

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, nikmat dan karunia yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Studi Numerik Pengaruh Diameter Inlet Terhadap Karakteristik Spray Pada Pressure Swirl Nozzle**” ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan, petunjuk dan bimbingan dari berbagai pihak dalam proses penyelesaian skripsi ini dengan baik. Oleh karena itu, dalam kesempatan kali ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak – pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini :

1. Bapak Dr. Slamet Wahyudi, ST, MT. selaku Ketua Jurusan Mesin.
2. Bapak Dr. Eng. Anindito P, ST, M.Eng. selaku Sekretaris Jurusan Mesin.
3. Ibu Dr. Eng. Lilis Yuliati, ST, MT. selaku Ketua Kelompok Dasar Keahlian Konsentrasi Konversi Energi Jurusan Mesin.
4. Ibu Dr. Eng. Lilis Yuliati, ST, MT. selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberi masukan, bimbingan, pengetahuan dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Rudy Soenoko, M.Eng.Sc selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan motivasi, bimbingan dan arahan untuk kesempurnaan penulisan skripsi ini.
6. Bapak Prof. Dr. Ir. Rudy Soenoko, M.Eng.Sc selaku dosen wali.
7. Seluruh Dosen Pengajar dan Staf Jurusan Teknik Mesin.
8. Kedua orang tuaku tercinta dan tersayang, Ayahanda Turmudzi dan Ibunda Martiyah yang tak hentinya mendo’akan dan memberi semangat saya, sungkem selalu buat bapak ibu, tetap sehat, senantiasa dalam pelukan dan lindungan-Nya.
9. Keluarga Besar dari ibu dan ayahku, terima kasih atas kasih sayang, do’a serta dukungan material dan spiritual yang diberikan selama ini.
10. Mas Muhammad Fatoni, terima kasih atas bantuannya, semangatnya, dan doanya serta semua kata – kata yang senantiasa membuat saya selalu berfikir akan berharganya kebersamaan dan waktu selama ini.
11. Keluarga Besar Laboratorium Metrologi Industri, Ibu Femiana Gapsari MF.,ST., MT. selaku Kepala Laboratorium yang telah banyak memberikan nasehat dan

bantuannya selama saya menjadi asisten. Tak lupa ucapan banyak terima kasih kepada saudara – saudaraku asisten : Mas Wahyu, Osye, Luhur, Luthfi, , Lukman dan Lisdianto terima kasih atas semua kebersamaan dan dukungannya selama penyelesaian skripsi ini.

12. Keluarga Besar Studio Perancangan dan Rekayasa Sistem, Bapak Dr. Eng. Moch. Agus Choiron, ST., MT. selaku Kepala Laboratorium dan rekan – rekan asisten terima kasih atas fasilitas dan dukungannya.
13. Saudaraku “EMPEROR” M’08 baik yang sudah maupun yang sedang berjuang menyelesaikan skripsi tetap semangat, semoga selalu diberi kemudahan dan kelancaran. *Solidarity Forever!!!*
14. “EMPERORWATI” M’08 Girls (Rista, Rissa, Ike Wahyu, Cintya, Ike Swan dan Binar), terima kasih kakak atas do’a yang selalu menyertai saya dan selalu memberikan semangat, peluk sayang selalu.
15. Keluarga Besar Kersen 111-a, terima kasih atas dukungan, do’a dan motivasinya.
16. Seluruh Keluarga Besar Mahasiswa Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
17. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu – persatu yang telah membantu penulis demi kelancaran penyelesaian skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis telah berusaha sebaik mungkin untuk menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya dan penulis juga menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyusunan yang lebih baik lagi.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan bagi para pembaca umumnya sekaligus dapat menjadi bahan acuan untuk penelitian lebih lanjut. Amiin

Malang, Januari 2013

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL.....	viii
RINGKASAN	ix
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.2 Fluida	6
2.2.1 Definisi dan Sifat-sifat fluida	6
2.2.2 Klasifikasi Fluida dan Alirannya	7
2.3 Hukum Dasar dan Metode Analisa Aliran Fluida	9
2.4 Anlisa dengan Persamaan Differensial untuk Gerak Aliran Fluida...	11
2.4.1 Konservasi Massa	11
2.4.2 Persamaan Momentum	12
2.5 Persamaan Analisa Aliran Fluida yang Melalui Nosel.....	15
2.6 Kerugian Energi pada Aliran Fluida.....	16
2.7 <i>Pressure Swirl Nozzle</i>	17
2.8 Mekanisme Pembentukan <i>Droplet</i>	19
2.9 Komputasi Dinamika Fluida (KDF)	19
2.9.1 <i>Software ANSYS Workbench</i>	23
2.10 Hipotesa	24

