

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
NASKAH SOAL	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
INTISARI.....	xvii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Asumsi dan Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 4
 BAB III LANDASAN TEORI.....	 11
3.1 Teori Gas Ideal	11
3.2 Definisi Kompresibilitas	13
3.3 Kecepatan Suara Dan Bilangan Mach	15
3.4 Gelombang Kejut (<i>Shock Wave</i>)	19
3.5 <i>Computational Fluid Dynamics</i>	29
3.5.1 Persamaan Kekekalan Massa.....	29

3.5.2 Persamaan Kekekalan Momentum	30
3.5.3 Persamaan Energi	30
3.5.4 Persamaan <i>Species Transport</i>	31
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	32
4.1 Rancangan Penelitian	32
4.2 Diagram Alir Penelitian	35
4.3 Alat dan Bahan	36
4.4 Pemodelan Simulasi	36
4.5 Proses Simulasi	37
4.5.1 <i>Pre-processing</i>	37
4.5.2 <i>Solving</i>	38
4.5.3 <i>Post-processing</i>	38
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	39
5.1 Validasi	39
5.2 Kontur Tekanan Untuk Injeksi Gas H₂ Pada Aliran Udara Mach 3 ...	41
5.2.1 Kasus $D = 15$ mm	42
5.2.2 Kasus $D = 30$ mm	44
5.2.3 Kasus $D = 45$ mm	46
5.3 Kontur Temperatur Untuk Injeksi Gas H₂ Pada Aliran Udara Mach 3	48
5.3.1 Kasus $D = 15$ mm	49
5.3.2 Kasus $D = 30$ mm	50
5.3.3 Kasus $D = 45$ mm	51
5.4 Kontur Fraksi Mol Gas H₂	53
5.4.1 Kasus $D = 15$ mm	53
5.4.2 Kasus $D = 30$ mm	54
5.4.3 Kasus $D = 45$ mm	55
5.5 Vektor Kecepatan Pada Daerah Resirkulasi	56
5.5.1 Kasus $D = 15$ mm	57
5.5.2 Kasus $D = 30$ mm	58

5.5.3 Kasus $D = 45$ mm.....	59
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	61
6.1 Kesimpulan	61
6.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema sebuah pesawat SCRAMJET (Campioli, 2007).....	4
Gambar 2.2. Kontur tekanan statis injeksi di belakang <i>step</i> menurut Sundararaj (2006).....	5
Gambar 2.3. Gambar skema pola daerah resirkulasi dan hasil foto <i>schlieren</i> untuk injeksi Helium pada 300 kPa. (Obara, 2003).....	6
Gambar 2.4. Hasil foto <i>schlieren</i> (kiri) dan foto langsung (kanan) daerah pembakaran di belakang <i>backward-facing step</i> untuk injeksi gas H ₂ pada 300 kPa. (Obara, 2003)	7
Gambar 2.5. Pola aliran subsonik berkembang sempurna di belakang <i>backward-facing step</i> menurut Mouza (2005).....	8
Gambar 2.6. Pola <i>pathline</i> sekitar <i>cavity flameholder</i> untuk kasus <i>cold flow</i> (Huang, 2010)	9
Gambar 2.7. Pola <i>pathline</i> sekitar <i>cavity flameholder</i> untuk kasus <i>reacting flow</i> (Huang, 2010)	9
Gambar 3.1. Definisi kompresibilitas (Anderson, 1985).....	12
Gambar 3.2. Aliran udara yang melewati bidang gangguan	16
Gambar 3.3. Aliran fluida yang melewati <i>oblique shock</i> (a) dan <i>normal shock</i> (b)	18
Gambar 3.4. Aliran supersonik yang melewati benda tumpul (kiri) dan aliran supersonik di dalam sebuah nosel (kanan).....	20
Gambar 3.5. Sebuah volume kontrol <i>abcd</i> untuk analisis <i>normal shock</i>	21
Gambar 4.1. Skema kasus penelitian	33
Gambar 4.2. <i>Mesh</i> domain komputasi yang dibentuk dengan GAMBIT	34
Gambar 5.1. Foto <i>schlieren</i> hasil penelitian Obara (2003) (kiri), dan kontur densitas hasil simulasi numerik (kanan)	41
Gambar 5.2. Kontur tekanan absolut untuk $D = 15$ mm pada h yang bervariasi	42
Gambar 5.3. Grafik tekanan absolut masing-masing nilai h pada $D = 15$ mm	43

