

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
INTISARI.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	4
1.3. Penelitian Terdahulu Mengenai Gaya pada Grup Silinder .....	4
1.4. Ruang Lingkup Penelitian .....	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Gaya Gelombang pada Silinder Tunggal .....	7
2.2. Gaya Gelombang pada Grup Pilar Silinder .....	15
2.2.1. Susunan grup pilar silinder.....	15
2.2.2. Penelitian gaya pada grup silinder .....	16

2.3.	Penelitian Gaya dengan Model DualSPHysics.....	24
2.4.	Perumusan Kebaruan Penelitian.....	24
BAB III. LANDASAN TEORI.....		26
3.1.	Gaya pada Silinder Tunggal dan Grup .....	26
3.1.1.	Penurunan konsep aliran potensial (Dean dan Dalrymple, 1984)...	26
3.1.2.	Perhitungan gaya dengan Persamaan Morison .....	32
3.1.3.	Gaya pada pasangan silinder dan grup.....	34
3.2.	Konsep Metode SPH .....	35
3.2.1.	Metode representasi integral .....	36
3.2.2.	Perkiraan fungsi partikel .....	37
3.3.	Model DualSPHysics.....	38
3.3.1.	Konsep dasar .....	39
3.3.2.	Fungsi Pembobot.....	39
3.3.3.	Persamaan Momentum.....	40
3.3.4.	Persamaan Kontinuitas.....	43
3.3.5.	<i>Equation of state</i> (Persamaan keadaan) .....	43
3.3.6.	Persamaan gerak partikel .....	44
3.3.7.	Koreksi densitas ( <i>Density reinitialization</i> ).....	44
3.3.8.	Pengkoreksian <i>kernel</i> .....	45
3.4.	Pembuatan Model.....	46
3.4.1.	Langkah waktu hitungan .....	46
3.4.2.	Kondisi Batas .....	49
3.5.	Pilihan Formulasi dalam Simulasi DualSPHysics.....	52
3.6.	Penentuan Ukuran Partikel dan Fungsi dalam Model DualSPHysics ...	53

3.7. Disipasi Gelombang dalam Model Matematik.....	54
<b>BAB IV. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>56</b>
4.1. Sarana Penelitian .....	56
4.2. Rancangan Penelitian .....	57
4.3. Perhitungan Gaya pada Silinder dalam DualSPHysics .....	59
4.4. Validasi Model .....	61
4.5. Skema Penelitian .....	62
<b>BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>64</b>
5.1. Perambatan Gelombang pada Model DualSPHysics .....	64
5.2. Gaya Gelombang pada Silinder Tunggal .....	69
5.3. Gaya Gelombang pada Pasangan Silinder.....	73
5.4. Gaya Gelombang pada Grup Silinder Uji .....	77
<b>BAB VI. KESIMPULAN.....</b>	<b>79</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>82</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Rekomendasi nilai $C_M$ dan $C_D$ oleh beberapa instansi .....	10
Tabel 3.1.	Variasi koefisien pertambahan massa berdasarkan bentuk objek....	31
Tabel 3.2.	Nilai $\alpha_D$ .....	40
Tabel 4.1.	Perangkat keras yang digunakan dalam Penelitian.....	57
Tabel 4.2.	Hasil pengujian Spring dan Monkmeyer untuk jarak antar silinder < 3 diameter .....	61

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Batas keberlakuan persamaan Morison dan persamaan Difraksi .....	8
Gambar 2.2. Dominansi gaya drag dan inersia dalam gaya total pada siklus gelombang .....	9
Gambar 2.3. Nilai $C_D$ untuk variasi rasio $l/D$ pada objek berbentuk elips .....	11
Gambar 2.4. Nilai $C_D$ untuk variasi bilangan Reynolds dari karakteristik aliran di sekeliling silinder halus .....	12
Gambar 2.5. Nilai $C_D$ untuk variasi bilangan Reynolds dari karakteristik aliran pada berbagai bentuk objek .....	12
Gambar 2.6. Nilai $C_D$ untuk variasi bilangan Reynolds pada berbagai kekasaran permukaan objek .....	13
Gambar 2.7. Variasi koefisien drag terhadap periode gelombang yang dituliskan dalam bilangan $KC$ .....	14
Gambar 2.8. Variasi koefisien inersia terhadap periode gelombang yang dituliskan dalam bilangan $KC$ .....	14
Gambar 2.9. a) pasangan silinder dalam susunan sekolom; b) pasangan silinder dalam susunan sebaris; c) pasangan silinder dalam susunan <i>staggered</i> .....	16
Gambar 2.10. Grup silinder .....	16
Gambar 2.11. Rasio gaya versus jarak dua silinder, $\theta_{os} = 0^\circ$ dan $180^\circ$ .....	17
Gambar 2.12. Rasio gaya versus jarak dua silinder, $\theta_{os} = 30^\circ$ dan $150^\circ$ .....	17
Gambar 2.13. Rasio gaya versus jarak dua silinder, $\theta_{os} = 60^\circ$ dan $120^\circ$ .....	18
Gambar 2.14. Rasio gaya versus jarak dua silinder, $\theta_{os} = 90^\circ$ .....	18

