

Review Design dalam Rangka Penanggulangan Banjir di Kali Jeroan Kabupaten Madiun

Andri Kurniawan¹ dan Nursiah Chairunnisa²

¹Fakultas Teknik, Universitas Islam Batik Surakarta

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Jl. A. Yani KM. 35,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714, Indonesia

ABSTRACT

Floods occur when the overflowing water cannot be accommodated by the river and inundates the flat area around the river. Flood protection parapets are one method for dealing with flooding on the Jeroan River in Madiun Regency. The 300-meter-long parapet was built in 2019. However, water seepage outside the embankment caused landslides, which was a problem during maintenance. So, from 2020 to 2021, the handling of the Jeroan River is evaluated based on financial conditions and input from the work directors. The stability analysis method was carried out using Geoslope software under normal, earthquake and rapid drawdown conditions. The results of the research were carried out at a location in Gelonggong Village, which was evaluated with three conditions and the addition of simple concrete blocks. The results show the safety factor value for normal conditions is 1.80, earthquake conditions 1.32, and rapid drawdown 1.6. At this location, slope strength is not added because the location is far from residential areas, so it does not endanger residents. The results of the analysis carried out in Kedung Jati Village, where there were three conditions, strengthening gabions and adding flat plate concrete blocks, showed a normal safety factor value of 3.19, earthquake conditions 2.18, and rapid drawdown 3.07. In Warurejo Village, the normal safety factor value was 3.19, earthquake conditions 2.25, and rapid drawdown 3.20. In Babadan Lor Village, the normal safety factor value was 3.26, earthquake conditions 2.78, and rapid drawdown 3.20.

Keywords: Flood, Gabion, Geoslope, Safety Factor, Parapet, Stability.

ABSTRAK

Banjir terjadi ketika air yang meluap tidak dapat ditampung oleh sungai dan menggenangi wilayah datar di sekitar sungai. Parapet penahan banjir adalah salah satu metode untuk menangani banjir di Sungai Jeroan di Kabupaten Madiun. Parapet sepanjang 300 meter dibangun pada tahun 2019. Namun, rembesan air di luar tanggul menyebabkan longsor, yang merupakan masalah selama perawatan. Jadi, dari tahun 2020 hingga 2021, penanganan Sungai Jeroan dievaluasi berdasarkan kondisi keuangan dan masukan dari direksi pekerjaan. Metode analisis stabilitas dilakukan menggunakan software Geoslope dengan kondisi normal, gempa, dan rapid drawdown. Hasil penelitian dilakukan pada lokasi di Desa Gelonggong, yang dievaluasi dengan tiga kondisi dan penambahan balok beton sederhana. Hasilnya menunjukkan nilai faktor keamanan untuk kondisi normal 1.80, kondisi gempa 1.32, dan rapid drawdown 1.6. Di lokasi ini tidak ditambahkan kekuatan lereng karena lokasi jauh dari pemukiman, sehingga tidak membahayakan penduduk sekitar. Hasil analisis yang dilakukan pada Desa Kedung Jati, di mana ada tiga kondisi, perkuatan bronjong dan penambahan balok beton plat rata, menunjukkan nilai faktor keamanan normal 3.19, kondisi gempa 2.18, dan rapid drawdown 3.07. Di Desa Warurejo, nilai faktor keamanan normal 3.19, kondisi gempa 2.25, dan rapid drawdown 3.20. Di Desa Babadan Lor, nilai faktor keamanan normal 3.26, kondisi gempa 2.78, dan rapid drawdown 3.20.

Kata kunci: Banjir, Bronjong, Geoslope, Faktor Keamanan, Parapet, Stabilitas.

