

**ANALISA PERENCANAAN STABILITASI SABO DAM
STUDI KASUS WO-C KECEMEN
KALI WORO GUNUNG MERAPI KABUPATEN KLATEN**

Taufik Hidayat

Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer, Universitas Sains Al-Qur'an (UNSIQ) Wonosobo
Jl. Kalibeber Km. 3 Wonosobo, 56351 Telp (0286) 321 873
Email : zayzat81@gmail.com

Abstrak

Negara Indonesia termasuk salah satu negara di dunia yang memiliki gunung berapi aktif terbanyak, secara alami terletak di dalam daerah resiko tinggi yang berhubungan dengan bencana alam. Salah satu gunung berapi yang aktif di Indonesia adalah Gunung Merapi. Pasca erupsi, Gunung Merapi menyisakan sejumlah material vulkanik berupa batu, pasir, dan abu. Material-material tersebut apabila bercampur dengan air hujan dalam jumlah besar akan membentuk suatu aliran yang disebut lahar dingin. Tingginya curah hujan dan kondisi lereng yang ada dapat menimbulkan aliran lahar dingin yang memiliki daya rusak tinggi. Untuk mengurangi dampak negatif tersebut, perlu dibangun Sabo Dam yang dibangun pada sungai – sungai yang berpotensi dialiri lahar dingin tersebut seperti Kali Putih, Kali Gendol, Kali Woro dan sebagainya.

Pada penelitian ini dilakukan analisa perencanaan dan stabilitasi Sabo Dam WO-C Kecemen yang terletak di hilir Kali Woro, yang bertujuan untuk merencanakan desain bentuk Sabo Dam WO-C Kecemen yang aman terhadap gaya geser, gaya guling, dan daya dukung tanah pondasi. Dalam penelitian ini dilakukan perhitungan debit rencana banjir sedimen dan banjir air guna mengetahui bentuk peluap Sabo Dam yang ideal dan kemiringan pada tubuh main dam bagian hulu dan hilir agar mampu menahan banjir air dan aliran debris flow. Hasil analisa dan perencanaan Sabo Dam WO-C Kecemen menunjukkan stabilitas bangunan tersebut aman terhadap banjir air dan banjir debris yang ditunjukkan dengan nilai faktor keamanan terhadap eksentrisitas $-0,257$ dan $0,17 \leq 2,3$, cek terhadap geser dan guling $2,38$ dan $1,297 \geq 1,2$, cek terhadap penurunan $16,6$ dan $18,35 \leq 60$. Karena Sabo Dam WO-C Kecemen juga difungsikan sebagai jembatan /jalur penghubung antara Kecemen dan Sukorini, maka perlu dilakukan perhitungan terhadap beban kendaraan yang melewatinya.

(Kata kunci) : Kali Woro, Merapi, Lahar Dingin, Stabilitas Sabo Dam WO-C Kecemen

1. Pendahuluan

Negara Indonesia termasuk salah satu negara di dunia yang memiliki gunung berapi aktif terbanyak, secara alami terletak di dalam daerah resiko tinggi yang berhubungan dengan bencana alam. Indonesia mempunyai 129 gunung berapi aktif yang saat terjadi letusan gunung berapi, bahan vulkanik yang dikeluarkan gunung berapi bervariasi mulai dari yang berdiameter besar dan berdiameter kecil yang berupa abu vulkanik (Edy, 2008). Salah satu gunung berapi yang aktif di Indonesia adalah Gunung Merapi. Pasca erupsi, Gunung Merapi menyisakan sejumlah material vulkanik berupa batu, pasir, dan abu. Material-material tersebut apabila bercampur dengan air hujan dalam jumlah besar akan membentuk suatu aliran yang disebut lahar dingin. Tingginya curah hujan dan kondisi lereng yang ada dapat menimbulkan aliran lahar yang memiliki daya rusak tinggi. Untuk mengurangi dampak negatif tersebut, perlu dibuat suatu bangunan pengendali sedimen (*Sabo Dam*) yang diletakkan pada sungai-sungai yang berpotensi dilalui aliran lahar dingin seperti Kali Putih, Kali Krasak, Kali Gendol, Kali Woro, dan lain sebagainya (Dwi Indra, dkk, 2013).

