

PEMETAAN KERENTANAN GERAKAN TANAH



SUMARYONO

PUSAT VULKANOLOGI DAN MITIGASI BENCANA GEOLOGI
BADAN GEOLOGI

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral



www.geologi.esdm.go.id



[@kabargeologi](https://twitter.com/kabargeologi)



Badan Geologi



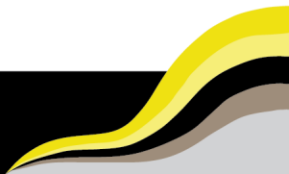
Badan Geologi



[@kabargeologi](https://www.instagram.com/kabargeologi)

POKOK BAHASAN

1. Latar Belakang
2. Prinsip Dasar Pemetaan Kerentanan Gerakan Tanah
3. Metode Pemetaan Gerakan Tanah
4. Workflow Analisa Kerentanan Gerakan Tanah Statistik
5. Contoh Peta Gerakan Tanah Methoda Statistik dan Deterministik
6. Penggunaan Peralatan Geofisika Dalam Gerakan Tanah
7. Kesimpulan



LATAR BELAKANG

- ❑ Gerakan tanah merupakan kejadian bencana yang sering terjadi
- ❑ Informasi daerah rawan/rentan gerakan tanah sangat penting atau dibutuhkan dalam mendukung penataan ruang
- ❑ Mengingat perubahan tata guna lahan dan pertumbuhan pembangunan relatif cepat maka diperlukan updating peta kerentanan gerakan tanah sehingga updating data base juga perlu dilakukan
- ❑ Data base gerakan tanah sangat berperan penting dalam pembuatan peta kerentanan gerakan tanah terutama untuk method statistik
- ❑ Data atau spasial karakteristik tanah dan batuan selain DEM sangat berperan penting terhadap pemetaan gerakan tanah deterministik

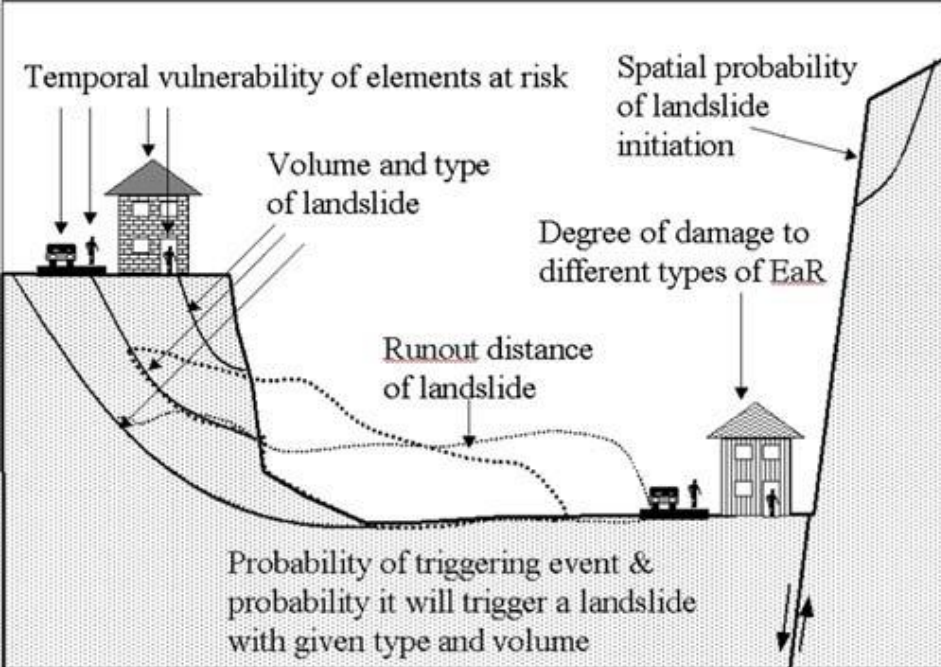


Gerakan Tanah/Tanah longsor

Didefinisikan secara sederhana sebagai pergerakan masa batuan, *debris* atau tanah menuju bagian bawah lereng (Cruden, 1991 dalam Cornforth, 2004).

Gerakan Tanah adalah perpindahan bahan pembentuk lereng (Tanah, Batuan, bahan timbunan atau campuran diantaranya) bergerak ke bawah dan keluar lereng (Cruden and Varnes 1996)



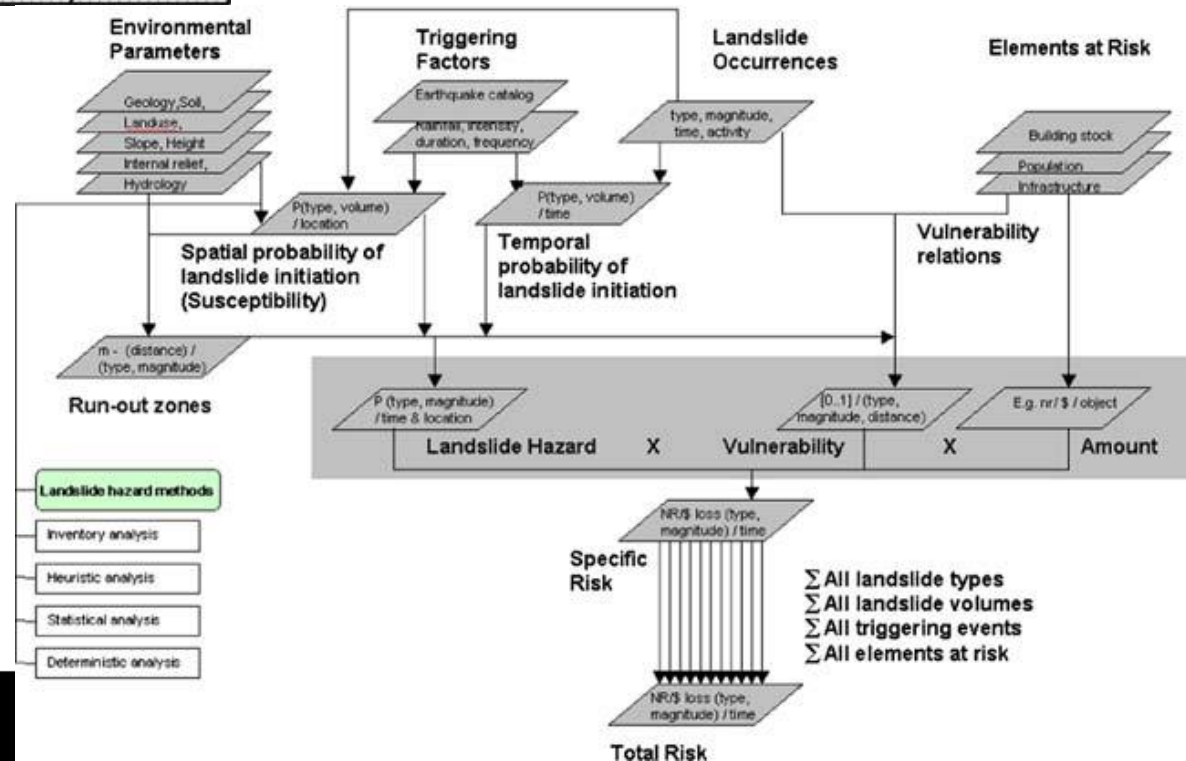


C.J. van Westen
T.W.J. van Asch
R. Soeters

Landslide hazard and risk zonation—why is it still so difficult?

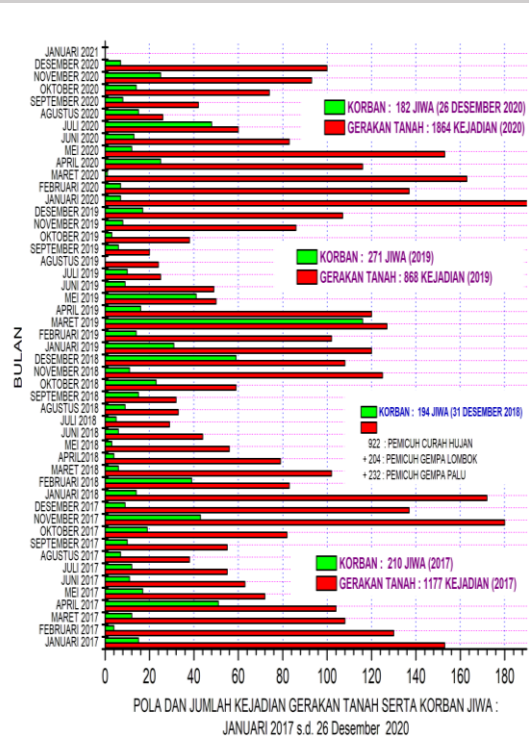
Difficulties related to landslide inventory mapping

Landslides are generally isolated processes which individually may not be very large in size but which can occur with a high frequency in a region. Unlike hazardous events that affect large areas, such as earthquakes or flooding, the generation of landslide inventory maps and databases is a tedious procedure. Landslides have to be mapped and described one by one, and each one might have different characteristics. In most countries there is no single agency that has the responsibility for maintaining a landslide database. At



KARAKTERISTIK BENCANA GERAKAN TANAH

Ancaman Gerakan Tanah



TREND KEJADIAN GERAKAN TANAH

Kejadian Gerakan Tanah **semakin meningkat** pada **Zona Kerentanan Gerakan Tanah Menengah - Tinggi**

FAKTOR PENGONTROL

Geologi (batuan/tanah, Struktur Geologi), morfologi/kelerengan, hidrologi, Penggunaan lahan, manusia (antropogenik)

FAKTOR PEMICU

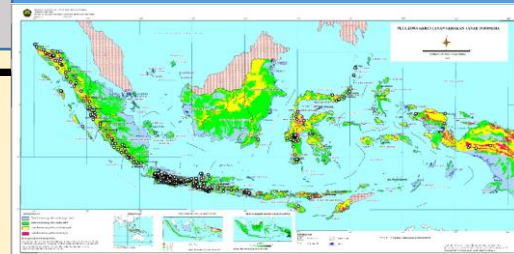
Curah hujan, Gempabumi, Aktivitas Manusia

KARAKTERISTIK

a. Sangat lokal, b. Tiap jenis gerakan tanah penanggulangannya berbeda, c. Bisa terjadi dimana saja, d. Menimbulkan kerugian dan korban, e. Kemungkinan relokasi sebagai alternatif terakhir

Miss Managemen
Penggunaan Lahan

Pentingnya Kolaborasi
dalam penanganan
bencana dan
identifikasi bahaya



2. PRINSIP DASAR PEMETAAN KERENTANAN GERAKAN TANAH (Varnes, 1984)

- Masa lalu dan sekarang adalah kunci masa depan. Dimasa mendatang gerakan tanah akan terjadi pada kondisi geologi, geomorfologi dan kondisi hidrologi yang sama dengan kejadian gerakan tanah pada masa sekarang dan masa lalu.**
- Faktor pengontrol dan pemicu dapat di identifikasi; seperti kondisi topografi, kondisi geologi, efek muka air tanah, mekanisme gerakan tanah dan faktor pemicunya .**
- Derajat bencana/ kerentanan dapat di estimasi berdasarkan faktor pengontrol/pemicu gerakan tanah, dan dicerminkan dalam sebuah peta baik secara kualitatif maupun quantitaf**



3. METODE PEMETAAN

Sumber: Van Western, 1997; Glade and Croizer, 2005 dan Cascini, 2008

SNI 8291 2016

"PENYUSUNAN DAN PENENTUAN ZONA
KERENTANAN GERAKAN TANAH

Metode
Pemetaan
Kerentanan
Gerakan
Tanah

Kualitatif/
Heuristik

Geomorfologi
Analisis

Kombinasi
kualitatif

EXPERT
KNOWLEDGE,
EXPERIENCE,
JUDGMENT

Kuantitatif

Statistik/
Probabilistik
Analisis

Bivariate

Multivariate

Analisis
Geoteknik

Deterministik

**Yang
dilakukan
di PVMBG**

**Tujuannya
Apa dan biasanya
untuk konstruksi
penting dan
skala detail**



"PENYUSUNAN DAN PENENTUAN ZONA KERENTANAN GERAKAN TANAH

Tabel 2 - Kebutuhan data tiap metode penyusunan dan penentuan zona kerentanan gerakan tanah

Data	Parameter	Metode		
		Heuristik	Statistik	Deterministik
Digital Elevation Model	Kemiringan lereng	wajib	wajib	wajib
Geologi	Jenis batuan	wajib	wajib	wajib
	Ketebalan tanah pelapukan	*	*	wajib
	Struktur geologi (kekar, sesar)	*	wajib	wajib
	Sifat geoteknik (Ukuran butir, kohesi, sudut friksi, densitas)	*	pilihan	wajib
Hidrologi	Kedalaman muka air tanah	*	*	Wajib
Tata guna lahan	Peta tata guna lahan	wajib	wajib	*
Distribusi gerakan tanah	Lokasi dan/atau luasan gerakan tanah	*	wajib	*
	Tipe gerakan tanah	*	*	wajib
Kegempaan	Nilai <i>Peak Ground Acceleration</i> (PGA)	*	pilihan	pilihan
Curah hujan	Intensitas Curah Hujan	*	pilihan	Pilihan

CATATAN 1 Masing-masing metode harus dilakukan verifikasi/validasi baik dengan menggunakan data kejadian gerakan tanah ataupun dengan pengecekan kondisi di lapangan.

CATATAN 2 (*) tidak diperlukan.

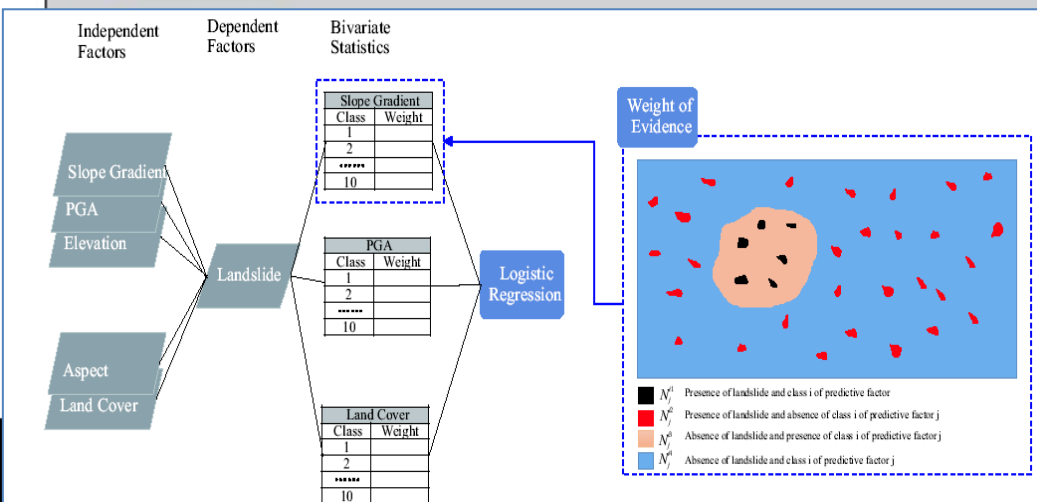
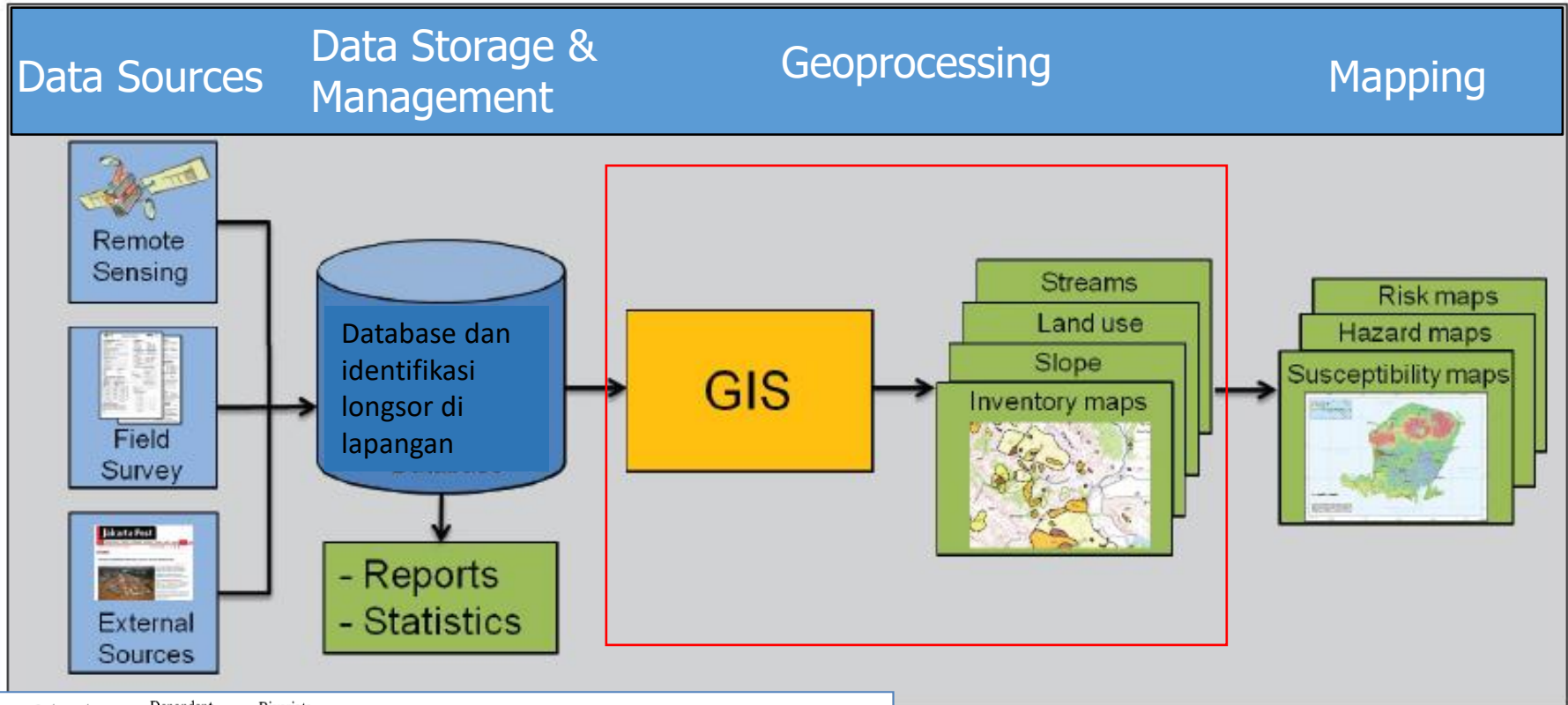
Sumber: Van Western, 1997; Glade and Croizer, 2005 dan Cascini, 2008

