



# **STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN TEROWONGAN PENGELAK BENDUNGAN TUGU KABUPATEN TRENGGALEK**

## **SKRIPSI**

“Diajukan Sebagai Salah Satu Prasyarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Strata I (SI) Teknik Sipil”



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

**2020**

## STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN TEROWONGAN PENGELAK BENDUNGAN TUGU KABUPATEN TRENGGALEK

Bakti Yudi Firmanto<sup>1</sup>, Eko Noerhayati<sup>2</sup>, Bambang Suprpto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, email:

[134ktiyadi@gmail.com](mailto:134ktiyadi@gmail.com)

<sup>2</sup>Dosen Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Malang, email:

[eko.noerhayati@unisma.ac.id](mailto:eko.noerhayati@unisma.ac.id)

<sup>2</sup>Dosen Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Malang, email:

[Bambang.Suprpto@unisma.ac.id](mailto:Bambang.Suprpto@unisma.ac.id)

### ABSTRAK

Perencanaan terowongan pengelak bendungan Tugu kabupaten Trenggalek adalah bangunan pelengkap yang penting dalam perencanaan bendungan Tugu. Bangunan yang pertama dibangun pada tahap pelaksanaan konstruksi bendungan yaitu bangunan pengelak. Fungsi bangunan pengelak untuk mengalihkan aliran sungai selama pelaksanaan konstruksi bendungan agar pembangunan bendungan mudah dan cepat digunakan. Dalam merencanakan terowongan pengelak perlu mempertimbangkan kondisi topografi, kondisi geologi, kondisi hidrologi dan hidrolika. Data data eksisting tersebut digunakan untuk menganalisa beban terowongan pengelak yang di tinjau dari tekanan vertikal, dan tekanan horizontal serta menghitung kestabilan terowongan. Terowongan pengelak pada akhir konstruksi nantinya akan dialih fungsikan sebagai bangunan pengambilan yang digunakan untuk suplesi irigasi dan air baku. Dari hasil perencanaan didapatkan analisa debit banjir rancangan  $Q_{25th} = 298,16 \text{ m}^3/\text{det}$  dengan metode hidrograf satuan sintetis nakayasu. Dimensi terowongan pengelak di dapatkan 4 m dengan menggunakan perhitungan penelusuran banjir dengan debit kala ulang 25 tahun dan di rencanakan berbentuk lingkaran. Pada pembebanan terowongan didapatkan tekanan horizontal dan tekanan vertikal yaitu tekanan batuan vertikal = 7,89 t/m, berat sendiri = 1,68 t/m, tekanan air vertikal = 4 m, tekanan air dalam terowongan = 9,6 t/m<sup>2</sup>, tekanan batuan horizontal (kondisi normal) = 3,95 t/m, tekanan batuan horizontal (kondisi gempa) = 0,59 t/m, dan tekanan uplift = 9,4 t/m<sup>2</sup>. Stabilitas terowongan pada batuan keras didapatkan 23 t/m<sup>2</sup> lebih kecil dari dari batas tegangan ijin yaitu 35,63 t/m<sup>2</sup>, sehingga desain ini aman.

**Kata Kunci:** Terowongan pengelak, debit rancangan, beban terowongan.



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Manfaat bendungan Tugu yaitu menyediakan air untuk kebutuhan air baku, irigasi, pembangkit tenaga listrik mikro hidro, serta pengendali banjir di area Trenggalek. Bendungan ini menahan air dari Kali Keser yang memiliki luas daerah aliran sungai 43,060 km<sup>2</sup> dengan panjang sungai 9,295 km. Bendungan tipe urugan ini direncanakan memiliki kapasitas tampungan total sebesar 9,30 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> dan dapat mengaliri lahan seluas 1.200 Ha, menyediakan pasokan air baku sebesar 0,4 m<sup>3</sup>/detik, serta menghasilkan listrik mikro hidro sebesar 0,40 MW.