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Metode Penelitian	25
3.2	Rancangan Penelitian	25
3.3	Variabel Penelitian	26
3.4	Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.5	Prosedur Penelitian	28
3.6	Diagram Alir Penelitian	30

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Pengambilan Data	34
4.2	Perhitungan Data	35
4.3	Data Hasil Penelitian	38
4.4	Analisa Grafik	40
4.4.1	Grafik Validasi Hubungan antara <i>Spray Cone Angle</i> dengan Bilangan <i>Reynolds</i>	40
4.4.2	Grafik Hubungan antara <i>Spray Cone Angle</i> dengan Bilangan <i>Reynolds</i>	41
4.4.3	Grafik Hubungan antara <i>Coefficient of Discharge</i> dengan Bilangan <i>Reynolds</i>	44

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan	47
5.2	Saran	47

DAFTAR PUSTAKA

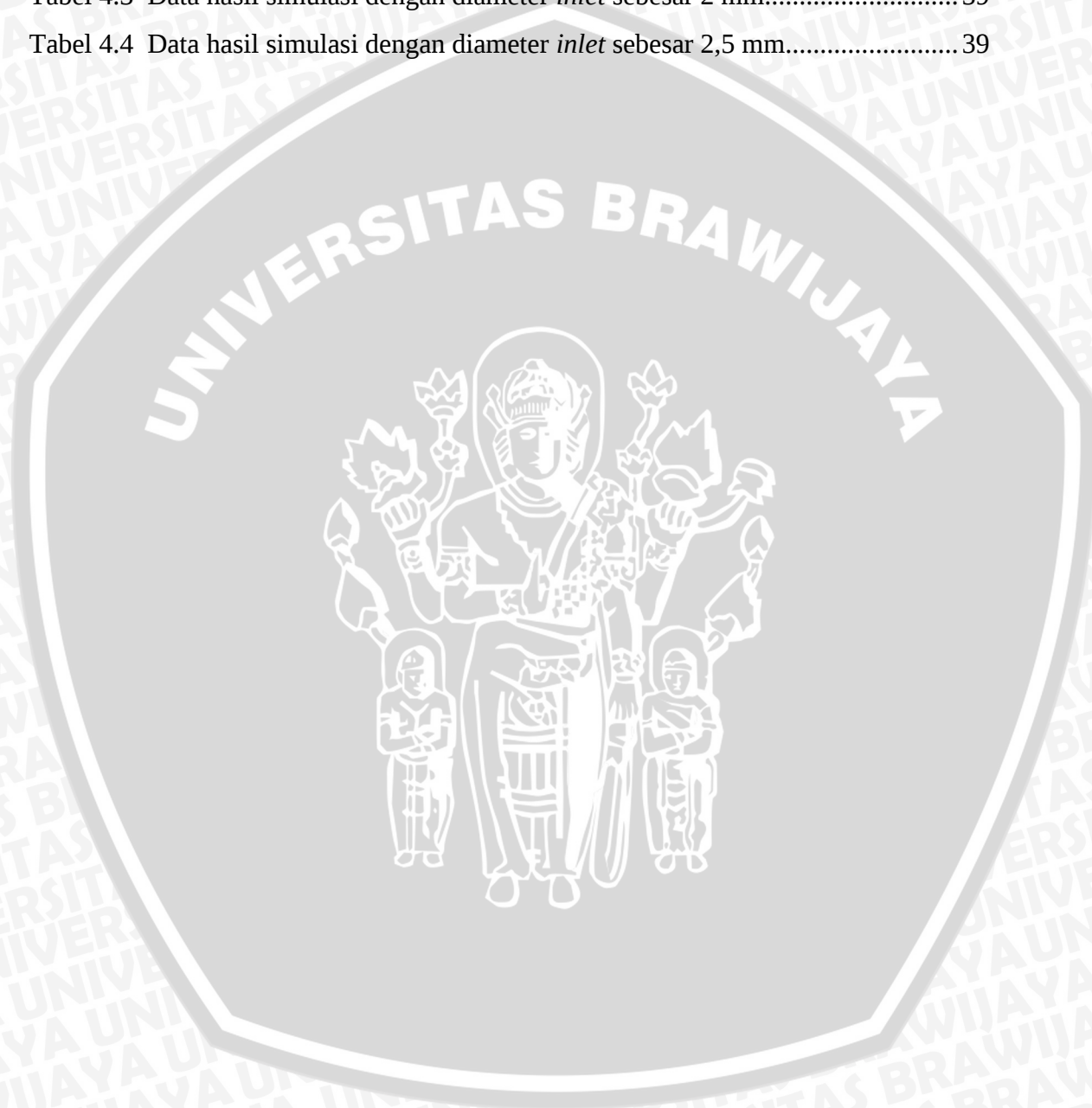
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Hubungan antara <i>spray cone angle</i> dengan bilangan <i>Reynolds</i> pada diesel.....	4
Gambar 2.2	Hubungan antara <i>coefficient of discharge</i> dengan bilangan <i>Reynolds</i> .	5
Gambar 2.3	Grafik hubungan antara bilangan <i>Reynolds</i> terhadap D_p/D_s	5
Gambar 2.4	Deformasi elemen fluida	6
Gambar 2.5	Fluida Newtonian dan Fluida non - Newtonian	8
Gambar 2.6	Profil kecepatan aliran laminar di dalam pipa	8
