



Seminar Nasional Insinyur Profesional (SNIP)

Alamat Prosiding: snip.eng.unila.ac.id



DESAIN TANGGUL PELINDUNG UNTUK DAERAH IRIGASI RAWA YANG MENGALAMI KERUSAKAN AKIBAT BANJIR DI PERSAWAHAN 100 HEKTARE

Arlinsyah

Balai Besar Wilayah Sungai Sumatera VIII, Jalan Soekarno Hatta No.869, Kecamatan Alang-Alang Lebar, Kota Palembang 30153

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK Arlinsyah

Riwayat artikel:

Masuk 10 Agustus 2023

Diterima 10 September 2023

Kata kunci:

Desain tanggul pelindung
Daerah irigasi rawa
Keberlanjutan

Daerah irigasi rawa sering kali menghadapi risiko banjir yang dapat menyebabkan kerusakan pada tanggul pelindung yang sudah ada. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah tanggul pelindung yang efektif untuk memperbaiki kerusakan yang disebabkan oleh banjir di persawahan seluas 100 hektare. Studi ini menggunakan metode analisis terhadap kondisi lingkungan, pola aliran air, dan struktur tanah di daerah irigasi rawa. Dalam analisis tersebut, berbagai faktor seperti curah hujan, elevasi lahan, dan karakteristik hidrologi dipertimbangkan. Data tersebut dikumpulkan melalui survei lapangan dan sumber-sumber terkait lainnya. Berdasarkan analisis data, dirancanglah sebuah tanggul pelindung yang kokoh dan sesuai dengan kondisi geografis dan hidrologi daerah tersebut. Desain tanggul mencakup pemilihan bahan konstruksi yang kuat dan tahan terhadap tekanan air serta kekuatan tanah yang cukup untuk menahan beban tanggul. Selain itu, tanggul pelindung ini juga mempertimbangkan sistem drainase yang efisien untuk mengontrol aliran air dan mencegah genangan yang berkepanjangan. Sistem pengendalian pintu air juga diterapkan untuk mengatur tinggi dan kecepatan aliran air ke dalam persawahan, sehingga meminimalkan risiko banjir dan kerusakan lebih lanjut. Melalui desain tanggul pelindung ini, diharapkan dapat meningkatkan keberlanjutan dan keandalan sistem irigasi di daerah irigasi rawa. Hal ini akan membantu petani dalam menjaga kestabilan produksi pertanian mereka dan mengurangi kerugian ekonomi yang disebabkan oleh kerusakan tanggul akibat banjir.

*Penulis korespondensi.

* arlinsyah@pu.go.id

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara agraris yang mayoritas penduduknya menggantungkan hidupnya dari sektor pertanian. Salah satu faktor pertanian yang penting adalah irigasi rawa. Namun, daerah irigasi rawa sering mengalami kerusakan akibat banjir yang dapat menghambat produktivitas pertanian. Oleh karena itu, diperlukan sebuah metode desain tanggul pelindung yang ramah lingkungan untuk daerah irigasi rawa yang mengalami kerusakan akibat banjir di areal persawahan,

Pengembangan metode desain tanggul pelindung yang ramah lingkungan untuk daerah irigasi rawa yang mengalami kerusakan akibat banjir di persawahan memiliki beberapa tantangan. Pertama, perubahan iklim yang semakin ekstrem dapat meningkatkan resiko banjir. Kedua, penggunaan bahan-bahan kimia dalam pembangunan tanggul dapat merusak lingkungan dan ketiga, biaya pembangunan tanggul yang tinggi dapat menjadi kendala bagi petani kecil.