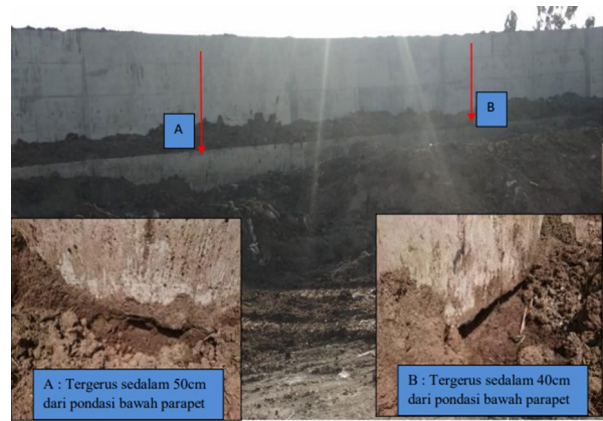
Correspondence : Andri Kurniawan
Email : andrimartinez1991@gmail.com

1 PENDAHULUAN

Sungai memegang peranan penting dalam rangka peningkatan kesejahteraan dan kualitas hidup masyarakat Indonesia. Salah satunya yaitu potensi sumber air yang dapat dimanfaatkan dari air sungai menjadi sumber air buatan, misalnya bendungan, embung, dan bendung. Potensi sumber air dari sungai dapat dimanfaatkan guna memenuhi berbagai keperluan akan air untuk air baku bagi rumah tangga, irigasi, industri dan sebagainya. Pemanfaatan potensi air sungai tersebut harus dibarengi dengan pengendalian dan pelestarian sumber air terhadap kuantitas dan kualitas (sumber) airnya. Agar tidak menimbulkan kerusakan/kemerosotan lingkungan di sekitarnya (*river training/river improvement*).

Banjir dan longsor merupakan bencana yang *predictable* disebabkan oleh kombinasi faktor-faktor alam dan kegiatan manusia yang menyebabkan menurunnya fungsi hidrologis ekosistem DAS. Banjir merupakan peristiwa terjadi genangan pada daerah datar sekitar sungai akibat meluapnya air yang tidak mampu ditampung oleh sungai. Selain itu, kerusakan-kerusakan biasanya disebabkan oleh derasnya aliran sungai yang sedikit demi sedikit mengikis dasar lereng kiri dan kanan sungai sehingga menyebabkan tingginya laju erosi secara terus menerus. (Amir et al., 2024).

Penyebab banjir yang sering terjadi akibat meluapnya aliran Sungai Jeroan pada saat debit air sungai meningkat karena kapasitas tampungan dari kali tersebut sudah tidak mampu mengalirkan debit air sungai yang meningkat. Salah satu cara penanganan banjir yang ada pada Sungai Jeroan di Kabupaten Madiun adalah pembangunan parapet penahan banjir. Pada pelaksanaan tahun 2019 telah dilaksanakan pembangunan parapet sepanjang 300 meter. Akan tetapi, mengalami permasalahan pada saat pemeliharaan berupa longsor akibat dari rembesan air yang berada di luar tanggul (Gambar 1). Sehingga pada pelaksanaan tahun 2020 sampai 2021 dilakukan *review* penanganan Sungai Jeroan dengan mempertimbangkan kondisi keuangan serta masukan dari direksi pekerjaan.



Gambar 1. Kerusakan Parapet akibat Rembesan Air

2 METODE PENELITIAN

Untuk mengetahui keamanan struktur yang dibuat dilakukan analisis stabilitas lereng secara keseluruhan. Menurut Boulevard et al., n.d., analisis stabilitas lereng meliputi konsep kemantapan lereng yaitu penerapan pengetahuan mengenai kekuatan geser tanah. Keruntuhan geser pada tanah dapat terjadi akibat gerak relatif antar butirnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa kekuatan geser tanah terdiri atas bagian yang bersifat kohesif, tergantung pada macam tanah dan ikatan butirnya, dan bagian yang bersifat gesekan, yang sebanding dengan tegangan efektif yang bekerja pada bidang geser (Aisah dan Ardiansyah, 2023).

Kajian optimasi ini dilakukan dengan menggunakan Software Geostudio. Menurut Devi dkk., Program Geostudio merupakan program pemodelan Geoteknik dengan metode Kesetimbangan batas (*limit equilibrium method*) yang menyimpulkan karakteristik tanah untuk mendapatkan nilai deformasi dan stabilitas dari tanah berdirinya bangunan.