Gambar 2.15. Gaya pada silinder 1 sebagai fungsi jarak antar dua silinder $Ks$ , pada $Ka = 0,4$ .....	19
Gambar 2.16. Gaya pada silinder 2 sebagai fungsi jarak antar dua silinder $Ks$ , pada $Ka = 0,4$ .....	19
Gambar 2.17. Gaya pada silinder 1 sebagai fungsi bilangan gelombang $Ka$ , untuk kasus dua silinder ( $s/a = 5$ ) .....	20
Gambar 2.18. Gaya pada silinder 2 sebagai fungsi bilangan gelombang $Ka$ , untuk kasus dua silinder ( $s/a = 5$ ) .....	20
Gambar 2.19. Gaya pada silinder 1 sebagai fungsi jarak antar silinder $Ks$ , untuk kasus 3 silinder, pada $Ka = 0,4$ .....	21
Gambar 2.20. Gaya pada silinder 1 sebagai fungsi bilangan gelombang $Ka$ , untuk kasus 3 silinder ( $s/a = 5$ ) .....	21
Gambar 2.21. Gaya pada silinder dalam sebuah baris sebagai fungsi $Kc$ dan jarak antar silinder .....	22
Gambar 2.22. Variasi gaya total maksimum pada kelima pilar dalam susunan baris .....	23
Gambar 2.23. Gaya pada silinder dalam sebuah <i>staggered</i> sebagai fungsi $Kc$ dan jarak antar silinder.....	23
Gambar 2.24. Perbandingan hasil simulasi DualSPHysics dan percobaan fisik pada kasus <i>dam-break</i> .....	24
Gambar 3.1. Aliran di sekeliling silinder .....	27
Gambar 3.2. Distribusi tekanan di sekeliling silinder pada aliran ideal.....	28
Gambar 3.3. Komponen gaya dalam sumbu x .....	28
Gambar 3.4. Distribusi tekanan di sekeliling silinder dengan variasi bilangan Reynolds .....	30
Gambar 3.5. Domain <i>support</i> dari fungsi <i>smoothing kernel</i> $W$ berada di dalam domain masalah .....	37

Gambar 3.6.	Area domain <i>support</i> melebihi batas dari domain masalah.....	37
Gambar 3.7.	Pendekatan sistem partikel di dalam domain <i>support</i> .....	38
Gambar 3.8.	Partikel batas didekat kondisi batas penolakan .....	51
Gambar 3.9.	Batas periodik: area yang berpengaruh pada partikel <i>a</i> diperluas di luar batas lateral .....	52
Gambar 3.10.	Contoh disipasi tinggi gelombang akibat kesalahan numerik .....	54
Gambar 4.1.	Skenario pasangan silinder uji dalam satu kolom .....	58
Gambar 4.2.	Skenario grup silinder uji dengan pola segitiga .....	59
Gambar 4.3.	Titik pengukuran pada objek berbentuk silinder .....	60
Gambar 4.4.	Komponen tekanan gelombang dalam arah vertical .....	61
Gambar 4.5.	Skema penelitian .....	63
Gambar 5.1.	Uji perambatan gelombang untuk amplitudo gelombang 0,25 meter .....	65
Gambar 5.2.	Uji perambatan gelombang untuk amplitudo gelombang 0,15 meter .....	65
Gambar 5.3.	Uji perambatan gelombang untuk amplitudo gelombang 0,1 meter .....	66
Gambar 5.4.	Uji perambatan gelombang untuk amplitudo gelombang 0,05 meter .....	66
Gambar 5.5.	Disipasi ditunjukkan oleh penurunan tinggi gelombang terhadap jarak ( $dp=0,02$ ) .....	70
Gambar 5.6.	Disipasi tinggi gelombang terhadap jarak dalam variasi ukuran partikel.....	70
Gambar 5.7.	Disipasi tinggi gelombang terhadap jarak dalam variasi nilai viskositas .....	71
Gambar 5.8.	Gaya gelombang pada silinder tunggal ( $dp=0,02$ ) .....	71

Gambar 5.9. Gaya gelombang pada silinder tunggal ( $dp=0,01$ ) .....	72
Gambar 5.10. Gaya gelombang pada perubahan posisi silinder tunggal ( $dp=0.02$ ) .....	72
Gambar 5.11. Simulasi gaya gelombang pada pasangan silinder .....	73
Gambar 5.12. Gaya gelombang pada pasangan silinder berjarak 0,5 diameter ( $dp=0.01$ ) .....	74
Gambar 5.13. Gaya gelombang pada pasangan silinder berjarak 1 diameter ( $dp=0.01$ ) .....	74
Gambar 5.14. Gaya gelombang pada pasangan silinder berjarak 1,5 diameter ( $dp=0.01$ ) .....	75
Gambar 5.15. Gaya gelombang pada pasangan silinder berjarak 2 diameter ( $dp=0.01$ ) .....	75
Gambar 5.16. Perbandingan F rasio hasil DualSPHysics dan Spring- Monkmeyer (1974) dengan ukuran partikel $dp$ 0,02 .....	76
Gambar 5.17. Perbandingan F rasio hasil DualSPHysics dan Spring- Monkmeyer (1974) dengan ukuran partikel $dp$ 0,01 .....	77
Gambar 5.18. Simulasi gaya gelombang pada grup silinder uji.....	77
Gambar 5.19. Perbandingan F rasio di tiap silinder dalam simulasi DualSPHysics pada grup silinder uji.....	78