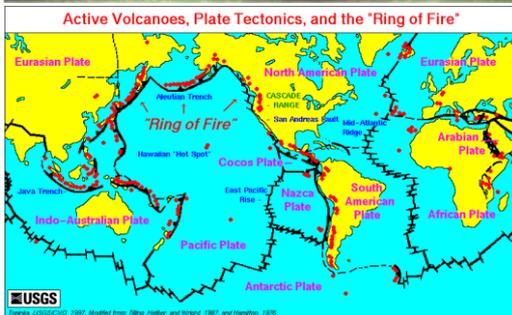


PENGANTAR DAN PENGENALAN SABO

 **BALAI LITBANG SABO**
Puslitbang Sumber Daya Air



Mengapa Indonesia Perlu Sabo?



- Indonesia terletak pada zona sabuk busur vulkanik.
- Terdapat sekitar 129 Gunungapi aktif di Indonesia.
- Indonesia berada pada pertemuan antara tiga lempeng, yaitu Lempeng Euro-Asian, Lempeng Indo-Australian, dan Lempeng Pasifik.

Contoh-contoh Bencana sedimen



10

DINAMIKA KAWASAN TERKAIT SEDIMEN



Banjir Debris/lahar



Banjir Bandang Wasior 2010

Tanah Longsor



Longsor Banjar negara 2016

Erosi dan Sedimentasi



Korban	110
Hilang	145
Luka Berat	163
Luka ringan / bercabul	2.882 orang

DAMPAK

Jumlah Kejadian Tanah Longsor vs Meninggal & Hilang 2005-2016

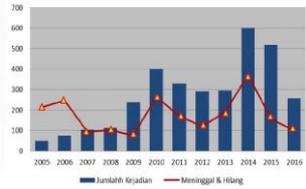


Figure 3.18: Sedimentation Rates for Several Reservoirs



m³ = cubic meter. Source: World Bank, 2014. TA Services for Supporting Implementation Management and Supervisor of Dam Operational Improvement Safety (DOSP), Consultant Evaluation of Spillway Adequacy, Jakarta.

PERANAN BALAI LITBANG SABO

Pengendalian Dinamika Kawasan Bencana Sedimen secara Komprehensif



Penerapan teknologi Sabo di Indonesia



Jumlah bangunan Sabo: 475 buah, >200 buah di gunung Merapi



TUGAS DAN FUNGSI BALAI LITBANG SABO

 **BALAI LITBANG SABO**
Puslitbang Sumber Daya Air



TUGAS BALAI LITBANG SABO

Melaksanakan penelitian dan pengembangan bidang Sabo
Permen PUPR. Nomor: 20/PRT/M/2016

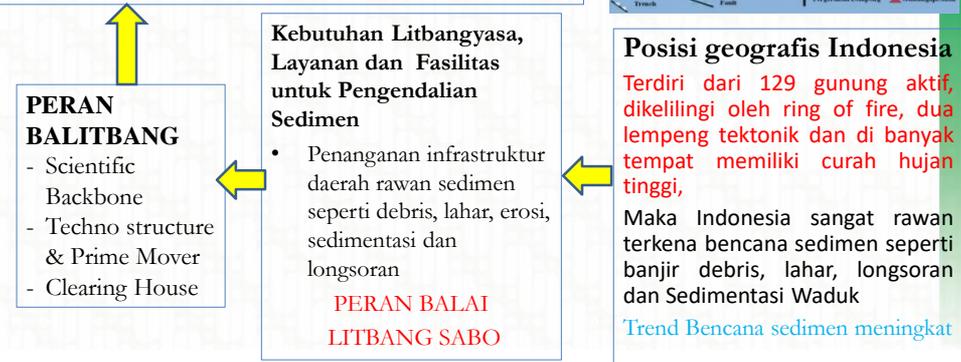


PERAN BALAI LITBANG SABO untuk PUPR

Dinamika pembangunan
Misi Kementerian PUPR 2015-2019



Mempercepat pembangunan infrastruktur **sumberdaya air** termasuk sumber daya maritim untuk mendukung ketahanan air, kedaulatan pangan, dan kedaulatan energy, guna menggerakkan sektor-sektor strategis ekonomi domestik dalam rangka kemandirian ekonomi;



DEFINISI SABO

PENGERTIAN HARFIAH	Kata SABO berasal dari bahasa Jepang SA = Pasir BO = Pengendalian
PENGERTIAN LUAS	Pengertian SABO yang lebih luas berarti Sistem pengendalian erosi, sedimentasi, banjir lahar dan tanah longsor.
PENERAPAN TEKNOLOGI	Penerapan Teknik SABO tidak hanya terbatas untuk mengendalikan Sedimen di daerah vulkanik melainkan juga diterapkan di daerah Non-Vulkanik dengan permasalahan berupa erosi, sedimentasi dan tanah longsor.



