

ALIRAN DEBRIS (PENGENDALIAN SEDIMEN)

Aliran debris

Banjir lahar

Sabo works

Aliran Debris



Aliran Lahar (Kawasan G. Merapi)

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

G. MERAPI IN ACTION

Foto diolah dari berbagai sumber



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)

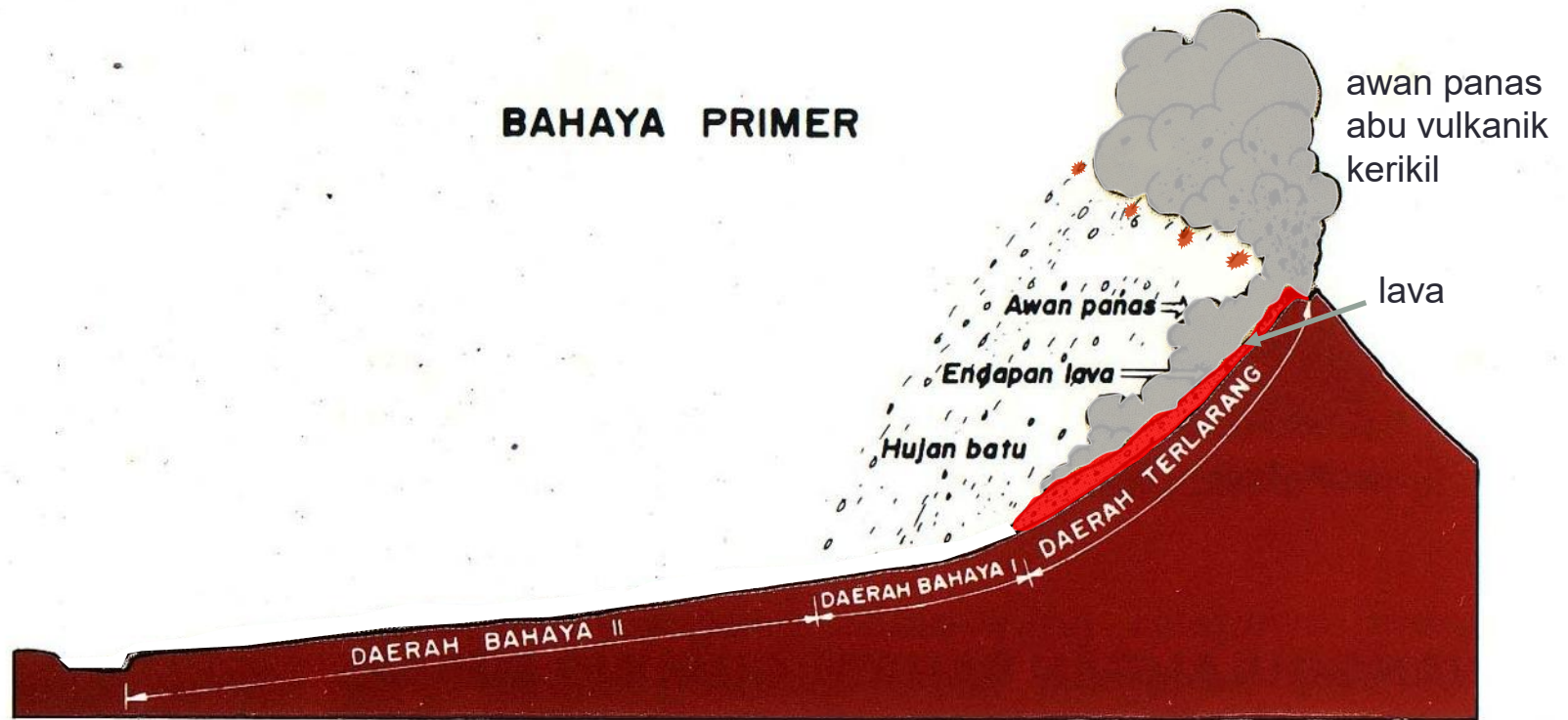


Fenomena banjir lahar

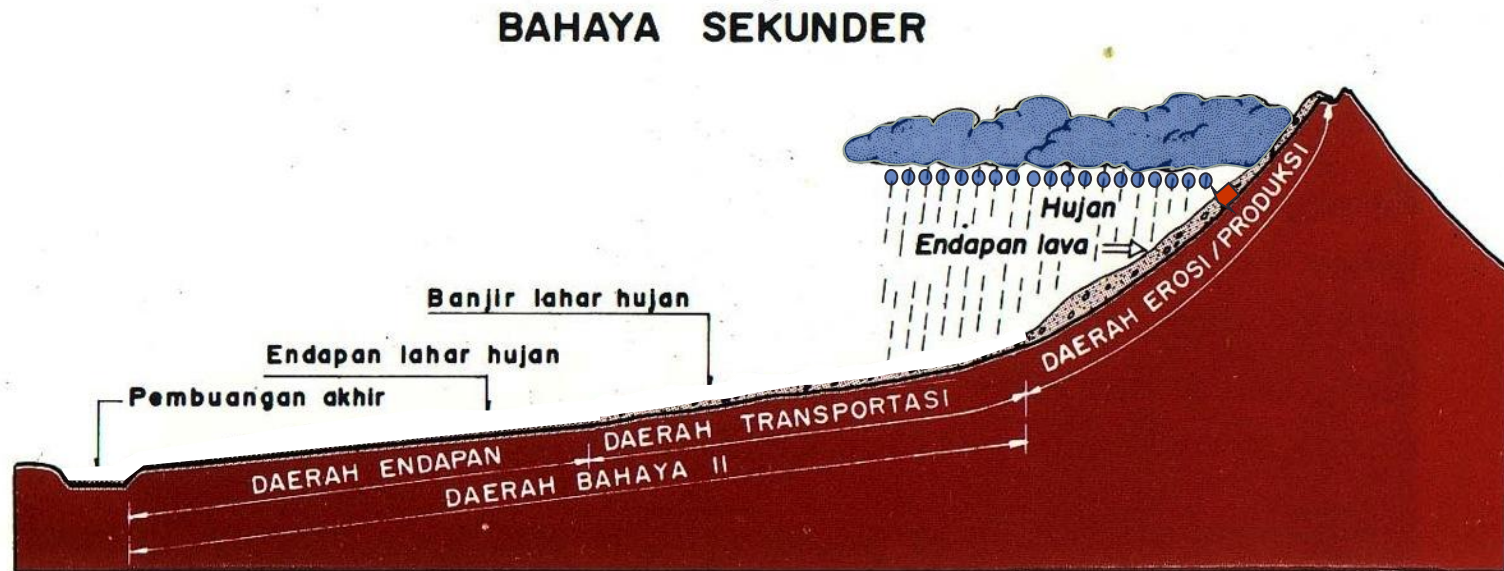
- Pada saat erupsi, lava mengalir ke permukaan melalui kepundan.
- Material lava, yang pada umumnya berupa bongkah batu dalam berbagai ukuran, akan tertimbun di sekitar puncak.
- Timbunan material lava sewaktu-waktu dapat runtuh akibat getaran karena kegiatan vulkanik.
- Material lava yang runtuh akan 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.