Pada Geostudio terdapat pembagian pemodelan antara lain pemodelan stabilitas yang menunjukkan nilai SF dengan (SLOPE/W), pemodelan rembesan dengan (SEEP/W), pemodelan tegangan dan deformasi dengan (SIGMA/W), pemodelan dinamis dengan (QUAKE/W), pemodelan panas bumi dengan (TEMP/W), pemodelan tahanan dengan (CTAN/W), dan menurut Pradhana & Abdurrozaq juga bisa pemodelan udara dengan (AIR/W) (Riskyanto et al., 2023).

Konsentrasi analisis adalah stabilitas lereng dengan menggunakan *Slope/W*. Menurut Hardiyatmo, pada lantai non-horizontal ataupun miring, bagian gravitasi cenderung menggerakkan lantai ke dasar. Analisa ini kerap dipakai dalam konsep arsitektur seperti jalan, jembatan, bendungan, perkuatan lereng sungai, dan lain-lain. (Putra et al., 2023). Faktor keamanan lereng ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Faktor Keamanan Lereng

No	Faktor Keamanan (FK)	Kerentanan Keamanan Lereng
1	$\leq 1,2$	Gerakan Tanah Sering Terjadi (Labil)
2	$1,2 < FK \leq 1,7$	Gerakan Tanah Pernah Terjadi (Kritis)
3	$1,7 < FK \leq 2,0$	Gerakan Tanah Jarang Terjadi (Relatif Stabil)
4	$> 2,0$	Gerakan Tanah Sangat Jarang Terjadi (Stabil)

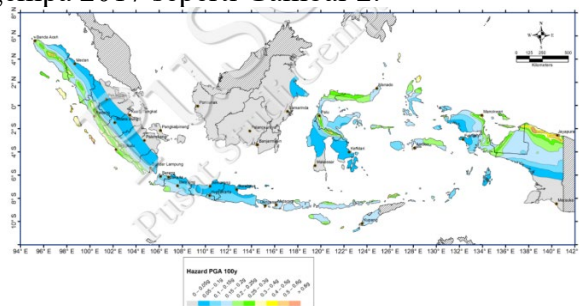
Analisis yang dilakukan pada Sungai Jeroan meliputi 3 (tiga) kondisi sebagai berikut:

1. Analisis Kondisi Normal

Analisis ini dilakukan dengan memasukan semua data desain tanpa menambahkan pengaruh tambahan pada saat melakukan simulasi.

2. Analisis pada Kondisi Gempa

Pada analisis yang dilakukan menggunakan parameter kegempaan adalah percepatan gempa di lokasi Sungai Jeroan percepatan gempa ditunjukkan pada peta gempa 2017 seperti Gambar 2.



Gambar 2. Peta Gempa Indonesia

3. Analisis pada Kondisi *Rapid Drawdown*.

Dalam analisis stabilitas lereng, salah satu kondisi kritis yang harus diperhatikan adalah kondisi *rapid drawdown* atau penurunan muka air cepat (Islami et al., 2015).

4. Penambahan konstruksi pengaman lereng dan rembesan

Analisis *review* yang dilakukan akibat rembesan dengan menggunakan perkuatan bronjong dan penambahan *flat concrete sheet pile*. Menurut Dinas PU tahun 1999, bronjong adalah kotak yang terbuat dari anyaman kawat baja berlapis seng yang pada penggunaannya diisi batu-batu untuk pencegah erosi yang dipasang pada tebing-tebing dan tepi-tepi sungai (Safriani dan Sari, 2018). Pemasangan bronjong dimaksudkan untuk memberikan jalan air dari luar tanggul sehingga dapat menuju ke sungai. *Flat sheet pile* adalah dinding turap yang berbentuk balok-balok. Biasanya diaplikasikan pada proyek dermaga, bantaran sungai, dan konstruksi dinding penahan tanah (Shafira, Totok, 2020). Pemasangan material ini dimaksudkan untuk memperpanjang garis rembesan aliran air pada tanggul sungai.

