KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus, atas kasih karunia dan anugerah yang diberikan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagai syarat kelulusan dari Program Studi Teknik Sipil Universitas Komputer Indonesia.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir yang telah disusun ini masih jauh dari sempurna. Oleh sebab itu, kritik dan saran guna perbaikan sangat diharapkan

Dalam proses penyusunan, banyak pihak yang telah memberikan konstribusi dan bantuan. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga tercinta yang selalu mendukung
2. Bapak M. Riza, ST., MT. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang sudah banyak meluangkan waktunya untuk membimbing dengan sabar
3. Bapak Mahdi Ibrahim, ST., MT. atas bimbingan dan masukannya pada tugas akhir ini
4. Teman-teman Teknik Sipil Angkatan 2010, khususnya Faridz Wildan, Tri Wardani dan Junaida Wally
5. Saudara Cepi Herdiyan yang banyak membantu dalam hal penulisan dan saran-saran yang diberikan
6. PT. Bimasakti Geotama dan karyawannnya
7. Teman-teman di *Brother House* Bandung atas dukungan dan motivasi yang diberikan
8. Dr. Y. Djoko Setiyarto, ST., MT. selaku ketua program studi Teknik Sipil UNIKOM
9. Bapak M. Donie Aulia, ST., MT., dan Ibu Vitta Pratiwi, ST., MT. selaku dosen Teknik Sipil UNIKOM

Bandung, 15 April 2014

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN i
LEMBAR PERNYATAAN ANTI PLAGIAT ii
ABSTRAK iii
KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI vi
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xviii
BAB I PENDAHULUAN ..... 1 - 1
1.1 Latar Belakang ..... 1 - 1
1.2 Maksud dan Tujuan ..... 1 - 1
1.3 Pembatasan Masalah ..... 1 - 2
1.4 Sistematika Pembahasan Masalah ..... 1 - 2
BAB II STUDI LITERATUR ..... 2 - 1
2.1 Umum ..... 2 - 1
2.2 Bagian-bagian Bendungan ..... 2 - 1
2.3 Bendungan Urugan Batu (Rockfill Dam) ..... 2 - 4
2.4 Erosi Internal Pada Bendungan ..... 2 - 9
2.4.1 Proses terjadinya erosi internal ..... 2 - 11
2.5 Hydraulic Fracture pada Pengisian Pertama Waduk ..... 2 - 15
2.6 Permeabilitas dan Rembesan (Seepage) ..... 2 - 19
2.7 Sifat Tanah Tidak Jenuh (Unsaturated soil) ..... 2 - 21
2.7.1 Hisapan Tanah (Soil Suction) ..... 2 - 23
2.7.2 Hubungan Koefisien Permeabilitas dan Fase Air ..... 2 - 26
2.7.2.1 Hubungan Permeabilitas dan Volume-Massa ..... 2 - 26
2.7.2.2 Efek Variasi Derajat Kejenuhan pada Permeabilitas ..... 2 - 27
2.8 Soil-Water Characteristic Curve / SWCC ..... 2 - 28
2.8.1 Persamaan Van Genuchten ..... 2 - 30
2.8.2 Persamaan Fredlund and Xing ..... 2 - 31

