

axial

JURNAL REKAYASA DAN MANAJEMEN KONSTRUKSI

VOLUME 7, NO.3, Desember 2019

DAFTAR ISI

Evaluasi Sensitivitas Keterlambatan Durasi Pada Proyek Gedung Upt K3 Surabaya Dengan Metode Cpm <i>Andry Hermawan, Siswoyo</i>	Hal. 163-172
Perencanaan Gedung Hotel Ayana Menggunakan Struktur Baja Sistem Bresing Konsentrik Khusus Tipe Two Story X Di Kota Mataram <i>Fernanda Koes Biantoro, Utari Khatulistiani</i>	Hal. 173-182
Optimasi Ketersediaan Dan Kebutuhan Air Irigasi di Daerah Aliran Sungai Jajar Daerah Irigasi Jatirogo Bonang Demak Jawa Tengah <i>M. Khoerul Imam, Soebagio</i>	Hal. 183-196
Pengaruh Penggunaan Cangkang Kerang Simping (<i>Moluska Bivalvia Pectinidae</i>) Sebagai Substitusi Sebagian Agregat Halus Beton Normal <i>Muhammad Syauqi Firdaus, Andaryati</i>	Hal. 197-206
Perbandingan Anggaran Biaya Proyek Perumahan di Surabaya Dengan Metode <i>Cost Significant Model</i> <i>Wibisono Dwi Saputro, Miftahul Huda</i>	Hal. 207-216
Penerapan Rekayasa Nilai Pada Proyek Pembangunan Apartemen <i>Biz Square</i> (Menara Rungkut Tower A) Surabaya <i>Moh Choirul Umam, Miftahul Huda</i>	Hal. 217-226
Perencanaan Ulang Dinding Penahan Tanah <i>Underpass</i> Mayjend Sungkono Surabaya <i>Muhammad Nasrudin, Siswoyo</i>	Hal. 227-240
Analisis Stabilitas Bendung Embung Made, Desa Made, Kecamatan Kudu, Kabupaten Jombang <i>Laily Endah Fatmawati, Ari Cahyo Utomo</i>	Hal. 241-248

axial

jurnal rekayasa dan manajemen konstruksi

Volume 7 No.3 Desember 2019

Terbit 3 Kali Setahun Pada Bulan April, Agustus dan Desember. Berisikan Tulisan Yang Diangkat Dari Hasil Penelitian, Kajian Dan Telaah Kritis Di Bidang Ilmu Ketekniksipilan (Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi)

Visi Fakultas:

Sebagai Program Studi unggulan yang berkualitas dan beretika profesi dalam bidang manajemen dan rekayasa sipil pada Tahun 2019

Pelindung :

Dekan Fakultas Teknik-UWKS

Penanggung-Jawab :

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Penyunting Ahli :

Prof. Dr.Ir. Wateno, MM., MT.
Dr.Ir. Miftahul Huda, MM
Dr.Ir. Titien Setyo Rini, MT
Dr.Ir. Helmy Daryanto, MT
Dr. Wendy Boy, ST., MM.

Tim Editor

Ketua : Akhmad Maliki, ST., MT

Anggota :

Johan Paing, ST., MT
Yeni Kartikadewi, ST., MT
Andaryati, ST., MT
Ir. Sri Wulan Purwaningrum. M.Kes

Pelaksana Tata Usaha :

Sugiarto
Litasari Candradewi, S.Sos

Alamat redaksi :

Fakultas Teknik –UWKS
Jln. Dukuh Kupang XXV/54, Surabaya
Telp : 031 5677577 pswt : 135, 134
Email : jurnal.axial@yahoo.com

Sekapur Sirih

Syukur Alhamdulillah kita panjatkan kehadiran Tuhan yang Maha Esa, atas perkenannya sehingga jurnal Axial Volume 7, Nomor 3, Edisi bulan Desember Tahun 2019 ini terbit.

Jurnal axial ini merupakan jurnal Axial terbitan kedua Fakultas Terknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.

Dengan terbitnya Jurnal Axial edisi Ketiga tahun 2019 ini, kami selaku penanggungjawab menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung terbitnya jurnal ini. Mudah-mudahan kualitas dan keberlanjutan jurnal ini senantiasa akan bermanfaat bagi semua pihak dan sekaligus menjadi cita-cita bersama.

Surabaya, Desember 2019
Hormat Kami

Tim Redaksi

Penyunting menerima sumbangan tulisan yang belum pernah diterbitkan dalam jurnal/media lain, dan diketik pada kertas HVS A4, spasi 2 sebanyak maksimal 20 halaman dengan format dan aturan sesuai aturan yang tercantum dalam halaman belakang jurnal ini. Naskah yang masuk akan diedit sesuai dengan format jurnal.

ANALISIS STABILITAS BENDUNG EMBUNG MADE, DESA MADE, KECAMATAN KUDU, KABUPATEN JOMBANG

Laily Endah Fatmawati¹, Ari Cahyo Utomo²

¹Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UNTAG Surabaya.

²Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UNTAG Surabaya.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jl. Semolowaru No. 45, Kota Surabaya, 60119, Jawa Timur, Indonesia

Email: lailyendah@untag-sby.ac.id, ariezacky52@gmail.com

Abstrak, Stabilitas merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi dalam pembangunan suatu bendung, dimana jika syarat stabilitas tersebut tidak terpenuhi, maka akan mengakibatkan masalah keamanan bendung yang meliputi penurunan (*settlement*), kebocoran, rembesan, longsor, erosi dan retakan. Metode yang digunakan untuk analisis stabilitas bendung dengan menggunakan *software* plaxis 2D versi 8.2. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan gaya dan beban yang bekerja pada bendung, daya dukung tanah akibat gaya dan beban yang bekerja, dan untuk mengetahui nilai *safety factor* pada stabilitas bendung. Dari analisis yang telah dilakukan, diketahui besar gaya dan beban yang bekerja pada bendung yakni Gaya akibat beban gempa sebesar 21,425 Ton. Angka keamanan daya dukung tanah terbesar diperoleh saat kondisi air banjir sebesar **15,85**, dan Angka keamanan di tinjau tanpa gempa di peroleh nilai *safety factor* yang paling kritis sebesar **1,698** pada kondisi muka air banjir, sedangkan di tinjau dengan gempa di peroleh nilai *safety factor* yang paling kritis sebesar **1,697** pada kondisi muka air banjir. Pada perhitungan manual, angka keamanan di tinjau tanpa gempa di peroleh nilai *safety factor* geser yang paling kritis **2,30** pada kondisi muka air banjir, sedangkan di tinjau dengan gempa di peroleh nilai *safety factor* geser yang paling kritis **1,57** pada kondisi muka air banjir. *Displacement* pada kondisi air kosong adalah sebesar 0,009 m, pada kondisi air normal sebesar 0,015 m, dan pada kondisi air banjir adalah sebesar 0,022 m, maka sesuai dengan syarat penurunan < 0,04 m, penurunan yang terjadi pada konstruksi Embung Made, adalah aman.

Kata kunci : Stabilitas Bendung, *Plaxis 2D*, *Safety Factor*, Jombang.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Banyaknya pembangunan Bendung di Kabupaten Jombang dikarenakan penggunaan lahan di kabupaten jombang dari tahun ke tahun didominasi untuk lahan pertanian sebesar 43,21% dari luas wilayah kabupaten jombang keseluruhan. Maka dari itu perencanaan suatu bendung dibutuhkan kecepatan di dalam menganalisis kekuatan struktur stabilitasnya, agar tidak terjadi keruntuhan pada saat bendung tersebut sudah digunakan.

Stabilitas merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi dalam pembangunan suatu bendung, dimana jika syarat stabilitas tersebut tidak terpenuhi, maka akan mengakibatkan masalah keamanan bendung yang meliputi penurunan (*settlement*), kebocoran, rembesan, longsor, erosi dan retakan. Stabilitas ini dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain adalah material pembentuk tubuh bendung, penentuan zona tubuh bendung, kemiringan, gelombang atau beban gempa dan lain-lain. Pada penelitian ini penulis akan melakukan analisis stabilitas bendung dengan dilakukannya penentuan faktor keamanan bendung menggunakan program komputer.

Selanjutnya dalam bidang pemrograman komputer, banyak sekali aplikasi yang digunakan untuk menyelesaikan masalah di dalam bidang perancangan yang semakin

berkembang. Penerapan penggunaan program dapat menghemat waktu dan keefektifan pekerjaan sehingga waktu yang diperlukan dalam perancangan semakin singkat dengan kualitas menjadi memuaskan.

Studi ini menggunakan bantuan program dalam pengerjaannya yaitu *Plaxis 2D* Versi 8.2 dengan model material *Mohr Coulomb*. Dari hasil tersebut dapat dibuat suatu grafik, sehingga dapat diketahui *Safety factor* terhadap stabilitas bendung. Dengan bantuan program ini dapat menghitung kemampuan daya dukung tanah akibat gaya yang bekerja disekitar tanah.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah untuk melakukan Analisis Stabilitas Bendung pada Embung Made antara lain :

- 1) Berapa besar gaya dan beban yang bekerja pada perencanaan bendung pada Embung Made, Desa Made, Kecamatan Kudu, Kabupaten Jombang?
- 2) Berapa daya dukung tanah akibat gaya dan beban yang bekerja pada perencanaan bendung pada Embung Made, Desa Made, Kecamatan Kudu, Kabupaten Jombang?
- 3) Berapa *Safety factor* pada stabilitas bendung akibat gaya dan beban yang bekerja?

ANALISIS STABILITAS BENDUNG EMBUNG MADE, DESA MADE, KECAMATAN KUDU, KABUPATEN JOMBANG

(Laily Endah Fatmawati, Ari Cahyo Utomo)

- 4) Berapa besar penurunan (*displacement*) yang terjadi akibat gaya dan beban yang bekerja?

1.3. Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan penelitian ini adalah untuk mendapatkan suatu desain Bendung menggunakan program *PLAXIS 2D* Versi 8.2 antara lain :

- 1) Mengetahui besar gaya dan beban yang bekerja pada perencanaan bendung pada Embung Made, Desa Made, Kecamatan Kudu, Kabupaten Jombang.
- 2) Mengetahui daya dukung tanah akibat gaya dan beban yang bekerja pada perencanaan bendung pada Embung Made, Desa Made, Kecamatan Kudu, Kabupaten Jombang.
- 3) Mengetahui nilai *Safety factor* pada stabilitas bendung akibat gaya dan beban yang bekerja.
- 4) Mengetahui besarnya penurunan (*displacement*) yang terjadi akibat gaya dan beban yang bekerja?

