

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR / SKRIPSI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
INTISARI	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR NOTASI	xvii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	
1.1.1 <i>Divided Chamber Stratified Charge Engine</i>	1
1.1.2 <i>Axially Stratified Charge Engine</i>	2
1.1.3 <i>Direct Injection Stratified Charge Engine</i>	2
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Asumsi dan Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 7
 BAB III LANDASAN TEORI	 16
3.1 Faktor Pencampuran didalam Ruang Bakar	
3.1.1 Karakteristik bahan bakar	16
3.1.2 Karakteristik aliran swirl	17
3.1.3 Sistem Injeksi	17

3.2	Metode Numerik	18
3.2.1	Persamaan kekekalan massa	18
3.2.2	Persamaan kekekalan momentum	19
3.2.3	Pemodelan turbulence	19
3.2.4	Pemodelan solver	21
3.2.5	Faktor under-relaxation	21
BAB IV	METODOLOGI PENELITIAN	22
4.1	Alat dan Bahan	22
4.1.1	Peralatan penelitian	22
4.1.2	Bahan penelitian	22
4.2	<i>Flowchart</i> Simulasi <i>Stratified Charge Engine</i>	23
4.3	Prosedur Penelitian	24
4.3.1	Pembuatan <i>geometri</i> dan <i>meshing</i>	24
4.3.2	Pendefinisian bidang batas pada <i>geometri</i>	26
4.3.3	Pengecekan <i>mesh</i>	27
4.3.4	Grid	27
4.3.5	Model	28
4.3.6	<i>Material</i>	28
4.3.7	Injeksi	28
4.3.8	Kondisi batas	29
4.3.9	<i>Grid interface</i>	29
4.3.10	<i>Mesh motion</i>	30
4.3.11	<i>Mesh preview</i>	32
4.3.12	<i>Solution setup</i>	33
4.3.13	<i>Save file</i> dan <i>hardcopy</i>	34
4.3.14	<i>Solution</i>	34
4.3.15	<i>Postprocessing</i>	35
BAB V	PEMBAHASAN	36
5.1	Hasil Simulasi dengan Variasi Tekanan Injeksi pada Sistem DI Tunggal	36

5.1.1	Vektor kecepatan didalam ruang bakar	36
5.1.2	Kontur spesies bahan bakar didalam ruang bakar	38
5.2	Hasil Simulasi dengan Variasi Durasi Injeksi pada Sistem DI Tunggal	42
5.2.1	Vektor kecepatan didalam ruang bakar	42
5.2.2	Kontur spesies bahan bakar didalam ruang bakar	44
5.3	Hasil Simulasi dengan Variasi Sudut Injeksi pada Sistem DI Tunggal	48
5.3.1	Vektor kecepatan didalam ruang bakar	48
5.3.2	Kontur spesies bahan bakar didalam ruang bakar	51
5.4	Perbandingan Hasil Simulasi dengan Variasi Timing Injeksi pada Sistem Direct Injection Tunggal dan Sistem Stratified Charge Engine	55
5.4.1	Vektor kecepatan didalam ruang bakar	55
5.4.2	Kontur spesies bahan bakar didalam ruang bakar	57
BAB VI PENUTUP		69
5.1	Kesimpulan	69
5.2	Saran	70
DAFTAR PUSTAKA		71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Tipe Stratified Charge Engine	3
Gambar 2.1	Geometri dan posisi peletakan busi dan injeksi	8
Gambar 2.2	Hasil eksperimental dan simulasi KIVA-3V	8
Gambar 2.3	Perbandingan <i>The Sauter Mean Distribution (SMD)</i> butiran droplet simulasi dengan eksperimental	9
Gambar 2.4	Velocity vector dan kontur pencampuran	9
Gambar 2.5	Perbandingan crank angle dan equivalence ratio dengan variasi tumble	10
Gambar 2.6	Perbandingan <i>crank angle</i> dan <i>equivalence ratio</i> dengan variasi timing injeksi	11
Gambar 2.7	Timing injeksi dan durasi	12
Gambar 2.8	<i>Equivalence ratio</i> dan waktu penginjeksian bahan bakar	13
Gambar 2.9	Tekanan gas ruang bakar dan waktu penginjeksian bahan bakar	13
Gambar 2.10	Geometri ruang bakar dan spesifikasi mesin	14
Gambar 2.11	Rata-rata <i>velocity vector</i> pada perpotongan horizontal dan vertical dan distribusi tekanan static pada intake titik mati bawah	15
Gambar 2.12	IMEP vs ignition timing dengan variasi injection timing	15
Gambar 4.1	Diagram alir prosedur simulasi (Tuakia, 2008)	24
Gambar 4.2	Geometri silinder pada Gambit	25
Gambar 4.3	Model <i>meshing</i> silinder Honda NF 125	26
Gambar 4.4	Profil valve lift	32
Gambar 4.5	Tampilan <i>dynamic mesh events</i>	33
Gambar 5.1	Vektor kecepatan pada awal penginjeksian (sudut engkol 682°) pada variasi tekanan injeksi	37
Gambar 5.2	Vektor kecepatan pada sudut engkol 690° pada variasi tekanan injeksi	37
Gambar 5.3	Vektor kecepatan pada sudut engkol 705° pada variasi tekanan injeksi	38
Gambar 5.4	Grafik <i>swirl number</i> vs sudut engkol pada variasi tekanan injeksi	38