Gambar 2.7	Profil kecepatan aliran turbulen di dalam pipa	9
Gambar 2.8	Aliran massa yang masuk dan keluar dari elemen fluida.....	12
Gambar 2.9	Tegangan dalam arah x pada elemen fluida.....	13
Gambar 2.10	Aliran fluida pada kontrol volume berbentuk nosel	15
Gambar 2.11	Bagian – bagian <i>pressure swirl nozzle</i>	17
Gambar 2.12	Mekanisme pembentukan <i>droplet</i>	19
Gambar 3.1	Rancangan penelitian	25
Gambar 3.2	<i>Pressure swirl nozzle</i> dengan diameter <i>inlet</i> sebesar (a) 1,5 mm; (b) 2 mm dan (c) 2,5 mm.....	27
Gambar 3.3	<i>Grid generation</i> domain fisik.....	29
Gambar 3.4	Kondisi batas geometri	29
Gambar 3.5	Diagram alir penelitian.....	33
Gambar 4.1	Grafik hubungan antara <i>spray cone angle</i> dengan bilangan <i>Reynolds</i>	40
Gambar 4.2	Grafik hubungan antara <i>spray cone angle</i> dengan bilangan <i>Reynolds</i>	41
Gambar 4.3	Visualisasi kontur komponen kecepatan radial pada <i>Re</i> 2000 (a) diameter <i>inlet</i> 1,5 mm; (b) diameter <i>inlet</i> 2 mm; (c) diameter <i>inlet</i> 2,5mm	43
Gambar 4.4	Visualisasi kontur komponen kecepatan tangensial pada <i>Re</i> 2000 (a) diameter <i>inlet</i> 1,5 mm; (b) diameter <i>inlet</i> 2 mm; (c) diameter <i>inlet</i> 2,5mm	44
Gambar 4.5	Grafik hubungan antara <i>coefficient of discharge</i> dengan bilangan <i>Reynolds</i>	45

