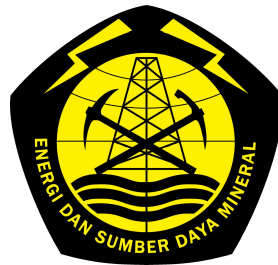


PEMETAAN KAWASAN RAWAN LONGSOR



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)



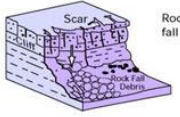
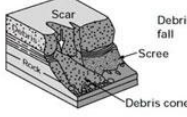
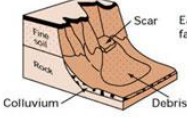
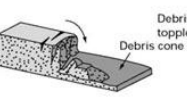
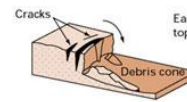
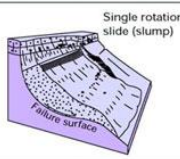
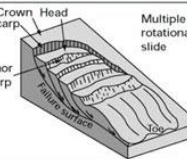
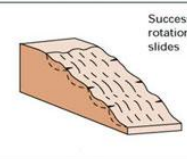
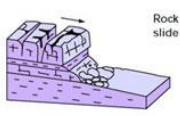
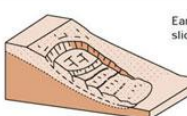
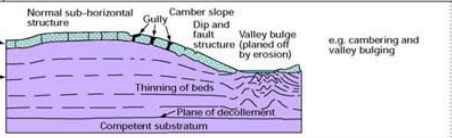
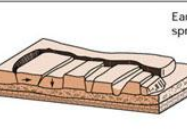
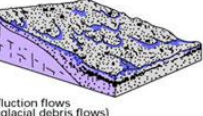
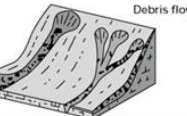
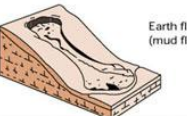
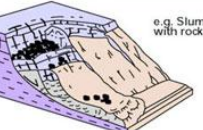
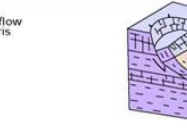
Badan Geologi



Badan Geologi

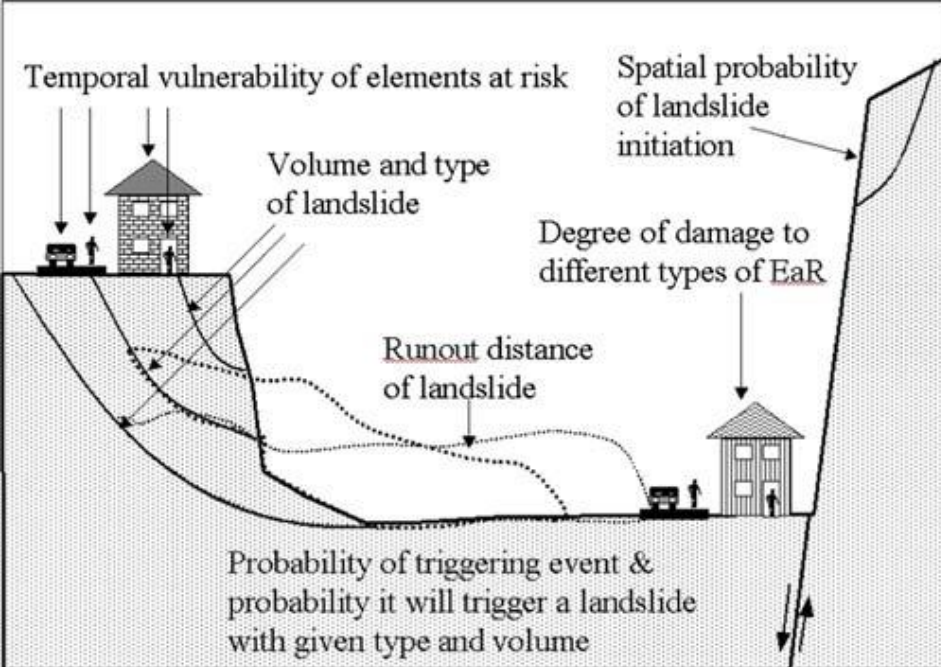


[@kabargeologi](https://www.instagram.com/kabargeologi)

Material	ROCK	DEBRIS	EARTH
FALLS			
TOPPLES			
SLIDES	Rotational 	Multiple rotational slide 	Successive rotational slides 
	Translational (Planar) 	Debris slide 	Earth slide 
SPREADS			Earth spread 
FLOWS		Debris flow 	Earth flow (mud flow) 
COMPLEX			

BGS © HERC



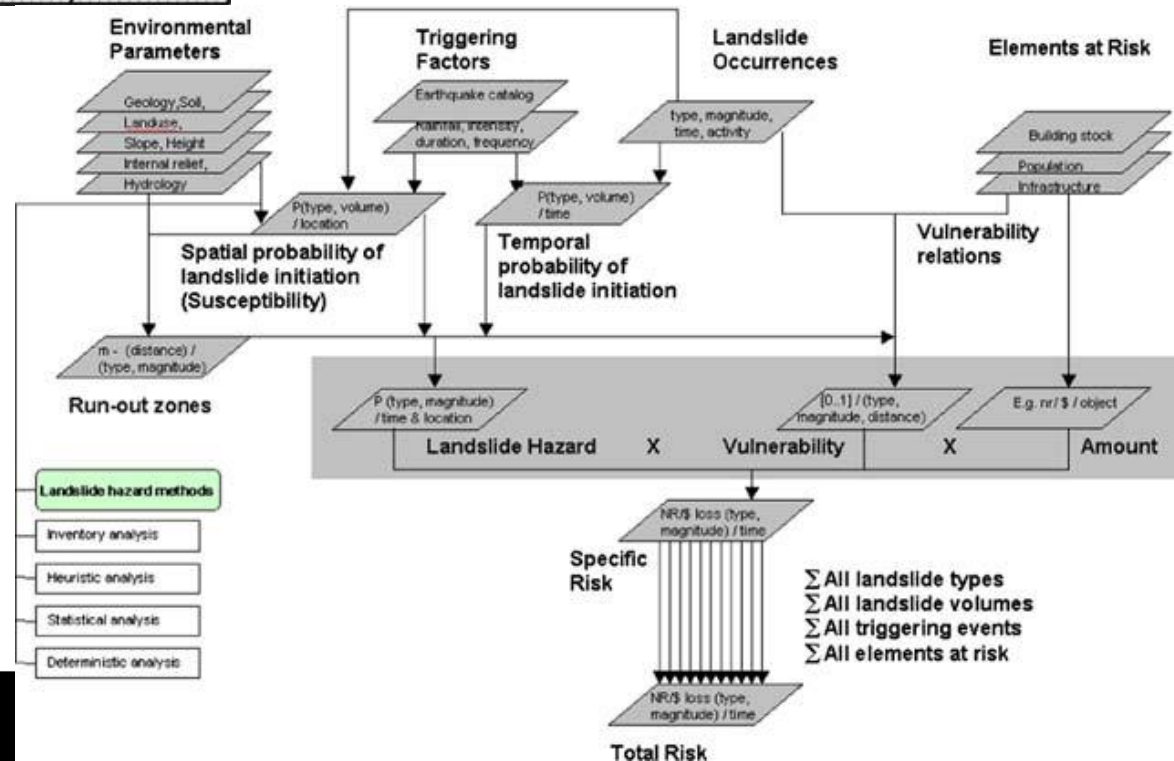


C.J. van Westen
T.W.J. van Asch
R. Soeters

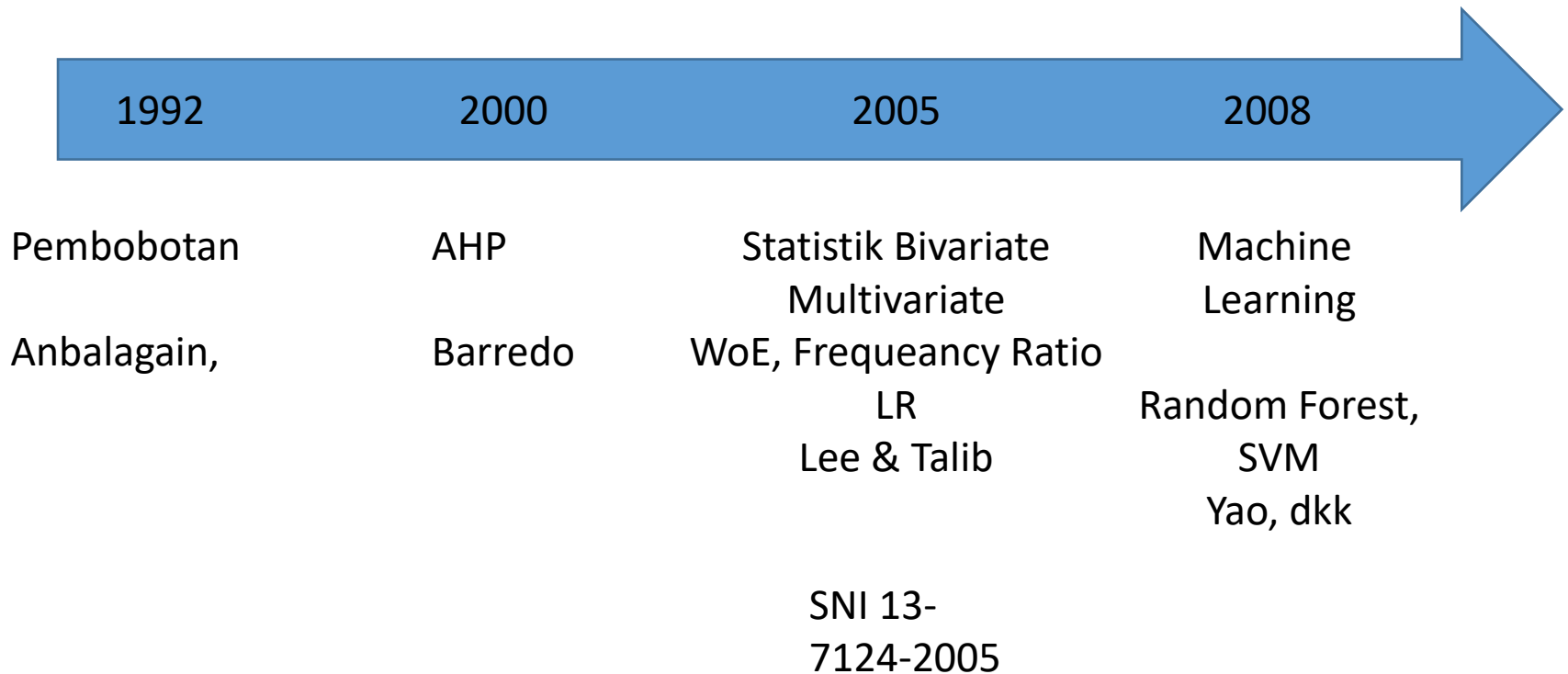
Landslide hazard and risk zonation—why is it still so difficult?