2.8.2.1 Parameter untuk Tanah Granular pada Persamaan Fredlund and Xing ..... 2 - 34
2.8.2.2 Parameter untuk Tanah Berbutir Halus pada Persamaan Fredlund and Xing ..... 2 - 35
2.9 Fungsi Koefisien Permeabilitas (Koefisien Rembesan)..... 2 - 36
2.9.1 Metode Van Genuchten (1980)..... 2 - 37
2.9.2 Metode Fredlund et al (1994)..... 2 - 38
2.10 Tegangan dan Tekanan Air Pori di dalam Tanah..... 2 - 39
2.10.1 Tegangan pada Tanah Jenuh Air tanpa Rembesan ..... 2 - 40
2.10.2 Tegangan pada Tanah Jenuh Air dengan Rembesan..... 2 - 42
2.10.2.1 Rembesan Air Ke Atas..... 2 - 43
2.10.2.2 Rembesan Air Ke Bawah..... 2 - 45
2.11 Pemodelan Tanah..... 2 - 46
2.11.1 Linear Elastik ..... 2 - 46
2.11.2 Non-linear Elastik (Hyperbolic E-B) ..... 2 - 47
2.11.3 Elastic Plastic (Mohr-Coulomb atau Tresca) ..... 2 - 48
2.12 Analisis Uncoupled dan Coupled..... 2 - 48
BAB III METODE PENELITIAN..... 3 - 1
3.1 Umum..... 3 - 1
3.2 Studi Literatur ..... 3 - 3
3.3 Pengumpulan Data Tanah Lapangan dan Laboratorium..... 3 - 3
3.4 Penentuan Parameter Tanah..... 3 - 3
3.5 Analisis Rembesan dengan Menggunakan SEEP/W 2007 ..... 3 - 3
3.6 Analisis Tekanan Air Pori Waduk dan Tegangan Efektif Inti Bendungan dengan Menggunakan SIGMA/W 2007 ..... 3 - 4
3.7 Plot Grafik Kedalaman vs. Tekanan Air-pori Waduk dan Tegangan Efektif Inti Bendungan ..... 3 - 4
3.8 Tekanan Air Pori Waduk Lebih Besar daripada Tegangan Efektif Inti Bendungan..... 3 - 4
3.9 Tekanan Air Pori Waduk Lebih Kecil daripada Tegangan Efektif Inti Bendungan..... 3 - 5
3.10 Kesimpulan dan Saran..... 3 - 5

BAB IV PEMODELAN ..... 4 - 1
4.1 Umum ..... 4 - 1
4.2 Pemodelan Rembesan dengan SEEP/W 2007 ..... 4 - 1
4.2.1 Pendahuluan ..... 4 - 1
4.2.2 Pemodelan dan Sifat Material pada SEEP/W ..... 4 - 2
4.2.3 Tipe Analisis ..... 4 - 2
4.2.4 Kondisi Batas (Boundary Condition) ..... 4 - 3
4.2.5 Langkah-Langkah Pemodelan dengan Menggunakan SEEP/W 2007 ..... 4 - 3
4.3 Pemodelan Tegangan dengan SIGMA/W ..... 4 - 25
4.3.1 Pendahuluan ..... 4 - 25
4.3.2 Pemodelan dan Sifat Material pada SIGMA/W ..... 4 - 25
4.3.3 Kondisi Batas (Boundary Condition) pada SIGMA/W ..... 4 - 26
4.3.4 Tipe Analisis pada SIGMA/W ..... 4 - 27
4.3.5 Langkah-Langkah Pemodelan dengan Menggunakan SIGMA/W 2007 ..... 4 - 29
4.4 Pemodelan Hydraulic Fracture ..... 4 - 42
BAB V ANALISIS DAN PEMODELAN ..... 5 - 1
5.1 Umum ..... 5 - 1
5.2 Lokasi Studi dan Data Teknis Bendungan ..... 5 - 1
5.3 Data Material ..... 5 - 2
5.3.1 Gradasi Butir ..... 5 - 3
5.3.2 Plastisitas Material Inti Bendungan ..... 5 - 5
5.3.3 Parameter Kuat Geser Tanah ..... 5 - 6
5.4 Penentuan Soil Water Characteristic Curve (SWCC) ..... 5 - 7
5.4.1 Soil Water Characteristic Curve Rockfill ..... 5 - 7
5.4.2 Soil Water Characteristic Curve Pasir ..... 5 - 8
5.4.3 Soil Water Characteristic Curve Lempung Inti Bendungan (Core) ..... 5 - 10
5.5 Analisis dan Pemodelan Rembesan (Seepage) dengan SEEP/W 2007 ..... 5 - 11
5.6 Analisis dan Pemodelan Tegangan dengan SIGMA/W 2007 ..... 5 - 22