Metoda	Prosedure	Input		
		Geomorfologi, Topografi, Geologi Foto Udara, Data Kejadian	+ Data satelit, Faktor Pemicu, geologi, hidrologi, dll	+ parameter geoteknik
Basic	Heuristik			
Intermediate	Statistik			
Sophisticated	Deterministik			

Deskripsi skala	Skala	Metode Zonasi			Tujuan
		Heuristik/ Basic	Statistik/ Intermediate	Deterministik/ Sophisticated	
Kecil	< 1 : 100.000	*			Zonasi Regional Informasi
Medium	1 : 100.000 – 1 : 25.000	*	(*)		Zonasi Regional
Besar	1 : 25.000 – 1 : 5.000	*	*	*	Zonasi lokal
Detil	> 1 : 5.000	X	(*)	*	Zonasi spesifik Faktor Keamanan Lreng



4. WORKFLOW ANALISIS GERAKAN TANAH METHODE STATISTIK



Ilustrasi perhitungan kelas pembobotan menggunakan metode WoE dan faktor pembobotan menggunakan metode LR (Zhou, dkk., 2016)



Badan Geologi

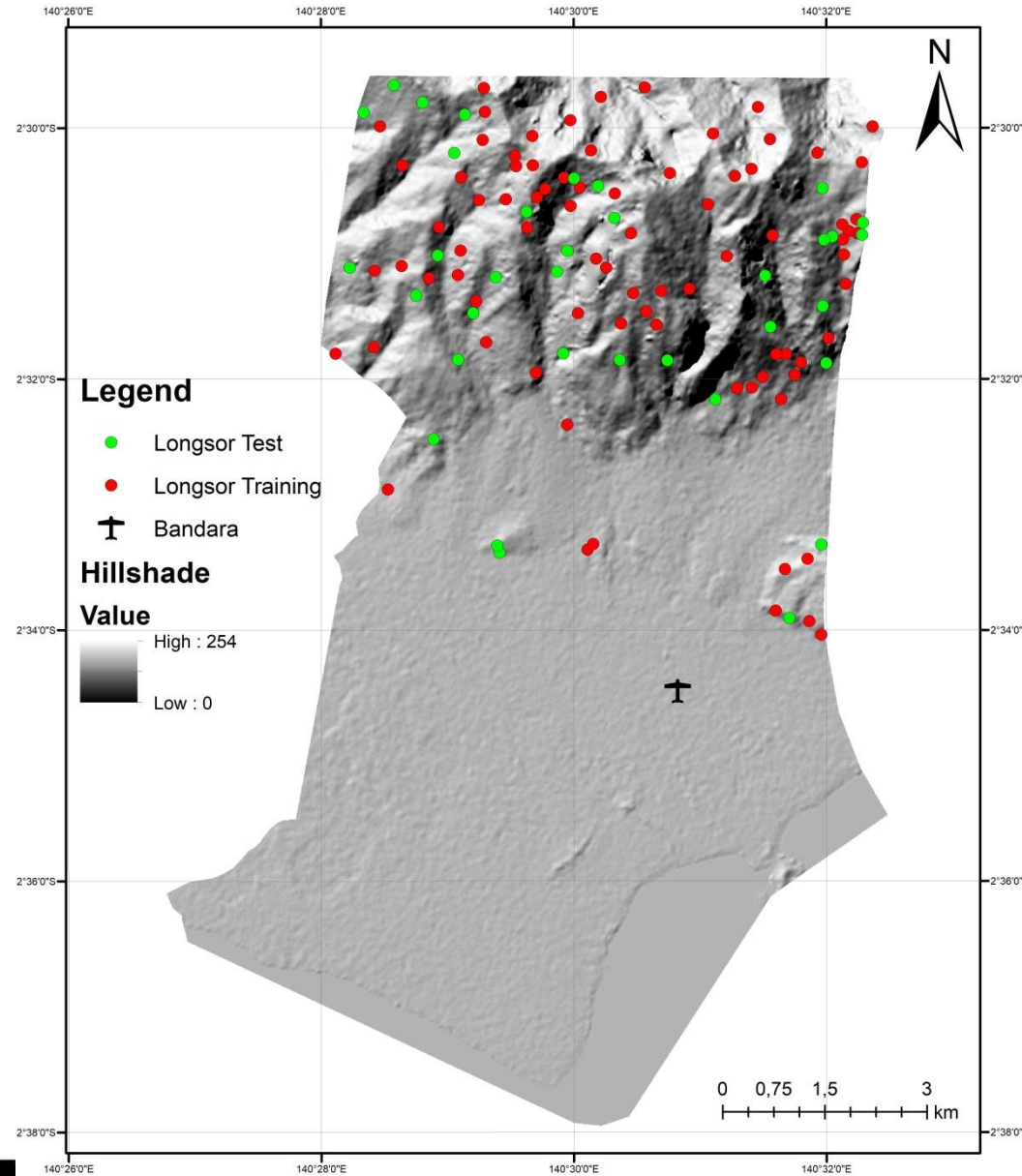


@kabargeologi

5. Contoh Peta Kerentanan Gerakan Tanah Methoda Statistik

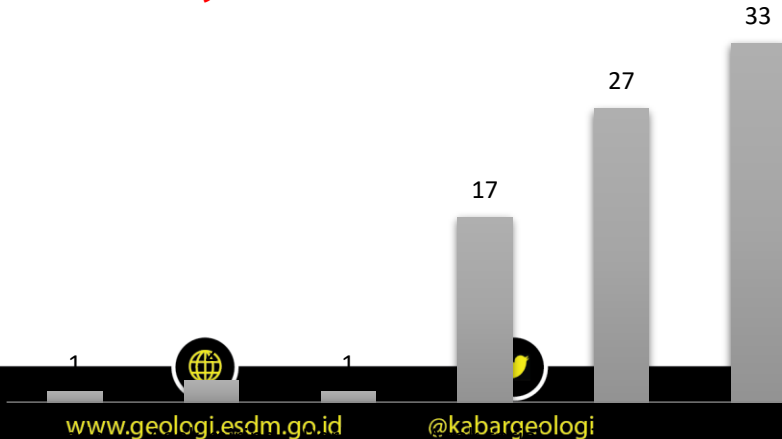
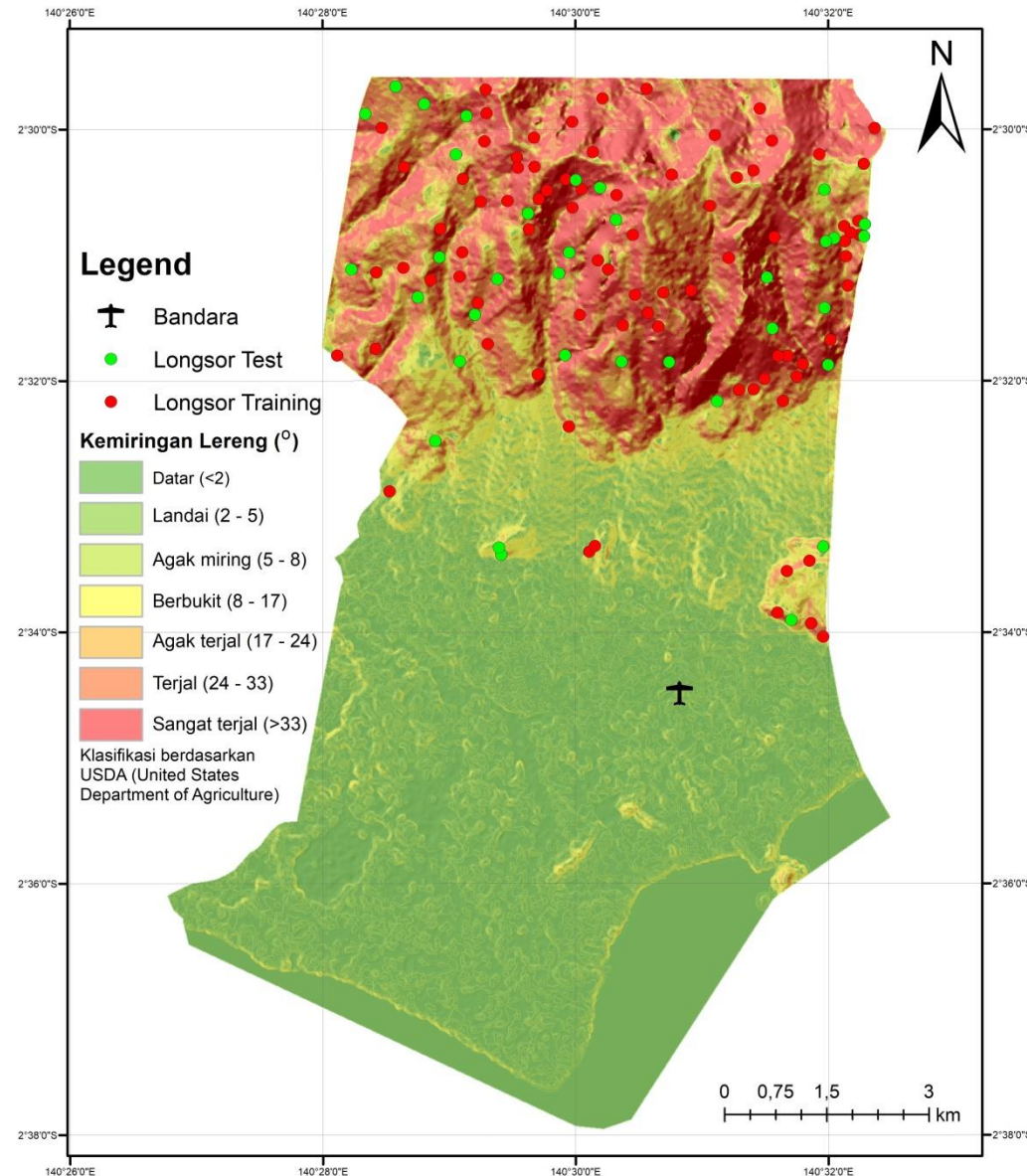
INVENTARISASI KEJADIAN GERAKAN TANAH

- Kejadian gerakan tanah merupakan data utama yang diperlukan dalam analisis peta kerentanan gerakan tanah.
- Terdapat **116 kejadian gerakan tanah**, 81 kejadian (70%) digunakan untuk penyusunan model dan sebanyak 35 kejadian (30%) untuk pengujian model.



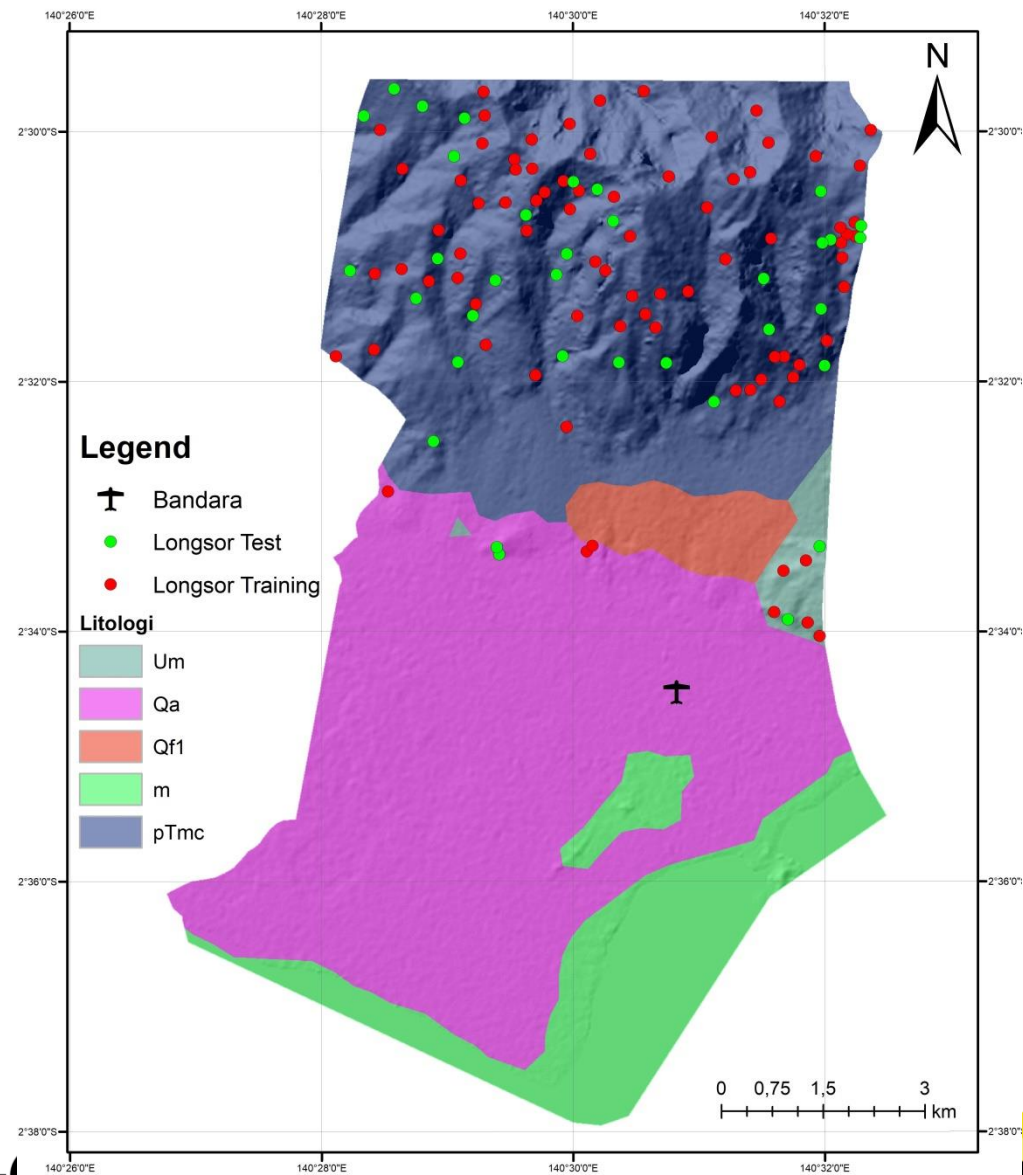
1. Kemiringan Lereng

- Kemiringan lereng mengendalikan gaya geser yang bekerja di lereng bukit. Lereng yang datar memiliki frekuensi gerakan tanah yang rendah karena tegangan geser yang lebih kecil.
- Parameter kemiringan lereng merupakan turunan dari Digital Elevation Model (DEM) of TerraSAR X.
- Parameter kemiringan lereng diklasifikasikan menjadi 7 kelas.
- Berdasarkan hasil analisis gerakan tanah paling banyak terjadi pada kelas **kemiringan lereng sangat terjal**.