Difficulties related to landslide inventory mapping

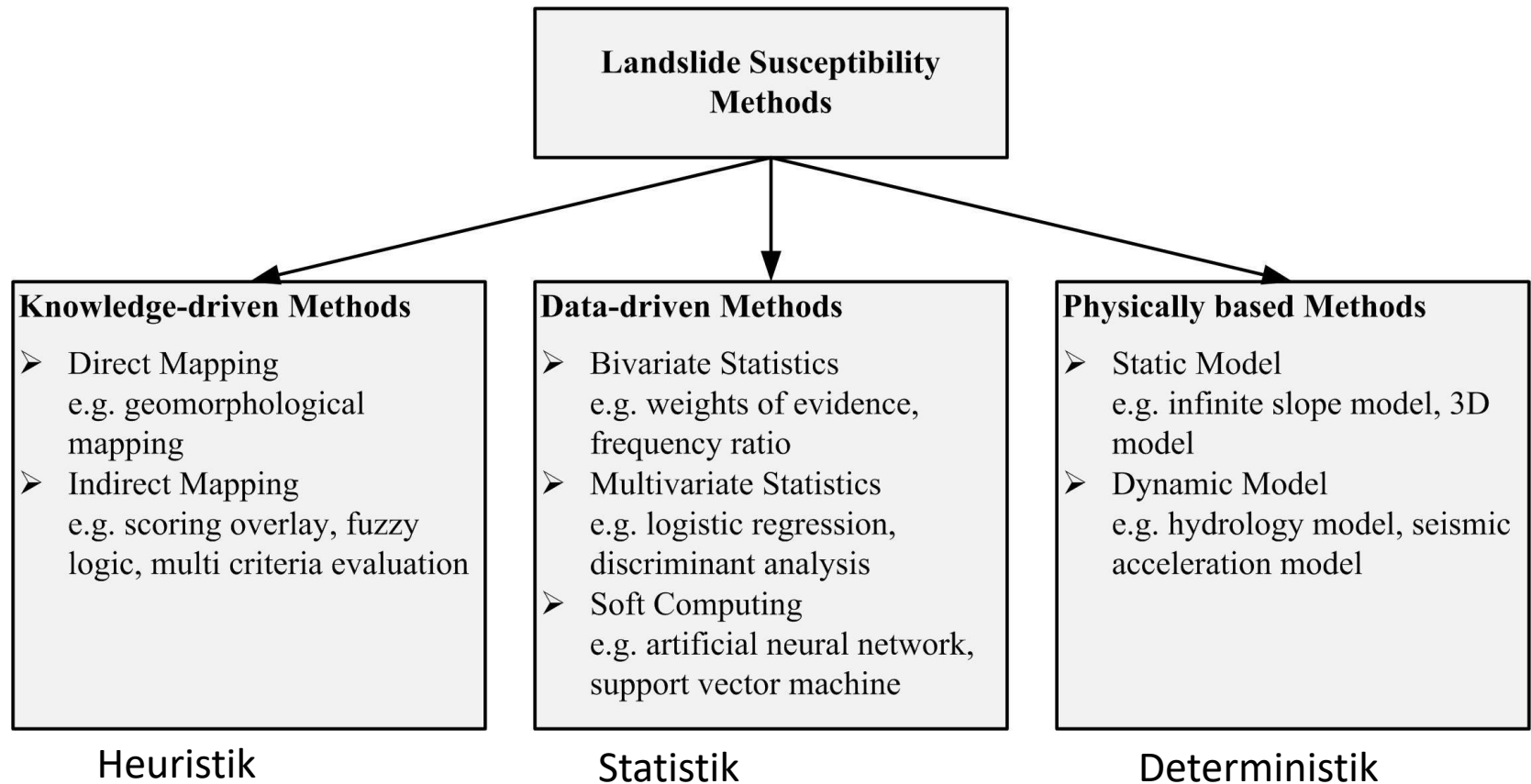
Landslides are generally isolated processes which individually may not be very large in size but which can occur with a high frequency in a region. Unlike hazardous events that affect large areas, such as earthquakes or flooding, the generation of landslide inventory maps and databases is a tedious procedure. 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



Perkembangan Methode Pemetaan Gerakan Tanah Skala Menengah



Metode Pemetaan Longsor



Bagaimana dengan Potensi Rockfall???



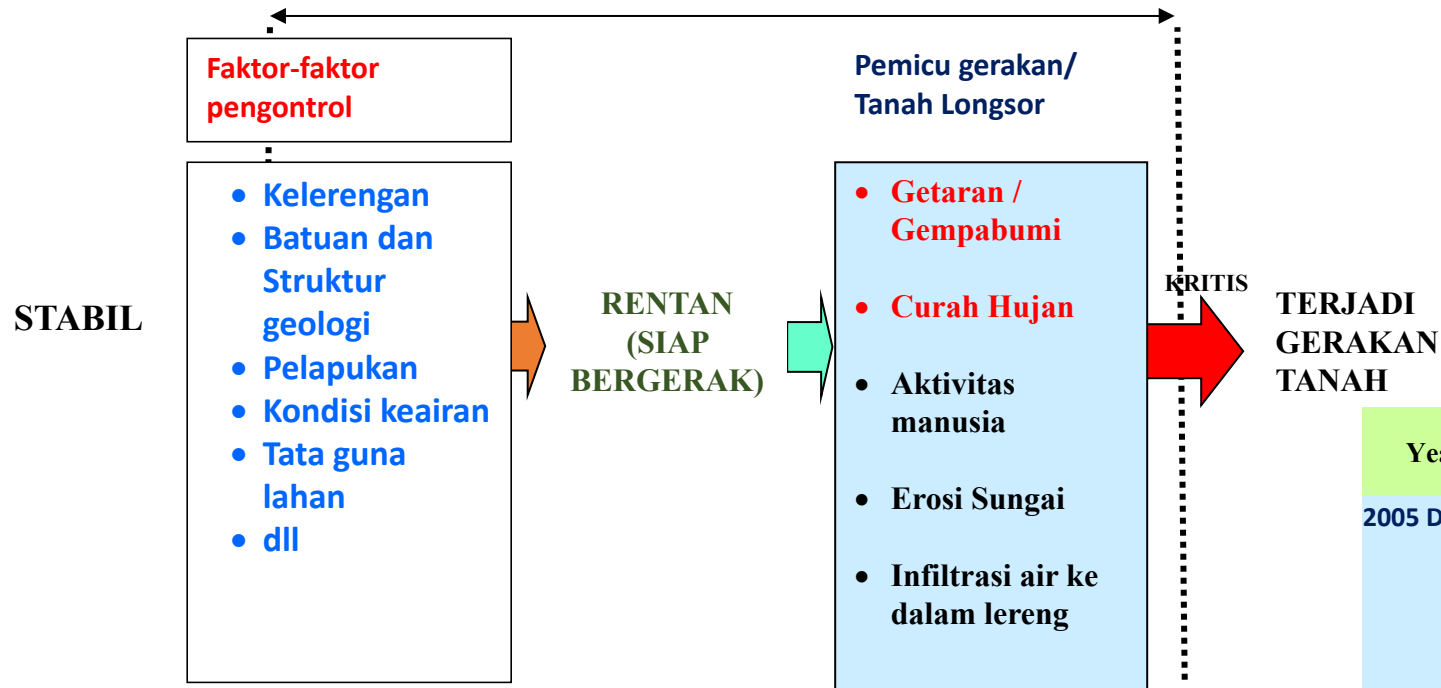
Sumber: Van Western, 1997; Glade and Croizer, 2005 dan Cascini, 2008

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/ Nasional	< 1 : 100.000	*			Zonasi Regional Informasi
Medium/ Regional	1 : 100.000 – 1 : 25.000	*	(*)		Advisory
Besar/ Lokal	1 : 25.000 – 1 : 5.000	x	(*)	*	Statutory
Detil/ Site Spesifik	> 1 : 5.000	X	(*)	*	Design



