

**PENGUJIAN *ORIFICE PLATE METER* SEBAGAI ALAT UKUR DEBIT
AIR DENGAN KAPASITAS 7 LPM PADA PIPA ½ INCH DAN ¾ INCH**

(RASIO $\beta = d/D = 0,24$)

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat

Strata – 1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh:

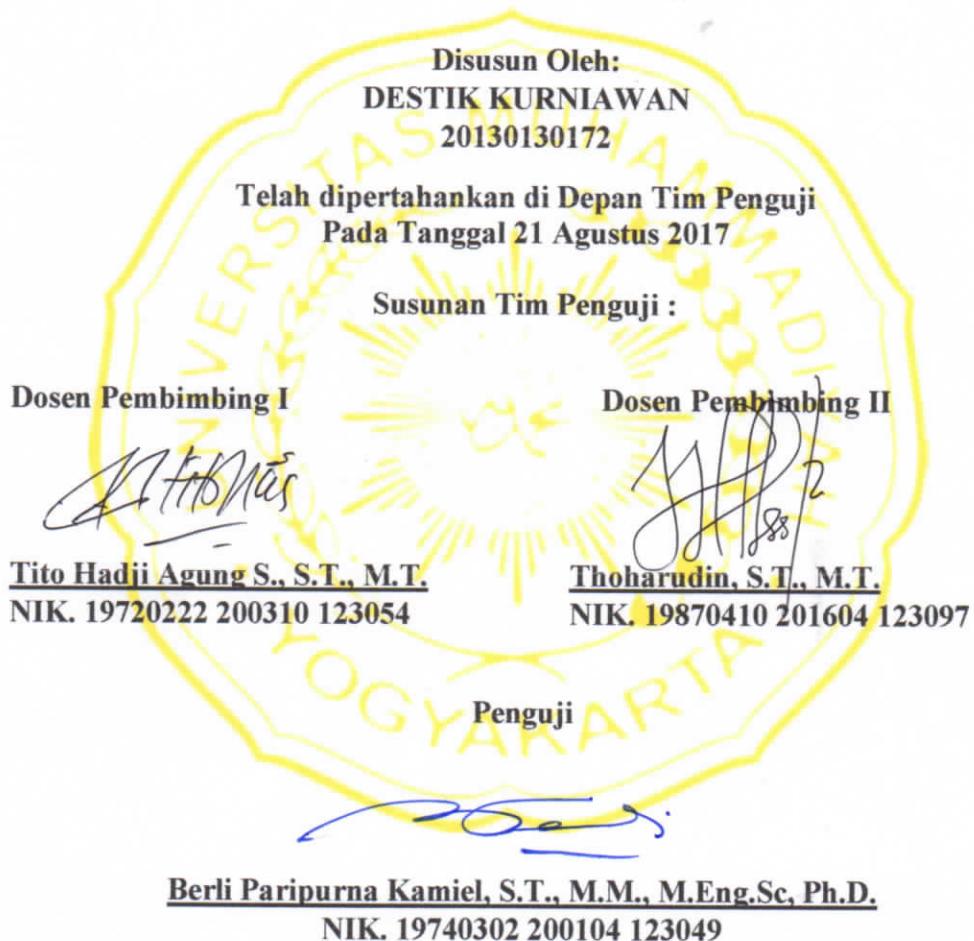
**DESTIK KURNIAWAN
20130130172**

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

2017

HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

PENGUJIAN *ORIFICE PLATE METER* SEBAGAI ALAT UKUR DEBIT
AIR DENGAN KAPASITAS 7 LPM PADA PIPA $\frac{1}{2}$ INCH DAN $\frac{3}{4}$ INCH
(RASIO $\beta = d/D = 0,24$)



Tugas Akhir ini telah dinyatakan sah sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal 26 Agustus 2017
Mengesahkan
Ketua Program Studi Teknik Mesin



HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu/disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 21 Agustus 2017

Destik Kurniawan

PERSEMBAHAN



“Dengan Nama Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang”

“Perjuangan merupakan pengalaman yang sangat berharga yang dapat menjadikan kita manusia yang berkualitas”

Kupersembahkan karya sederhana ini untuk semua yang sangat saya sayangi dan saya kasih..