3. Litologi

- Litologi berperan penting dalam kejadian gerakan tanah, karena memiliki karakteristik yang berbeda, seperti kekompakan, komposisi, dan struktur, yang menghasilkan resistensi yang berbeda-beda terhadap gerakan tanah
- Litologi yang digunakan bersumber dari **peta geologi** skala 1:50.000 oleh **Pusat Survei Geologi**.
- Gerakan tanah paling banyak terjadi pada jenis batuan **Grup batuan metamorf Cycloops→pTmc)**



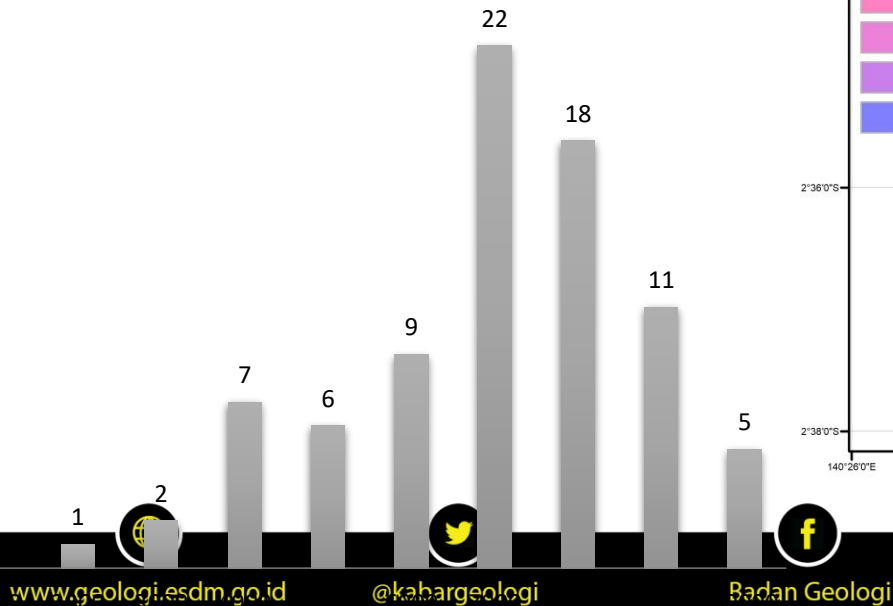
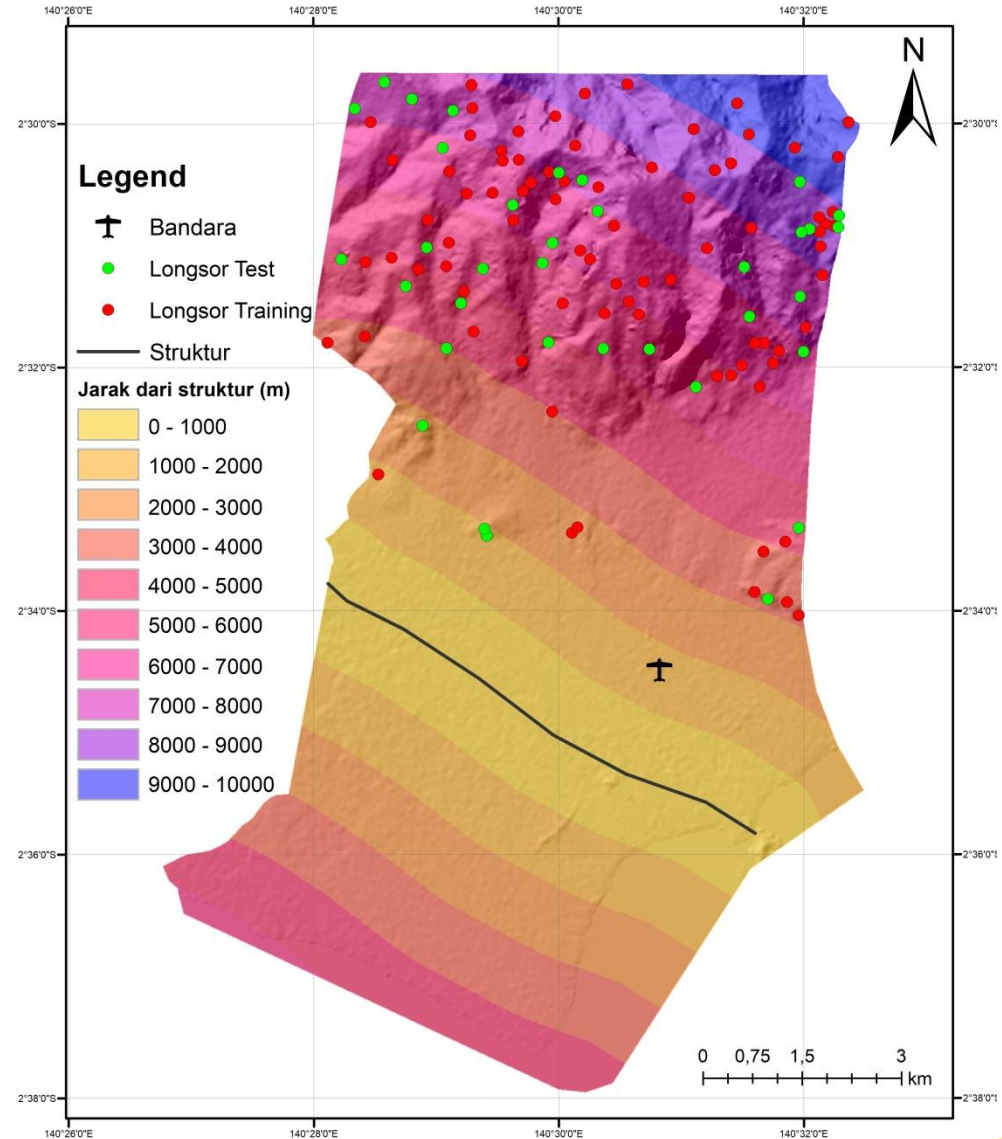
73

3

0

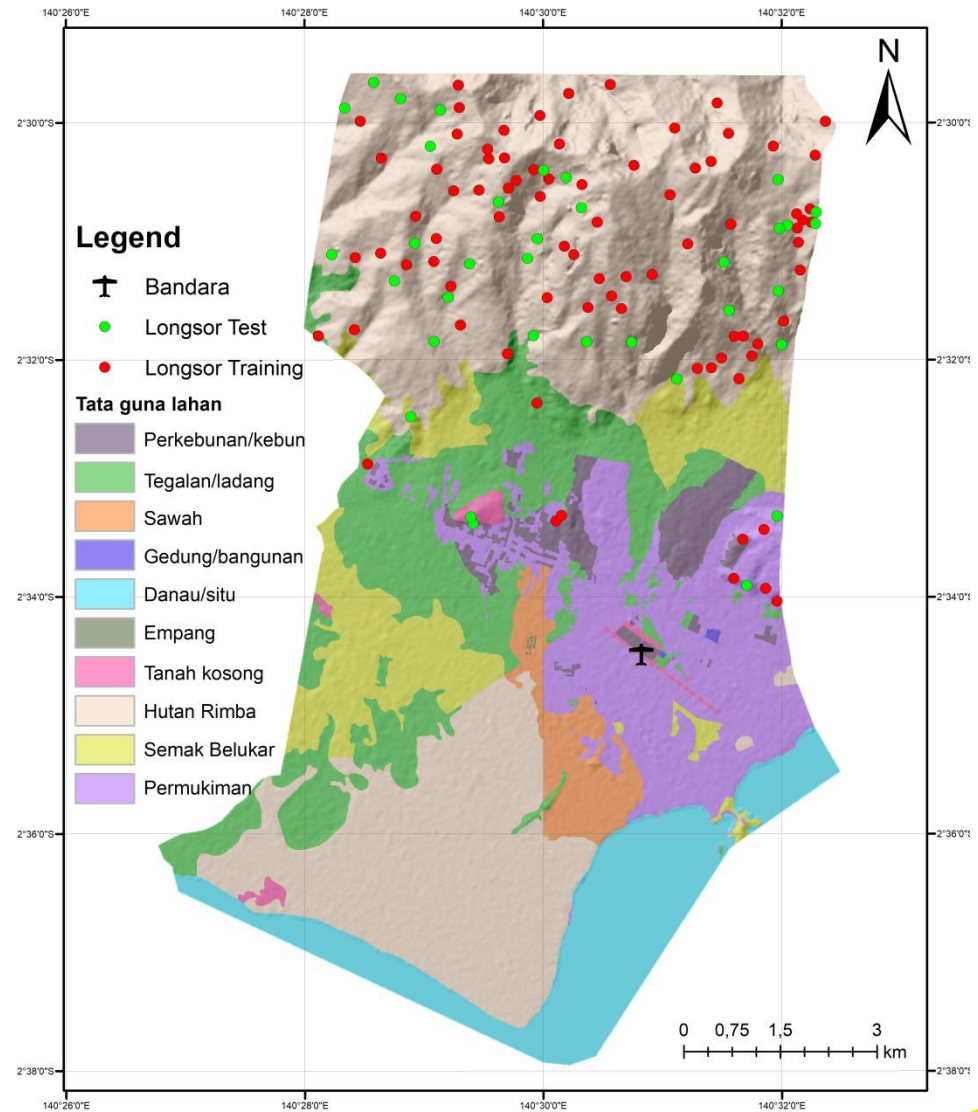
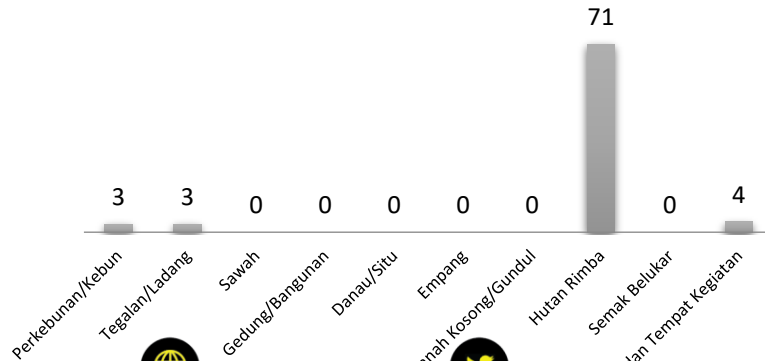
4. Jarak dari Struktur

- Kedekatan jarak dari struktur ikut berperan dalam mempengaruhi kestabilan lereng.
- Struktur yang digunakan bersumber dari **peta geologi** skala 1:50.000 oleh **Pusat Survei Geologi**.
- Gerakan tanah paling banyak terjadi pada jarak **7000 – 9000 m** dari struktur.



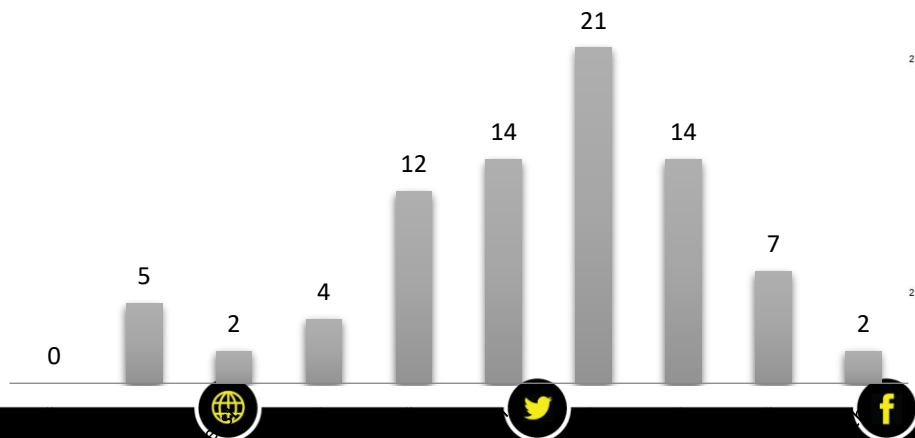
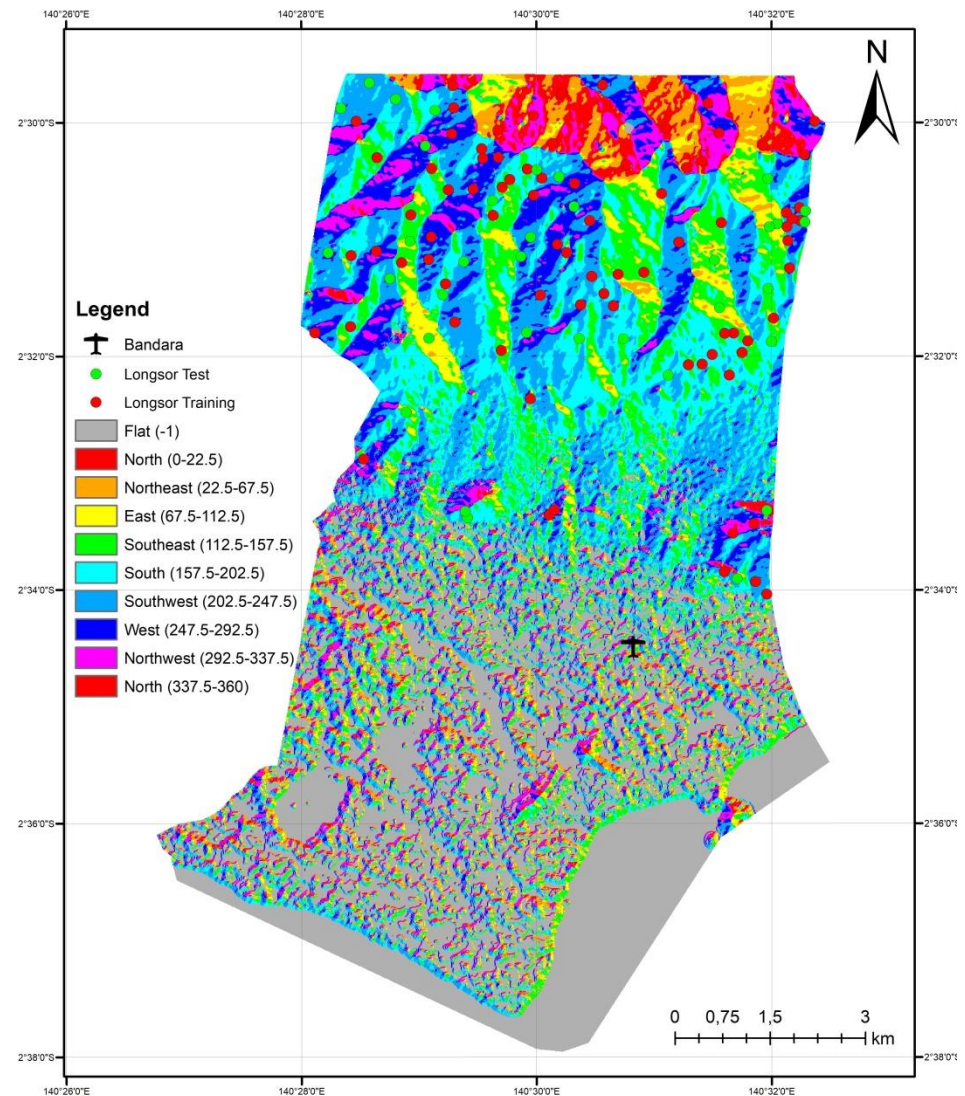
5. Tata Guna Lahan

- Variasi tutupan vegetasi permukaan di suatu daerah merupakan faktor dominan yang secara serius mempengaruhi gerakan tanah. Vegetasi meningkatkan kekuatan tanah, sementara permukaan tanah dengan kurangnya tutupan vegetasi lebih rentan terhadap gerakan tanah.
- Berdasarkan data yang diperoleh dari **Badan Informasi Geospasial (2020)**.
- Gerakan tanah paling banyak terjadi **Hutan rimba**.



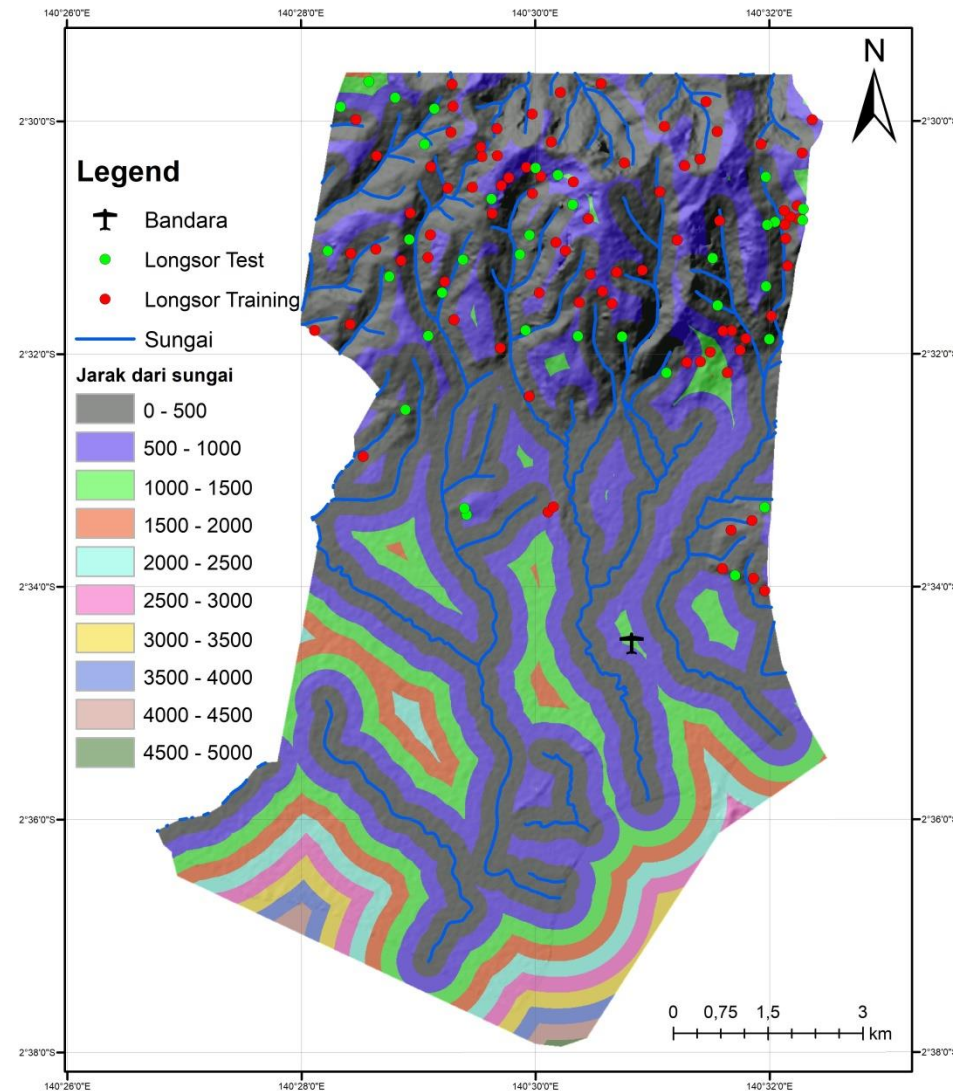
6. Arah Lereng

- Arah lereng dipengaruhi oleh **paparan sinar matahari dan angin kering yang** mengontrol kelembaban tanah.
- Kemiringan dan arah lereng dapat mempengaruhi pola vegetasi, hal ini dapat mempengaruhi kekuatan tanah dan membuatnya rentan terhadap gerakan tanah.
- Parameter arah lereng merupakan turunan dari Digital Elevation Model (**DEM of TerraSAR X**).
- Gerakan tanah yang paling banyak terjadi terdapat pada **arah barat daya**.



