran Berkembang Penuh (Fully Developed Flow)	16
2.5 Rugi Aliran (Head Losses).....	17
2.6 Discharge Coefficient	21
2.7 Pengukuran Beda Tekanan.....	21

2.7.1	Manometer Tabung U	21
2.7.2	Manometer Diferensial	22
2.8	Jenis Pressure Taps pada Orifice	23
BAB III METODE PENELITIAN		25
3.1	Bahan Penelitian	25
3.2	Alat Penelitian	25
3.3	Prosedur Penelitian	32
3.3.1	Diagram Alir Penelitian	32
3.3.2	Tahap Pelaksanaan.....	35
3.3.3	Tahap Pengambilan Data	35
3.3.4	Prosedur Analisis Data.....	36
3.3.5	Variasi Pengujian.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		39
4.1	Perhitungan Aliran Fully Developed	39
4.2	Hasil Penelitian.....	40
4.3	Perhitungan.....	43
4.3.1	Perhitungan Coefficient of Discharge (Cd) pada Pipa ½ inch	43
4.3.2	Perhitungan Coefficient of Discharge (Cd) pada Pipa 1 inch	44
4.3.3	Perhitungan Debit Orifice (Qorifice) Pada Pipa PVC ½ inch.....	46
4.3.4	Perhitungan Debit Orifice (Qorifice) Pada Pipa PVC 1 inch.....	50
4.4	Pembahasan.....	54
4.4.1	Perbandingan Debit Orifice (Qorifice) dengan Debit Aktual pada Pipa ½ inch.....	54
4.4.2	Perbandingan Debit Orifice (Qorifice) dengan Debit Aktual pada Pipa 1 inch.....	56
4.4.3	Memprediksi Debit Aktual (Qaktual) pada Pipa 1 inch	58
4.4.4	Menampilkan Hasil Penelitian Pratama dan Sekarang	62
BAB V PENUTUP		65
5.1	Kesimpulan.....	65
5.2	Saran	66

