UNIVERSITAS
GADJAH MADA

GERUSAN DI BELAKANG DINDING VERTIKAL AKIBAT LIMPASAN TSUNAMI
DAVID S V L BANGGUNA, Prof. Ir. Radianta Triatmadja., Ph.D.; Prof. Dr. Ir. Nur Yuwono, Dipl. H.E.
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN **iii**
PERNYATAAN **v**
PRAKATA **vi**
DAFTAR ISI **viii**
DAFTAR GAMBAR **xii**
DAFTAR TABEL **xvii**
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN **xviii**
INTISARI **xxii**
ABSTRACT **xxiii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1. Bangkitan Tsunami di Dunia 1
1.2. Tsunami Aceh 2004 2
1.3. Tsunami Jepang 2011 4
1.4. Kerusakan Fasilitas Pelindung Pantai Akibat Tsunami di Jepang 2011 Berdasarkan Hasil Survei Kato dkk. (2012, 2013) 6
1.4.1. Kerusakan pelindung pantai di Distrik Iwate 6
1.4.2. Kerusakan pelindung pantai di Distrik Miyagi 8
1.4.3. Kerusakan di distrik Fukushima 9
1.5. Rumusan Masalah 10
1.6. Tujuan Penelitian 10
1.7. Manfaat Penelitian 10
BAB II TELAAH KEPUSTAKAAN **11**
2.1. Bangunan Pelindung Pantai 11
2.2.1. Fungsi dan tipe tembok laut 11
2.1.2. Pemakaian tanggul/tembok laut tumpukan batu 14
2.1.3. *Revetment* 16
2.2. Mekanisme Ketidakstabilan Struktur Pantai Akibat Tsunami 19
2.3. Penelitian Stabilitas Pemecah Gelombang Akibat Tsunami 26
2.4. Mekanisme Gerusan Akibat Tsunami 31

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
GERUSAN DI BELAKANG DINDING VERTIKAL AKIBAT LIMPASAN TSUNAMI
DAVID S V L BANGGUNA, Prof. Ir. Radianta Triatmadja., Ph.D.; Prof. Dr. Ir. Nur Yuwono, Dipl. H.E.
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.5. Penelitian Gerusan Pada Bangunan Akibat Tsunami 33
2.6. Model Pembangkitan Gelombang Tsunami di Laboratorium.....36
2.6.1. Model pembangkit gelombang tipe piston 37
2.6.2. Model pembangkit gelombang tipe *dam break* 38
2.6.3. Model pembangkit gelombang dengan menggerakkan dasar vertikal 39
2.6.4. Model pembangkit gelombang dengan pelepasan volume air 40
2.7. Matrik Hasil Telaah Pustaka 41
2.8. Kebaruan Penelitian 41
BAB III KAJIAN TEORITIS 44
3.1. Gelombang 44
3.2. Gelombang Tsunami 45
3.3. Pembangkitan Tsunami 46
3.3.1. Tsunami akibat dislokasi dasar perairan.....46
3.3.2. Tsunami akibat longsoran.....48
3.3.3. Tsunami akibat letusan gunung berapi di laut 50
3.3.4. Tsunami akibat meteor dan benda langit lainnya 50
3.4. Penjalaran Gelombang Tsunami ke Daratan.....51
3.5. Metode *Dam break* untuk Pembangkitan Tsunami di Laboratorium ..53
3.6. Gaya Yang Bekerja pada Bangunan Akibat Terjangan Tsunami 55
3.6.1. Gaya hidrostatis 55
3.6.2. Gaya apung 56
3.6.3. Gaya tsunami pada dinding vertikal 56
3.7. Klasifikasi Aliran 60
3.8. Hidrograf Tsunami 63
3.9. Aliran Melalui Pelimpah.....65
3.10. Aliran Melalui Terjunan Tegak 68
3.11. Loncat Air (*Hydraulic Jumps*) 71
3.12. Gerusan.....75
3.13. Penelitian Pendahuluan yang Telah Dilakukan 81
3.13.1. Simulasi *dam break* untuk saluran kering.....82