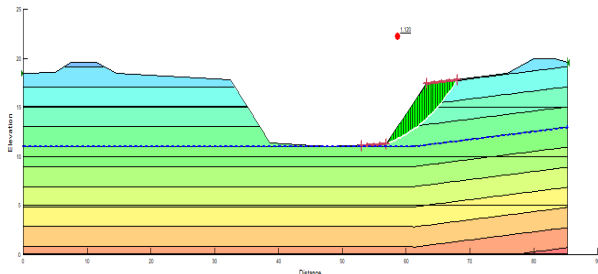
Analisis yang dilakukan didasarkan pada pelaksanaan pekerjaan yang sudah dilakukan pada tahun 2019. Pelaksanaan yang dilakukan pada tahun 2019 adalah pekerjaan parapet dan peninggian tanggul. Kegiatan analisis yang dilakukan menggunakan bantuan Software *Geoslope*. Kegiatan ini berfokus pada stabilitas pada lereng sungai di masing-masing desa. Pemilihan penanganan dilakukan berdasarkan kondisi di luar tanggul serta mempertimbangkan dari *outcome* dari pekerjaan.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

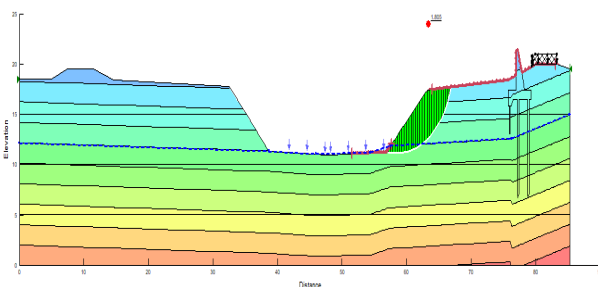
3.1 Desa Gelonggong

Analisis yang dilakukan dengan melakukan permodelan pada lokasi di Desa Gelonggong dengan memperhatikan kondisi geometri penampang sungai. Konstruksi yang digunakan pada lokasi ini adalah parapet dengan

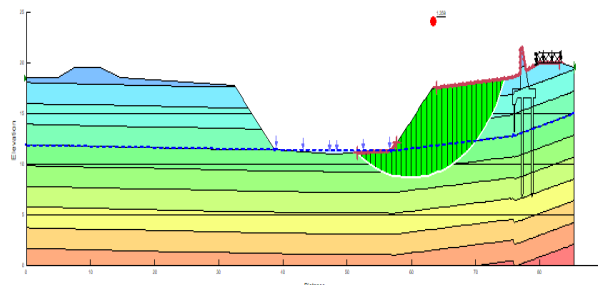
tinggi 4 meter dan penambahan *Flat Concrete Pile* menggunakan pondasi *Spun Pile* 10 meter. Berikut ini hasil analisis yang dilakukan dengan menggunakan *software* pada Gambar 3 sd Gambar 6.



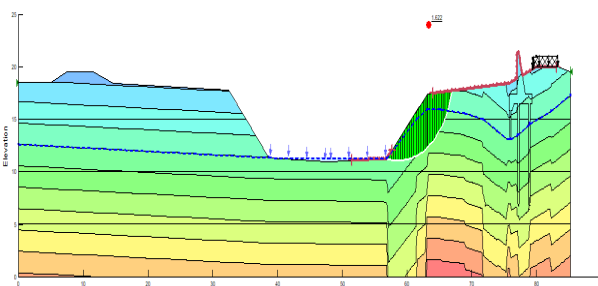
Gambar 3. Kondisi Kosong dengan Gempa



Gambar 4. Desain Parapet + *Spoon Pile* 10 m + FCSP 3 m dengan Beban Bangunan



Gambar 5. Desain Parapet + *Spoon Pile* 10 m + FCSP 3 m dengan Beban Gempa dan *Excavator*



