PENGARUH DIAMETER LUBANG NOSEL TERHADAP KARAKTERISTIK NOSEL KONVERGEN DENGAN METODE *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS* (CFD)

Disusun dan diajukan oleh:

NUR FADIL DAHLAN

D091181007

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2024

Optimized using
trial version
www.balesio.com

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PENGARUH DIAMETER LUBANG NOSEL TERHADAP KARAKTERISTIK NOSEL KONVERGEN DENGAN METODE *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS* (CFD)

Disusun dan diajukan oleh

Nur Fadil Dahlan
D091181007

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal .....
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,	Pembimbing Pendamping,
Baharuddin, S.T., M.T	Andi Husni Sitepu, S.T., M.T
NIP 19720202111998021001	NIP 19770271200112001

Ketua Program Studi,

Dr.Eng. Faisal M, S.T., M.Inf.Tech., M.Eng
NIP 19810211 200501 1 003

Optimized using
trial version
www.balesio.com

iii

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama	:	Nur Fadil Dahlan
NIM	:	D091181007
Program Studi	:	Teknik Sistem Perkapalan
Jenjang	:	S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

PENGARUH DIAMETER LUBANG NOSEL TERHADAP KARAKTERISTIK NOSEL KONVERGEN DENGAN METODE *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS* (CFD)

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa,.....

Yang Menyatakan

Nur Fadil Dahlan

Optimized using
trial version
www.balesio.com

ABSTRAK

NUR FADIL DAHLAN. Pengaruh Diameter Lubang Nosel terhadap Karakteristik Nosel Konvergen dengan Metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD). (dibimbing oleh Baharuddin dan Andi Husni Sitepu)

Nosel merupakan salah satu komponen kritis dalam berbagai aplikasi teknologi, mulai dari mesin jet dan roket hingga mesin pembakaran internal serta dalam bidang perkapalan. Salah satu faktor yang memiliki dampak yang sangat signifikan yaitu diameter nosel diameter lubang yang berbeda pada sebuah nosel akan mempengaruhi beberapa aspek misalnya karakteristik dari aliran fluida yang melalui nosel dan karakteristik semprotan yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh diameter lubang nosel terhadap karakteristik nosel. Penelitian ini menggunakan metodel CFD (*Computational Fluid Dynamics*). Kecepatan tertinggi senilai 2033,60 m/s didapatkan pada model nosel berdiameter 1,5 mm dengan tekanan inlet 25 Bar dan nilai kecepatan terendah berada di angka 904,42 m/s yang didapatkan pada model nosel berdiameter 3 mm dengan tekanan inlet sebesar 5 Bar dan tekanan tertinggi berada pada angka 0,46790 Bar pada model nosel dengan diameter 1,5 mm dengan tekanan 25 Bar dan untuk tekanan terendah ada pada angka 0,09064 Bar yang kita dapatkan pada model nosel dengan diameter 3 mm dengan tekanan 5 Bar. nilai $\dot{m}$ tertinggi ada pada model nosel dengan diameter 3 mm pada tekanan input 25 Bar dengan nilai 0,0263 kg/s, sedangkan untuk nilai $\dot{m}$ terkecil kita temukan pada model nosel dengan diameter 1,5 mm pada tekanan input 5 Bar. nilai besaran sudut terbesar yaitu 17,03˚ pada model nosel dengan diameter 3 mm pada setiap kondisi tekanan, sedangkan untuk besaran sudut semprotan terkecil berada di angka 11,89˚ yang kita dapatkan pada model nosel dengan diameter 1,5 mm d setiap kondisi tekanan.

Kata kunci: Nosel, Konvergen, Kecepatan, Tekanan, Laju aliran massa, *Ansys*, CFD

Optimized using
trial version
www.balesio.com

ABSTARCT

NUR FADIL DAHLAN. *Effect of Nozzle Hole Diameter on the Characteristics of Converging Nozzle with Computational Fluid Dynamics (CFD) Method.*
(Supervised by Baharuddin *and* Andi Husni Sitepu*)*

The nozzle is one of the critical components in various technological applications, ranging from jet and rocket engines to internal combustion engines and in shipping. One factor that has a very significant impact is the nozzle diameter. Different hole diameters on a nozzle will affect several aspects such as the characteristics of the fluid flow through the nozzle and the characteristics of the resulting spray. This study aims to determine how the effect of nozzle hole diameter on nozzle characteristics. This research uses CFD (Computational Fluid Dynamics) model. The highest speed of 2033,60 m/s was obtained in the nozzle model with a diameter of 1.5 mm with an inlet pressure of 25 Bar and the lowest speed value was at 904.42 m/s obtained in the nozzle model with a diameter of 3 mm with an inlet pressure of 200 Bar and the highest pressure was at 0.46790 Bar in the nozzle model with a diameter of 1.5 mm with a pressure of 25 Bar and for the lowest pressure was at 0.09064 Bar which we got in the nozzle model with a diameter of 3 mm with a pressure of 5 Bar. The highest ṁ value is in the nozzle model with a diameter of 3 mm at an input pressure of 25 Bar with a value of 0.0263 kg/s, while for the smallest ṁ value we find in the nozzle model with a diameter of 1.5 mm at an input pressure of 5 Bar. The largest angle value is 17.03˚ on the nozzle model with a diameter of 3 mm in each pressure condition, while for the smallest spray angle is at 11.89˚ which we get on the nozzle model with a diameter of 1.5 mm in each pressure condition.

Keywords: *Nozzle, Convergent, Velocity, Pressure, Mass flow rate, Ansys, CFD*

Optimized using
trial version
www.balesio.com

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI ii
PERNYATAAN KEASLIAN iii
ABSTRAK iv
ABSTARCT v
DAFTAR ISI vi
DAFTAR GAMBAR viii
DAFTAR TABEL x
DAFTAR LAMPIRAN xi
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL xiii
KATA PENGANTAR xiv
BAB I 1
PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 2
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Ruang Lingkup 3
BAB II 4
TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Nosel 4
2.2 Jenis-Jenis Nosel 5
2.2.1 Jenis Nozzle Berdasarkan Bentuknya 5
2.2.2 Jenis Nosel Berdasarkan Karakteristik Semprotan 6
2.2.3 Jenis Nozzle Berdasarkan Cara Kerjanya 8
2.2.4 Jenis Nozel Berdasarkan Fluidanya 11
2.2.5 Nosel Potong (cutting tip nozzle) 12
2.3 Pengelasan OAW (Oxygen Acetylene Welding) 14
2.4 Hukum Kontinuitas 15
2.5 Hukum Bernoulli 15
2.4.1 Persamaan Bernoulli 16
2.6 Laju Aliran Massa (*Mass Flow Rate*) 18
Computational Fluid Dynamics (CFD) 19
Pre-Processor (CFX Build) 20
Solver 20
Post-Processor 21