Gambar 5.5	Kontur spesies bahan bakar saat awal penginjeksian pada variasi tekanan injeksi	39
Gambar 5.6	Grafik fraksi mol vs axis piston saat awal penginjeksian pada variasi tekanan injeksi	39
Gambar 5.7	Kontur spesies bahan bakar saat sudut engkol 680° pada variasi tekanan injeksi	40
Gambar 5.8	Grafik fraksi mol vs axis piston saat sudut engkol 680° pada variasi tekanan injeksi	40
Gambar 5.9	Kontur spesies bahan bakar saat sudut engkol 705° pada variasi tekanan injeksi	41
Gambar 5.10	Grafik fraksi mol vs axis piston saat sudut engkol 705° pada variasi tekanan injeksi	41
Gambar 5.11	Vektor kecepatan saat awal penginjeksian pada variasi durasi injeksi	43
Gambar 5.12	Vektor kecepatan saat akhir penginjeksian pada variasi durasi injeksi	43
Gambar 5.13	Vektor kecepatan saat sudut engkol 705° pada variasi durasi injeksi	44
Gambar 5.14	Grafik <i>swirl</i> number vs sudut engkol pada variasi durasi injeksi	44
Gambar 5.15	Kontur spesies bahan bakar saat awal penginjeksian pada variasi durasi injeksi	46
Gambar 5.16	Grafik fraksi mol vs axis piston saat awal penginjeksian pada variasi durasi injeksi	46
Gambar 5.17	Kontur spesies bahan bakar saat akhir penginjeksian pada variasi durasi injeksi	47
Gambar 5.18	Grafik Fraksi mol vs axis piston saat akhir penginjeksian pada variasi durasi injeksi	47
Gambar 5.19	Kontur spesies bahan bakar saat sudut engkol 705° pada variasi durasi injeksi	48
Gambar 5.20	Grafik Fraksi mol vs axis piston saat sudut engkol 705° pada variasi durasi injeksi	48

Gambar 5.21 Vektor kecepatan saat awal penginjeksian pada variasi sudut injeksi	49
Gambar 5.22 Vektor kecepatan saat akhir penginjeksian pada variasi sudut injeksi	50
Gambar 5.23 Vektor kecepatan saat sudut engkol 705° pada variasi sudut injeksi	50
Gambar 5.24 Grafik swirl number vs sudut engkol pada variasi sudut injeksi	51
Gambar 5.25 Kontur spesies bahan bakar pada saat awal penginjeksian pada variasi sudut injeksi	52
Gambar 5.26 Grafik fraksi mol vs axis piston saat awal penginjeksian pada variasi sudut injeksi	52
Gambar 5.27 Kontur spesies bahan bakar saat akhir penginjeksian pada variasi sudut injeksi	53
Gambar 5.28 Grafik fraksi mol vs axis piston saat akhir penginjeksian pada variasi sudut injeksi	53
Gambar 5.29 Kontur spesies bahan bakar saat sudut engkol 705° pada variasi sudut injeksi	54
Gambar 5.30 Grafik fraksi mol vs axis piston saat sudut engkol 705° pada variasi sudut injeksi	54
Gambar 5.31 Grafik swirl number vs sudut engkol pada variasi timing injeksi dengan perbandingan sistem DI dan SCE	56
Gambar 5.32 Vektor kecepatan sistem DI saat awal penginjeksian dengan variasi <i>timing</i> penginjeksian	59
Gambar 5.33 Vektor kecepatan sistem DI saat tengah penginjeksian dengan variasi <i>timing</i> penginjeksian	59
Gambar 5.34 Vektor kecepatan sistem DI saat akhir penginjeksian dengan variasi <i>timing</i> penginjeksian	60
Gambar 5.35 Vektor kecepatan sistem DI saat pemantikan dengan variasi <i>timing</i> penginjeksian	60
Gambar 5.36 Vektor kecepatan sistem SCE saat awal penginjeksian dengan variasi <i>timing</i> penginjeksian	61

