



Universitas Gadjah Mada
Fakultas Teknik
Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan
Program Sarjana Prodi Teknik Sipil

Teknik Sungai

Aliran Debris

Aliran Debris



Aliran Lahar (Kawasan G. Merapi)

- [G. Merapi in action](#)
- [G. Merapi: bencana atau berkah?](#)
- [G. Merapi: sabo works](#)



Universitas Gadjah Mada
Fakultas Teknik
Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan
Program Sarjana Prodi Teknik Sipil

Foto diolah dari berbagai sumber

G. Merapi in Action



G. Merapi "in action" (foto dari berbagai sumber)



G. Merapi pada saat erupsi (tampak saat siang hari)

G. Merapi pada saat erupsi (tampak saat malam hari)





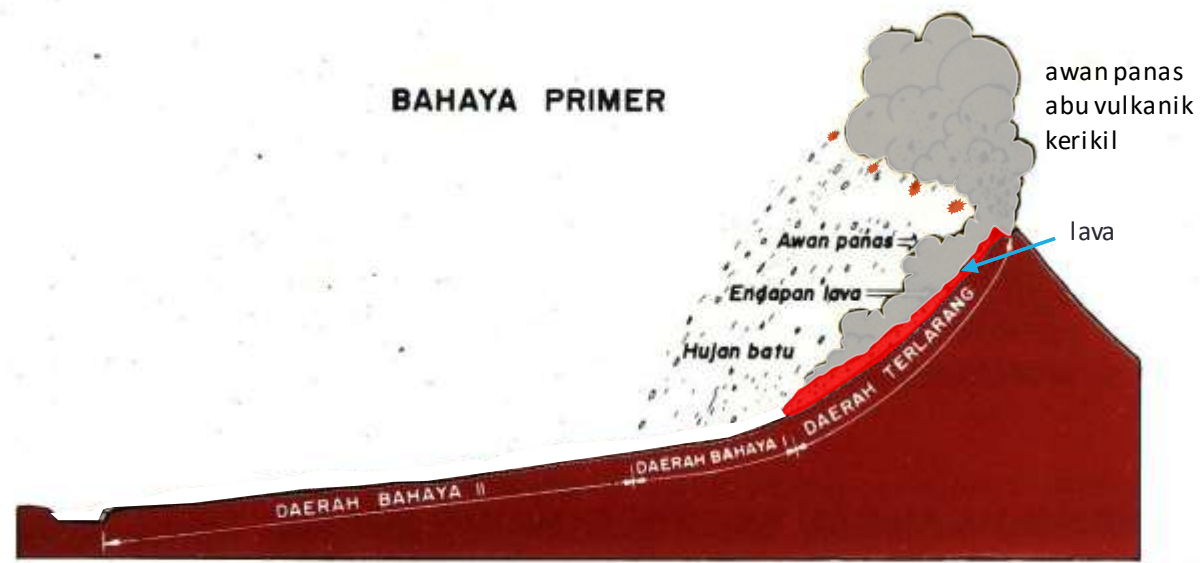
G. Merapi pasca erupsi (deposit sedimen di puncak)

Fenomena banjir lahar

- Pada saat erupsi, lava mengalir ke permukaan melalui kepundan.
- Material lava, yang pada umumnya berupa bongkah batu dalam berbagai ukuran, akan tertimbun di sekitar puncak.
- Timbunan material lava sewaktu-waktu dapat runtuh akibat getaran karena kegiatan vulkanik.
- Material lava yang runtuh akan meluncur menuruni lereng dengan kecepatan tinggi. Aliran ini disebut **aliran piroklastik**.
- Aliran piroklastik menimbulkan awan panas yang sesungguhnya adalah serpihan material lava yang hancur dan berhamburan ke udara akibat benturan antar material yang runtuh dan meluncur.
- Apabila material yang runtuh adalah lava baru, maka akan menimbulkan awan yang sangat panas yang mampu membakar hutan di sekitar aliran piroklastik.
- Jarak tempuh aliran piroklastik berkisar 3 s.d. 4 km dari puncak.
- Setelah berhenti meluncur, maka akan terjadi timbunan material piroklastik yang apabila terguyur hujan lebat akan mengalir sebagai **aliran debris** atau **aliran lahar** atau **banjir lahar hujan** atau **banjir lahar dingin**.