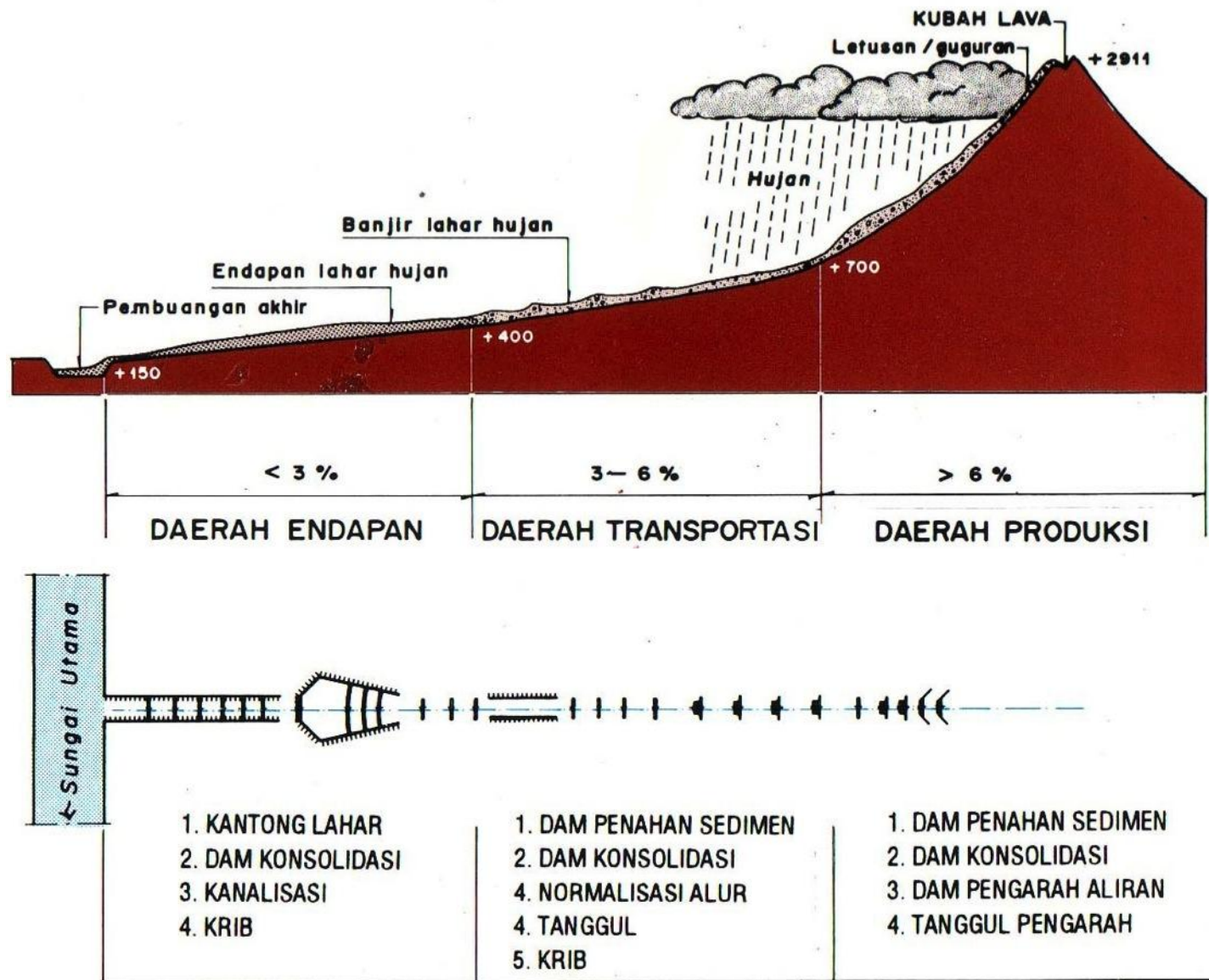
Bencana alam terkait dengan aktivitas G. Merapi
(Gambar: Proyek Merapi; Animasi: Istiarto)



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)

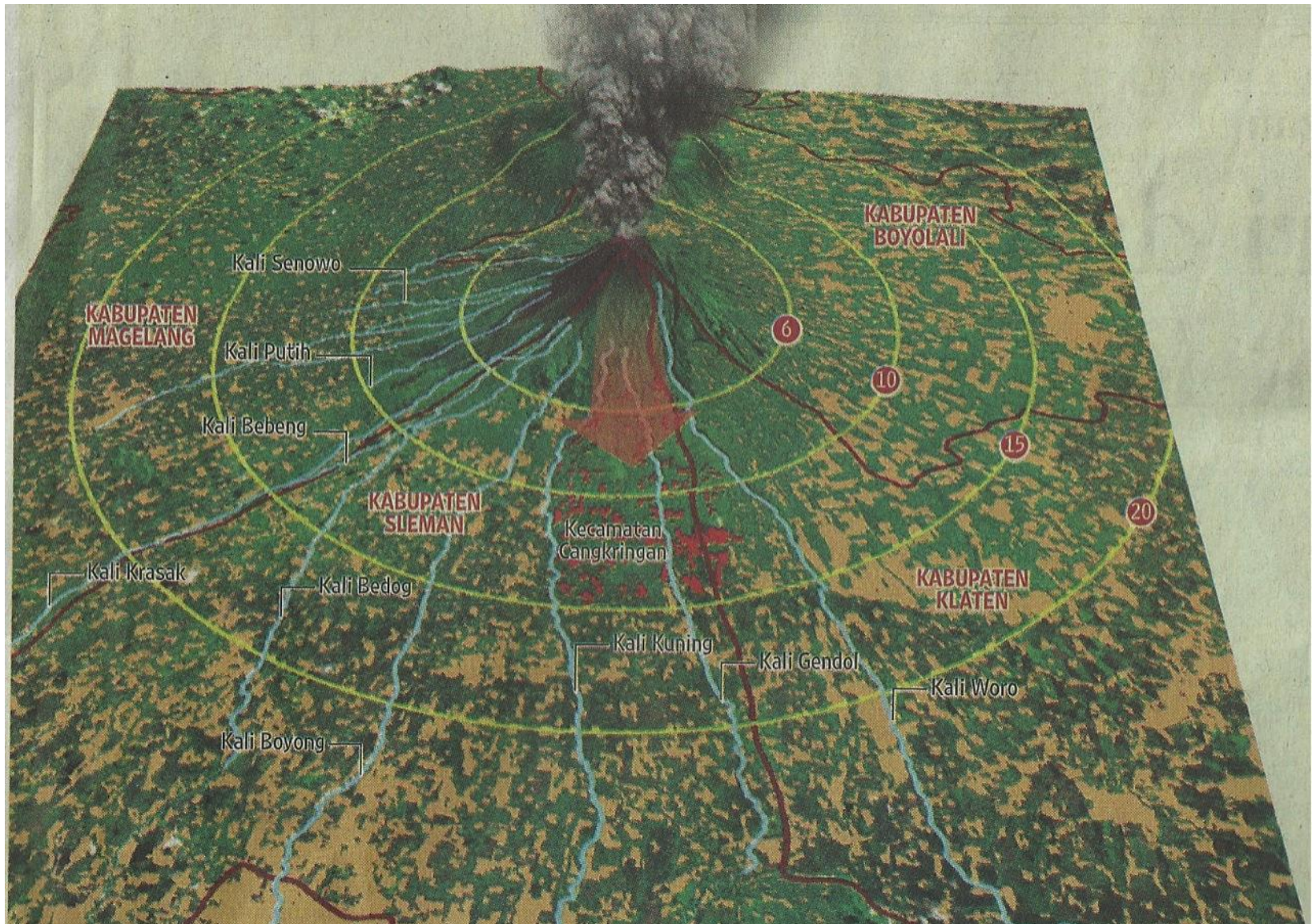
PRINSIP PENANGGULANGAN BANJIR LAHAR HUJAN G.MERAPI



Gambar: STC.