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

GERUSAN DI BELAKANG DINDING VERTIKAL AKIBAT LIMPASAN TSUNAMI
DAVID S V L BANGGUNA, Prof. Ir. Radianta Triatmadja., Ph.D.; Prof. Dr. Ir. Nur Yuwono, Dipl. H.E.
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.13.2. Simulasi metode *dam break* dengan genangan hilir 84
3.13.4. Simulasi *dam break* dengan pintu belakang 86
3.13.5. Simulasi hidrograf tsunami 88
3.13.6. Simulasi stabilitas model dinding laut 91
BAB IV PENGEMBANGAN TEORI 94
4.1. Hidrograf Tsunami 94
4.2. Gerusan di Belakang Dinding Vertikal Akibat Limpasan Aliran Tsunami 95
BAB V METODE PENELITIAN 100
5.1. Langkah-langkah Penelitian 100
5.2. Batasan Penelitan 103
5.3. Rancangan Penelitian 103
5.3.1. Fasilitas laboratorium 103
5.3.2. Alat ukur penelitian 107
5.3.3. Rancangan model 108
5.3.4. Pelaksanaan penelitian 111
5.4. Sistematika Penelitian 113
BAB VI PELAKSANAAN PENGUJIAN 115
6.1. Kalibrasi Instrumen Penggerak Katup Pipa Digital 115
6.2. Kalibrasi *Wave Probe* 117
6.3. Kalibrasi *Load Cell* 119
6.4. Pengukuran Rapat Massa Material 121
6.5. Pengukuran Faktor Bentuk Material 122
6.6. Pengukuran Koefisien Gesek Material 123
6.7. Pelaksanaan Simulasi Hidrograf Tsunami 124
6.8. Pengukuran Kedalaman Lubang Gerusan 127
6.9. Pengukuran Gaya Limpasan 129
BAB VII HASIL DAN PEMBAHASAN 132
7.1. Simulasi Hidrograf Tsunami 132
7.2. Proses Terbentuknya Lubang Gerusan Pada Pondasi Bagian Belakang Dinding Vertikal Akibat Limpasan Tsunami 135

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
GERUSAN DI BELAKANG DINDING VERTIKAL AKIBAT LIMPASAN TSUNAMI
DAVID S V L BANGGUNA, Prof. Ir. Radianta Triatmadja., Ph.D.; Prof. Dr. Ir. Nur Yuwono, Dipl. H.E.
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

7.2.1. Awal gerak material 135
7.2.2. Kedalaman lubang gerusan maksimum dan akhir.....141
7.3. Gaya Limpasan di Hilir Model 143
7.4. Profil Gerusan Belakang Dinding Vertikal.....148
7.5. Kedalaman Gerusan 159
7.6. Perbandingan Hasil Penelitian Kedalaman Gerusan.....168
7.7. Aplikasi Persamaan Gerusan Hasil Penelitian.....172
BAB VIII KESIMPULAN DAN SARAN 177
8.1. Kesimpulan 177
8.2. Saran 178
DAFTAR PUSTAKA 180

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
GERUSAN DI BELAKANG DINDING VERTIKAL AKIBAT LIMPASAN TSUNAMI
DAVID S V L BANGGUNA, Prof. Ir. Radianta Triatmadja., Ph.D.; Prof. Dr. Ir. Nur Yuwono, Dipl. H.E.
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Kejadian Gempa Dunia 1
Gambar 1. 2 Daerah Potensi Tsunami di Indonesia 2
Gambar 1. 3 Kejadian Gempa dan Tsunami di Indonesia 3
Gambar 1. 4 Keruskan akibat tsunami Aceh 2004 4
Gambar 1. 5 Distrik Kerusakan Bangunan Pantai Akibat Tsunami Jepang 2011 5
Gambar 1. 6 Hasil Pengukuran Tinggi Tsunami Akibat Gempa Jepang 6
Gambar 1. 7 Tampak Atas Tembok Laut Primer dan Sekunder Pantai Taro 7
Gambar 1. 8 Kerusakan Tembok Laut Primer dan Sekunder Pantai Taro 7
Gambar 1. 9 Kerusakan Tembok Laut Pantai Takada 8
Gambar 1. 10 Kerusakan Tanggul Pantai Sendai 8
Gambar 1. 11 Kerusakan Tanggul Laut Distrik Fukushima 9