Sejarah Penerapan Sabo

- Pengelolaan bencana gerakan massa telah dilakukan sejak zaman dahulu. (belum sempat dicatat dalam sejarah rekayasa keteknikan). Teknik Sabo (modern) diperkenalkan oleh Mr. Tomoaki Yokota tahun 1970.
- Monumen Harinjing (di Kediri, Jawa Timur) (25 Maret 804 SM) guna memperingati selesainya pembangunan sarana irigasi dan *checkdam* yang diberi nama WARINGIN SAPTA, (titik awal penerapan Sabo di Indonesia). (Teknik pengelolaan air sistem SUBAK di Pulau Bali sejak 1918 juga dipandang sebagai bentuk pengembangan tekno sabo secara tradisional).
- Pada awalnya tekno sabo diterapkan di daerah vulkanik di Gunung Merapi pada tahun 1969/1970. Menyusul Gunung Agung di Bali dan Gunung Galunggung di Jawa Barat.
- Sejak kedatangan Mr. Tomoaki YOKOTA tekno sabo juga diterapkan di daerah non vulkanik seperti di Bengkulu, Sumatera.



Klasifikasi Sabo Works



Berdasarkan lokasi pekerjaan Sabo
(*Sabo works*)

1. Pekerjaan Sabo di daerah pegunungan (*mountain side Sabo works*). Pekerjaan ini lebih mengarah pada usaha pencegahan penyebab bencana sedimen di daerah tangkapan sungai. Pekerjaan ini dapat berupa pekerjaan lereng bukit (*hillside works*) dan pekerjaan alur curam biasa disebut besuk (*torrent works*).
2. Pekerjaan Sabo di daerah pantai atau muara (*coastal Sabo works*). Pekerjaan ini ditujukan pada usaha pencegahan erosi pasir pantai dan kerusakan akibat endapan pasir. Pekerjaan ini belum dikembangkan di Indonesia.



BALAI LITBANG SABO
Puslitbang Sumber Daya Air



Klasifikasi Sabo Works



Berdasarkan sasaran

1. **Pekerjaan langsung (*direct works*)**
Pekerjaan yang sasarannya langsung ke arah pencegahan produksi sedimen (*pasir, kerikil, dan sebagainya*) di daerah produksi. Pekerjaan ini ditujukan untuk menurunkan jumlah kandungan sedimen yang berbahaya.
2. **Pekerjaan tidak langsung (*indirect works*)**
Pekerjaan yang sasarannya untuk mengendalikan aliran sedimen agar dalam pergerakannya sebagian bawah tidak menimbulkan kerusakan.



BALAI LITBANG SABO
Puslitbang Sumber Daya Air



Klasifikasi Aliran Debris

Aliran debris: suatu campuran antara air hujan atau air yang lain dengan sedimen konsentrasi sangat tinggi ; bergerak ke bawah lereng bukit atau alur gunung, bercampur dengan material bahan rombakan vulkanik atau endapan lainnya mengandung banyak batu besar.

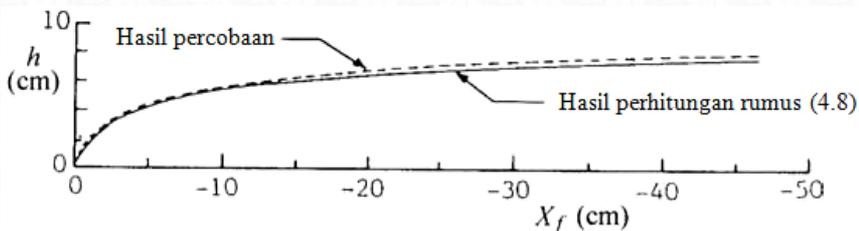
Bentuk Aliran Debris:

1. Bentuk aliran debris batu bisa juga disebut Aliran debris tipe kerikil (*sand – gravel types debris flow*)

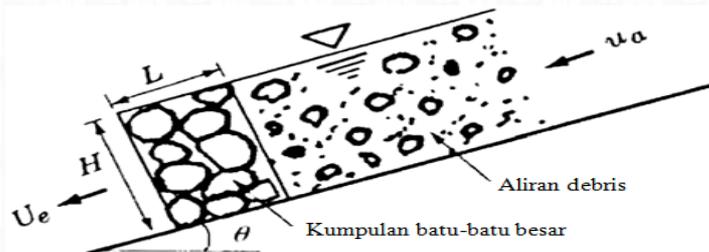
Aliran debris yang banyak mengandung kerikil dan batu – batu besar.