G. MERAPI

November 2010



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



S. Gendol di hulu pasca erupsi 2010



KOMPAS/FERGANATA INDRA RIA

r Dingin di Kali Code

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



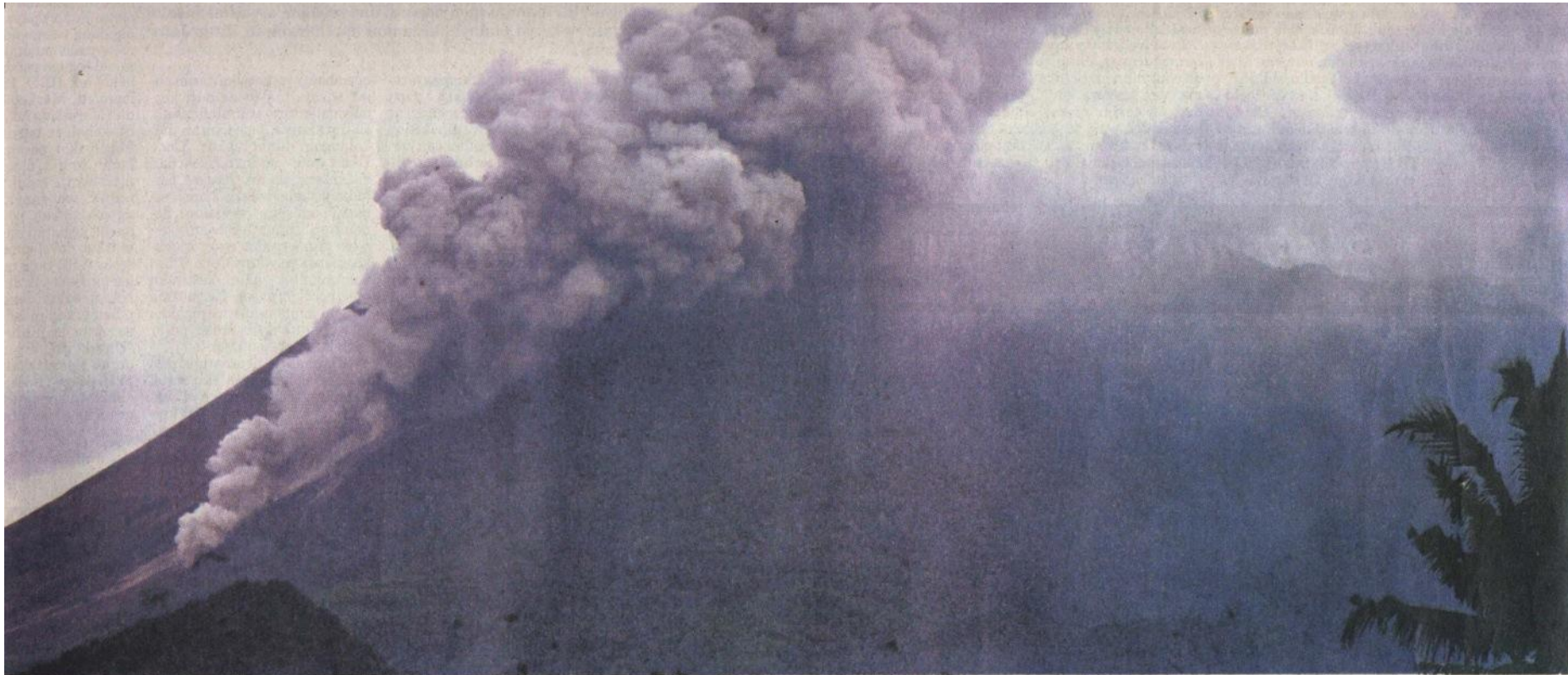
KOMPAS/WAWAN H PRABOWO

Hujan di puncak Gunung Merapi mengalirkan lahar dingin di Kali Code, Kampung Juminahan, Tegalpanggung, Danurejan, Yogyakarta, Jumat (5/11). Kota Yogyakarta saat ini berstatus Awas banjir lahar dingin dan siap mengevakuasi warga di 14 kelurahan sepanjang Kali Code.

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

G. MERAPI

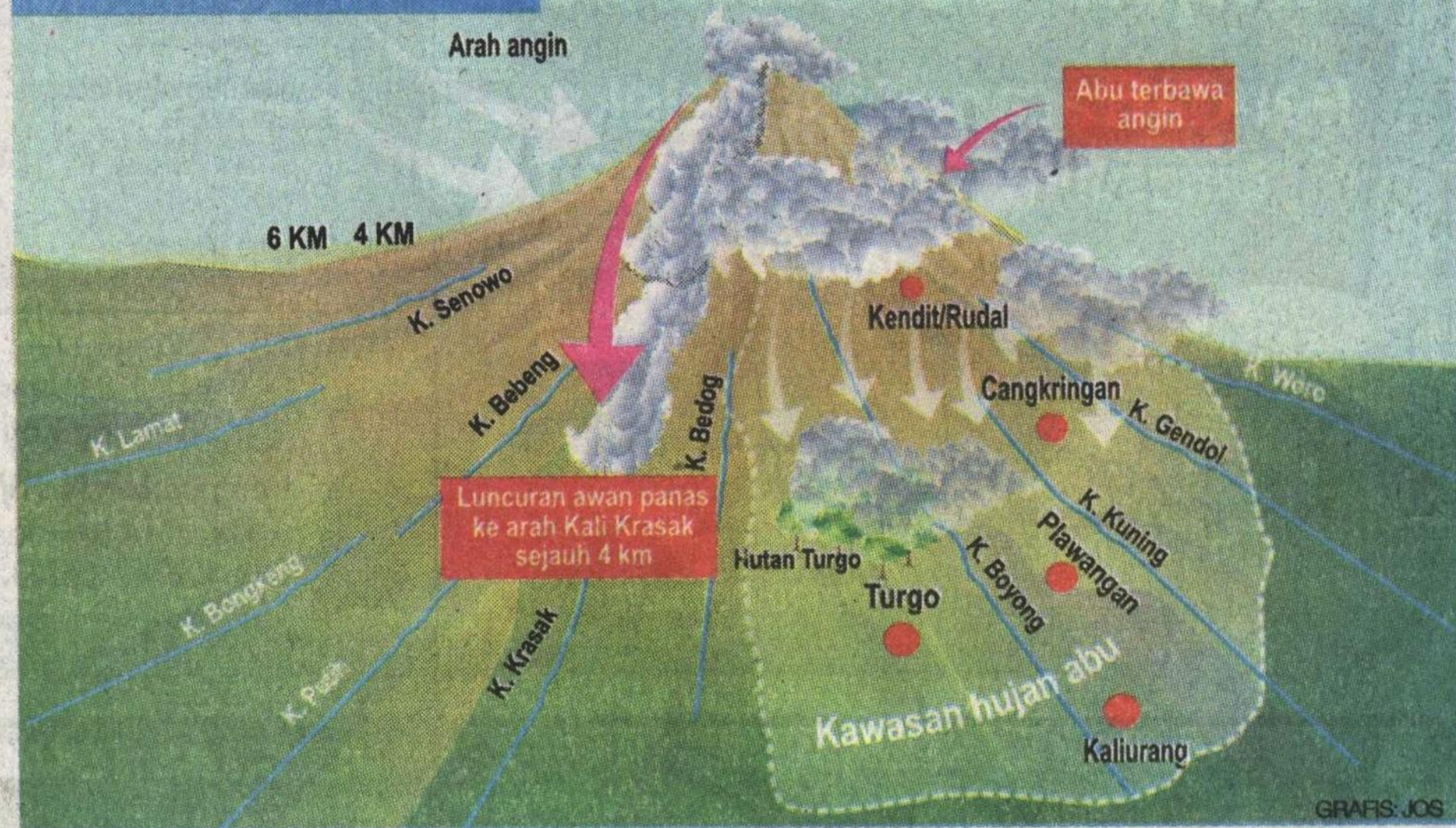
Mei 2006



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-EKO BOEDANTORO

Arah Luncuran Awan Panas dan Kawasan Terkena Hujan Abu



G. MERAPI

22 November 1994



Photo 2. Coulée pyroclastique à blocs et à cendres du Merapi le 22 novembre 1994.

Ce cliché, pris à Kaliadem, sur le flanc SE du volcan, vers 1000 m d'altitude, montre une "nuée ardente de type Merapi", qui résulte d'un écroulement du dôme de lave. La coulée, guidée par le relief s'écoule dans la K. Boyong (Cliché : M. Mongin).

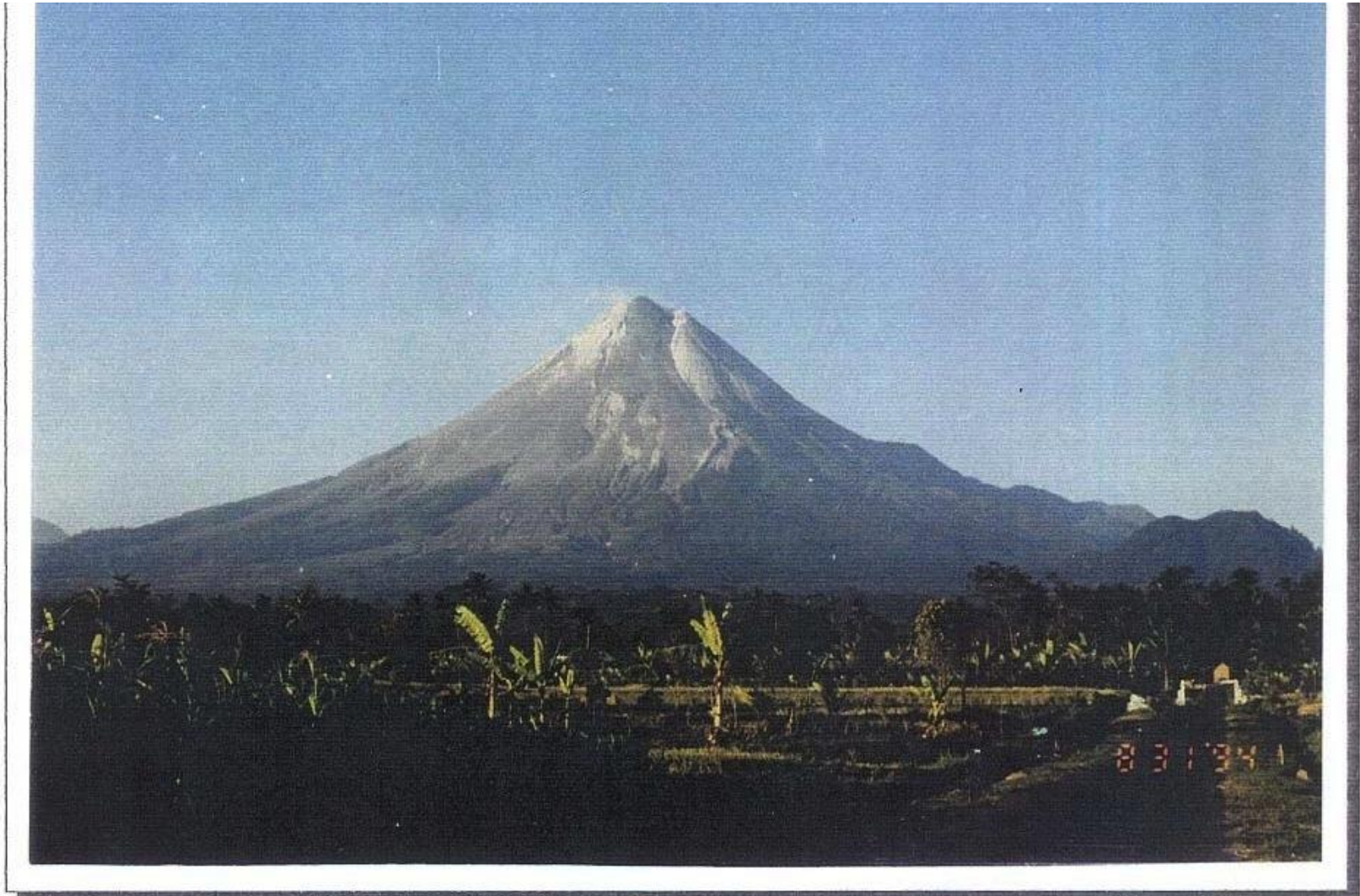


Photo. 6 : Vue du Merapi depuis le flanc SW (K. Bedok).