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Bangunan bendung diperlukan untuk memungkinkan dibelokkannya air sungai ke jaringan irigasi, dengan jalan menaikkan muka air di sungai atau dengan memperlebar pengambilan di dasar sungai seperti pada tipe bendung saringan bawah (*bottom rack weir*).

2.2. Stabilitas Bendung

2.2.1. Gaya-gaya yang bekerja pada Bendung

Gaya-gaya yang bekerja pada bangunan bendung dan mempunyai arti penting dalam perencanaan adalah :

- a. Berat sendiri bangunan
- b. Gaya gempa
- c. Tekanan lumpur (*sediment pressure*)
- d. Gaya tekanan air (Hidrostatik)
- e. Gaya tekan ke atas (*Uplift pressure*)

Selanjutnya gaya-gaya yang bekerja pada bangunan, dianalisis dan di kontrol stabilitas bendungannya. Perhitungan dilakukan dengan tinjauan panjang satu meter [10].

2.2.2. Kebutuhan Stabilitas

Dalam perencanaan bangunan bendung ini, perlu dilakukan kontrol-kontrol stabilitas yang meliputi :

- Stabilitas terhadap guling.
- Stabilitas terhadap geser.
- Stabilitas terhadap daya dukung tanah.

Kondisi pembebanan dalam perencanaan ini ditinjau terhadap 3 keadaan, yang merupakan keadaan yang paling kritis terhadap keamanan bangunan. Keadaan tersebut adalah [11] :

1. Kondisi pada akhir konstruksi atau kondisi air kosong dan gempa.
2. Kondisi pada muka air normal dan gempa.
3. Kondisi pada muka air banjir dan gempa.

Ada tiga penyebab runtuhnya bangunan gravitasi, yaitu:

(1) gelincir (*sliding*)

- (a) sepanjang sendi horisontal atau hampir horisontal di atas pondasi
- (b) sepanjang pondasi, atau
- (c) sepanjang kampuh horisontal atau hampir horisontal dalam pondasi.

(2) guling (*overturning*)

- (a) di dalam bendung
- (b) pada dasar (*base*), atau
- (c) pada bidang di bawah dasar.

(3) erosi bawah tanah (*piping*).

2.2.3. Kapasitas Dukung Tanah

Dalam merancang pondasi, terdapat persyaratan yang harus dipenuhi, yaitu:

1. Faktor aman terhadap keruntuhan akibat terlampauinya kapasitas dukung tanah harus dipenuhi. Dalam hitungan kapasitas dukung pondasi, umumnya digunakan faktor aman 3.
2. Penurunan pondasi harus masih dalam batas – batas toleransi. Khususnya penurunan yang tidak seragam (*differential settlement*) harus tidak mengakibatkan kerusakan pada struktur.

2.2.4. Penurunan

Jika lapisan tanah dibebani, maka tanah akan mengalami regangan atau penurunan (*settlement*). Penurunan yang terjadi pada tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus kering atau tidak jenuh, terjadi dengan segera sesudah beban bekerja, penurunan konsolidasi terjadi pada tanah berbutir halus yang terletak di bawah muka air tanah, penurunan yang terjadi memerlukan waktu yang lamanya tergantung pada kondisi lapisan tanah .

2.3. Metode Analisis Kestabilan Bendung

Analisis stabilitas suatu bendung dapat dilakukan secara manual atau dengan menggunakan komputer dengan bantuan perangkat lunak (*software*). Analisis dengan bantuan komputer pada umumnya menggunakan *metoda finite element* (metoda elemen hingga). Program metode elemen hingga

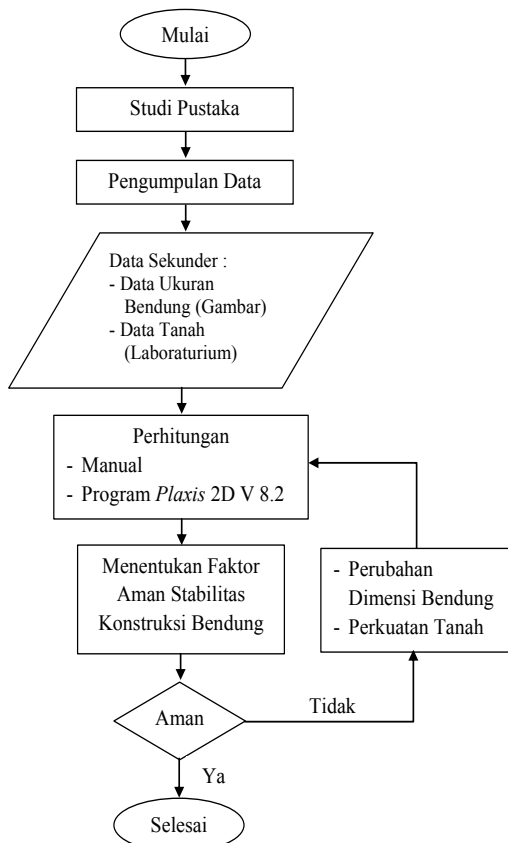
yang digunakan dalam analisis ini yakni Program Plaxis 2D.