7. Jarak dari Sungai

- Kedekatan jarak dari sungai ikut berperan dalam mempengaruhi kestabilan lereng karena **adanya erosi lateral oleh air**.
- Berdasarkan data yang diperoleh dari **Badan Informasi Geospasial (2020)**.
- Jarak sungai dari lokasi gerakan tanah daerah penelitian diklasifikasikan menjadi 10 kelas dengan interval 500 meter.
- erakan tanah yang paling banyak terjadi terdapat pada **jarak 500 m dari sungai**.

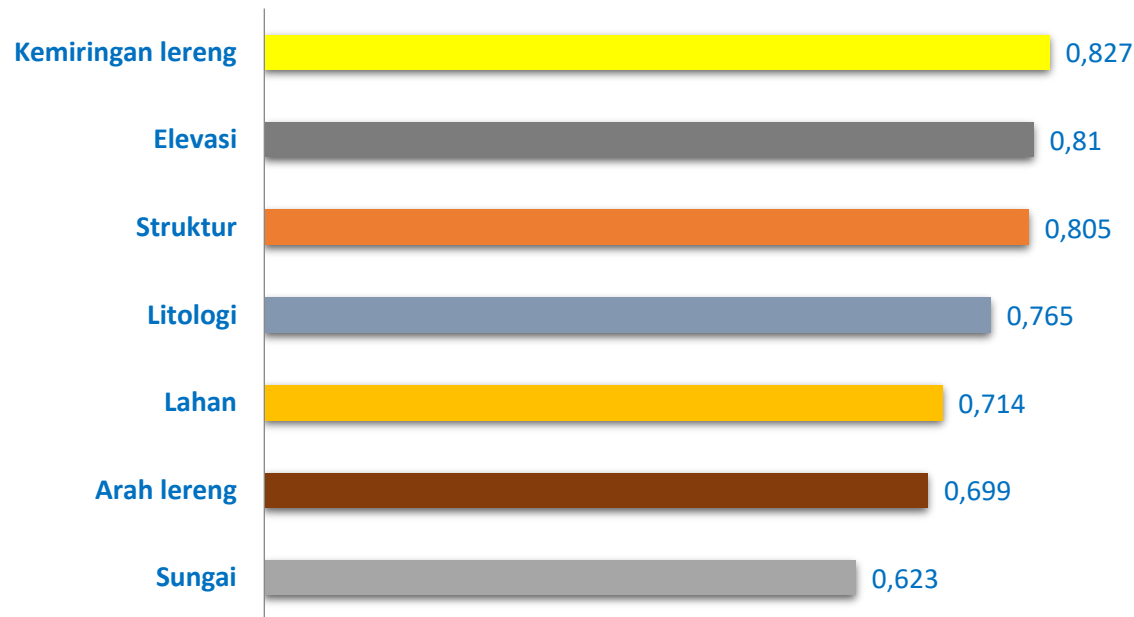


58

19



VALIDASI PARAMETER

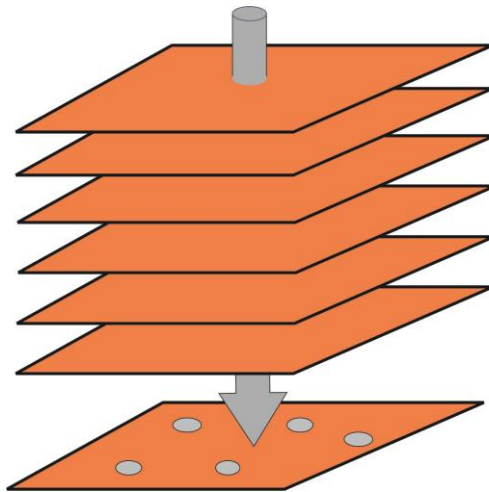


Nilai AUC	Keterangan
0.9	Model Sangat Baik
0.8 – 0.9	Model Baik
0.7 – 0.8	Model Sedang/Cukup Baik
< 0.6	Model Jelek

(Pourghasemi, dkk., 2013)



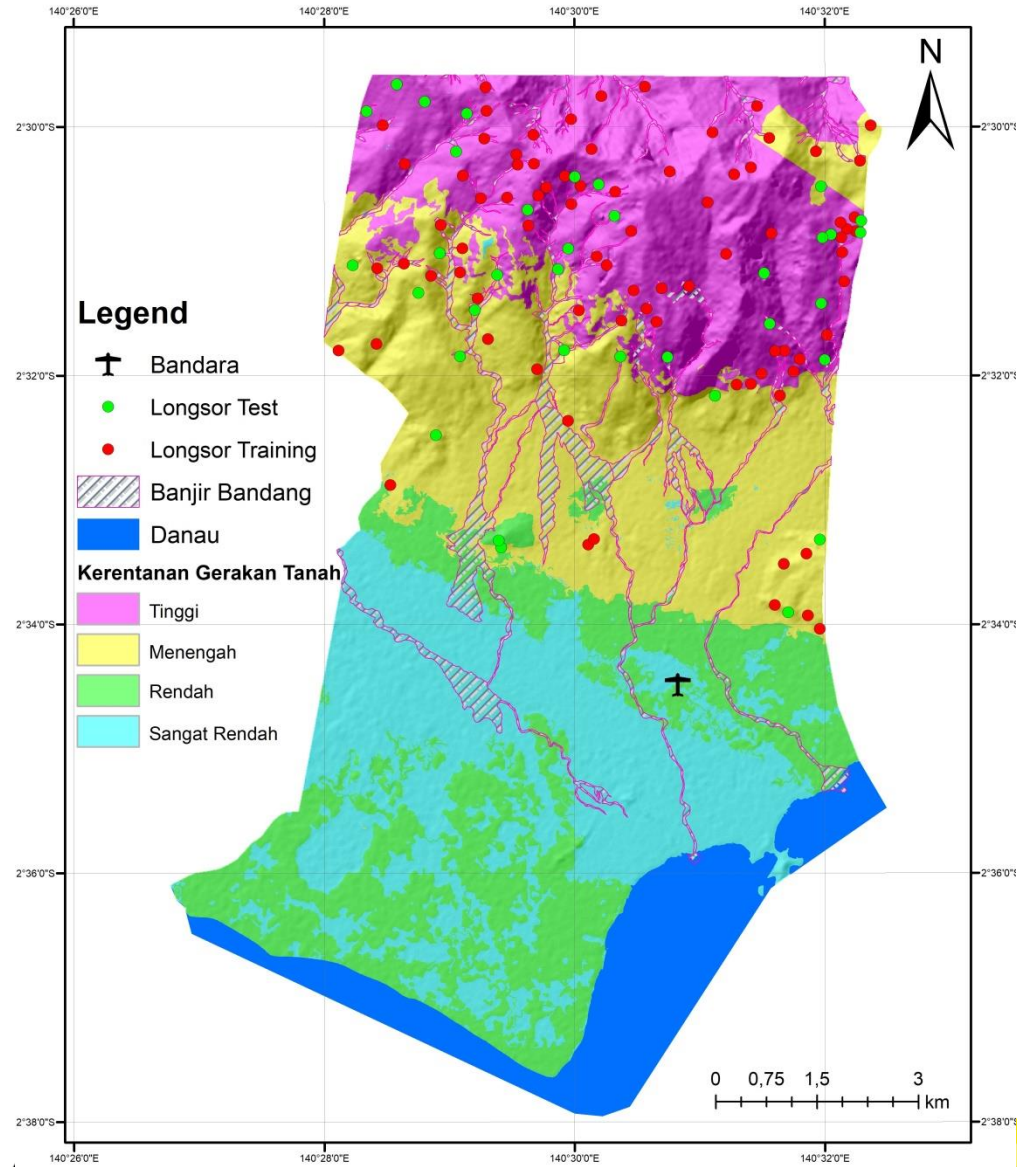
ZONA KERENTANAN GERAKAN TANAH



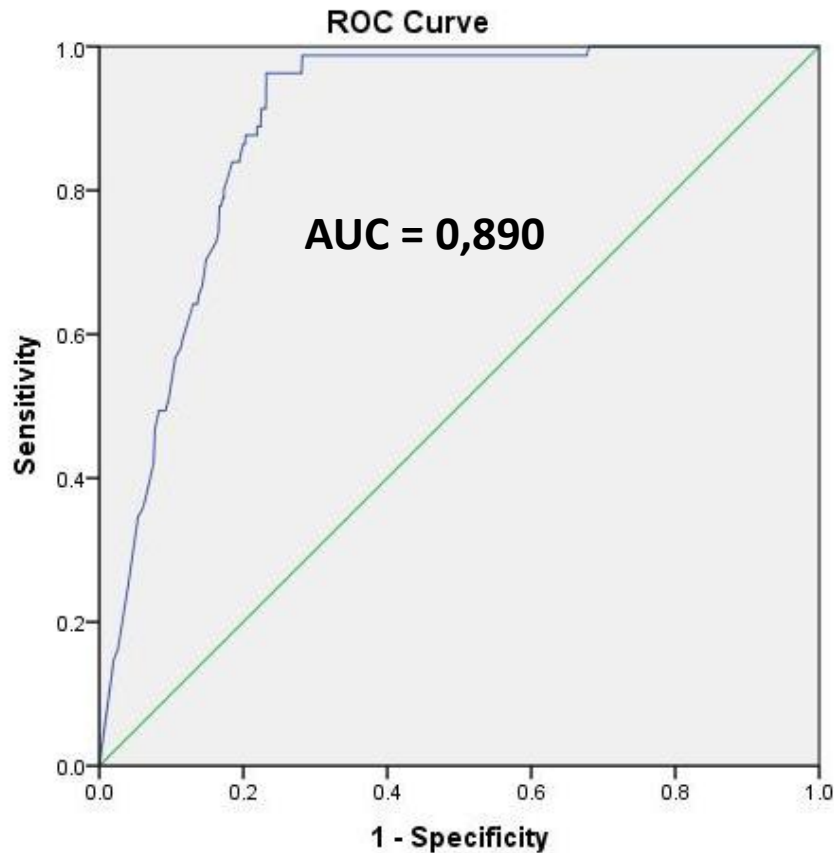
Kemiringan lereng
Elevasi
Jarak dari struktur
Litologi
Lahan

Parameter di jumlahkan
untuk pembobotan

Zona	Total Area (%)
Sangat rendah	31,78
Rendah	19,07
Menengah	26,31
Tinggi	22,82

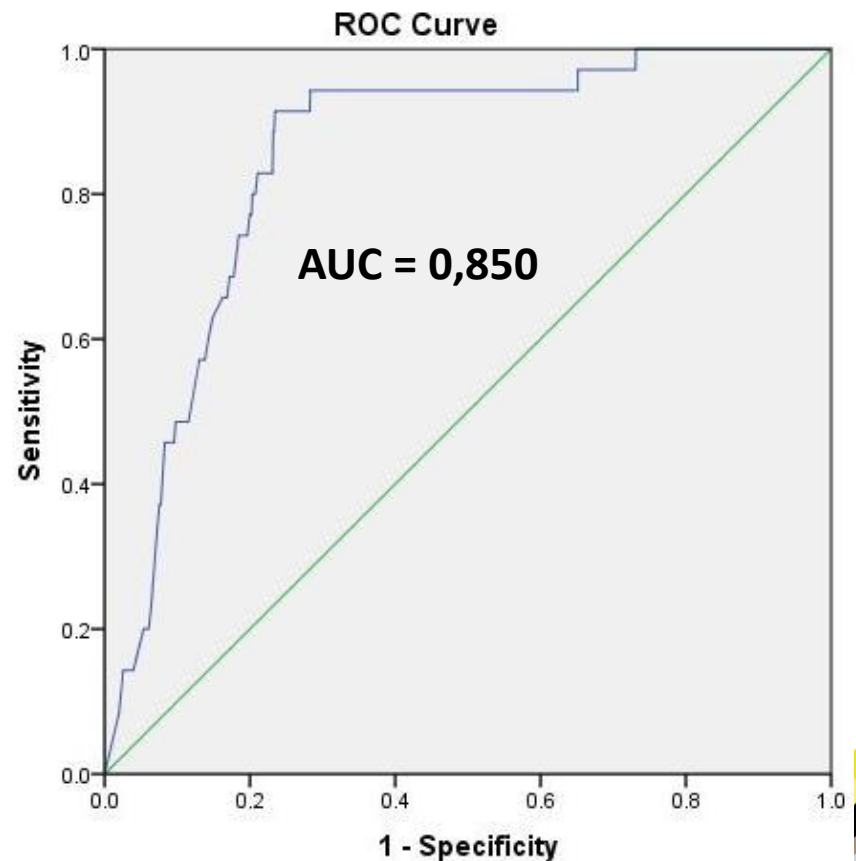


VALIDASI PETA ZONA KERENTANAN GERAKAN TANAH



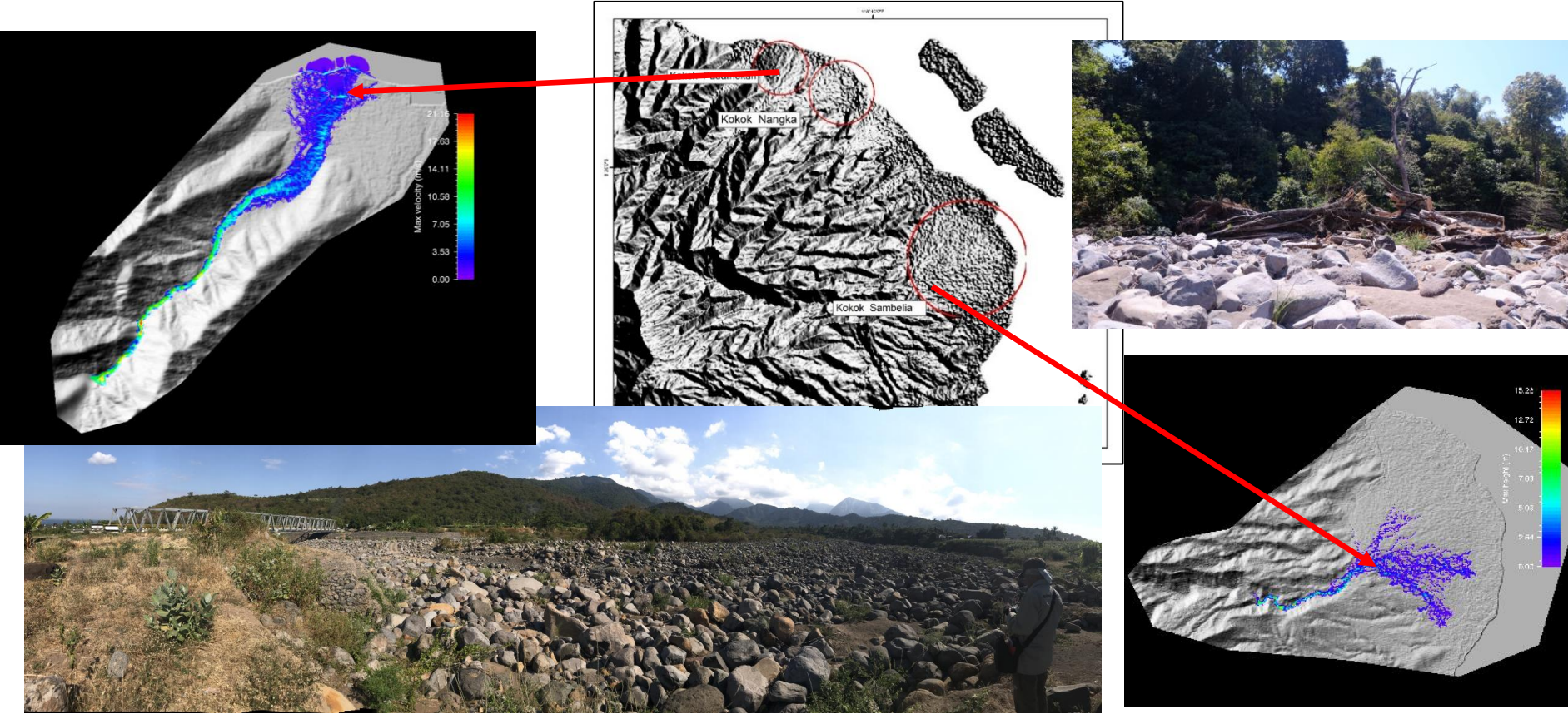
Prediction Rate (validasi menggunakan test data set 35 kejadian gerakan tanah)