Trois mois avant l'éruption du 22/11/1994, le dôme de lave, bien visible, atteignait environ 10^7 m^3 et reposait sur une pente d'environ 30° (cliché Ratdomopurbo, 1995)

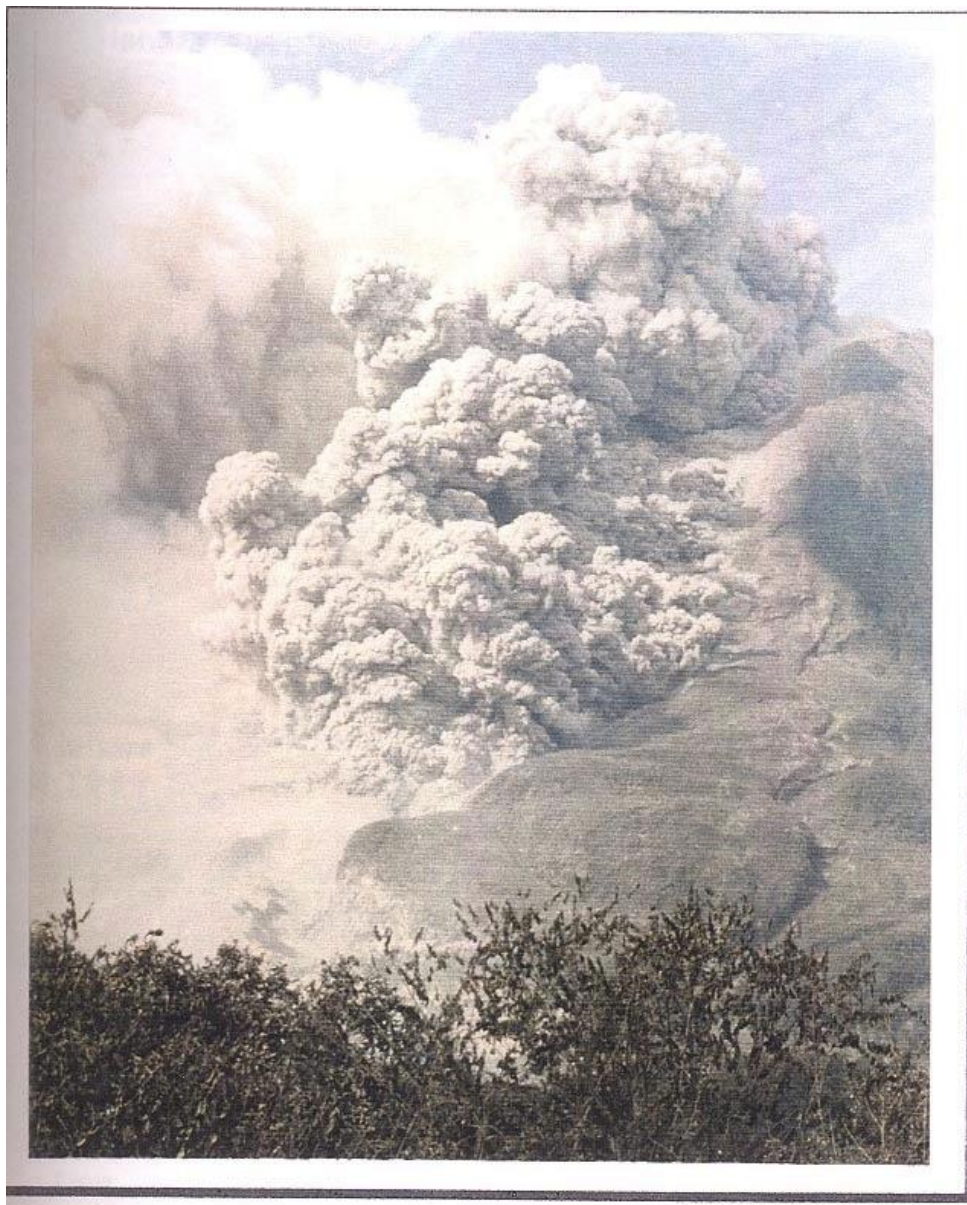


Photo. 8 : Nuée ardente à blocs et à cendres le 22/11/1994

Vue depuis le poste volcanologique de Plawangan, aux alentours de 13^h00. (*cliché : Panut*)

Photo. 9 : Coulée et déferlante pyroclastique du 22/11/1994.

Même vue que la précédente, quelques minutes plus tard. Les deux composantes de la nuée sont désormais bien visibles :

- coulée pyroclastique à blocs et à cendre, canalisée dans la K. Boyong.
- déferlante pyroclastique ("*ash cloud surge*") qui surmonte la précédente, non canalisée.

(*Cliché : Panut*)





Photo. 23 : Dépôt pyroclastique à blocs et à cendres du 22/11/1994 dans la K. Bebung.

La photo, prise en juillet 1995, montre une incision par les lahars d'une quinzaine de mètres. Le volume total du dépôt initial est estimé à $1,5 \times 10^6 \text{ m}^3$. Vue vers le nord. (Cliché : F. Lavigne).

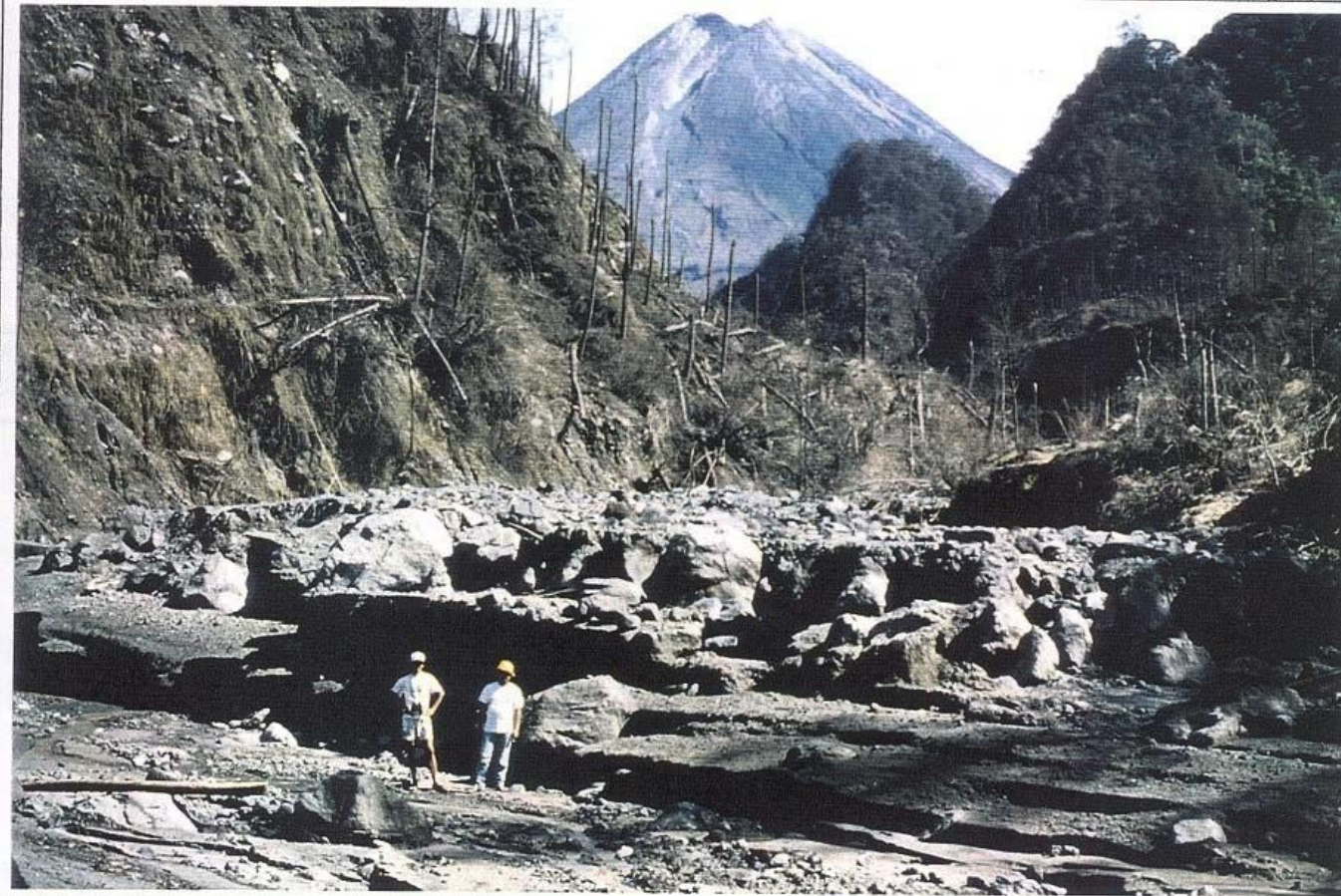


Photo. 24 : Dépôt de coulée pyroclastique à blocs et cendres du 22/11/1994 dans la K. Boyong.