Klasifikasi Aliran Debris



Profil memanjang aliran debris (Takahashi, 2007)

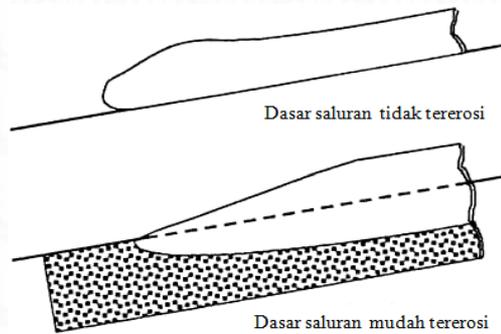


Profil ujung depan aliran debris (Takahashi, 2007)

Klasifikasi Aliran Debris

2. Bentuk aliran debris kental bisa disebut juga Aliran debris tipe lumpur (*mud flow type debris flow*)

Sering disebut sebagai “lahar”, yaitu aliran sedimen yang banyak mengandung pasir dan batu – batu kecil, kadang – kadang disertai beberapa batu besar.



Profil ujung depan aliran debris kental (Takahashi, 2007)



BALAI LITBANG SABO
Puslitbang Sumber Daya Air

Profil ujung depan aliran debris (Takahashi, 2007)



Karakteristik Aliran Debris



Aliran debris mempunyai karakteristik tertentu sebagai berikut :

- 1). Aliran debris mengalir dengan kecepatan tinggi yaitu , 5 - 10 m/dt untuk gravel type debris flow dan 10 - 20 m/dt untuk mudflow type debris flow.
- 2). Aliran debris dibagian depan disebut kepala aliran (*head*) dan bagian belakang disebut ekor aliran (*tail*)
- 3). Aliran debris mengangkut bahan rombakan baik berupa bebatuan dengan berbagai ukuran maupun batang kayu. Kepala aliran umumnya terdiri dari batu - batu besar dan batang – batang kayu sehingga mempunyai daya rusak tinggi.
- 4). Aliran debris terjadi secara mendadak sulit diperkirakan sebelumnya dan tanpa adanya tanda – tanda sehingga sangat sulit memberikan informasi peringatan sedini mungkin pada masyarakat untuk menghindari.

Sistem Sabo Sesuai Kegunaannya



1. Sistem sabo di luar alur pematas/sungai (offstream Sabo System)

- Rekayasa hayati atau *bio engineering*
- Rekayasa teknik sipil
- Penataan atau pembuatan drainase

2. Sistem Sabo Instream



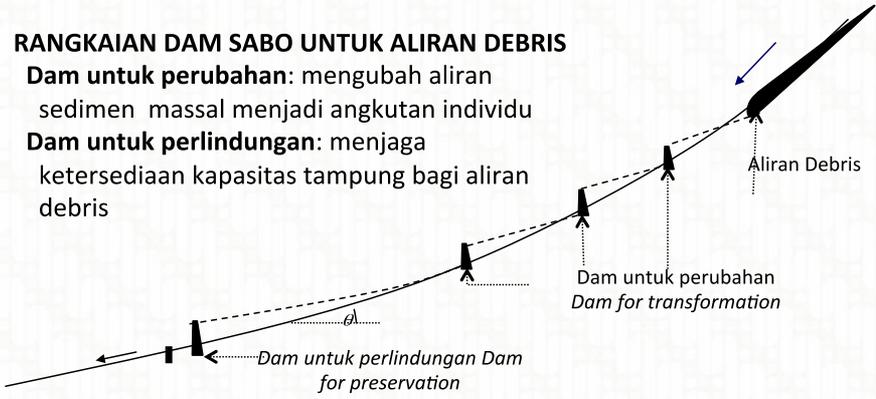
Fungsi bangunan dalam sistem Sabo instream



RANGKAIAN DAM SABO UNTUK ALIRAN DEBRIS

Dam untuk perubahan: mengubah aliran sedimen massal menjadi angkutan individu

Dam untuk perlindungan: menjaga ketersediaan kapasitas tampung bagi aliran debris



Tipe-tipe Sabodam



Dam Sabo tertutup

- Menahan seluruh inflow debris sampai penuhnya kolam hulu, kemudian akan terjadi limpasan ke hilir melalui mercu bendung

Dam Sabo terbuka

- Memungkinkan diteruskannya secara bertahap sedimen yang tertahan di hulunya ke hilir agar mengurangi/menghambat volume tertampung dan meneruskannya ke tampungan berikutnya dan menghindari degradasi pada dasar alur dihilirnya