Pembangunan bendungan Tugu ini sudah melewati beberapa tahap mulai dari tahap perencanaan yaitu survey investigasi dan desain yang telah selesai di akhir tahun 2013 dengan ditandai keluarnya sertifikat konstruksi bendungan oleh menteri pekerjaan umum dan perumahan rakyat. Pada bulan Desember tahun 2013 diadakan penandatanganan kontrak pembangunan bendungan Tugu dan SPMK dikeluarkan oleh PPK Bendungan pada bulan Januari 2014 yang merupakan titik awal pelaksanaan pembangunan bendungan Tugu (Paparan Kunjungan Presiden RI oleh Kepala Balai Besar Wilayah Sungai Brantas, 2016)

Saluran pengelak dibangun pada awal konstruksi bendungan. Fungsi saluran pengelak untuk mengalihkan aliran sungai selama pekerjaan konstruksi berlangsung. Lokasi conduit pengelak terletak pada sisi kanan tebing sungai berdasarkan pertimbangan kondisi topografi dan geologi. Pada tebing sebelah kiri terletak jalan raya Trenggalek–Ponorogo bila dibangun conduit ataupun terowongan memerlukan galian fondasi sedalam 37 m dan jarak antara jalan raya

dan bangunan pengelak relatif pendek sehingga dikhawatirkan mengganggu kestabilan dari jalan tersebut. Saluran pengelak pada bendungan Tugu ini terletak pada sisi kanan tebing sungai juga dengan pertimbangan bagian outlet saluran pengelak digunakan untuk bangunan pengaturan irigasi.

Saluran Pengelak merupakan salah satu bangunan pelengkap pada Bendungan Tugu. Bendungan Tugu merupakan salah satu proyek yang dilaksanakan oleh Balai Besar Wilayah Sungai Brantas (BBWSB) Jawa Timur. Lokasi Bendungan Tugu berada di Desa Nglinggis Kecamatan Tugu Kabupaten Trenggalek.

Pada penelitian ini penulis merencanakan alternatif desain saluran Pengelak dengan bentuk lingkaran dimana desain awalnya berbentuk kotak. Bentuk bulat (lingkaran) baik untuk terowongan dengan tinggi tekan hidrolis atau tinggi tekan tanah di atasnya (Pelatihan Ahli Desain Terowongan SDA PU, 2005: 3-26). Perbandingan nilai tekanan vertikal yang bekerja lebih besar pada dimensi tapal kuda dibanding dimensi lingkaran (Kukuh Prasetyo P.U, 2014).

## 1.2 Identifikasi Masalah

Dari latar belakang yang dijelaskan didapat beberapa identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Debit aliran sungai harus dialihkan selama pembangunan bendungan utama.
2. Saluran pengelak direncanakan dengan bentuk terowongan pengelak
3. Terowongan pengelak direncanakan bentuk lingkaran

### 1.3 Batasan Masalah

Penulis membatasi beberapa batasan masalah agar penyusunan skripsi yang dibahas lebih fokus, diantaranya:

1. Tidak membahas struktur dan tahapan pembangunan terowongan pengelak
2. Tidak membahas RAB

### 1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah yang telah dibuat tentunya terdapat permasalahan yang akan dibahas. Diantaranya yaitu:

1. Berapa debit banjir rancangan dengan kala ulang 25 tahun?
2. Berapa dimensi terowongan pengelak pada bendungan Tugu?
3. Berapa beban yang bekerja pada terowongan pengelak di bendungan Tugu?
4. Bagaimana stabilitas terowongan pengelak pada batuan di bendungan Tugu?

### 1.5 Tujuan

Tujuan dari penelitian tersebut yaitu:

1. Untuk mengetahui debit banjir rancangan dengan kala ulang 25 tahun
2. Untuk mengetahui dimensi terowongan pengelak pada bendungan Tugu
3. Untuk mengetahui beban yang bekerja pada terowongan pengelak di bendungan Tugu
4. Untuk mengetahui stabilitas terowongan pengelak pada batuan di bendungan Tugu