Optimized using
trial version
www.balesio.com

2.8 Validasi 21
BAB III 23
METODOLOGI PENELITIAN 23
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian 23
3.1.1 Lokasi Penelitian 23
3.1.2 Waktu Penelitian 23
3.2 Metode Penelitian 23
3.3 Kerangka Alur Simulasi 30
3.4 Kerangka Alur Penelitian 32
BAB IV 33
HASIL dan PEMBAHASAN 33
4.1. Simulasi CFD (Computational Fluid Dynamic's) dengan ANSYS 33
4.1.1 Pre-Processor 33
4.1.2 Solver Control 39
4.1.3 Post-processor 39
4.2. Analisa Hasil Simulasi Karakteristik Nosel 39
4.2.1 Kecepatan Aliran 40
4.2.2 Tekanan 44
4.2.3 Laju aliran massa 47
4.3. Analisa Hasil Simulasi Karakteristik Semprotan Nosel 50
4.3.1 Sudut semprotan 51
4.3.2 Jarak semprotan efektif 54
4.4. Valdasi 57
4.4.1 Perhitungan Kecepatan di Titik exit nosel 58
4.4.2 Perhitungan Tekanan di Titik Exit Nosel 60
2.4.3 Perhitungan Laju Aliran Massa di Titik Exit Nosel 62
BAB V 66
PENUTUP 66
5.1 Kesimpulan 66
5.2 Saran 66
DAFTAR PUSTAKA 68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Solid Cone Nozzle dan Hollow Cone Nozzle 6
Gambar 2. 2 Flat-Fan Nozzle 7
Gambar 2. 3 Flood Nozzle 8
Gambar 2. 4 Flood Nozzle 8
Gambar 2. 5 Magnetic Nozzle.....9
Gambar 2. 6 Nosel spray 10
Gambar 2. 7 Nosel swirl.....11
Gambar 2. 8 Nosel potong 14
Gambar 2. 9 percobaan asas Bernoull 16
Gambar 2. 10 Asas Bernoulli 16
Gambar 3. 1 Gambar nozzle performance test 24
Gambar 3. 2 Skema sistem Nozzle Performance Test F300A 24
Gambar 3. 3 Gambar dimensi rangkaian aliran tampak atas 25
Gambar 3. 4 Gambar dimensi rangkaian aliran tampak depan 25
Gambar 3. 5 Dimensi nosel model 1 26
Gambar 3. 6 Gambar regulator Tekanan kerja oksigen.....27
Gambar 4. 1 Geometri model nosel 1,5 mm.....34
Gambar 4. 2 Geometri model nosel 2 mm.....34
Gambar 4. 3 Geometri model nosel 2,5 mm.....35
Gambar 4. 4 Geometri model nosel 3 mm.....35
Gambar 4. 5 *Meshing* model 1,5 mm 36
Gambar 4. 6 Meshing model 2 mm 36
Gambar 4. 7 Meshing model 2,5 mm 36
Gambar 4. 8 Meshing model 3 mm 36
Gambar 4. 9 setup model nosel 1,5 mm pada tekanan input 5 bar.....38
Gambar 4. 10 Grafik sover model nosel 1,5 mm pada tekanan input 5 bar 39
Gambar 4. 11 Kontur kecepatan aliran fluida di titik exit nosel pada tekanan inlet 5 bar.40
Gambar 4. 12 Kontur kecepatan aliran fluida di titik exit nosel dengan tekanan inlet 10 bar 40
Gambar 4. 13 Kontur kecepatan aliran fluida di titik exit nosel dengan tekanan inlet 15 bar 40
Gambar 4. 14 Kontur kecepatan aliran fluida di titik exit nosel dengan tekanan inlet 20 bar 41
Gambar 4. 15 Kontur kecepatan aliran fluida di titik exit nosel dengan tekanan inlet 25 bar 41
Gambar 4. 16 grafik kecepatan vs diameter lubang nosel 43
Gambar 4. 17 Tebal pelat dan kecepatan aliran gas 43
Gambar 4. 18 grafik hubungan tekanan input dan tebal pelat.....44
Gambar 4. 19 Kontur tekanan pada titik exit nosel dengan tekanan inlet 5 bar 44
Gambar 4. 20 Kontur tekanan pada titik exit nosel dengan tekanan inlet 10 bar 45
. 21 Kontur tekanan pada titik exit nosel dengan tekanan inlet 15 bar 45
. 22 Kontur tekanan pada titik exit nosel dengan tekanan inlet 20 bar 45
. 23 Kontur tekanan pada titik exit nosel dengan tekanan inlet 25 bar 45
. 24 Grafik tekanan output vs diameter lubang nosel 47
. 25 Tabel densitas udara berdasarkan temperature 48

Optimized using
trial version
www.balesio.com

Gambar 4. 26 Grafik laju aliran massa vs diameter lubang nosel 50
Gambar 4. 27 Sudut semprotan pada model nosel dengan diameter 1,5 mm 51
Gambar 4. 28 Sudut semprotan pada model nosel dengan diameter 2 mm 51
Gambar 4. 29 Sudut semprotan nosel diameter 2,5 mm 52
Gambar 4. 30 Sudut semprotan nosel diameter 3 mm 52
Gambar 4. 31 Grafik sudut semprotan nosel 53
Gambar 4. 32 Jarak semprotan efektif pada tekanan 5 bar 54
Gambar 4. 33 Jarak semprotan efektif pada tekanan 10 bar 55
Gambar 4. 34 Jarak semprotan efektif pada tekanan 15 bar 55
Gambar 4. 35 Jarak semprotan efektif pada tekanan 20 bar 56
Gambar 4. 36 Jarak semprotan efektif pada tekanan 25 bar 56
Gambar 4. 37 Grafik jarak semprotan efektif 57

Optimized using
trial version
www.balesio.com

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data mesh nosel diameter 1,5 mm 37
Tabel 4. 2 Data mesh nosel diameter 2 mm 37
Tabel 4. 3 Data mesh nosel diameter 2,5 mm 37
Tabel 4. 4 Data mesh nosel diameter 3 mm 37
Tabel 4. 5 Kecepatan di titik exit nosel 42
Tabel 4. 6 Tekanan di titik exit nosel 46
Tabel 4. 7 Laju aliran massa di titik exit nosel 49
Tabel 4. 8 Sudut semprotan nosel 53
Tabel 4. 9 Jarak semprotan efektif nosel 56
Tabel 4. 10 Kecepatan aliran berdasarkan toeri 59
Tabel 4. 11 Persentase kesalahan variabel kecepatan aliran berdasarkan teori 60
Tabel 4. 12 Tekanan fluida berdasarkan teori 61
Tabel 4. 13 Persentase kesalahan variabel tekanan fluida 62
Tabel 4. 14 Perhitungan laju aliran massa berdasarkan teori 63
Tabel 4. 15 Persentase kesalahan variabel laju aliran massa 65

Optimized using
trial version
www.balesio.com

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Hasil set up model nosel diameter 2 mm 71
Lampiran 1. 2 Hasil set up model nosel diameter 2,5 mm.....71
Lampiran 1. 3 Hasil set up model nosel diameter 3 mm 72
Lampiran 2. 1 Grafik solver model nosel diameter 1,5 mm pada tekanan input 10 bar....73
Lampiran 2. 2 Grafik solver model nosel diameter 1,5 mm pada tekanan input 15 bar...73
Lampiran 2. 3 Grafik solver model nosel diameter 1,5 mm pada tekanan input 20 bar....74
Lampiran 2. 4 Grafik solver model nosel diameter 1,5 mm pada tekanan input 25 bar....74
Lampiran 2. 6 Grafik solver model nosel diameter 2 mm pada tekanan input 5 bar.....74
Lampiran 2. 7 Grafik solver model nosel diameter 2 mm pada tekanan input 10 bar.....75
Lampiran 2. 8 Grafik solver model nosel diameter 2 mm pada tekanan input 15 bar.....75
Lampiran 2. 9 Grafik solver model nosel diameter 2 mm pada tekanan input 20 bar.....75
Lampiran 2. 10 Grafik solver model nosel diameter 2 mm pada tekanan input 25 bar.....76
Lampiran 2. 12 Grafik solver model nosel diameter 2,5 mm pada tekanan input 5 bar....76
Lampiran 2. 13 Grafik solver model nosel diameter 2,5 mm pada tekanan input 10 bar..76
Lampiran 2. 14 Grafik solver model nosel diameter 2,5 mm pada tekanan input 15 bar..77
Lampiran 2. 15 Grafik solver model nosel diameter 2,5 mm pada tekanan input 20 bar..77
Lampiran 2. 16 Grafik solver model nosel diameter 2,5 mm pada tekanan input 25 bar..77
Lampiran 2. 18 Grafik solver model nosel diameter 3 mm pada tekanan input 5 bar.....78
Lampiran 2. 19 Grafik solver model nosel diameter 3 mm pada tekanan input 10 bar.....78
Lampiran 2. 20 Grafik solver model nosel diameter 3 mm pada tekanan input 15 bar.....78
Lampiran 2. 21 Grafik solver model nosel diameter 3 mm pada tekanan input 20 bar.....79
Lampiran 2. 22 Grafik solver model nosel diameter 3 mm pada tekanan input 25 bar.....79
Lampiran 3. 1 Kontur kecepatan model nosel diameter 2 mm pada tekanan input 5 Bar .80
Lampiran 3. 2 Kontur kecepatan model nosel diameter 2 mm pada tekanan input 10 Bar 80
Lampiran 3. 3 Kontur kecepatan model nosel diameter 2 mm pada tekanan input 15 Bar 80
Lampiran 3. 4 Kontur kecepatan model nosel diameter 2 mm pada tekanan input 20 Bar 80
Lampiran 3. 5 Kontur kecepatan model nosel diameter 2 mm pada tekanan input 25 Bar 81
Lampiran 3. 6 Kontur kecepatan model nosel diameter 2,5 mm pada tekanan input 5 Bar 81
Lampiran 3. 7 Kontur kecepatan model nosel diameter 2,5 mm pada tekanan input 10 Bar 81
Lampiran 3. 8 Kontur kecepatan model nosel diameter 2,5 mm pada tekanan input 15 Bar 81
Lampiran 3. 9 Kontur kecepatan model nosel diameter 2,5 mm pada tekanan input 20 Bar 82
Lampiran 3. 10 Kontur kecepatan model nosel diameter 2,5 mm pada tekanan input 25 Bar 82
Lampiran 3. 11 Kontur kecepatan model nosel diameter 3 mm pada tekanan input 5 Bar82
3. 12 Kontur kecepatan model nosel diameter 3 mm pada tekanan input 10 Bar 82
3. 13 Kontur kecepatan model nosel diameter 3 mm pada tekanan input 15 Bar 83