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN ..... 6 - 1
6.1 Kesimpulan ..... 6 - 1
6.2 Saran..... 6 - 2
DAFTAR PUSTAKA xix

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Concrete Face Rockfill Dam Shuibuya di China ..... 2 - 5
Gambar 2. 2 Bhakara Concrete Gravity Dam di India ..... 2 - 5
Gambar 2. 3 Roseland Arch-Buttress di Perancis ..... 2 - 6
Gambar 2. 4 El Atazar concrete arch dam di Madrid, Spanyol ..... 2 - 6
Gambar 2. 5 Daniel-Johnson Multiple Arch Dam di Kanada ..... 2 - 7
Gambar 2. 6 Potongan melintang bendungan urugan batu ..... 2 - 8
Gambar 2. 7 Bendungan Urugan Batu dan instrumentasi pada bendungan ..... 2 - 8
Gambar 2. 8 Bendungan Jatiluhur di Jawa Barat ..... 2 - 9
Gambar 2. 9 Bendungan Batutegi di Lampung ..... 2 - 9
Gambar 2. 10 Keruntuhan Teton Dam, Idaho akibat erosi internal ..... 2 - 10
Gambar 2. 11 Kegagalan bendungan Quail Creek Dike di Utah akibat erosi internal ..... 2 - 11
Gambar 2. 12 Kegagalan bendungan Baldwin Hills di California akibat erosi internal ..... 2 - 11
Gambar 2. 13 Proses kegagalan bendungan akibat backward erosion ..... 2 - 13
Gambar 2. 14 Proses kegagalan bendungan akibat concentrated leak ..... 2 - 14
Gambar 2. 15 Proses kegagalan akibat piping pada fondasi bendungan ..... 2 - 14
Gambar 2. 16 Proses kegagalan bendungan akibat piping pada fondasi dan tubuh bendungan ..... 2 - 14
Gambar 2. 17 Diagram alir proses kegagalan bendungan akibat piping pada tubuh bendungan oleh Foster ..... 2 - 15
Gambar 2. 18 Bendungan Teton di Amerika yang runtuh akibat hydraulic fracture ..... 2 - 16
Gambar 2. 19 Contoh Benda Uji hydraulic fracture di laboratorium ..... 2 - 18
Gambar 2. 20 Jaringan aliran di bawah bendungan ..... 2 - 21
Gambar 2. 21 Fase pada unsaturated soil ..... 2 - 22
Gambar 2. 22 Contoh tekanan air pori pada bendungan ..... 2 - 22
Gambar 2. 23 Contoh permukaan freatik pada bendungan ..... 2 - 23
Gambar 2. 24 Hubungan kelembaban relatif dan hisapan total ..... 2 - 24
Gambar 2. 25 Grafik Hubungan χ terhadap Derajat Kejenuhan ..... 2 - 26