Tipe-tipe Sabodam



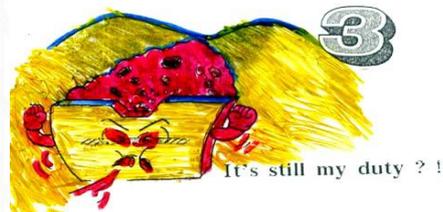
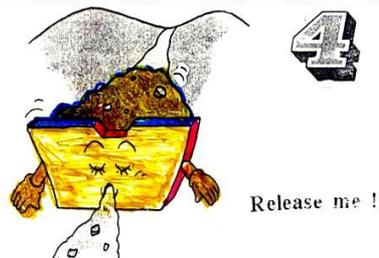
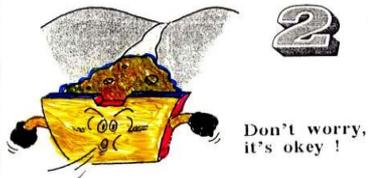
Tertutup



Terbuka

Ilustrasi Fungsi Sabodam Tertutup

Mr. Sabo dam mulai melaksanakan tugas menahan sedimen

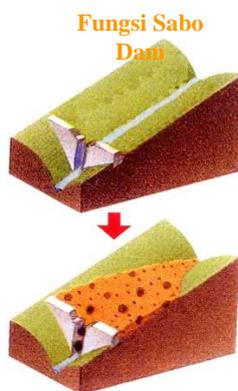
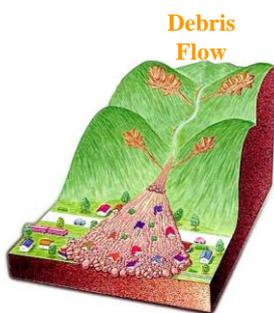


Mr. Sabo dam mendapat tugas yang lebih berat, harus menampung dan mengendalikan kelebihan sedimen pada banjir besar

Mr. Sabo dam berangsur-angsur menuju beban normal sambil melepas sedimen

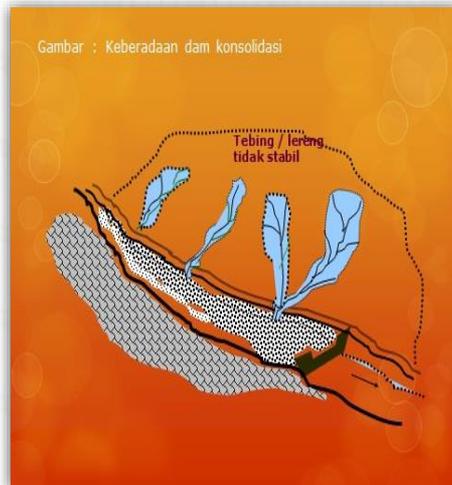
Ilustrasi Fungsi Sabodam Terbuka

DEBRIS FLOW



Dam Konsolidasi

- Dibuat untuk memulihkan dasar ruas sungai yang di hulunya mengalami degradasi ke elevasi dimana dapat tercapai stable slope serta menahan proses degradasi yang terjadi pada dasar ruas sungai di hulunya berlanjut. Keuntungan tambahan dari konstruksi ini adalah mengurangi/mencegah runtuhnya tebing-tebing sungai karena stabilnya dasar sungai.



BALAI LITBANG SABO
Puslitbang Sumber Daya Air



Ambang Dasar/Ground Sill

- Mencegah erosi dasar ruas sungai di hulunya dengan melandaikan dasarnya agar tidak mengalami erosi dan degradasi serta membentuk stable slope
- Dam konsolidasi dan ambang dasar dapat dibuat pada hanya satu lokasi untuk melindungi struktur tertentu, atau berangkai menurut kebutuhan, sepanjang ruas tertentu dari sungai sebagai penahan erosi alur sungai di hulu waduk.