2.3.1. Metode Analisis Elemen Hingga (Finite Element Method)

Metoda dan analisa desain telah banyak menggunakan perhitungan matematis yang rumit dalam penggunaan sehari-hari. Metode elemen hingga (*finite element method*) banyak memberikan andil dalam melahirkan penemuan-penemuan bidang riset dan industri, hal ini dikarenakan dapat berperan sebagai *research tool* pada eksperimen numerik. Aplikasi banyak dilakukan pada problem kompleks diselesaikan dengan metode elemen hingga seperti rekayasa struktur, *steady state* dan *time dependent heat transfer*, *fluid flow*, dan *electrical potential problem*, aplikasi bidang medikal.

III. METODOLOGI

3.1. Diagram Alir



Gambar 1. Diagram alir Penelitian

3.2. Lokasi Studi

Kecamatan Kudu merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Jombang. Secara geografis terletak pada 112° 20' 01" sampai dengan 112° 30' 01" Bujur Timur dan 7° 24' 01" sampai dengan 7° 45' 01" Lintang Selatan.



Gambar 2. Rencana Genangan dan As Bendung

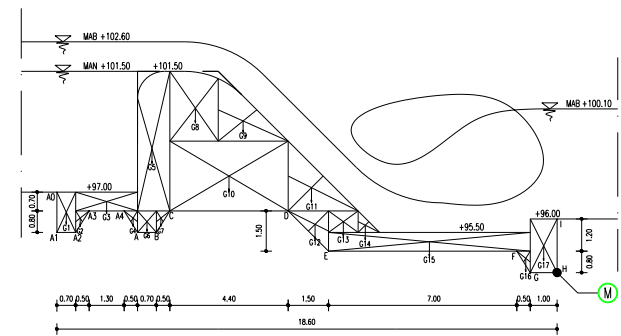


Gambar 3. Lokasi Rencana Bendung (Sumber : Google Earth)

IV. PERHITUNGAN DAN ANALISIS HASIL

4.1. Data Teknis Bendung

4.1.1. Data Gambar



Gambar 4. Potongan Memanjang Bendung Beban Sendiri (Sumber : Hasil Perhitungan)

4.1.2. Data Parameter Tanah

Adapun hasil penyelidikan tanah dan data ditunjukkan dalam Tabel berikut

Tabel 1. Data Parameter Tanah

Scale in m	Elevation M.A.T	Depth in m	Thickness in m	Legend	Description & colour	Physical Properties				Atterberg Limit			Strength Test		
						γ_s t/m ³	W_L %	S_u %	e	G_c	LL %	PL %	PI %	c t/m ²	ϕ °
0															
-1															
-2															
-3															
-4															
-5															
-6		-5.00	5.00		Pasir Berlamau	1,836	21,76	100	0,844	2,780	NS	NS	NS	0,160	20,06
-7															
-8															
-9															
-10															
-11															
-12															
-13															
-14		-14.00	9.00		Lanau Berpasir Berlempung	1,681	44,73	100	1,294	2,664	42,11	24,1	18,01	0,280	35,95

ANALISIS STABILITAS BENDUNG EMBUNG MADE, DESA MADE, KECAMATAN KUDU, KABUPATEN JOMBANG
(Laily Endah Fatmawati, Ari Cahyo Utomo)

4.2. Analisis Stabilitas Bendung

4.2.1. Perhitungan Gaya – Gaya pada Bendung

Berikut adalah tabel hasil perhitungan gaya yang bekerja pada beberapa kondisi air .

Tabel 2. Hasil Perhitungan Gaya Kondisi Air Kosong

Gaya	Besar Gaya		Momen Guling Ton.m	Momen Tahan Ton.m
	V Ton	H Ton		
Berat Sendiri	93,20			1044,01
Beban Gempa		21,42	75,46	
Gaya Angkat (Uplift Pressure)	16,22	7,89	151,63	
Σ Total Air Kosong	109,42	7,89	151,63	1044,01
Σ Total Air Kosong + Gempa	109,42	29,31	227,09	1044,01

Tabel 3. Hasil Perhitungan Gaya Kondisi Air Normal

Gaya	Besar Gaya		Momen Guling Ton.m	Momen Tahan Ton.m
	V Ton	H Ton		
Gaya Hidrostatik		10,13	45,56	
Tekanan Lumpur		10,13	45,56	
Berat Sendiri	93,20			1044,01
Beban Gempa		21,42	75,46	
Gaya Angkat (Uplift Pressure)	16,22	7,89	151,63	
Σ Total Air Normal	109,42	28,14	242,75	1044,01
Σ Total Air Normal + Gempa	109,42	49,56	318,21	1044,01

Tabel 4. Hasil Perhitungan Gaya Kondisi Air Banjir

Gaya	Besar Gaya		Momen Guling Ton.m	Momen Tahan Ton.m
	V Ton	H Ton		
Gaya Hidrostatik	18,17	28,56	37,24	184,21
Tekanan Lumpur		10,13	45,56	
Berat Sendiri	93,20			1044,01
Beban Gempa		21,42	75,46	
Gaya Angkat (Uplift Pressure)	29,71	7,29	245,01	
Σ Total Air Banjir	141,09	45,98	327,81	1228,22
Σ Total Air Banjir + Gempa	141,09	67,40	403,28	1228,22