Optimized using
trial version
www.balesio.com

Lampiran 3. 14 Kontur kecepatan model nosel diameter 3 mm pada tekanan input 20 Bar 83
Lampiran 3. 15 Kontur kecepatan model nosel diameter 3 mm pada tekanan input 25 Bar 83
Lampiran 4. 1 Kontur tekanan model nosel diameter 2 mm pada tekanan input 5 Bar 84
Lampiran 4. 2 Kontur tekanan model nosel diameter 2 mm pada tekanan input 10 Bar...84
Lampiran 4. 3 Kontur tekanan model nosel diameter 2 mm pada tekanan input 20 Bar...84
Lampiran 4. 4Kontur tekanan model nosel diameter 2 mm pada tekanan input 25 Bar ...85
Lampiran 4. 5 Kontur tekanan model nosel diameter 2,5 mm pada tekanan input 5 Bar..85
Lampiran 4. 6 Kontur tekanan model nosel diameter 2,5 mm pada tekanan input 10 Bar85
Lampiran 4. 7 Kontur tekanan model nosel diameter 2,5 mm pada tekanan input 15 Bar85
Lampiran 4. 8 Kontur tekanan model nosel diameter 2,5 mm pada tekanan input 20 Bar86
Lampiran 4. 9 Kontur tekanan model nosel diameter 2,5 mm pada tekanan input 25 Bar86
Lampiran 4. 10 Kontur tekanan model nosel diameter 3 mm pada tekanan input 5 Bar...86
Lampiran 4. 11 Kontur tekanan model nosel diameter 3 mm pada tekanan input 10 Bar.86
Lampiran 4. 12 Kontur tekanan model nosel diameter 3 mm pada tekanan input 15 Bar.87
Lampiran 4. 13 Kontur tekanan model nosel diameter 3 mm pada tekanan input 20 Bar.87
Lampiran 4. 14 Kontur tekanan model nosel diameter 3 mm pada tekanan input 25 Bar.87

Optimized using
trial version
www.balesio.com

DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

SIMBOL	KETERANGAN
A	Luas Penampang
v	Kecepatan aliran fluida
Q	Debit Aliran
V	Volume
t	Waktu
P	Tekanan
ρ	Massa jenis
h	Ketinggian
g	Gravitasi
ṁ	Laju Aliran Massa
r	Massa Jenis

Optimized using
trial version
www.balesio.com

KATA PENGANTAR

Biamillahirrahmanirrahim.

Pertama-tama saya panjatkan puja dan puji atas segala rahmat dari Allah SWT, karena atas izin dan ridha-Nya penulis mampu menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini dengan judul **Pengaruh Diameter Lubang Nosel Terhadap Karakteristik Nosel Konvergen dengan Metode *Computational Fluid Dynamic's* (CFD)** yang merupakan salah satu syarat menyelesaikan masa studi di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Selanjutnya saya menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada dua manusia yang paling berjasa dalam hidup saya yakni **Muh. Dahlan & Saderiani** selaku orang tua saya yang selalu memberikan kasih sayang dan dukungan serta doa di setiap langkah yang telah saya jalani sejak 25 tahun silam hingga detik ini. Saya juga menyampaikan permohonan maaf untuk keduanya jika proses yang saya jalani tidak secepat proses orang lain, saat ini gelar sarjana sedikit lebih dekat dan saya berharap ketika saya berhasil meraihnya, itu akan sedikit memberikan kebanggan kepada kedua orang tua saya. Saya juga ingin menyampaikan banyak terimakasih kepada saudara saya satu-satunya **Nur Iqbal Dahlan** & kakak ipar saya **Zulviana Sadevi Suherman** atas segala bantuan dan doanya selama ini baik sebelum dan pada saat penyusunan tugas akhir ini,

Selesainya penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari berbagai kontrobusi dari bebrapa pihak, karena itu pada kesempatan ini saya juga mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak **Baharuddin, S.T., M.T** dan bapak **Andi Husni Sitepu** selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan pikirannya dalam membantu proses penyelesaian tugas akhir ini.
2. Bapak **Surya Hariyanto, S.T., M.T.** dan bapak **M. Rusdy Alwi, S.T., M.T.** selaku dosen penguji yang telah memberikan berbagai saran dalam proses enyelesaian tugas akhir ini.

apak **Dr. Eng. Faisal Mahmudin, S.T., M.T.** selaku Ketua Departemen eknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Optimized using
trial version
www.balesio.com

4. Bapak **Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Dosen-dosen Departemen Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmu, motivasi dan bimbingannya selama proses perkuliahan.
6. Staf tata usaha Departemen Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
7. Saudara-saudara **BULKHEAD SQUAD** yang telah menjadi salah satu tempat ternyaman untuk saling berbagi cerita.
8. Saudari dari fakultas lain-lain **NUR AMALIAH TUWO** yang telah membersamai dan memberikan dukungan serta doa hingga tugas akhir ini selesai.
9. Saudara-saudari **THRUZTER 2018** dan **ZIZTER 2018** yang telah membersamai selama penulis memulai kehidupan kampus hingga selesai.
10. Saudara-saudari **IPPM PANGKEP UNHAS 2018** terkhusus **Jajaran pengurus inti IPPMP-UH Periode 2020-2021** yang selalu mengingatkan penulis untuk segera menyelesaikan studinya.
11. Pihak-pihak yang tidak sempat saya sebutkan pada kesempatan ini.

Penulis menyadari bahwa dalam naskah tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan,karena itu penulis berharap adanya kritik dan saran yang bersifat membangun guna memenuhi kekurangan tersebut. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan khususnya penulis.

Sebagai penutup, saya ingin menyampaikan jangan bandingkan proses yang kau lalui dengan proses yang dilalui orang lain. Ingat, **Gol D. Roger** pernah berkata **“Semua orang memiliki gilirannya masing-masing”.**

Gowa, Juni 2024

Penulis

Optimized using
trial version
www.balesio.com

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nosel merupakan salah satu komponen kritis dalam berbagai aplikasi teknologi, mulai dari mesin jet dan roket hingga mesin pembakaran internal dan dalam bidang perkapalan. Fungsinya adalah untuk mengubah energi potensial menjadi energi kinetik pada aliran fluida yang keluar dari nosel. Oleh karena itu, desain nosel yang baik akan berpengaruh kepada performa nosel tersebut.

Dalam bidang perkapalan penggunaan nosel sangat sering kita jumpai baik dalam proses pembuatan kapal maupun saat kapal sudah dipergunakan. Penggunaan nosel pada bidang perkapalan misalnya penggunaan *kortnozzle* pada propeller kapal, pada sistem pemadam kebakaran dan sistem cuci geladak juga memanfaatkan nosel. Serta pada proses pengecatan kapal juga memanfaatkan nosel.

Penggunaan lain nosel pada bidang perkapalan ialah untuk pemotongan pelat pada saat pembuatan kapal, nosel yang dgunakan dalam proses pemotongan pelat baja adalah nosel potong (*cutting nozzle*). Nosel potong sendiri menggunakan tipe konvergen. Dalam penggunaannya, nosel potong sangat bergantung pada karakteristik fluida yang melalui nosel tersebut.