Pengembangan metode desain tanggul pelindung yang ramah lingkungan untuk daerah irigasi rawa yang mengalami kerusakan akibat banjir di persawahan sangat relevan dengan industri pertanian saat ini. Metode ini dapat membantu meningkatkan produktivitas pertanian di daerah irigasi rawa yang sering mengalami kerusakan akibat banjir. Selain itu, metode ini juga ramah lingkungan dan dapat membantu mengurangi dampak negatif pembangunan tanggul terhadap lingkungan. Dengan demikian, penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pembangunan pertanian yang berkelanjutan di Indonesia. Adapun referensi yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

1. "Pengembangan Tanggul Ramah Lingkungan untuk Mengatasi Banjir di Daerah Irigasi Rawa" oleh Dwi Haryanto dan Siti Nurul Hidayah.
2. "Pengembangan Tanggul Ramah Lingkungan untuk Meningkatkan Produktivitas Pertanian di Daerah Irigasi Rawa" oleh Agus Sutanto dan Siti Aminah.
3. "Pengembangan Tanggul Ramah Lingkungan dengan Biaya Rendah untuk Daerah Irigasi Rawa" oleh Bambang Suryanto dan Siti Fatimah.

1.1 Konsep Desain Tanggul Pelindung

Desain tanggul pelindung adalah suatu konsep yang digunakan untuk mengurangi dampak bencana alam seperti banjir, tsunami, dan longsor. Tanggul pelindung dirancang untuk meminimalkan kerusakan yang disebabkan oleh bencana alam tersebut. Desain tanggul pelindung harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti topografi, hidrologi, dan geologi. Selain itu, desain tanggul pelindung juga harus mempertimbangkan faktor sosial dan ekonomi masyarakat yang tinggal di sekitar tanggul pelindung.

1.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi Desain Tanggul Pelindung

Desain tanggul pelindung dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti topografi, hidrologi, dan geologi. Topografi mempengaruhi desain tanggul pelindung karena topografi daerah yang akan dilindungi harus dipertimbangkan agar tanggul pelindung dapat berfungsi dengan baik. Hidrologi juga mempengaruhi desain tanggul pelindung karena debit air yang melintasi tanggul pelindung harus dipertimbangkan

agar tanggul pelindung tidak rusak. Geologi juga mempengaruhi desain tanggul pelindung karena jenis tanah dan batuan yang ada di daerah tersebut harus dipertimbangkan agar tanggul pelindung dapat berdiri dengan kokoh.

1.3 Teknologi yang digunakan dalam Desain Tanggul Pelindung

Teknologi yang digunakan dalam desain tanggul pelindung terus berkembang seiring dengan perkembangan zaman. Teknologi yang digunakan dalam desain tanggul pelindung antara lain teknologi penginderaan jauh, teknologi informasi geografis, dan teknologi pemodelan hidrologi. Teknologi penginderaan jauh digunakan untuk memetakan daerah yang akan dilindungi oleh tanggul pelindung. Teknologi informasi geografis digunakan untuk memetakan topografi daerah yang akan dilindungi oleh tanggul pelindung. Teknologi pemodelan hidrologi digunakan untuk memprediksi debit air yang akan melintasi tanggul pelindung.

1.4 Desain Kriteria

Desain tanggul pelindung dilakukan dengan memperhatikan kriteria berikut:

1. Standar dan pedoman desain yang digunakan dalam perencanaan tanggul pelindung mengikuti hal berikut :
 - a. SN 18-460-2017 tentang Persyaratan Perencanaan Geoteknik.
 - b. Pusgen – Peta Sumber Gempa dan Bahaya Gempa Indonesia tahun 2017.
 - c. EM 1110-2-2502 tentang *Retaining and Flood Walls*
 - d. FHWA tentang *Earth Retaining Structures*.
2. Tampak dan perspektif tanggul.
3. Material, adapun standar material yang digunakan dalam perencanaan desain struktur tanggul pelindung antara lain:
 - a. *Lean concrete*; $f_c = 17$ MPa, mengacu kepada SNI 03-2847-2013
 - b. *Soil clay*; $Modulus\ Youngs = 50$ Mpa, $Poissons\ Ration = 0,4$; $Compressive\ ultimate\ strength = 10$ Mpa.
 - c. *Sand*; $Density = 1400$ kg/m³
 - d. *Geobag*.

