

TESIS

**ANALISA STRUKTUR SABO DAM
YANG BERFUNGSI SEBAGAI JEMBATAN**



ADITYA PALMAWANTO

NPM : 125101897/PS/MTS

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

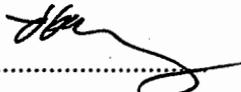
2014



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

PENGESAHAN TESIS

Nama : ADITYA PALMAWANTO
Nomor Mahasiswa : 125101897/PS/MTS
Konsentrasi : Struktur
Judul Tesis : Analisa Struktur Sabo Dam yang Berfungsi
sebagai Jembatan

Nama Pembimbing	Tanggal	Tanda tangan
Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M. Eng., Ph.D.	23/08/2014	



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

PENGESAHAN TESIS

Nama : ADITYA PALMAWANTO
Nomor Mahasiswa : 125101897/PS/MTS
Konsentrasi : Struktur
Judul Tesis : Analisa Struktur Sabo Dam yang Berfungsi
sebagai Jembatan

Nama Penguji	Tanggal	Tanda Tangan
Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D.	23/07/2014	
Ir. John Tri Hatmoko, M.Sc.	24/07/2014	
Dr. Ir. A. M. Ade Lisantono, M.Eng.	23/07/2014	

Ketua Program Studi

Dr. Ir. Imam Basuki, MT.

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Aditya Palmawanto
Nomor Mahasiswa : 125101897/PS/MTS
Program Studi : Magister Teknik Sipil

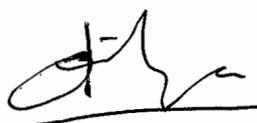
Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tesis dengan judul :

ANALISA STRUKTUR SABO DAM YANG BERFUNGSI SEBAGAI
JEMBATAN

Merupakan hasil karya sendiri bukan merupakan pekerjaan orang lain dan bukan merupakan salinan atau hasil jiplakan dari tesis atau karya tulis orang lain. Apabila dikemudian hari ternyata terdapat ketidaksesuaian dengan pernyataan tersebut diatas, penulis bersedia menerima segala sanksi yang akan dikenakan.

Yogyakarta, 18 Juni 2014

Yang membuat pernyataan,



(Aditya Palmawanto)

NPM : 125101897/PS/MTS

KATA HANTAR

Alhamdulillah...Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tesis ini yang berjudul “Analisa Struktur Sabo Dam yang Berfungsi sebagai Jembatan”.

Penulisan tesis ini merupakan salah satu syarat yang wajib dipenuhi oleh mahasiswa dalam meraih derajat kesarjanaan program Strata-2 (S-2) pada Program Studi Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa tesis ini dapat terlaksana berkat keterlibatan berbagai pihak, secara langsung maupun tidak langsung, memberikan bantuan dan dukungannya dari awal hingga selesainya penulisan tesis ini.

Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini.
2. Bapak Ir. John Tri Hatmoko, M.Sc. dan Bapak Dr. Ir. A. M. Ade Lisantono, M.Eng., selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran untuk tesis ini.
3. Bapak Dr. Ir. Imam Basuki, MT., selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

4. Istriku Juanita, kedua anakku Raul dan Alliya, atas doa, kesabaran dan kasih sayang, selalu memberikan motivasi saya dalam menempuh pendidikan S-2.
5. Ayah ibu dan keluarga yang selalu memberikan dukungan doa, moral serta material.
6. Rekan-rekan kerja di Yachiyo Engineering Co., Ltd. and Associates, PT. Virama Karya dan PPK Pengendalian Lahar Gunung Merapi, atas bantuan serta dukungannya
7. Sahabat dan teman-teman yang telah memberikan bantuan, dorongan dan semangat sehingga dapat terselesaikan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun sehingga tesis ini menjadi lebih baik. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu keteknik-sipilan.

Yogyakarta, Juni 2014

Penulis,

(Aditya Palmawanto)

DAFTAR ISI

	Hal.
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
KATA HANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
INTISARI	xii
ABSTRACT	xiii
I. PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Perumusan Masalah	3
I.3. Batasan Masalah	4
I.4. Keaslian Penelitian	5
I.5. Tujuan Penelitian	5
I.6. Manfaat Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
II.1. Lay Out Sabo Dam	6
II.2. Stabilitas Sabo Dam	7