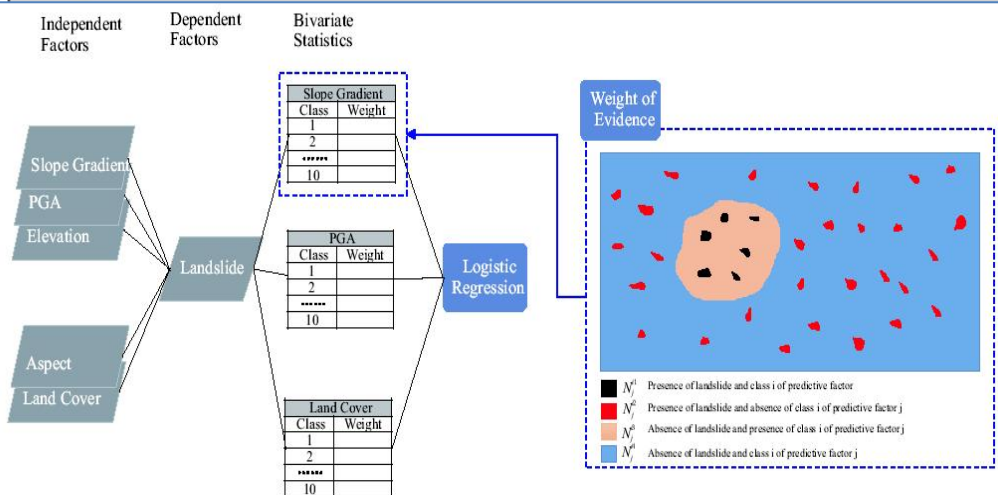
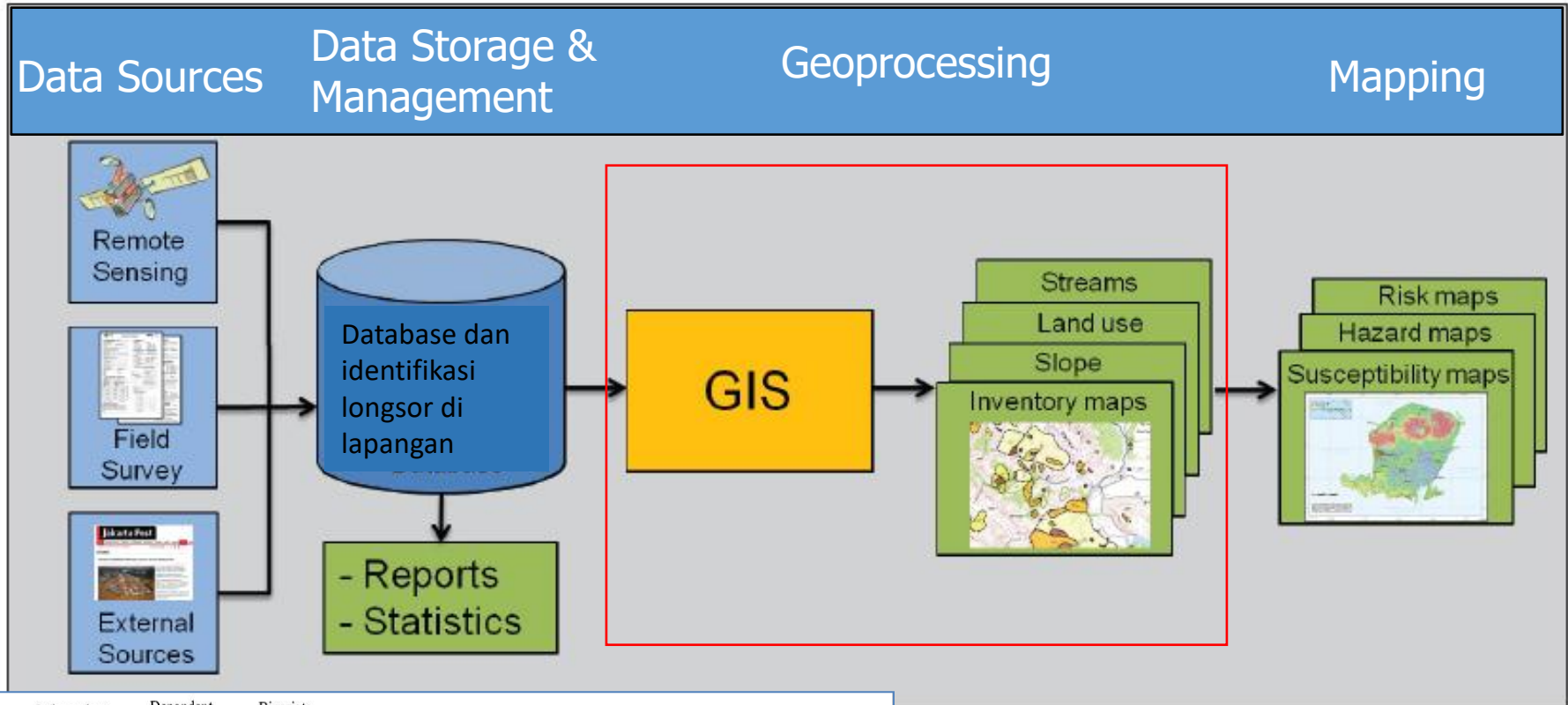
FAKTOR PENGONTROL DAN PEMICU GERAKAN TANAH



Year/Month/Day		Daily precipitation (mm)
2005 December	28	37 mm
	29	8 mm
	30	27 mm
	31	226 mm
2006 January	1	212 mm
	2	10 mm



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

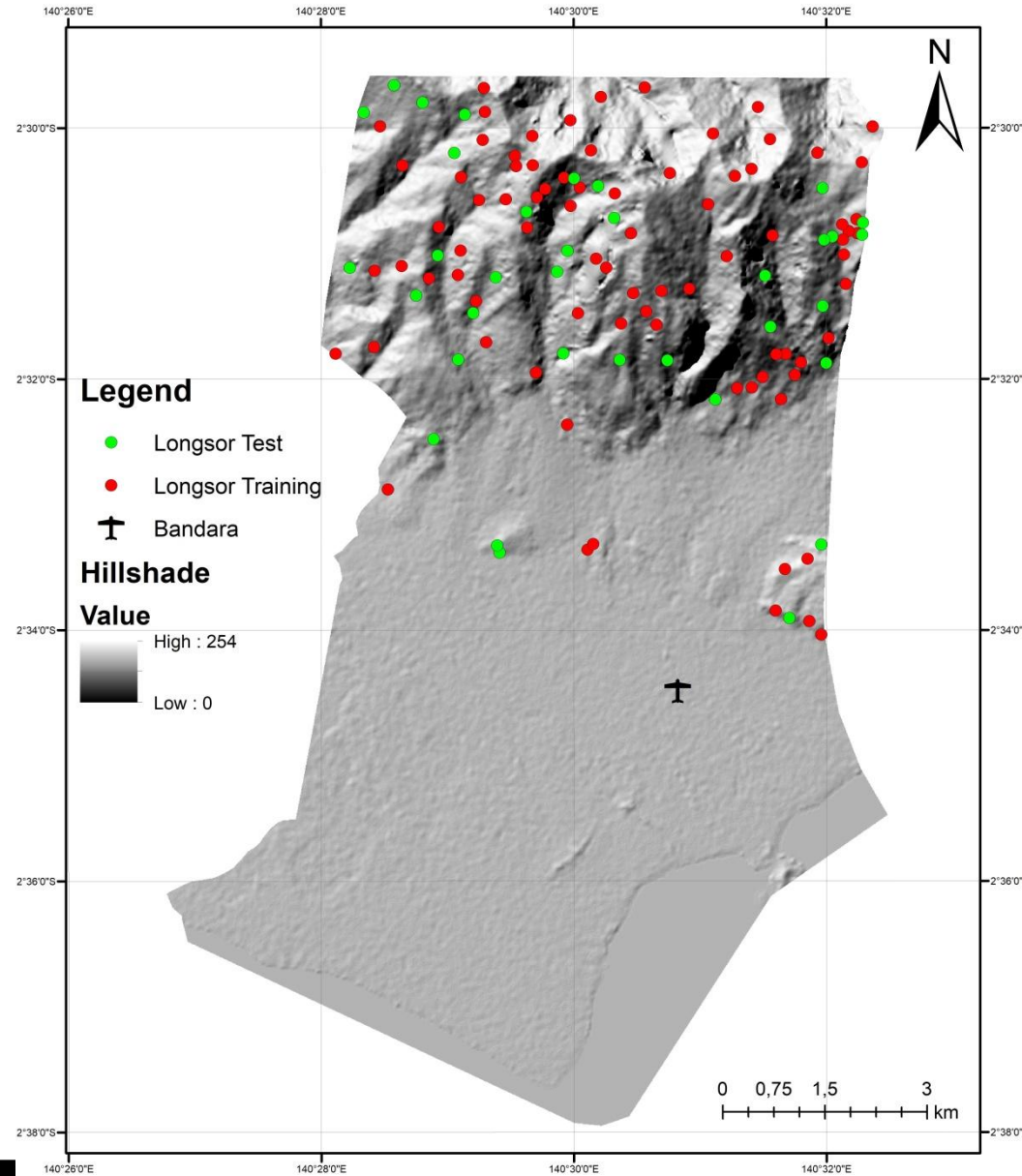


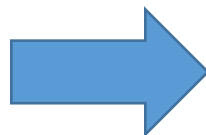
@kabargeologi

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.



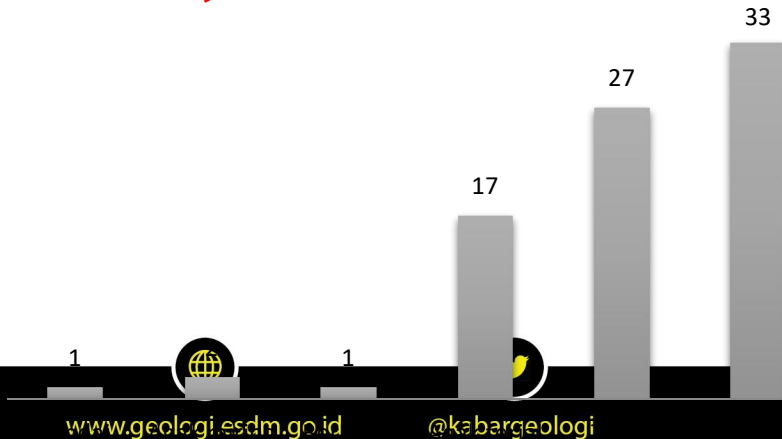
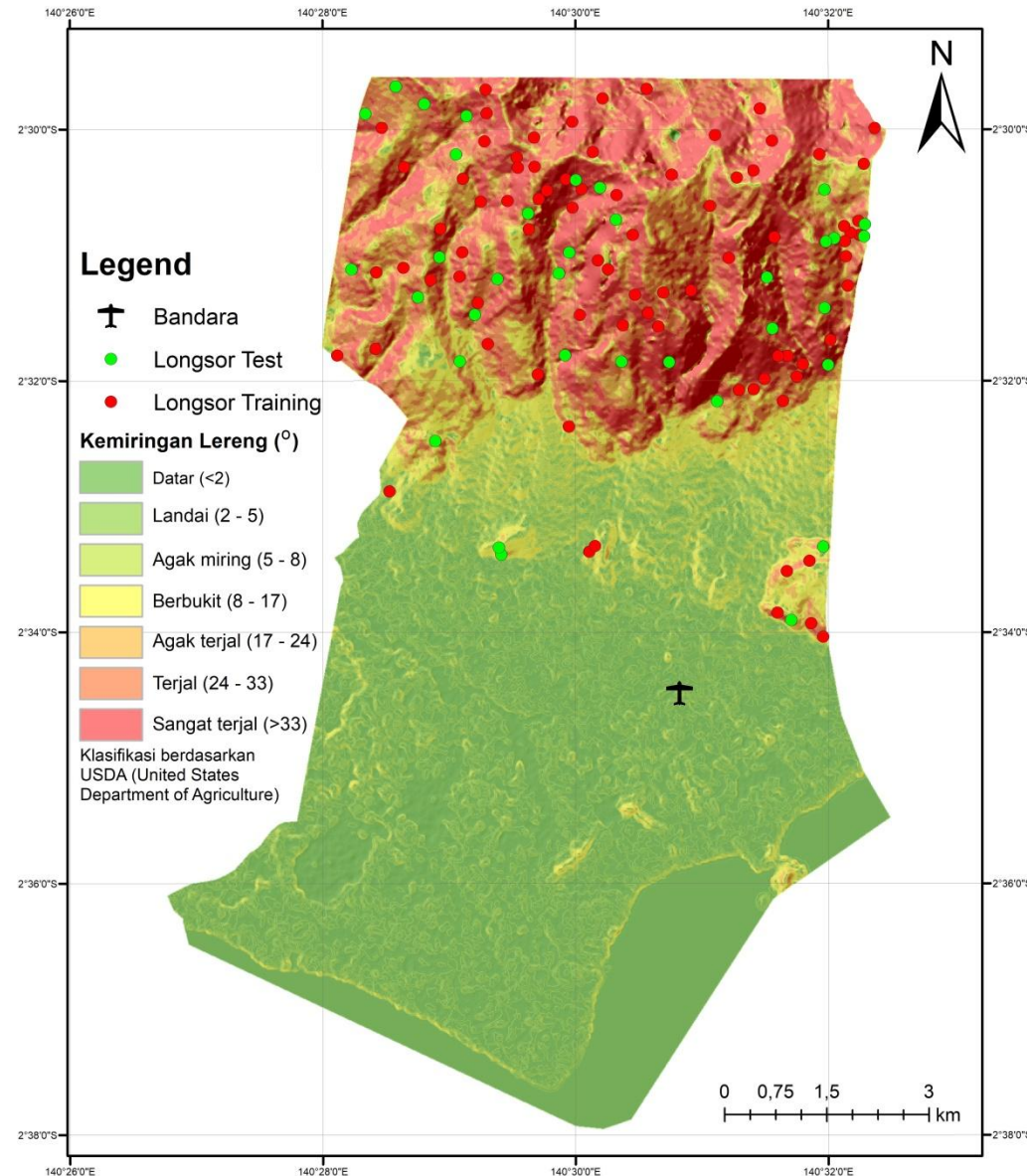