Success Rate (validasi menggunakan training data set 81 kejadian gerakan tanah)



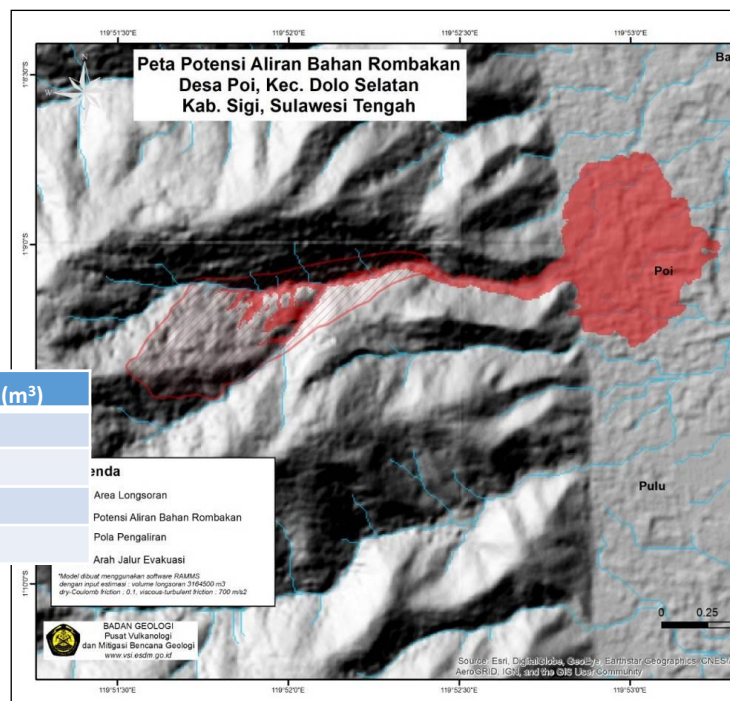
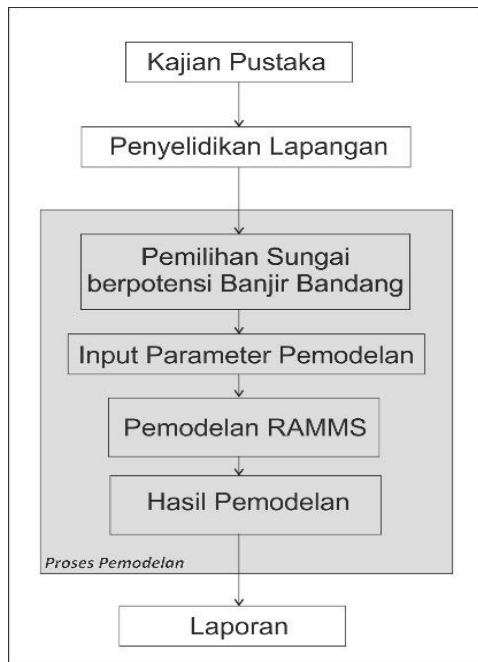
LOKASI YANG PUNYA POTENSI DEBRIS FLOW DI MODELKAN DENGAN RAMMS

RAMMS (Rapid Mass Movement Simulation) merupakan perangkat lunak untuk pemodelan numerik dinamik yang didesain awalnya untuk pemodelan longsoran salju (*snow avalanches*) (Christen et al., 2010). Kemudian diaplikasikan untuk pemodelan aliran massa yang lain seperti lahar (Quan Luna, 2007) dan aliran debris (Kowalski, 2008). RAMMS menggunakan model kontinum aliran fluida Voellmy-Salm (Salm, 1993) berdasarkan hukum aliran fluida Voellmy.



Sedangkan untuk daerah yang mempunyai potensi aliran bahan rombakan atau daerah kipas aluvial akan dilakukan Pemodelan Aliran Bahan Rombakan dalam skala yang lebih detail.

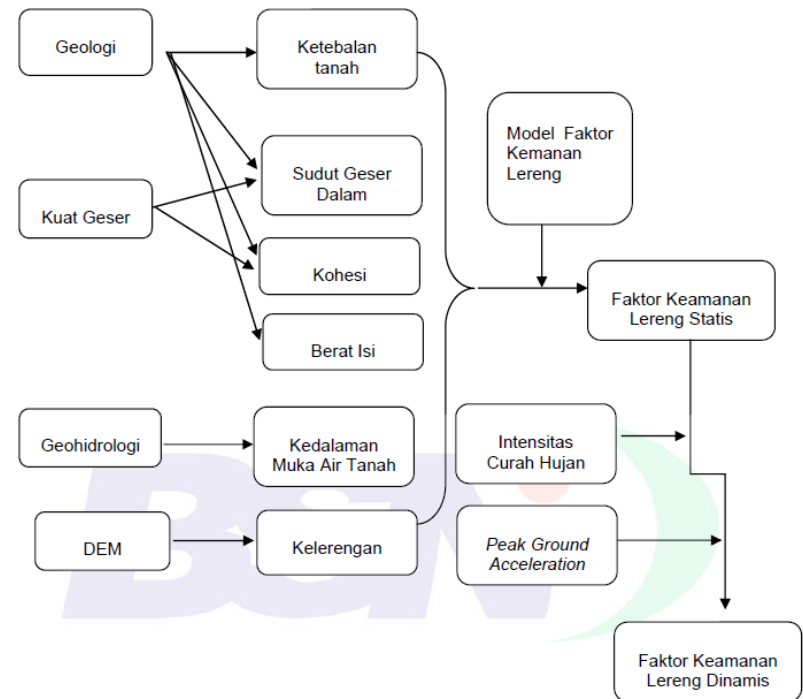
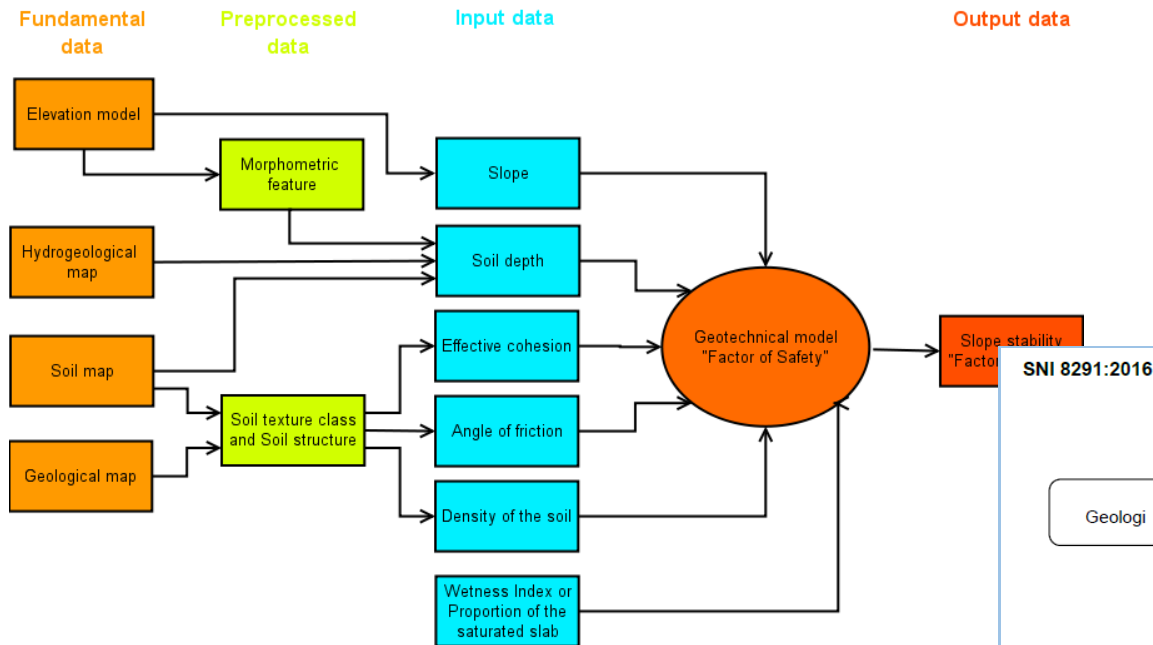
PEMETAAN DEBRIS FLOW



Volume	1000000, 2000000, 3000000 (m ³)
μ	0,01
ξ	700 m/s ²
c (Kohesi)	0
Debit	2838 m ³ /detik

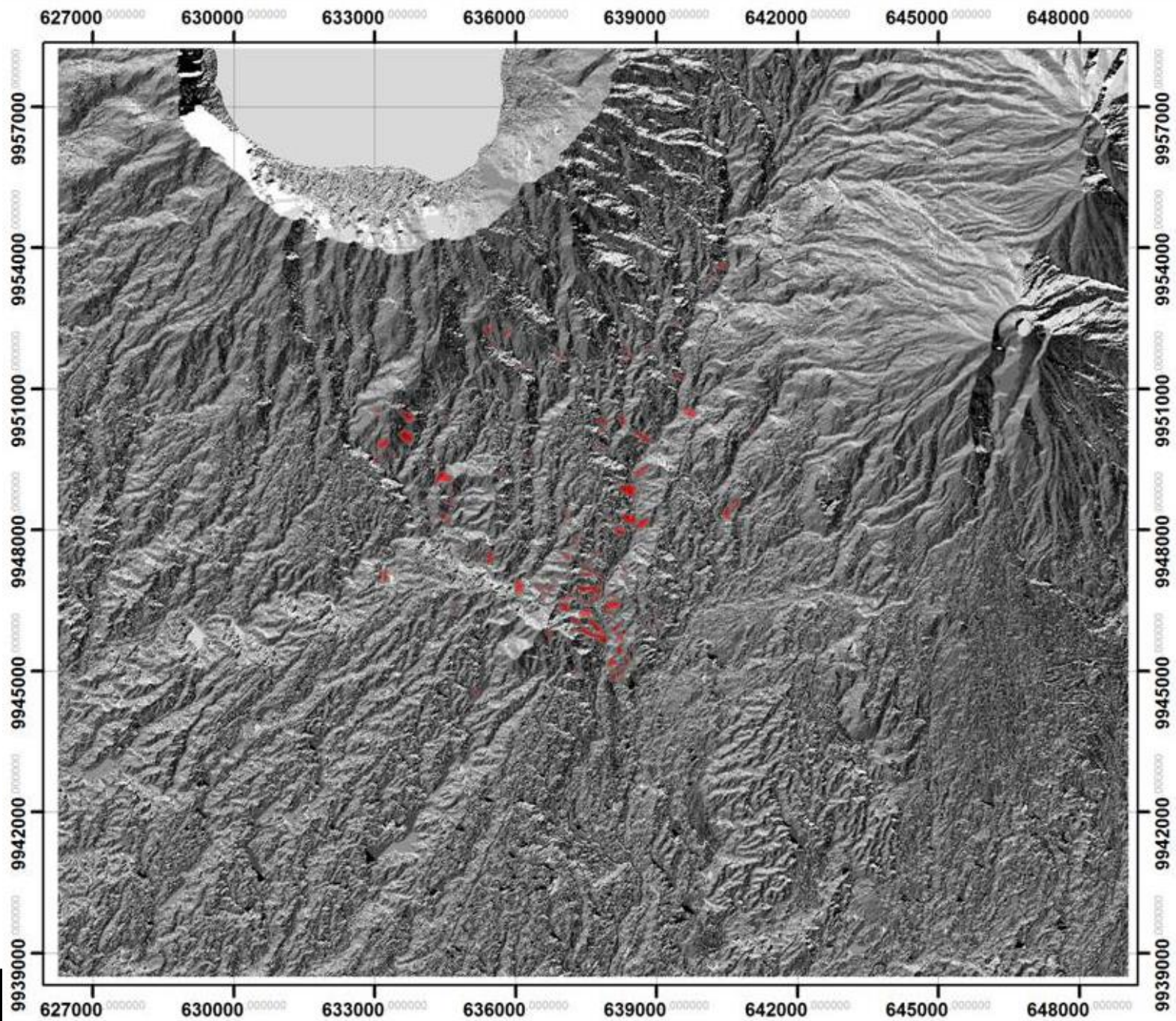


METHODE DETERMINISTIK

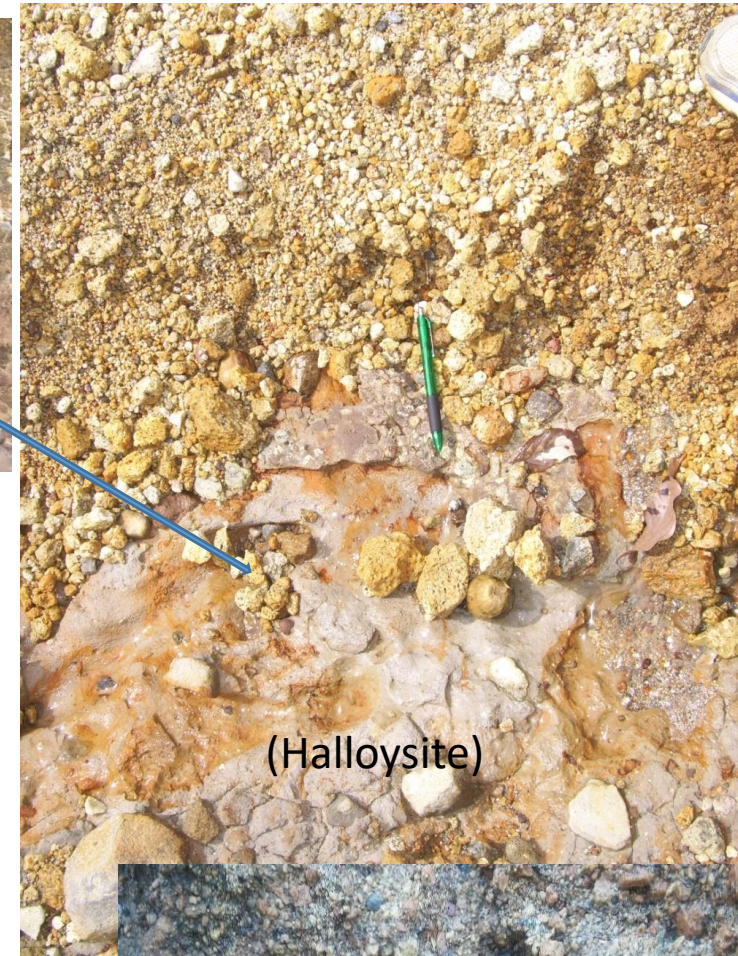


Gambar A.3 - Metode pemetaan zona kerentanan gerakan tanah deterministik



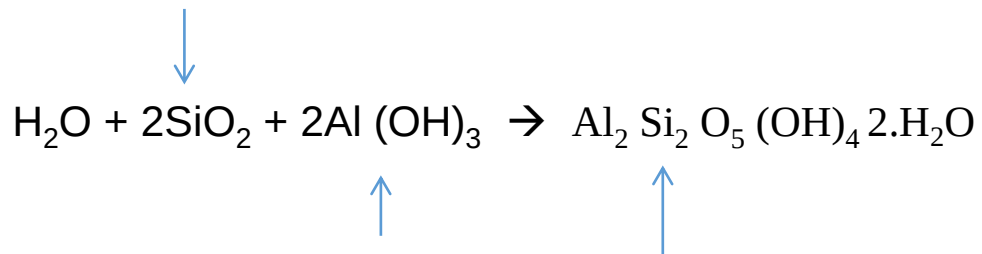






Egli, 2007

batuapung

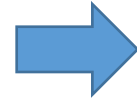


Gibbsite

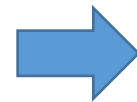
Halloysite



Kondisi Keteknikan material penyusun lereng



$\gamma_{\text{tuf batuapung}} = 1,45 \text{ gr/cm}^3$, $\phi = 31,4^\circ$
 $c = 0,09 \text{ kg/cm}^2$