1.5. Batasan Desain

Stabilitas tanggul harus mengikuti kriteria desain yang sesuai dengan perancangan pondasi dengan persyaratan sebagai berikut:

- a. Ketahanan terhadap geser (sliding resistance) minimum 1,5 kali lebih besar (statik) dan 1,1 (seismik) akibat gaya geser yang disebabkan oleh beban rencana. Tahanan geser yang diperhitungkan adalah base shear dan tahanan pasif. Namun tahanan pasif harus diabaikan kecuali dapat dipastikan bahwa tekanan pasif dapat dipastikan tetap ada selama umur rencana.
- b. Ketahanan terhadap pengangkatan (uplift resistance) harus minimum 1,5 kali lebih besar dari gaya angkat akibat beban, ketahanan ini sedapat mungkin diatasi dengan beban mati. Dalam situasi khusus dapat menggunakan sistem ankur
- c. Ketahanan akibat guling.

1.6 Gaya pada Tanggul

Pembebanan yang direncanakan dalam perhitungan stabilitas tanggul adalah sebagai berikut:

a. Berat sendiri

Beban mati pada struktur bangunan ditentukan dengan menggunakan berat jenis beton yaitu 1600 kg/m^3 sehingga didapatkan berat tanggul *geobag* total sebesar 9.887.178 kg. Pada perencanaan diasumsikan berat tanggul bersifat komposit antar elemennya sehingga tanggul *geobag* dapat diasumsikan sebagai *gravity wall*.

b. Beban hidrostatik

Gaya hidrostatik merupakan gaya akibat tekanan statis air yang bekerja tegak lurus pada permukaan tanggul yang mengalami kontak dengan air. Gaya hidrostatik ini dapat diproyeksikan pada arah horizontal dan arah vertikal. Akibat perbedaan elevasi muka air antara hulu dan hilir maka terjadi resultan gaya hidrostatik searah dengan arah aliran. Resultan gaya hidrostatik arah horizontal tersebut berusaha menggeser dan menggulingkan badan dari tanggul *geobag*.

c. Beban up-lift

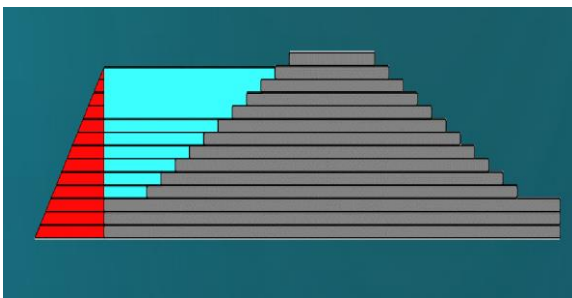
Gaya *up-lift* terjadi pada permukaan tanggul di mana disebabkan karena pengaruh tinggi air sehingga terjadi tekanan air dan rembesan air pada tanggul. Dalam hal ini didapatkan besaran beban *up-lift* pada tanggul.

2. Hasil dan Pembahasan

2.1 Analisis terhadap Sliding

Hasil analisis perhitungan terhadap ketahanan terhadap beban geser (*sliding*) sebagai berikut :

- Faktor keamanan geser = 1,50
- Total berat Geobag (*sand*) = 9.887.178 kg
- Total berat Geobag (*lean concrete*) = 12.005.859 kg
- Total berat beban hidrostatik = 8.626.254 kg
- Luas area *Geobag* = 321,75 m²
- Sudut gesek antara tanah dasar - dan pondasi *geobag* = 1,9



Gambar 1. Gaya Akibat Beban Geser (*Sliding*)