Ce dépôt (premier plan) était encore très peu érodé par les lahars en décembre. Au second plan, le flanc est de la colline de Turgo ne comporte plus que quelques troncs calcinés par la déferlante. A l'arrière-plan, le sommet du Merapi, situé à 6,5 km de distance du front du dépôt pyroclastique.



Photo. 25 : Coulée pyroclastique du 22/11/1994 dans la K. Boyong, vue depuis le flanc SSE. (Cliché : Intan)



Photo. 26 : Eruption du 22/11/1994 à Kaliurang.

Ce cliché pris vers 11h30 montre la colline de Plawangan recouverte des cendres issues des nuées ardentes. (Cliché : M. Marshall)

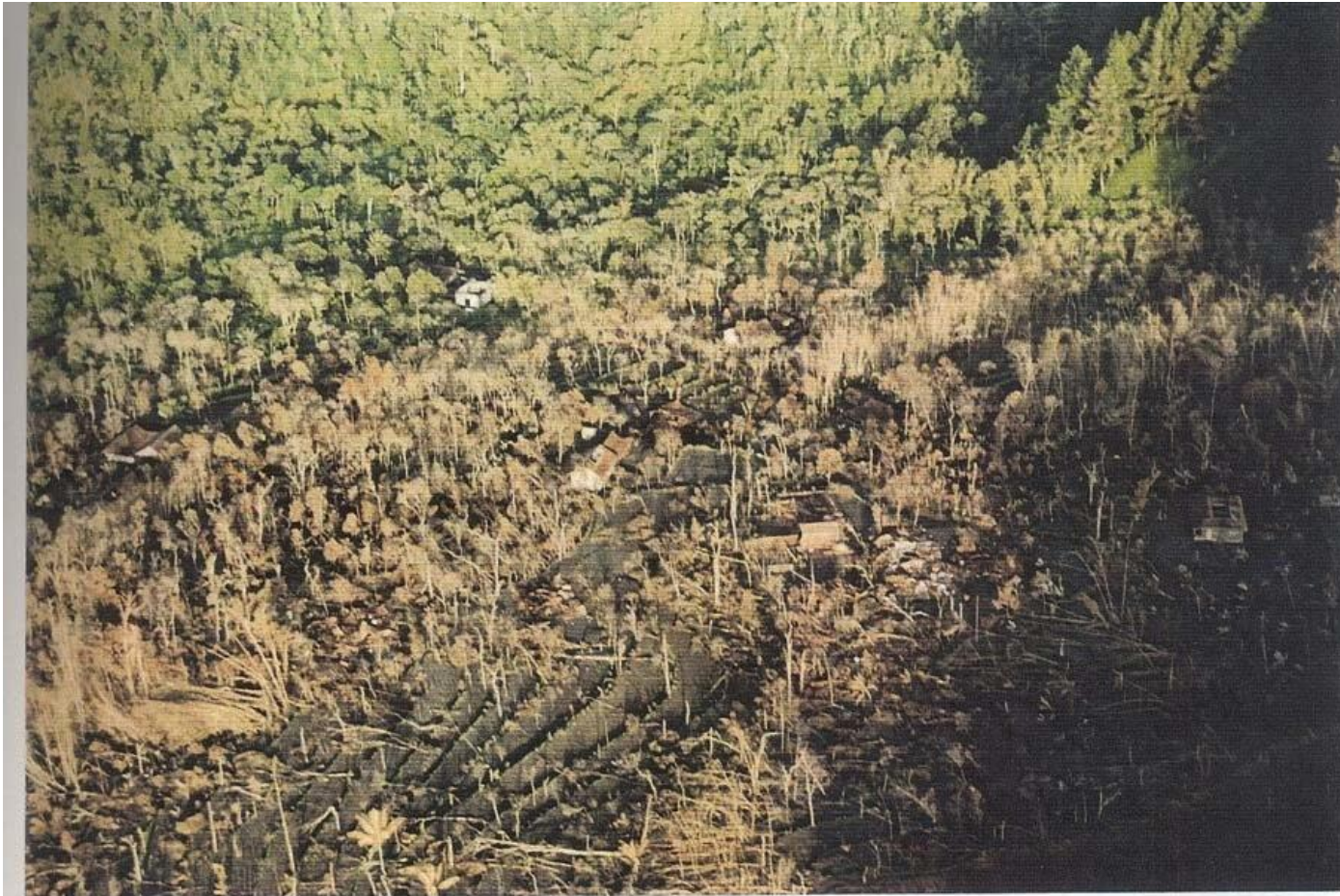


Photo. 27 : Vue aérienne du village de Turgo deux semaines après l'éruption du 22/11/1994.

La violence du souffle coucha les arbres au premier plan, tandis que ceux du second plan n'ont été que calcinés. (Cliché : Dewi Sri Sayudi)



Photo. 28 : Dégâts occasionnés dans le village de Turgo par une déferlante ("ash cloud surge") du 22/11/1994. Une cinquantaine de personnes trouvèrent la mort par asphyxie et brûlures. (Cliché : F. Lavigne)



BOYONG LA KONGGOLAH

du Merapi.

Cette vue en pause pendant plusieurs heures montre la trajectoire des blocs éboulés ("guguran") le 29/03/1995 en direction de la K. Boyong.
(Cliché : MVO)

**Photo. 30 : Eboulement
survenu le 11/02/1995
par sapement latéral des
berges du chenal de la K.
Boyong.**

Ce bloc de 20 m³ (section 3) sera déplacé de 20 m vers l'aval par le lahar du 19/02/1995.
(Cliché : M. Dejean)