[Ayah dan Ibu tercinta]

Sebagai tanda bakti, hormat dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada Mamak dan Bapak yang telah memberikan kasih saying, segala dukungan dan cinta kasih yang tiada terhingga dan tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selembar kata persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk Ibu dan Ayah bahagia karena kusadar, selama ini belum bisa berbuat yang lebih. Untuk Ibu dan Ayah yang selalu menyirami kasih sayang, selalu menasehatiku dan mendoakanku untuk menjadi lebih baik.

Terima Kasih Ibu... Terima Kasih Ayah..

[Teknik Mesin D 2013 Broderhood]

Semua sahabat seperjuangan Teknik Mesin D 2013, Aan, Abdi G, Mega, Alpin, Anggit, Ari Fadli, Erjati Pitaloka, Arief Gombloh, Arya, Ayup, Bayu, Candra, Ari yulianto, Dede, Dinta, Edo, Eko, Ekwin, Hima, Ganto, Imam, Ina, Agung, Luji, Lukman, Shidiq, Siggit, Sulis, Tomi, Uman, Wawan, Sony, Afif, Muarif. Kuatkan tekad kalian tuk maju menghadapi rintangan, jangan pernah takut untuk berproses, karena hasil tidak akan pernah mengkhianati proses. So, segera keluar dari zona nyamanmu dan selesaikan tanggung jawabmu yang masih terbengkalai.

Teruslah “Liar” tapi jangan lupa untuk “Ber-iman”

[Dosen Pembimbingku]

Bapak Tito Hadji Agung S., S.T., M.T. dan Bapak Thoharudin, S.T., M.T. selaku dosen tugas akhir saya, terima kasih banyak atas semua bantuan, nasihat, bimbingan dan pelajaran yang telah diberikan.

Saya tidak akan pernah lupa atas bantuan dan kesabaran dari Bapak-bapak semua...

Seluruh dosen dan staff pengajar di Jurusan Teknik Mesin :

Terima kasih banyak untuk semua ilmu, didikan dan pengalaman yang sangat berharga yang telah diberikan kepada kami.

[Yang Terakhir]

Untuk ribuan tujuan yang harus dicapai, untuk jutaan mimpi yang akan dikejar, untuk sebuah pengharapan, agar hidup jauh lebih bermakna. Hidup tanpa mimpi ibarat arus sungai. Mengalir tanpa tujuan. Teruslah belajar, berusaha dan berdoa untuk menggapainya.

Jatuh bediri lagi. Kalah mencoba lagi. Gagal bangkit lagi

Never give up!

Sampai Allah SWT berkata “waktunya pulang”

Hanya sebuah karya kecil dan untaian kata-kata ini yang dapat kupersembahkan kepada kalian semua. Terima kasih beribu terima kasih kuucapkan.

Atas segala kekhilafan dan kekuranganku, kurendahkan hati serta diri menjabat tangan meminta beribu-ribu kata maaf tercurah.

Tugas Akhir ini kupersembahkan.

Destik Kurniawan, S.T.

MOTTO

**“ KITA BEKERJA UNTUK MENINGAT KEMARIN,
MEMPERBAIKI HARI INI, DAN DEMI MASA DEPAN”**

(Prasasti peringatan PT. KAI, 2013)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala karunia-Nya dan pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Shalawat beserta salam semoga senantiasa terlimpah curahkan kepada Nabi Muhammad SAW, kepada keluarganya, para sahabatnya, hingga kepada umatnya hingga akhir zaman, amin. Penyusunan Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Judul yang penyusun ajukan adalah “*PENGUJIAN ORIFICE PLATE METER SEBAGAI ALAT UKUR DEBIT AIR DENGAN KAPASITAS 7 LPM PADA PIPA ½ INCH DAN ¾ INCH (RASIO $\beta = d/D = 0,24$)*”