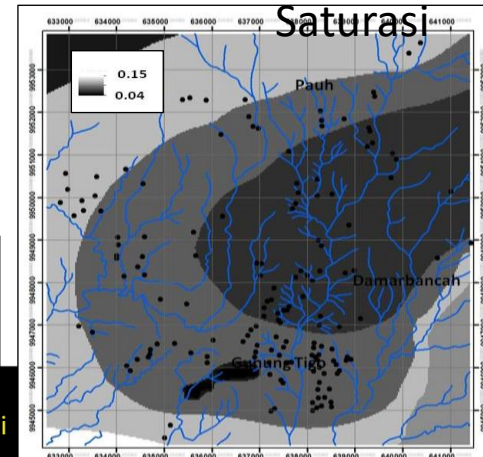
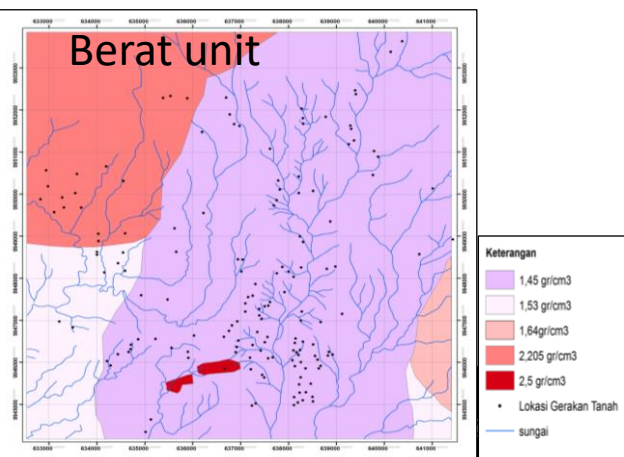
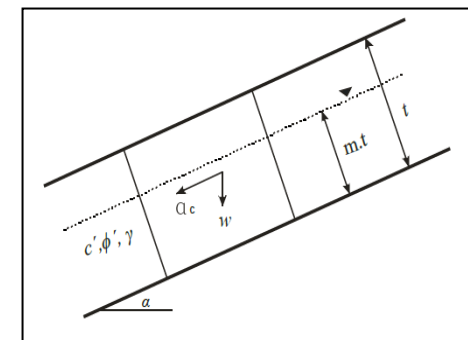
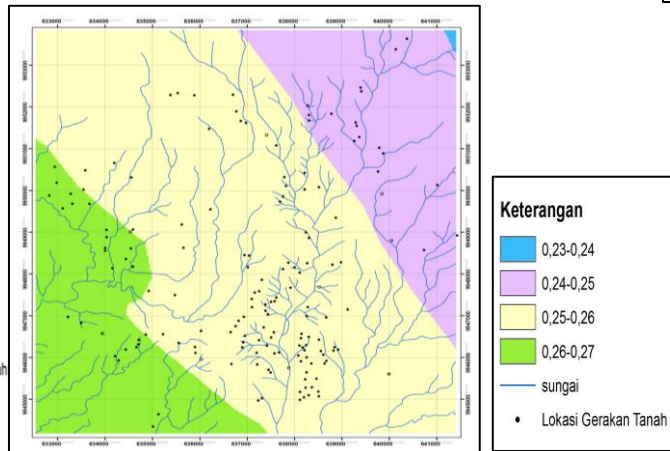
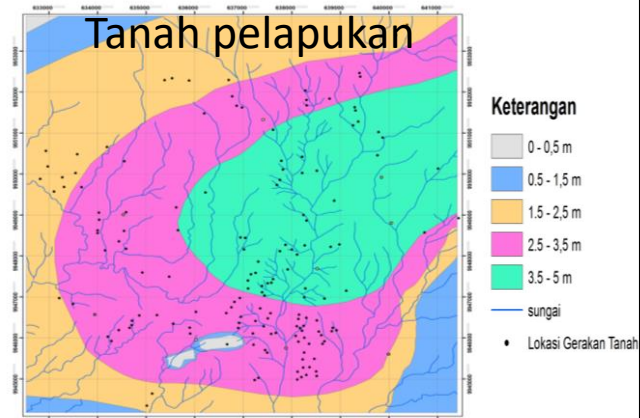
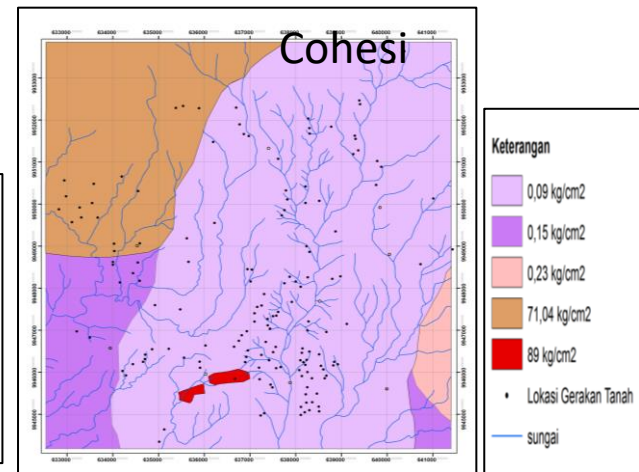
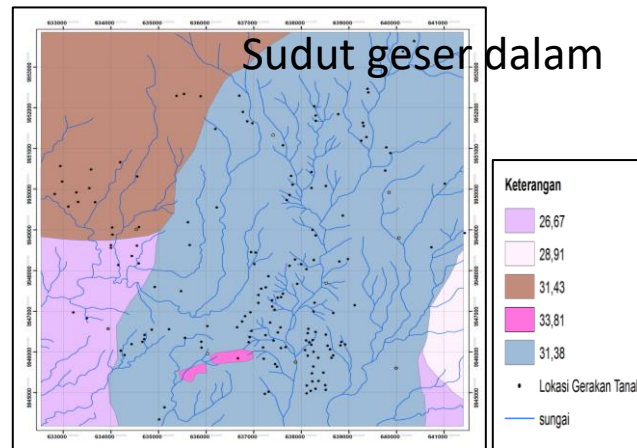
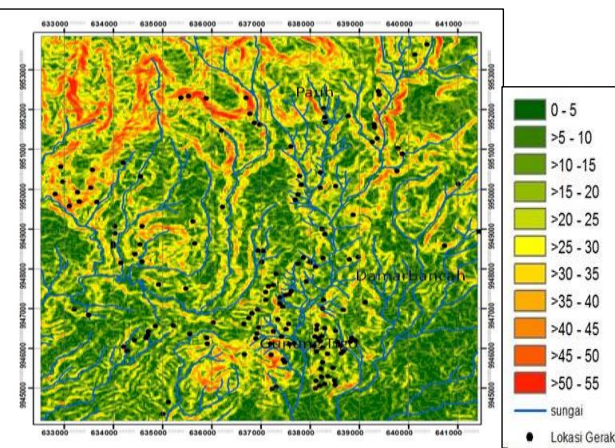


$\gamma_{\text{bidang gelincir}} = 1,5 \text{ gr/cm}^3$,
 $\phi = 22^\circ$ $c = 0,194 \text{ kg/cm}^2$



$\gamma_{\text{lapukan Qpt}} = 1,82 \text{ kg/cm}^3$,
 $\phi = 29,15^\circ$ $c = 0,16 \text{ kg/cm}^2$





$$FK = \frac{c'}{\gamma_s g t \sin \alpha} \frac{\tan \phi}{\cos \alpha} - m \frac{\gamma_w g \tan \phi}{\gamma t \tan \alpha}$$



Badan Geologi



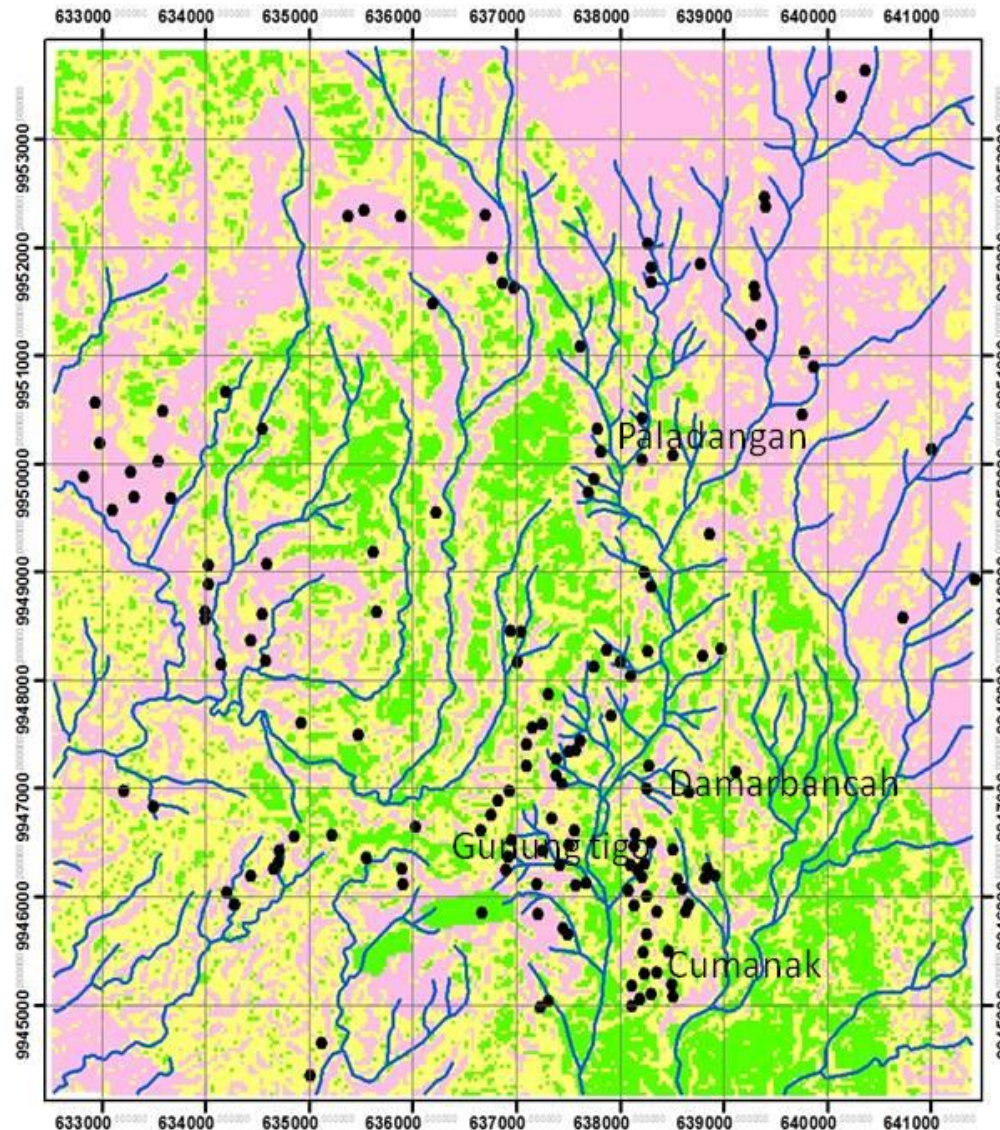
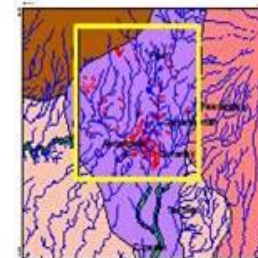
@kabargeologi

**PETA FAKTOR KEAMANAN LERENG
DAERAH GUNUNG TIGO DANSEKITARNYA
KEC. TANDIKAT, KAB. PARIAMAN, SUMATERA BARAT**



Keterangan

- < 1,07
- 1,07 - 1,25
- > 1,25
- sungai
- Lokasi Gerakan Tanah



6. METHODE GEOFISIKA DALAM PENYELIDIKAN GERAKAN TANAH



Pemetaan Bawah Permukaan dengan Metode Geofisika di dalam Mitigasi Gerakan Tanah

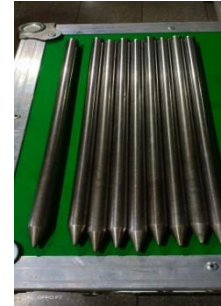
Metode :

- Geolistrik

IRIS INSTRUMENTS



SYSCAL Pro
resistivity & IP
equipment
for SOUNDING, IMAGING
and MONITORING



Memanfaatkan sifat kelistrikan lapisan bawah permukaan.



Metode :

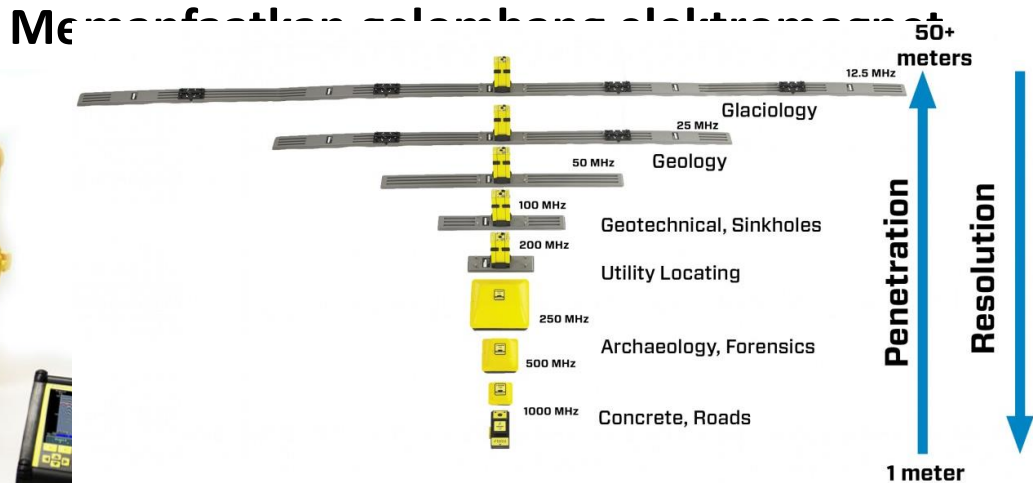
• *Ground Penetrating Radar (GPR)*

Sensors & Software Europe
GmbH pulseEKKO



Applications

- **Geological stratigraphy:** Profile subsurface stratigraphy, structure, and the bedrock surface
- **Mining & Quarrying:** Detect changes in rock type, fractures, faults and joints for safety and resource development in underground mines
- **Geotechnical & Environmental:** Map depth to bedrock, detect sinkholes, locate underground storage tanks (USTs) as well as septic systems, drainage systems on golf courses and farms
- **Forensics & Archaeology:** Law enforcement uncover buried caches of drugs, money, weapons and clandestine graves. Archaeologists image underground artifacts, tombs and the foundations of ancient structures
- **Glaciology, Ice & Snow:** Measure the thicknesses and image the internal structure of glaciers and ice sheets for polar ice-cap and climate change research. Measure snow depth for water resource management and ice thickness for ice road safety.
- **Structure assessment:** Assess the interior of concrete and pavement for asset management and maintenance planning



LOKASI KEJADIAN

Sinkhole terjadi di Dusun Kutanangka, Desa Kempawa, Kec. Tanah Pinem, Kabupaten Dairi, Prov. Sumatera Utara pada tanggal 17 November 2019. Secara geografis lokasi tersebut berada pada 03° 00' 07.3" LU dan 98° 10' 52.0" BT.

Sinkhole sudah terjadi sejak lama terutama pada ladang, namun pada tahun 2014 1 gereja rusak dengan kedalaman sekitar ± 3 m dan lebar 5 meter.