Gambar 6. *Rapid Drawdown* Desain Parapet + *Spoon Pile* 10 m + FCSP 3 m dengan

Excavator

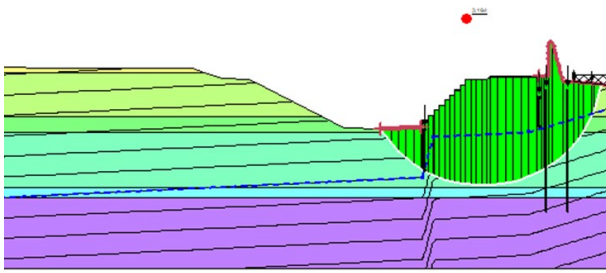
Berikut ini hasil dari analisis yang dilakukan pada Desa Gelonggong dengan tiga kondisi simulasi pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Analisis dari Ketiga Kondisi di Desa Gelonggong

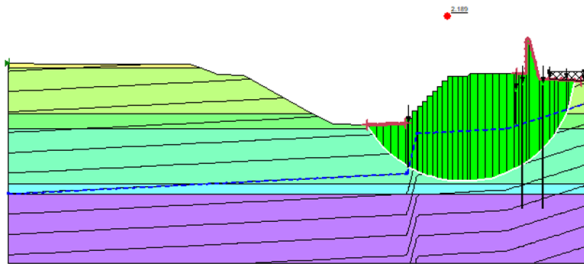
Kondisi	<i>Safety Factor</i>	SNI	Keterangan
<i>Existing</i> Kosong dengan Beban Gempa	1.12	1.2	Tidak Memenuhi
Desain Parapet + <i>Spoon Pile</i> 10 m+FCSP 3 m dengan Beban Bangunan	1.80	1.5	Memenuhi
Desain Parapet + <i>Spoon Pile</i> 10 m + FCSP 3 m dengan Beban Gempa dan <i>Excavator</i>	1.35	1.2	Memenuhi
<i>Rapid Drawdown</i> Desain Parapet + <i>Spoon Pile</i> 10 m + FCSP 3 m dengan <i>Excavator</i>	1.62	1.3	Memenuhi

3.2 Desa Kedung Jati

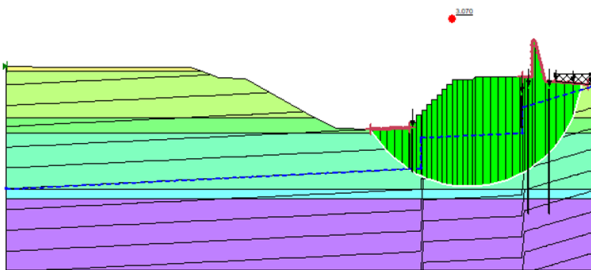
Hasil analisis yang dilakukan di desa Kedung Jati berdasarkan geometri sungai pada lokasi. Analisis yang dilakukan dengan perkuatan parapet, bronjong, dan *flat concrete sheet pile* dengan pondasi *strous pile*. Berikut ini hasil analisis yang dilakukan dengan menggunakan *software* pada Gambar 7 sd Gambar 9:



Gambar 7. Desain Parapet 4 m + *Strous Pile* 12 m dengan Jarak 2,5 m + FCSP 3 m + Bronjong 4,2 m + FCSP 4 m dengan Beban Akses Jalan



Gambar 8. Desain Parapet 4 m + *Strous Pile* 12 m dengan Jarak 2,5 m + FCSP 3 m + Bronjong 4,2 m + FCSP 4 m dengan Beban Akses Jalan dan Beban Gempa



Gambar 9. *Rapid Drawdown* Desain Parapet 4 m + *Strous Pile* 12 m dengan Jarak 2,5 m + FCSP 3 m + Bronjong 4,2 m + FCSP 4 m dengan Beban Akses Jalan

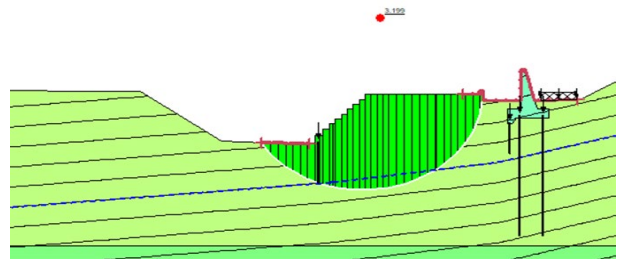
Berikut ini hasil dari analisis yang dilakukan pada Desa Kedung Jati dengan 3 kondisi simulasi pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Analisis dari Ketiga Kondisi di Desa Kedung Jati