Gambar 2. 26 Contoh Soil-Water Characteristic Curve..... 2 - 28
Gambar 2. 27 Soil-Water Characteristic Curve pada tanah lanau ..... 2 - 29
Gambar 2. 28 Perbandingan Soil-Water Characteristic Curve untuk tanah, lanau dan lempung..... 2 - 30
Gambar 2. 29 Contoh Fungsi untuk n=2, m=1, dan a bervariasi ..... 2 - 32
Gambar 2. 30 Contoh Fungsi untuk a=100, m=1, dan n bervariasi ..... 2 - 32
Gambar 2. 31 Contoh Fungsi untuk a=100, n=2, dan m bervariasi ..... 2 - 33
Gambar 2. 32 Pengaliran air pada tanah untuk variasi kondisi pori tanah..... 2 - 36
Gambar 2. 33 Peninjauan tegangan efektif untuk suatu tanah jenuh air tanpa rembesan ..... 2 - 41
Gambar 2. 34 Peninjauan tegangan efektif untuk suatu tanah jenuh air dengan rembesan air ke arah atas ..... 2 - 43
Gambar 2. 35 Gaya pada butiran tanah akibat rembesan ke atas..... 2 - 44
Gambar 2. 36 Peninjauan tegangan efektif untuk suatu tanah jenuh air dengan rembesan air ke arah atas ..... 2 - 45
Gambar 2. 37 Gaya pada butiran tanah akibat rembesan ke bawah..... 2 - 45
Gambar 2. 38 Grafik Tegangan-Regangan Model Linear Elastik ..... 2 - 47
Gambar 2. 39 Grafik Tegangan Regangan Model Hyperbolic ..... 2 - 47
Gambar 2. 40 Grafik Tegangan Regangan Model Elasto Plastic ..... 2 - 48
Gambar 3. 1 Diagram alir metode penelitian..... 3 - 2
Gambar 4. 1 Key In Analysis SEEP/W Steady State..... 4 - 4
Gambar 4. 2 Set Page..... 4 - 4
Gambar 4. 3 Set Unit and Scale ..... 4 - 5
Gambar 4. 4 Grid..... 4 - 5
Gambar 4. 5 Axes..... 4 - 6
Gambar 4. 6 Sketsa Bendungan pada AutoCAD ..... 4 - 6
Gambar 4. 7 Sketsa Bendungan pada GEO-STUDIO SEEP/W ..... 4 - 6
Gambar 4. 8 Sketsa Region pada Bendungan ..... 4 - 7
Gambar 4. 9 VWC Function Blended Clay Core..... 4 - 8
Gambar 4. 10 VWC Function Gravel Fill..... 4 - 8
Gambar 4. 11 VWC Sand Filter..... 4 - 9
Gambar 4. 12 Konduktivitas Hidrolik Blended Clay Core..... 4 - 10

Gambar 4. 13 Estimasi Konduktivitas Hidrolik Blended Clay Core ..... 4 - 10
Gambar 4. 14 Konduktivitas Hidrolik Gravel Fill ..... 4 - 11
Gambar 4. 15 Estimasi Konduktivitas Hidrolik Gravel Fill ..... 4 - 11
Gambar 4. 16 Konduktivitas Hidrolik Coarse Sand..... 4 - 12
Gambar 4. 17 Estimasi Konduktivitas Hidrolik Coarse Sand..... 4 - 12
Gambar 4. 18 Konduktivitas Hidrolik Fine Sand ..... 4 - 13
Gambar 4. 19 Estimasi Konduktivitas Hidrolik Fine Sand..... 4 - 13
Gambar 4. 20 Key In Material Properties ..... 4 - 14
Gambar 4. 21 Fungsi Total Head vs. Waktu untuk Kondisi Batas Upstream..... 4 - 15
Gambar 4. 22 Key In Boundary Condition ..... 4 - 16
Gambar 4. 23 Model setelah diinput Material ..... 4 - 16
Gambar 4. 24 Model setelah diberi Boundary Condition ..... 4 - 17
Gambar 4. 25 Model setelah digambar Flux Section..... 4 - 17
Gambar 4. 26 Verify/Optimize Data..... 4 - 18
Gambar 4. 27 Solve Analysis..... 4 - 18
Gambar 4. 28 Contoh Output Kontur Total Head Steady-State Analysis ..... 4 - 19
Gambar 4. 29 Contoh Output Pore Water Pressure Analisis Steady State ..... 4 - 19
Gambar 4. 30 Contoh Output Debit Rembesan Analisis Steady State ..... 4 - 20
Gambar 4. 31 Pilihan Tombol Graph..... 4 - 20
Gambar 4. 32 Add dan Set Location pada Menu Graph ..... 4 - 20
Gambar 4. 33 Pilihan Geometry Items dan Show Graph..... 4 - 21
Gambar 4. 34 Draw Geometri Items pada Core Dam..... 4 - 21
Gambar 4. 35 Option untuk menampilkan Grafik yang diinginkan..... 4 - 21
Gambar 4. 36 Contoh Hasil Output Grafik Elevasi vs. PWP pada SEEP/W Steady State ..... 4 - 22
Gambar 4. 37 Key In Analysis SEEP/W Transient..... 4 - 23
Gambar 4. 38 Boundary Condition pada Analisis Transien ..... 4 - 23
Gambar 4. 39 Contoh Output kontur Total Stress Analisis Transien H+260 .. 4 - 24
Gambar 4. 40 Contoh Output kontur Pore Water Pressure Analisis Transien H+260 ..... 4 - 24