Gambar 5.4. Kontur tekanan absolut untuk $D = 30$ mm pada h yang bervariasi	44
Gambar 5.5. Grafik tekanan absolut masing-masing nilai h pada $D = 30$ mm ..	45
Gambar 5.6. Kontur tekanan absolut untuk $D = 45$ mm pada h yang bervariasi	46
Gambar 5.7. Grafik tekanan absolut masing-masing nilai h pada $D = 45$ mm ..	47
Gambar 5.8. Kontur temperatur statis untuk $D = 15$ mm pada h yang bervariasi	49
Gambar 5.9. Kontur temperatur statis untuk $D = 30$ mm pada h yang bervariasi	50
Gambar 5.10. Kontur temperatur statis untuk $D = 45$ mm pada h yang bervariasi	51
Gambar 5.11. Kontur fraksi mol hidrogen untuk $D = 15$ mm pada h yang bervariasi	53
Gambar 5.12. Kontur fraksi mol hidrogen untuk $D = 30$ mm pada h yang bervariasi	54
Gambar 5.13. Kontur fraksi mol hidrogen untuk $D = 45$ mm pada h yang bervariasi	55
Gambar 5.14. Vektor kecepatan daerah resirkulasi untuk $D = 15$ mm pada h yang bervariasi	57
Gambar 5.15. Vektor kecepatan daerah resirkulasi untuk $D = 30$ mm pada h yang bervariasi	58
Gambar 5.16. Vektor kecepatan daerah resirkulasi untuk $D = 45$ mm pada h yang bervariasi	59

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Tabel Tabel 4.1 Variasi Nilai D dan h Untuk Domain Komputasi.....	32
Tabel 4.2. Tabel Kondisi Referensi Untuk Simulasi	36

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. *Summary Report* CFD FLUENT untuk kondisi referensi
- Lampiran 2. *Material Safety Data Sheet* untuk gas hidrogen

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

m	= massa
p	= tekanan
ρ	= densitas gas
R	= konstanta gas ideal
T	= temperatur
CFD	= <i>Computational Fluid Dynamic</i>
v	= volume spesifik
e	= energy internal spesifik
h	= entalpi
c_v	= kalor spesifik untuk volume konstan
c_p	= kalor spesifik untuk tekanan konstan
γ	= rasio kalor spesifik (c_p/c_v)
τ	= kompresibilitas
τ_T	= kompresibilitas isothermal
τ_s	= kompresibilitas isentropis
M	= bilangan Mach
M^*	= bilangan Mach karakteristik
c	= kecepatan rata-rata molekul gas
V_a	= kecepatan suara local
V	= kecepatan actual
$V_{a,0}$	= kecepatan suara stagnasi
V_a^*	= kecepatan suara karakteristik
$\dot{q}$	= laju transfer kalor per satuan luas
$\mathbf{f}$	= vektor <i>body force</i>
$\forall$	= volume control
$\mathbf{V}$	= vektor kecepatan
$d\mathbf{S}$	= vektor elemen luasan
dS	= elemen panjang kurva
$\hat{\mathbf{n}}$	= vektor normal satuan

u = komponen vektor kecepatan yang searah sumbu-x

$\mathbf{F}_{viscous}$ = vektor gaya akibat viskositas

Y = fraksi massa

$\mathcal{D}$ = koefisien difusi

k = konstanta kecepatan

e = bilangan natural

S_m = massa yang ditambahkan karena fase yang berubah

p = tekanan static

$\bar{\tau}$ = tensor tegangan

$\rho \vec{g}$ = gaya gravitasi

$\vec{F}$ = gaya eksternal

μ = viskositas molecular

I = tensor satuan

k_{eff} = konduktivitas efektif

$\vec{J}_j$ = fluks difusi spesies j

S_h = energi karena reaksi kimia

T_{ref} = temperatur referensi

R_i = laju netto produksi spesies i karena reaksi kimia

S_i = laju penciptaan dikarenakan penambahan karena fase terdispersi

μ_t = viskositas turbulensi

D_t = difusivitas turbulensi