### **BAB III**

# METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Lokasi dan Sampel Penelitian

Lokasi yang dijadikan tempat penelitian yaitu pada Proyek Pembangunan Bendungan Jatigede. Bendungan Jatigede direncanakan dibangun pada Sungai Cimanuk sekitar 25 km di hulu Bendung Rentang di Dusun Jatigede Desa Cijeunjing, Kec. Jatigede, Kab. Sumedang, Provinsi Jawa Barat, sekitar 15 km dari Jalan Arteri Cirebon – Sumedang, sekitar 75 km dari Kota Cirebon. Bendungan Jatigede dibangun dalam rangka memanfaatkan sumber daya air yang berasal dari aliran Sungai Cimanuk. Dilaksanakan pada instrumentasi geoteknik berupa Vibrating Wire Piezometer, Inclinometer, Settlement Meter yang dipasang di main dam STA. 1+100 dan V-Notch Weir di hilir bendungan. Sampel penelitian adalah hasil pembacaan dari keempat instrumentasi geoteknik yang diambil dari awal pengisian waduk 31 Agustus 2015 hingga air waduk mencapai elevasi muka air antara +241 m dan +250m.



Gambar 3. 1 Peta Lokasi Bendungan Jatigede

[Sumber: Laporan Akhir Kegiatan Pelaksanaan Periode Tahun 2015]



Gambar 3. 2 Lokasi Instrumentasi Bendungan Jatigede di Sta. 1+100 [Sumber: As Built of Dam Instrumentation]

## **3.2.** Metode Penelitian

Dalam penelitian ini penulis akan menggunakan metode penelitian deskriptif. Penelitian dengan cara deskriptif dalam masalah ini ditujukan untuk menjelaskan suatu peristiwa maupun fakta-fakta di lapangan yang berhubungan dengan kenaikan elevasi muka air terhadap perilaku bendungan selama *initial impounding* yang akan termonitoring dengan instrumentasi geoteknik, apakah memenuhi standar perencanaan atau tidak sesuai dengan syarat stabilitas bendungan.

Dari hasil pengamatan lapangan diharapkan dapat menjelaskan keadaan perilaku bendungan yang dipengaruhi akibat *initial impounding* terhadap stabilitasnya, yang rencananya akan dilakukan penjenuhan bendungan selama 2-3 tahun, maka elevasi muka air waduk +241 m dan +250 m akan terus diulang hingga bacaan dari instrumentasi dianggap stabil.

#### 3.3. Prosedur Penelitian



Gambar 3. 3 Prosedur Penelitian

## 3.3.1. Uraian Prosedur Penelitian

Penelitian diawali dengan pengambilan data dan pengukuran langsung di lapangan instrumentasi geoteknik yaitu VW Piezometer, Inclinometer, Settlement Meter di Sta. 1+100 dan V-Notch Weir di hilir bendungan terhitung dari mulai tanggal 31 Agustus 2015 sampai dengan 21 April 2016. Data hasil dari lapangan dilakukan perhitungan untuk menunjukan kondisi dari tekanan air pori, pergeseran, penuruan dan rembesan yang terjadi pada bendungan selama *initial impounding* terjadi. Keempat hasil perhitungan dari data lapangan ini akan dibandingkan pula dengan keadaan curah hujan yang terjadi, sebagai upaya pembanding bahwa instrumentasi tidak hanya dipengaruhi dari kondisi muka air waduk saja melainkan kondisi klimatologi di bendungan, ikut mempengaruhi pula. Tekanan air pori, pergeseran, penurunan dan rembesan hasil perhitungan disajikan dalam bentuk grafis.

Setelah perhitungan selesai sebagai upaya pembanding dalam menguji stabilitas bendungan dilanjutkan dengan pemodelan *software Finite Elemen Method* (Plaxis 8.6) dan *Limit Equilibrium* (Geostudio 2007). Dari pemodelan ini di dapatkan hasil-hasil berupa tekanan air pori, pergeseran, penuruan dan rembesan yang akan dibandingkan dengan hasil instrumentasi dan syarat izinnya. Yang diharapkan dari pemodelan ini untuk kedepannya adalah sebagai upaya pengganti dari instrumentasi yang rusak maupun dalam tahap *maintenance* dalam hal pengisian data yang kurang.

### 3.4. Langkah-langkah Penelitian

#### **3.4.1.** Vibrating Wire Piezometer

Pengambilan data vibrating wire piezometer di Sta. 1+100 meliputi pondasi, embankment dan tubuh bendungan melalui vibrating wire data recorder, setiap vibrating wire piezometer ini dihubungkan dengan panel box yang berada di instrument house melalui kawat tansduser. Data perolehan dari pembacaan lapangan adalah berupa nilai modulus dan temperature, dari hasil pembacaan modulus digunakan persamaan  $E = A.R1^2 + B.R1 + C$  untuk dikonversikan menjadi tekanan air pori (E) dalam satuan KPa, dimana nilai A dan B merupakan koefisien yang diperoleh dari kalibrasi alat. Maka nilai A dan B ini memiliki nilai berbeda-beda untuk Vibrating Wire Piezometer yang terpasang. Nilai A dan B untuk PP 4 adalah sebagai berikut:

A = 0,000003442421

#### B = -0,9928032

Nilai C diperoleh dengan persamaan C =  $-(A.R_0^2 + B.R_0)$ . Nilai R<sub>0</sub> merupakan nilai pembacaan pertama pada alat Vibrating Wire Piezometer, dimana R<sub>0</sub> = 6537,7.

Maka C =  $-(0,000003442421.6537,7^2 + -0,9928032.6537,7) = 6343,51517018$ 

Dari hasil perhitungan tekanan air pori dengan satuan KPa dapat dikonversikan menjadi elevasi muka air yang berada diatas instrumen, tepatnya untuk jenis Vibrating Wire Piezometer merk Itm Soil merupakan hasil kali tekanan air pori dengan 0,1022 (Spesifikasi Instrumen Vibrating Wire Piezometer merk Itm Soil). Dari hasil konversi meter air ini yang nantinya akan menunjukan keadaan tekanan hidrostatis bendungan.

Adapun daftar Instrumentasi VW Piezometer, Inclinometer, Settlement Meter dan V-Notch Weir yang ditinjau pada Sta. 1+100 adalah sbb:

- 1. VW Piezometer
- a. Foundation Piezometer (FP)

	1. FP 1	5. FP 5	9. FP 9
	2. FP 2	6. FP 6	10.FP 10
	3. FP 3	7. FP 7	11.FP 11
	4. FP 4	8. FP 8	12.FP 12
b.	Embankment Piezometer	r (EP)	
	1. EP 1	3. EP 3	5. EP 5
	2. EP 2	4. EP 4	6. EP 6
c.	Pore Pressure Meter (PP)	)	
	1. PP 3	5. PP 8	9. PP 14
	2. PP 4	6. PP 9	10.PP 15
	3. PP 5	7. PP 10	11.PP 16
	4. PP 6	8. PP 11	

Tria Fajri Jauhari, 2017

PENGARUH INITIAL IMPOUNDING TERHADAP STABILITAS BENDUNGAN JATIGEDE BERBASIS INSTRUMENTASI GEOTEKNIK

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

#### 3.4.2. Inclinometer dan Settlement Meter

Inclinometer yang digunakan untuk pengukuran pergeseran dan settlement meter untuk pengukuran penurunan, di bendungan jatigede khususnya di VC (Vertical Chasing) Sta. 1+100 terdapat dua titik pengukuran yaitu VC 1 dan VC 2, dan inclinometer ini merupakan produk dari Itm Soil. Pengambilan data lapangan untuk inclinometer adalah setiap 50 cm, dari tiap-tiap kedalaman ini akan menunjukan pergerakan bendungan ke arah mana. *Reference direction* (A0) untuk inclinometer ditujukan ke arah downstream. Setiap lubang pengukuran dilakukan dua kali pembacaan untuk menentukan pergererakkan ke arah A-A axis (downstream-upstream) dan pergerakkan ke arah B-B axis (leftbank-right bank). Kelengkapan dari produk ini yaitu biaxial inclinometer system dan software untuk menampilkan data hasil dari lapangan dalam bentuk grafis.