Sand:

$$SF = \frac{\sum Rh}{\sum Ph} = \frac{35.175.521}{7.446.530} = 4,72$$

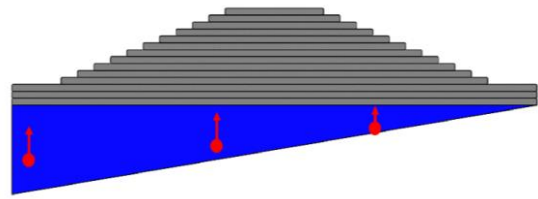
Lean Concrete:

$$SF = \frac{\sum Rh}{\sum Ph} = \frac{39.201.015}{7.446.530} = 5,26$$

2.2 Analisis terhadap Up-Lift

- Faktor keamanan geser = 1,50
- Total berat geobag = 9.887.178 kg

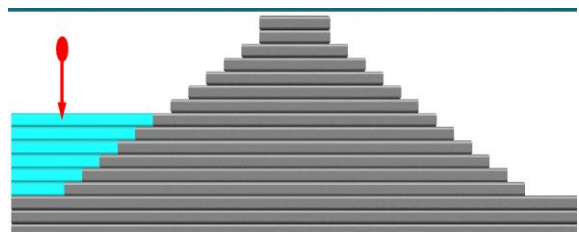
- Total berat akibat beban = - 6.013.380 kg



Gambar 2. Gaya akibat beban Up-Lift

2.3 Analisis terhadap Overturning

- Faktor keamanan geser = 2,00
- Total berat geobag = 9.887.178 kg
- Total berat akibat beban hidrostatik-vertikal = 8.626.254 kg
- Total berat akibat beban hidrostatik-Horizontal = 7.446.530 kg



Gambar 3. Gaya akibat beban hidrostatik

Sand:

$$SF = \frac{\sum Rh}{\sum Ph} = \frac{18.513.432}{7.446.530} = 2,49$$

Lean Concrete:

$$SF = \frac{\sum Rh}{\sum Ph} = \frac{20.632.113}{7.446.530} = 2,77$$

Tabel 1. Rekapitulasi perhitungan pembebanan

Design Stability Review	F.S Allowable	F.S Design (Sand)	F.S Design (Concrete)	Design Note
Sliding stability	1,50	4,72	4,72	Safe
Uplift stability	1/3	1,64	1,64	Safe
Overturning stability	1,10	2,49	2,49	Safe

2.4 Analisis FEM pada Tanggul

Pada analisis FEM dengan ketinggian tanggul 7,20 meter dengan beban hidrostatik setinggi 4 meter didapatkan nilai defleksi maksimum pada tanggul yaitu sebesar 3,78mm, dengan Batasan defleksi dinding mengacu pada SNI 8460-2017 dimana toleransi defleksi dinding maksimum adalah sebesar 0,5% H yaitu sebesar 35 mm.

Pada analisis FEM didapatkan pada ketinggian muka air 5,8 meter didapatkan juga nilai stress maksimum pada geobag akibat beban hidrostatik besaran stress maksimum yang terjadi yaitu 0,234 Mpa pada sisi hulu tanggul dan sebesar 0,278 Mpa pada sisi tanggul.

3. Kesimpulan

Merancang dan membangun tanggul pelindung yang efektif berdasarkan analisis mendalam terhadap kondisi lingkungan, pola aliran air, dan struktur tanah di daerah irigasi rawa secara signifikan dapat mengurangi risiko banjir dan kerusakan tanggul yang ada. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti curah hujan, elevasi lahan, karakteristik hidrologi, serta menerapkan desain yang kokoh dan sesuai dengan kondisi geografis dan hidrologi daerah, tanggul pelindung baru dapat memberikan manfaat seperti pengurangan risiko banjir, meningkatkan irigasi yang berkelanjutan, meminimalkan kerusakan tanggul, dukungan terhadap perekonomian petani, serta peningkatan manfaat lingkungan.

4. Daftar Pustaka

1. Suryadi, A. (2015). *Desain Tanggul Pelindung*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
2. Kusuma, A. (2016). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Desain Tanggul Pelindung. *Jurnal Teknik Sipil*, 10(2), 45-52.
3. Pratama, B. (2017). Teknologi yang Digunakan dalam Desain Tanggul Pelindung. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 5(1), 12-19.
4. Setiawan, C. (2018). Peran Desain Tanggul Pelindung dalam Mengurangi Dampak Bencana Alam. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 12(2), 89-96.
5. Wijaya, D. (2019). Pengembangan Teknologi Desain Tanggul Pelindung. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 13(1), 23-30.