4.2.2. Kontrol Stabilitas Bendung

Tabel 5. Rekapitulasi Kontrol Stabilitas Bendung

No.	Tinjauan Analisa Stabilitas	Angka Keamanan Terhadap Geser	Angka Keamanan Terhadap Guling	Kontrol Daya Dukung		Kontrol Penurunan (Settlement)				
				(SF > 1,5)	(SF > 1,5)	(SF > 3)	40 mm = 0,04 m			
A Tinjauan Kondisi Normal										
1	Kondisi Air Kosong	10,40	Aman	6,89	Aman	45,59	Aman	0,005	m	Aman
2	Kondisi Air Normal	2,92	Aman	4,30	Aman	19,35	Aman	0,012	m	Aman
3	Kondisi Air Banjir	2,30	Aman	3,75	Aman	15,85	Aman	0,015	m	Aman
B Tinjauan Kondisi Gempa										
1	Kondisi Air Kosong	2,80	Aman	4,60	Aman	45,59	Aman	0,005	m	Aman
2	Kondisi Air Normal	1,66	Aman	3,28	Aman	19,35	Aman	0,012	m	Aman
3	Kondisi Air Banjir	1,57	Aman	3,05	Aman	15,85	Aman	0,015	m	Aman

1. Daya Dukung Tanah

Tabel 6. Rekapitulasi Analisis Daya Dukung Tanah

Tinjauan Analisa	γ'	γ_{rt}	P_0	q	q_u	q_{un}	q_b	SF
	ton/m ³	ton/m ³	ton/m ²	ton/m ²	ton/m ²	ton/m ²	ton/m ²	
Kondisi Air Kosong	0,965	1,081	3,672	5,011	64,701	61,029	1,339	45,585
Kondisi Air Normal	0,965	1,081	3,672	6,825	64,701	61,029	3,153	19,354
Kondisi Air Banjir	0,965	1,081	3,672	7,523	64,701	61,029	3,851	15,847

2. Penurunan (Settlement)

Tabel 7. Rekapitulasi Analisis Penurunan Bendung

Tinjauan Analisa	z m	q	Δp	Δp	S_i	S_c	S_{total}
		ton/m ²	ton/m ²	ton/m ²	m	m	m
Kondisi Air Kosong		3,00	3,60				
		5,011	3,10	3,020	0,005	0,132	0,137
		9,00	2,11				
Kondisi Air Normal		3,00	4,90				
		6,825	4,23	4,114	0,012	0,172	0,185
		9,00	2,87				
Kondisi Air Banjir		3,00	5,40				
		7,523	4,66	4,534	0,015	0,187	0,202
		9,00	3,17				

4.3. Analisis Stabilitas Bendung dengan Software Plaxis 2D V8.2

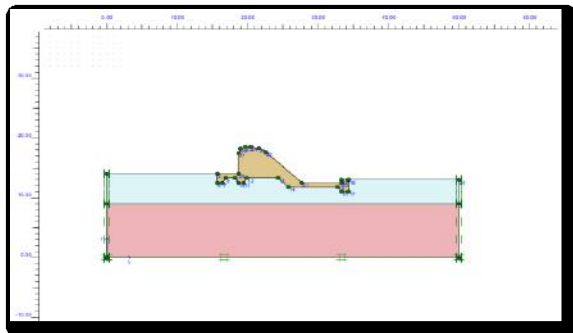
Plaxis V8.2 adalah program analisa geoteknik, terutama untuk analisa stabilitas tanah dengan menggunakan metode elemen hingga yang mampu melakukan analisa yang dapat mendekati perilaku sebenarnya. Selain itu Plaxis V8.2 menyediakan berbagai analisa tentang *displacement*, tegangan-tegangan yang terjadi pada tanah, faktor keamanan (SF) dan lain-lain. Oleh sebab itu pada perhitungan analisa kestabilan bangunan bendung kali ini menggunakan Plaxis V8.2.

Adapun data input dan data properties material yang digunakan, ditunjukkan dalam Tabel berikut.

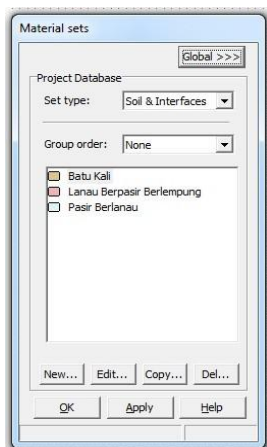
Tabel 8. Data Input Properties Tanah

No.	Deskripsi	Simbol	Sat.	Pasir Berlanau	Lanau Berpasir Berlempung	Pasangan Batu Kali
1	Model Material	-	-	<i>Mohr Coulomb</i>	<i>Mohr Coulomb</i>	Linear Elastic
2	Jenis Perilaku Material	-	-	<i>Drained</i>	<i>Drained</i>	Non Porous
3	Berat Jenis	γ_{unsat}	kN/m ³	18,360	16,810	22
4	Berat jenis jenuh air	γ_{sat}	kN/m ³	19,650	17,250	-
5	Kohesi	c	kN/m ²	1,600	2,800	-
6	Sudut geser	ϕ	°	20,060	35,950	-
7	Sudut dilatasi	ψ	°	0	5,950	-
8	Permeabilitas,	k_x, k_y	m/day	$8,643 \times 10^{-5}$	$4,322 \times 10^{-4}$	-
9	Modulus Elastisitas	E	kN/m ²	20000	20000	980000
10	Angka Poisson	μ	-	0,35	0,35	0,15