Settlement meter untuk kondisi initial impounding ini hanya bisa diperoleh dari VC 1 saja karena VC 2 untuk monitoring penurunan tubuh bendungan sedang dalam tahap perbaikan. VC 1 dipasang pada material timbunan core inti (zona 1) dan terdapat 19 plat magnet dengan elevasi datum berada di +153.394 m sebagai titik acuan monitoring penurunan di bendungan. Jarak dari datum ke plat magnet pertama yaitu 3 m, selanjutnya dari plat magnet pertama ke plat magnet kedua dan seterusnya dipasang setiap interval 6 m.



Gambar 3. 4 Plan View Bendungan Jatigede

#### 3.4.3. V-Notch Weir

Terdapat tiga buah V-Notch Weir di Bendungan Jatigede, masing-masing ditempatkan di left bank, river bed dan right bank, dalam penelitian ini diambil hanya dua buah V-Notch yaitu V-Notch 1 dan V-Notch 3, dengan alasan V-Notch 2 yang berada di river bed masih baru, sehingga data yang diperoleh masih sedikit untuk menunjukan nilai rembesan pada sebuah bendungan dan konstruksi untuk V-Notch 2 ini baru selesai pada bulan Maret 2016. Contoh perhitungan pengolahan data rembesan yang terjadi pada waduk jatigede pada V-Notch Weir 3 pada tanggal 28 Agustus 2015.



Gambar 3. 5 Geometri V-Notch Weir 3

Perhitungan debit rembesan (q) pada V-notch menggunakan persamaan q = C x  $h^{5/2}$ , dan untuk mendapatkan nilai C digunakan persamaan sbb:

$$C = 1,354 + \frac{0,004}{H} + \left(\frac{0,14+0,2}{\sqrt{W}}\right) \cdot \left(\frac{H}{B} - 0,09\right)^2$$

Dimana:

 $q = debit (m^3/detik)$  H = Tinggi V-notch (m) = 0.25 m

h = Tinggi air di saluran (m) W = Tinggi dari dasar ke V-notch

C = Koefisien Dimensi Saluran

B = Lebar V-Notch (m) = 1 m

(m) = 0.45 m

$$C = 1,354 + \frac{0,004}{0,25} + \left(\frac{0,14+0,2}{\sqrt{0,45}}\right) \cdot \left(\frac{0,25}{1} - 0,09\right)^2 = 1,38122$$

Berikut merupakan keadaan rembesan izin untuk skenario MAW Initial Impounding. Batasan rembesan V-notch total 0,05% dari tampungan waduk perhari adalah sebagai berikut:

1. Volume tampungan MAW + 241 = 383.697.717,6 m<sup>3</sup>  

$$Q = \frac{Tampungan MAW + 241}{181} = 2119876,893 m^{3}/hari$$

$$Q_{\text{rembesan izin} = 0,05\% x \frac{2119876,893 x 1000}{24x60x60} = 12,268 \text{ Liter/detik}$$
2. Volume tampungan MAW + 250 = 627.284.717,65 m<sup>3</sup>  

$$Q = \frac{Tampungan MAW + 250}{238} = 2635650,074 m^{3}/hari$$

$$Q_{\text{rembesan izin} = 0,05\% x \frac{2635650,074 x 1000}{24x60x60} = 15,253 \text{ Liter/detik}$$

Debit rembesan izin dapat diperoleh juga dari data inflow Sungai Cimanuk, batasan yang digunakan untuk data inflow adalah 1% dari inflow. Berikut merupakan hasil perhitungannya:

Debit inflow maksimum sebesar =  $3224,4 \text{ m}^3/\text{detik}$ 

Debit rembesan izin  $=1\% x 3224, 4 = 32,244 \text{ m}^3/\text{detik}$ 

Dalam penelitian ini digunakan debit rembesan izin berdasarkan tampungan, karena Bendungan Jatigede masih dalam tahap impounding, dan nilainya pun lebih dianggap mendekati kondisi lapangan (*existing*).

# **3.4.4.** Finite Elemen Method (Plaxis 8.6)

Adapun data – data material tubuh bendungan maupun pondasi bendungan yang dibutuhkan untuk *input* ke dalam Program Plaxis 8.6 adalah sebagai berikut:

General	Parameters	Interfaces
<u>Material set:</u>	<u>Stiffness:</u>	<u>Strength:</u>
Identification	E <sub>reff</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	rigid dan manual
Material model	v (nu)	Rinter
Material type		
<u>General properties:</u>	<u>Alternatives:</u>	Real interface thickness
γunsat (kN/m <sup>3</sup> )	$G_{ref}$ (kN/m <sup>2</sup> )	δ-inter
γsat (kN/m <sup>3</sup> )	$E_{oed}$ (kN/m <sup>2</sup> )	
Permeability:	Strength:	Velocities:

Kx (m/day)	$c_{ref} (kN/m^2)$	Vs (m/s)
Ky (m/day)	φ (phi) ( <sup>0</sup> )	Vp (m/s)
	$\Psi$ (psi) ( <sup>0</sup> )	

#### 3.4.4.1. Investigasi Geologi Pondasi dan Investigasi Material Bendungan

Untuk mendapatkan beberapa data-data penting yang diperlukan dalam perencanaan bendungan seperti daya dukung tanah dan permeabilitas lapisan di river bed maka dilakukan pengeboran tanah oleh tim geologi pada tahap investigasi tanah di sungai cimanuk (*riverbed area*). Pengeboran dilakukan pada tiga lokasi.

Material untuk tubuh bendungan seperti *Borrow Area* (material tanah) dan *Quarry* (material batuan) biasanya diusahakan agar dapat diambil sedekat mungkin dari lokasi perencanaan bendungan. Lokasi yang terpilih untuk material bendungan perlu dilakukan penyelidikan mengenai luas daerah penyebarannya, mengenai volumenya dan karakteristik teknisnya, dalam penelitian pada setiap kemungkinan tempat-tempat penggalian material bendungan disamping karakteristiknya agar diperhatikan pula pertimbangan mengenai transportasi, biaya pembebasan dll. (S.Suyono.1976 hal:68)

Dari data timbunan tubuh Bendungan Jatigede terdapat tiga tipe pengujian kuat geser tanah, yaitu tipe CD (*Consolidated Drained*), CU (*Consolidated Undrained*), dan UU (*Unconsolidated Undrained*). Ketika tipe pengujian kuat geser ini memiliki metode pengujian yang berbeda.

- 1. CD (Consolidated Drained)
  - Tidak boleh ada tekanan air pori berlebih terjadi sampel pada saat pengujian.
  - Penggeseran dengan kecepatan yang sangat rendah untuk mencegah munculnya tekanan air pori berlebih.
  - Dihasilkan nilai c' dan φ'.
  - Konstruksi bendungan dengan tinggi muka air bendung tetap.
- 2. CU (Consolidated Undrained)
  - Tekanan air pori muncul saat penggeseran.