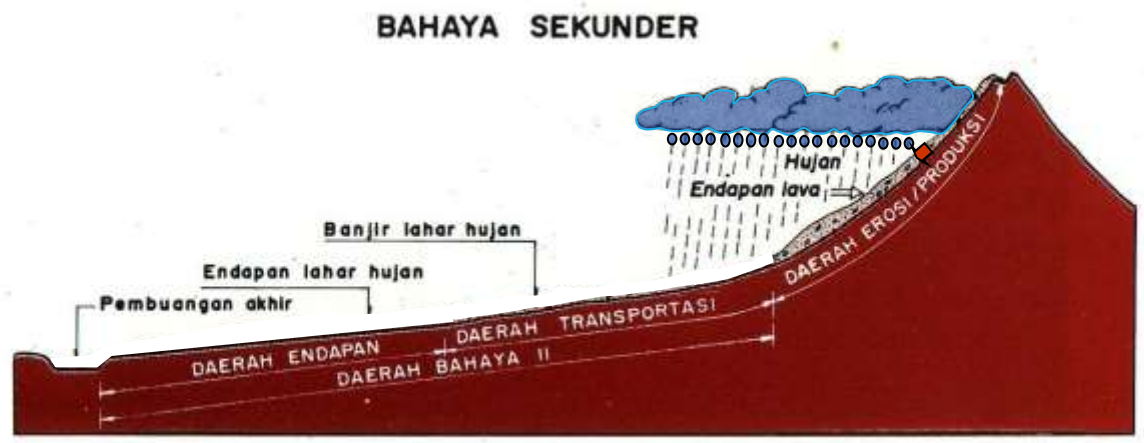
Banjir lahar (banjir sedimen)

- Banjir lahar sesungguhnya merupakan aliran debris, yakni aliran material campuran pasir, kerikil, dan batu serta pohon-pohon yang tumbang dalam volume yang sangat besar.
- Kecepatan aliran debris mencapai 20-40 km/jam, sehingga memiliki daya rusak yang besar.
- Aliran debris bukan transpor butir sedimen individual seperti transpor sedimen di sungai, melainkan transpor material sedimen secara kolektif, yang lebih banyak diakibatkan oleh gaya berat (gravitasi) kumpulan material pasir, kerikil, dan batu.
- Lahar dan galodo termasuk aliran debris.
- Aliran debris terjadi karena:
 - endapan sedimen dasar sungai di daerah hulu mengalir karena limpasan banjir
 - tebing/lereng yang runtuh
 - sabo dam, konsolidasi dam, tembok penahan tanah yang jebol.



Bencana alam terkait dengan aktivitas G. Merapi

(Gambar: Proyek Merapi; Animasi: Istiarto)