Karakteristik nosel merupakan karakter aliran fluida yang dihasilkan dari sebuah fluida yang melalui sebuah nosel, hal-hal yang termasuk dalam karakteristik fluida yang mengalir pada sebuah nosel misalnya tekanan, kecepatan, laju aliran massa, dan bentuk serta karakter semprotan yang dihasilkan oleh nosel tersebut

Salah satu faktor yang memiliki dampak yang signifikan adaalah diameter lubang pada nosel tersebut, diameter lubang yang berbeda pada sebuah nosel akan mempengaruhi beberapa aspek misalnya karakteristik dari aliran fluida yang melaui nosel dan karakteristik semprotan yang dihasilkan.

Oleh karena itu penting bagi kita untuk mengetahui bagaimana pengaruh perubahan diameter nosel terhadap karateristik nosel agar dalam penggunaan nosel n kita dapat menentukan diameter yang sesuai untuk mendapatkan stik yang dibutuhkan pada saat penggunaan nosel.

Optimized using
trial version
www.balesio.com

Penilitian terdahulu telah menunjukkan bahwa diameter nosel memiki dampak yang signifikan terhadap beberapa karakteristik sebuah nosel. Namun, masih terdapat kekurangan tentang pemahaman hubungan diameter nosel dengan kecepatan aliran, tekanan output, laju aliran massa, dan karakteristik semprotan secra kompleks

Berangkat dari permasalahan di atas maka pada penelitian kali ini akan melakukan riset dengan judul "Pengaruh Diameter Lubang Terhadap Karakteristik Nosel dengan Metode *Computational Fluid Dinamyc* (CFD)". Penelitian kali ini akan menggunakan aplikasi Analisa numerik ANSYS CFX.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka dalam penelitian kali ini ada beberapa rumusan masalah yang akan coba diselesaikan dalam penelitian ini:

1. Bagaimana pengaruh diameter lubang nosel terhadap karakteristik nosel (kecepatan aliran, tekanan output, laju aliran massa)?
2. Bagaimana pengaruh diameter lubang nosel terhadap karakteristik semprotan (sudut semprotan dan jarak semprotan efektif) yang dihasilkan pada nosel?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian ini sesuai dengan yang akan dituliskan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh diameter lubang nosel terhadap karakteristik (kecepatan aliran, tekanan output, laju aliran massa)nosel.
2. Untuk mengetahui pengaruh diameter lubang nosel terhadap karakteristik (sudut semprotan dan jarak semprotan efektif) semprotan yang dihasilkan pada nosel.

Optimized using
trial version
www.balesio.com

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun yang manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Manfaat Teoritis

   Mengembangkan ilmu pengetahuan di bidang teknik sistem perkapalan terkhusus pada labo permesinan kapal sesuai dengan teori yang didapat pada bangku perkuliahan.

2. Manfaat Praktek

   Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat diketahui bagaimana pengaruh diameter nozzle terhadap karakteristik nosel dan karakter semprotan yang dihasilkan.

1.5 Ruang Lingkup

Dalam penelitian kali ini kami menetapkan beberapa batasan masalah, fungsi ataupun tujuan dari adanya batasan masalah ini agar penelitian kali ini tersistematis dan tidak melebar atau melenceng dari rumusan masalah dan tujuan yang sudah dirancang, serta batasan masalah ini juga akan lebih memudahkan penulis untuk melakukan penelitiaannya. Batasan masalah dalam penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Metode penelitian yang digunakan adalah *Computational Fluid Dynamics* (CFD)
2. Model nosel yang diteliti adalah nosel tipe konvergen
3. Menggunakan variasi diameter lubang antara 1,5 mm – 3 mm
4. Variasi tekanan input yang digunakan antara 5 bar – 25 bar.

Optimized using
trial version
www.balesio.com

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nosel

Bentuk fisik dari nozzle adalah pipa atau tabung yang diameternya bervariasi disesuaikan dengan aplikasinya. Tabung ini nantinya akan mengarahkan fluida yang alirannya dimodifikasi ke bagian paling ujung. Nozzle adalah bagian yang paling ujung di sebuah rangkaian dari selang atau tabung. Bisa dikatakan nozzle merupakan pintu dalam instrumen pemipaan. Baik itu cairan atau gas dapat memanfaatkan nozzle untuk menentukan aliran yang dihasilkan. Perangkat mekanis yang satu ini sengaja diciptakan supaya aliran fluida dari ruang tertutup ke beberapa media tertentu dapat diarahkan dengan benar. Jadi secara umum, nozzle adalah komponen mekanis yang berbentuk saluran dan memiliki luas penampang bervariasi. Kecepatan fluida yang mengalir melalui nozzle ini bisa digunakan sementara sesuai dengan tekanannya. Fluida yang mengalir melalui nozzle akan lebih cepat namun tekanan yang dihasilkan bisa saja turun.

Nosel banyak digunakan di berbagai bidang, mulai dari propulsi roket hingga penyemprot bahan bakar. Ini telah diterapkan di industri, dirgantara, mobil, dan sektor lainnya. Nozel adalah bagian utama dari mesin atau motor roket berperforma tinggi. Ini digunakan untuk mengontrol kecepatan, arah, dan parameter aliran yang diperlukan. Nosel dirancang untuk beroperasi di semua daerah aliran seperti subsonik, sonik, supersonik, dan hipersonik. Desain nosel supersonik tetap menjadi tugas yang menantang dalam mekanika fluida. Dalam nosel supersonik, tidak hanya parameter fisik nosel yang memainkan peran penting, tetapi parameter termodinamika aliran juga memainkan peran penting mengubah gas bertekanan tinggi, bersuhu tinggi, dan berkecepatan rendah (subsonik) menjadi gas bertekanan rendah, bersuhu rendah, dan berkecepatan tinggi (supersonik), sehingga menghasilkan daya dorong yang tinggi [1].

Optimized using
trial version
www.balesio.com

2.2 Jenis-Jenis Nosel

Dalam dunia industri saat ini, jenis-jenis nozzle dapat dibedakan berdasarkan 3 pengelompokan yakni, jenis nozzle berdasarkan bentuk bagiannya, jenis nozzle berdasarkan karakteristik semprotan dan jenis nozzle berdasarkan cara kerjanya.

2.2.1 Jenis Nozzle Berdasarkan Bentuknya

a) Nosel Konvergen

Yaitu nosel dengan penampang mula-mula besar yang kemudian mengecil pada bagian keluarnya sehingga kecepatan aliran menjadi tinggi dan tekanannya menurun. Salah satu contoh penerapan nozzle konvergen yaitu pada *engine turboprop* yang kemudian digunakan pada pesawat kargo. Jenis turbo prop memiliki sistem yang tidak jauh berbeda dengan turbo jet, akan tetapi energi (*thrust*) yang dihasilkan oleh putaran propeller sebesar 85%, dimana putaran propeller ini digerakkan oleh turbin yang menerima ekspansi energi dari hasil pembakaran, sisanya 15% menjadi *exhaust jet thrust* (*hot gas*), *turboprop engine* lebih efisien daripada *turbojet*, dirancang untuk terbang dengan kecepatan di bawah sekitar 800 km/h (500 moh) [2].

b) Nosel Divergen

Nosel divergen adalah nosel dengan penampang mula-mula yang kecil kemudian membesar pada bagian keluarnya sehingga kecepatannya turun dan tekanannya naik. Contoh penerapan nosel divergen adalah pada bagian belakang roket menuju angkasa luar. Pada moon rocket dibutuhkan tekanan yang besar untuk mengangkat rocket sehingga digunakan nosel divergen [2].

c) Nosel Konvergen-Divergen

Nosel konvergen-divergen yaitu merupakan gabungan dari nossel konvergen dan nosel divergen. Contoh Penerapan Nossel Konvergen-Divergen adalah

Turbo Fan adalah jenis engine yang termodern saat ini yang
ggabungkan teknologi Turbo Prop dan Turbo Jet. Mesin ini sebenarnya
ıh sebuah mesin by-pass dimana sebagian dari udara dipadatkan dan

Optimized using
trial version
www.balesio.com

disalurkan ke ruang pembakaran, sementara sisanya dengan kepadatan rendah disalurkan sekeliling bagian luar ruang pembakaran (by-pass). Sekaligus udara tersebut berfungsi untuk mendinginkan engine. Tenaga gaya dorong (Thrust) terbesar dihasilkan oleh FAN (balingbaling paling depan yang berukuran panjang), menghasilkan thrust sebesar 80 % (secondary airflow), dan sisanya 20 % menjadi exhaust jet thrust (hot gas). Sepintas mesin turbo fan ini mirip turbo prop, namun baling-baling depan dari turbo fan memiliki ruang penutup (Casing / Fan case) [2].