- Dihasilkan nilai c' dan φ'.
- Lebih cepat dari CD (Consolidated Drained)
- Konstruksi bertahap.
- Muka air bendungan turun tiba-tiba.
- Konstruksi timbunan di atas lereng alamiah.
- 3. UU (Unconsolidated Undrained)
  - Tekanan air pori muncul saat pergeseran.
  - Kondisi tegangan total  $\rightarrow$  dihasilkan C<sub>u</sub> dan  $\phi_u$ .
  - $C_u dan \phi_u digunakan pada analisis dengan kondisi tak teralir.$
  - Pekerjaan timbunan yang cepat.

Dari ketiga tipe pengujian tersebut yang terdapat pada data tubuh Bendungan Jatigede diambil nilai kuat geser tanah c (kohesi) dan  $\phi$  (sudut geser) dari hasil tipe pengujian CD (*Consolidated Drained*) karena pada pemodelan di Program Plaxis dibutuhkan parameter tanah dengan kondisi efektif atau teraliri (*drained*) dan pada hasil tipe pengujian CD ini memiliki nilai kuat geser tanah c (kohesi) dan  $\phi$  (sudut geser) yang paling besar dari tipe pengujian lainnya, sehingga asumsi parameter kuat geser tanah c (kohesi) dan  $\phi$  (sudut geser) diambil dalam kondisi ekstrim. Sehingga data material tubuh bendungan untuk *input* kedalam Program Plaxis adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Material Tubuh Bendungan (General set) Untuk Input Program Plaxis8.6

		General								
No	Ket		Material Set		General P	roperties	Permeability			
		Identification	Material Model	Material Type	$\gamma_{unw}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	Kx (m/day)	Ky (m/day)		
1	Zona 1	Zona 1	Mohr – Coulomb	Drained	18,744	20,618	5,70x10 <sup>-3</sup>	5,70x10 <sup>-3</sup>		
2	Zona 2A	Zona 2A	Mohr – Coulomb	Drained	24,200	26,620	5,53x10 <sup>-1</sup>	5,53x10 <sup>-1</sup>		
3	Zona 2B	Zona 2B	Mohr- Coulomb	Drained	25,080	27,588	9,5 x10 <sup>+0</sup>	9,5 x10 <sup>+0</sup>		
4	Zona 3A	Zona 3A	Mohr – Coulomb	Drained	22,000	24,200	5,81x10 <sup>+1</sup>	5,81x10 <sup>+1</sup>		
5	Zona 3B	Zona 3B	Mohr – Coulomb	Drained	21,500	23,650	6,91x10 <sup>+2</sup>	6,91x10 <sup>+2</sup>		
6	Zona 4 (rip-rap)	Zona 4	Mohr – Coulomb	Drained	21,500	23,650	6,91x10 <sup>+2</sup>	6,91x10 <sup>+2</sup>		

Tabel 3. 2 Material Tubuh Bendungan (Parrameters set)	Untuk Input Program
Plaxis 8.6	

		Parameters					
No	Ket	Stiffnes	s	Strength			
		$E_{reff}$ (kN/m <sup>2</sup> )	v (nu)	$c_{ref} (kN/m^2)$	\$ (phi) ( <sup>0</sup> )		
1	Zona 1	125854,20	0,3	20	18		
2	Zona 2A	50000	0,3	30	36		
3	Zona 2B	50000	0,3	30	38		
4	Zona 3A	81000	0,3	40	36,5		
5	Zona 3B	81000	0,3	40	36		
6	Zona 4 (rip-rap)	81000	0,3	40	36		

# 1. Perhitungan Parameter Batuan Dari Hasil Data Bor

• BOR NO: RB.01 muka air tanah 3,7 m

Tabel 5. 5 Shallikasi uali Falallelel Daluali DOK NO. KD.	Tabel	13	. 3	Stratifikasi	dan	Parameter	Batuan	BOR	NO:	RB.	.01
---	-------	----	-----	--------------	-----	-----------	--------	-----	-----	-----	-----

	Kedalaman (m)		RQD (%)	F		Parameter Kuat Geser Tanah		
Layer		N		Class	E (kgf/cm2)	kohesi (kgf/cm <sup>2</sup> )	sudut geser ( <sup>0</sup> )	
1	0 -5	50	0-30	CL	6000	5	28	
2	5 - 10	50	10 - 50	CL	12000	8	30	
3	10 - 20	50	40 - 80	СМ	24000	10	35	
4	20 - 30	50	10 - 50	D	6000	5	28	
5	30 - 40	50	30 - 90	CL	12000	8	30	
6	40 - 45	50	30 - 40	CL	12000	8	30	
7	45 - 50	50	30	CL	12000	8	30	
8	50 - 59,8	50	30	CL	12000	8	30	
9	59,8 - 60	50	0	D	6000	5	28	

• BOR NO: RB.02 muka air tanah 7,3 m

Gambar 3. 6 Stratifikasi dan Parameter Batuan BOR NO: RB.02

	Kedalaman (m)		<i>RQD</i> (%)	E		Parameter Kuat Geser Tanah		
Layer		N		Class	(kgf/cm <sup>2</sup> )	kohesi (kgf/cm <sup>2</sup> )	sudut geser ( <sup>0</sup> )	
1	0 – 16	50	10 - 80	СМ	24	10	35	
2	16 - 20	50	30 - 90	СМ	24	10	35	
3	20 - 25	50	30 - 40	CL	12	8	30	
4	25 - 30	50	30 - 100	СМ	24	10	35	
5	30 - 40	50	30 - 90	СМ	24	10	35	
6	40 - 45	50	40	CL	12	8	30	
7	45 - 50	50	30	CL	12	8	30	
8	50 - 60	50	0	D	12	8	30	

• BOR NO: RB.03 muka air tanah 4,6 m

Gambar 3. 7 Stratifikasi dan Parameter Batuan BOR NO: RB.03

	Kedalaman		POD(%)	E		Parameter Kuat Geser Tanah		
Layer	(m)	N	<i>RQD</i> (%)	Class	(kgf/cm <sup>2</sup> )	kohesi (kgf/cm <sup>2</sup> )	sudut geser ( <sup>0</sup> )	
1	0 - 15	50	15 - 70	СМ	24	10	35	
2	15 - 20	50	10 - 25	CL	12	8	30	
3	20 - 30	50	40 - 95	СМ	24	10	35	
4	30 - 35	50	30 - 90	СМ	24	10	35	
5	35 - 40	50	30	D	6	5	28	
6	40 - 55	50	30 - 40	CL	12	8	30	
7	55 - 60	50	0	D	6	5	28	

Untuk pemodelan Finite Element Method dan Limit Equilibrium Method maka dari ketiga data stratifikasi dan parameter batuan di atas akan diambil satu data bor yang mempunyai kelas batuan paling rendah dibandingkan data bor lainnya. Data yang diambil adalah data BOR NO: RB.01.