MERAPI TEMPO DOELOE

Era Kolonial Belanda

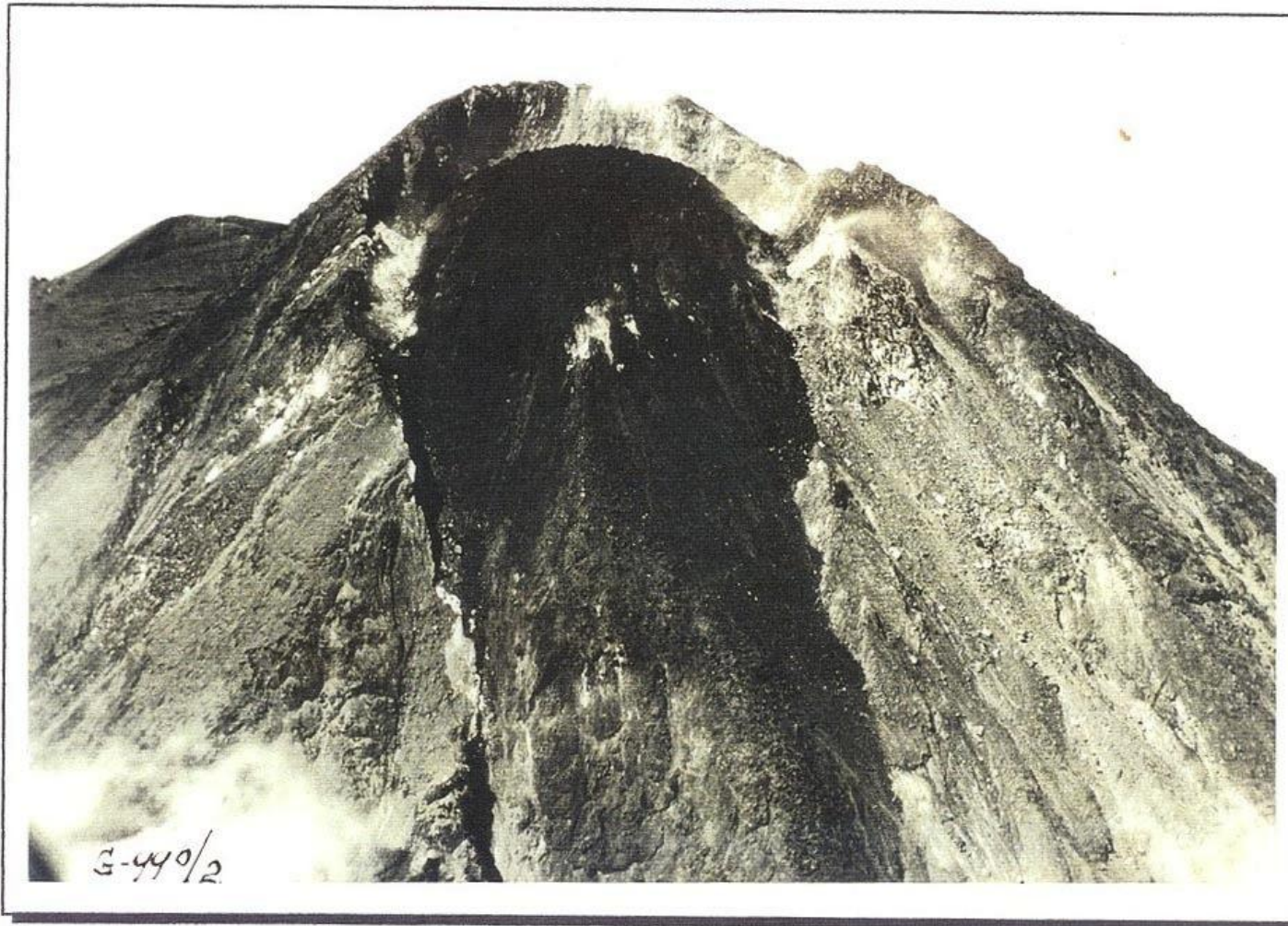


Photo. 1 : Dôme-coulée du Merapi vu depuis l'ouest le 24/07/1941.

Dôme né en 1940. Volume estimé à $2 \times 10^6 \text{ m}^3$ en 1942, peu avant son effondrement l'année suivante.

(Cliché : Luchtfoto's)

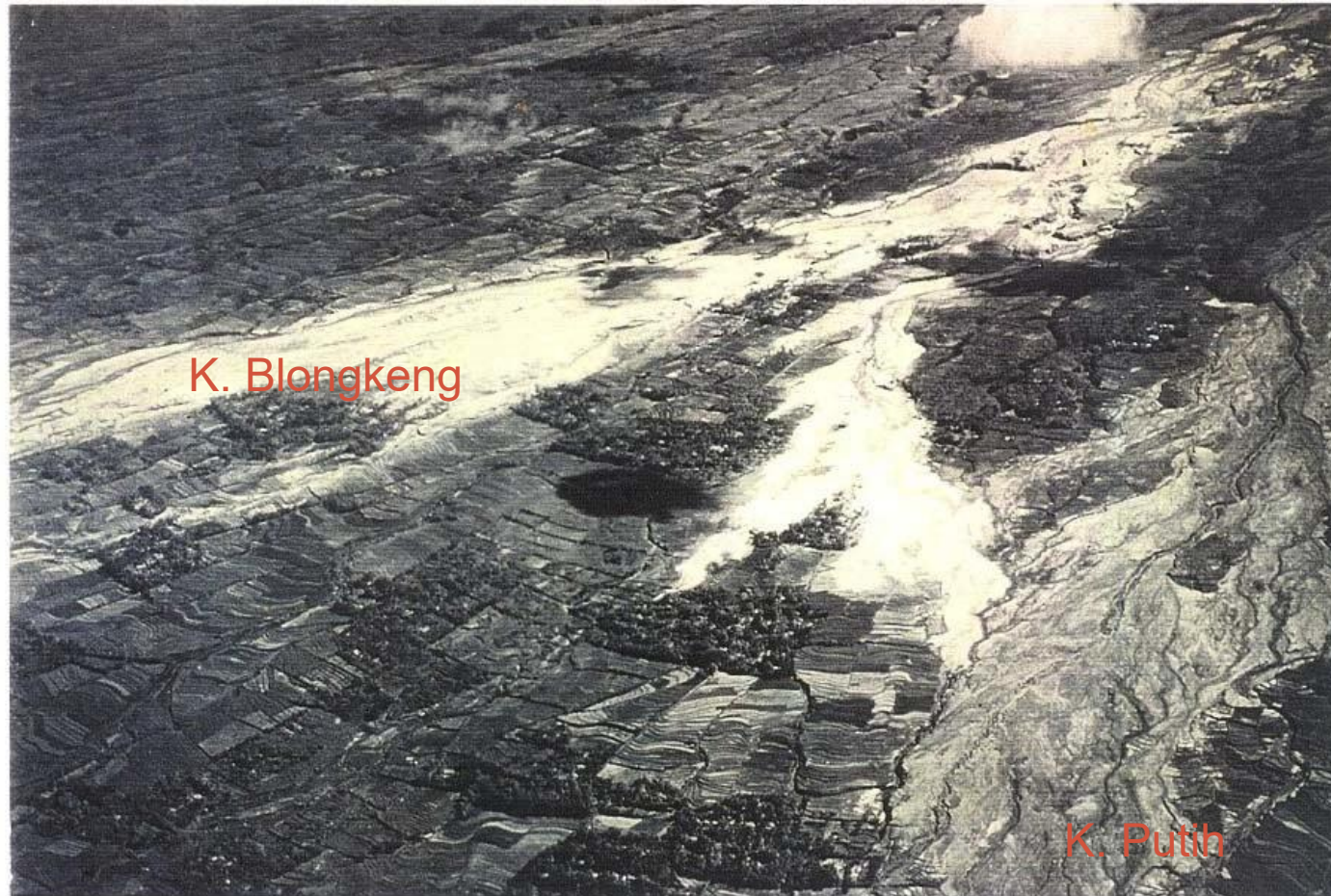


Photo. 17 : Dépôts pyroclastiques et de lahars en 1930.

Cliché pris depuis le SW le 22/12/1930. Les dépôts blancs correspondent aux dépôts pyroclastiques de la K. Putih (premier plan) et K. Blongkeng (arrière-plan. Dans l'angle en bas à gauche se trouve le village de Ngepos (560 m). Les dépôts gris sur la droite sont des dépôts des



Photo. 16 : Lahar chaud de la K. Senowo en 1931.

Vue aérienne en amont de Talun. (*Cliché : Noorda*)