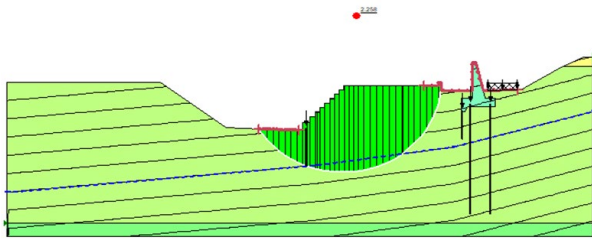
Kondisi	<i>Safety Factor</i>	SNI	Keterangan
Desain Parapet 4 m + <i>Strous Pile</i> 12 m dengan Jarak 2,5 m + FCSP 3 m + Bronjong 4,2 m + FCSP 4 m dengan Beban Akses Jalan	3.19	1.5	Memenuhi
Desain Parapet 4 m + <i>Strous Pile</i> 12 m dengan Jarak 2,5 m + FCSP 3 m + Bronjong 4,2 m + FCSP 4 m dengan Beban Akses Jalan dan Beban Gempa	2.18	1.2	Memenuhi
<i>Rapid Drawdown</i> Desain Parapet 4 m + <i>Strous Pile</i> 12 m dengan Jarak 2,5 m + FCSP 3 m + Bronjong 4,2 m + FCSP 4 m dengan Beban Akses Jalan	3.07	1.3	Memenuhi

3.3 Desa Warurejo

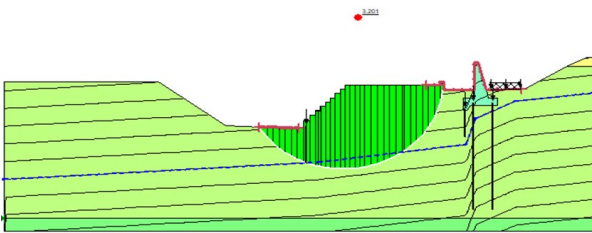
Hasil analisis yang dilakukan di Desa Warujero berdasarkan geometri sungai pada lokasi. Berikut ini hasil analisis yang dilakukan dengan menggunakan *software* pada Gambar 10 sd Gambar 12.



Gambar 10. Desain Parapet 4 m + *Strous Pile* 12 m dengan Jarak 2,5 m + FCSP 3 m + Bronjong 4,2 m + FCSP 4 m dengan Beban Akses Jalan



Gambar 11. Desain Parapet 4 m + *Strous Pile* 12 m dengan Jarak 2,5 m + FCSP 3 m + Bronjong 4,2 m + FCSP 4 m dengan Beban Akses Jalan dan Beban Gempa



Gambar 12. *Rapid Drawdown* Desain Parapet 4 m + *Strous Pile* 12 m dengan Jarak 2,5 m + FCSP 3 m + Bronjong 4,2 m + FCSP 4 m dengan Beban Akses Jalan

Berikut ini hasil dari analisis yang dilakukan pada Desa Warurejo dengan 3 kondisi simulasi pada Tabel 4.

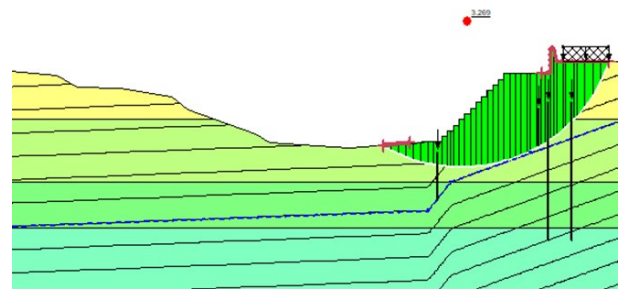
Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Analisis dari Ketiga Kondisi di Desa Warurejo