4.3.1. Geometri Tanah



Gambar 5. Sketsa Input Geometri Tanah



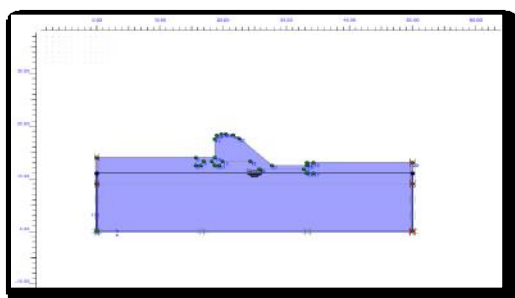
Gambar 6. Input Material Tanah

4.3.2. Plaxis Output V 8.2

1. Kondisi air kosong + gempa

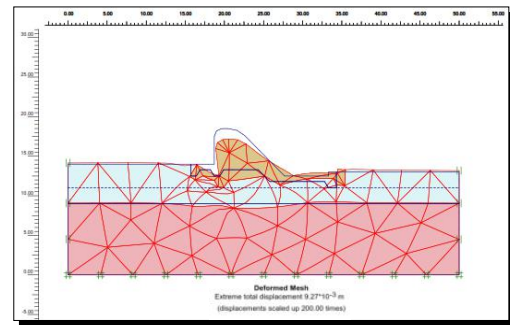
Kondisi dimana terjadi tegangan dan regangan yang diakibatkan oleh beban bendung dengan muka air sama dengan muka air tanah serta dalam keadaan gempa.

Dari hasil analisis diketahui kondisi muka air tanah adalah sebesar 2 m dari muka tanah asli.



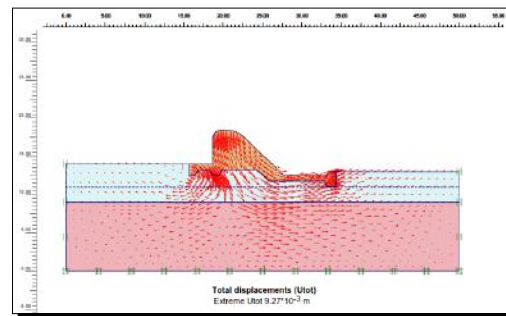
Gambar 7. Geometri Muka Air Tanah Kondisi Air Kosong + Gempa

Dari hasil analisis menggunakan program *software plaxis 2D* pada Gambar 8 diketahui bentuk permodelan deformasi kondisi air kosong sebesar 9.27×10^{-3} m.



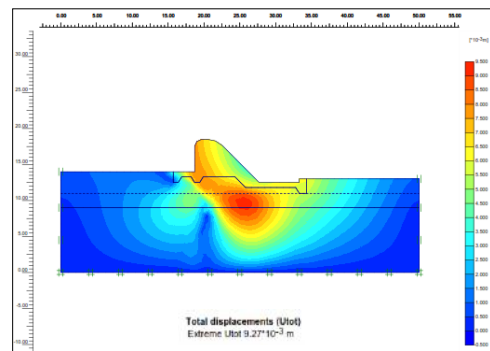
Gambar 8. Permodelan Kondisi Air Kosong + Gempa

Dari hasil analisis menggunakan program *software plaxis 2D* pada Gambar 9 diketahui bentuk permodelan arah kelongsoran dimana ditunjukkan pada warna merah pada kondisi air kosong.



Gambar 9. Permodelan Arah Kelongsoran Kondisi Air Kosong + Gempa

Dari hasil analisis menggunakan program *software plaxis 2D* pada Gambar 10 diketahui *displacement* kondisi air kosong dimana ditunjukkan pada warna merah yaitu sebesar 0,00927 m.



Gambar 10. Displacement Kondisi Air Kosong+Gempa

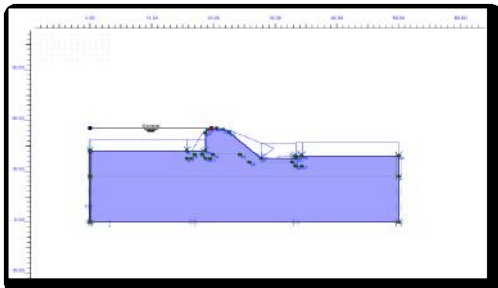
2. Kondisi air normal + gempa

Kondisi dimana terjadi tegangan dan regangan yang diakibatkan oleh beban bendung dan air

ANALISIS STABILITAS BENDUNG EMBUNG MADE, DESA MADE, KECAMATAN KUDU, KABUPATEN JOMBANG

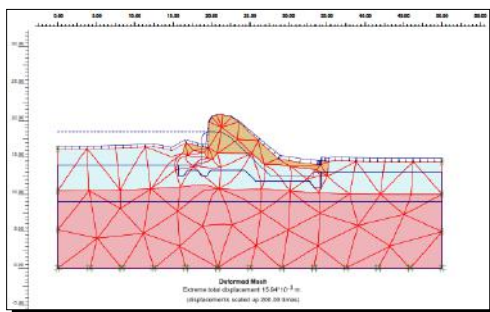
(Laily Endah Fatmawati, Ari Cahyo Utomo)

pada tampungan terisi sampai puncak mercu bendung serta dalam keadaan gempa. Dari hasil analisis diketahui kondisi muka air normal adalah sebesar 4,5 m dari dasar lantai hulu bendung.