2.2.2 Jenis Nosel Berdasarkan Karakteristik Semprotan

Pembagian jenis nozzle berdasarkan karakteristik semprotan dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu *solid cone* dan *hollow cone* nozzle, *flat fan nozzle*, dan *flood nozzle*.

a) *Solid Cone Nozzle* dan *Hollow Cone Nozzle*

Solid cone nozzle menghasilkan semprotan halus. Pola semprotan berbentuk bulat (kerucut). Terdiri dari 2 tipe, yaitu zolid/full cone nozzle dan hollow cone nozzle. Solid cone nozze pola semprotan bulat penuh berisi, sedangkan hollow cone nozzle pada Gambar 2.1 menghasilkan semprotan berbentuk kerucut bulat kosong. Digunakan terutama untuk aplikasi insektisida dan fungisida.

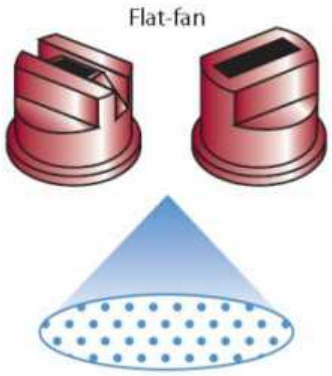
Gambar 2. 1 Solid Cone Nozzle dan Hollow Cone Nozzle

Optimized using
trial version
www.balesio.com

b) *Flat-Fan Nozzle*

Flat fan nozzle pada Gambar 2.2 adalah jenis nosel yang paling umum digunakan dari nosel yang diguakan dalam pertanian. Nosel yang dapat menghasilkan pola semprotan berbentuk oval (V). Untuk mendapatkan sebaran droplet yang merata diusahakan melakukan penyemprotan dengan saling tumpang tindih (overlapping). Digunakan terutama untuk aplikasi 7 herbisida, tetapi bisa juga digunakan untuk fungisida dan insektisida. Nozzle ini memiliki beberapa jenis lainnya sebagai berikut :

- *standart flat-fan;*
- *even (E) flat-fan;*
- *low preasure flat-flan;*
- *off center (OC) flat-flan; dan*
- *twin orifice (TJ) flat-fan.*

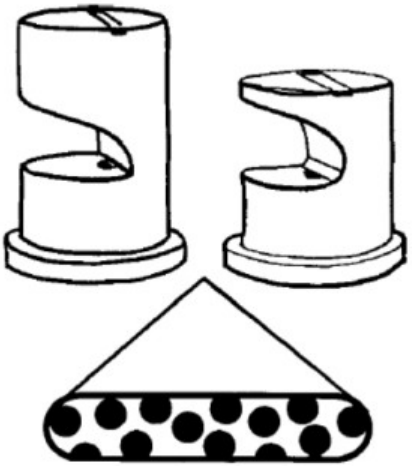


Gambar 2. 2 Flat-Fan Nozzle

c) *Flood Nozzle*

Flood nozzle merupakan nosel yang mempunyai pola semprotan yang berbentuk garis atau cerutu. Butiran semprot agak kasar hingga kasar. Tidak atau sangat sedikit menimbulkan *drift* dan hanya digunakan untuk aplikasi herbisida.

Optimized using
trial version
www.balesio.com



Gambar 2. 3 Flood Nozzle

2.2.3 Jenis Nozzle Berdasarkan Cara Kerjanya

Pembagian jenis nozzle berdasarkan cara kerjanya dapat dibedakan menjadi 4 jenis, yaitu nozzle jet, nozzle magnetik, nozzle *spray*, nozzle *swirl.*

a) *Jet Nozzle*

(sumber : easypro.com)

Gambar 2. 4 Flood Nozzle

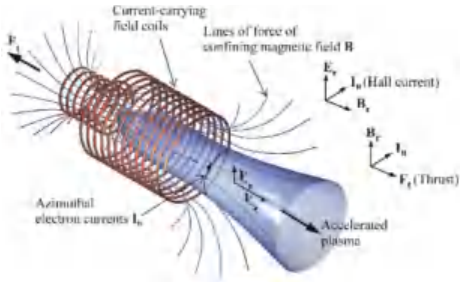
Sebuah jet gas, jet cairan, atau jet hydro adalah nosel dimaksudkan untuk mengeluarkan gas atau cairan dalam arus koheren menjadi media sekitarnya. Gas jet biasanya ditemukan di kompor gas, oven, atau barbecue. as jet biasa digunakan untuk cahaya sebelum perkembangan lampu listrik. nis lain dari fluida jet ditemukan di karburator, dimana halus lubang

Optimized using
trial version
www.balesio.com

dikalibrasi digunakan untuk mengatur aliran bahan bakar ke mesin, dan di Jacuzzi atau spa[3].

Sebuah nosel jet akan memiliki daerah tenggorokan yang lebih besar dan jumlah ruang tekanan yang lebih rendah daripada roket dan nosel. Input output dapat dilakukan baik menggunakan unit bahasa Inggris atau Satuan metrik yang dipilih dengan menggunakan tombol pilihan. Lain jet khusus adalah laminar jet. Ini adalah jet air yang berisi perangkat untuk kelancaran keluar dari tekanan dan aliran, dan memberikan aliran laminar, seperti namanya. Ini memberikan hasil yang lebih baik untuk air mancur. Nosel digunakan untuk pakan ledakan panas ke dalam tungku blast atau memalsukan disebut tuyeres. Ada beberapa yang berbeda jenis mesin jet, tapi semua mesin jet memiliki beberapa bagian yang sama dengan jet Semua mesin memiliki nosel yang menghasilkan dorong. Juga menetapkan total laju aliran massa melalui mesin seperti yang dijelaskan pada slide terpisah. nosel duduk hilir dari turbin kekuasaan dan, sementara nosel tidak melakukan kerja pada aliran, ada beberapa fitur desain penting dari nosel[3].

b) *Magnetic Nozzle*



(sumber : Bathgate, 2017)

Gambar 2. 5 Magnetic Nozzle

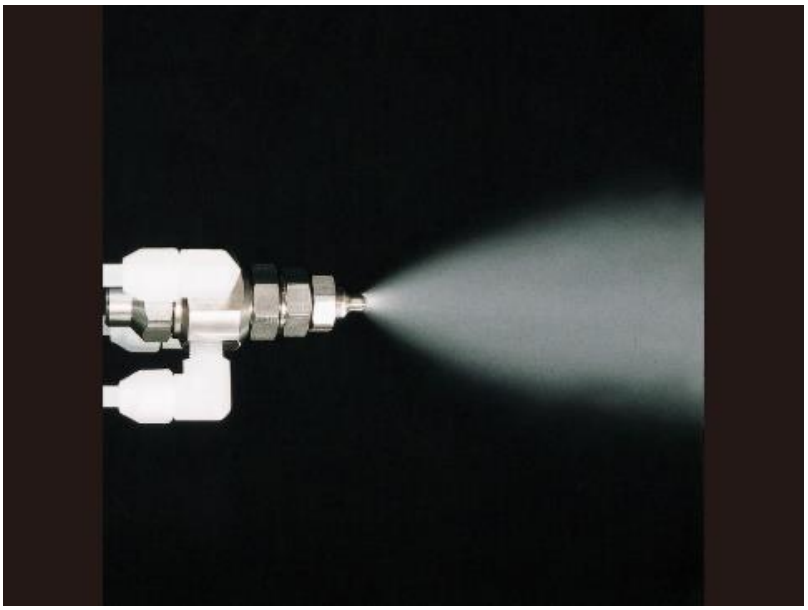
Secara sederhana nosel magnetik merupakan suatu nosel yang engubah energi termal plasma menjadi energi kinetik terarah. Konversi ini capai dengan menggunakan medan magnet yang berkontur mirip dengan nding pada nosel konvensional. Medan magnet yang diterapkan dalam

Optimized using
trial version
www.balesio.com

banyak kasus memiliki simetri silinder dan dibentuk menggunakan magnet permanen atau kumparan elektromagnetik yang membatasi plasma dan bertindak sebagai dinding magnet yang efektif, dimana plasma termal mengembang ke ruang hampa[4].

c) Nosel spray

Banyak nosel menghasilkan semprot yang sangat halus cairan. Nosel Pengabut digunakan untuk lukisan semprot, parfum, alat untuk cuci motor dan mobil, Karburator untuk mesin pembakaran internal, semprot pada deodoran, antiperspirant dan banyak kegunaan lain. Air Aspirating Nosel menggunakan pembukaan di nosel berbentuk kerucut untuk menyuntikkan udara ke aliran berdasarkan busa air untuk membuat berkonsentrasi pada busa up. Paling sering ditemukan pada alat pemadam busa dan handlines busa[3].