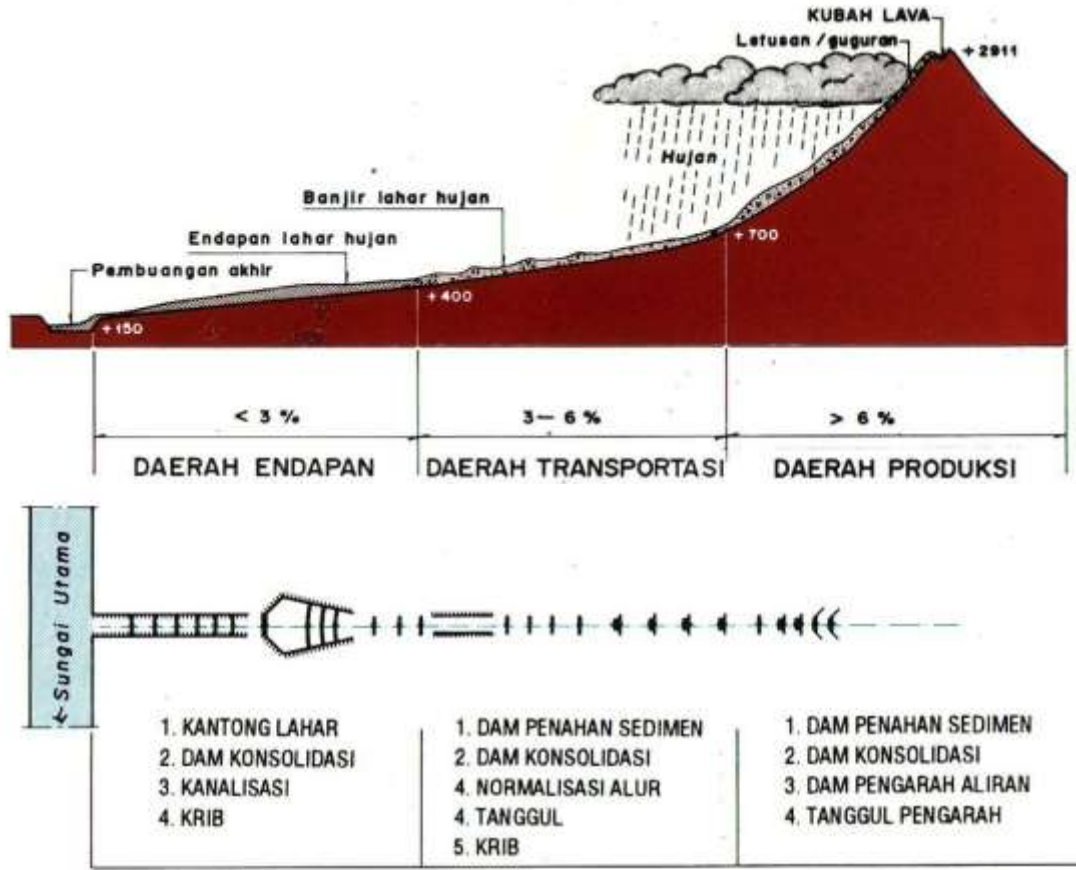


Bencana alam terkait dengan aktivitas G. Merapi

(Gambar: Proyek Merapi; Animasi: Istiarto)

Pengendalian Banjir Lahar

- Bidang garap enjinir sipil adalah pengendalain banjir lahar, yang merupakan bahaya sekunder erupsi gunung berapi.
- Prinsip pengendalian banjir lahar
 - Arahkan aliran lahar ke sungai dan pertahankan aliran lahar selalu berada di alur sungai, tidak meluap keluar alur sungai.
 - Kurangi daya rusak aliran dengan meredam energi aliran
 - Reduksi debit aliran (perkecil aliran)
 - Reduksi kecepatan aliran (perlambat aliran)



Pola pengendalian aliran lahar

(Gambar: STC)