140° 46' 41,80" B

@kabargeologi

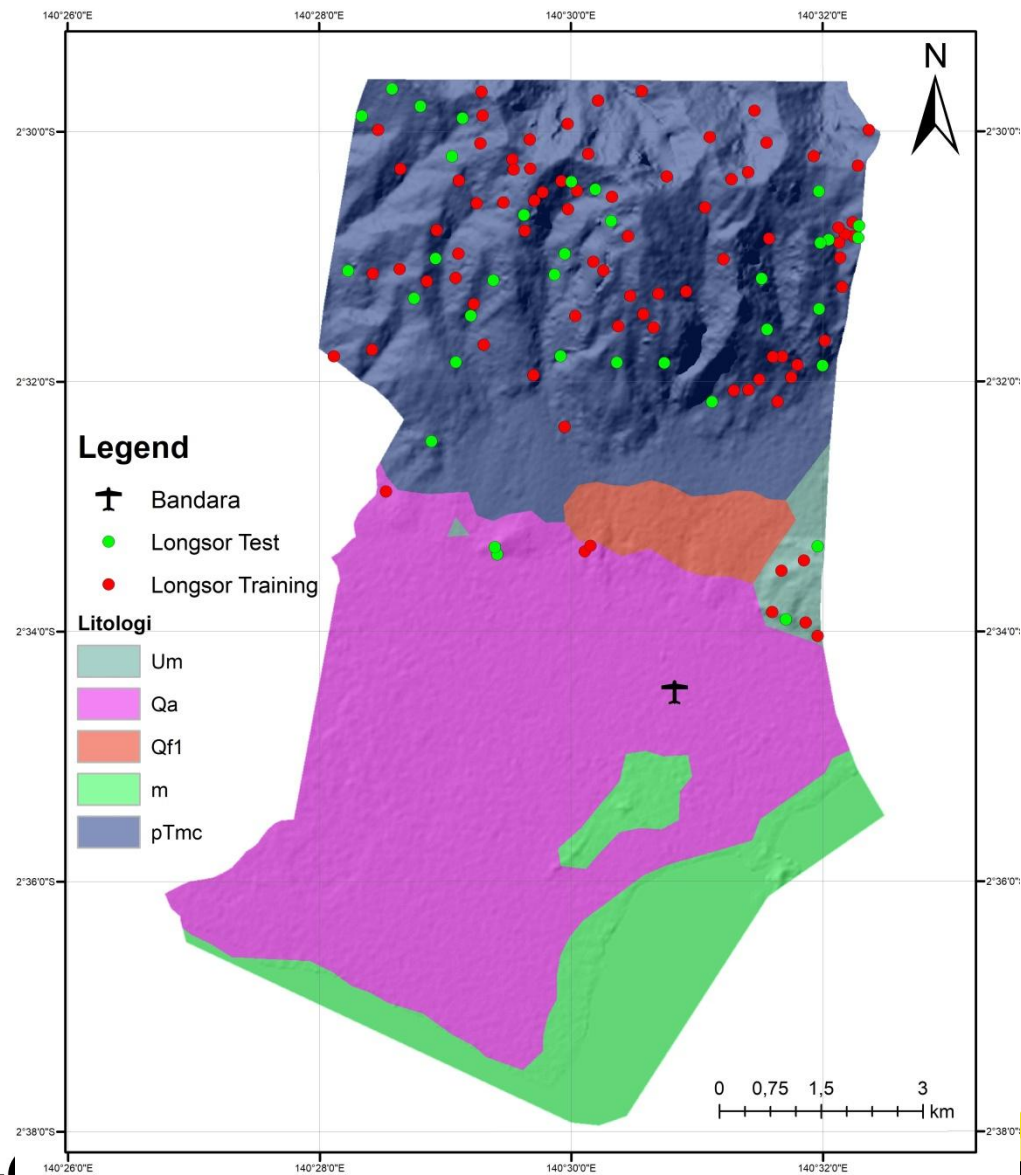
1. Kemiringan Lereng

- 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**.



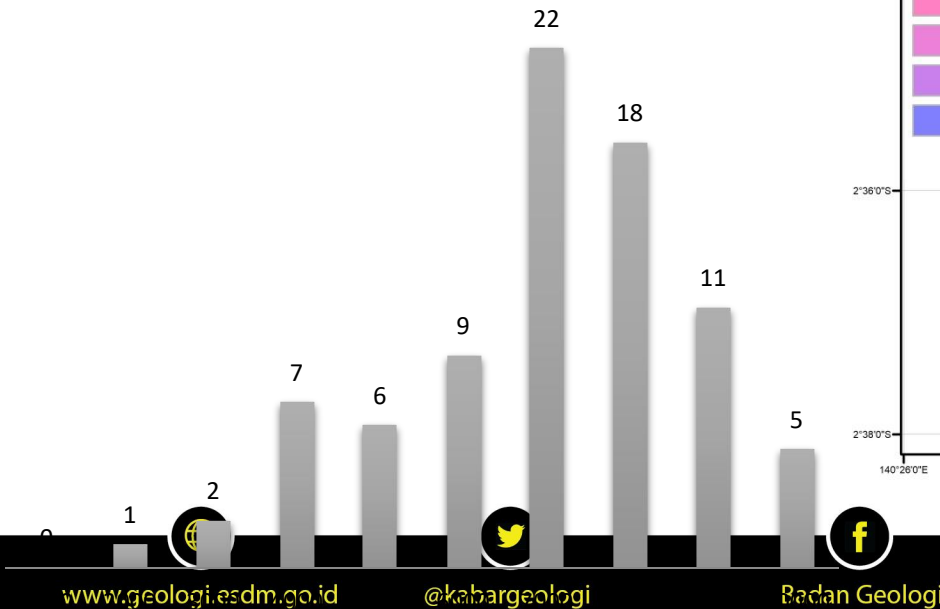
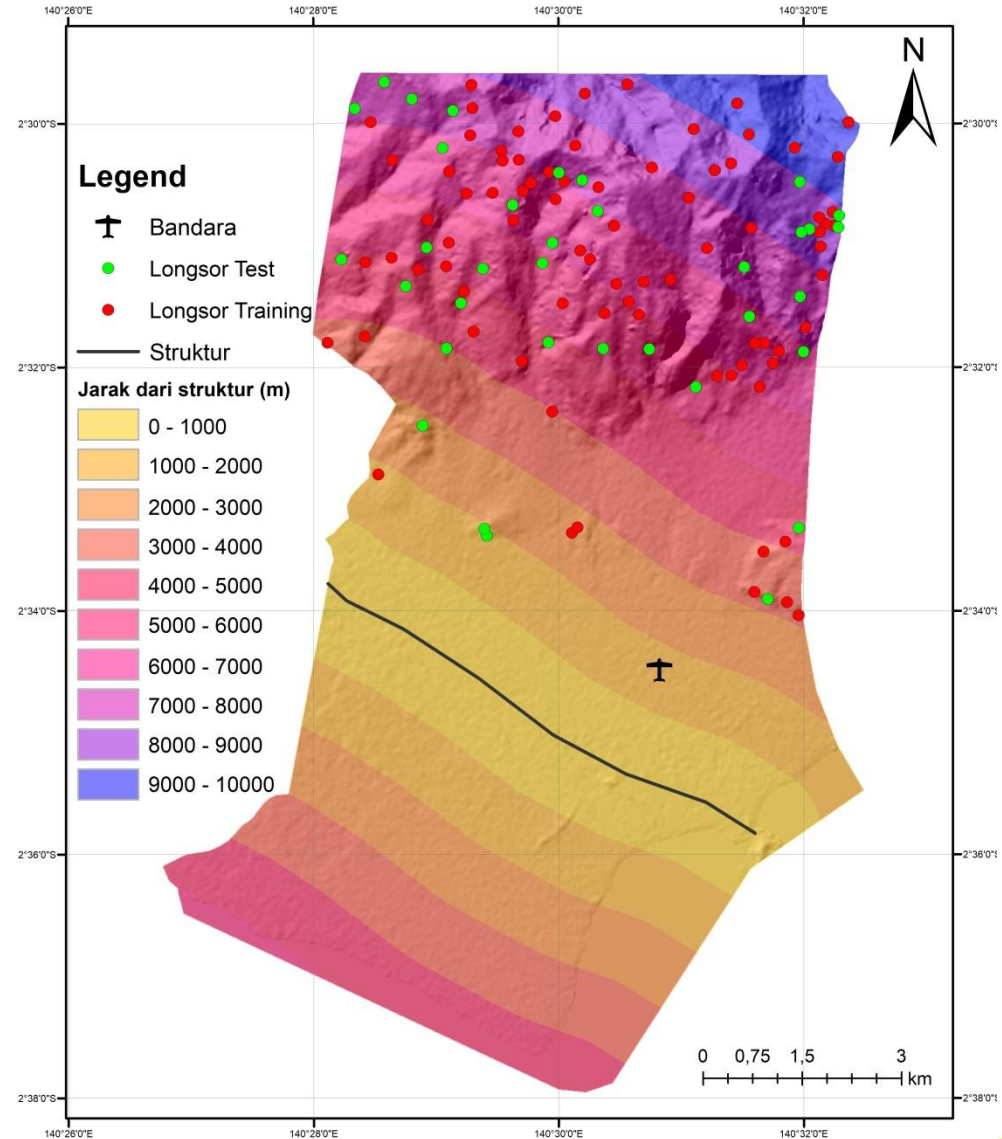
3. Litologi