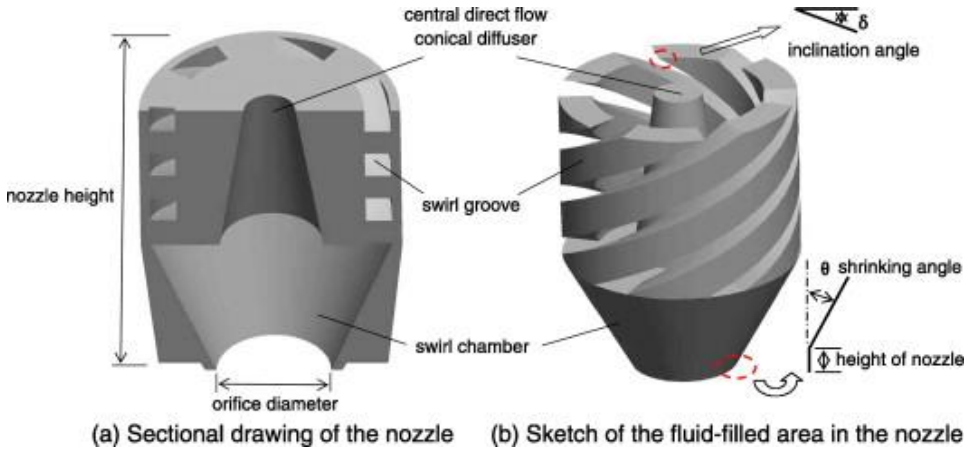


(sumber : ikeuchi.id)

Gambar 2. 6 Nosel spray

Optimized using
trial version
www.balesio.com

d) *Swirl Nozzle*



(sumber : Zhike, 2013)

Gambar 2. 7 Nosel swirl

Nosel *swirl* bekerja dengan cara menyuntikkan cairan di tangensial dan spiral ke pusat yang kemudian keluar melalui lubang pusat. Karena vortexing ini menyebabkan semprot untuk keluar dalam bentuk kerucut[5].

2.2.4 Jenis Nozel Berdasarkan Fluidanya

Selain pembagian jenis nozzle berdasarkan bentuknya, karakteristik semprotan, dan berdasarkan cara kerjanya. Nozzle juga bisa dibagi atau dikelompokkan berdasarkan jenis fluida yang digunakan atau fluida yang dialirkan.

Berdasarkan jenis fluida yang dialirkan nozzle dikelompokkan ke dalan tiga jenis nozzle, yakni nozzle air (cairan), nozzle gas, serta nozzle angin/udara.

a) Nozzle Cairan

Sesuai dengan namanya, nozzle cairan memanfaatkan atau digunakan untuk mengalirkan benda cair (air). Nantinya aliran air yang keluar dari nozzle bisa berbentuk percikan halus dari air tersebut yang emiliki tekanan tinggi.

Biasanya pada nozzle ini, arah aliran air/cairan yang keluar dapat atur menggunakan setelan khusus. Biasanya fungsi dari nozzle jenis ini

Optimized using
trial version
www.balesio.com

digunakan pada spray/penyemprotan. Nozzle jenis ini biasanya digunakan pada mesin spray pengecatan dan pada selang pemadam kebakaran.

b) Nozzle Gas

Nozzle jenis ini merupakan jenis nozzle yang biasanya digunakan sebagai jalur keluar dari aliran gas. Pada bagian *output* nozzle ini biasanya terdapat lebih dari satu lubang keluar agar gas bisa mengalir keluar dengan menyebar.

Dalam kehidupan sehari-hari biasanya nozzle jenis ini dimanfaatkan pada kompor gas atau oven pemanggang.

c) Nozzle Angin (udara)

Jenis nozzle yang terakhir berdasarkan fluida yang dialirkan adalah nozzle angin. Berdasarkan namanya, nozzle jenis ini digunakan untuk mengalirkan dan mengentrol arah aliran angin (udara). Tujuan dari penggunaan nozzle jenis ini adalah supaya bisa mengalirkan udara bertekanan yang lebih tinggi.

Salah satu penerapan dari nozzle jenis ini dalam kehidupan sehari-hari dapat kita temukan pada mesin kompressor, kita dapat melihat tekanan angin/udara yang keluar dari mesin kompressor akan memiliki tekanan yang lebih tinggi.

2.2.5 Nosel Potong (cutting tip nozzle)

Nosel potong merupakan komponen yang digunakan dalam proses pemotongan logam. Nosel potong dapat menggunakan teknik pemotongan oksigen-bahan bakar (*oxy-fuel cutting*) atau teknik pemotongan plasma. Fungsi dari penggunaan nosel potong dalam proses pemotongan logam adalah untuk mengarahkan aliran gas atau plasma ke titik pemotongan dengan presisi dan kecepatan yang diperlukan untuk mendapatkan hasil potongan logam yang akurat.

Pada umumnya, nosel potong menggunakan atau memanfaatkan desain konvergen. Nosel konvergen dirancang untuk menyempitkan aliran gas atau plasma saat melalui nosel, meningkatkan kecepatan dan tekanan aliran. Hal ini membantu kan kondisi yang diperlukan untuk memotong material dengan lebih ın akurat.

Optimized using
trial version
www.balesio.com

Ada beberapa jenis nosel potong yang berbeda, tergantung dengan jenis proses pemotongan yang digunakan dan jenis material yang akan dipotong. Nosel potong biasanya terbuat dari bahan tahan panas dan tahan aus untuk menangani kondisi yang ekstrim pada saat proses pemotongan berlangsung.

Ada beberapa jens nosel potong yang digunakan dalam proses pemotongan logam, berikut jenis-jenis nosel potong yang umum digunakan:

a) Nosel Potong Oksigen-Bahan Bakar (*oxy-fuel cutting nozzle*)
   Nosel jenis ini dirancang khusus untuk digunakan dalam proses pomotongan oksigen-bahan bakar seperti pemotongan dengan menggunakan gas asetilin, propane, atau gas alam sebagai bahan bakar dan oksigen sebagai agen oksidasi. Nosel ini berfungsi mengatur aliran bahan bakar dan oksigen untuk menciptakan nyala yang cukup panas untuk memotong material logam.
b) Nosel Potong Plasma (*plasma cutting nosel*)
   Nosel jenis ini digunakan dalam proses pemotongan plasma, dimana aliran gas inert (biasanya digunakan gas nitrogen atau argon) yang selanjutnya diionisasi menjadi plasma panas yang dapat memotong material logam. Nosel ini mengalirkan aliran plasma ke titik pemotogan secara presisi serta membantu menjaga stabilitas dan kulaitas hasil potongan.
c) Nosel Potong Laser (*Laser Cutting*)
   Jenis nosel ini digunakan dalam proses pemotongan laser dan berfungsi untuk mengalirkan atau mengarahkan aliran gas pelindung (missal nitrogen, atau argon) ke sekitar titik pemotongan untuk mencegas proses oksidasi dan menjaga kulaitas pemotongan.
d) Nosel Potong Air (*water cutting nosel*)
   Digunakan dalam proses pemotongan yang memanfaatkan air bertekanan tinggi yang dicampur dengan abrasif untuk memotong material logam dengan cepat dan akurat. Penggunaan nosel ini akan membantu [engarahkan aliran air bertekanan dan abrasif ke titik pemotongan.

Optimized using
trial version
www.balesio.com

Gambar 2. 8 Nosel potong

2.3 Pengelasan OAW (Oxygen Acetylene Welding)

Pengelasan OAW (*Oxygen Acetylene Welding*) adalah suatu proses pengelasan gas yang memanfaatkan sumber panas nyala api melalui pembakaran gas oksigen dan gas asetilin untuk mencairkan logam dan bahan tambah.