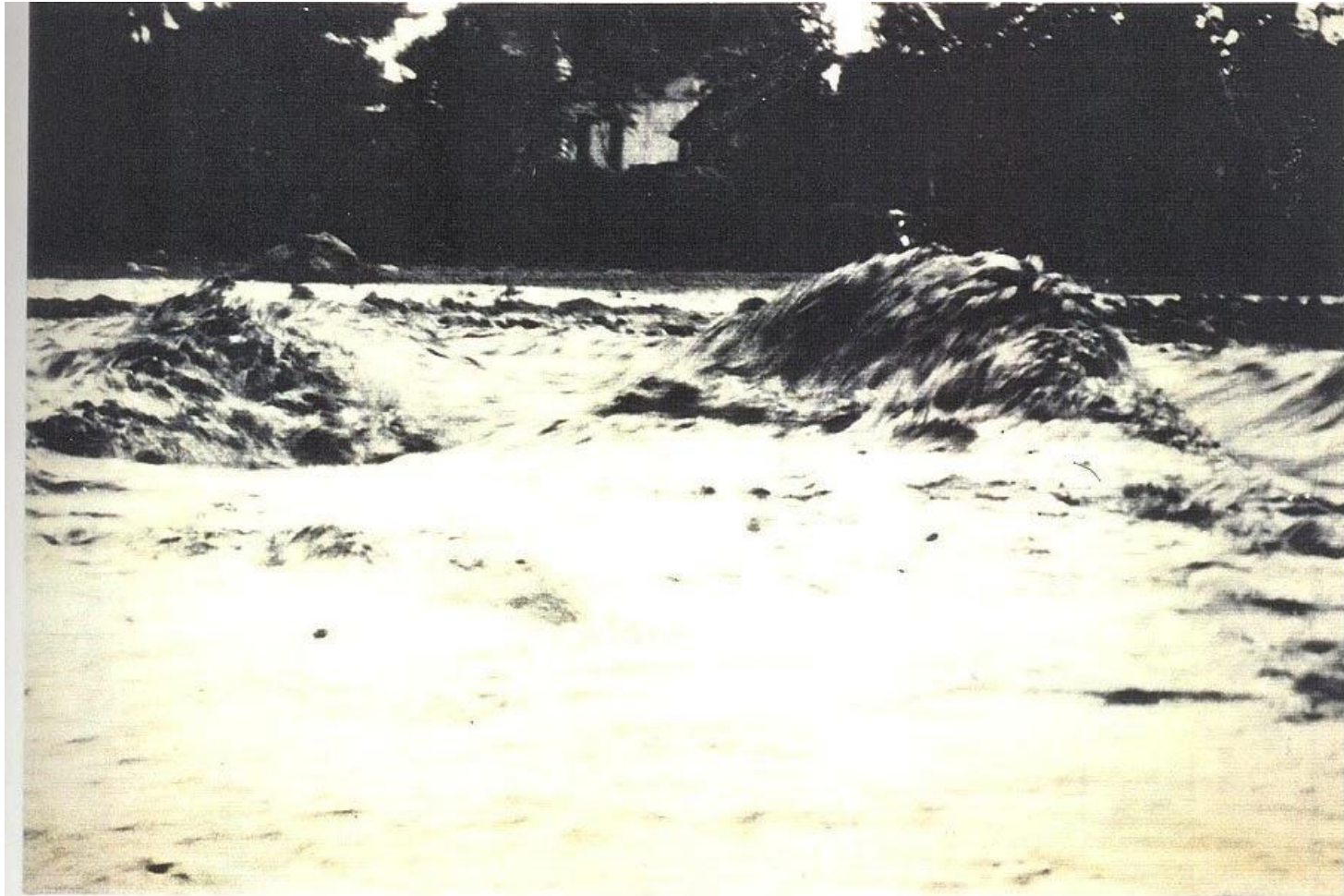


Photo. 18 : Lahar de 1931 dans la K. Batang.

Trente trois lahars ont été générés dans cette vallée lors de la première saison des pluies post-éruption. (Cliché : F. Lavigne)

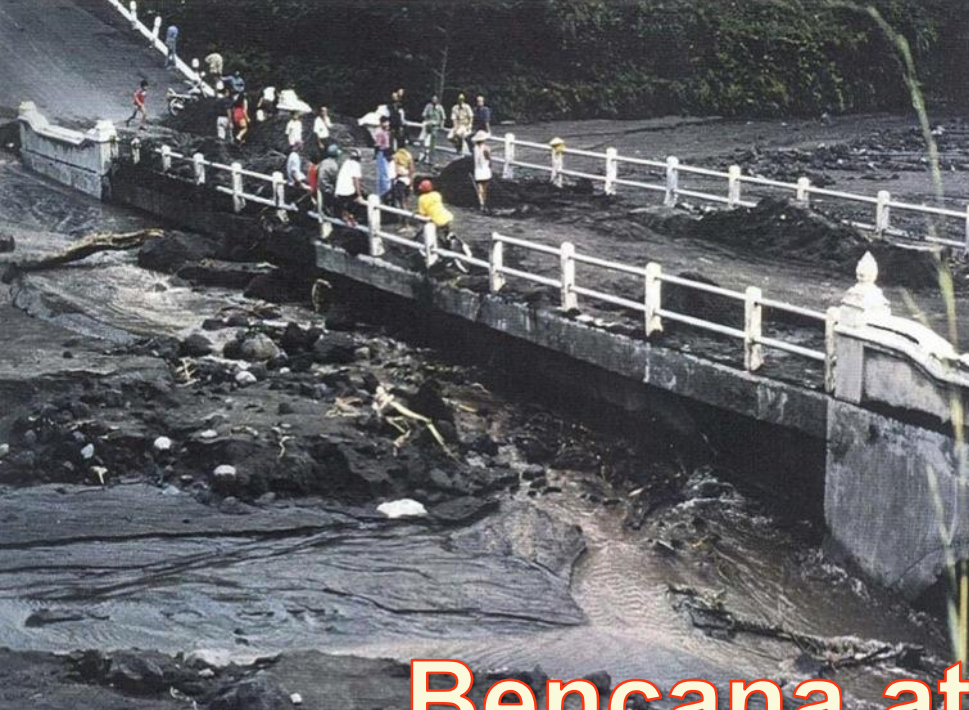


Photo. 19 : Voie ferrée recouverte par un lahar de la K. Batang en 1931
(Cliché : De Kröon d Harloff)



G. MERAPI: BENCANA ATAU BERKAH?

Foto diolah dari berbagai sumber



Bencana atau Berkah?



Korban Letusan Merapi

Waktu Kejadian	Korban (jiwa)	
	Meninggal	Luka
4 Agustus 1672	3.000	0
27-30 Desember 1822	100	0
25 Desember 1832	32	0
14-15 September 1849	0	0
15-20 April 1872	200	0
22 September 1888	0	0
30 Januari 1904	16	0
12 Oktober 1920	35	0
18 Desember 1930	1.369	0

Waktu Kejadian	Korban (jiwa)	
	Meninggal	Luka
18 Januari 1954	64	57
5-9 April 1961	6	0
7-8 Januari 1969	3	0
7 November- Desember 1976	29	2
22 November 1994	69	23
17 Januari 1997	0	0
19 Juli 1998	0	0
10 Februari 2001	0	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 pasir di K. Putih
(Foto: T. Maksal S.)



Tanggul PU-T7 di K. Putih
(Foto: Proyek Merapi)



Tanggul PU-T7 di K. Putih
(Foto: Proyek Merapi)



Tanggul PU-T7 di K. Putih
(Foto: Proyek Merapi)



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



Penambangan di Dam Penahan Sedimen K. Boyong BO-D6, 27-Jan-2003



Lokasi penambangan di K. Boyong BO-D6



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



Tipikal banjir lahar dari lereng G. Merapi.
Lahar ditahan oleh Sabo dam (BO-D6), Januari 1995.



Photo. 20 : Progression d'un lahar dans la K. Boyong (BOD6) en janvier 1995



Photo. 21 : Détecteur de lahar installé sur le BOD6, K. Boyong.

Le détecteur ultrasonique installé sur le BOD6 est télémétré et relié au Sabo Technical Center de Yogyakarta (Cliché : F. Lavigne)



Photo. 22 : Mise en place de repères dans le chenal de la K. Boyong.

Ce très gros bloc constitué de dépôts de lahars cohérents ou boueux sera arraché au chenal par le lahar du 19/02/1995. Sa couleur marron s'oppose à la couleur noire des lahars non cohérent de 1994-95 (sur la gauche). (Cliché : F. Lavigne)



Photo. 32 : Elévation du *Sabo dam* BOD4 (K. Boyong) en décembre 1994.

Ce barrage fut surélevé de 3 m afin d'augmenter sa contenance. (Cliché : F. Lavigne)



Photo. 33 : Le *Sabo dam* BOD4 au lendemain du lahar du 19/02/1995.

Ce lahar a comblé à lui seul plus de la moitié du barrage. Le volume total de sédiments déposés par ce lahar fut de $200\,000\text{ m}^3$. (Cliché : F. Lavigne)



Photo. 47 : Pont de la K. Boyong recouvert par les dépôts de lahar du 3/031995.

Le montant des dégât est estimé à 160 000 FF. (*Cliché : F. Lavigne*)



Photo. 48 : Camion piégé partiellement enseveli dans un dépôt de lahar dans la K. Bebeng.

Le lahar du 11/12/1994, d'une profondeur moyenne de 50 cm, transporta le chauffeur du camion sur une quinzaine de mètres. Celui-ci fut sauvé de justesse par des collègues juste en amont du Sabo dam BED 4 visible à l'arrière-plan. (Cliché : F. Lavigne)