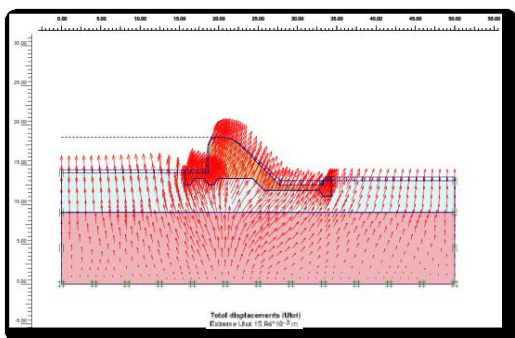
Gambar 11. Geometri Muka Air Tanah kondisi Air Normal + Gempa

Dari hasil analisis menggunakan program *software plaxis 2D* pada Gambar 12 diketahui bentuk permodelan deformasi kondisi air normal sebesar 15.94×10^{-3} m.



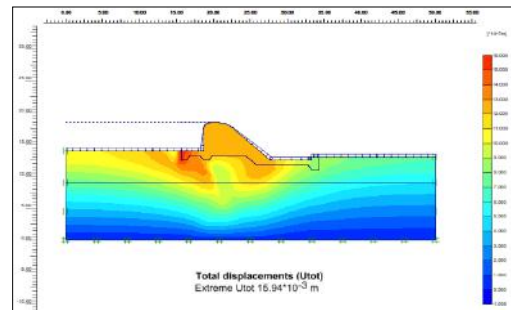
Gambar 12. Permodelan Kondisi Air Normal + Gempa

Dari hasil analisis menggunakan program *software plaxis 2D* pada Gambar 13 diketahui bentuk permodelan arah kelongsoran dimana ditunjukkan pada warna merah kondisi air normal.



Gambar 13. Permodelan Arah Kelongsoran Kondisi Air Normal + Gempa

Dari hasil analisis menggunakan program *software plaxis 2D* pada Gambar 14 diketahui displacement kondisi air normal dimana ditunjukkan pada warna merah yaitu sebesar 0,01594 m.

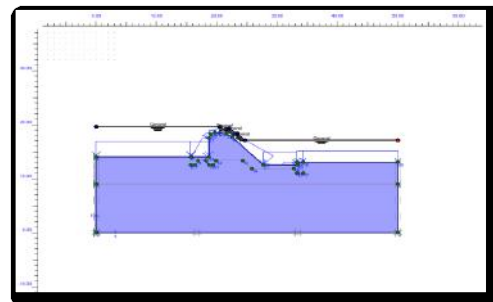


Gambar 14. Displacement Kondisi Air Normal+Gempa

3. Kondisi air banjir + gempa

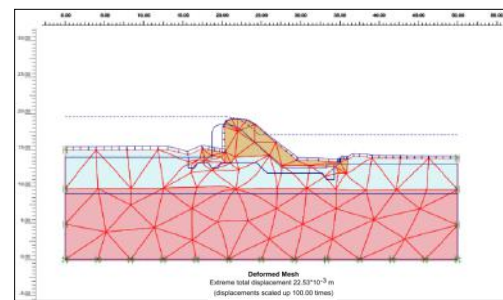
Kondisi dimana air pada tampungan melimpah diatas mercu bendung serta dalam keadaan gempa.

Dari hasil analisis diketahui kondisi muka air banjir adalah sebesar 5,6 m dari dasar lantai hulu bendung.



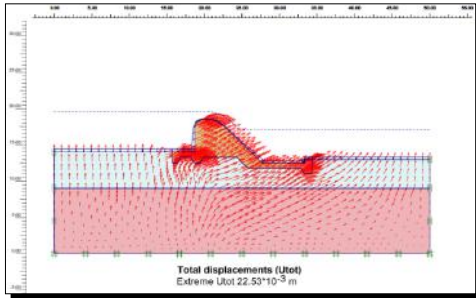
Gambar 15. Geometri Muka Air kondisi Air Banjir + Gempa

Dari hasil analisis menggunakan program *software plaxis 2D* pada Gambar 16 diketahui bentuk permodelan deformasi kondisi air banjir sebesar 22.53×10^{-3} m.



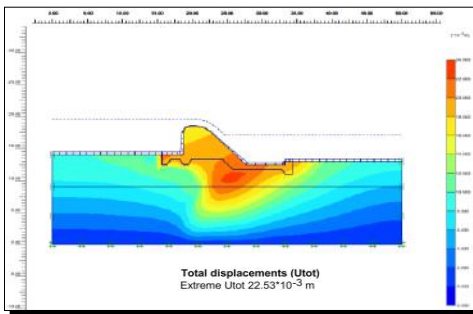
Gambar 16 Permodelan Kondisi Air Banjir + Gempa

Dari hasil analisis menggunakan program *software plaxis 2D* pada Gambar 17 diketahui bentuk permodelan arah kelongsoran dimana ditunjukkan pada warna merah kondisi air banjir.