Kondisi	<i>Safety Factor</i>	SNI	Keterangan
Desain Parapet 4 m + <i>Strous Pile</i> 12 m dengan Jarak 2,5 m + FCSP 3 m + Bronjong 4,2 m + FCSP 4 m dengan Beban Akses Jalan	3.19	1.5	Memenuhi
Desain Parapet 4 m + <i>Strous Pile</i> 12 m dengan Jarak 2,5 m + FCSP 3 m + Bronjong 4,2 m + FCSP 4 m dengan Beban	2.25	1.2	Memenuhi

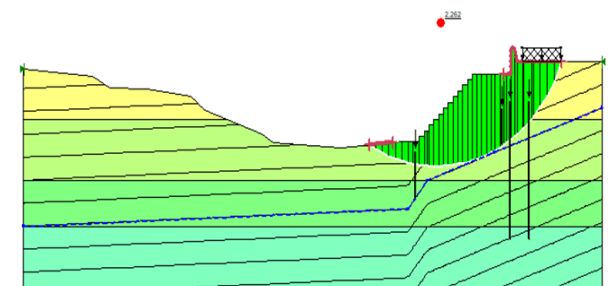
Kondisi	<i>Safety Factor</i>	SNI	Keterangan
Akses Jalan dan Beban Gempa <i>Rapid Drawdown</i>	3.20	1.3	Memenuhi
Desain Parapet 4 m + <i>Strous Pile</i> 12 m dengan Jarak 2,5 m + FCSP 3 m + Bronjong 4,2 m + FCSP 4 m dengan Beban Akses Jalan			

3.4 Desa Babadan Lor

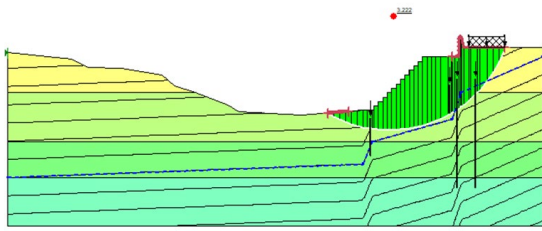
Hasil analisis yang dilakukan di Desa Babadan Lor berdasarkan geometri sungai pada lokasi. Berikut ini hasil analisis yang dilakukan dengan menggunakan *software* pada Gambar 13 sd Gambar 15.



Gambar 13. Desain Parapet 4 m + *Strous Pile* 12 m dengan Jarak 2,5 m + FCSP 3 m + Bronjong 6,2 m + FCSP 4 m dengan Beban Akses Jalan



Gambar 14. Desain Parapet 4 m + *Strous Pile* 12 m dengan Jarak 2,5 m + FCSP 3 m + Bronjong 6,2 m + FCSP 4 m dengan Beban Akses Jalan dan Beban Gempa



Gambar 15. *Rapid Drawdown* Desain Parapet 4 m + *Strous Pile* 12 m dengan Jarak 2,5 m + FCSP 3 m + Bronjong 6,2 m + FCSP 4 m dengan Beban Akses Jalan

Berikut ini hasil dari analisis yang dilakukan pada Desa Babadan Lor dengan 3 kondisi simulasi pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Analisis dari Ketiga Kondisi di Desa Babadan Lor

Kondisi	<i>Safety Factor</i>	SNI	Keterangan
Desain Parapet 4 m + <i>Strous Pile</i> 12 m dengan Jarak 2,5 m + FCSP 3 m + Bronjong 6,2 m + FCSP 4 m dengan Beban Akses Jalan	3.26	1.5	Memenuhi
Desain Parapet 4 m + <i>Strous Pile</i> 12 m dengan Jarak 2,5 m + FCSP 3 m + Bronjong 6,2 m + FCSP 4 m dengan Beban Akses Jalan dan Beban Gempa	2.26	1.2	Memenuhi
<i>Rapid Drawdown</i> Desain Parapet 4 m + <i>Strous Pile</i> 12 m dengan Jarak 2,5 m + FCSP 3 m + Bronjong 6,2 m + FCSP 4 m dengan Beban Akses Jalan	3.22	1.3	Memenuhi