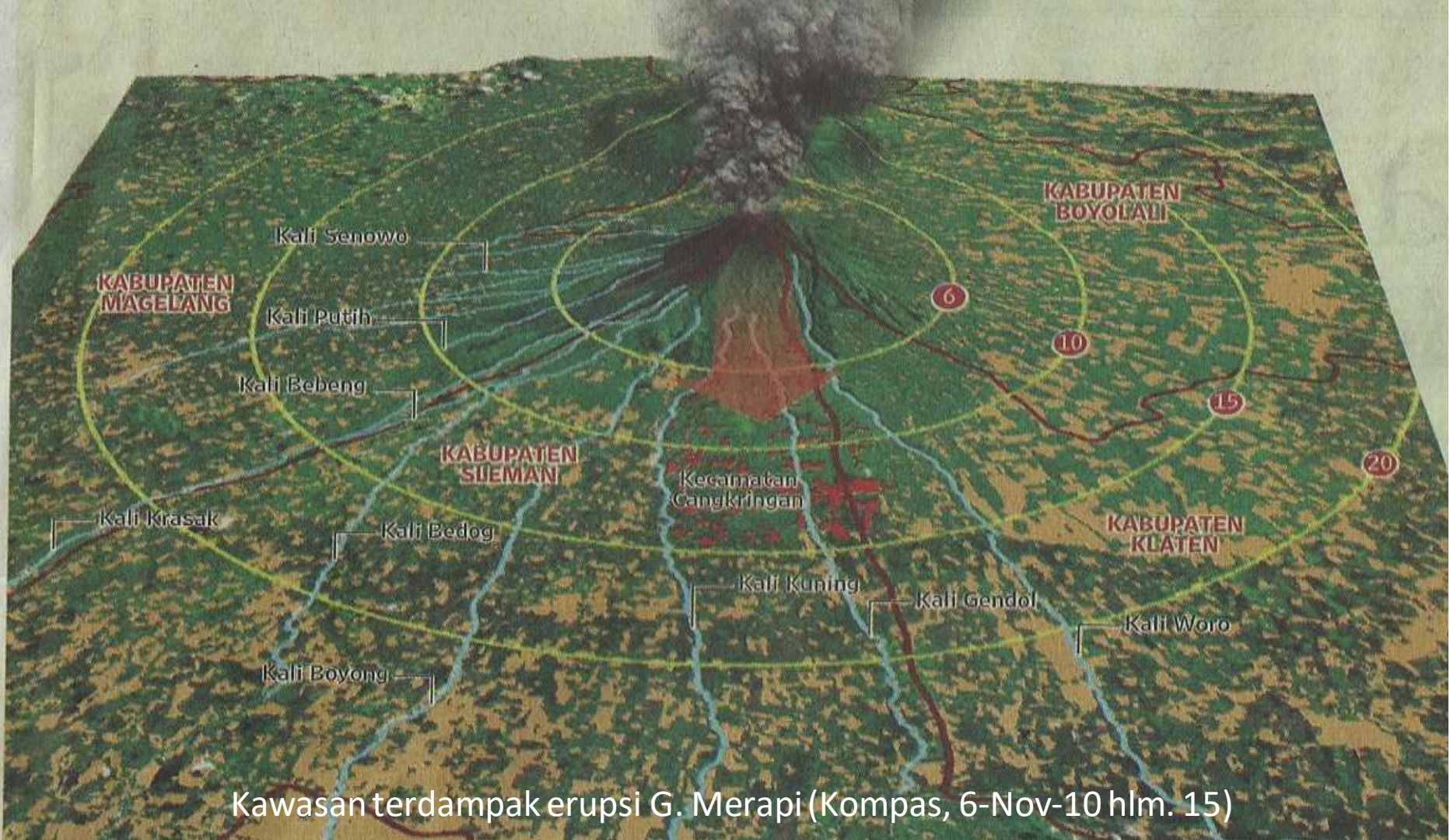
PRINSIP PENANGGULANGAN BANJIR LAHAR HUJAN G.MERAPI



Gambar: STC

November 2010

G. Merapi



Kawasan terdampak erupsi G. Merapi (Kompas, 6-Nov-10 hlm. 15)



S. Gendol di hulu pasca erupsi 2010



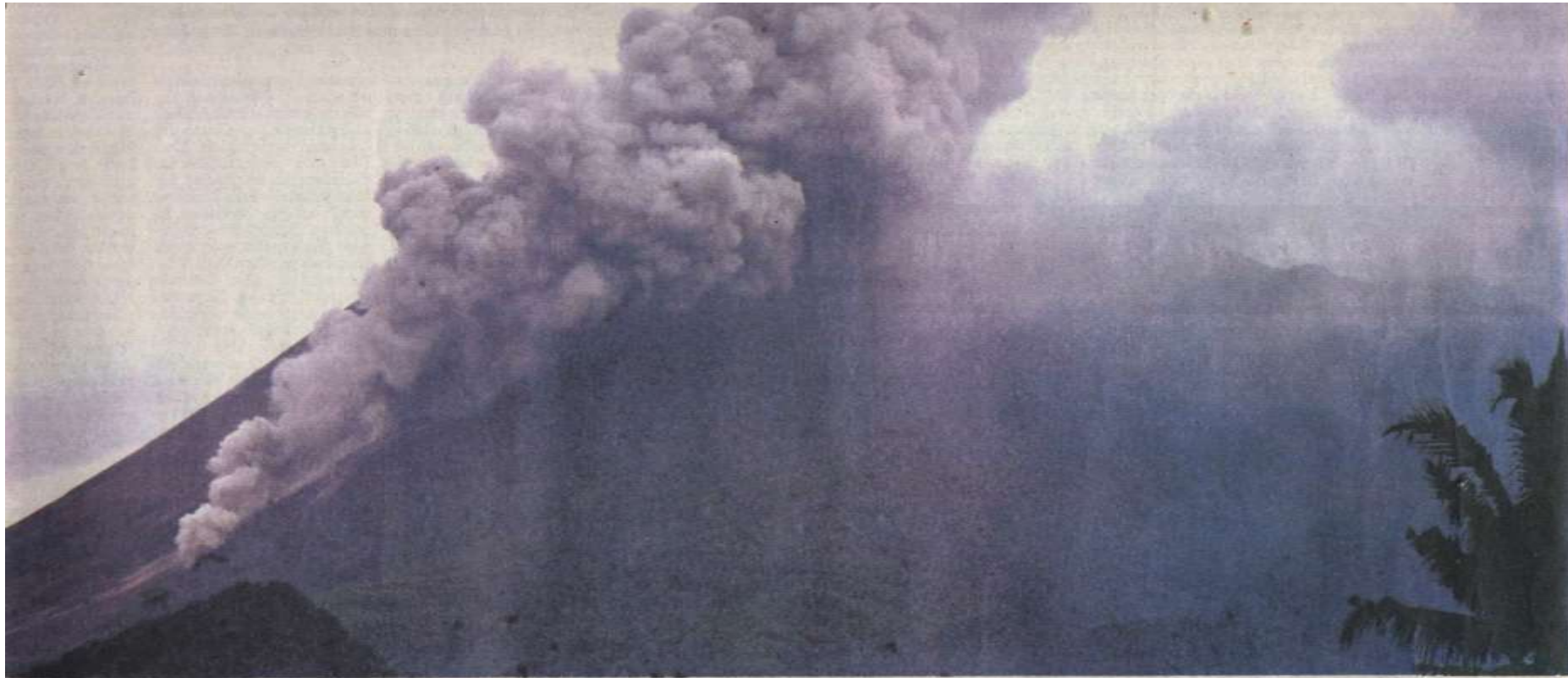
S. Code di Juminahan Yogyakarta, 5-Nov-10 (Kompas, 6-Nov-10 hlm. A)