Gambar 2. 1 Tanggul Laut Beton 12
Gambar 2. 2 Tanggul Laut Tumpukan Batu 13
Gambar 2. 3 Tanggul Laut Dengan Pelindung *Rip rap* 13
Gambar 2. 4 *Taro City's Great Wall* 15
Gambar 2. 5 Tipikal *Revetment* 17
Gambar 2. 6 Penelitian Model Hidraulik Limpasan Tsunami 19
Gambar 2. 7 Parit Terbentuk Akibat Limpasan Tsunami 20
Gambar 2. 8 Penelitan Keruntuhan Armor Lereng Tanggul Akibat Limpasan 20
Gambar 2. 9 Profil Gerusan di Pondasi Tanggul 21
Gambar 2. 10 Bentuk Kerusakan Armor Tanggul Pantai 21
Gambar 2. 11 Distribusi Tekanan Air di Puncak Armor Akibat Limpasan 22
Gambar 2. 12 Mekanisme Kerusakan Parapet Akibat *Run up* Tsunami 23
Gambar 2. 13 Tergulingnya Tanggul Laut Akibat *Run up* Tsunami 23
Gambar 2. 14 Kerusakan Struktur Pantai Akibat Gempa 24
Gambar 2. 15 Kerusakan Pemecah Gelombang Akibat Tsunami 25
Gambar 2. 16 Bentuk Baru Pemecah Gelombang 26
Gambar 2. 17 Simulasi Limpasan untuk Stabilitas Caisson 27

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
GERUSAN DI BELAKANG DINDING VERTIKAL AKIBAT LIMPASAN TSUNAMI
DAVID S V L BANGGUNA, Prof. Ir. Radianta Triatmadja., Ph.D.; Prof. Dr. Ir. Nur Yuwono, Dipl. H.E.
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 2. 18 Penelitian Penambahan Perkuatan Caisson 27
Gambar 2. 19 Penelitian Efektifitas Perkuatan Caisson 28
Gambar 2. 20 Stabilitas Pemecah Gelombang 28
Gambar 2. 21 *Local Scour* di Koh Khao Thailand 31
Gambar 2. 22 *Overtopping Scour* di Taito Port Japan 32
Gambar 2. 23 *Channelized Scour* di Great Nicobar 32
Gambar 2. 24 *General Scour* di Yamamoto-cho Jepang 33
Gambar 2. 25 Penelitian Gerusan pada Bangunan Akibat Tsunami 33
Gambar 2. 26 Grafik Gerusan di Belakang Model Dinding Vertikal 34
Gambar 2. 27 Sketsa Penelitian Gerusan Akibat Limpasan Tsunami 35
Gambar 2. 28 Parameter Berpengaruh Gerusan Akibat Limpasan Tsunami 35
Gambar 2. 29 *Lay Out* Gerusan Akibat Limpasan Tsunami 36
Gambar 2. 30 Model Pembangkit Gelombang Tipe Piston 37
Gambar 2. 31 Model Pembangkit Gelombang *Dam break* Fasilitas Laboratoium Hidraulik dan Hidrologi PSIT-UGM 38
Gambar 2. 32 Model Pembangkit Gelombang Gerakan Dasar Vertikal 39
Gambar 2. 33 Model Pembangkit Gelombang dengan Pelepasan Volume Air 40
Gambar 2. 34 Skema *Fishbone* Penelitian Desertasi 42

Gambar 3. 1 Ilustrasi Kejadian Tsunami Akibat Pergeseran Lempeng Bumi 47
Gambar 3. 2 Jenis-jenis Sesar 47
Gambar 3. 3 Pembangkitan Tsunami Akibat Longsoran Bawah Laut 48
Gambar 3. 4 Foto Citra Satelit Runtuhnya Lereng Gunung Anak Krakatau 49
Gambar 3. 5 Ilustasi Proses Tsunami Akibat Longsoran Akibat Erupsi G. Berapi 49
Gambar 3. 6 Pembangkitan Tsunami Akibat Letusan Gunung Berapi 50
Gambar 3. 7 Pembangkitan Tsunami Akibat Meteor dan Benda Langit Lainnya 51
Gambar 3. 8 Kecepatan Gelombang Tsunami pada Kedalaman yang Berbeda 53
Gambar 3. 9 Sketsa *Surge* Tsunami untuk Fluida Real 54
Gambar 3. 10 Distribusi Gaya Hidrostatis dan Lokasi Resultan 56