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

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

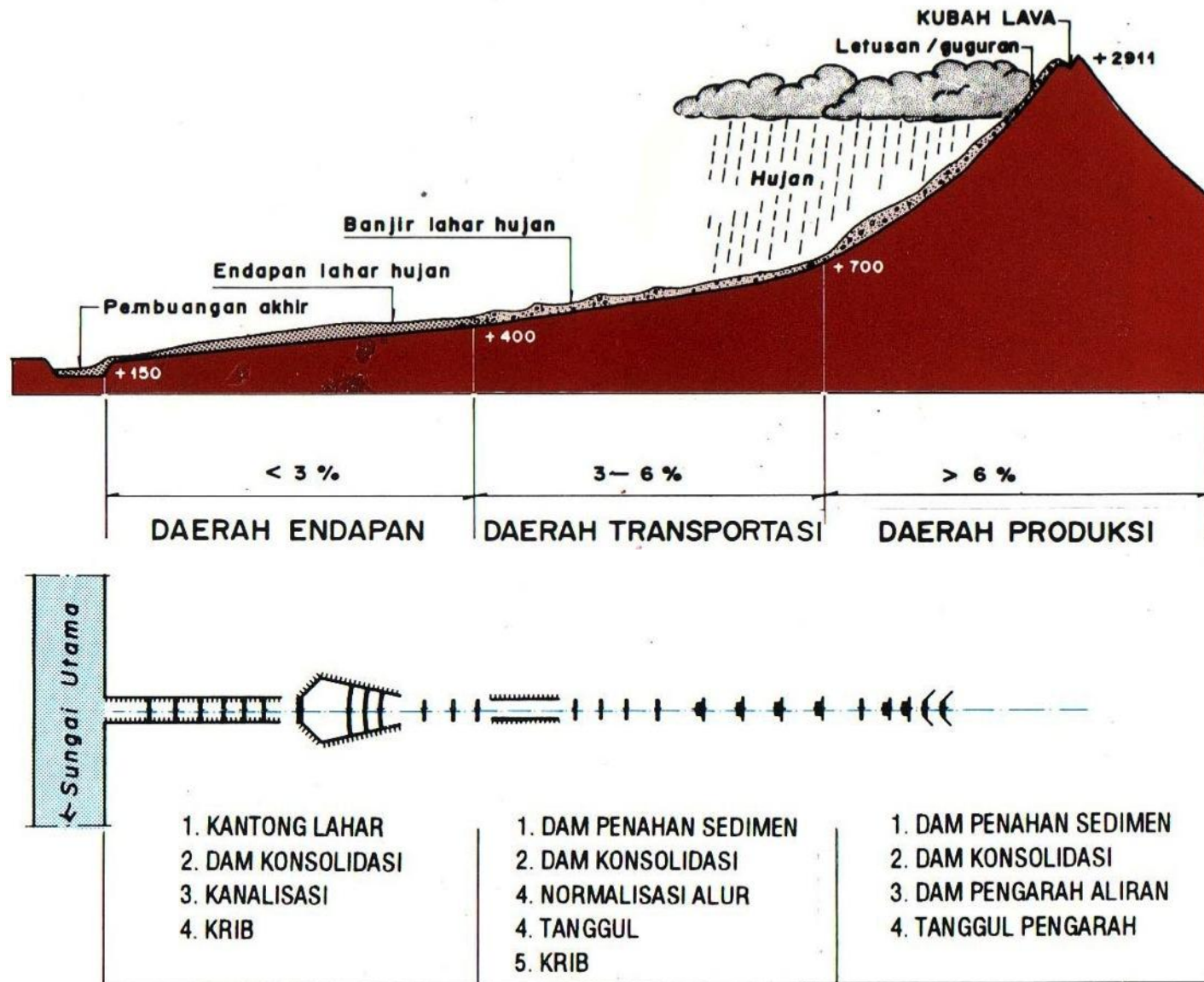


G. MERAPI: SABO WORKS

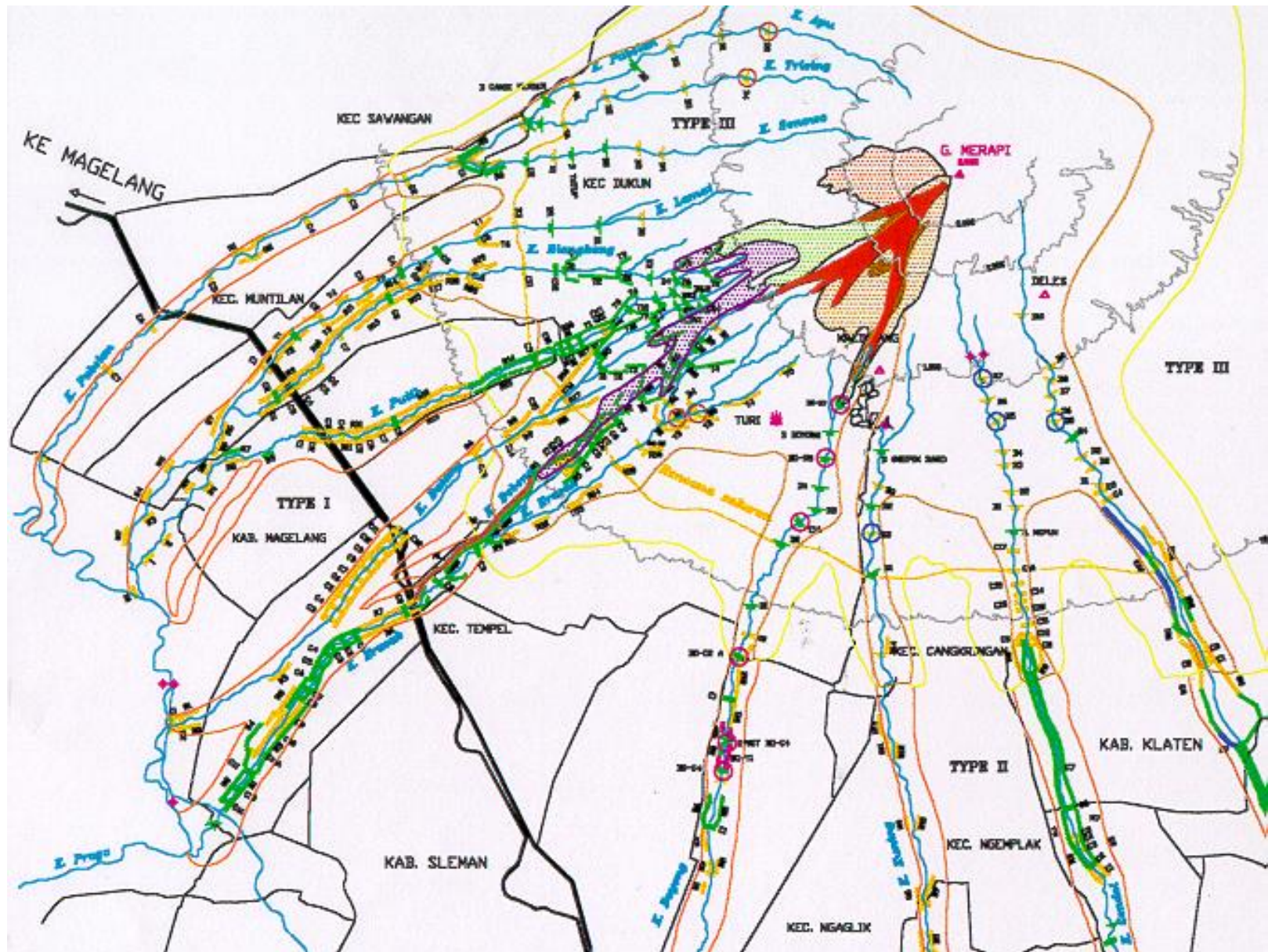
Foto diolah dari berbagai sumber

PRINSIP PENANGGULANGAN BANJIR LAHAR HUJAN G.MERAPI





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

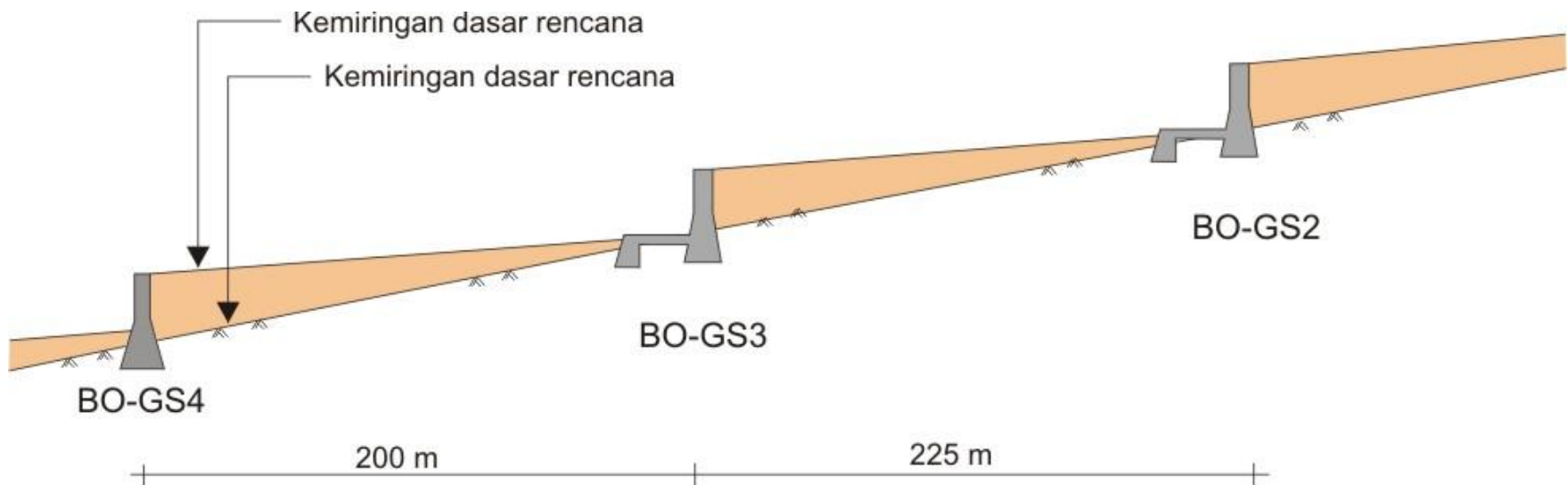


Dam Sabo

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



Cannal works 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