S. Code Yogyakarta, 5-Nov-06 (Kompas, 6-Nov-10 hlm. 2)

Mei 2006

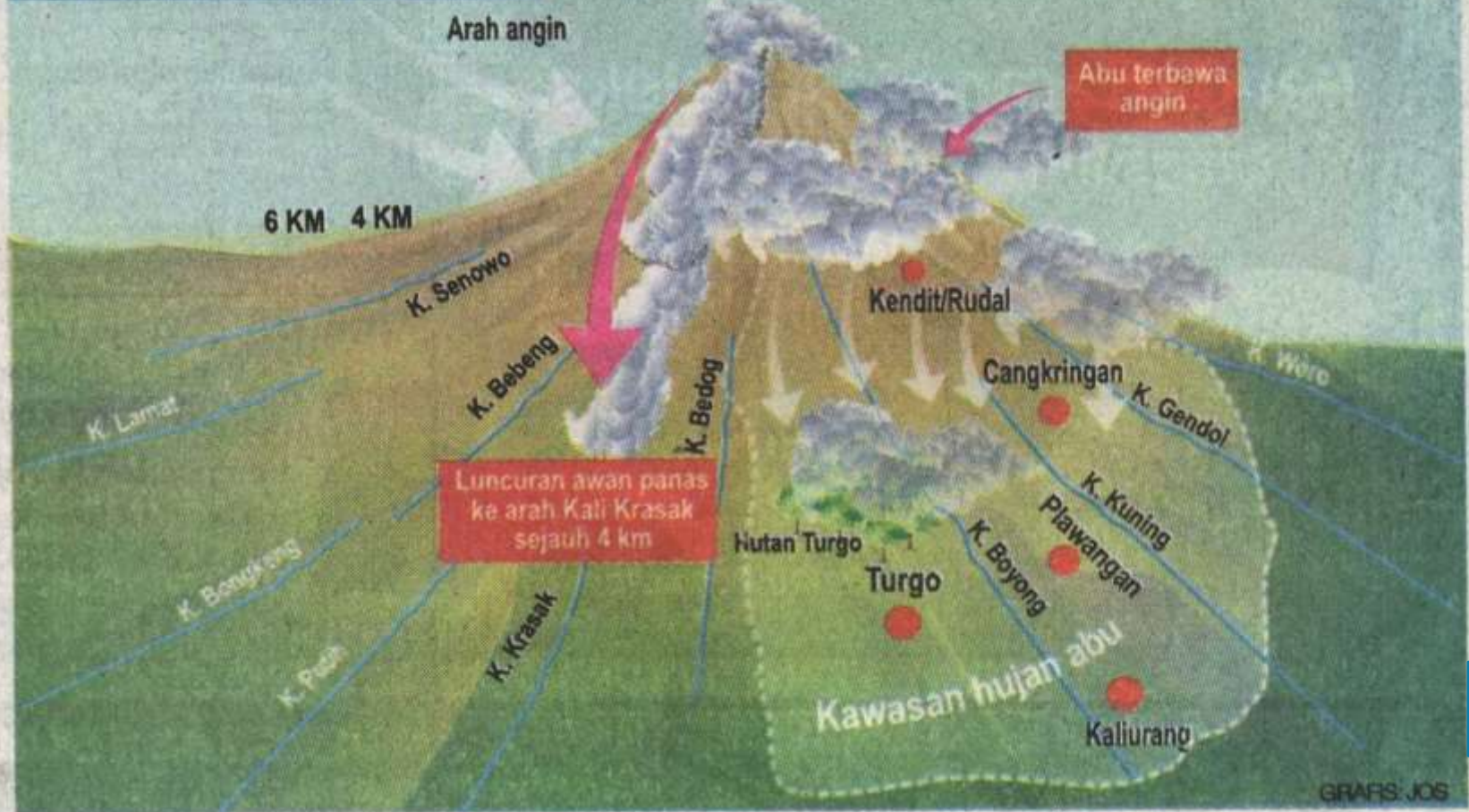
G. Merapi



...as kembali muncul Selasa (23/5) pukul 07.45 WIB, setelah beberapa hari tidak begitu terlihat karena tertutup awan. Luncuran awan panas paling besar mengarah ke hulu Kali Krasak sejauh 4 km.

KR-EXO BOEDIANTORO

Arah Luncuran Awan Panas dan Kawasan Terkena Hujan Abu





Universitas Gadjah Mada
Fakultas Teknik
Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan
Program Sarjana Prodi Teknik Sipil

Foto diolah dari berbagai sumber

G. Merapi: Bencana atau Berkah?



Bencana atau Berkah?