Las OAW ini juga dapat digunakan untuk pemotongan pelat, namun alat yang digunakan berbeda dengan proses penyambungan pelat. Untuk pemanfaatan las OAW sebagai alat potong menggunakan torch yang memiliki nosel di ujungnya.

Dalam pengelasan OAW (*Oxygen Acetylene welding*) terdapat beberapa perlatan yang dipelukan sebagai berikut:

1. Tabung gas oksigen dan asetilin
2. Regulator gas oksigen dan asetilin
3. Selang gas OAW
4. *Welding torch* (brander las)
5. *Welding nozzlef*
6. *Welding rod* (filler metal)

Dalam pengelasan OAW (*Oxygen Acetylene welding*) terdapat tekanan kerja yang digunakan dan pada penglasan jenis ini terdapat dua tekanan kerja untuk fungsi yang berbeda:

1. Tekanan gas untuk fungsi pengelasan

   Dalam fungsi pengelasan, tekanan kerja yang dibutuhkan ialah 2-3 bar ıtuk gas oksigen dan 0,5 bar untuk gas asetilin.

   ekanan kerja untuk fungsi pemotongan

   alam fungsi pengelasan, tekanan kerja yang dibutuhkan ialah 5 bar untuk ıs oksigen dan 0,5 bar untuk gas asetilin.

Optimized using
trial version
www.balesio.com

2.4 Hukum Kontinuitas

Persamaan kontinuitas menyatakan hubungan antara kecepatan fluida yang masuk pada suatu pipa terhadap kecepatan fluida yang keluar. Hubungan tersebut dinyatakan sebagai berikut:

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 = Q \qquad (2.1)$$

Keterangan :

A = Luas penampang (m^2)

v = kecepatan aliran fluida (m/s)

Q = debit aliran (m^3/s)

Debit aliran fluida (Q) dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$Q = \frac{V}{t} \qquad (2.2)$$

Keterangan :

Q = debit aliran (m^3/s)

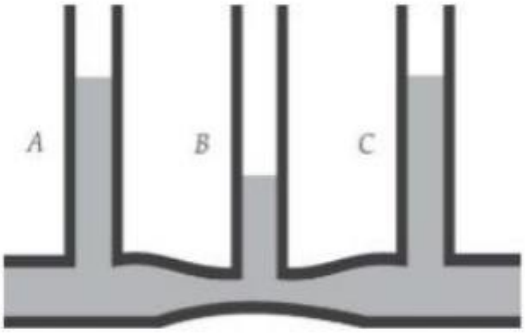
V = volume (m^3)

t = waktu (s)

2.5 Hukum Bernoulli

Apakah tekanan fluida paling besar ada pada titik yang kelajuan alirnya paling besar? Berdasarkan intuisi, kita mungkin mengira bahwa untuk pipa yang , tekanan fluida paling besar ada pada titik yang kelajuan alirnya paling narkah pernyataan ini? Untuk membuktikannya, kita dapat melakukan n berikut.

Optimized using
trial version
www.balesio.com



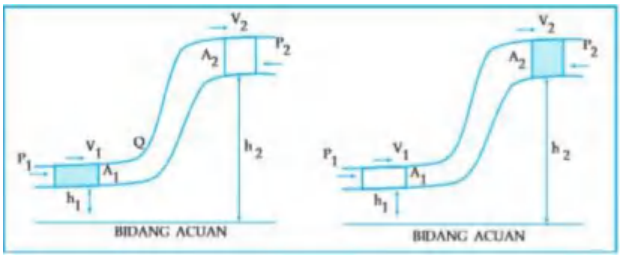
Gambar 2. 9 percobaan asas Bernoull

Berdasarkan gambar di atas pada pipa mendatar yang memiliki diameter yang menyempit, kelajuan fluida yang paling besar adalah pada pipa yang menyempit (B), tetapi tekanannya justru paling rendah. Hal tersebut ditunjukkan oleh paling rendahnya permukaan fluida yang naik dalam tabung B.

Berdasarkan percobaan tersebut, Daniel Bernoulli (1700-1782) mengemukakan sebuah pernyataan yang kini kita kenal degan Asas Bernoulli. Asas Bernoulli menyatakan sebagai berikut:

“Pada pipa mendatar (horizontal), tekanan fluida paling besar adalah pada bagian yang kelajuan alirnya paling kecil, dan tekanan paling kecil adalah pada bagian yang kelajuan alirnya paling besar.”

2.4.1 Persamaan Bernoulli



(Sumber: Widodo, 2009)

Gambar 2. 10 Asas Bernoulli

[ari kita perhatikan sejumlah fluida dalam pipa yang mengalir dari titik 1 Titik 1 lebih rendah daripada titik 2 dan ini berarti energi potensial fluida ıt, EP= mgh). Luas penampang 1 lebih besar daripada luas penampang 2.

Optimized using
trial version
www.balesio.com

Menurut persamaan kontinuitas (Av = konstan) kecepatan fluida di 2 lebih besar daripada di 1 dan ini berarti bahwa energi kinetik fluida 1 lebih kecil dari pada energi kinetik 2 (ingat, EK= $\frac{1}{2}$ mv^2). Jumlah energi potensial dan energi kinetik. Dengan demikian, energi mekanik fluida 1 lebih kecil daripada energi mekanik fluida 2.[7]

Jika energi mekanik 1 lebih kecil dari energi mekanik 2, bagaimana mungkin fluida berpindah dari titik 1 ke titik 2 ? Bernoulli mengetahui teori usaha-energi (telah dibahas dikelas X). Menurut teorema ini, fluida dapat berpindah dari 1 ke 2. Usaha adalah gaya kali perpindahan (W = FΔs). Agar usaha W positif, beda gaya ΔF= F1 - F2 haruslah bernilai positif. Gaya adalah tekanan kali luas penampang (F= PA) sehingga agar gaya ΔF adalah positif ΔF= P1A1-P2A2 haruslah positif. Dari sinilah bernoulli menemukan besaran ke tiga yang berhubungan dengan usaha positif yang dilakukan fluida, yaitu tekanan P sehingga fluida dapat berpindah dari 1 ke 2, walaukun energi mekanik 1 lebih kecil daripada energi mekanik 2.[7]

Berdasarkan penggunaan teorema usaha- energi yang melibatkan harga tekanan P (melambangkan usaha), besar kecepatan aliran fluida v (melambangkan energi kinetik) dan besar ketinggian yang dilambangkan dengan h (mewakili energi potensial), Daniel Bernoulli berhasil mengemukakan sebuah persamaan matematis yang menghubungkan ketiga aspek tersebut dan dikenal sebagai Hukum Bernoulli yang dapat dijabarkan sebagai berikut :

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho {v_1}^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho {v_2}^2 + \rho g h_2 \qquad (2.3)$$

Jika diperhatikan ½ ρv^2 mirip dengan energi kenetik ($\frac{1}{2}mv^2$) dan ρgh mirip dengan energi potensial (mgh). Ternyata setelah ditelaah, ½ ρv^2adalah energi kinetic per satuan volume, oleh karena itu persamaan (2.3) juga dapat ın sebagai berikut :

Optimized using
trial version
www.balesio.com

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho {v_1}^2 + \rho g h_1 = konstan \qquad (2.4)$$

Berdasarkan persaman-persamaan yang telah dibahas sebelumnya, maka Hukum Bernoulli bisa dinyatakan sebagai berikut :

Hukum Bernoulli menyatakan bahwa jumlah dari tekanan (P), energi kineteik per satuan volume ($\frac{1}{2}\rho v^2$), dan energi potensial persatuan volume ($\rho g h$) memiliki yang sama pada setiap titik sepanjang satu garis arus.

2.6 Laju Aliran Massa (*Mass Flow Rate*)

Konservasi massa merupakan suatu konsep dasar pada bidang fisika. Dalam beberapa permasalahan, jumlah massa tetap konstan. Massa tidak diciptakan atau dimusnahkan, massa suatu benda hanyalah volume dari benda tersebut yang menempati kali lipat kepadatan dari objek tersebut. Untuk sebuah fluida (fluida cair dan gas) massa jenis, volume, dan bentuk benda semuanya bisa berubah seiring waktu dan massa dapat bergerak melalui suatu domain.