Dalam penyusunan Tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penyusun dengan senang hati menyampaikan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Ibu tercinta Parijan dan Parsini serat segenap keluarga yang selalu mendukung dan mendoakan dari awal sampai akhir.
2. Bapak Tito Hadji Agung Santoso, S.T., M.T. sebagai pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan yang bermanfaat dengan hati yang sabar.
3. Bapak Thoharudin, S.T., M.T. sebagai pembimbing II yang telah memberikan arahan teknis dan koresi yang bermanfaat.
4. Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.M., M.Eng.Sc, Ph.D. selaku dosen pengaji.
5. Staff pengajar, Laboran, TU Jurusan Teknik Mesin Faultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Sahabat seperjuangan (*Orifice Team*), Ekwin, Alpin, Dede, beserta teman-teman lainnya yang sudah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang tidak biasa disebutkan satu persatu.
7. Keluarga kontrakan Tim Hore, Edo cebol, Ganang joko, Baskoro jono, Pembudi mamut, Aan gondes, Arif gombloh, Dinta lopo, Aji Reggae,

Guntur bhadeg terimakasih sudah saling dukung, saling membantu dan memberi semangat.

8. Teman – teman Teknik Mesin kelas D angkatan 2013 yang telah memeberikan semangat, support dan perhatiannya
9. Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin UMY angkatan 2013 yang telah banyak membantu penyusunan Tugas Akhir ini.
10. Witri sebagai calon pendamping hidup atas kesetiaan, kesabaran dan perhatian.
11. Semua pihak terkait dengan penelitian ini yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu dan telah membantu secara langsung maupun tidak langsung, semoga Allah SWT membala bantuan tersebut berlipat ganda.

Yogyakarta, 21 Agustus 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
PERSEMBERAHAN.....	v
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR NOTASI.....	xvii
INTISARI.....	xviii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	10
2.2.1 Persamaan Bernaolli.....	10
2.2.2 Penerapan Persamaan Bernoulli pada <i>Orifice Plate Meter</i>	12
2.2.3 <i>Head Loss</i> (Rugi-rugi Aliran)	15
2.2.4 Rejim Aliran.....	19
2.2.5 Aliran <i>Fully Developed</i>	20

2.2.6	Pengukuran Laju Aliran	21
2.2.7	<i>Orifice Plate Meter</i>	22
2.2.8	Pengukuran Perbedaan Tekanan	24
BAB III		28
METODE PENELITIAN.....		28
3.1	Alat Penelitian	28
3.2	Bahan Penelitian.....	35
3.3	Skema Alat Uji	35
3.4	Prosedur Penelitian.....	36
3.4.1	Diagram Alir Penelitian	36
3.4.2	Tahap Pelaksanaan	39
3.4.3	Pengambilan Data	39
3.4.4	Prosedur Analisis Data.....	39
3.5	Variasi Pengujian	40
BAB IV		42
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		42
4.1	Hasil Penelitian.....	42
4.1.1	Data hasil penelitian pada Pipa PVC $\frac{1}{2}$ dan $\frac{3}{4}$ Inch.....	42
4.2	Perhitungan.....	43
4.2.1	Perhitungan <i>Fully Developed</i>	43
4.2.2	Perhitungan <i>coefficient of discharge</i> (Cd) pada Pipa PVC $\frac{1}{2}$ Inch .	44
4.2.3	Perhitungan Debit Orifice (<i>Vorifice</i>) Pada Pipa $\frac{1}{2}$ Inch	46
4.2.4	Perhitungan <i>coefficient of discharge</i> (Cd) pada Pipa PVC $\frac{3}{4}$ Inch .	46
4.2.5	Perhitungan Debit Orifice (<i>Vorifice</i>) Pada Pipa $\frac{3}{4}$ Inch	48
4.3	Pembahasan	49
4.3.1	Pipa $\frac{1}{2}$ Inch	49
4.3.2	Debit Orifice (<i>Vorifice</i>) Pada Pipa PVC $\frac{1}{2}$ inch	51
4.3.3	Pipa $\frac{3}{4}$ Inch	53
4.3.4	Debit Orifice (<i>Vorifice</i>) Pada Pipa PVC $\frac{3}{4}$ Inch.....	56
4.3.5	Grafik ΔC Pada Pipa $\frac{1}{2}$ Inch dan Pipa $\frac{3}{4}$ Inch	57
BAB V		59

KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Grafik ΔCd terhadap bilangan Re (Pratama, 2017)	5
Gambar 2. 2 Grafik ΔCd terhadap bilangan Re (Saputra, 2017)	6
Gambar 2. 3 Grafik <i>Discharge coefficient</i> plat orifice (Hollingshead dkk, 2011)..	7
Gambar 2. 4 Diagram batang koefisien debit (Cd) terhadap rasio beta (β)	8
Gambar 2. 5 Hasil percobaan rasio 0,10 (Kim dkk, 1998)	9
Gambar 2. 6 Hasil percobaan rasio 0,15 (Kim dkk, 1998)	9
Gambar 2. 7 Hasil percobaan rasio 0,33 (Kim dkk, 1998)	10
Gambar 2. 8 Area persamaan Bernoulli (Cengel, 2006).....	10
Gambar 2. 9 Gaya yang bekerja pada partikel fluida sepanjang <i>streamline</i>	11
Gambar 2. 10 Skema <i>orifice plate meter</i> (Al-shemmeri, 2012).....	12
Gambar 2. 11 Aliran di dalam pipa sublapisan viskos didekat dinding kasar dan	16
Gambar 2. 12 Diagram Moody (Munson,2009).....	17
Gambar 2. 13 (a) Eksperimen untuk mengilustrasikan jenis aliran, (b) Guratan..	19
Gambar 2. 14 Skema aliran fluida berkembang penuh kecepatan (White, 1998).	21
Gambar 2. 15 <i>Concentris orifice plate</i> (Natanael, 2015)	23
Gambar 2. 16 Kontruksi orifice meter yang khas (Munson, 2009)	24
Gambar 2. 17 <i>U-Tube Manometer</i> (Hewakandamby, 2012).....	25
Gambar 2. 18 Pengukuran beda tekanan menggunakan manometer (Hewakandamby, 2012).....	26
Gambar 2. 19 Manometer miring (Hewakandamby, 2012)	26
Gambar 3. 1 Alat pengujian	28
Gambar 3. 2 <i>Flange orifice</i>	29
Gambar 3. 3 Pipa PVC	30
Gambar 3. 4 <i>Gate valve</i>	30
Gambar 3. 5 Rotameter air	31
Gambar 3. 6 Pompa air.....	32
Gambar 3. 7 Tangki air	32
Gambar 3. 8 <i>Ball valve</i>	33
Gambar 3. 9 (a) Plat <i>orifice</i> pipa $\frac{1}{2}$ inch	34