Korban Letusan Merapi


Waktu Kejadian	Korban (jiwa)		Waktu Kejadian	Korban (jiwa)	
	Meninggal	Luka		Meninggal	Luka
4 Agustus 1672	3.000	0	18 Januari 1954	64	57
27-30 Desember 1822	100	0	5-9 April 1961	6	0
25 Desember 1832	32	0	7-8 Januari 1969	3	0
14-15 September 1849	0	0	7 November- Desember 1976	29	2
15-20 April 1872	200	0	22 November 1994	69	23
22 September 1888	0	0	17 Januari 1997	0	0
30 Januari 1904	16	0	19 Juli 1998	0	0
12 Oktober 1920	35	0	10 Februari 2001	0	0
18 Desember 1930	1.369	0			



Kompas, 19-April-2006



Deposit sedimen di K. Putih, El. +1000 m
(Foto: Proyek Merapi)



Penambangan pasir di tebing kanan K. Putih
(Foto: Proyek Merapi)



Penambangan di Dam Penahan Sedimen K. Boyong BO-D6, Tgl. 23-01-2003

 <h1>PERHATIAN</h1> 	
<h2>✗ DILARANG</h2>	<h2>○ DIPERBOLEHKAN</h2>
<p>1. MENGGALI PASIR/BATU DI HILIR DAM 2. MENGGALI PASIR DI DASAR TEBING</p>	<p>1. MENGGALI PASIR/BATU DI HULU DAM</p>
	
<p>✗ PROYEK MERAPI</p>	<p>○ JAPAN</p>

Papan petunjuk penambangan di K. Putih
(Foto: T. Maksal. S.)



Jembatan Pabelan (jalan Yogyakarta-Magelang), 2011, rusak diterjang aliran lahar.

- bentang sisi Yogyakarta-Magelang putus
- pilar sisi Magelang-Yogyakarta tergerus





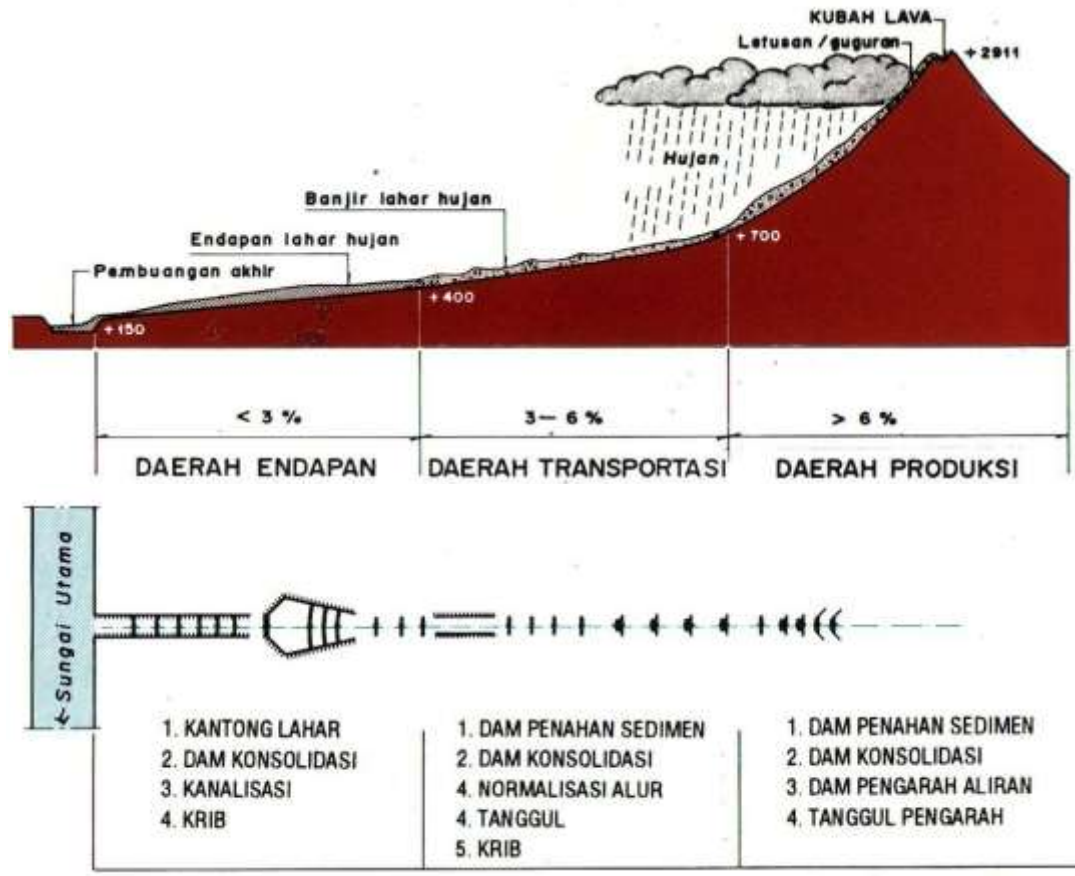
Universitas Gadjah Mada
Fakultas Teknik
Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan
Program Sarjana Prodi Teknik Sipil