BALAI LITBANG SABO
Puslitbang Sumber Daya Air



Pola Pengendalian Sedimen



Banjir lahar akibat letusan G. Merapi 1969



Sabo Dam K. Gendol



Kantong Pasir K. Bebang

Pola Pengendalian Banjir Lahar/Sedimen



BALAI LITBANG SABO
Puslitbang Sumber Daya Air



Fungsi Tambahan Sabodam



Sebagai Jalan/Oprit

Sebagai Irigasi





BALAI LITBANG SABO
Puslitbang Sumber Daya Air





Contoh Penerapan Teknologi Balai Litbang Sabo



Pertemuan S.Telu dan S.Brongkah



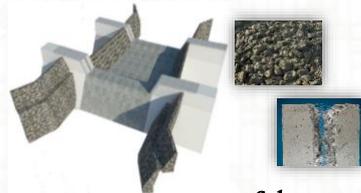
S. Telu di hulu Bendungan Tukul



Kualitas lebih baik dan pengerjaan lebih cepat



S. Telu pada hilir waduk

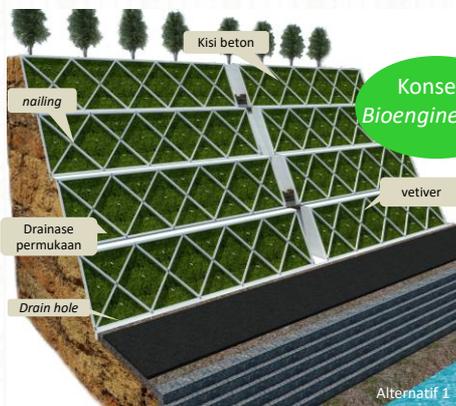


Sabo Beton serat baja

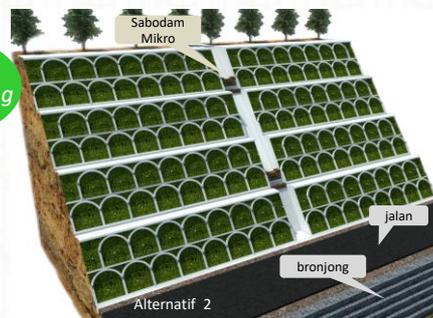


Fungsi Tambahan Sabodam Mikro

Penanganan Potensi Longsor pada Tebing Jalan



Perkuatan lereng dengan kombinasi kisi beton, nailing, sistem drainase horisontal dengan vegetasi rumput vetiver.



Sabo dam Mikro Modular

Pengerjaan lebih cepat dan efektif menangkap sedimen halus





Contoh Penerapan Ring Net Barrier

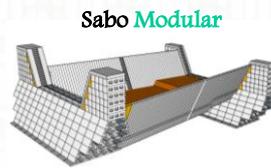
Contoh Penerapan Teknologi Balai Litbang Sabo



Pertemuan S.Telu dan S.Brongkah



S. Telu di hulu Bendungan Tukul

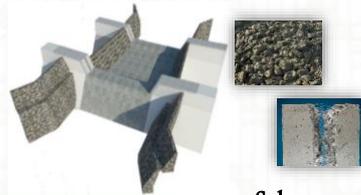


Sabo Modular

Kualitas lebih baik dan pengerjaan lebih cepat



S. Telu pada hilir waduk



Perindungan terhadap gaya Impak dan Abrasi

Sabo Beton serat baja



BALAI LITBANG SABO
Puslitbang Sumber Daya Air



TEKNOLOGI LITBANG SABO



BALAI LITBANG SABO
Puslitbang Sumber Daya Air



Aplikasi Sabodam Mikro dan Pemanfaatannya

A Jenis sabodam Mikro

B Sedimen Tertampung

C Pemanfaatan Hasil Tempung

Home / News / Regional
Kurangi Sedimentasi, Sabodam Mikro Modular Dipasang di Hulu Citarum
 RANI SUSANTI
 Kompas.com - 20/10/2017, 22:10 WIB

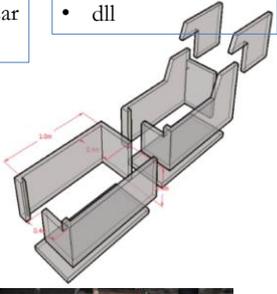
BALAI LITBANG SABO
 Puslitbang Sumber Daya Air

SABO DAM MIKRO MODULAR

Dimensi (sesuai kebutuhan)
 Panjang 70cm Lebar 40 cm Tinggi 45 cm
 Tebal 5cm
 Catatan: Mikro sabo biasanya terdiri dari 2 bak, tidak ada aturan baku, dimensi menyesuaikan terhadap kemiringan dasar drainase aliran.

- Bahan (Substitusi)
- Ferocement
 - Fiber glass
 - Ban bekas
 - Drum bekas
 - dll

Keunggulan
Mempercepat pelaksanaan konstruksi, solusi keterbatasan bahan baku lokal, mudah pemeliharaan, standardisasi dan pengendalian kualitas mudah.



PENERAPAN SABODAM MODULAR PILOT PROJECT 2018

Konvensional:

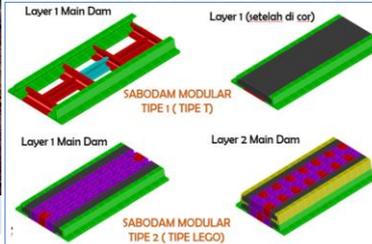
- Waktu pelaksanaan lama
- pengendalian kualitas sukar

MANFAAT MODULAR

- **LEBIH BAIK:** Mutu Beton sabodam modular K350-600, untuk selimut *sabo dam* dengan Beton Serat Baja.
- **LEBIH CEPAT:** Modul diproduksi dipabrik, Instalasi dg *Mobile Crain*.
- Kombinasi pracetak dan insitu (K-175) menjadi komposit.