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
GERUSAN DI BELAKANG DINDING VERTIKAL AKIBAT LIMPASAN TSUNAMI
DAVID S V L BANGGUNA, Prof. Ir. Radianta Triatmadja., Ph.D.; Prof. Dr. Ir. Nur Yuwono, Dipl. H.E.
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 3. 11 Distribusi Gaya Hidrodinamik dan Lokasi Resultan 57
Gambar 3. 12 Sketsa Distribusi Gaya yang Bekerja pada Dinding Vertikal 59
Gambar 3. 13 Klasifikasi Aliran 61
Gambar 3. 14 Pola Penjalaran Gelombang di Saluran Terbuka 62
Gambar 3. 15 Model Hidrograf Tsunami 63
Gambar 3. 16 Skala yang Digunakan untuk Memperkirakan Tinggi Tsunami 64
Gambar 3. 17 Hidrograf Tsunami Hasil Pengukuran Kieffer 64
Gambar 3. 18 Hidrograf Tsunami Berdasarkan Pengukuran Kieffer dan Fritz . 65
Gambar 3. 19 Bentuk-bentuk Pelimpah Menurut Standar WES 66
Gambar 3. 20 Hubungan Tinggi Tekan dengan Debit untuk Pelimpah Tegak Lurus 67
Gambar 3. 21 Penampang Aliran Terjunan Tegak 68
Gambar 3. 22 Geometri Aliran pada Bangunan Terjun Tegak 70
Gambar 3. 23 Kehilangan Tenaga pada Loncat Air 71
Gambar 3. 24 Jenis Loncat Air 73
Gambar 3. 25 Pola Loncatan Air 75
Gambar 3. 26 Proses Pusaran dan Gerusan Lokal pada Tiang Bulat 77
Gambar 3. 27 Perbandingan Bentuk Gerusan *Clear Water* dan *Live Bed* 77
Gambar 3. 28 Proses Gerusan Akibat Limpasan di Belakang Struktur Hidrolik 79
Gambar 3. 29 Ilustrasi Gerusan Akibat Limpasan Tsunami 80
Gambar 3. 30 Faktor Gerusan λ 81
Gambar 3. 31 Simulasi *Surge* Tsunami Pada Saluran Kering 82
Gambar 3. 32 Profil *Surge* Tsunami Untuk d_0 = 100 mm – 400 mm 83
Gambar 3. 33 Grafik Koefisien Gesek Dasar Saluran 83
Gambar 3. 34 Simulasi *Surge* Tsunami Dengan Genangan Hilir 85
Gambar 3. 35 Profil *Surge* Tsunami Dengan Genangan Hilir 85
Gambar 3. 36 Simulasi Bukaan Pintu Belakang *Dam break* 87
Gambar 3. 37 Perbandingan Spektrum *Surge* Tsunami dengan Penelitian Terdahulu 88
Gambar 3. 38 Hidrograf Tsunami 90
Gambar 3. 39 Perbandingan Hidrograf Tsunami dengan Metode Pembangkitan Lain 91

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
GERUSAN DI BELAKANG DINDING VERTIKAL AKIBAT LIMPASAN TSUNAMI
DAVID S V L BANGGUNA, Prof. Ir. Radianta Triatmadja., Ph.D.; Prof. Dr. Ir. Nur Yuwono, Dipl. H.E.
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 3. 40 Stabilitas Model Dinding Laut *H* = 0,10 m 92
Gambar 3. 41 Kondisi Gerusan Saat Akhir Simulasi 92
Gambar 3. 42 Proses *Seepage* Saat Simulasi 93

Gambar 4. 1 Model Hidrograf Tinggi Muka Air dengan Variasi Waktu Tutup Katup Pipa 95
Gambar 4. 2 Distribusi Gaya Limpasan yang Bekerja pada Butir Material 96
Gambar 4. 3 Proses Limpasan Aliran dengan Material yang Berbeda 99

Gambar 5. 1 Bagan Alir Penelitian 102
Gambar 5. 2 Denah *Flume* 104
Gambar 5. 3 Fasilitas Laboratorium yang Digunakan 105
Gambar 5. 4 Instrumen Pengatur Putaran Katup Digital 106
Gambar 5. 5 *Wave Probe* Seri WTM-800 v2 107
Gambar 5. 6 *Load Cell* 108
Gambar 5. 7 Model Dinding Vertikal dan Material Dalam Simulasi 109
Gambar 5. 8 Penghamparan Kelereng dan Batu Pecah di *Flume* 111
Gambar 5. 9 *Fishbone* Sistematika Penelitian 114

