

Analisis Stabilitas Bendungan Urugan Zona Inti Tegak Terhadap Kondisi Muka Air Banjir dan Muka Air Terendah Menggunakan *Software* PLAXIS 2D

ARDI SETIADI CHANIAGO¹, INDRA NOER HAMDHAN²

1. Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil (Institut Teknologi Nasional Bandung)
2. Dosen, Program Studi Teknik Sipil (Institut Teknologi Nasional Bandung)

Email : ardisetiadi286@gmail.com

ABSTRAK

Bendungan urugan zona tipe inti tegak banyak digunakan di Indonesia karena konstruksinya yang relatif ekonomis, namun stabilitasnya sangat dipengaruhi oleh perubahan muka air. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis stabilitas bendungan urugan terhadap kondisi muka air banjir (FWL) dan muka air terendah (LWL) menggunakan perangkat lunak PLAXIS 2D berbasis metode elemen hingga. Analisis dilakukan dengan pendekatan shear strength reduction (ϕ -c reduction) untuk memperoleh nilai faktor keamanan. Pemodelan dilakukan berdasarkan data geometri bendungan, parameter tanah fondasi dan material urugan, serta variasi elevasi muka air. Hasil analisis menunjukkan nilai faktor keamanan sebesar 3,435 pada kondisi muka air banjir dan 3,220 pada kondisi muka air terendah. Kedua nilai tersebut memenuhi persyaratan stabilitas sesuai SNI 8064:2016. Dengan demikian, bendungan urugan yang dianalisis dinyatakan stabil dan aman terhadap variasi kondisi muka air yang ditinjau.

Kata kunci: bendungan urugan; stabilitas; PLAXIS 2D.

1. PENDAHULUAN

Bendungan urugan merupakan salah satu jenis bendungan yang umum digunakan di Indonesia, khususnya di Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam, karena konstruksinya yang relatif sederhana dan biaya pembangunan yang lebih ekonomis dibandingkan bendungan beton. Namun, stabilitas bendungan ini sangat rentan terhadap berbagai faktor eksternal, termasuk perubahan elevasi muka air yang dapat memicu kegagalan bendungan seperti longsoran. Perubahan muka air menyebabkan peningkatan tekanan pori dalam tubuh bendungan, sehingga mengurangi kekuatan geser tanah dan berpotensi menimbulkan deformasi. Bendungan urugan merupakan bendungan yang dibangun dari material tanah dan batuan yang dipadatkan, dengan stabilitas yang sangat dipengaruhi oleh kondisi material dan perubahan muka air (Sosrodarsono, 1977).

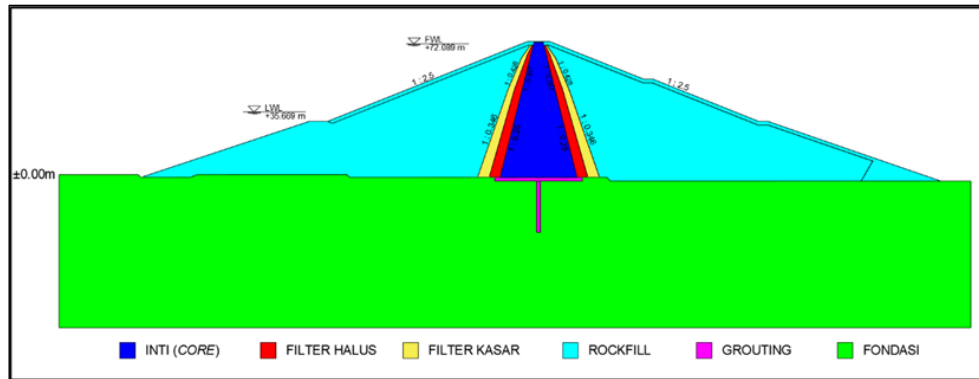
2. METODOLOGI

Metodologi penelitian ini meliputi perumusan masalah, tinjauan pustaka, serta pengumpulan data berupa data topografi, data tanah dasar (fondasi) dan data tanah urugan, serta data elevasi muka air dalam keadaan muka air banjir dan muka air terendah. Data tersebut digunakan sebagai parameter *input* dalam pemodelan numerik Plaxis 2D untuk menganalisis stabilitas bendungan urugan, yang ditinjau berdasarkan nilai faktor keamanan sesuai acuan SNI 8064:2016.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Teknis Bendungan

Struktur bendungan terbagi atas 4 zona. Pembagian zona pada bendungan ini karena setiap zona memiliki permeabilitas yang berbeda-beda, dengan kemiringan hulu dan hilir 1:2,5. Sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 1** dan **Tabel 1**.