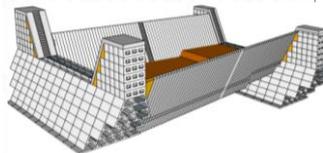


Labor intensive works



Tuntutan pembangunan Infrastruktur pengendali aliran debris:

- Cepat
- Handal (struktural dan fungsi)
- Sedikit perawatan



DESAIN SABODAM MODULAR 3 D



BALAI LITBANG SABO
Puslitbang Sumber Daya Air

LOKASI : Kali Konto, Gunung Kelud JATIM



DEBRIS FLOW Barrier

Contoh Penerapan Ring Net Barrier



Sungai Brungkah



Cougar-Creek-Debris-Flow-Barrier-2014



- Waktu pengerjaan cepat
- Tidak membutuhkan banyak tenaga kerja
- Fleksibel (mudah dipindahkan ke lokasi lain jika diperlukan)



Jembatan Perak, Sungai Leprak Gunung Semeru Jatim



BALAI LITBANG SABO
Puslitbang Sumber Daya Air

SISTEM PERINGATAN DINI TANAH LONGSOR



Metode

- ❖ Verifikasi Sistem Peringatan Dini Longsor Indonesia Balai Litbang Sabo dengan Kejadian Badai Cempaka
- ❖ Prediksi untuk tiga hari kedepan

Potensi Longsor Akibat Badai Cempaka

Data Sistem Peringatan Dini

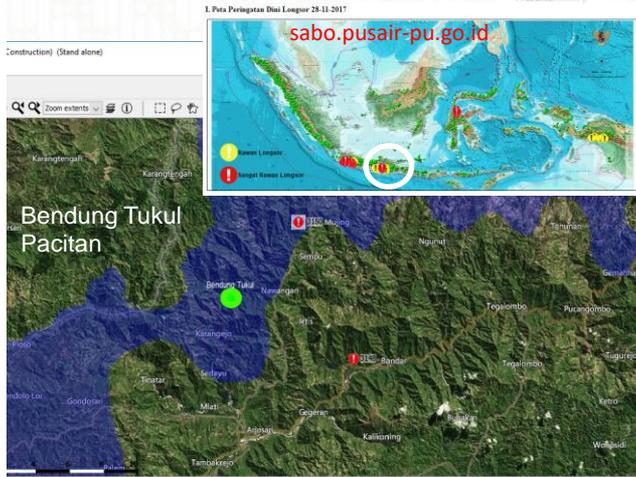
- Peta Rawan Gerakan Tanah (PVMBG)
- Citra Hujan TRMM (BMKG)
- Data Prediksi Hujan ECMWF (BMKG)
- Treshold Hujan untuk Longsor

Legenda

- Area Prediksi
- Sangat Rawan Longsor

Informasi

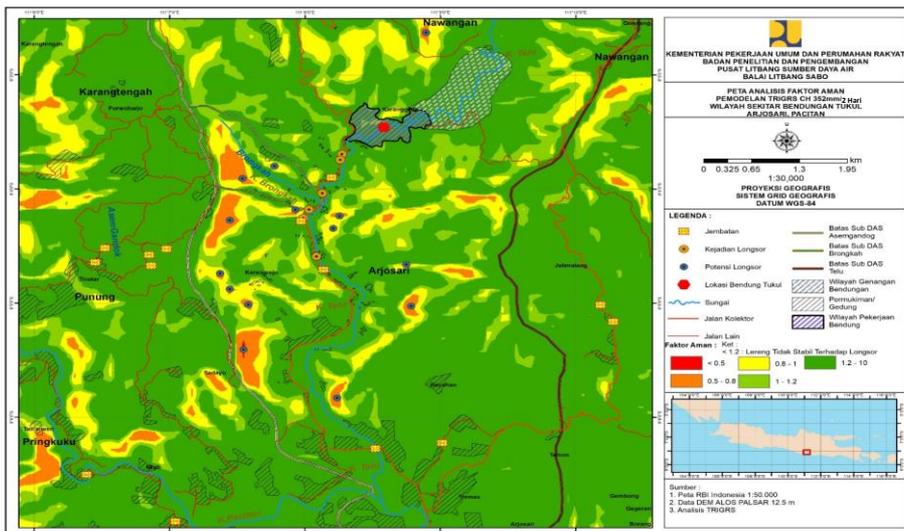
- ✓ Website
- ✓ Whatsapp (WA) Grup Satgas Banjir dan Longsor