Gambar 6. 1 Kalibrasi Instrumen Penggerak Katup Pipa Digital 116
Gambar 6. 2 Hasil Kalibrasi Instrumen Pengatur Putaran Katup Digital 116
Gambar 6. 3 Mekanisme Kalibrasi *Wave probe* 117
Gambar 6. 4 Pelaksanaan Kalibrasi *Wave Probe* 118
Gambar 6. 5 Grafik Hasil Kalibrasi *Wave Probe* 119
Gambar 6. 6 Pelaksanaan Kalibrasi *Load Cell* 120
Gambar 6. 7 Hasil Kalibrasi *Load Cell* 120
Gambar 6. 8 Pengukuran Rapat Massa Material 121
Gambar 6. 9 Pengukuran Faktor bentuk 122
Gambar 6. 10 Hasil Pengukuran Faktor Bentuk 123
Gambar 6. 11 Pengukuran Kofisien Gesek 124
Gambar 6. 12 Hasil Pengukuran Kofisien Gesek Material 124
Gambar 6. 13 Angka *Digital Controller* 126
Gambar 6. 14 Pelaksanaan Simulasi Hidrograf Tsunami 127
Gambar 6. 15 Pengukuran Gerusan 128

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
GERUSAN DI BELAKANG DINDING VERTIKAL AKIBAT LIMPASAN TSUNAMI
DAVID S V L BANGGUNA, Prof. Ir. Radianta Triatmadja., Ph.D.; Prof. Dr. Ir. Nur Yuwono, Dipl. H.E.
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 6. 16 Pengukuran Gaya Limpasan 129
Gambar 6. 17 Hasil Pengukuran Gaya Limpasan 130

Gambar 7. 1 Hidrograf Tsunami dengan Variasi Waktu Jeda dan Tutup Katup 133
Gambar 7. 2 Pemodelan Hidrograf Tsunami Terhadap Data Pengukuran Fritz, dkk (2012) 134
Gambar 7. 3 Awal Gerak Butir Material *t* = 3/30 detik 137
Gambar 7. 4 Awal Gerak Butir Material *t* = 7/30 detik 137
Gambar 7. 5 Simulasi *t* = 11/30 detik 138
Gambar 7. 6 Simulasi *t* = 19/30 detik 138
Gambar 7. 7 Simulasi *t* = 25/30 detik 139
Gambar 7. 8 Simulasi *t* = 30/30 detik 139
Gambar 7. 9 Proses Mengalirnya Aliran Limpasan Sebelum Awal Gerak Material 141
Gambar 7. 10 Simulasi *t* = 90/30 detik 142
Gambar 7. 11 Sketsa Pengukuran Gaya Limpasan 143
Gambar 7. 12 Proses Pengukuran Gaya Limpasan dengan Genangan Hilir ... 145
Gambar 7. 13 Hasil Pengukuran Gaya Limpasan Maksimum 147
Gambar 7. 14 Proses Lubang Gerusan Kelereng Ds = 14,5 mm 150
Gambar 7. 15 Proses Lubang Gerusan Batu Pecah Ds = 14,41 mm 151
Gambar 7. 16 Proses Lubang Gerusan Batu Pecah Ds = 20,75 mm 152
Gambar 7. 17 Proses Lubang Gerusan Batu Pecah Ds = 3,5 mm 153
Gambar 7. 18 Proses Lubang Gerusan *Sand Dunes* D_{50} = 0,19 mm 154
Gambar 7. 19 Perbandingan Profil Lubang Gerusan Seluruh Jenis Material .. 156
Gambar 7. 20 Variabel Berpengaruh Kedalaman Lubang Gerusan 159
Gambar 7. 21 Kedalaman Gerusan Tanpa Koefisien Gesek 162
Gambar 7. 22 Kedalaman Gerusan Dengan Koefisien Gesek 163
Gambar 7. 23 Panjang Gerusan Tanpa Koefisien Gesek 166
Gambar 7. 24 Panjang Gerusan Dengan Koefisien Gesek 167
Gambar 7. 25 Perbandingan Hasil Penelitian Dengan Penelitian Sebelumnya 171
Gambar 7. 26 Aplikasi Pengukuran Kedalaman Gerusan 172