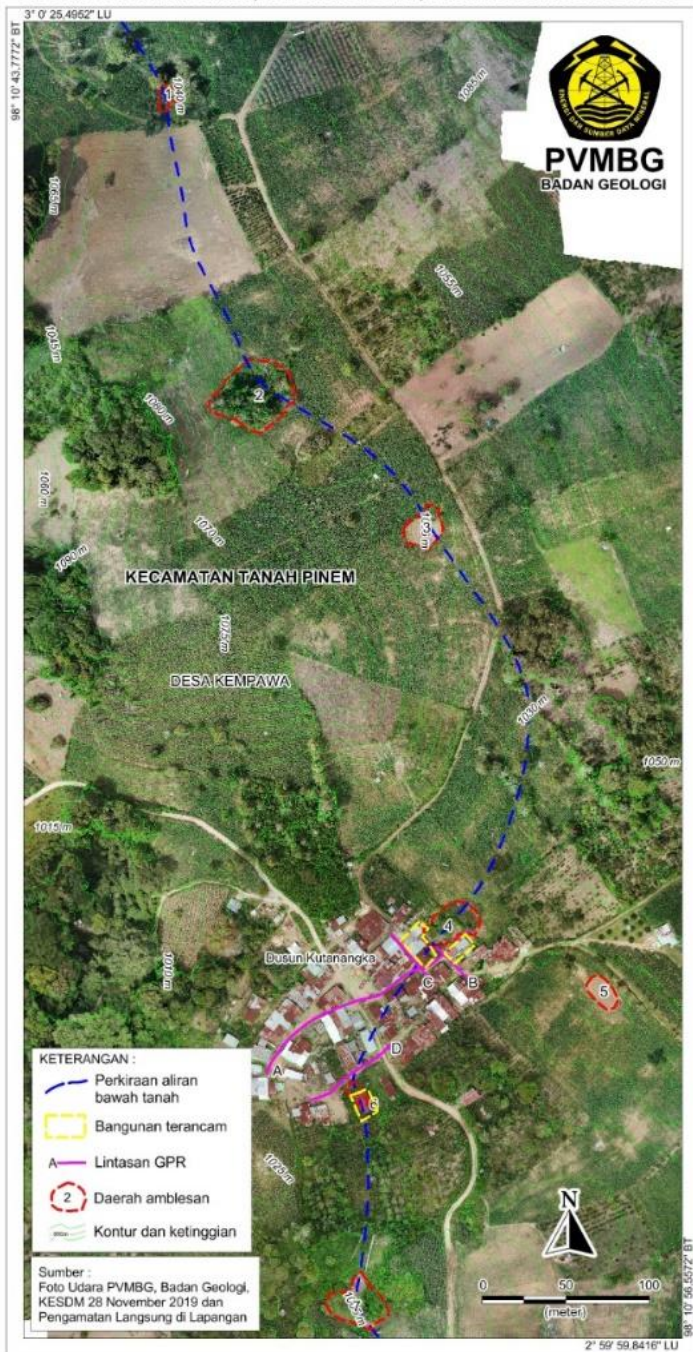
Yang terbaru di dekat pemukiman warga dengan kedalaman $\pm 3 - 5$ m dan lebar 20 meter sehingga mengancam 4 rumah di sekitar amblasan

Sinkhole juga terjadi di daerah ladang penduduk yang berjarak 300 dan 550 m dari pemukiman Dusun Kuta Nangka

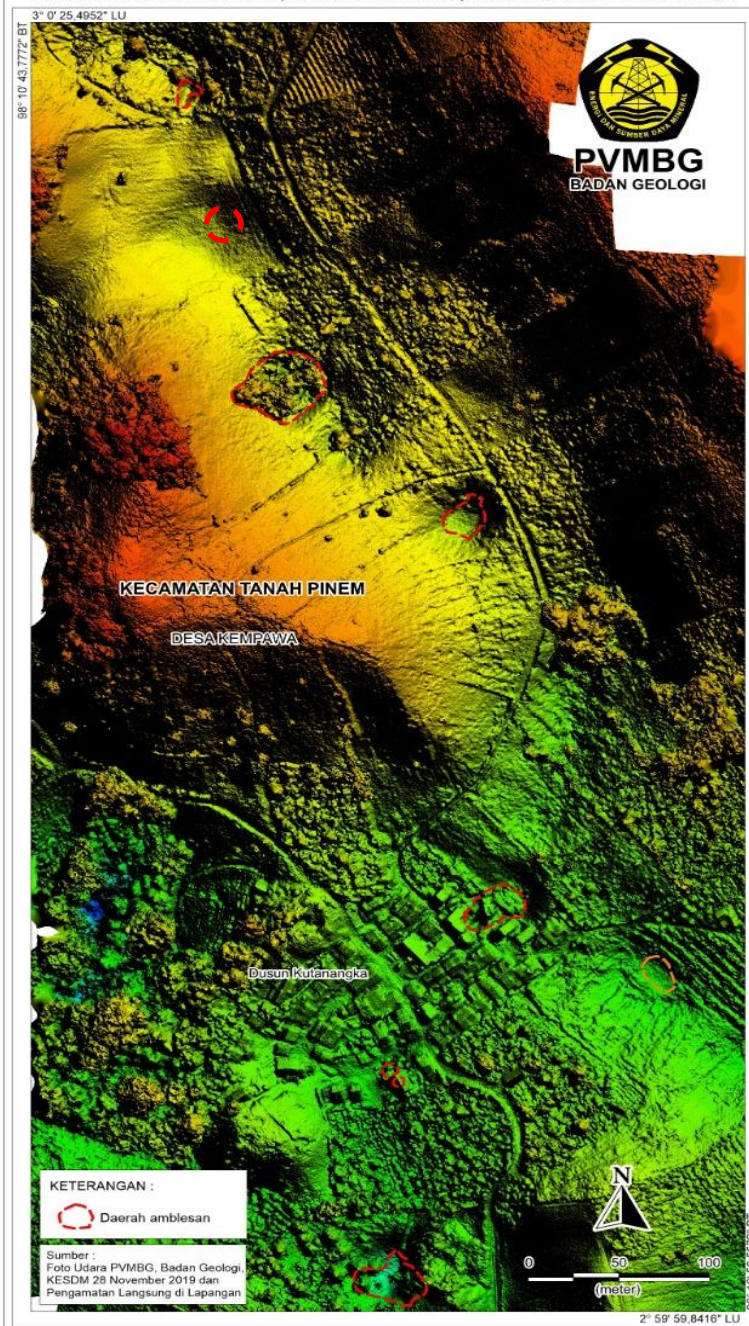
Akibatnya 82 KK khawatir amblasan terus berkembang dan terjadi amblesan secara luas.



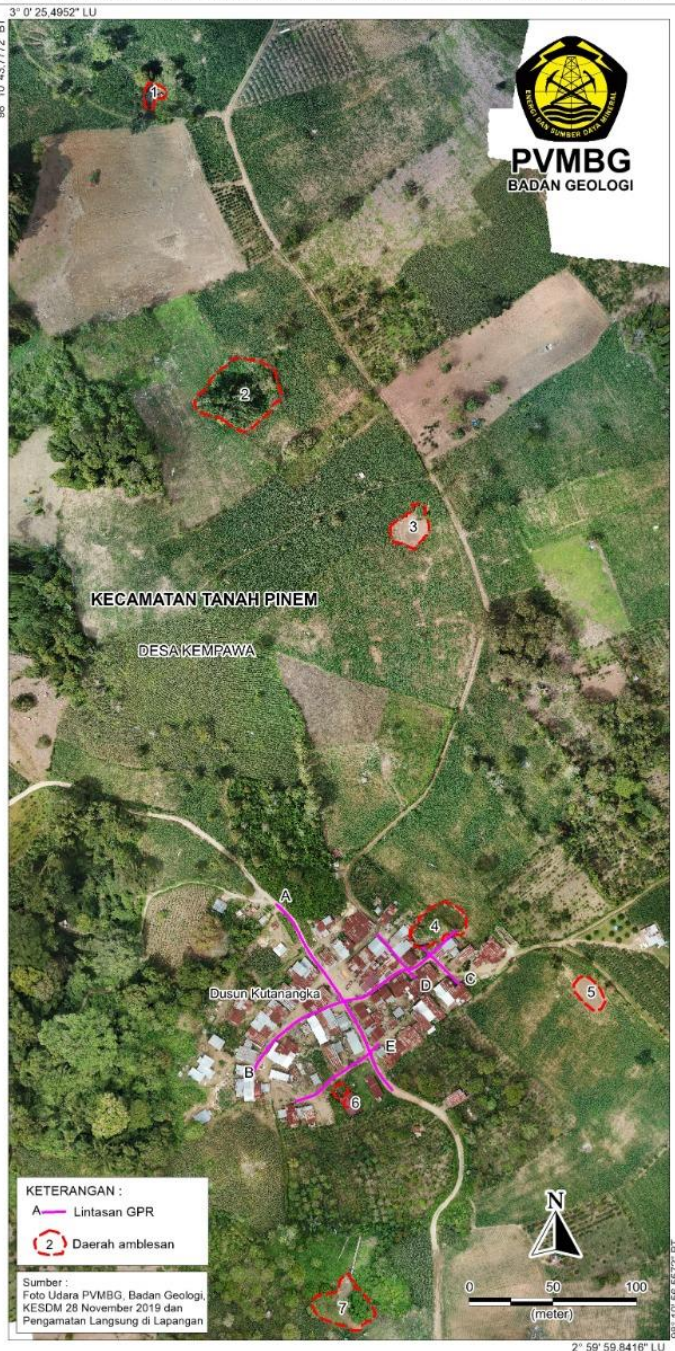
PETA SITUASI GERAKAN TANAH DUSUN KUTANANGKA, DESA KEMPAWA
KECAMATAN TANAH PINEM, KABUPATEN DAIRI, PROVINSI SUMATERA UTARA



DIGITAL ELEVASI MODEL (DEM) DUSUN KUTANANGKA, DESA KEMPAWA
KECAMATAN TANAH PINEM, KABUPATEN DAIRI, PROVINSI SUMATERA UTARA

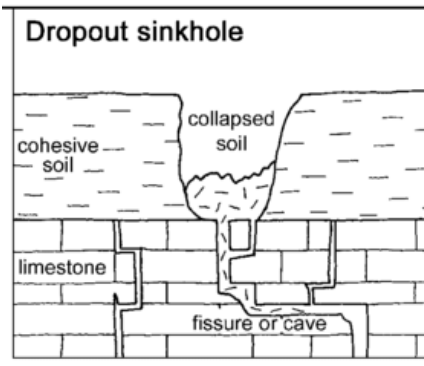
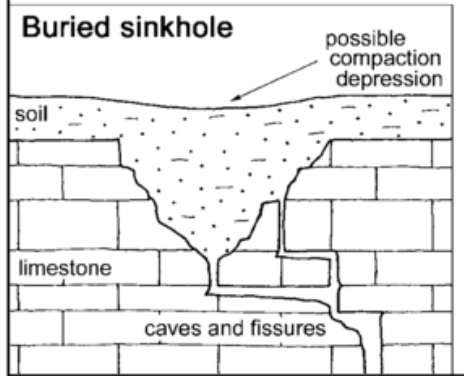


Badan Geologi

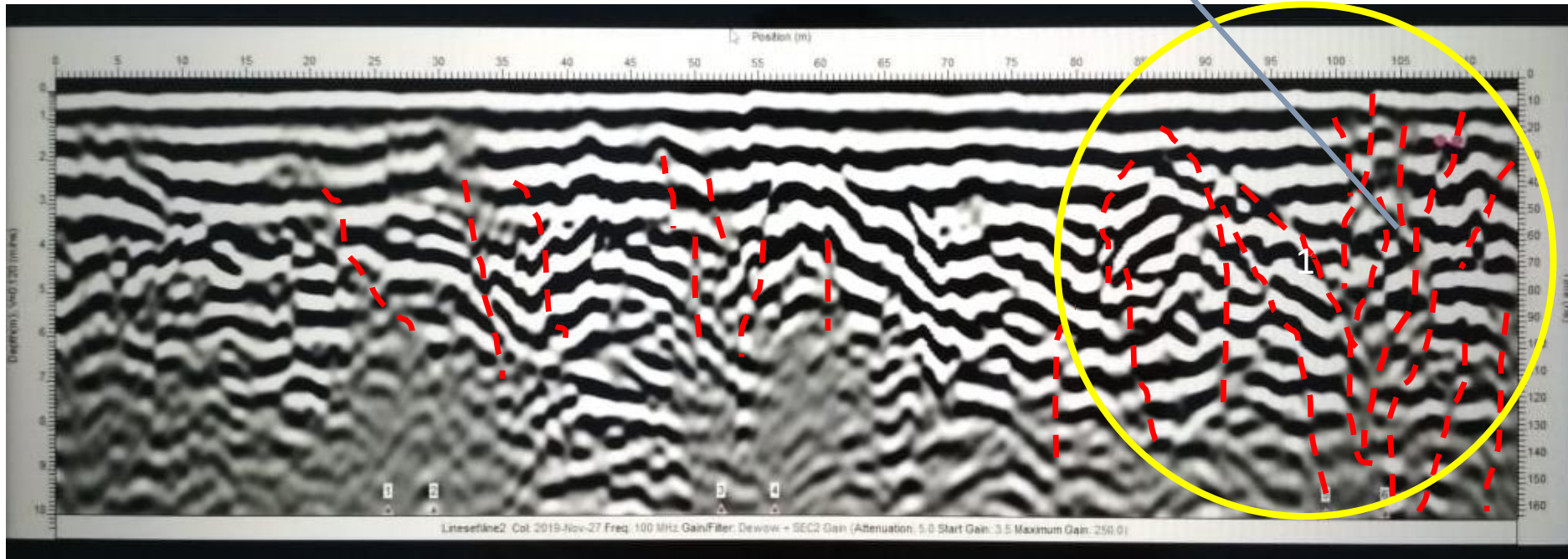


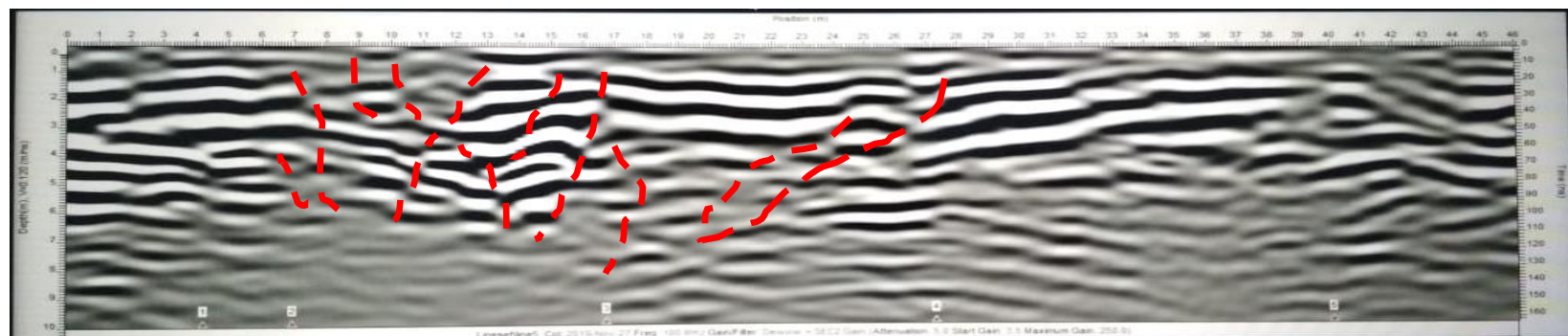
Lokasi 1;	Koordinat : 98° 10' 46,6176" BT, 3° 0' 23,994" LU Elevasi : 1045 mdpl; Diameter : 14 m Total area : 134,5 m ² ; Lokasi di Kebun Jagung
Lokasi 2	Koordinat : 98° 10' 48,2052" BT, 3° 0' 18,1872" LU Elevasi : 1041 mdpl; Diameter : 48 m Total area : 1481 m ² ; Lokasi di Kebun Jagung
Lokasi 3	Koordinat : 98° 10' 51,5244" BT, 3° 0' 15,642" LU Elevasi : 1036 mdpl; Diameter : 24 m Total area : 400,8 m ² ; Lokasi di Kebun Jagung
Lokasi 4	Koordinat : 98° 10' 52,0752" BT, 3° 0' 7,92" LU Elevasi : 1017 mdpl; Diameter : 33 m Total area : 596,1 m ² ; Lokasi di Pemukiman
Lokasi 5	Koordinat : 98° 10' 55,002" BT, 3° 0' 6,5988" LU Elevasi : 1018 mdpl; Diameter : 21 m Total area : 237,7 m ² ; Lokasi di Kebun Jagung
Lokasi 6	Koordinat : 98° 10' 50,358" BT, 3° 0' 4,4748" LU Elevasi : 1014 mdpl; Diameter : 6,3 m Total area : 26,94 m ² ; Lokasi di Gereja Lama
Lokasi 7	Koordinat : 98° 10' 50,2032" BT, 3° 0' 0,6084" LU Elevasi : 1008 mdpl; Diameter : 36,7 m Total area : 714,3 m ² ; Lokasi di Kebun
Lokasi 8 (diluar peta)	Koordinat : 98°10'51.70" BT, 2°59'59.32" LU Elevasi : 1010 mdpl; Diameter : 6,1 m Total area : 29,41 m ² ; Lokasi di Kebun Jagung
Lokasi 9 (diluar peta)	Koordinat : 98°10'56.8"BT 2°59'59.2"LU Elevasi : 978 mdpl; Diameter : 26,4 m Total area : 524,6 m ² ; Lokasi di Kebun Jagung





Analisis GPR menunjukkan didekat Sinkhole banyak mengalami retak, retak dibawah permukaan





Potensi amblesan Sinkhole masih terjadi terutama di depan bekas gereja dan di utara pemukiman





Sosialisasi Hasil Peneyelidikan Lapangan
Dan antisipasi penanggulangannya
dilakukan oleh PVMBG-Badan Geologi
bekerjasama dengan BPBD Kab. Dairi

Peta Situasi
Desa Sukawangi
Kecamatan Sukamakmur, Kabupaten Bogor
Provinsi Jawa Barat



Legenda

- ♦ Titik Pengukuran Geolistrik
- Longsor Lama
- Mahkota Longsor
- Retakan
- A — B Sayatan Penampang