WIS BENGAWAN SOLO	PACITAN	Sangat Rawan Longsor	81.77	125.39	14.33	97.91	71.80
WIS BENGAWAN SOLO	PACITAN	Sangat Rawan Longsor	190.29	144.66	0.94	83.33	51.57
WIS BENGAWAN SOLO	PACITAN	Sangat Rawan Longsor	190.29	144.66	0.94	83.33	51.57
WIS BENGAWAN SOLO	PACITAN	Sangat Rawan Longsor	100.29	144.66	14.33	97.91	71.80
WIS BENGAWAN SOLO	PACITAN	Sangat Rawan Longsor	190.29	125.43	0.93	86.84	34.81



Model Numerik Stabilitas Lereng TRIGRS



Pengembangan Model Lahar 2D (SIMLAR)

Debris Flow - Balai SABO Yogyakarta

Hydrograph 2D Simulation About
 Input Inflow Hydrograph
 Create Synthetic Hydrograph
 Create Dam Break Hydrograph
 Run Simulation

HASIL SIMULASI BANJIR LAHAR
 Pada Saat Tinggi Muka Air 1,00 m
 Rambatan Banjir Pada Menit Ke-60
 Lokasi :
 Kali Putih
 Daerah simulasi dimulai dari Bangunan Sabo
 PU-D2 hingga 8.700 m ke hulu jembatan Jumoyo
 Magelang, Jawa Tengah

Legenda
 ● Bangunan Sabo
 — Jalan Provinsi
 Yogyakarta - Magelang
 — Alur Sungai

Tinggi Aliran Hasil Simulasi
 5.85 m
 2.65 m
 2.00 m
 1.35 m
 0.70 m
 0.10 m
 0.05 m
 0.03 m

Keterangan :
 1. Kecepatan aliran lahar sebesar 3.05 m/det, panjang aliran 9.16 km
 2. Ujung aliran berada pada 700 m arah ke hilir Jembatan Jumoyo

Sumber :
 1. Lisan BPPTKG.2012.
 2. Peta RBI 1:50.000

BALAI LITBANG SABO
 Puslitbang Sumber Daya Air

BALAI LITBANG SABO
 Puslitbang Sumber Daya Air

FASILITAS dan LAYANAN BALAI LITBANG SABO

BALAI LITBANG SABO
 Puslitbang Sumber Daya Air

BALAI LITBANG SABO
 Puslitbang Sumber Daya Air

Fasilitas Balai Litbang Sabo



- Radar cuaca X-Band jangkauan 94 km.
- Peralatan pengukur curah hujan dan tinggi muka air (telemetry), Drone + Analisis DEM, CCTV, RTK, Total station, Geophone, dll.
- Laboratorium Beton, Mekanika Tanah, dan Hidraulika
- Perpustakaan.
- Ruang Crisis Center untuk Banjir lahar dan longsoran



LEMBAGA SERTIFIKASI (LI) DESAIN BANGUNAN PENGENDALI SEDIMEN

Uji Model fisik Desain Bangunan Pengendali Sedimen di DAS Cimeta Waduk Cirata, Feb 2017



Lokasi sebelum uji Model



Pembuatan Model



Kesiapan Model

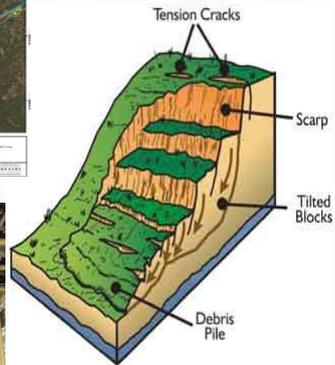
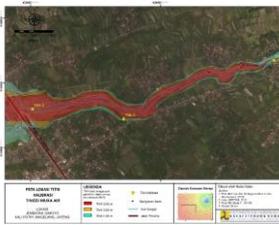


Running Model

Witness LI oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN), April 2018



Lab Lahar (Alih Kelola Des'16 dari DJ-SDA)



1. Pemodelan pengelolaan kawasan rawan erosi dan translasi
2. Dukungan pelaksanaan advis teknis, dan sertifikasi inspeksi bidang Bangunan Sabo
3. Pendukung pengembangan laboratorium numerik.
4. Implementasi sistem dinamik untuk neraca sedimen .
5. Pendukung riset bidang pengendalian aliran lahar/sedimen.