Sepanjang abad 21, aliran awan panas mengarah ke barat laut, barat dan utara, wilayah timur lereng bebas dari awan panas. Letusan Gunung Merapi pada 26 Oktober – 5 Nopember 2010 lahar dan awan panas mengarah ke selatan dan barat (Suriadikarta, dkk, 2010). Maka pada wilayah selatan dan barat perlu dibangun bangunan pengendali sedimen atau biasa kita sebut dengan nama sabo dam.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Istilah “SABO”

Pekerjaan pengaman erosi di daerah hulu, di Austria disebut sebagai “*wildbachverbaung*”. Pekerjaan pengamanan terhadap bencana salju yang longsor maupun yang runtuh di Swiss disebut sebagai “*lavinverbaung*”. Kedua pekerjaan tersebut oleh ahli-ahli Perancis disebut sebagai “*restauration des montages*”, secara khusus E.Thiery mengatakan sebagai “*correction des torrents et reboisement*” yakni : pekerjaan rehabilitasi alur-alur sungai di daerah hulu dan penghutanan kembali. Kedua pekerjaan

tersebut merupakan pekerjaan rehabilitasi daerah pegunungan. Ahli-ahli Amerika Serikat atau Inggris menyebutnya sebagai “*erosion control*” atau “*control of erosion*”. Di Indonesia, teknologi pengamanan erosi dan banjir sedimen sudah dikenal sejak tahun 800 SM dengan di ketemukannya prasasti ‘*Harinjing*’ (25 Maret 804 SM) di kota Pare, sebuah kota kecil di lereng Gunung Kelud yang menyebutkan adanya pembangunan fasilitas irigasi dan cekdam ‘*Wringin Sapta*’. Selain itu, di Bali pada tahun 1918 dibangun sebuah cekdam di lereng Gunung Agung untuk pengamanan salah satu fasilitas sistem irigasi ‘*Subak*’ terhadap erosi dan banjir sedimen.

“*Japanesse - English Academic Term – Contraction Engineering*” bersama –sama dengan Kementrian Pendidikan Jepang menetapkan istilah “*Sabo*” untuk pengaman erosi dalam arti luas. *Sabo* adalah bahasa jepang “*SA*” berarti material sedimen (batu,kerikil, dan pasir) dan “*BO*” berarti pengendalian (Joko Cahyono,2000).

2.2 Analisa Perencanaan Sabo Dam

2.2.1 Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi sangat penting untuk memperkirakan debit banjir rencana. Debit banjir ini diperlukan untuk merencanakan tipe, bentuk, dan ukuran hidrolis bangunan pengendali sedimen (*sabo dam*) dan bendung. Data – data yang diperlukan adalah data-data mengenai curah hujan yang terjadi serta luas daerah aliran sungai. Rangkaian data yang diperlukan tersebut harus periodik dan kontinyu.

2.2.2 Analisa Mekanika Tanah

Analisa tanah sangat penting untuk mengetahui jenis tanah dan daya dukung tanah pada daerah yang akan direncanakan bangunan. Analisa tanah dilakukan dengan pengambilan sampel yang ada di lokasi yang akan dibangun, pada proyek ini pengambilan sampel pada sisi kanan dan sisi kiri dasar sungai Kali Woro. Selain pengambilan sampel dapat juga dengan menggunakan nilai standar. Tetapi akan lebih baik jika analisa tanah berasal dari pengambilan sampel di lokasi.