Dari data di atas maka pada daerah *riverbed* Bendungan Jatigede terdiri dari Batu lempung (*Claystone*) dan diatasnya terdapat Breksi volkanik (*Volcanic Breccia*). Untuk mencari parameter-parameter yang lainnya maka akan merujuk pada Tabel 2.9 *Estimated Physico-mechanical Property of Each Rock Class*. Data material pondasi bendungan untuk *input* ke dalam program Plaxis 8.6 adalah sebagai berikut:

Gambar 3. 8 Material Pondasi Bendungan (General set) Untuk Input Program Plaxis 8.6

	Ket	General								
No			Material Set		General Pr	operties	Permeability			
110		Identific	Material	Material	γunsat	$\gamma_{sat}$	Kx	Ку		
		ation	Model	Type	(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )	(m/day)	(m/day)		
			Mohr –							
1	Layer 1	Layer 1	Coulomb	Drained	18,00	19,8	7,508x10 <sup>-2</sup>	7,508x10 <sup>-2</sup>		
			Mohr –							
2	Layer 2	Layer 2	Coulomb	Drained	18,00	19,8	7,508x10 <sup>-2</sup>	7,508x10 <sup>-2</sup>		
			Mohr –							
3	Layer 3	Layer 3	Coulomb	Drained	18,00	19,8	7,508x10 <sup>-2</sup>	7,508x10 <sup>-2</sup>		
			Mohr –							
4	Layer 4	Layer 4	Coulomb	Drained	18,00	19,8	7,508x10 <sup>-2</sup>	7,508x10 <sup>-2</sup>		
			Mohr –							
5	Layer 5	Layer 5	Coulomb	Drained	18,00	19,8	7,508x10 <sup>-2</sup>	7,508x10 <sup>-2</sup>		
			Mohr –							
6	Layer 6	Layer 6	Coulomb	Drained	18,00	19,8	7,508x10 <sup>-2</sup>	7,508x10 <sup>-2</sup>		

			Mohr –					
7	Layer 7	Layer 7	Coulomb	Drained	18,00	19,8	7,508x10 <sup>-2</sup>	7,508x10 <sup>-2</sup>
			Mohr –					
8	Layer 8	Layer 8	Coulomb	Drained	18,00	19,8	7,508x10 <sup>-2</sup>	7,508x10 <sup>-2</sup>
			Mohr –					
9	Layer 9	Layer 9	Coulomb	Drained	18,00	19,8	7,508x10 <sup>-2</sup>	7,508x10 <sup>-2</sup>

Gambar 3. 9 Material Pondasi Bendungan (Parameters set) Untuk Input Program Plaxis 8.6

			Par	ameters	
No	Ket	Stiffness	5	Stren	gth
		Ereff (kN/m <sup>2</sup> )	v (nu)	$c_{ref} (kN/m^2)$	φ (phi) ( <sup>0</sup> )
1	Layer 1	1200000	0,3	800	30
2	Layer 2	1200000	0,3	800	30
3	Layer 3	2400000	0,3	1000	35
4	Layer 4	600000	0,3	500	28
5	Layer 5	1200000	0,3	800	30
6	Layer 6	1200000	0,3	800	30
7	Layer 7	1200000	0,3	800	30
8	Layer 8	1200000	0,3	800	30
9	Layer 9	600000	0,3	500	28

Berikut merupakan langkah-langkah pemodelan FEM pada program Plaxis 8.6. Tahap-tahap perhitungan analisa pada program Plaxis 8.6 ini dibuat menjadi enam tahap/*phase* yaitu. Elevasi MAW +260 s.d. *Sudden Drawdown* merupakan analisis tambahan dalam pemodelan ini:

- 1. Initial Phase, merupakan default dari program (phase 0).
- 2. Tahap analisa pada saat muka air waduk naik sampai elevasi +241 meter.
- 3. Tahap analisa pada saat muka air waduk naik sampai elevasi +250 meter.
- 4. Tahap analisa pada saat muka air waduk naik sampai elevasi +260 meter (muka air normal).

- 5. Tahap analisa pada saat muka air waduk naik sampai elevasi +262 meter (muka air maksimum).
- 6. Tahap analisa pada saat muka air waduk turun hingga elevasi +204 meter (*Sudden drawdown*).

## 1. Initial Phase, Merupakan Default Dari Program (phase 0).

a. Buka program Plaxis 8.6, setelah muncul kotak dialog *Buat/Buka proyek* pilih *Proyek baru*.

8	Buat/Buka proyek	2
Buka	W	-
Proyek ba	2	
C Proyek ya	ig telah ada	
e e el Bericas la	nya >>>	
Drivity Engine	rippi. IT mas slok nut E X	
Ni je in el Mile	The project and think of	
	QK Baga	

Gambar 3. 10 Kotak Dialog Create/Open project

b. Setelah klik OK maka akan muncul kotak dialog *Pengaturan Global* pada lembar *tab proyek* masukkan *Judul*, pilih *Regangan Bidang* karena struktur memanjang dan pilih juga 15-nodal untuk melakukan analisa yang lebih detail.

ana behasi «Tarpatiana»	Hadal Regargen bidang 💌
veltari	Dense: [1] UR-sala (*)
and the	Perception Solid gravitati - 90 * 1.0 6 Perceptions 1 0.000 - 21 0
	Percepatan-s : [0.003 g] G Gravitae burs : [0.003 g] +(85 <sup>3</sup>

Gambar 3. 11 Lembar Tab Projeck Pada Kotak Dialog General Setting

c. Klik *berikutnya* untuk berpindah pada lembar *tab Dimensi* yang berguna menentukan standar *unit* (satuan) dan menentukan batas ruang kerja dalam menggambar geometri.

Jasuen	Press.	-	Ovnensi ge	overs	1 - 2	
wowi	-		101	-40,000	創業	
Base .	kn .	*	Kenen (	500.000	\$ m	
Waktu	het	*	Savab i	H0.000	\$ m	
			Alas :	500.000	<u>\$</u> #	
			98			
Tegengen	MARK <sup>2</sup>		Speni I		1.000	<b>\$</b> =
Derist vi	Wite 3		3unish intr	erval sang tert	ewail i	

Gambar 3. 12 Lembar Tab Dimensi pada Kotak Dialog Pengaturan Global

- d. Langkah selanjutnya yaitu melakukan penggambaran geometri. Penggambaran geomteri ini menggunakan *garis geometri* atau dapat menggunakan input berdasarkan titik di sumbu kartersius (X & Y). Input data sumbu kartersius ini didapat dari penggambaran geometri pada program Autocad.
- e. Lalu klik *Jepit Standar* untuk membatasi daerah yang dianalisa oleh Plaxis. Sehingga pada akhirnya seperti gambar berikut:



Gambar 3. 13 Geometri Bendungan Jatigede

- f.Jika terjadi kesalahan dan ingin menghapus atau memperbaikinya dapat menggunakan *select* , atau jika ingin kembali ke *step* sebelumnya, dapat menggunakan *redo* .
- g. Langkah selanjutnya adalah melakukan *input* material agar dapat melakukan *generate mesh* pada pemodelan bendungan ini. *Input* material menggunakan *material set* , lalu akan muncul dialog seperti dibawah ini:

		-	
lane dete prov lerre kurstuller	- Contra	Nameda	
Palar Island	in Processo		
500-	14	1.14	
10%	14.	1.4	-

Gambar 3. 14 Kotak Dialog Material Set

Terdapat 4 (empat) *set type* pemodelan yaitu *Tanah dan Antarmuka, Pelat, Geogrid*, dan *Jangkar*. Dalam pemodelan tubuh bendungan dan pondasi bendungan ini menggunakan *set type model Tanah & Antarmuka*. Berikut adalah langkah-langkahnya:

• Klik *Baru* pada kotak dialog *Material Set*, maka akan muncul

kotak dialog seperti berikut:

and a second sec
Yumat (0.000 Max <sup>3</sup>
• Test 0.000 Muis 2
•
Permatition
k <sub>e</sub> 7 (0.000 ruhen
h <sub>g</sub> = (0.000 refrait
2010/01/01

Gambar 3. 15 Tab General Pada Kotak Dialog Material Set Core Zone 1

Ketik nama jenis tanah pada bagian *Identifikasi*. Pilih juga *Material Model* Mohr-Coulomb. Lalu masukkan parameter  $\gamma_{unsat}$  sebesar 18,744 kN/m<sup>3</sup> dan  $\gamma_{sat}$  sebesar 20,618 dari hasil perhitungan sebelumnya.