- 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**



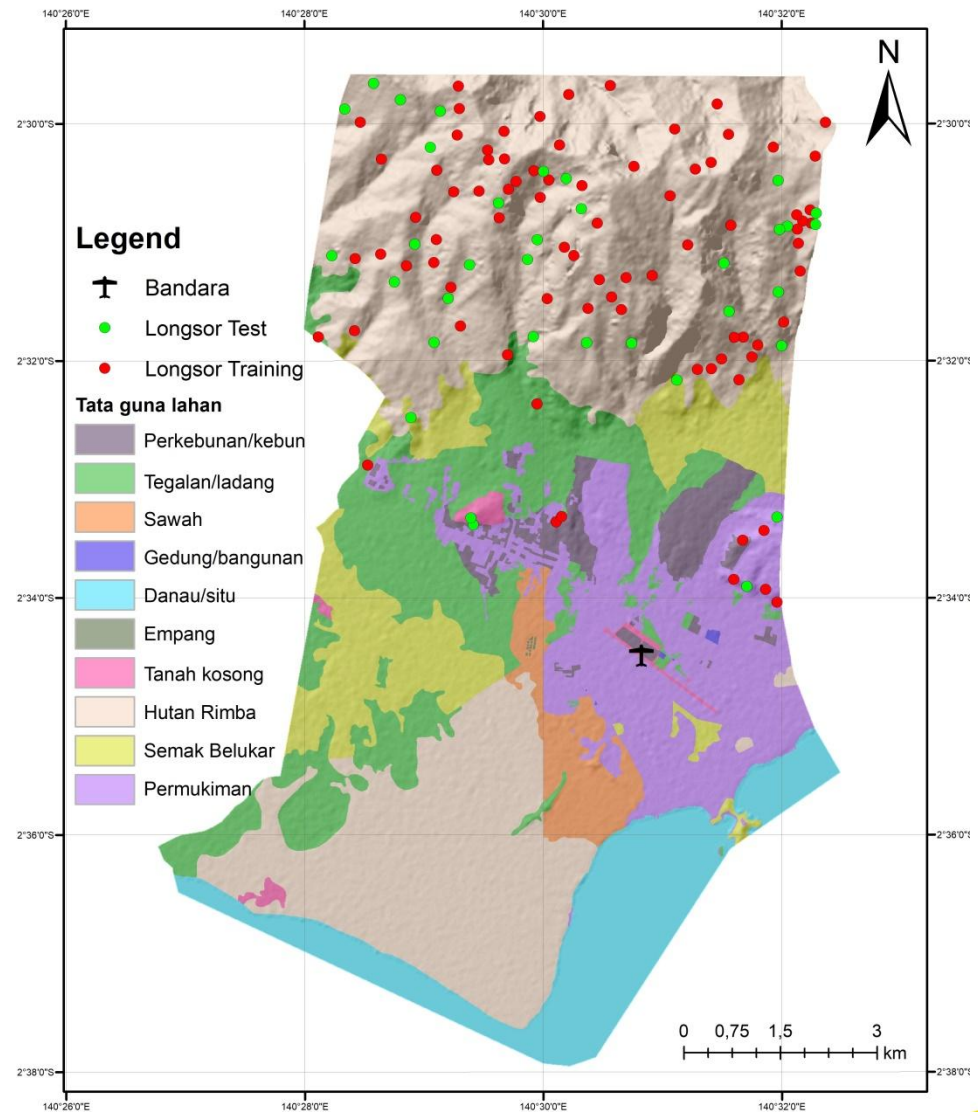
4. Jarak dari Struktur

- 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.



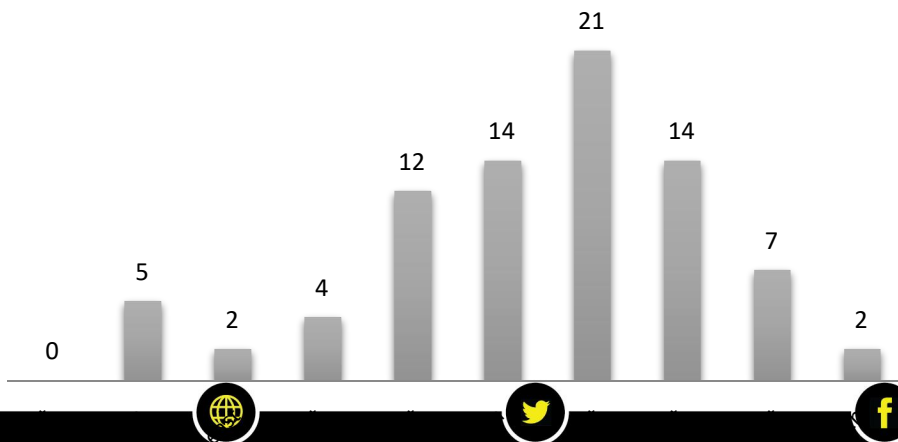
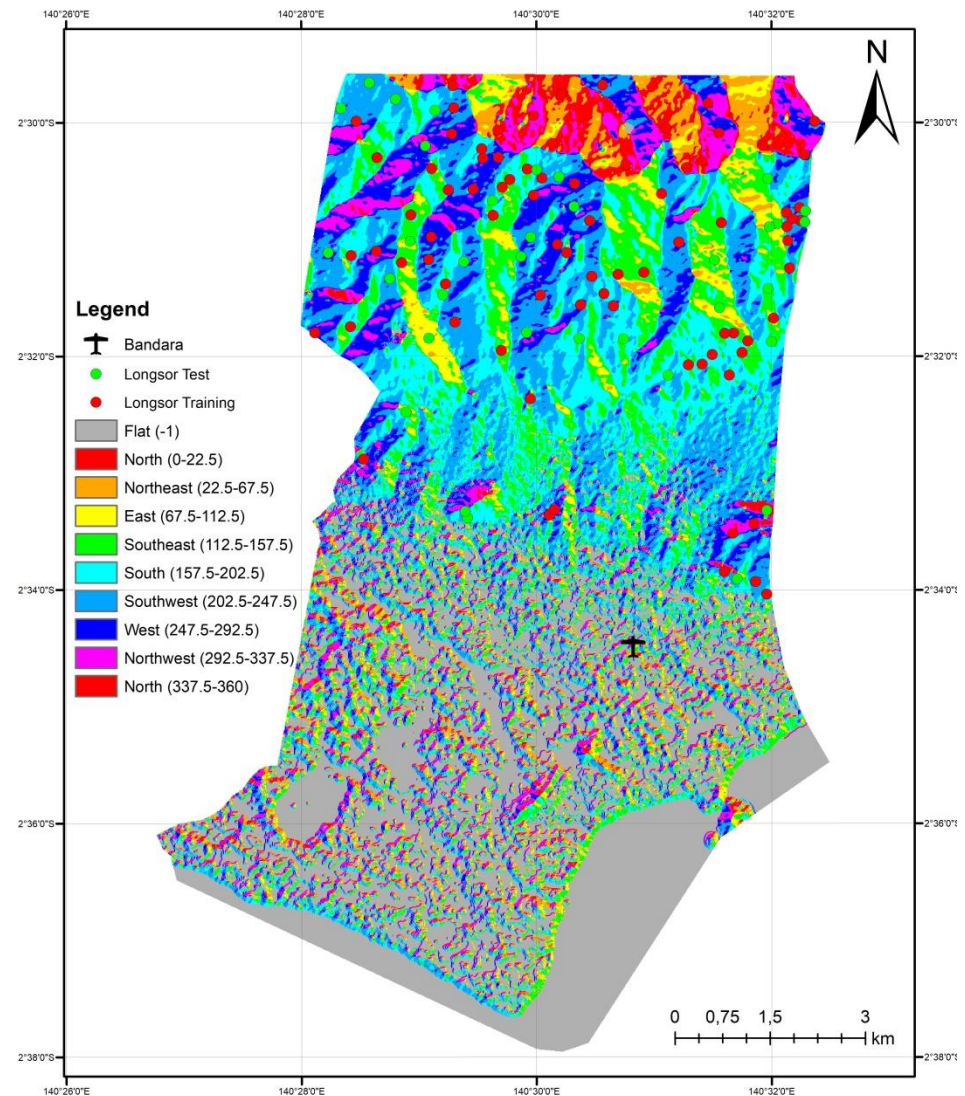
5. Tata Guna Lahan

- 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**.