Gambar 4. 41 Contoh Hasil Output Grafik Elevasi vs. PWP pada SEEP/W Transien ..... 4 - 25
Gambar 4. 42 Key In Uncoupled Analysis ..... 4 - 30
Gambar 4. 43 Key In Material Properties SIGMA/W Blended Clay Core..... 4 - 32
Gambar 4. 44 Key In Material Properties SIGMA/W Gravel Fill..... 4 - 33
Gambar 4. 45 Key In Material Properties SIGMA/W Fine Filter..... 4 - 33
Gambar 4. 46 Key In Material Properties SIGMA/W Coarse Filter..... 4 - 34
Gambar 4. 47 Key In Material Properties SIGMA/W Foundation ..... 4 - 34
Gambar 4. 48 Key In Boundary Condition Stress SIGMA/W..... 4 - 35
Gambar 4. 49 Draw Boundary Condition pada SIGMA/W Analysis..... 4 - 36
Gambar 4. 50 Contoh Output Kontur Y-Total Stress SIGMA/W..... 4 - 37
Gambar 4. 51 Contoh Output Kontur Pore Water Pressure SIGMA/W ..... 4 - 37
Gambar 4. 52 Contoh Output Berupa Grafik Tegangan Efektif vs. Elevation SIGMA/W ..... 4 - 38
Gambar 4. 53 Contoh Output Berupa Grafik Pore Water Pressure vs. Elevation SIGMA/W ..... 4 - 38
Gambar 4. 54 Contoh Output Berupa Grafik Pore Water Pressure vs. Elevation SIGMA/W ..... 4 - 38
Gambar 4. 55 Diagram Alir Pemodelan dengan SEEP/W..... 4 - 40
Gambar 4. 56 Diagram Alir Pemodelan dengan SIGMA/W ..... 4 - 41
Gambar 4. 57 Copy Graph Data dari SIGMA/W..... 4 - 42
Gambar 4. 58 Contoh plot grafik Elevasi vs. Tegangan pada Microsoft Excel..... 4 - 43
Gambar 5. 1 Lokasi Bendungan Jambu Aye..... 5 - 1
Gambar 5. 2 Kurva Gradasi Rockfill ..... 5 - 3
Gambar 5. 3 Kurva Gradasi Filter..... 5 - 4
Gambar 5. 4 Hasil Triaksial CU material lempung CH..... 5 - 6
Gambar 5. 5 Kurva SWCC Rockfill ..... 5 - 8
Gambar 5. 6 Kurva SWCC Filter Pasir..... 5 - 10
Gambar 5. 7 Kurva SWCC Filter Pasir..... 5 - 11
Gambar 5. 8 Kontur Total Head Hasil SEEP/W Steady State (H = 0) Bendungan Jambu Aye,..... 5 - 12