- Untuk mengatur warna material, dapat melakukan *setting*-an warna di pojok kiri bawah kotak dialog.
- Klik *next* untuk berpindah pada lembar *tab Parameter*, masukkan nilai *Modulus Young* sebesar 5000 kN/m<sup>2</sup> dan angka *poisson* 0,35 karena material ini dianggap memiliki tingkat kekearasan yang rendah. Lalu masukkan nilai kohesi sebesar 20 kN/m<sup>2</sup> dan sudut geser tanah sebesar 16<sup>0</sup>.

End i Ital inte 2	C	0.000	ldun <sup>2</sup>
v 9%0 : 0.000	6 (24%) /	0.000	
	v (pril) s	fp.500	*
Alternatif	Keospeller	,	
Graf : 0.000 MN/m <sup>2</sup>	V <sub>e</sub> ±	1.000	m/ittk
E <sub>1988</sub> : [0.000 Mil/m <sup>2</sup>	V <sub>P</sub> :	0.000 j <b>g</b>	m/dtk

Gambar 3. 16 Tab Parameters Pada Kotak Dialog Material Set Core Zone 1

• Klik *next* untuk berpindah pada lembar *tab Interfaces*. Dikarenakan tidak ada friksi tanah terhadapa material lain, maka bagian ini dapat dilewat. Lalu klik OK.

Gitatin G Kel		
C Henuel		
R <sub>inter</sub> 1 1.000		
Tebé antemika seberanya		
1-41WF   - 000		

Gambar 3. 17 Tab Interfaces Pada Kotak Dialog Material Set Core Zone 1

• Buat seluruh parameter tanah timbunan dan pondasi Bendungan Jatigede yang dibutuhkan secara lengkap dengan menggunakan pemodelan *Set Type Soil & Interfaces*. Material yang dibuat pada pemodelan ini yaitu:

Material Tanah

- 1. Core zone 1
- 2. Filter 2A
- 3. Filter 2B
- 4. Filter 3A
- 5. Filter 3B
- 6. Zona rip-rap

## Material Batuan (tanah dasar)

- 1. Layer 1 : breksi volkanik (volcanic breccia)
- 2. Layer 2 : breksi volkanik (volcanic breccia)
- 3. Layer 3 : breksi volkanik (volcanic breccia)
- 4. Layer 4 : breksi volkanik (*volcanic breccia*)
- 5. Layer 5 : breksi volkanik (volcanic breccia)
- 6. Layer 6 : breksi volkanik (*volcanic breccia*)
- 7. Layer 7 : breksi volkanik (volcanic breccia)
- 8. Layer 8 : breksi volkanik (volcanic breccia)

Berikut adalah kotak dialog *Material Set* yang sudah berisi material-material tubuh bendungan dan pondasi Bendungan Jatigede.

		Chief shire
lteen data provei Serre humoular-data	ellaur a ante	ende +
Uniter latergels	Tatas ada	
Larter Goode     Larter 1     Larer 1     Larer 2     Larer 4     Larer 5     Larer 5     Larer 5     Larer 5     Larer 5     Larer 1     Larer 1     Larer 1     Larer 1	×	
Are	.001.	Saffeet
	iteput	
100	and the second se	*

Gambar 3. 18 Soil & Interfaces Pada Kotak Dialog Material Set

• Setelah membuat *Soil & Interfaces* pada *Material Set* setiap material yang dibutuhkan, lalu masukkan material tersebut kedalam geometri pemodelan Bendungan Jatigede dengan cara *drag* material yang terpilih ke dalam geometri yang sudah dibuat.



Gambar 3. 19 Geometri Bendungan Jatigede Setelah Terisi Material

- h. Langkah selanjutnya yaitu *input* kondisi awal. Pada kondisi ini didefinisikan bahwa pada kondisi awal belum terdapat timbunan bendungan
  - Lakukan generate mesh dengan mencara klik gung berguna untuk membagi struktur menjadi elemen-elemen cluster dan titik-titik nodal elemen (nodes). Kegunaan mesh ini adalah untuk melakukan perhitungan dalam metode elemen hingga. Setelah di klik generate mesh maka akan muncul hasil seperti di bawah ini.



Gambar 3. 20 Generate Mesh Bendungan Jatigede

• Klik Perbaharui

Lalu klik Kondisi awal seperti di bawah ini:



Gambar 3. 21 Muka Air Bendungan Kondisi Awal

• Klik *generate water pressure* <sup>++</sup> untuk mengetahui tekan air yang bekerja pada kondisi awal, sehingga akan muncul seperti gambar di bawah ini:



Gambar 3. 22 Generate Water Pressure Kondisi Awal

# 2. MAW +241 m

- Klik Perbaharui
- i. Langkah selanjutnya yaitu melakukan proses perhitungan atau kalkulasi pada pemodelan Bendungan Jatigede ini. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:
  - Klik *Hitung* Hitung..., sehingga akan muncul gambar seperti di bawah ini:

1 10 10		a 11	-Dilling.			
put Agenda	Brok Talok	e				
144		-		21,211,00	-	
New / 21-	- 18-1	Contract of		Analise plants		
Note for the	10.14	10.04		-	Transa	
-					and an other states	
	A DE LA DE			- Coloresta		
	111.401			F 1		
				-		
					Income	
					Nemia	
					Nessia	4
antia a	11.50	-	Heltunge	4 min		
berthat	Nu teles	Teatar T	Perifungar N/A	Restor problem	Ngantar   e  Q tupor   Yana   e 0.01 -	
Interface	16. 10 <sup>4</sup> 40.	Teacher T	Peritungan Nya Andres perite	Residence for the first sector of the first se	Negendar   - Repender   - Re	
Derfinit Totay and • Net 1245	0 1	T National T	Perifungar NJA Index Sante	A testar Pasat settlerer Kå Teleperinshat	Nganta   a   Q tata Sac. (a) 107 - 100 -	<b>4</b> -100   2472  

Gambar 3. 23 Lembar Tab General Pada Proses Kalkulasi Elevasi +241

- *Calculation* type yang dipilih yaitu *type Plastic*.
- Lalu isi *phase* 1 dengan nama MAW +241
- Klik *next* untuk berpindah pada lembar *tab parameters*. Maka akan muncul gambar seperti di bawah ini:

Gran Paperson Tantonite de Languar tan	hrosi hes optie area:	vi R	C Air promitie	nerasi né Windratasi			
H			Handar Janifa Angel H. Sangara Sanah H. Sangara San Handara San Katagara San Katagara San		12	angat	
					-	Binner.	Serect.
the share	No. Delan.	(made)	Technologies	House, public	-	trialite. At	(real)
		1	AgA.	19A		10.0	
Tulling-recold							

Gambar 3. 24 Lembar Tab Parameters Pada Proses Kalkulasi MAW +241

• Klik tentukan Tentukan..., lalu akan muncul gambar seperti di bawah ini:



Gambar 3. 25 Geometri Bendungan Sebelum Input MAW +241

Non-aktifkan *phase* sebelumnya. Klik *initial pore pressure* Masukan elevasi muka air pada kondisi MAW +241 dengan klik
 masukan koordinat elevasi muka air seperti gambar di bawah ini:



Gambar 3. 26 Muka Air Waduk Elv. +241

• Klik *generate water pressure* ++ untuk mengetahui tekan air yang bekerja pada kondisi MAW +241, sehingga akan muncul seperti gambar di bawah ini:



Gambar 3. 27 Generate Water Pressure MAW +241

Lalu klik *perbaharui* Perbaharui, dan lakukan hal yang sama untuk elevasi MAW + 250, MAW Normal (+260), MAW Banjir (+262) dan Kondisi Sudden Drawdown.