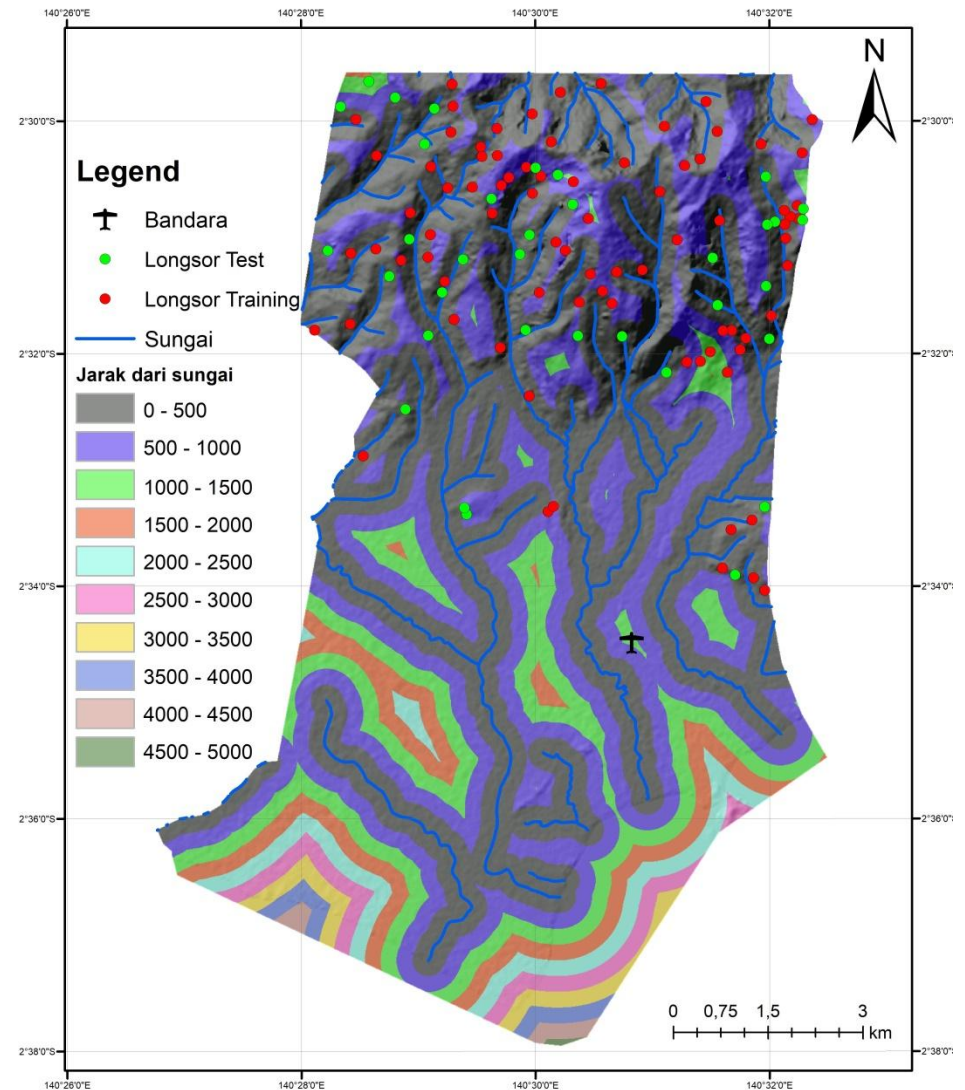
6. Arah Lereng

- 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**.

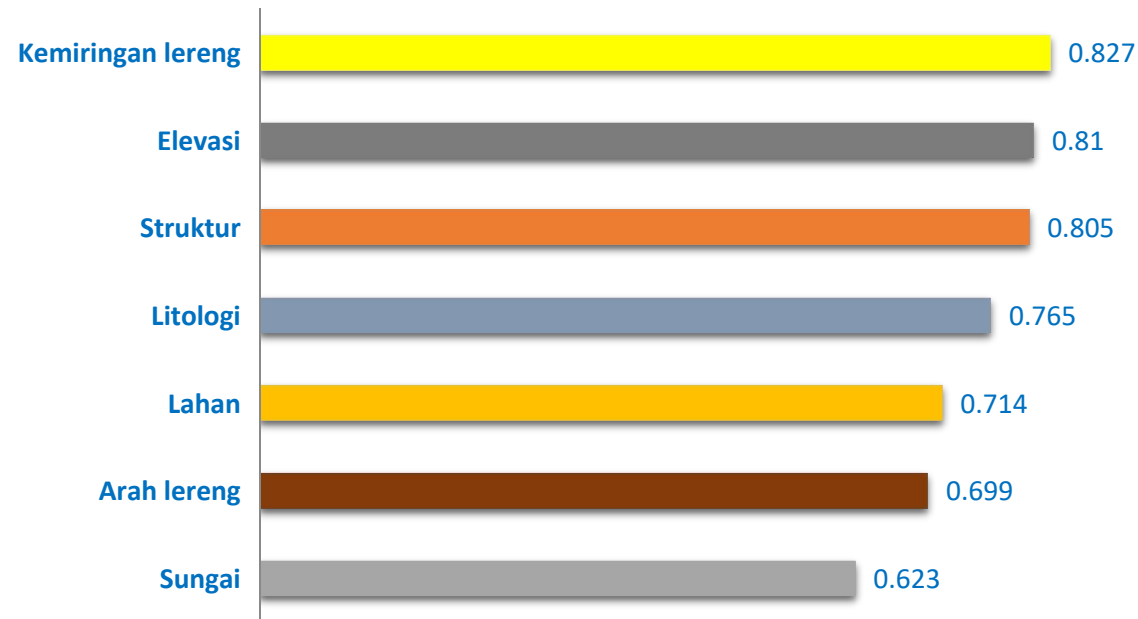


58

19

4

VALIDASI PARAMETER

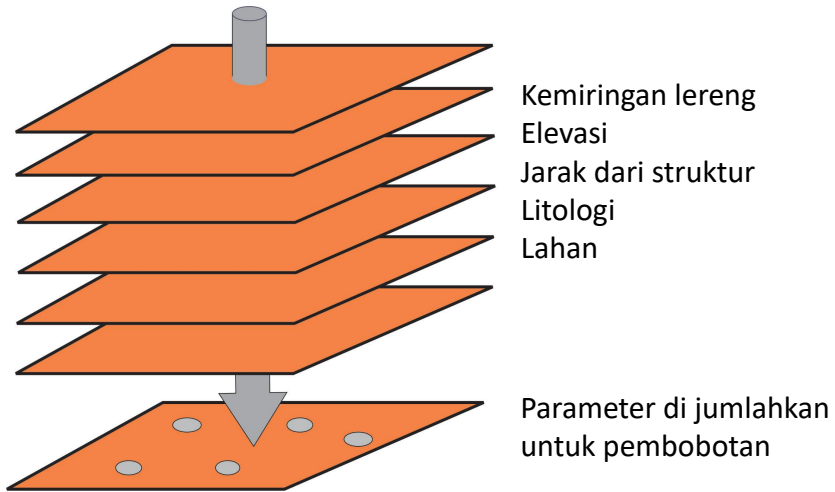


Nilai AUC	Keterangan
0.9	Model Sangat Baik
0.8 – 0.9	Model Baik
0.7 – 0.8	Model Sedang/Cukup Baik
< 0.6	Model Jelek

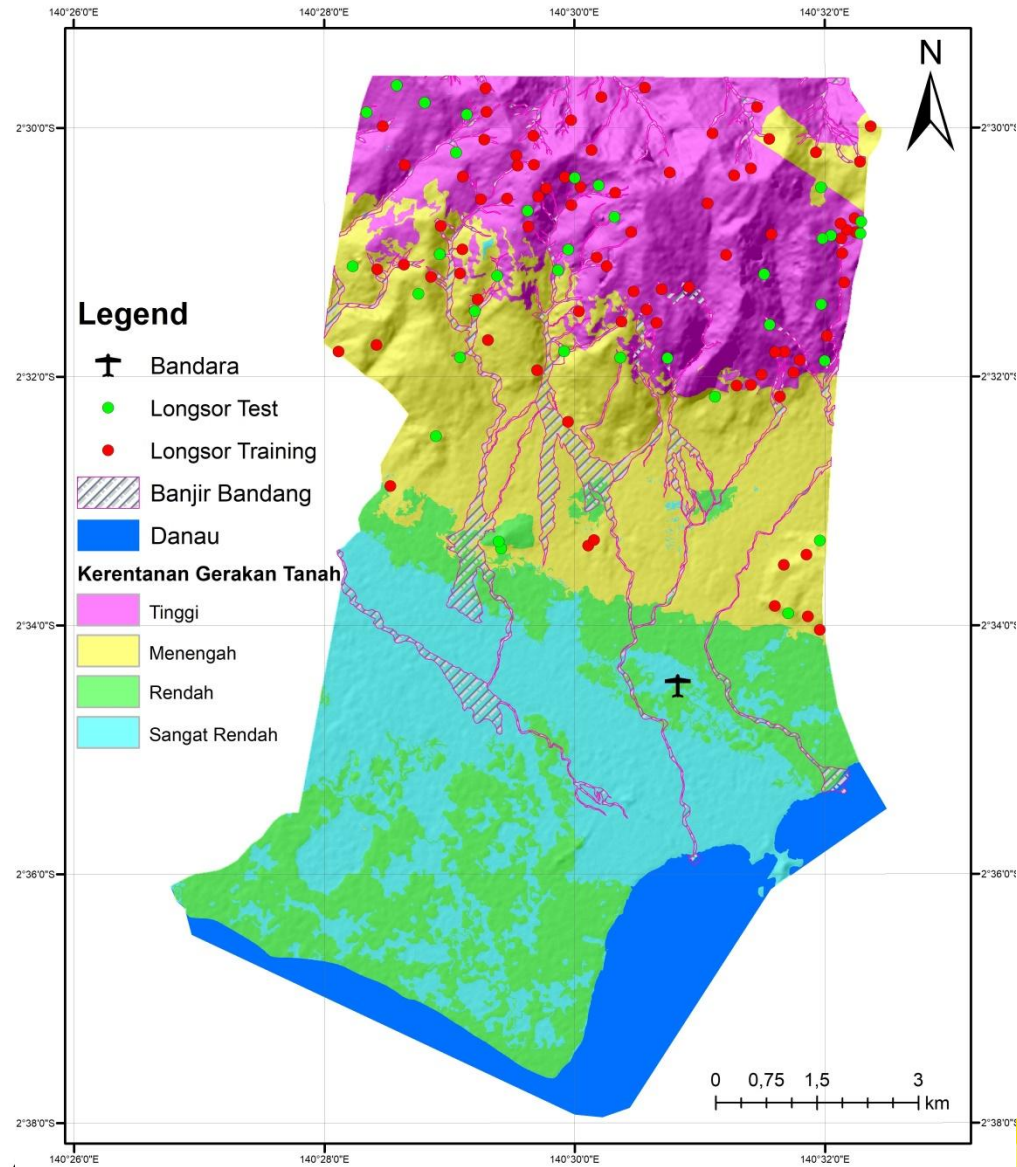
(Pourghasemi, dkk., 2013)