Gambar 5. 9 Kontur Total Head Hasil SEEP/W Transient Bendungan Jambu Aye, H +15 pengisian, elevasi muka air 22,5 m. ..... 5 - 12
Gambar 5. 10 Kontur Total Head Hasil SEEP/W Transient Bendungan Jambu Aye, H +30 pengisian, elevasi muka air 25 m ..... 5 - 12
Gambar 5. 11 Kontur Total Head Hasil SEEP/W Transient Bendungan Jambu Aye, H +60 pengisian, elevasi muka air 30 m ..... 5 - 13
Gambar 5. 12 Kontur Total Head Hasil SEEP/W Transient Bendungan Jambu Aye, H +90 pengisian, elevasi muka air 35 m ..... 5 - 13
Gambar 5. 13 Kontur Total Head Hasil SEEP/W Transient Bendungan Jambu Aye, H +120 pengisian, elevasi muka air 40 m ..... 5 - 13
Gambar 5. 14 Kontur Total Head Hasil SEEP/W Transient Bendungan Jambu Aye, H +180 pengisian, elevasi muka air 50 m ..... 5 - 13
Gambar 5. 15 Kontur Total Head Hasil SEEP/W Transient Bendungan Jambu Aye, H +260 pengisian, elevasi muka air 64 m ..... 5 - 14
Gambar 5. 16 Kontur Total Head Hasil SEEP/W Transient Bendungan Jambu Aye, H +365 pengisian, elevasi muka air 64 m ..... 5 - 14
Gambar 5. 17 Kontur Total Head Hasil SEEP/W Transient Bendungan Jambu Aye, H +730 pengisian, elevasi muka air 64 m ..... 5 - 14
Gambar 5. 18 Kontur Total Head Hasil SEEP/W Transient Bendungan Jambu Aye, H +1825 pengisian, elevasi muka air 64 m ..... 5 - 14
Gambar 5. 19 Kontur PWP Hasil SEEP/W Steady State (H = 0) Bendungan Jambu Aye ..... 5 - 15
Gambar 5. 20 Kontur PWP Hasil SEEP/W Transient (H +15) Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 22,5 m ..... 5 - 15
Gambar 5. 21 Kontur PWP Hasil SEEP/W Transient (H +30) Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 25 m ..... 5 - 15
Gambar 5. 22 Kontur PWP Hasil SEEP/W Transient (H +60) Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 30 m ..... 5 - 15
Gambar 5. 23 Kontur PWP Hasil SEEP/W Transient (H +90) Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 35 m ..... 5 - 16
Gambar 5. 24 Kontur PWP Hasil SEEP/W Transient (H +120) Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 40 m ..... 5 - 16

Gambar 5. 25 Kontur PWP Hasil SEEP/W Transient (H +180) Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 50 m ..... 5 - 16
Gambar 5. 26 Kontur PWP Hasil SEEP/W Transient (H +260) Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 64 m ..... 5 - 16
Gambar 5. 27 Kontur PWP Hasil SEEP/W Transient (H +365) Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 64 m ..... 5 - 17
Gambar 5. 28 Kontur PWP Hasil SEEP/W Transient (H +730) Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 64 m ..... 5 - 17
Gambar 5. 29 Kontur PWP Hasil SEEP/W Transient (H +1825) Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 64 m ..... 5 - 17
Gambar 5. 30 Debit Rembesan Hasil SEEP/W Steady State (H = 0) Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 20 m ..... 5 - 17
Gambar 5. 31 Debit Rembesan Hasil SEEP/W Transient (H +15) Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 22,5 m ..... 5 - 18
Gambar 5. 32 Debit Rembesan Hasil SEEP/W Transient (H +30) Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 25 m ..... 5 - 18
Gambar 5. 33 Debit Rembesan Hasil SEEP/W Transient (H +60) Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 30 m ..... 5 - 18
Gambar 5. 34 Debit Rembesan Hasil SEEP/W Transient (H +90) Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 35 m ..... 5 - 19
Gambar 5. 35 Debit Rembesan Hasil SEEP/W Transient (H +120) Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 40 m ..... 5 - 19
Gambar 5. 36 Debit Rembesan Hasil SEEP/W Transient (H +180) Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 50 m ..... 5 - 19
Gambar 5. 37 Debit Rembesan Hasil SEEP/W Transient (H +260) Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 64 m ..... 5 - 20
Gambar 5. 38 Debit Rembesan Hasil SEEP/W Transient (H +365) Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 64 m ..... 5 - 20
Gambar 5. 39 Debit Rembesan Hasil SEEP/W Transient (H +730) Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 64 m ..... 5 - 20
Gambar 5. 40 Debit Rembesan Hasil SEEP/W Transient (H +1825) Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 64 m ..... 5 - 21