3. Metodologi Penelitian

3.1 Lokasi Penelitian

Daerah Aliran Sungai (DAS) Kali Woro merupakan salah satu kawasan yang terletak di wilayah Gunung Merapi tepatnya di Kabupaten Klaten. Dalam studi kasus ini, tempat yang akan di analisa kurang lebih berjarak 17,3 km dari puncak Gunung Merapi dengan ketebalan sedimen 2-3,5 disepanjang alur sungai (Danang Sri Hadmoko dkk) dengan elevasi + 1115 (Google Earth Pro). Secara geografis DAS Kali Woro Wo-C Kecemen terletak pada $7^{\circ}40'34''$ LS dan $110^{\circ}30'31''$ BT.

3.2 Geometrik Sungai

Dari gambar melintang Kali Woro dengan pengukuran google earth didapat 110 m. Dan jarak dengan bangunan Sabo Dam diatasnya adalah 1078 m. Jadi untuk luas DAS Kali Woro WO-C Kecemen lebih kurang adalah 118.580 m².



Gambar 3.2 Tampak Atas Sabo Dam Kecemen

3.3 Sistematika Penelitian

Data yang diperoleh dalam penelitian ini terdiri dari data :

3.3.1 Data Primer

Dalam pengumpulan data primer, dilakukan hasil pengamatan dan perhitungan langsung di lapangan berupa pengukuran tinggi sedimen dari dasar sungai di daerah tersebut. Dan setelah diamati, tinggi sedimen di area tersebut hampir sama dengan tinggi Sabo Dam. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Kondisi Sedimen pada DAS Kali Woro WO-C Kecemen

3.3.2 Data Sekunder

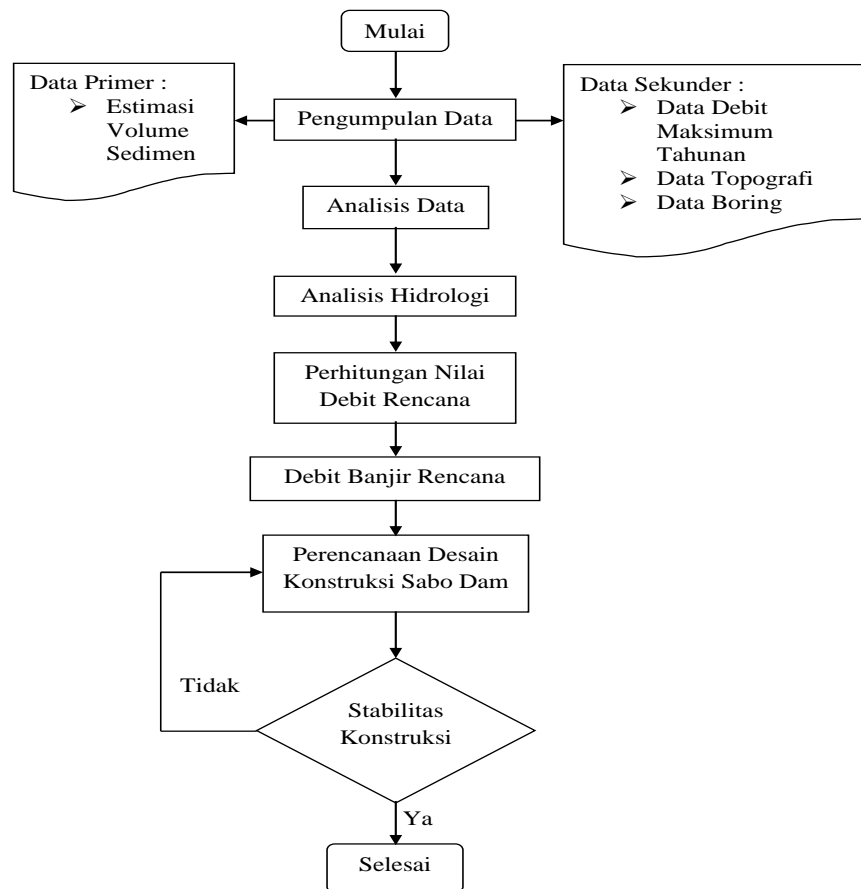
Data sekunder yaitu data atau informasi dari instansi pemerintah maupun swasta terkait ataupun buku rujukan baik yang berupa studi literatur ataupun hasil studi maupun penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian ini.