Gambar 1. Zona pada Bendungan

Tabel 1. Data Parameter Tanah Fondasi dan Tanah Urugan

No	Keterangan	Bendungan Utama
1.	Tipe Bendungan	Zonal Urugan Random Batu dengan Inti Tegak
2.	Elevasi Puncak	±74.00 m
3.	Lebar Puncak	12.00 m
4.	Kemiringan Hulu	1:2,5
5.	Kemiringan Hilir	1:2,5
6.	Panjang Timbunan	±400.00 m
7.	Tinggi Bendungan	±74.00 m
8.	Muka Air Banjir (FWL)	EL. ±72.809 m
10.	Muka Air Terendah (LWL)	EL. ±35.669 m

3.2 Data Tanah

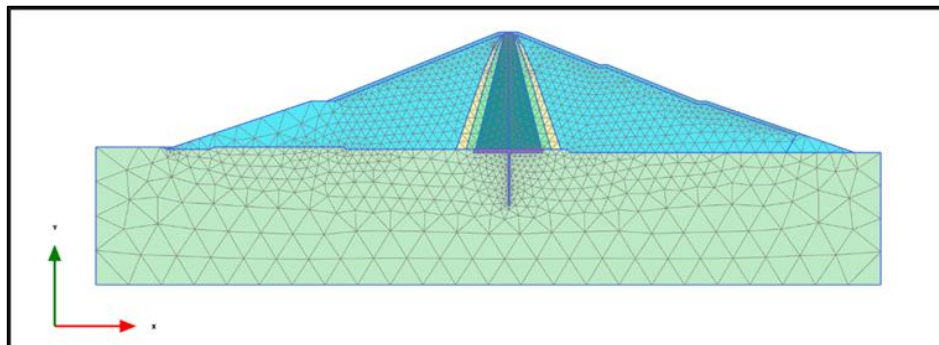
Data penelitian mencakup data berupa data topografi, data tanah dasar (fondasi) dan data tanah urugan. Sebagai *input* pemodelan numerik Plaxis 2D. Data tanah fondasi pada lokasi bendungan urugan ini berada pada lapisan tanah keras, sementara data tanah urugan penyusun struktur bendungan urugan berdasarkan hasil pengujian, dan hasil korelasi berdasarkan literatur geoteknik. Korelasi parameter tanah dilakukan dengan mengacu pada Ameratunga et al. (2016), Das (2009), dan Look (2007), yang umum digunakan dalam penentuan parameter kuat geser, modulus elastisitas, berat isi, koefisien permeabilitas, *poisson ratio* seperti ditunjukkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Data Parameter Tanah Fondasi dan Tanah Urugan

Soil Parameters	Inti	Filter Halus	Filter Kasar	Rockfill	Fondasi	Grouting	Unit
Soil Model	Mohr Coulomb	Mohr Coulomb	Mohr Coulomb	Mohr Coulomb	Mohr Coulomb	Linear Elastic	[-]
Drainage type	Und. A	Drained	Drained	Drained	Drained	Non-Porous	[-]
γ_{unsat}	14.26	18	20	20	19	24	[kN/m ³]
γ_{sat}	16.79	19	21	21	20	-	[kN/m ³]
v	0.4	0.25	0.15	0.15	0.4	-	[-]
E	17350	34500	50450	100000	30450	23500	[kN/m ²]
c'	20	12	11	10	100	-	[kN/m ²]
ϕ'	25	40	40	49	40	-	°
ψ	0	10	10	19	10	-	°
K_x	1.08E-06	1.39E-02	1.83E-02	4.06E-02	1.00E-04	-	[m/day]
K_y	1.08E-06	1.39E-02	1.83E-02	4.06E-02	1.00E-04	-	[m/day]

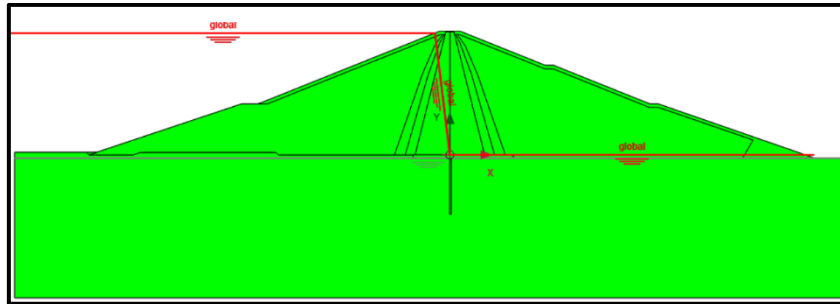
3.3 Analisis Stabilitas Bendungan Urugan

Dalam analisis Plaxis 2D, geometri yang digunakan pada analisis bendungan urugan zona tipe inti tegak serta mesh yang digunakan pada penelitian ini adalah *fine*, yang ditunjukkan pada **Gambar 2**.