Pemanfaatan Lab Lahar

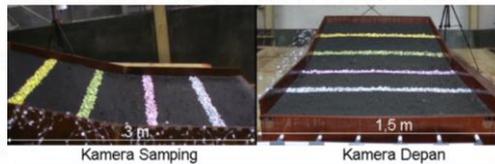
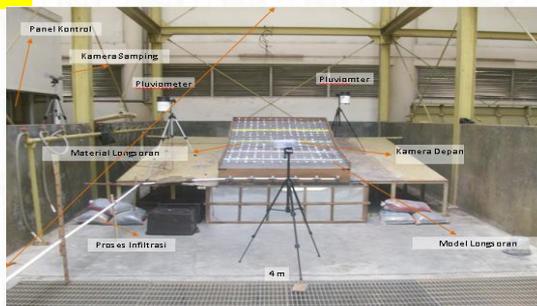
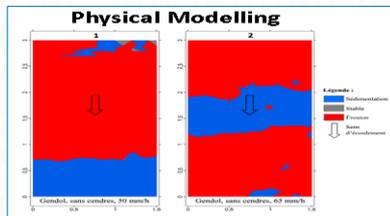
Disertasi :Sandv Budi Wibowo 2014

UNIVERSITÉ PARIS 7 PANTHÉON SORBONNE

LGP LABORATOIRE DE GEOGRAPHIE PHYSIQUE

AXA Research Fund

SEDIMER



Approches multiscalaires de l'érosion du volcan Merapi, Indonésie :
 Contribution à la compréhension du déclenchement et de la dynamique des lahars
 Kajian Proses Lahar di Gunung Merapi



EDUKASI Penjelasan banjir debris dan pengenalan Artificial Rainfall



Kunjungan edukatif TK Primagama



PEMANFAATAN LAB OUTDOOR



UMH Rencana Jembatan Jumoyo Kali Putih Pasca Erupsi Merapi 2010 (Keg 2011)

BERANDA | HOME | ORGANISASI | PRODUK | PUBLIKASI | KONTAK | GALERI | SITE MAP

NILAI DESERTA (0)

2 Pencakahan Jadwal Tolok Terbukta Calon 2017 Hadhya Sektora LPSE di Kementerian

SEARCH

BARAN & PENGADUAN

UMH Rencana Jembatan Jumoyo Kali Putih Pasca Erupsi Merapi 2010 (Keg 2011)

Merapi Terkini

- Menteri Basuki : Kita Perlu Menara Langgani RRT dalam Pembangunan Dumbendaya Air
- Kementerian PUPR Sosialisasikan Uji No. 2 Tahun 2017 Jelang Tantangan Infrastruktur
- Tiga Rukus Tol Trans Sumatera Fungsional Saat Lebaran Juni 2017
- Kementerian PUPR Laksanakan Inspeksi dengan Presensi di Bidang Pembangunan Kota Berkeseluruhan

Merapi Terkini

- Menteri Basuki : Kita Perlu Menara Langgani RRT dalam Pembangunan Dumbendaya Air
- Kementerian PUPR Sosialisasikan Uji No. 2 Tahun 2017 Jelang Tantangan Infrastruktur

UJI MODEL HIDRAULIK UNTUK ALIRAN LAHAR KALI PUTIH MERAPI

Merapi, 20 April 2017

UJI MODEL HIDRAULIK UNTUK ALIRAN LAHAR KALI PUTIH MERAPI

Pembangunan "Diversion Channel" sepanjang 2,75 km dan jembatan rangka baja dengan bentang 60 m di Kali Putih, Desa Jumoyo, Kabupaten Magelang segera dikerjakan Balai Sabo Yogyakarta, Puslitbang SDA, Selisia (2017) melaksanakan ekspose uji model hidraulik aliran lahar di Kali Putih di outdoor laboratorium Sabo. Rencana pembangunan jembatan ini merupakan salah satu upaya rehabilitasi bencana akibat erupsi Gunung Merapi lalu.

Ekspose ini dihadiri oleh Ir. Pitoyo Subandrio, DipiHE, Direktur Sungai dan Pantai, Balai Besar Serayu Opak Diptan SDA, dan P2JN, Diptan Bina Marga, Fakultas Teknik UGM, UPN, Undip, serta Dinas PU Magelang.



UMH Sabo Jangkar desain sabo plan sungai Perbaji – Sinabung (2016)



UMH Bangunan Sabo Cirata (dalam rangka Inspeksi Sertifikasi DED desain Bangunan Pengendali Sedimen) (2016/2017)



UJI MODEL FISIK SABO JANGKAR (2016)




Tujuan: melihat fungsi dari Sabo jangkar terhadap bangunan Sabo lainnya dalam suatu sistem sungai.



DEM hasil Pengukuran topografi dengan fixed wing drone

Jembatan tertutup pada saat banjir

Lokasi yg perlu perhatian khusus:







BALAI LITBANG SABO
Puslitbang Sumber Daya Air

WITNESS LEMBAGA SERTIFIKASI (LI) DESAIN BANGUNAN PENGENDALI SEDIMEN

Uji Model fisik Desain Bangunan Pengendali Sedimen di DAS Cimeta Waduk Cirata, Feb 2017



Lokasi sebelum uji Model



Pembuatan Model



Kesiapan Model



Running Model

Witness LI oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN), April 2018