- A. Data debit banjir rencana didapat dari perhitungan menggunakan metode rasional.
- B. Data debit puncak aliran debris dihitung menggunakan metode rasional.
- C. Data tanah lokasi yang akan dibangun Sabo Dam diperoleh dari *dalam Team Proyek Pengendalian Banjir Lahar Gunung Merapi Yogyakarta, 1988*.
- D. Data analisa ukuran butiran sedimen diperoleh dari *dalam Team Proyek pengendalian Banjir Lahar Gunung Merapi Yogyakarta, 1988*.
- E. Data curah hujan tahunan untuk menentukan debit air yang melewati alur Kali Woro, didapat dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.

Tabel. 3.1 Data curah hujan tahunan

Tahun	Rata-rata(mm/hari)	Maks (mm/hari)
2010	7,424	131
2011	5,669	81
2012	5,486	118
2013	6,836	131,3
2014	5,557	85,3
2015	2,872	73,9
2016	8,302	123
2017	6,945	364,1

3.4 Diagram Alir



Gambar 3.5 Diagram Alir Penelitian

4. Hasil Dan Pembahasan

Dalam perhitungan stabilitas main dam dihitung dalam dua keadaan yaitu pada saat keadaan banjir air dan keadaan banjir debris / sedimen.

Gaya – gaya stabilitas main dam pada saat kondisi banjir meliputi :

- A. Gaya akibat berat sendiri
- B. Gaya akibat tekanan air statik
- C. Gaya akibat tekanan sedimen
- D. Gaya akibat tekanan air keatas (uplift pressure)

Akibat pengaruh gaya –gaya di atas maka tubuh main dam harus aman antara lain terhadap :

- A. Guling
- B. Geser
- C. Penurunan (settlement)

Angka keamanan harus melebihi yang telah diisyaratkan.

Tabel 4.6 Total Gaya Saat Aliran Debris Flow

	V (t)	H (t)	X (m)	Y (m)	M (tm)
Gaya Berat	913,05		10,43		2013,5115
Tekanan Hydrostatic	57,33		2,42		138,7386
		125,136		4,762	595,8976
	V (t)	H (t)	X (m)	Y (m)	M (tm)
Sediment pressure	52,55		2,42		127,171
		30,82		4,54	139,9228
Berat aliran debris	37,92		9,01		341,6592
Tekanan dyanamic (F)		1,72		13,85	23,822
Total	340,85	157,676			3380,72

Sumber : Hasil Perhitungan dan Analisa

4.1 Cek Terhadap Excentrisitas

Dalam perhitungan stabilitas terhadap guling digunakan Persamaan 2.17 dan 2.18 sebagai berikut :

$$x = \frac{\Sigma M}{\Sigma V}$$

$$x = 3380,72 / 340,85$$

$$x = 9,92 \text{ (m)}$$

$$e = x - \frac{1}{2} \cdot b_2$$

$$e = 9,92 - \frac{1}{2} \cdot 19,5$$

$$e = 0,17 \leq 2,31 \text{ OK.}$$

Dimana :

ΣM = momen total (tm)

ΣV = total gaya vertikal (tm)

e = eksentrisitas

qa = tekanan tanah dasar yang diijinkan $\leq 2,31$

b2 = lebar dasar main dam

4.2 Stabilitas Terhadap Geser dan Guling

Dalam perhitungan kontrol terhadap geser digunakan Persamaan 2.19 sebagai berikut :

$$S = (f \cdot \Sigma V + T_o \cdot l) / \Sigma H \geq 1,2$$

$$S = (0,6 \cdot 340,85 + 0,0 \cdot 19,5) / 157,676$$

$$S = 1,297 \geq 1,2 \text{OK.}$$

Dimana :

f = koefisien geser = 0,6

ΣV = jumlah gaya – gaya vertikal (ton)

ΣH = jumlah gaya –gaya horizontal (ton)