II.3. Perencanaan Slab Sabo Dam sebagai Lantai Jembatan	18
II.3.1. Sistem Slab Satu Arah	18
II.3.2. Perencanaan Tulangan Lentur Slab	20
II.4. Pembebanan Jembatan	24
III. METODE PENELITIAN	31
III.1. Materi Penelitian	31
III.2. Analisis Stabilitas Struktur Sabo Dam	32
III.3. Analisis Slab Sabo Dam	34
IV. PEMBAHASAN	38
IV.1. Stabilitas Struktur Sabo Dam	38
IV.2. Slab Sabo Dam	46
A. Perhitungan Momen Ultimit Slab dengan Menggunakan SAP2000	46
B. Desain Elemen Slab	56
IV.3. Perhitungan Slab dengan Beban Berat Kendaraan Maksimum 8 Ton	58
IV.4. Kondisi Existing Tulangan Slab Sabo Dam	60
IV.5. Pembahasan Hasil Analisis	61
V. KESIMPULAN	64
V.1. Kesimpulan	64
V.2. Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67

DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 1. Sabo dam PA-C Srowol ..	3
Gambar 2. <i>Lay out</i> sabo dam	6
Gambar 3. Gaya-gaya yang bekerja pada dam	8
Gambar 4. Tekanan hidrostatik	9
Gambar 5. Tekanan endapan sedimen	10
Gambar 6. Tekanan dinamis aliran lahar dingin	12
Gambar 7. Tekanan <i>uplift</i>	13
Gambar 8. Balok diatas beberapa tumpuan dengan panjang bentang seragam	18
Gambar 9. Tegangan dan regangan pada penampang beton bertulang	21
Gambar 10. Pembebanan truk “T”	26
Gambar 11. Beban lajur “D”	27
Gambar 12. Intensitas beban berdasarkan panjang bentang yang dibebani	27
Gambar 13. Diagram alir analisa stabilitas	33
Gambar 14. Prosedur analisa struktur slab sabo dam	36
Gambar 15. Diagram alir desain elemen slab	37
Gambar 16. Potongan melintang <i>main dam</i> (satuan meter)	38
Gambar 17. Gaya-gaya yang bekerja dalam kondisi normal	39
Gambar 18. Gaya-gaya yang bekerja dalam kondisi banjir	40
Gambar 19. Gaya-gaya yang bekerja dalam kondisi aliran lahar dingin	40
Gambar 20. Permodelan slab sebagai bentang menerus	47
Gambar 21. Model struktur dengan <i>simple beam</i>	47
Gambar 22. Beban mati tambahan	49
Gambar 23. Input data <i>lane</i>	51
Gambar 24. Input data <i>vehicle</i>	51

Gambar 25. Beban merata akibat transfer beban angin ke slab	52
Gambar 26. Pengaruh temperatur pada slab beton	53
Gambar 27. Kombinasi pembebanan <i>comb1</i>	54
Gambar 28. Beban-beban yang akan dianalisa	54
Gambar 29. Bidang momen	55
Gambar 30. Diagram garis pengaruh pada bentang 4 akibat beban bergerak	55
Gambar 31. Editing parameter desain sesuai SNI	57
Gambar 32. Hasil desain kebutuhan luas tulangan longitudinal	57
Gambar 33. Input data <i>vehicle</i> untuk beban kendaraan 8 ton	58
Gambar 34. Bidang momen akibat beban kendaraan 8 ton	59
Gambar 35. Hasil desain kebutuhan luas tulangan longitudinal dengan beban kendaraan 8 ton	59
Gambar 36. Detail penulangan slab PA-C Srowol	61

DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel 1. Gaya-gaya yang bekerja pada dam dengan tinggi $< 15,0$ m	8
Tabel 2. Tekanan <i>uplift</i> sesuai jenis tanah fondasi	12
Tabel 3. Parameter desain untuk tanah pondasi sabo dam Merapi	17
Tabel 4. Kombinasi beban umum untuk keadaan layan dan ultimit	30
Tabel 5. Perhitungan gaya dan momen vertikal dalam kondisi normal	42
Tabel 6. Perhitungan gaya dan momen vertikal dalam kondisi banjir	42
Tabel 7. Perhitungan gaya dan momen vertikal dalam kondisi aliran lahar dingin	43
Tabel 8. Perhitungan gaya dan momen horisontal dalam kondisi banjir	43
Tabel 9. Perhitungan gaya dan momen horizontal dalam kondisi aliran lahar dingin	43
Tabel 10. Perhitungan berat sendiri slab (MS)	49
Tabel 11. Perhitungan beban mati tambahan (MA)	49
Tabel 12. Kesimpulan hasil perhitungan stabilitas sabo dam	64

INTISARI

Sebagai bangunan pengendali sedimen, secara teknis sabo dam berfungsi menjaga erosi permukaan tanah, menstabilkan dasar dan tebing sungai, mengurangi kecepatan aliran banjir serta menampung aliran sedimen. Pada perkembangannya sabo dam bukan hanya sebagai bangunan pengendali sedimen tetapi juga dimanfaatkan multifungsi, salah satunya untuk jembatan lalu lintas.