Gambar 5.37 Vektor kecepatan sistem SCE saat tengah penginjeksian dengan variasi <i>timing</i> penginjeksian	61
Gambar 5.38 Vektor kecepatan sistem SCE saat akhir penginjeksian dengan variasi <i>timing</i> penginjeksian	62
Gambar 5.39 Vektor kecepatan sistem SCE saat pemantikan dengan variasi <i>timing</i> penginjeksian	62
Gambar 5.40 Kontur spesies sistem DI saat awal penginjeksian dengan variasi <i>timing</i> penginjeksian	63
Gambar 5.41 Kontur spesies sistem DI saat tengah penginjeksian dengan variasi <i>timing</i> penginjeksian	63
Gambar 5.42 Kontur spesies sistem DI saat akhir penginjeksian dengan variasi <i>timing</i> penginjeksian	64
Gambar 5.43 Kontur spesies sistem DI saat pemantikan dengan variasi <i>timing</i> penginjeksian	64
Gambar 5.44 Kontur spesies sistem SCE saat awal penginjeksian dengan variasi <i>timing</i> penginjeksian	65
Gambar 5.45 Kontur spesies sistem SCE saat tengah penginjeksian dengan variasi <i>timing</i> penginjeksian	65
Gambar 5.46 Kontur spesies sistem SCE saat akhir penginjeksian dengan variasi <i>timing</i> penginjeksian	66
Gambar 5.47 Kontur spesies sistem SCE saat pemantikan dengan variasi <i>timing</i> penginjeksian	66
Gambar 5.48 Grafik fraksi mol vs axis piston saat awal penginjeksian dengan variasi timing injeksi	67
Gambar 5.49 Grafik fraksi mol vs axis piston saat tengah penginjeksian dengan variasi timing injeksi	67
Gambar 5.50 Grafik fraksi mol vs axis piston saat akhir penginjeksian dengan variasi timing injeksi	68
Gambar 5.51 Grafik fraksi mol vs axis piston saat pemantikan dengan variasi timing injeksi	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi mesin natural gas engine	12
Tabel 4.1 Zona <i>grid interface</i>	31
Tabel 4.2 Zona <i>rigid body</i>	32
Tabel 4.3 Zona <i>stationary</i>	33

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

ϕ	=	<i>equivalence ratio</i>
Sn	=	<i>swirl number</i>
ω_p	=	kecepatan putaran sejajar permukaan piston
N	=	kecepatan putaran mesin (rpm)
Π	=	phi (3,1428)
B	=	<i>bore</i> (mm)
S	=	<i>stroke</i> (mm)
v_o	=	karakteristik kecepatan
p_o	=	tekanan stagnasi
p_c	=	tekanan silinder
g	=	percepatan gravitasi (9,8 m/s ²)
h	=	tinggi kolom bahan bakar dalam mm sama dengan tekanan injeksi
V	=	kecepatan injeksi pada orifice (mm/s)
ρ	=	densitas fluida
$\bar{v}$	=	kecepatan fluida
p	=	<i>static pressure</i>
$\bar{\tau}$	=	<i>stress tensor</i>
ρg	=	<i>gravitational body force</i>
$\bar{F}$	=	<i>external body force</i>
μ	=	<i>molecular viscosity</i>
I	=	<i>unit tensor</i>
k	=	energi kinetik <i>turbulence</i>
ε	=	laju disipasi
Pr_t	=	angka turbulent Prandtl
g_i	=	komponen vektor gravitasi pada arah i
β	=	koefisien <i>thermal expansion</i>
μ_t	=	<i>turbulent viscosity</i>

M_t	=	<i>turbulent mach number</i>
α	=	kecepatan suara
v	=	komponen kecepatan aliran sejajar dengan vektor gravitasi
u	=	komponen kecepatan aliran tegak lurus dengan vektor gravitasi
T	=	temperature (kelvin)
P	=	<i>pressure</i> /tekanan (Pa, psi)
α	=	faktor under relaksasi
CFD	=	Computational Fluid Dynamic
BDC	=	Bottom Dead Center
TDC	=	Top Dead Center
BTDC	=	Before Top Dead Center
SCE	=	Stratified Charge Engine
SN	=	Swirl Number
DI	=	Direct Injection
SCE	=	Stratified Charge Engine
TMA	=	Titik Mati Atas