T_o = Shearing stress of Fondation = 0,0 t/m²

l = panjang permukaan geser = 19,5 m

4.3 Kontrol terhadap penurunan (daya dukung tanah pondasi)

Dalam perhitungan kontrol terhadap penurunan digunakan rumus Persamaan

2.20 sebagai berikut :

$$e = x - \frac{1}{2} \cdot b^2$$

$$e = 9,92 - \frac{1}{2} \cdot 19,5$$

$$e = 0,17$$

$$\sigma = \Sigma V / b^2 \cdot (1 \pm (6 \cdot e / b^2))$$

$$\sigma = 340,85 / 19,5 \cdot (1 \pm (6 \cdot 0,17 / 19,5))$$

$$\sigma = 17,48 \cdot (1 \pm -0,079)$$

$$\sigma = 17,48 \cdot 0,95$$

$$= 16,60 \text{ min}$$

$$\sigma = 17,48 \cdot 1,05$$

$$= 18,35 \text{ mak}$$

$$\sigma \text{ ijin} \leq 60$$

$$\sigma_{\text{min}} = 16,60 > 0 \dots\dots\dots\text{OK}$$

$$\sigma_{\text{mak}} = 18,35 \leq 60 \dots\dots\dots\text{OK}$$

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan Sabo Dam WO – C Kecemen yang direncanakan, didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Stabilitasi Sabo Dam WO-C Kecemen aman terhadap nilai eksentrisitas banjir air dengan menunjukkan hasil perhitungan $-0,257 \leq 2,31$.
2. Stabilitasi Sabo Dam WO-C Kecemen aman terhadap nilai eksentrisitas banjir sedimen dengan menunjukkan hasil perhitungan $0,17 \leq 2,31$.
3. Stabilitasi Sabo Dam WO-C Kecemen aman terhadap geser dan guling saat terjadi banjir air dengan menunjukkan hasil perhitungan $2,38 \geq 1,2$.
4. Stabilitasi Sabo Dam WO-C Kecemen aman terhadap geser dan guling saat terjadi banjir sedimen dengan menunjukkan hasil perhitungan $1,297 \geq 1,2$.
5. Stabilitasi Sabo Dam WO-C Kecemen aman terhadap penurunan saat terjadi banjir air dengan menunjukkan hasil perhitungan $16,6 \leq 60$.
6. Stabilitasi Sabo Dam WO-C Kecemen aman terhadap geser dan guling saat terjadi banjir sedimen dengan menunjukkan hasil perhitungan $18,35 \leq 60$.

Daftar Pustaka

- Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika. 2018. *Data Curah Hujan Kabupaten Sleman*. Tidak Di Publikasikan. Yogyakarta
- Cahyono Joko. 2000. *Pengantar Teknologi Sabo*.
- Depdiknas. 2008. *Panduan Praktis Perencanaan Detil Sabo Dam*. Yogyakarta : Depdiknas.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2004). *Pedoman Teknis Bendung Pengendali Dasar Sungai (Pd T-12-2004-A)*. Pedoman. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Department Of Public Works And Highways Japan International Cooperation Agency. 2010. *Technical Standards And Guidelines For Planning And Design Of Sabo Structures*. Pedoman. Department Of Public Works And Highways Japan International Cooperation Agency. Pedoman. Department Of Public Works And Highways Japan International Cooperation Agency
- Harseno Edy, Marsinius. 2008. *Analisis Stabilitas Sabo Dam dan Gerusan Lokal Kali Woro Gunung Merapi Kabupaten Klaten*. Yogyakarta
- Setyawan Dwi Indra, dkk. 2013. *Perencanaan Bangunan Pengendali Sedimen Kali Putih Km 16,7 Yogyakarta*. Semarang
- Suriadikarta, dkk. 2010. *Identifikasi Sifat Kimia Abu Volkan, Tanah Dan Air Di Lokasi Dampak Letusan Gunung Merapi*. Bogor
- http://eprints.undip.ac.id/33847/8/1797_CHAPTER_V.pdf
http://eprints.undip.ac.id/33847/7/1797_CHAPTER_IV.pdf