Gambar 3. 10 <i>Pressure differential</i>	34
Gambar 3. 11 Skema alat uji	36
Gambar 3. 12 Diagram alir penelitian	37
Gambar 4. 1 Grafik hubungan bilangan Reynolds (Re) terhadap $\Delta P_{\text{rata-rata}}$ Orifice	50
Gambar 4. 2 Grafik hubungan bilangan Reynolds (Re) terhadap <i>coefficient of discharge Cd</i> pada pipa $\frac{1}{2}$ inch	50
Gambar 4. 3 Grafik perbandingan <i>Vorifice</i> terhadap <i>Vair (LPM)</i> pada pipa $\frac{1}{2}$	52
Gambar 4. 4 Grafik hubungan bilangan Reynolds (Re) terhadap $\Delta P_{\text{rata-rata}}$ pada pipa $\frac{3}{4}$ inch	54
Gambar 4. 5 Grafik hubungan bilangan Reynolds (Re) terhadap <i>coefficient of...</i> ..	54
Gambar 4. 6 Grafik perbandingan <i>Vorifice (LPM)</i> terhadap <i>Vair (LPM)</i> pada pipa	56
Gambar 4. 7 Grafik ΔC_d pipa $\frac{1}{2}$ inch dan $\frac{3}{4}$	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kekasaran ekivalen untuk pipa baru (Munson, 2009)	17
Tabel 2. 2 Koefisien tahanan untuk komponen pipa (Munson, 2009)	18
Tabel 3. 1 Variasi pengujian	40
Tabel 4. 1 Data pada pipa PVC $\frac{1}{2}$ inch	42
Tabel 4. 2 Data pada pipa PVC $\frac{3}{4}$ inch	43
Tabel 4. 3 Hasil perhitungan <i>Reynolds</i> (Re), ΔP dan <i>coefficient of discharge</i> (Cd) pada pipa $\frac{1}{2}$ inch	49
Tabel 4. 4 Hasil perhitungan debit orifice (<i>Vorifice</i>) Pada Pipa PVC $\frac{1}{2}$ inch	51
Tabel 4. 5 Hasil perhitungan <i>Reynolds</i> (Re), ΔP dan <i>coefficient of discharge</i> (Cd) pada pipa $\frac{3}{4}$ inch	53
Tabel 4. 6 Hasil perhitungan debit orifice (<i>Vorifice</i>) pada pipa PVC $\frac{3}{4}$ inch.....	56

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Desain <i>flange</i> dan plat orifice pada pipa $\frac{1}{2}$ inch	63
LAMPIRAN 2 Desain <i>flange</i> dan plat orifice pada pipa $\frac{3}{4}$ inch	64
LAMPIRAN 3 Perhitungan <i>coefficient of discharge</i> (C_d) pada pipa $\frac{1}{2}$ inch	65
LAMPIRAN 4 Perhitungan koefisien curah (C) pada pipa $\frac{3}{4}$ inch	66
LAMPIRAN 5 Perbandingan hasil perhitungan pada pipa $\frac{1}{2}$ inch dan $\frac{3}{4}$ inch ...	67
LAMPIRAN 6 Hasil perhitungan <i>Vorifice</i> pada pipa $\frac{1}{2}$ inch.....	68
LAMPIRAN 7 Hasil perhitungan <i>Vrifice</i> pada pipa $\frac{3}{4}$ inch.....	69
LAMPIRAN 8 Perhitungan interpolasi pada pipa $\frac{1}{2}$ inch dan $\frac{3}{4}$ inch.....	70
LAMPIRAN 9 Perbandingan hasil interpolasi $\Delta P_{\text{rata-rata}}$	71
LAMPIRAN 10 Perbandingan hasil interpolasi ΔV_{ideal}	71
LAMPIRAN 11 Perbandingan hasil interpolasi ΔC_d	72

DAFTAR NOTASI

- d : Diameter orifice (m)
D : Diameter dalam pipa (m)
P : Tekanan (Pa)
 C_d : Koefisien curah
 v : Kecepatan aliran (m/s)
 \dot{V} : Debit (m^3/s)
 ΔP : Nilai beda tekanan (Pa)
 ΔC_d : Nilai beda koefisien curah
Re : Bilangan Reynolds
 ρ : Massa jenis (kg/m^3)
 μ : Kekentalan ($kg/m.s$)
 g : Percepatan gravitasi bumi (m/s^2)
m : massa (kg)
A : Luas suatu penampang (m^2)
z : Elevasi (m)
s : Arah gerak suatu partikel di sepanjang *streamline*
 h_l : *Head loss* (m)
 K_L : Koefisien kerugian
 f : Koefisien kekasaran
 l_i : *Entrance length* (m)
 l : Panjang pipa (m)
 ds : Turunan dari s
 dP : Turunan dari tekanan
 dA : Turunan dari luas penampang
 dz : Turunan dari elevasi
 dv : Turunan dari kecepatan