UCAPAN TERIMAKASIH..... 67

DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik Re terhadap Q_{act} vs Q_{th} (Ghurri, 2013).....	5
Gambar 2.2 Grafik Re terhadap Cd (Ghurri, 2013).....	6
Gambar 2.3 Perbandingan nilai ΔC_d terhadap Re (Pratama, 2017)	7
Gambar 2.4 Perbandingan nilai ΔC_d terhadap Re (Kurniawan, 2017).....	8
Gambar 2.5 Perbandingan Nilai Cd terhadap Re (Hollingshead dkk, 2011)	9
Gambar 2.6 Hasil Pengujian <i>Orifice Flow Meter</i> (Septiadi, 2008)	10
Gambar 2.7 Hubungan antara angka Reynolds dan Cd (Rahman dkk, 2009)	10
Gambar 2.8 Hubungan antara Re terhadap ΔC_d (Rosadi, 2017).....	11
Gambar 2.9 Skema <i>Orifice Plate Meter</i> (Crowe dan Elger, 2009)	12
Gambar 2.10 Profil Jenis Aliran Pada Fluida (Crowe dan Elger, 2009).....	15
Gambar 2.11 Skema Aliran Berkembang Penuh (Cengel, 2002).....	16
Gambar 2.12 Diagram Moody (Cengel, 2002).....	18
Gambar 2.13 U-Tube Manometer (Sudarja, 2016).....	21
Gambar 2.14 Manometer Diferensial (Sudarja, 2016).....	22
Gambar 2.15 Jenis <i>Pressure Taps Orifice Plate</i> (White, 2017)	23
Gambar 3.1 Alat Uji <i>Orifice Plate Meter</i>	25
Gambar 3.2 Pipa PVC Wavin.....	26
Gambar 3.3 Pompa Air	27
Gambar 3.4 Rotameter Air	28
Gambar 3.5 <i>Flange Orifice Plate Meter</i>	28
Gambar 3.6 <i>Orifice Plate Meter</i>	29
Gambar 3.7 <i>Ball Valve</i>	29
Gambar 3.8 <i>Gate Valve</i>	30
Gambar 3.9 Skema Alat Penelitian.....	31
Gambar 3.10 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 3.11 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan-1).....	33
Gambar 3.12 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan-2).....	34
Gambar 4.1 Hubungan Re terhadap $\Delta p_{rata-rata}$ pada Pipa 1/2 inch	48
Gambar 4.2 Hubungan Re terhadap Cd pada Pipa 1/2 inch.....	49
Gambar 4.3 Hubungan Re terhadap $\Delta p_{rata-rata}$ pada Pipa 1 inch	52
Gambar 4.4 Hubungan Re terhadap Cd pada Pipa 1 inch.....	53
Gambar 4.5 Grafik Antara Q_{aktual} dan $Q_{orifice}$ Pipa 1/2 inch	55
Gambar 4.6 Grafik Antara Q_{aktual} dan $Q_{orifice}$ Pipa 1 inch	57
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Re Terhadap ΔC_d	59
Gambar 4.8 Grafik ΔC_d Antara Penelitian ini dan Pratama (2017)	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Koefisien kekasaran pada pipa (Cengel, 2002).....	19
Tabel 2.2 Koefisien kerugian pada komponen pipa (Crowe, 2009)	20
Tabel 3.1 Variasi Pengujian Pada Pipa ½ Inch.....	37
Tabel 3.2 Variasi Pengujian Pada Pipa 1 Inch	38
Tabel 4.1 Data Hasil Penelitian pada Pipa ½ inch.....	41
Tabel 4.2 Data Hasil Penelitian pada Pipa 1 inch.....	42
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Re, $\Delta p_{rata-rata}$, dan Cd pada Pipa ½ inch.....	47
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Re, $\Delta p_{rata-rata}$, dan Cd pada Pipa 1 inch.....	51
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Debit <i>Orifice</i> ($Q_{orifice}$) pada Pipa ½ inch	54
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Debit <i>Orifice</i> ($Q_{orifice}$) pada Pipa 1 inch	56
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Nilai Cd_{1inch} dan $Cd_{0.5inch}$	58
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Debit Prediksi Pipa 1 inch.....	61
Tabel 4.9 Perbedaan antara penelitian Sekarang dan Pratama (2017).....	62
Tabel 4.10 Hasil kelayakan antara ΔCd dan Re	64

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan koefisien <i>discharge</i> (Cd) pada pipa ½ inch.....	59
Lampiran 2 Perhitungan koefisien <i>discharge</i> (Cd) pada pipa 1 inch.....	60
Lampiran 3 Perhitungan debit <i>orifice</i> pada pipa ½ inch	61
Lampiran 4 Perhitungan debit <i>orifice</i> pada pipa 1 inch	62
Lampiran 5 Desain <i>flange orifice</i> ukuran ½ inch	63
Lampiran 6 Desain <i>flange orifice</i> ukuran 1 inch	64

DAFTAR NOTASI

- d : Diameter *orifice* (m)
- D : Diameter dalam pipa (m)
- l_1 : Panjang *fully developed* (m)
- β : Rasio perbandingan antara diameter *orifice* dan diameter dalam pipa
- Δp : Nilai beda tekanan (Pa)
- C_d : *Coefficient of discharge*
- ΔC_d : Nilai beda koefisien antara pipa 1/2 inch dan 1 inch
- Q_{aktual} : Debit aktual yang terbaca pada rotameter (m^3/s)
- Q_{ideal} : Debit ideal (m^3/s)
- Q_{orifice} : Debit *orifice* hasil perhitungan (m^3/s)
- ρ : Massa jenis fluida (kg/m^3)
- p_1 : Tekanan pada sisi *upstream* (Pa)
- p_2 : Tekanan pada sisi *downstream* (Pa)
- A_1 : Luas penampang pipa (m^2)
- A_2 : Luas penampang *orifice* (m^2)
- v : Kecepatan fluida (m/s)
- Re : Angka Reynolds
- μ : Viskositas dinamik ($\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$)
- g : Percepatan gravitasi (m/s^2)