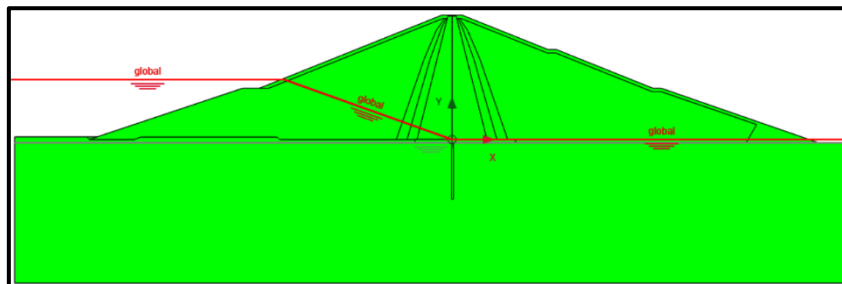


Gambar 2. Geometri dan Mesh Yang digunakan

Variasi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kondisi muka air banjir (FWL) dan kondisi muka air terendah (LWL). Kedua kondisi tersebut dianalisis untuk mengevaluasi pengaruh perubahan muka air terhadap stabilitas bendungan urugan, yang ditinjau berdasarkan nilai faktor keamanan pada masing-masing kondisi, perbedaan muka air pada analisis ini ditunjukkan pada **Gambar 3** dan **Gambar 4**.

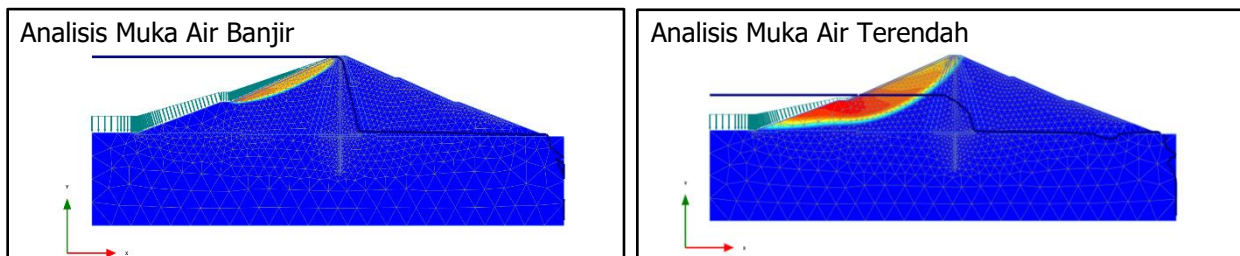


Gambar 3. Elevasi Muka Air Banjir



Gambar 4. Elevasi Muka Air Terendah

Pada analisis kestabilan bendungan urugan pada kondisi muka air banjir dan muka air terendah menggunakan *software* Plaxis 2D berbasis metode elemen hingga dengan pendekatan *shear strength reduction* (ϕ - c reduction), yaitu dengan mereduksi nilai kohesi dan nilai sudut geser tanah secara bertahap hingga mencapai kondisi kritis, pada analisis keduanya ditunjukkan pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Analisis *Slope Stability*

Hasil pada analisis muka air banjir menghasilkan nilai faktor keamanan sebesar 3.435, pada analisis muka air terendah menghasilkan nilai faktor keamanan sebesar 3.220. Nilai faktor keamanan tersebut memenuhi batas nilai faktor keamanan pada SNI 8064:2016.

4. KESIMPULAN

Hasil analisis stabilitas bendungan urugan pada kondisi muka air banjir menunjukkan nilai faktor keamanan paling kritis sebesar 3,435, sedangkan pada kondisi muka air terendah diperoleh nilai faktor keamanan paling kritis sebesar 3,220. Perbedaan nilai faktor keamanan tersebut menunjukkan bahwa perubahan kondisi muka air berpengaruh terhadap stabilitas bendungan, di mana kondisi muka air banjir memberikan nilai faktor keamanan yang lebih tinggi dibandingkan kondisi muka air terendah. Meskipun demikian, kedua nilai faktor keamanan yang diperoleh masih berada di atas batas minimum yang dipersyaratkan dalam

SNI 8064:2016, sehingga dapat disimpulkan bahwa bendungan urugan berada dalam kondisi stabil pada kedua variasi muka air yang dianalisis.

UCAPAN TERIMA KASIH

National Geotechnic Center Institut Teknologi Nasional Bandung yang telah memberi akses lisensi akademik *software* PLAXIS 2D.

DAFTAR RUJUKAN

- Ameratunga, J., Sivakugan, Nagaratnam., Das, M. Braja. (2016). *Correlations of Soil and Rock Properties in Geotechnical Engineering*. New Delhi : Springer.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). *SNI 8064:2016 – Bendungan urugan*. Jakarta: BSN.
- Das, B. M. (2009). *Principles of geotechnical engineering* (7th ed.). Stamford, CT: Cengage Learning.
- Look, B. G. (2007). *Handbook of geotechnical investigation and design tables*. London, UK: Taylor & Francis Group.
- Sosrodarsono, S. (1977). *Bendungan urugan tanah dan batu*. Jakarta: Pradnya Paramita.