Perencanaan sabo dam lebih dititikberatkan pada perhitungan stabilitas struktur untuk menjamin keamanan bangunan. Pengujian stabilitas struktur dilakukan terhadap 3 hal yaitu stabilitas terhadap guling dan tegangan tarik (*tensile stress*), stabilitas terhadap penggeseran dan stabilitas terhadap daya dukung tanah fondasi. Sedangkan 3 kondisi yang ditinjau meliputi dalam kondisi normal, kondisi banjir dan kondisi aliran lahar dingin. Untuk sabo dam yang berfungsi sebagai jembatan akan menerima beban-beban tambahan yang signifikan berupa beban lalu lintas, sehingga perlu ditinjau juga kemampuannya sebagai struktur jembatan. Slab sabo dam sebagai lantai jembatan dianalisis terhadap beban-beban yang terjadi sesuai standar RSNI T-02-2005 Pembebanan untuk Jembatan.

Hasil perhitungan stabilitas terhadap guling dan tegangan tarik (*tensile stress*) diperoleh nilai faktor keamanan (*Sf*) sebesar 7,95 dan 6,19, diatas nilai yang disyaratkan yaitu 1,5. Pengujian stabilitas terhadap penggeseran menghasilkan nilai $Sf = 2,64$ dan $Sf = 2,33$, melebihi parameter nilai faktor keamanan yang disarankan yaitu 2,0. Besarnya tegangan maksimum yang terjadi pada dasar sabo $\sigma_{max} = 27,40 \text{ t/m}^2$, $\sigma_{max} = 29,72 \text{ t/m}^2$ dan $\sigma_{max} = 29,28 \text{ t/m}^2$, masih dalam batas daya dukung tanah pondasi yang diijinkan $\sigma_a = 60 \text{ t/m}^2$. Berdasarkan hasil analisis stabilitas tersebut dapat ditarik kesimpulan bangunan sabo dam aman terhadap 3 tinjauan stabilitas. Analisa struktur dan desain elemen slab beton bertulang dengan menggunakan SAP200 menghasilkan kebutuhan luas tulangan lentur (+) dan luas tulangan lentur (-) yang sama yaitu $3166,67 \text{ mm}^2$. Sedangkan slab sabo dam existing yang menggunakan tulangan lentur D16-200 diperoleh luas tulangan yang dipakai $1005,31 \text{ mm}^2$. Hal ini menunjukkan slab tidak mampu memikul pembebanan sesuai standar RSNI T-02-2005 yang menggunakan beban kendaraan truk T 50 ton. Berat maksimal kendaraan yang disarankan adalah 8 ton dengan kebutuhan luas tulangan $988,97 \text{ mm}^2$.

Kata kunci : sabo dam, stabilitas, slab, pembebanan, luas tulangan

ABSTRACT

As a sediment control facility, sabo dam has to prevent erosions, to stabilize the riverbank, to reduce the velocity of debris flow, and to store the flow of sediment. Recently, sabo dam is not only intended to control the sediment but also to be utilized as connection bridge.

To design sabo dam, it has to be taken into account the stability of the dam beside its structural - strength. The stability analysis of sabo should be done in 3 points as stability analysis includes stability against overturning and tensile stress, sliding of the base and bearing capacity of ground. To do so, it is considered three conditions. The first is normal condition, the second is the condition when the flood taken place, and the third is when the debris flow happen. As a road bridge, sabo dam will receive significant traffic load therefore the strength of the slab must be analyzed. The standard design used was RSNI T-02-2005 “Pembebanan untuk Jembatan”, and structural analysis used was SAP2000 software.

The results indicated that the safety factor for stability against overturning and tensile stress is 7,95 and 6,19 that is larger than the suggested safety factor (S_f), 1,5 therefore the sabo dam is safe for overturning moment and tensile stress. The safety factor for sliding was a 2,64 and 2,33 that is also larger than suggested safety factor 2,0, then the structure is also safe against sliding. Based on three conditions : normal, flood and debris flow, the calculated maximum stress (σ_{max}) were 27,40 t/m², 29,72 t/m² and 29,28 t/m², those are less than allowable bearing capacity of soil under the base of the dam 60 t/m². The result of concrete slab analysis indicated that the area of reinforced bar is 3166,67 mm² that is more than existing structure using longitudinal bar D16-200 (1005,31 mm²), it means that the slab is not strong enough to resist the load according to RSNI T-02-2005 having the truck load of 50 ton. Suggested maximum vehicle load is 8 ton that results the reinforced area 988,97 mm².

Key words : sabo dam, stability, slab, load, reinforced area