3. MAW +250 m



Gambar 3. 28 Muka Air Waduk Elv. +250

4. MAW +260 m (Normal)



Gambar 3. 29 Muka Air Waduk Elv. +260

# 5. MAW +262 m (Maksimum)



Tria Fajri Jauhari, 2017 PENGARUH INITIAL IMPOUNDING TERHADAP STABILITAS BENDUNGAN JATIGEDE BERBASIS INSTRUMENTASI GEOTEKNIK Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Gambar 3. 30 Muka Air Waduk Elv. +262

#### 6. MAW +204 m (Sudden Drawdown)

Gambar 3. 31 Muka Air Waduk Elv. +204 (Sudden Drawdown)

Selanjutnya yaitu meninjau besarnya tekanan air pori, *Pergeseran* dan rembesan yang terjadi pada tubuh bendungan. Besarnya tekanan air pori yang akan ditinjau yaitu saat muka air waduk berada pada setiap skenario elevasi muka air waduk selama initial impounding. Hasil dari poses kalkulasi tersebut yaitu nilai tekanan air pori seperti di bawah ini.

- Klik *perbaharui* \_\_\_\_\_\_\_., lalu klik *Hitung* + Hitung...
- Setelah semua proses di atas selesai. Maka akan muncul gambar seperti di bawah ini.

Dig time im	· H	A 11	+ islant.					
Unum   Pagareter   () Telau Nomer / () :	1000 ( 1000)	el preserv		Joni pehitungan Residas pin c				
Sifumasi pertitu OK	nyar			fametia				
1				1				
1					Papareter Q Sant	-	- Ten	
lietikas	No. Selling:	Nue der	- Petitope	Reduction of the second	Pagameter Cal Sand Webber		Renau.	
ziertikas ✓ HALD +241	No. Salinago	Mule det	Pacintargan Availas piochs	Enturios	Pagameter Stopp Weither 0.00		Reis	4.
10ertillan ✓ MAR +241 ✓ MAR +251	Ne. table	Photo dan D	Partitioger Avails pitchs Avails pitchs	Analar petistear Térger kortula Térger kortula	Popereter Watter 0.00 - 0.00 -	an ] Ar 1 3	Renau Perau 1 22	4.1
Derrikan ≪ Mass +241 ≪ Mass +250 ≪ Mass +250	No. Solve	Maie dar 0 1 2	Persseper Avelas ports Avelas plants Avelas plants	Resturtos Nautor petitidame Tárque toratula Tárque toratula Tárque toratula	Popereter Watter 0.00 - 0.00 - 0.00 -	40 1 1	Retu	4
Dertifikas ✓ MAXI +241 ✓ MAXI +250 ✓ MAXI Surrell +262) ✓ MAXI Surrell +262)	14. bilan	PLie der 0 1 2 2	Periturger Avilas pieta Avilas pieta Avies pieta	Annular periodianan Talopan konstraka Talopan konstraka Talopan konstraka Talopan konstraka	Paganeter Watts: 0.00 - 0.00 - 0.00 - 0.00 - 0.00 -	40 1 1 1	Reta Peria 1 20 21 21	4.
20er35kas ✓ n422 +241 ✓ n422 +250 ✓ n421 turnel (+262) ✓ n421 turnel (+262) ✓ n421 turnel (+262)	14. bilae 1 2 3 4 8	Puie der 0 1 2 2 4	Perifsbargen Arveites pitette Arveites pitette Arveites pitette Arveites pitette Arveites pitette	Mesilan pertikakna Takspan kontraki Takspan kontraki Takspan kontraki Takspan kontraki Takspan kontraki Takspan kontraki	Pagameter	4	Refis	
Interactions In	14. bilae 1 2 3 4 8	Phile dar 0 1 2 2 4 1	Parintangan Arvitas pineta Arvitas pineta Arvitas pineta Arvitas pineta Arvitas pineta	Resturys      Maskar periodisars      Tringen kontrulai      Tr	Pagameter 4 Samp 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00	4	Rena. Pera. 1 25 25 25 25 25 25 25 25 25 25 25 25 25	
Televitikas ✓ MADI +2H1 ✓ MADI +2H1 ✓ MADI +2H1 ✓ MADI #2H2 ✓ MADI +2H1 ✓ MA	No. Sense 1 2 3 4 8 6 7	Mole dar 0 3 3 4 1 3	Perinturgen Avolta pitette Avolta pitette Avolta pitette Avolta pitette Avolta pitette Avolta pitette Redukt pit<	Mendara perticidarem Telegon torottude Telegon torottude Telegon torottude Telegon torottude Telegon torottude Telegon torottude Telegon torottude Telegon torottude Telegon torottude	Pagameter Volation - 0.00 -	4 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	Peris. 1 25 25 25 25 25 25 25 25 25 25 25 25 25	

Gambar 3. 32 Kalkulasi MAW +241 sampai Kondisi Sudden Drawdown

- Kalkulasi elevasi MAW yang berhasil ditandai dengan symbol  $\checkmark$
- Pilih keluaran, maka akan keluar hasil perhitungan. Berikut merupakan hasil analisis tekanan air porinya

# 3.4.5. Limit Euilibrium (Geostudio 2007)

# 3.4.5.1. Pemodelan SLOPE/W

- Buka program GeoStudio
- Akan muncul kotak dialog *Create/New a new project*. Pilih New lalu pilih SLOPE/W.

New	From Template_ Create a new project from a template
D Com	Create a new project with an analysis of this kind:
Open an existing project	SLOPEW TEMPW
<u>.</u>	SEEP/W KITKAN/W
Search Documentation >	SIGMA/W AB/W
Examples = Tutorial Movies =	QUAKE/W 🔛 VADOSE/W

Gambar 3. 33 Tampilan create/new a new project

- Muncul jendela KeyIn Analyses.
- Ubah nama sesuai project yang dikehendaki misal "ANALISIS SAFETY FACTOR BENDUNGAN JATIGEDE" dengan nama analisis "SLOPE/W Analisis FK MAW +241"
- Pilih tipe analisis Morgenstern-Price
- Pada setting pilih piezometric line untuk memperlihatkan aliran muka air

- Pada slip surface pilih left to right, grid and radius dan no tension crack lalu yang berfungsi untuk menentukan bidang keruntuhan dan menentukan tipe *slip surface* yang akan digunakan close

selvene:	645	• Delete	No. Name: SLOPE/W Analysis Description	
a a Lette	ŋ	and hereby hereby	Figure ( - (rave) -	
1 520	PE/W Analysta		Analyze Type: Marganation Price	
			Settings Signartate FOS Distribution Advanced	
			Side Function (Ref. and function )	
			RAD Constructions Report From # 17400	Breats Conection
			Staged Rapid Dravdovn analysis (Long 2 Peconetric Lines)	
			CONTRACTOR OF MONTON CONTRACTOR CONTRACTOR CONTRACTOR	

Gambar 3. 34 KeyIn Analysis

olyses:	Add 🕈 Delet	Name: Slope Stability Description:	
Quele Di	n megetras	#went (pane) +	
Sec.	UNERTY .	Analysis Type: Horgenstern Price	
		Settings Sto Surface (105 Dalibutes Advanced	_
		Direction of intivement	
	🖷 Left to right 💿 Right to left. 👘 Allow passive mode		
	Stp Surface Option  Dray and Lot  Stp Surface to stars:  Stp Surface to stars:  Stp Surface to stars:		
	Rock Specified     Control with the surface location     Control with the surface location     Control with the lines     Rock Specified		
		C Auto Locatia	
		Tension Crack Option  Water in Tension Crack  Tension crack angle: 0 *  Tension crack angle: 0 *  Christian crack ins  Extra signt of vectors (E4827MUbrt*	
		Search for tension ctack	

Gambar 3. 35 Setting Slip Surface

- Masukkan point untuk membuat geometri dengan cara KeyIn-Point-Input Koordinat Point, kemudian hubungkan antar point hingga membentuk geometri bendungan





- Pengaturan skala dan unit agar gambar terlihat proporsional di lembar kerja dengan cara Set-unit and scale-atur berdasarkan nilai absis, ordinat minimum dan maksimum

Engineering Units	3.00
a next (Cityperal	Han 1 18157 Vet 1 1383.1
Leigh E): exten	Paller Drints
Parte (7) Malentana +	Newson: # 10.000 # 20.000
Pressure (30) Mile	*8494.00 x 26.00 x 26.00
Starght Me	Column research from some end anger
ani tituri kaner, 1.007 inter	
	a thermal
	- Andrewson
	1.000

Gambar 3. 37 Set Units and Scale

- Atur bidang gambar agar geometri dapat masuk ke dalam bidang gambar dengan cara Set-Page.