Gambar 5. 41 Kontur Total Stress Hasil SIGMA/W Insitu (H = 0)
Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 20 m..... 5 - 22
Gambar 5. 42 Kontur Total Stress Hasil SIGMA/W Uncoupled (H +15)
Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 22,5 m..... 5 - 23
Gambar 5. 43 Kontur Total Stress Hasil SIGMA/W Uncoupled (H +30)
Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 25 m..... 5 - 23
Gambar 5. 44 Kontur Total Stress Hasil SIGMA/W Uncoupled (H +60)
Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 30 m..... 5 - 23
Gambar 5. 45 Kontur Total Stress Hasil SIGMA/W Uncoupled (H +90)
Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 35 m..... 5 - 23
Gambar 5. 46 Kontur Total Stress Hasil SIGMA/W Uncoupled (H +120)
Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 40 m..... 5 - 24
Gambar 5. 47 Kontur Total Stress Hasil SIGMA/W Uncoupled (H +180)
Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 50 m..... 5 - 24
Gambar 5. 48 Kontur Total Stress Hasil SIGMA/W Uncoupled (H +260)
Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 64 m..... 5 - 24
Gambar 5. 49 Kontur Total Stress Hasil SIGMA/W Uncoupled (H +365)
Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 64 m..... 5 - 24
Gambar 5. 50 Kontur Total Stress Hasil SIGMA/W Uncoupled (H +730)
Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 64 m..... 5 - 25
Gambar 5. 51 Kontur Total Stress Hasil SIGMA/W Uncoupled (H +1825)
Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 64 m..... 5 - 25
Gambar 5. 52 Elevasi vs. Tegangan hasil SIGMA Insitu (H = 0)
Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 20 m..... 5 - 25
Gambar 5. 53 Elevasi vs. Tegangan Hasil SIGMA Uncoupled (H + 15)
Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 22,5 m..... 5 - 26
Gambar 5. 54 Elevasi vs. Tegangan Hasil SIGMA Uncoupled (H + 30)
Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 25 m..... 5 - 26
Gambar 5. 55 Elevasi vs. Tegangan Hasil SIGMA Uncoupled (H + 60)
Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 30 m..... 5 - 27
Gambar 5. 56 Elevasi vs. Tegangan Hasil SIGMA Uncoupled (H + 90)
Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air35 m..... 5 - 27

Gambar 5. 57 Elevasi vs. Tegangan Hasil SIGMA Uncoupled (H + 120)
Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 40 m..... 5 - 28
Gambar 5. 58 Elevasi vs. Tegangan Hasil SIGMA Uncoupled (H + 180)
Bendungan Jambu Aye, elevasi 50 m..... 5 - 28
Gambar 5. 59 Elevasi vs. Tegangan Hasil SIGMA Uncoupled (H + 260)
Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 64 m..... 5 - 29
Gambar 5. 60 Elevasi vs. Tegangan Hasil SIGMA Uncoupled (H + 365)
Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 64 m..... 5 - 29
Gambar 5. 61 Elevasi vs. Tegangan Hasil SIGMA Uncoupled (H = 730)
Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 64 m..... 5 - 30
Gambar 5. 62 Elevasi vs. Tegangan Hasil SIGMA Uncoupled (H = 1825)
Bendungan Jambu Aye, elevasi muka air 64 m..... 5 - 30

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbedaan kecepatan penimbunan dan penggenangan pada bendungan yang mengalami retak hidrolis ..... 2 - 16
Tabel 2. 2 Nilai koefisien rembesan untuk beberapa jenis tanah ..... 2 - 20
Tabel 4. 1 Koefisien Rembesan dalam m/day ..... 4 - 9
Tabel 4. 2 Tabel Material Properties, Fungsi VWC dan Hydraulic Conductivity yang digunakan ..... 4 - 14
Tabel 4. 3 Kondisi Batas dan Simbol yang digunakan ..... 4 - 26
Tabel 4. 4 Kondisi Batas yang digunakan pada bagian tepi Model ..... 4 - 27
Tabel 4. 5 Graph Data berupa Tegangan dari SIGMA/W ..... 4 - 42
Tabel 5. 1 Hasil Uji Batas Atterberg Lempung CH ..... 5 - 5
Tabel 5. 2 Hari Pengisian, Tinggi Muka Air dan Debit Rembesan pada Inti Bendungan ..... 5 - 21