Foto diolah dari berbagai sumber

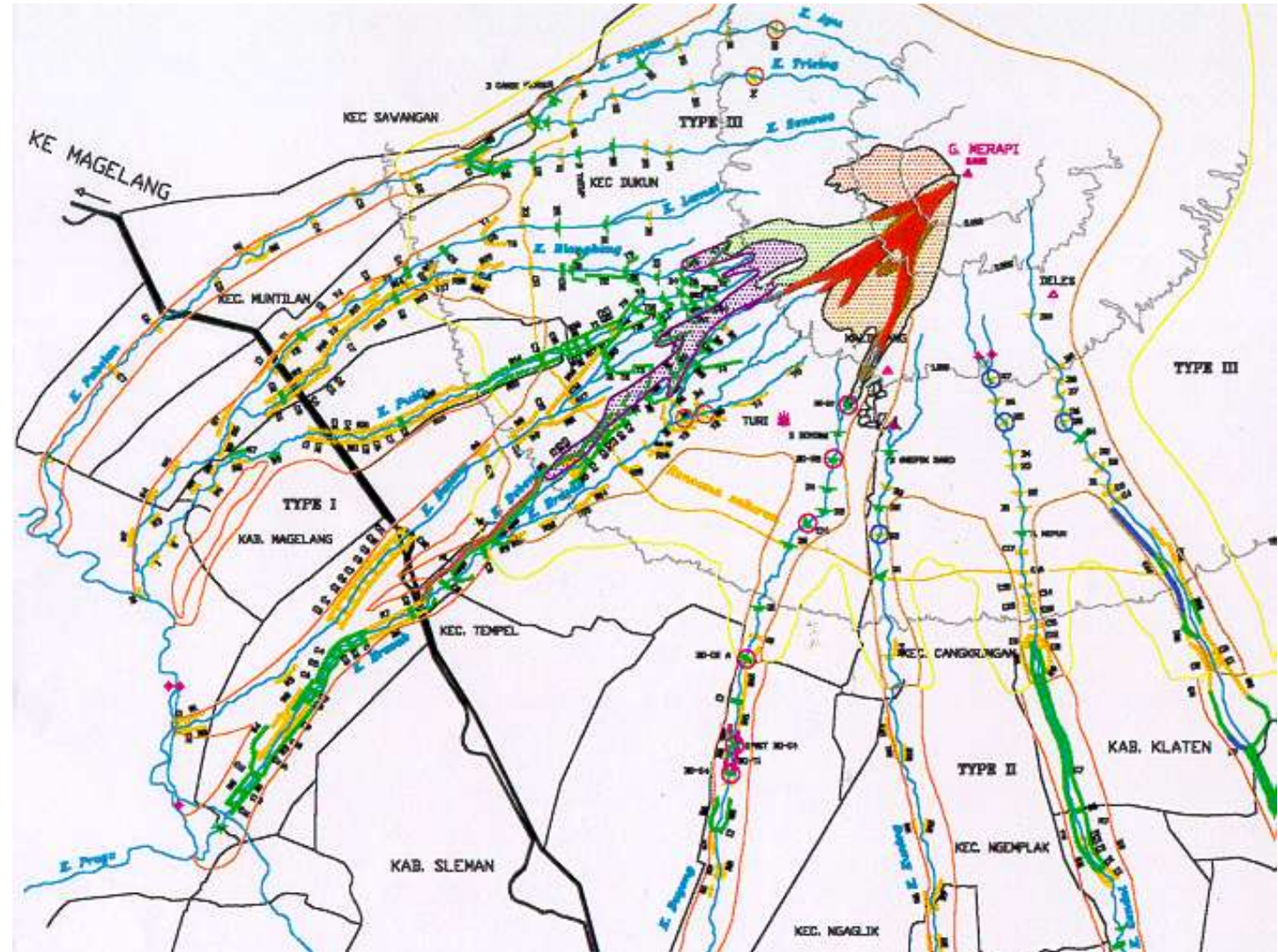
G. Merapi: Sabo Works

PRINSIP PENANGGULANGAN BANJIR LAHAR HUJAN G.MERAPI





Pola pengendalian aliran debris dengan teknik sabo
(Gambar: STC)