Printer Page			
Send To OneNote 2	007 on Ne00:		
Width: 8.5	Height:	11	
Working Area			
Width:	Height	8.5	
WIND IT	Height	0.5	
Units			
inches	🔘 mm		
OK		Cancel	

• Set-axes digunakan untuk menggambar axis, sumbu x dan y pada area kerja. Dengan cara pilih menu set axes lalu pilih OK. Seperti gambar dibawah ini.

Display	
Left Ax	is 🛛 🕅 Right Axis
Top Ax	is 🛛 📝 Bottom Axis
3	Axis Numbers
xis Titles	
lottom X:	Distance
eft Y:	Elevation

Gambar 3. 39 Set Axes

t Axis S	ize		Post -
X-Axis			
Mint	500	Increment Sciel	20
Maxin	470	# of 3norements:	24
Y-Ase			
Min:	-10	Increment See:	30
Man	210	# of increments:	22

Gambar 3. 40 Set Axis Size

- Berikut ini adalah gambar hasil *set axes* yang telah digambar pada area kerja. Untuk mengurangi atau menambahkan panjang axes arah sumbu x maupun sumbu y dapat dilakukan pada menu Set axes.



Gambar 3. 41 Set Axes

- Membuat material untuk input ke dalam geometri bendungan. KeyInmaterial

					-
faite				Dater	64 -
and comparisons	0			N.	C. Martin
PILTER JA					Dente
PERMIT IN				1.2	
ROOPEL IN					
RIP-RAP (20NA 4	R				Augret
REVER BED				S2. 4	
and the				Criter	
BVTL CORE Chana	0-			Ballion Rel.	
terenal Model:	Hale-Coulor#				
nam Inumer	Dometers Line	states Laborer	and it is a second s		
(100.00)(3	SCHOOL FRAME	Contraction of the local division of the loc			
Life strength	Carl	A MARY	PTD		
The state designer.	(and) the	100	(mo)		
THE REAL					
20.724.	Cont.				

Gambar 3. 42 Input Material

No	Material	$\gamma n (kN/m^3)$	$c_{ref}$ (kN/m <sup>2</sup> )	\$ (phi) ( <sup>0</sup> )
1	Zona 1	18,725	31,1	20,724
2	Zona 2A	23,459	30	36
3	Zona 2B	24,05	30	38
4	Zona 3A	23,216	40	36,5
5	Zona 3B	22,22	40	36
6	Zona 4 (rip-rap)	22,22	40	36

Tabel 3. 4 Data Material Bendungan

- Setelah input material dilanjutkan penggambaran material pada geometri bendungan dengan cara Draw-material pilih region yang akan diisi.





- Selanjutnya menggambar elevasi muka air waduk. Draw-Pore water

pressure 🥙 -add-draw



Gambar 3. 44 Phreatic Line

- Perhitungan faktor keamanan hilir bendungan dengan cara Draw-Slip Surface-Grid lalu masukan nilai *increments* x dan y, hasil penggambaran grid seperti gambar dibawah ini.
- Selanjutnya dilakukan input radius disepanjang bidang longsoran, dengan cara draw-slip surface-radius



Gambar 3. 45 Grid Dan Radius

- Tahap selanjutnya verifikasi terhadap data-data yang telah diinput dengan cara pilih menu Tools *verify/optimize* . untuk mengetahui bahwa geometri yang diinputkan error atau tidak

💤 Verify/Optimize Data		? ×
Information:		
Verifying selected units Verifying analysis settings Verifying view Verifying that each node is attached to an element Verifying secondary nodes for each element Verifying that each element has a positive area Verifying material properties Verifying flux sections Checking analysis settings Verifying integration files Verification completed 0 error(s), 0 warning(s).		
,	Stop	Close

Gambar 3. 46 Verify/Optimized

- Selanjutnya pilih *Solve Analysis* lalu pilih start, untuk memulai menghitung faktor kemanan.

		Last Solved	Status	
itial Static	QUAKE/W		Not solved	
CPE/W Analysis	SLOPE/W	\$6/03/2015 19:51:30	Solved	
				Show Chance
ptions				
ptions	r each analysis			1
ptions Close SOLVE after Control of the source of the so	r each analysis churt ach an aire			Start

Gambar 3. 47 Solve Analyses

Setelah perhitungan faktor keamanan selesai maka *Output* yang keluar adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 48 Hasil Perhitungan SLOPE/W

## 3.4.5.2. Pemodelan SEEP/W

- KeyIn-Analysis
- Pilih "ANALISIS SAFETY FACTOR BENDUNGAN JATIGEDE"-add-SEEP/W Analysis-steady state
- Pada parent pilih SLOPE/W Analisis FK MAW +241-Close



Gambar 3. 49 KeyIn SEEP/W



Gambar 3. 50 Geometri Bendungan

- Langkah selanjutnya adalah input material tubuh bendungan dengan cara KeyIn-material. Parameter Material yang dibutuhkan yaitu:
  - Vol. Water content at Saturation
  - *Coef. Of Vol. Compressibility* (m<sub>v</sub>)
  - K (Coef. Of Permeability)

Berikut data-data yang akan dimasukkan:

Tabel 3. 5 Material Tubuh Bendungan untuk Input Program SEEP/W

Parameter	Vol. WC	E (kN/m <sup>3</sup> )	$m_v \left(m^2/kN\right)$	Permeabilitas (m/det)
Zone 1 : filter Cijeunjing	0.408	4.87E+04	2.05E-05	6.60E-06
Zone 2A : filter material	0.452	5.00E+04	2.00E-05	6.40E-04
Zone 2B : filter material	0.452	5.00E+04	2.00E-05	1.10E-02
Zone 3A : transition material	0.476	8.10E+04	1.23E-05	6.00E-02
Zone 3B : rockfill material	0.476	8.10E+04	1.23E-05	8.00E-01
Rip-rap (zona 4)	0.476	8.10E+04	1.23E-05	8.00E-01

della contra con		04m
Million Day II		
Patter 24 Patter 25 Patter 25 Rochfell 36 Rochfell 36 Rochfel 36 Rochfel 36 Rochfel 36 Rochfel 36		(
lane: Init CONE (Jave U National Music)	n •	Cateri Detail
lane. Mit COME (Save U Anana Mulat Research (S Anana Mulat Research (S Securated Carolic Svits) - 4.04	97	Color ( Sec)
nen: Nit CONE (Jave U National Minist National Minist National Carabictivity - Care Carabictivity	97	Color
tere: Initi COVE (Jave U Initial Anna Head Initial Coversion (Jave Senseted Coversion (Jave Coversion); Rober 1	97	Color
ane nit core dave 0 redrate Haatte Second Careboty Rote: 1 Second Careboty Rote: 1 Sec Vel Inder Careboty 1.50	97	Color ( Sol

Gambar 3. 51 Material Properties Tubuh dan Pondasi Bendungan

- Material tubuh bendungan selanjutnya dimasukkan kedalam geometri dengan cara memilih region sesuai tempat material itu.