4 KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil analisis yang dilakukan terhadap penanganan pengendalian banjir dilakukan dengan pembangunan parapet dengan kekuatan lereng, bronjong ditambahkan *flat concrete sheet pile*, dan sesuai dengan kondisi *existing*. Berikut ini kesimpulan analisis yang dilakukan dengan mempertimbangkan lokasi *existing*:

1. Pada lokasi di Desa Gelonggong dilakukan analisis dengan 3 kondisi beserta penambahan *flat concrete sheet pile* di mana hasil yang didapat nilai *safety factor* adalah kondisi normal 1.80, kondisi gempa 1.32, *rapid drawdown* 1.6. pada lokasi ini tidak ditambahkan kekuatan lereng dikarenakan lokasi berada jauh dari pemukiman sehingga tidak membahayakan penduduk sekitar.
2. Hasil analisis yang dilakukan pada Desa Kedung Jati dengan 3 kondisi beserta kekuatan bronjong dan penambahan *flat concrete sheet pile* didapatkan hasil nilai *safety factor* adalah kondisi normal 3.19, kondisi gempa 2.18, *rapid drawdown* 3.07.
3. Di Desa Warurejo didapatkan hasil *safety factor* adalah kondisi normal 3.19, kondisi gempa 2.25, *rapid drawdown* 3.20.
4. Sementara itu hasil analisis Di Desa Babadan Lor didapat nilai *safety factor* adalah kondisi normal 3.26, kondisi gempa 2.26, *rapid drawdown* 3.22.

DAFTAR RUJUKAN

- Aisah, E., & Ardiansyah, D. (2023). Pengaruh Geometri Lereng Terhadap Stabilitas Lereng menggunakan Aplikasi SLOPE/W 2012. *Jurnal Tekno Global*, 12(01), 1–7. <https://doi.org/10.36982/jtg.v12i01.308>
- Amir, M., Musa, R., & Mallombassi, A. (2024). Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Software Geoslope pada Sungai Rongkong (Kabupaten Luwu Utara). 06(1), 113–126.

- Islami, A. N. Al, Suryo, E. A., & Rachmansyah, A. (2015). *Analisis Stabilitas Bendungan Selorejo Akibat Rapid Drawdown Berdasarkan Hasil Survey Electrical Resistivity Tomography (Ert)*.
https://www.neliti.com/publications/113973/analisis-stabilitas-bendungan-selorejo-akibat-rapid-drawdown-berdasarkan-hasil-s%0Ahttps://www.academia.edu/download/38582882/Jurnal_Auliya_Nusyura_AlIslami_105060107111008.pdf
- Putra, A. R., Asmaranto, R., & Suprijanto, H. (2023). Analisis Stabilitas Perkuatan Lereng Sungai Jatiroto Bagian Hulu Kabupaten Lumajang dengan Menggunakan Software Geostudio. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 3(1), 169–180.
<https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2023.003.01.16>
- Riskyanto, M. W., Putra, P. P., & Wicaksono, L. A. (2023). Optimalisasi Stabilitas Lereng pada Daerah Sempadan Sungai Santer Kecamatan Gumukmas Kabupaten Jember. *Bentang: Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 11(1), 11–20.
<https://doi.org/10.33558/bentang.v11i1.4531>
- Safriani, M., & Sari, D. P. (2018). Studi Perencanaan Bangunan Bronjong Pada Tikungan Sungai Di Desa Meunasah Buloh. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 14(2), 107.
<https://doi.org/10.25077/jrs.14.2.107-120.2018>
- Shafira, Totok, L. (2020). Analisis Safety Factor dengan Perkuatan Corrugated Concrete Sheet Pile Menggunakan Geolistrik dan Cone Penetration Test (Studi Kasus pada Proyek Perbaikan Lereng Pt. Komatsu Remanufacturing Asia). *Jurnal Tugas Akhir Teknik Sipil Volume 4, Nomor 1, Oktober 2020 Web*, 4, 1–12.