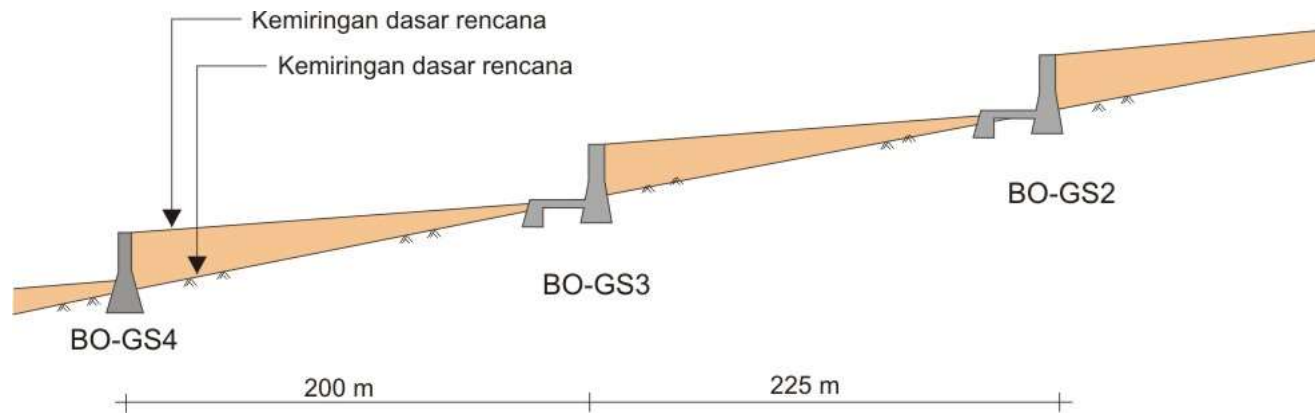


Dam Sabo

Sungai	Jumlah struktur sabo
Gendol	20
Kuning	15
Boyong	43
Krasak	25
Bebeng	11
Jumlah	114

Kepala Balai Sabo di Kompas 10 November 2010 hlm 14.

Dam Sabo di Indonesia dibangun di G. Merapi, G. Kelud, G. Agung



Sabo di dekat puncak (daerah produksi)

- Jenis bangunan
 - Check-dams
 - dam penahan sedimen
 - dam pengarah aliran sedimen
- Tujuan
 - Menahan, menampung sedimen
 - Mengontrol aliran sedimen, mengurangi debit puncak aliran sedimen
 - Mengurangi energi kinetik aliran sedimen
 - Mengarahkan aliran sedimen, mencegah penyebaran aliran sedimen

Sabo di lereng (daerah transportasi)

- Jenis bangunan
 - Check-dams
 - Normalisasi alur
 - Tanggul
 - Krib
- Tujuan
 - Menahan, menampung sedimen
 - Mengontrol aliran sedimen
 - Mengarahkan aliran sedimen
 - Mencegah limpasan sedimen
 - Menstabilkan alur
 - Mencegah gerusan

Sabo di kaki gunung (daerah endapan)

- Jenis bangunan
 - Kantong lahar
 - Kanalisasi
 - Tanggul
 - Krib
- Tujuan
 - Menampung sedimen
 - Mengontrol aliran sedimen
 - Mengarahkan aliran sedimen
 - Mencegah limpasan sedimen
 - Menstabilkan alur
 - Mencegah gerusan

Stabilisasi dasar sungai

- Jenis bangunan
 - Dam konsolidasi
 - Groundsill
 - Girder
- Tujuan
 - Menstabilkan dasar sungai
 - Mencegah erosi, degradasi dasar sungai
 - Melindungi bangunan (check-dam) di sisi hulu

Bangunan sabo

No	Jenis	Fungsi utama	Lokasi
1	Dam penahan bertingkat (stepped dam)	Mencegah erosi vertikal dan horizontal Mencegah perluasan galur	Di daerah hulu pada galur sungai dengan bentuk profil huruf V
2	Dam pengendali (checkdam)	Mengendalikan sedimen: menahan, menampung, mengontrol Memperkecil energi aliran debris Mereduksi debit puncak sedimen	Pada palung sungai Bentuk profil sungai huruf U
3	Dam stabilisator dasar (groundsill/consolidation dam/bottom controller)	Menstabilkan dasar Mengarahkan aliran	Di sebelah hilir dasar yang distabilisasi
4	Kantong sedimen (sand pocket)	Mencegah penyebaran aliran sedimen Menampung sedimen	Kipas alluvial
5	Kanalisisasi (channal works)	Menstabilkan alur sungai agar tidak berpindah	Kipas alluvial
6	Tanggul pengarah (training dyke)	Mencegah limpasan sedimen/debris Mengarahkan aliran sedimen/debris	Tempat-tempat rawan limpasan
7	Lindungan tebing (bank protection)	Melindungi tebing terhadap erosi	Pada tebing yang rawan terhadap erosi

Check-dam di K. Boyong BO-D7: celah (slit) memungkinkan sedimen mengalir ke hilir pada aliran normal.



BO-D7 pasca erupsi 2010



Dam Pengendali Sedimen di K. Boyong BO-D4





Channel works di Sungai Boyong



Kantong lahar di K.Putih, Ds. Mranggen, kapasitas tampung 4.500.000 m³

Sabo Works

- www.sabo-int.org



Sekian dan Terima-kasih