Untuk laju aliran massa fluida (cair dan gas) dapat dipaparkan secara matematis sebagai berikut :

$$\grave{\dot{m}} = r \times V \times A \qquad (2.12)$$

Keterangan :

$\dot{m}$: mass flow rate

r : density

V : velocity

A : Area

Optimized using
trial version
www.balesio.com

s ideal :

$$\dot{m} = \frac{Ap_t}{\sqrt{T_t}} \times \sqrt{\frac{\gamma}{R}} M \left(1 + \frac{\gamma - 1}{2} M^2\right)^{-\frac{\gamma+1}{2(\gamma-1)}} \qquad (2.13)$$

Laju aliran massa mencapai nilai maksimum ketika M = 1, pada kondisi seperti itu aliran tersebut tersendat.

2.7 Computational Fluid Dynamics (CFD)

Computational Fluid Dynamics (CFD) adalah metode penghitungan dengan sebuah kontrol dimensi, luas dan volume dengan memanfaatkan bantuan komputasi komputer untuk melakukan penghitungan pada tiap-tiap elemen pembaginya. Prinsipnya adalah suatu ruang berisi fluida yang akan dilakukan penghitungan dibagi menjadi beberapa bagian, hal ini sering disebut dengan sel dan prosesnya (meshing). Bagian-bagian yang terbagi tersebut merupakan sebuah kontrol penghitungan. Pada setiap titik kontrol penghitungan akan dilakukan penghitungan oleh aplikasi dengan batasan domain dan boundary condition yang telah ditentukan (M. Subekti, 2019).

CFD merupakan penghitungan yang mengkhususkan pada fluida. Mulai dari aliran fluida, heat transfer dan reaksi kimia yang terjadi pada fluida. Atas prinsipprinsip dasar mekanika fluida, konservasi energi, momentum, massa, serta species, penghitungan dengan CFD dapat dilakukan. Secara sederhana proses penghitungan yang dilakukan oleh aplikasi CFD adalah dengan kontrol-kontrol penghitungan yang telah dilakukan maka kontrol penghitungan tersebut akan memanfaatkan persamaan-persamaan yang terlibat. Persaman - persamaan ini adalah persamaan yang membangkitkan dengan memasukan parameter apa saja yang terlibat dalam domain. Misalnya ketika suatu model yang akan dianalisa melibatkan temperatur berarti model tersebut melibatkan persamaan energi atau konservasi dari energi tersebut. Inisialisasi awal dari persaman adalah boundary condition. Boundary condition adalah kondisi di mana kontrol-kontrol 18 penghitungan didefinisikan sebagai definisi awal yang akan dilibatkan ke control - kontrol penghitungan yang berdekatan dengannya melalui persaman-persamaan [illegible]bat. Dalam tugas akhir ini akan digunakan software Ansys CFX versi 2022 [illegible]emapuan untuk menyajikan beberapa besaran dalam analisa fluida seperti [illegible]anan, kecepatan aliran udara.Secara umum proses penghitungan CFD [illegible]s 3 bagian utama yaitu: Pre-processor, Solver, Post-processor

Optimized using
trial version
www.balesio.com

2.6.1 Pre-Processor (CFX Build)

Langkah-langkah dalam tahap pre-processing yaitu:

1. Definisi geometri region yang telah di buat.

2. Pemecahan domain menjadi beberapa sub domain yang lebih kecil dari hasil meshing geometri.

3. Pemilihan fenomena fisik yang perlu dimodelkan.

4. Definisi properties fluida.

5. Spesikasikan kondisi batas yang sesuai pada sel-sel yang berhimpit dengan batas domain.

Solusi sebuah problem fluida (kecepatan, tekanan, suhu dan sebagainya) didefinisikan di setiap node di dalam masing - masing sel. Akurasi sebuah solusi CFD ditentukan oleh jumlah sel dalam grid. Secara umum, semakin besar jumlah sel maka semakin baik keakurasiannya. Lama tidaknya perhitungan dalam literasi tergantung kepada halus atau rapatnya grid. Pembuatan geometri pada CFX-Build dapat dibuat secara langsung dari CFX – build maupun diimport dari program CAD yang lainnya seperti PATRAN, UNIGRAPHICS, SOLIDWORKS, RHINOCEROS, CATIA, ACAD, PRO/ENGINEER dan lain-lain.

2.6.2 *Solver*

Dalam tahap ini CFD akan dilakukan perhitungan terhadap model yang di buat pada tahap pre-processor. Kerangka utama metode numerik untuk dasar sebuah solver terdiri dari langkah-langkah :

1. Aproksimasi variabel-variabel aliran yang tidak diketahui dengan fungsifungsi sederhana.
2. Diskretisasi dengan substitusi aproksimasi ke dalam persamaan atur aliran dan manipulasi matematis lanjut.
3. Solusi persamaan-persamaan aljabar Perbedaan utama di antara ketiga acam teknik adalah pada cara aproksimasi variabel-variabel aliran dan oses diskretisasi.

Optimized using
trial version
www.balesio.com

2.6.3 Post-Processor

Hasil penghitungan modulsolver berupa nilai-nilai numerik (angka-angka) variabel-variabel dasar aliran seperti komponen-komponen kecepatan, tekanan, temperatur dan fraksi-fraksi masa. Dalam modul post-processor nilai-nilai numerik ini diolah agar pengguna dapat dengan mudah membaca dan menganalisis hasil-hasil penghitungan CFD. Hasil-hasil ini dapat disajikan dalam bentuk visualisasi ataupun kontur-kontur distribusi parameterparameter aliran fluida. Adapun data visualisasi model yang bias ditampilkan oleh post processor adalah sebagai berikut:

1. Gambar geometri model.
2. Gambar surface sifat fluida.
3. Animasi aliran fluida.
4. Tampilan vector kecepatan.
5. Gerakan rotasi, translasi dan penyekalaan.
6. Arah aliran fluida

Dalam proses set-up dan running simulasi CFD ada tahapan identifikasi dan formulasi permasalahan aliran dengan pertimbangan fenomena fisika dan kimia. Pemahaman yang cukup baik diperlukan dalam menyelesaikan alogaritma penyelesaian numerik. Ada tiga konsep matematika yang digunakan dalam menentukan berhasil atau tidakanya alogaritma berdasarkan AEA Technology,1996, yaitu:

1. Konvergensi yaitu properti metode numerik untuk menghasilkan penyelesaian eksakta sebagai grid spacing ukuran control volume atau ukuran elemen dikurangi mendekati nol. Konvergensi biasanya sulit untuk didapatkan secara teoritis. 20.
2. Konsistensi yaitu urutan numeric untuk menghasilkan system persamaan aljabar yang dapat diperlihatkan sama (equivalen) dengan persamaan pengendali sebagai jarak grid mendekati nol.
3. Stabilitas yaitu penggunaan faktor kesalahan sebagai indikasi metode umerik. Jika sebuah teknik tidak stabil dalam setiap kesalahan pembuatan ada data awal maka dapat menyebabkan terjadinya osilasi atau divergensi.

alidasi

Optimized using
trial version
www.balesio.com

Dengan proses perhitungan pendekatan CFX melalui beberapa tahap validasi. Tahap validasi untuk mengetahui model itu sesuai dengan kenyataan dalam CFX adalah sebagai berikut (K. Sieto, 2004) :

1. Convergence Pada tahap ini proses iterasi perhitungan akan selalu dikontrol dengan persamaan pengendali. Jika hasil perhitungan belum sesuai dengan tingkat kesalahan yang ditentukan, maka komputasi akan terus berjalan.
2. Grid Independence Besarnya jumlah cell yang kita gunakan dalam perhitungan akan menentukan keakuratan hasil yang didapat. Tetapi tidak selamanya dengan jumlah cell yang lebih banyak akan dapat menambah keakuratan hasil perhitungan. Dengan demikian pengguna dituntut untuk dapat menentukan jumlah cell yang optimum dari input geometri yang dibuat, agar waktu perhitungan tidak terlalu lama dan memori komputer yang terpakai tidak selalu besar.
3. Verifikasi hasil dengan teori atau data lain. Keakuratan hasil perhitungan dengan pendekatan CFX perlu dibandingkan dengan teori atau data-data lainnya yang telah ada sebelumnya. Sehingga hasil perhitungan tidak diragukan lagi

Optimized using
trial version
www.balesio.com