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 4.1	Data eksperimen nyata untuk validasi.....	38
Tabel 4.2	Data hasil simulasi dengan diameter <i>inlet</i> sebesar 1,5 mm.....	39
Tabel 4.3	Data hasil simulasi dengan diameter <i>inlet</i> sebesar 2 mm.....	39
Tabel 4.4	Data hasil simulasi dengan diameter <i>inlet</i> sebesar 2,5 mm.....	39



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul
Lampiran 1.	Data <i>pressure swirl nozzle</i> pada <i>inlet</i>
Lampiran 2.	Data <i>pressure swirl nozzle</i> pada <i>outlet</i>
Lampiran 3.	Visualisasi kecepatan fluida total pada <i>pressure swirl nozzle</i>



DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

Simbol	Besaran Dasar	Satuan
F	Gaya yang bekerja	N
μ	Faktor kesebandingan pengaruh fluida didalamnya	-
U	Kecepatan sudut/ laju perubahan bentuk sudut fluida	m/s
A	Luas penampang fluida	m ²
t	Waktu	sekon
τ	Tegangan geser	N/m ²
Re	Bilangan <i>Reynolds</i>	-
V	Kecepatan aliran fluida	m/s
D	Diameter pipa	m
ν	Viskositas kinematik	m ² /s
h_L	<i>Mayor/ minor losses</i>	-
f	Koefisien gesek	-
l	Panjang pipa	m
g	Percepatan gravitasi	m/s ²
k	Koefisien kerugian	-
ψ	<i>Spray cone angle</i>	—°
Q	Debit aliran fluida	m ³ /s
d_0	Diameter <i>orifice</i>	m
d_a	Diameter <i>air core</i>	m
V_z	Kecepatan aksial	m/s
V_r	Kecepatan radial	m/s
V_θ	Kecepatan tangensial	m/s
A_0	Luas penampang <i>orifice</i>	m ²
ΔP	Beda tekanan fluida melalui nosel	N/m ²
ρ	Densitas fluida	kg/m ³
P	Tekanan fluida	Pa
μ_{eff}	Viskositas efektif	m ² /s
k	Energi kinetik turbulensi	-
μ_t	<i>Eddy viscosity</i>	m ² /s
$\sigma_\varepsilon, \sigma_k$	Konstanta empiris untuk persamaan k- ε	-

RINGKASAN

Ulil Fajri, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Januari 2013, *Studi Numerik Pengaruh Variasi Diameter Inlet Terhadap Karakteristik Spray Pada Pressure Swirl Nozzle*, Dosen Pembimbing : Lilis Yulianti dan Rudy Soenoko.

Dewasa ini perkembangan ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan mekanika fluida berkembang sangat pesat, terbukti dengan semakin meningkatnya alat – alat atomisasi fluida yang beredar dipasaran. Salah satu alat yang sering digunakan dalam sistem aliran fluida adalah *pressure swirl nozzle*. *Pressure swirl nozzle* adalah suatu cara pengatomisasian fluida yang memanfaatkan gaya tangensial dari fluida yang masuk ke dalam nosel, yang berfungsi untuk memecah fluida cair yang disemprotkan menjadi butiran – butiran halus/ *droplet*. Ciri khas dari *pressure swirl nozzle* adalah adanya pusaran di dalam ruang nosel yang disebabkan oleh kecepatan tangensial fluida. Kecepatan tangensial yang dihasilkan oleh fluida yang masuk ke dalam nosel sangat mempengaruhi karakteristik *spray* dari *pressure swirl nozzle* meliputi diameter *droplet*, *coefficient of discharge* dan *spray cone angle*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh diameter *inlet* pada *pressure swirl nozzle* terhadap besarnya *spray cone angle* dan *coefficient of discharge* dengan menggunakan metode numerik.

Penelitian ini menggunakan metode simulasi numerik, variabel bebas yang digunakan adalah variasi diameter *inlet* sebesar 1,5 mm, 2 mm dan 2,5 mm. Variabel terikat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *spray cone angle* dan *coefficient of discharge* yang dihasilkan oleh *pressure swirl nozzle*. Sedangkan variabel terkontrolnya adalah *inlet* berjumlah 1 dan bilangan *Reynolds* yang divariasikan sebesar 2000, 2500, 3000, 3500 dan 4000. Penelitian ini dilakukan secara numerik dengan menggunakan *software fluent* yang terdapat dalam ANSYS 13.0 Workbench.

Hasil studi numerik pengaruh diameter *inlet* terhadap karakteristik *spray* pada *pressure swirl nozzle* menunjukkan bahwa dengan diameter *inlet* yang semakin besar, maka *spray cone angle*nya semakin kecil dan *coefficient of discharge*nya semakin besar. *Pressure swirl nozzle* dengan diameter *inlet* 2,5 mm menghasilkan *spray cone angle* lebih kecil bila dibandingkan dengan *pressure swirl nozzle* dengan diameter 1,5 mm dan 2 mm yaitu sebesar 35 ° pada bilangan *Reynolds* 2000. Hal ini dikarenakan semakin besar diameter *inlet* maka kecepatan tangensial fluida yang masuk *swirl chamber* semakin kecil yang menyebabkan pusaran didalamnya menjadi lebih kecil sehingga *spray cone angle* semakin kecil. Sedangkan *pressure swirl nozzle* dengan diameter *inlet* 2,5 mm menghasilkan *coefficient of discharge* lebih besar bila dibandingkan dengan *pressure swirl nozzle* dengan diameter 1,5 mm dan 2 mm yaitu sebesar 0,71 pada bilangan *Reynolds* 2000.

Kata kunci: *pressure swirl nozzle*, diameter *inlet*, karakteristik *spray*, studi numerik.