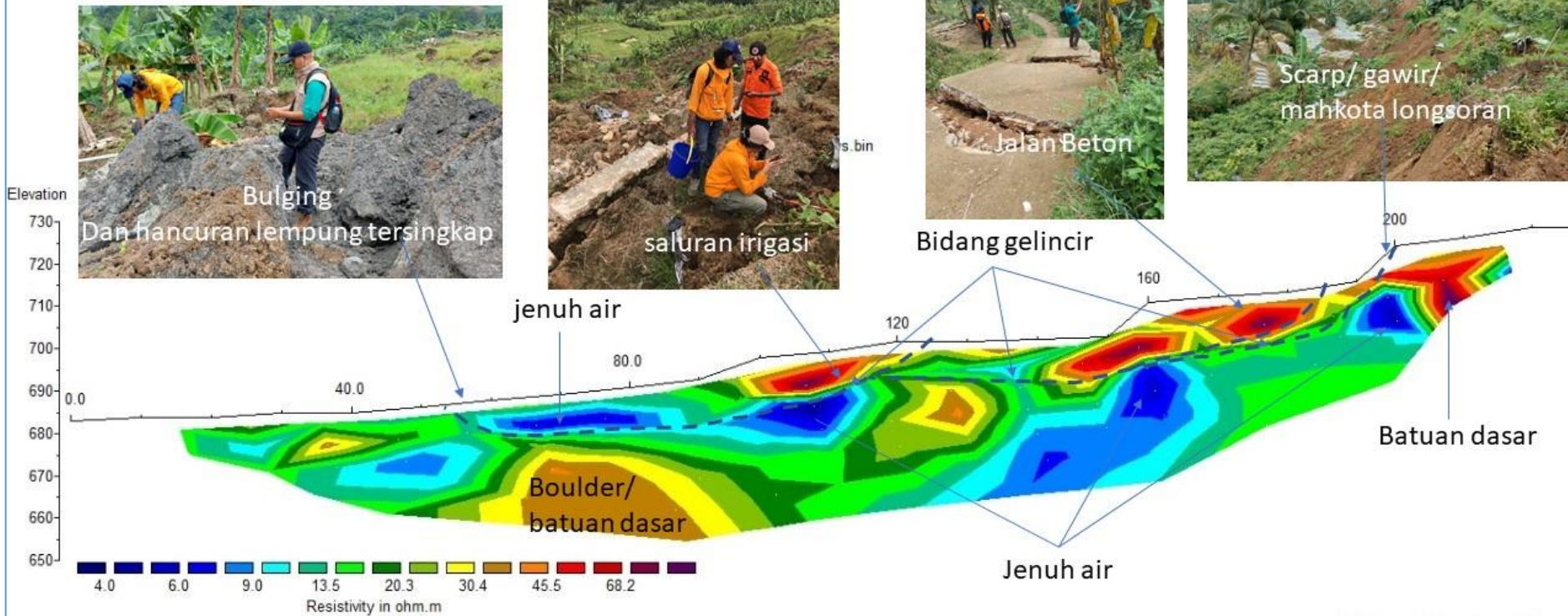
0 0.015 0.03 0.06
Kilometers



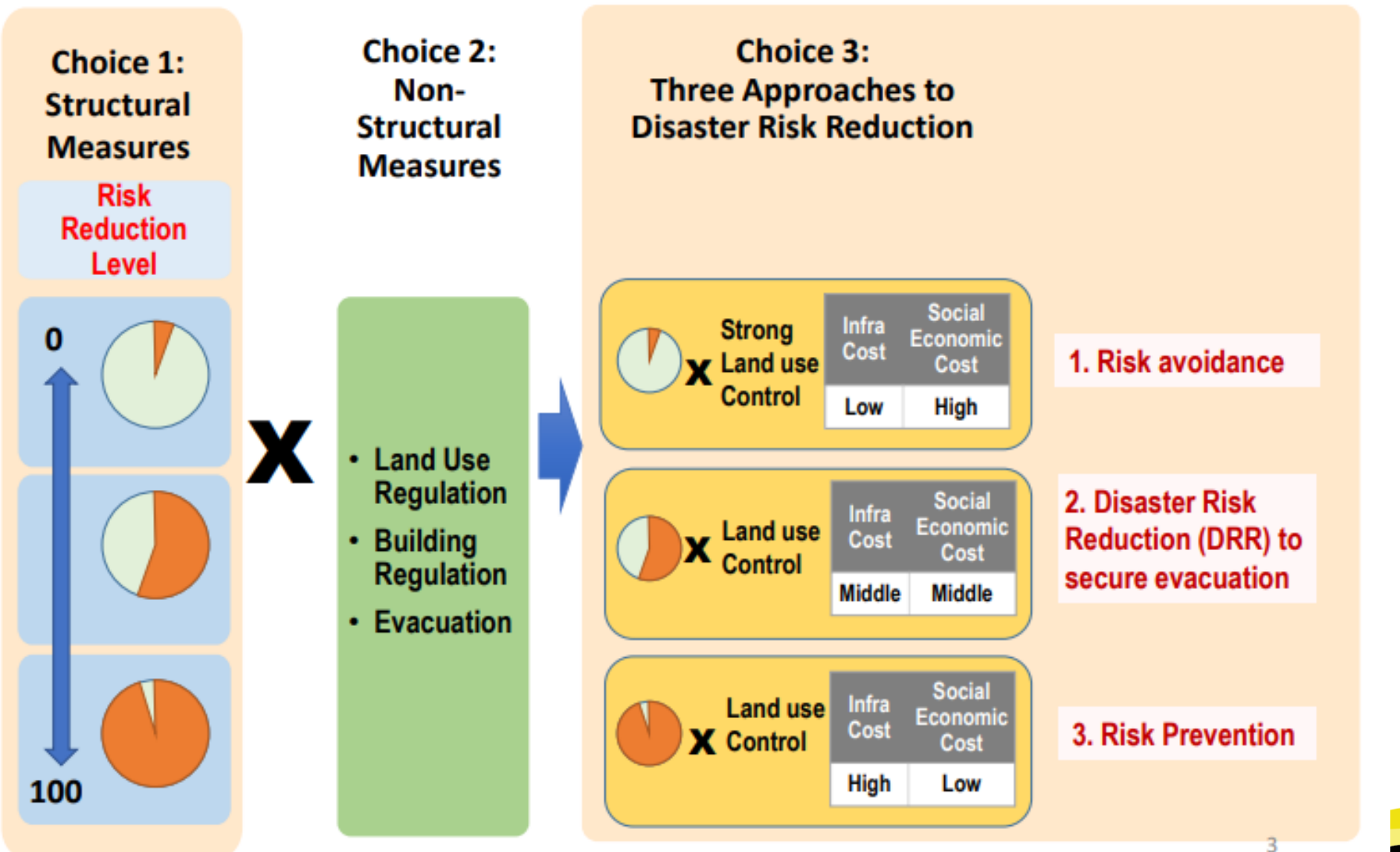
BADAN GEOLOGI
Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi

Jl. Diponegoro No. 57
Telp. (022) 7272606, 7271402; Fax : (022) 7202761
Email : vulkan@vsi.esdm.go.id; Website : http://www.vsi.esdm.go.id





7. TANTANGAN MITIGASI GERAKAN TANAH



KESIMPULAN

- Pengembangan metode pemetaan gerakan tanah dengan memanfaatkan database gerakan tanah akan mempercepat ketersediaan peta untuk skala menengah mengingat banyaknya area rawan gerakan tanah di Indonesia, namun demikian untuk Kawasan strategis pemetaan deterministic sangat diperlukan pada daerah tersebut dan pemodelan debris flow karena tipe Gerakan tanah yang sangat membahayakan terutama pada daerah yang berdekatan dengan sungai atau daerah kipas aluvial
- Perkembangan berbagai macam Software, Arc GIS, perangkat lunak akan mempermudah dalam pekerjaan geoscience, namun harus tidak melupakan basic konsep dari ilmu kebumihan itu sendiri
- Pilihan dalam Mitigasi Gerakan Tanah Rekayasa Struktural, Penataan Ruang dan Pemberdayaan Masyarakat



TERIMA KASIH

Tidak bisa bekerja sendirian,
harus berkolaborasi



Bada Tradisi Mapalus
Minahasa, Sulawesi Utara

PENGGUNAAN DATA CURAH HUJAN

- Mengevaluasi LEWS yang di pasang
- Membuat peta prakiraan bulanan
- Membuat simulasi dinamik (harus skala detil) baik spasial maupun non spasial

KENDALA PENENTUAN WARNING CURAH HUJAN

- Setiap area berbeda beda curah hujan pemicu curah hujannya sehingga tiap daerah akan berbeda beda
- LEWS non spasial umumnya digeneralisasi berdasarkan deformasi dan curah hujan yang digeneralisasi (belum ada standardnya)

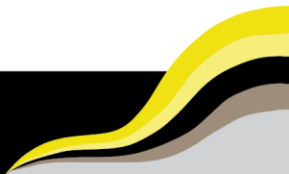
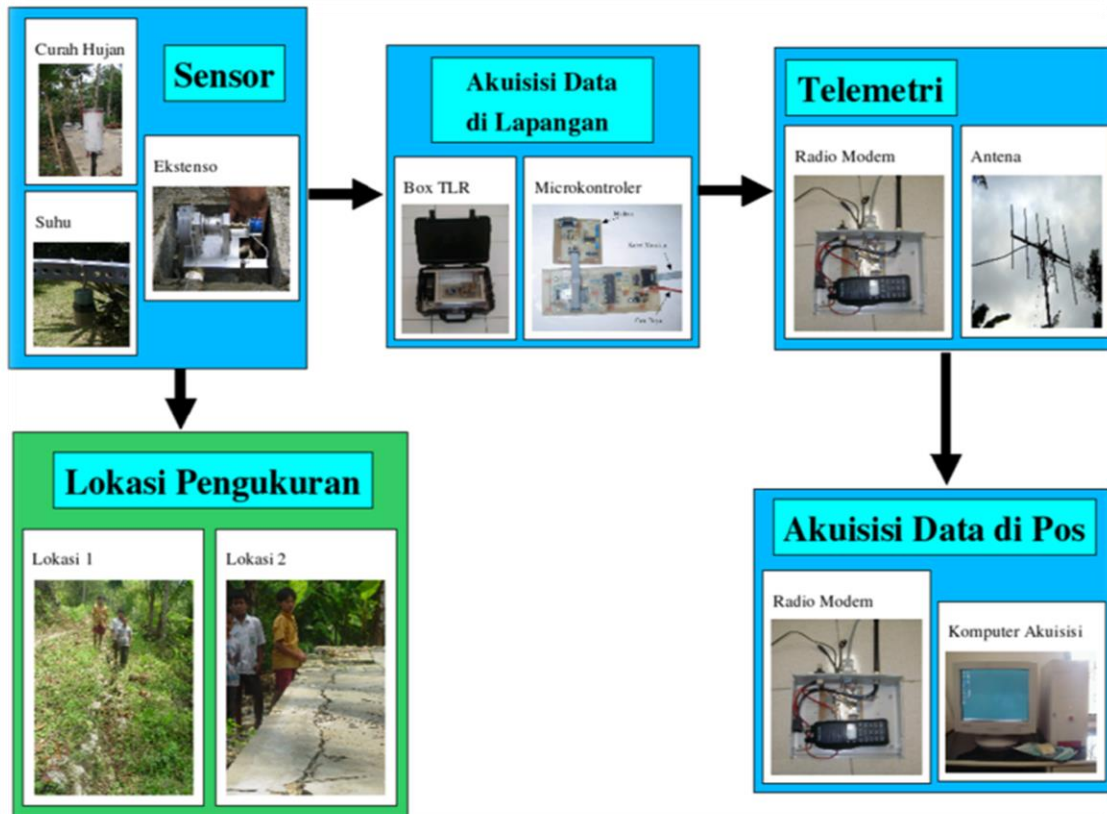
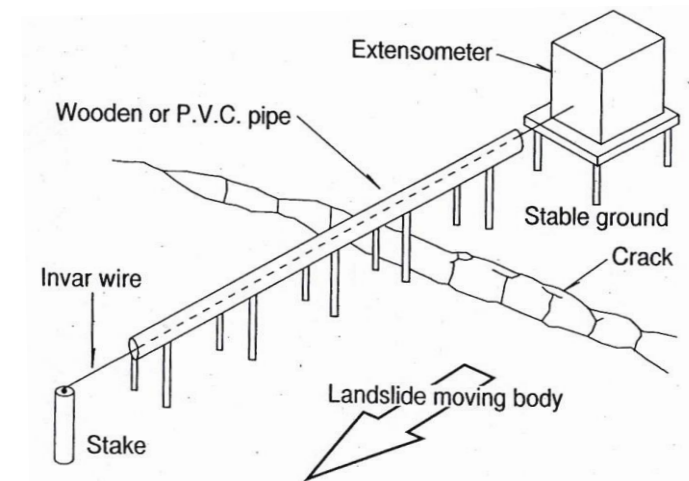


Diagram Blok Sistem Telemetri Ekstensiometer dan Curah Hujan Menggunakan Akses SMS dan Internet



Cara Pemasangan Extensometer



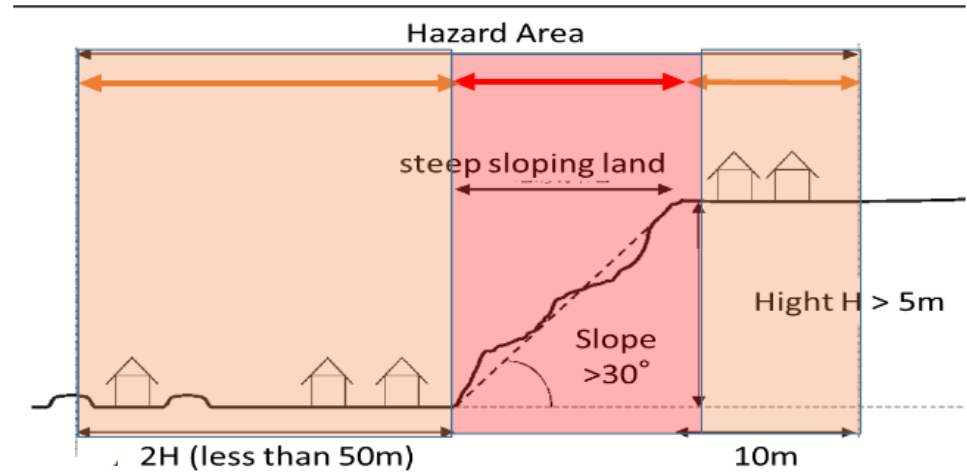
Japan Landslide Society (1996)



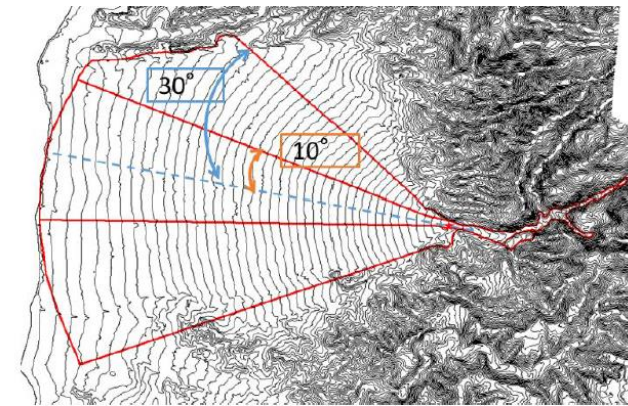
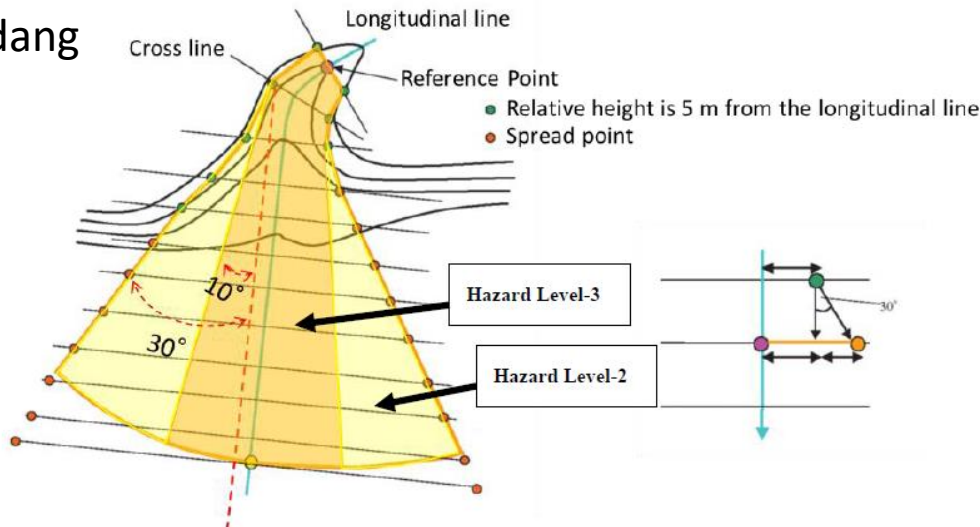
JICA MAP

STEEP SLOPE COLAPSE

Hazard Level	Slope and Height of steep sloping land
4	Slope $\geq 30^\circ$ and Height $\geq 5\text{m}$
3	Around Hazard Level 4
2	$30^\circ > \text{Slope} \geq 9^\circ$
1	$9^\circ > \text{Slope}$



Aliran Bahan Rombakan/ Banjir Bandang



Data

- Data kejadian longsor: Magelang, Kulonprogo, Bantul (2017-2019)
- Data hujan
 - rain gauge [hourly]
 - JAXA Global Rainfall Map (GSMaP) [0.1° X 0.1°, hourly]
 - NOAA CPC Morphing Technique (CMORPH) [0.1° X 0.1°, hourly]
- Data model
 - ECMWF Atmospheric Model high resolution 10-day forecast (HRES)
 - ECMWF Atmospheric model Ensemble 15-day forecast (ENS)