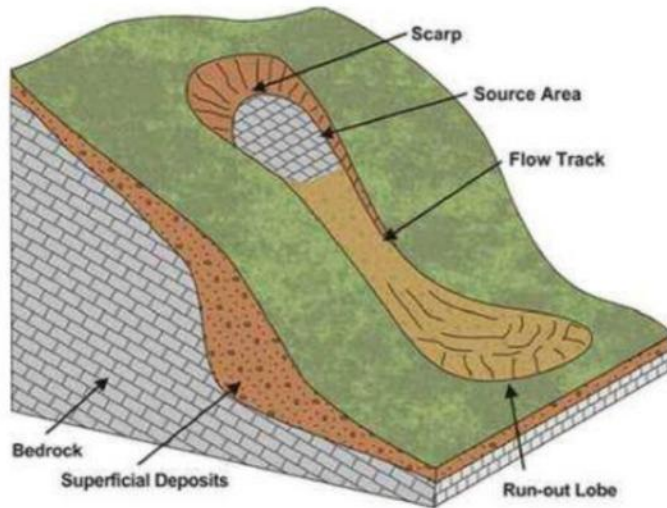
ZONA KERENTANAN GERAKAN TANAH



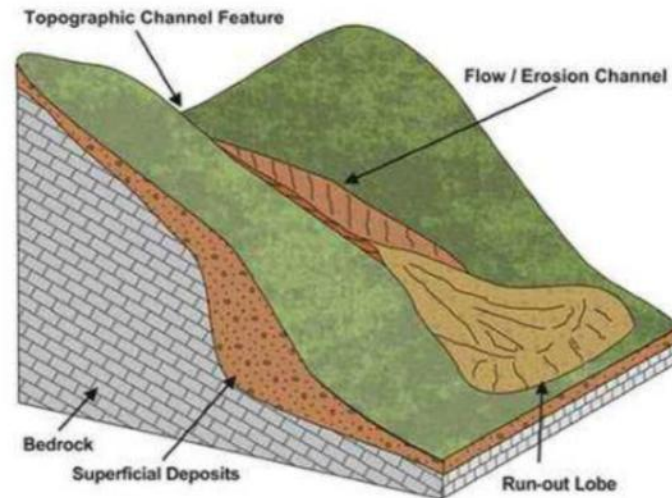
Zona	Total Area (%)
Sangat rendah	31,78
Rendah	19,07
Menengah	26,31
Tinggi	22,82



Terminologi dan Klasifikasi

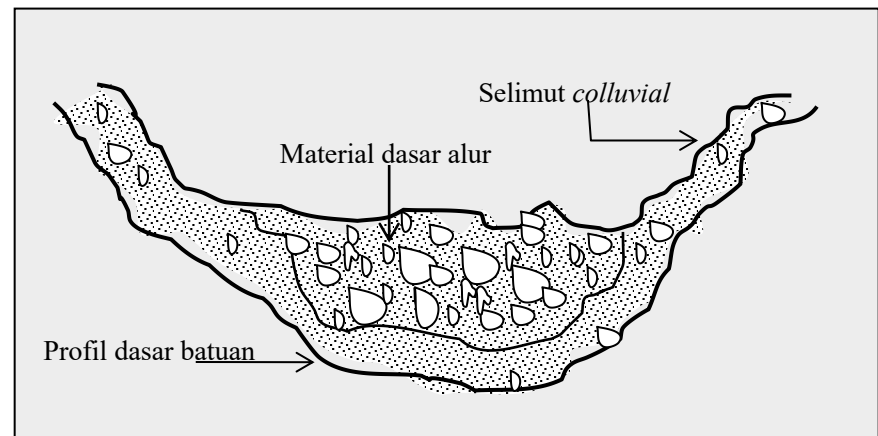


a) Hillslope Debris Flow

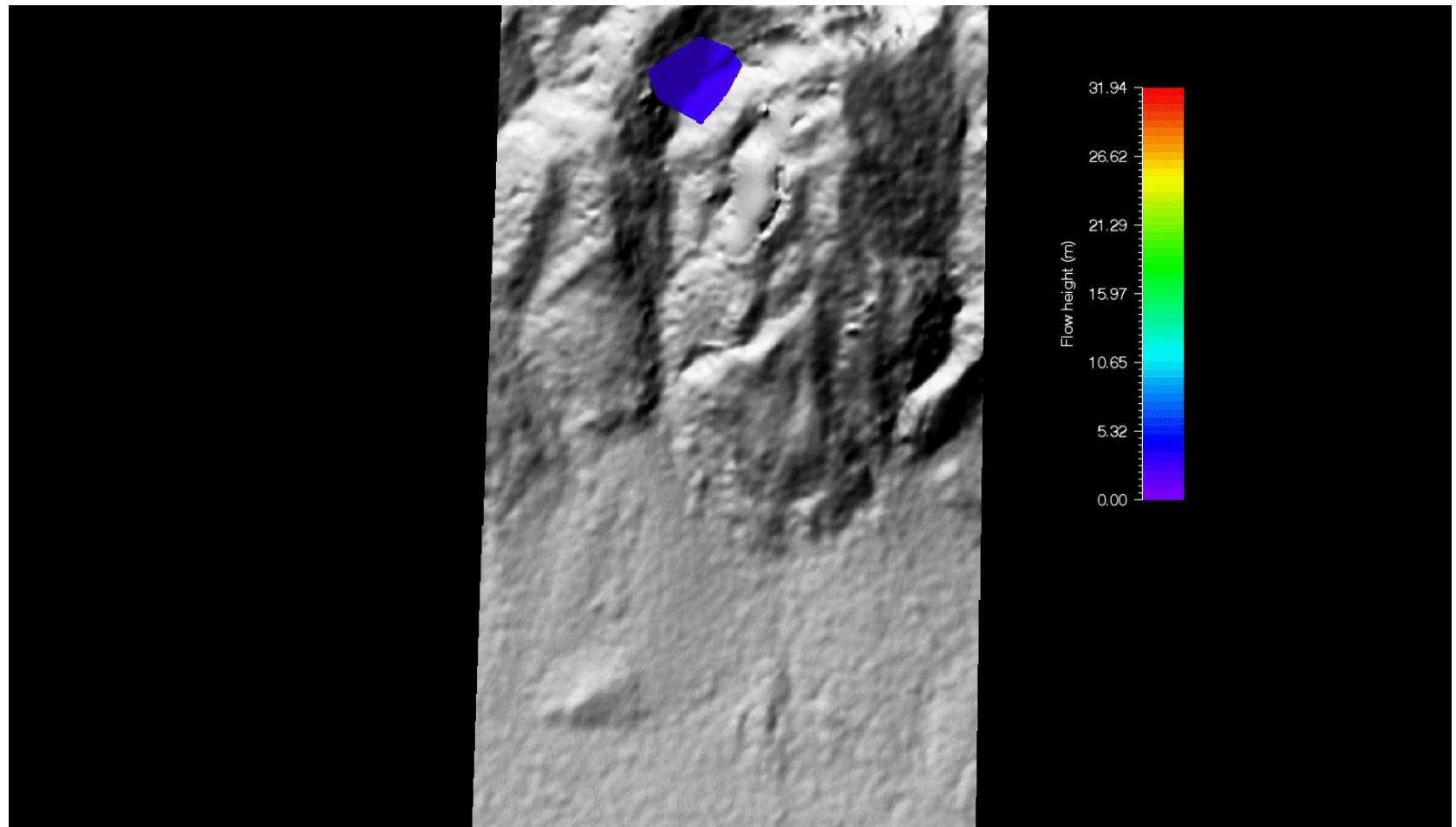


b) Channelised Debris Flow

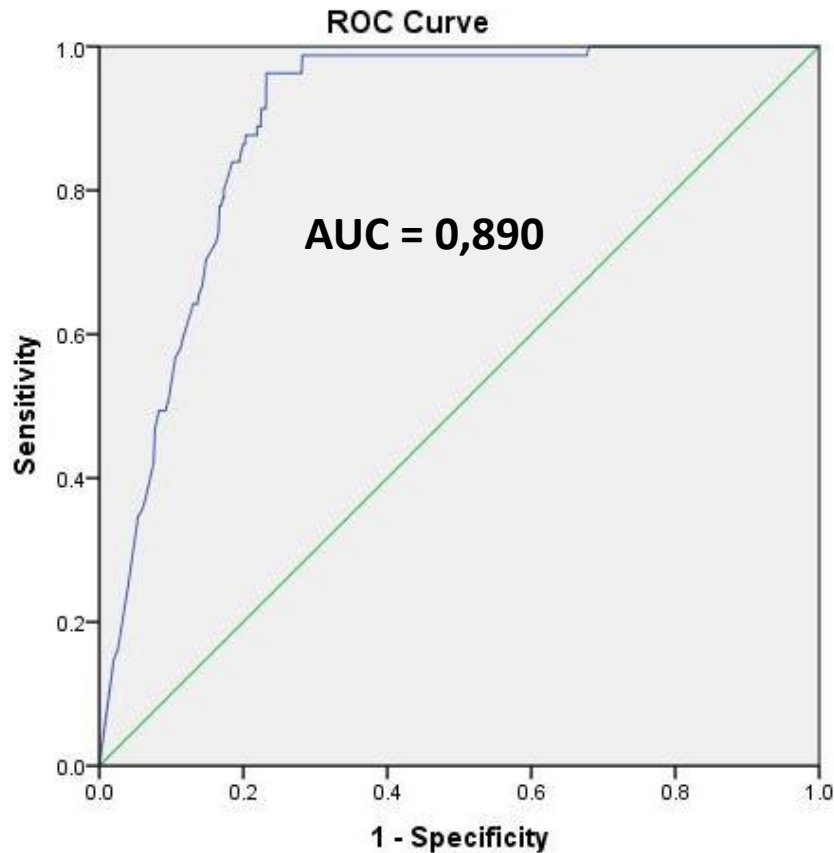
Nettleton et al (2005)