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

GERUSAN DI BELAKANG DINDING VERTIKAL AKIBAT LIMPASAN TSUNAMI
DAVID S V L BANGGUNA, Prof. Ir. Radianta Triatmadja., Ph.D.; Prof. Dr. Ir. Nur Yuwono, Dipl. H.E.
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Proporsi Penyebab Kerusakan Tanggul Laut Akibat Tsunami 2011 .. 9

Tabel 2. 1 Tipe Tanggul dan Tembok Laut 18
Tabel 2. 2 Matrik Penelitian Terdahulu Tentang Stabilitas Bangunan Pelindung Pantai 29
Tabel 2. 3 Matrik Penelitian Metode Pembangkitan Gelombang Panjang 40
Tabel 2. 4 Matrik Penelitian Stabilitas Struktur Pelindung Pantai Akibat Tsunami 41

Tabel 3. 1 Kategori Gelombang 45
Tabel 3. 2 Harga C_h pada Persamaan (3.26) Menurut Beberapa Peneliti 58
Tabel 3. 3 Nilai *K* dan *n* 66
Tabel 3. 4 Karakteristik Simulasi *Surge* Tsunami Dengan Saluran Kering 84
Tabel 3. 5 Karakteristik Simulasi *Surge* Tsunami Dengan Genangan Hilir 86

Tabel 5. 1 Klasifikasi Ukuran Butiran Menurut *American Geophysical Union* 110
Tabel 5. 2 Matrik Skenario Simulasi Hidrograf Tsunami 112
Tabel 5. 3 Matrik Material untuk Simulasi Gerusan 112
Tabel 5. 4 Matrik Simulasi Gaya Limpasan Aliran 113

Tabel 6. 1 Hasil Pencatatan Kalibrasi *Wave Probe* 118
Tabel 6. 2 Kalibrasi Waktu Buka, Jeda, Tutup Katup Pipa 125

Tabel 7. 1 Hasil Pengukuran Gaya Limpasan 146
Tabel 7. 2 Hasil Pengukuran Kedalaman Gerusan dengan Material yang Berbeda 158
Tabel 7. 3 Perbandingan Kedalaman (d_s), Panjang (b_s), Jarak Gerusan Maksimum (x_s) dan Jarak Limpasan Mercu Ogee (x_{ogee}) Terhadap Tinggi Dinding Vertikal (h) 159
Tabel 7. 4 Nilai *Cs* Material yang Digunakan Dalam Penelitian 165
Tabel 7. 5 Perbandingan Variabel Berpengaruh Hasil Penelitian dengan Penelitian Sebelumnya 170
Tabel 7. 6 Hasil Analisis Kedalaman Gerusan Menggunakan Material Berbeda 175

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

GERUSAN DI BELAKANG DINDING VERTIKAL AKIBAT LIMPASAN TSUNAMI
DAVID S V L BANGGUNA, Prof. Ir. Radianta Triatmadja., Ph.D.; Prof. Dr. Ir. Nur Yuwono, Dipl. H.E.
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

A = luas daerah yang terkena gelombang

B = lebar *flume*; panjang bidang tegak lurus gambar; panjang mercu

b = lebar dasar *seawall*

b_s = panjang gerusan arah hilir saluran

C = kecepatan rambat gelombang

C_d = koefisian *drag* (seret)

C_0 = kecepatan gelombang di perairan dalam

C_1 = kecepatan gelombang di perairan dangkal

Cs = koefisien gerusan akibat limpasan

c_{2v} = koefisien gerusan dengan nilai rata-rata 2,79

D = bilangan terjunan

D_m = diameter kelereng

Ds = diameter material

Ds* = bilangan non dimensi dari diameter material

d = kedalaman perairan

d_n = kedalaman normal

d_s = kedalaman gerusan

d_0 = kedalaman air hulu

d_l = kedalaman air hilir

d_3 = kedalaman awal air hilir

d_s akhir = kedalaman gerusan akhir

d_s max = kedalaman gerusan maksimum

d_t = kedalaman total perairan ($d_t = d + \eta$)

d_w = kedalaman kolam olak

E_1 = energi spesifik sebelum loncatan air

E_2 = energi spesifik setelah loncatan air

F = gaya tsunami

F_b = gaya apung

F_d = gaya seret

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

GERUSAN DI BELAKANG DINDING VERTIKAL AKIBAT LIMPASAN TSUNAMI
DAVID S V L BANGGUNA, Prof. Ir. Radianta Triatmadja., Ph.D.; Prof. Dr. Ir. Nur Yuwono, Dipl. H.E.
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