### 1.6 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu:

1. Sebagai bahan pertimbangan dalam merencanakan terowongan pengelak pada instansi tersebut.

2. Sebagai bahan acuan atau refensi dalam merencanakan terowongan pengelak bagi mahasiswa lainnya.

### 1.7 Lingkup Pembahasan

Pembahasan pada studi ini dititik beratkan pada :

1. Analisa hidrologi
  - 1.1. Perhitungan curah hujan rerata daerah
  - 1.2. Perhitungan curah hujan rancangan
  - 1.3. Perhitungan uji kesesuaian distribusi
  - 1.4. Perhitungan debit banjir rancangan  $Q_{25}$
2. Analisa hidrolika terowongan pengelak
  - 2.1. Kondisi aliran bebas
  - 2.2. Kondisi aliran tekan
3. Perhitungan penelusuran banjir
4. Perhitungan pembebanan terowongan pengelak
5. Stabilitas terowongan pengelak

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Perencanaan yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Terowongan pengelak Bendungan Tugu dengan debit rancangan kala ulang 25 tahun dengan metode nakayasu didapatkan debit  $Q_{25}$  yaitu  $298,16 \text{ m}^3/\text{detik}$
2. Dimensi terowongan pengelak didapatkan dimensi dengan diameter 4 m dengan satu buah terowongan bentuk lingkaran
3. Beban yang bekerja pada terowongan yaitu sebagai berikut:
  - Tekanan vertikal =  $7,89 \text{ t/m}$
  - Berat sendiri =  $1,68 \text{ t/m}$
  - Tekanan air vertikal =  $4 \text{ m}$
  - Tekanan air horizontal =  $4 \text{ m}$
  - Tekanan air dalam terowongan =  $9,6 \text{ t/m}^2$
  - Tekanan batuan horizontal (kondisi normal) =  $3,95 \text{ t/m}$
  - Tekanan batuan horizontal (kondisi gempa) =  $0,59 \text{ t/m}$
  - Tekanan uplift =  $9,4 \text{ t/m}^2$
4. Stabilitas terowongan pada batuan keras didapatkan nilai  $q_{\text{batuan vertikal}} = 23 \text{ t/m}^2$  lebih kecil dari  $q_{\text{ijin}} = 35,63 \text{ t/m}^2$  jadi terowongan aman.

### 5.2 Saran

1. Perhitungan debit rancangan sebaiknya menggunakan beberapa metode lain selain NAKAYASU contohnya metode GAMA I kemudian dibandingkan hasilnya.

2. Perlu investigasi geologi tambahan untuk mengetahui stabilitas dan daya dukung pondasi disepanjang terowongan pengelak.
3. Perencanaan terowongan disarankan menggunakan bentuk yang lain seperti tapal kuda, atau trapesium.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim 2013. *Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Utama KP-02*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- BR, Sri Harto. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Chow, Ven Te, 1992. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta : Erlangga.
- Kamiana, 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kartasapoetra, A.G, 1991. *Teknologi Pengairan Pertanian Irigasi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Loebis, Joerson, 1984. *Banjir Rencana Untuk Bangunan Air*. Jakarta : Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Philips, H, B, & I, E, Allen, 1986. *Beegs Deformeter Stress Analysis of Single Barrel Conduits*. Colorado: United States Bureau of Reclamation.
- Shahin, M.M.A. 1976. *Statistical Analysis in Hydrology, International Courses in Hydraulic and Sanitary Engineering*. Delft Netherlands.
- Singh, Bhawani, & Rajnish, K, Goel, 2006. *Tunneling in weak rock*. Bangalore: Elsevier
- SNI 2415, 2016. *Tata cara perhitungan debit banjir rencana*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Soemarto, CD, 1987. *Hidrologi Teknik*. Surabaya : Usaha Nasional.
- Soemarto, CD, 1999. *Hidrologi Teknik (edisi: kedua)*. Jakarta: Erlangga.
- Soedibyo, 2003. *Teknik Bendungan*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Soewarno, 1995. *Hidrologi Operasional Jilid Kesatu*. Bandung: PT. Aditya Bakti.
- Sosrodarsono, 1981. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Sosrodarsono, 2002. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Sosrodarsono dan Takeda , 2003. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.