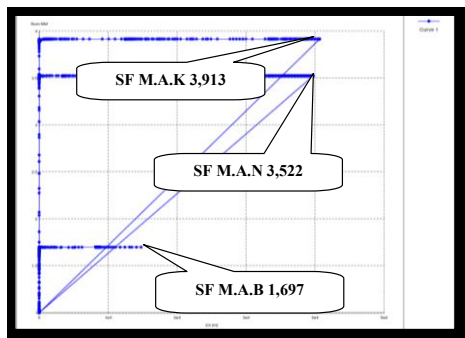
Gambar 17. Permodelan Arah Kelongsoran Kondisi Air Banjir + Gempa

Dari hasil analisis menggunakan program *software plaxis 2D* pada Gambar 18 diketahui displacement kondisi air normal dimana ditunjukkan pada warna merah yaitu sebesar 0,02253 m.



Gambar 18. Displacement Kondisi Air Banjir+Gempa

Dari hasil analisis menggunakan program *software plaxis 2D* pada Gambar 20 diketahui nilai angka keamanan atau SF dengan gempa dari masing – masing kondisi muka air secara grafik.



Gambar 19. Nilai Angka Keamanan Akibat Pengaruh Gempa pada Masing-Masing Kondisi Muka Air

Berikut adalah tabel hasil rekapitulasi perhitungan penurunan pada Stabilitas Bendung dengan *Plaxis 2D V8.2*.

Tabel 9. Rekapitulasi perhitungan penurunan stabiitas bendung

No.	Tinjauan Analisa Stabilitas	Angka Keamanan		Kontrol Penurunan (Settlement)	
				Kondisi di bawah Pondasi Tanah Pasir	
				Penurunan Segera	
				40 mm = 0,04 m	
A	Tinjauan Kondisi Normal	(SF > 1,5)			
1	Kondisi Air Kosong	3,901	Aman	0,009 m	Aman
2	Kondisi Air Normal	3,522	Aman	0,015 m	Aman
3	Kondisi Air Banjir	1,698	Aman	0,022 m	Aman
B	Tinjauan Kondisi Gempa	(SF > 1,2)		40 mm = 0,04 m	
1	Kondisi Air Kosong	3,913	Aman	0,009 m	Aman
2	Kondisi Air Normal	3,522	Aman	0,015 m	Aman
3	Kondisi Air Banjir	1,697	Aman	0,022 m	Aman

V. KESIMPULAN DAN SARAN

2.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh setelah melakukan beberapa analisis stabilitas bendung adalah sebagai berikut :

1. Daya dukung tanah pada ketiga kondisi air adalah lebih besar daripada daya dukung ijin dimana pada kondisi air kosong adalah sebesar 5,04 t/m² > daya dukung ijin 1,34 t/m², daya dukung tanah kondisi air normal adalah sebesar 3,15 dan air banjir adalah

Kontrol Daya Dukung	q	q _u	q _{un}	q _n	Angka Keamanan
Tinjauan Kondisi	ton/m ²	ton/m ²	ton/m ²	ton/m ²	(SF > 3)
Kondisi Air Kosong	5,01	64,70	61,03	1,34	45,59 Aman
Kondisi Air Normal	6,83	64,70	61,03	3,15	19,35 Aman
Kondisi Air Banjir	7,52	64,70	61,03	3,85	15,85 Aman

2. Berdasarkan hasil analisa program *software Plaxis 2D V8.2*, angka keamanan pada kondisi air kosong adalah sebesar 3,9, pada kondisi air normal adalah sebesar 3,5 dan kondisi air banjir adalah sebesar 1,7 dimana syarat nilai angka keamanan adalah > 1,5 maka nilai angka keamanan ketiga kondisi air tersebut dinyatakan aman.
3. Besarnya perencanaan Embung Made, besarnya *displacement* pada kondisi air kosong adalah sebesar 0,009 m, pada kondisi air normal adalah sebesar 0,015 m, dan pada kondisi air banjir adalah sebesar 0,022 m, maka sesuai dengan syarat penurunan < 0,04 m, penurunan yang terjadi pada konstruksi Embung Made, adalah aman.

ANALISIS STABILITAS BENDUNG EMBUNG MADE, DESA MADE, KECAMATAN KUDU, KABUPATEN JOMBANG

(Laily Endah Fatmawati, Ari Cahyo Utomo)

2.2. Saran

Saran yang diberikan setelah melakukan analisis stabilitas bendung adalah sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini hasil analisis rembesan atau erosi bawah tanah (*Piping*) di dapat perhitungan yang tidak aman sehingga perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai perkuatan atau perbaikan tanah dibawah bendung agar hasilnya memenuhi misalnya dengan pemberian lapisan material *Geotextile*.

DAFTAR PUSTAKA

- Christady Hardiyatmo, Hary. 2010. *Mekanika Tanah II*. Penerbit Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Direktorat Jenderal Pengairan Departemen Pekerjaan Umum. 1986. Standar Perencanaan Irigasi, *Kriteria Perencanaan, Bagian Bangunan Utama KP-02*. Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta
- Ir. A. As'ad Sonet, MT., 2003, "*Diktat Metode Elemen Hingga*", Universitas Brawijaya, Malang.
- Mawardi, Erman dan Moch. Memed. 2006. *Desain Hidraulik Bendung Tetap untuk Irigasi Teknis*. Bandung: Alfabeta.
- Soedibyo. 1993. *Teknik Bendungan*. Jakarta: Pradnya Paramita