Gambar 3. 52 Input Material

- Buat *Boundary Conditions* **4**. Draw-boundary condition-add
- Pilih *Head* (H) pada *Type Boundary*

 Action yaitu tinggi muka air waduk dari titik datum yang dibuat. Pada hulu bendungan tinggi muka air yaitu 138.63 meter dari titik 0.0 untuk MAW +241

BC Category: Al			
All Boundary Conditions			
None	Category.	Color	* #
HEAD 262	Hydraulic		
MAN 1241	Historia		Delete
MAW + 250	Hydraulic		1
Stress	Hydraulic		
MAW + 260	Hydraulic		* providence
4 L	in i		Ampred
kerne:		Colori	-
MANY +241		3.Set	ns)
with finance			
Type: (Head \$10			
Constant Action:	138.63 m		
C Pupilion			
10000			
CPrintel Session Price Rocker			

Gambar 3. 53 Boundary Condition



Gambar 3. 54 Assign Boundary Condition

- Buat section nilai rembesan yang akan ditinjau dengan cara Draw-Flux

Sections



Gambar 3. 55 Flux Section

- Klik *Verify* untuk mengetahui apakah ada kesalahan proses inputl atau tidak

🖆 Verify Data	?	×
Information:		
Sorting mesh completed.		^
Verifying that each node is attached to an element Verifying infinite elements Verifying secondary nodes for each element Verifying that each element has a positive area Verifying that not all elements are NULL elements Verifying q boundary nodes Verifying that flux sections do not intersect any nodes Verifying initial water table Verifying initial water table		
Verify Stop	Dor	ne

Gambar 3. 56 Verify Data

Selanjutnya yaitu melakukan kalkulasi untuk mengetahui besarnya rembesan yang terjadi. Klik SOLVE maka akan muncul kotak dialog seperti di bawah ini.

Step #	Review #	Iteration II	Repidual
0	1	42	6.1622E+001
0	1	43	6.1672E+001
0	1	44	5.6842E+001
0	1	45	5.2401E+001
0	1	46	5.4359E+001
0	1	47	4.7769E+001
0	1	48	3.8757E+001
0	1	49	3.3833E+001
		50	4.1304E+001
Cumula Bounda	tive Water 8 ry(B)	alance Error fo Storage(S)	r Entire Mesh (L^3) Error(B-S)

Gambar 3. 57 Kalkulasi SEEP/W

- Klik Contour 🚺
- Klik *Draw Flux Label* , lalu klik pada *Flux Section* yang sebelumnya telah dibuat, maka akan muncul besarnya rembesan yang melalui tubuh dan pondasi bendungan seperti gambar di bawah ini:



Gambar 3. 58 Total Head dan Besar Rembesan

# 3.5. Alat dan Teknik Pengumpul Data

# 3.5.1. Alat Pengumpulan Data

Alat yang digunakan dalam pengumpulan data dalam penelitian ini yaitu:

- Vibrating Wire Data Recorder (Red Out)
- Inclinometer
- Settlement Meter
- Mistar (Mengukur tinggi air di saluran V-Notch)
- Dan lain-lain

# 3.5.2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dengan melakukan pengukuran instrumentasi secara langsung di STA 1+100 dan studi kepustakaan yaitu pengumpulan data yang diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan dan dengan cara membaca, mencatat dan mempelajari buku-buku literature, kumpulan buku yang berhubungan dengan stabilitas bendungan. Serta bahan bacaan lain yang berhubungan dengan permasalahan yang penulis sajikan. Dalam penelitian ini, data yang diperlukan untuk menganalisa faktor keamanan bendungan adalah sbb:

- 1. Data Material Bendungan
- Data Instrumentasi VW Piezometer, Inclinometer, Settlement Meter di Sta. 1+100 dan V-Notch Weir di hilir bendungan.

Data-data diatas didapatkan dari pengujian laboratorium dan pengukuran instrumentasi dari pihak SNVT Pembangunan Waduk Jatigede.

	STA 1+000	ELV + 188.000	Coordinate	STA 1 + 000	ELV + 181.000	Coordinate	STA 1 + 000	ELV + 174.000	Coordinate
	Location : Main D	Dam/River Bad, 6m, U/S	x = 113068.972	Location : Main	n Dam/River Bad, 6m, U/S	x = 113068.972	Location : Main D	5 x = 113068.972	
	Serial Number : 0	043096	y = 97431.553	Serial Number	: 043097	y = 97431.553	97431.553 Serial Number : 043098		
	FP.13 (Foundatio	on Piezometer)		FP.14 (Founda	tion Piezometer)		FP.14 (Foundatio	on Piezometer)	
	$E = AR1^2 + BR1 + C$		ED 12	E =	AR1 <sup>2</sup> + BR1 + C	ED 14	E = A		
	A = -0.000000449771600		Lb.12	A =	0.000000708305700	FP.14	A = -0	).000001375363000	FP.15
Date	B = -0	0.7862751000		В =	-0.7907304000		B = -0	).7540742000	
	C = -(	( AR <sub>0</sub> 2 + BR <sub>0</sub> )		C =	- ( AR <sub>0</sub> 2 + BR <sub>0</sub> )		C = -	( AR <sub>0</sub> 2 + BR <sub>0</sub> )	
	R <sub>0</sub> = 64	456.5	elv. 188	R <sub>0</sub> =	6275.5	elv. 181	R <sub>0</sub> = 63	396.4	elv. 174
	C = 5095.33453849			C =	4934.33420078		C = 48	879.63172246	
	1 kPa = 0.	0.10220 m H <sub>2</sub> 0		1 kPa =	0.10220 m H <sub>2</sub> 0		1 kPa = 0.	.10220 m H <sub>2</sub> 0	
	Reading	Pore Water P	ressure	Reading	Pore Water Pressure		Reading	Pore Water P	ressure
	R1 F <sup>2</sup> /1000	E (kPa) m H <sub>2</sub> 0	Elev (m)	R1 F <sup>2</sup> /1000	E (kPa) m H <sub>2</sub> 0	Elev (m)	R1 F <sup>2</sup> /1000	E (kPa) m H <sub>2</sub> C	) Elev (m)
	_								

Tabel 3. 6 Form Data Vibrating Wire Piezometer

Tabel 3. 7 Form Data Incinometer

Depth (m)	27-Jan-15	29-Jan-15	18-Feb-15	26-Feb-15	20-Mar-15	29-Mar-15
	9:53:00 AM	10:06:00 AM	1:52:00 PM	1:49:00 PM	10:24:00 AM	2:27:00 PM

# Tabel 3. 8 Form Data Settlement Meter

											1	1									1
Date																					
	Reading																				
	Elevation																				
	Bottom	Datum	Magnet 1	Magnet 2	Magnet 3	Magnet 4	Magnet 5	Magnet 6	Magnet 7	Magnet 8	Magnet 9	Magnet 10	Magnet 11	Magnet 12	Magnet 13	Magnet 14	Magnet 15	Magnet 16	Magnet 17	Magnet 18	Magnet 19

NO	Waktu	Tanggal	MAW	Tinggi V-Notch (mm)	Debit (L/S)	Curah hujan (mm)	ket