F_H = gaya hidrostatis

F_h = horisontal

F_{ob} = pengukuran gaya limpasan

F_r = angka Froude

f = faktor gesekan, koefisien gesek

F_v = gaya vertikal

G = berat air

g = kecepatan gravitasi (9,81 m/detik^2)

H = tinggi gelombang, tinggi muka air hulu

H_a = tinggi kecepatan masuk

H_d = tinggi tekan rancangan tanpa tinggi kecepatan masuk (H_a)

H_e = tinggi energi total pada mercu

H_0 = tinggi gelombang di perairan dalam

H_1 = tinggi air diatas mercu (2/3 H)

H_{damper} = jarak antara tinggi *tailwater* terhadap posisi *load cell* ($H_{tw} + y$)

H_{tw} = tinggi *tailwaer*

H_{total} = tinggi limpasan dan tinggi model ($h + H$)

h = tinggi model dinding vertikal

h_0 = genangan awal di depan pintu dam

h_1 = kedalaman di belakang pintu dam

Ks = koefisien *shoaling*

k = koefisien rambat gelombang

L = panjang gelombang

L_d = panjang terjunan

N = gaya normal

p_1 = tekanan hidrostatis 1

p_2 = tekanan hidrostatis 2

Q = debit aliran di hulu

Q_1 = debit aliran di atas mercu

q = debit per satuan lebar limpasan diatas struktur

R = gaya resultan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

GERUSAN DI BELAKANG DINDING VERTIKAL AKIBAT LIMPASAN TSUNAMI
DAVID S V L BANGGUNA, Prof. Ir. Radianta Triatmadja., Ph.D.; Prof. Dr. Ir. Nur Yuwono, Dipl. H.E.
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Sf = faktor bentuk

T = periode gelombang

t = waktu pembentukan hidrograf tsunami

t_{max} = waktu puncak hidrograf tsunami

U = kecepatan aliran hulu (subkritis), kecepatan ujung *surge*

U_1 = kecepatan limpasan aliran (superkritis)

V_0 = kecepatan awal

V_3 = kecepatan aliran awal

v_1 = kecepatan aliran hulu

v_2 = kecepatan aliran hilir

W = berat model dinding vertikal

Wa_1 = berat air diatas mercu (1)

Wa_2 = berat air diatas mercu (2)

W_s = berat material

y = kedalaman *load cell*

y_D = jarak gaya hambat ke titik O

y_H = jarak gaya hidrostatis ke titik O

y_1 = kedalaman aliran hulu

y_2 = kedalaman aliran hilir

x = jarak horisontal *load cell*

x_{ogee} = jarak jatuh horisontal limpasan mercu ogee

x_s = jarak gerusan dari dinding vertikal

$x_{s\ max}$ = jarak dari belakang dinding vertikal hingga kedalaman gerusan maks

λ = faktor gerusan yang tergantung pada diameter partikel D_s

Δd = selisih kedalaman air

ΔE = perbedaan energi spesifik sebelum dan sesudah loncatan air

η = jarak elevasi muka air terhadap air tenang

ρ = rapat massa fluida

ρ_s = rapat massa material

ρ_w = rapat massa air

τo = tegangan geser pada saluran

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
GERUSAN DI BELAKANG DINDING VERTIKAL AKIBAT LIMPASAN TSUNAMI
DAVID S V L BANGGUNA, Prof. Ir. Radianta Triatmadja., Ph.D.; Prof. Dr. Ir. Nur Yuwono, Dipl. H.E.
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

τc = tegangan kritisnya

θ = sudut antara limpasan terhadap garis horizontal

ϕ = sudut rata-rata keruntuhan gerusan

$\frac{h_j}{E_1}$ = tinggi relatif

$\frac{y_1}{E_1}$ = kedalaman muka relatif

$\frac{y_2}{E_1}$ = kedalaman lanjutan relatif.