MODEL - BANJIR BANDANG

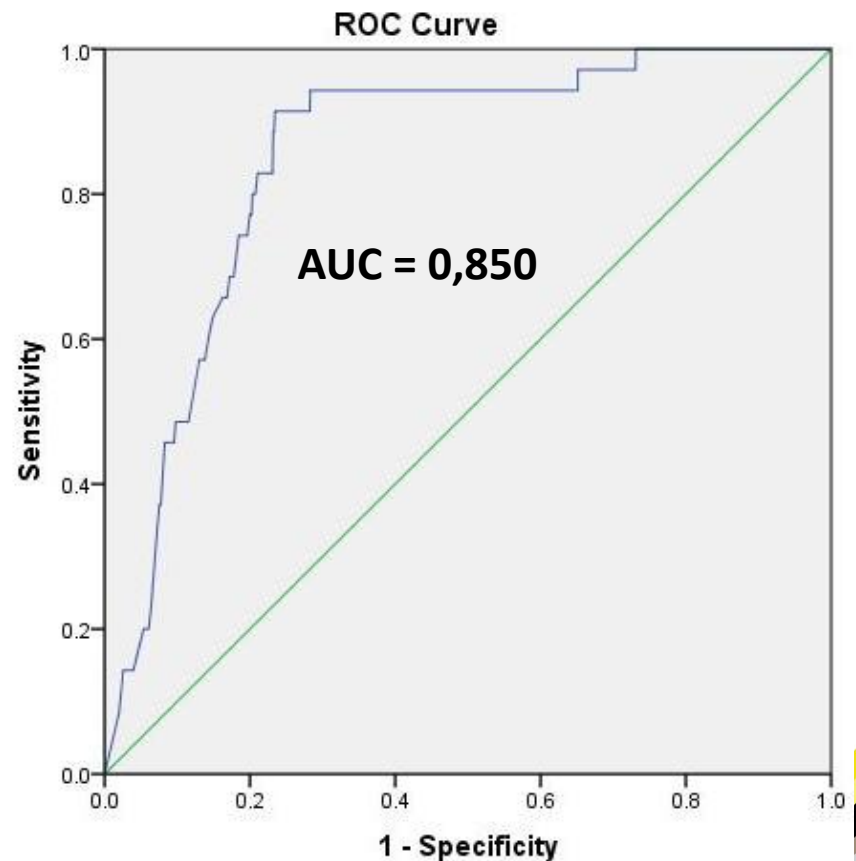


VALIDASI PETA ZONA KERENTANAN GERAKAN TANAH



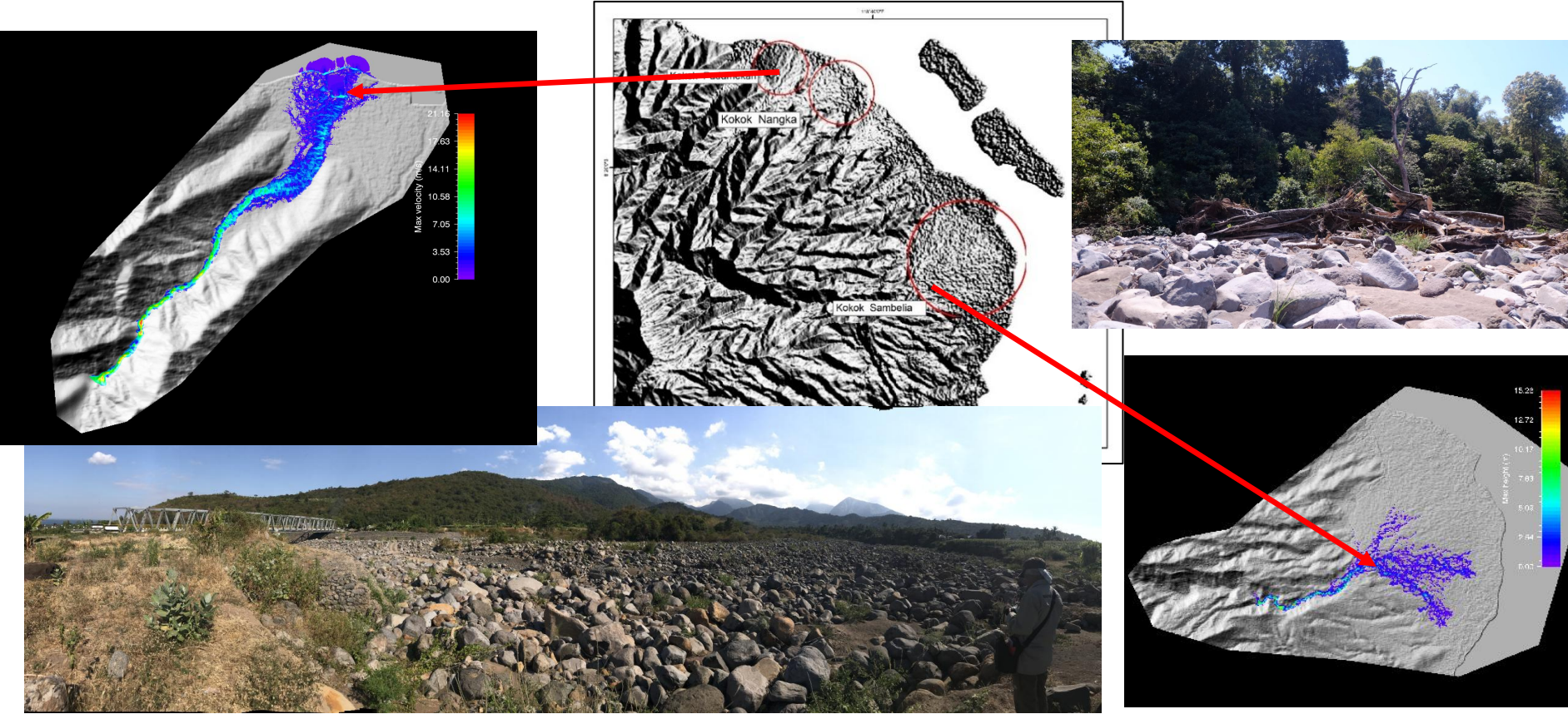
Prediction Rate (validasi menggunakan test data set 35 kejadian gerakan tanah)

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



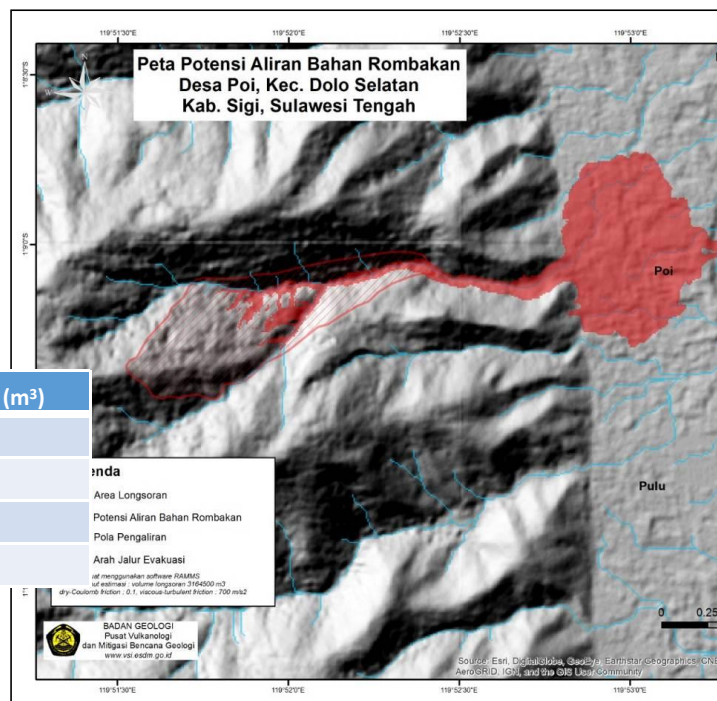
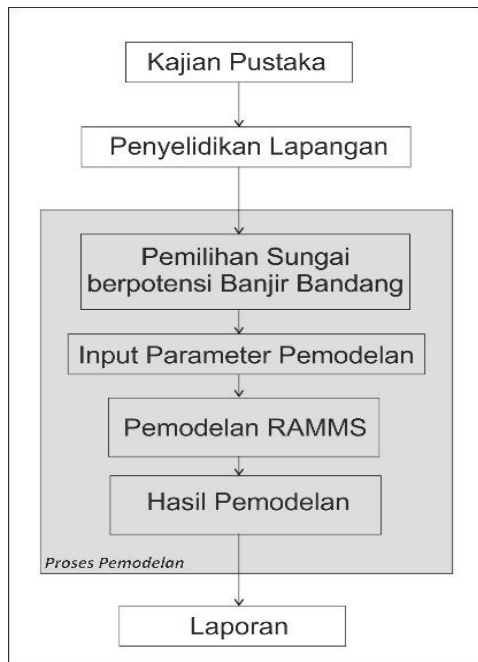
LOKASI YANG PUNYA POTENSI DEBRIS FLOW DI MODELKAN DENGAN RAMMS

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



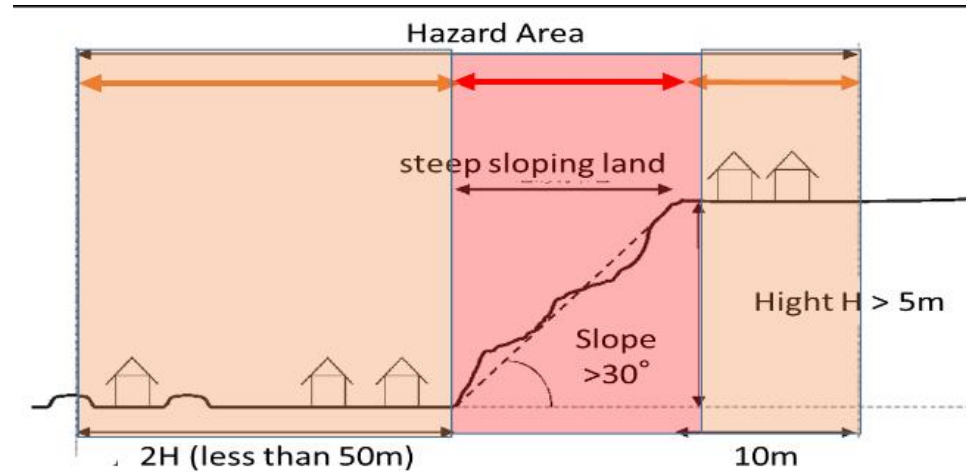
Volume	1000000, 2000000, 3000000 (m ³)
μ	0,01
ξ	700 m/s ²
c (Kohesi)	0
Debit	2838 m ³ /detik



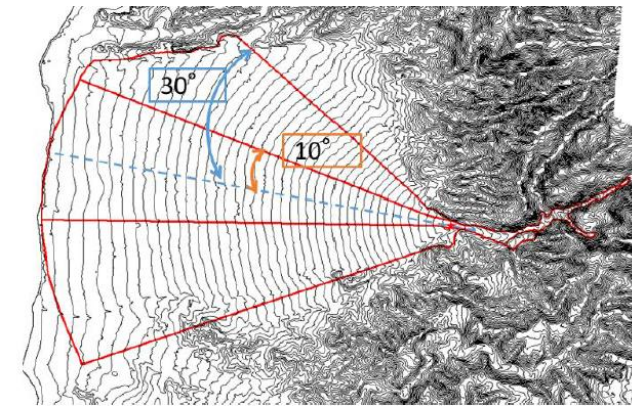
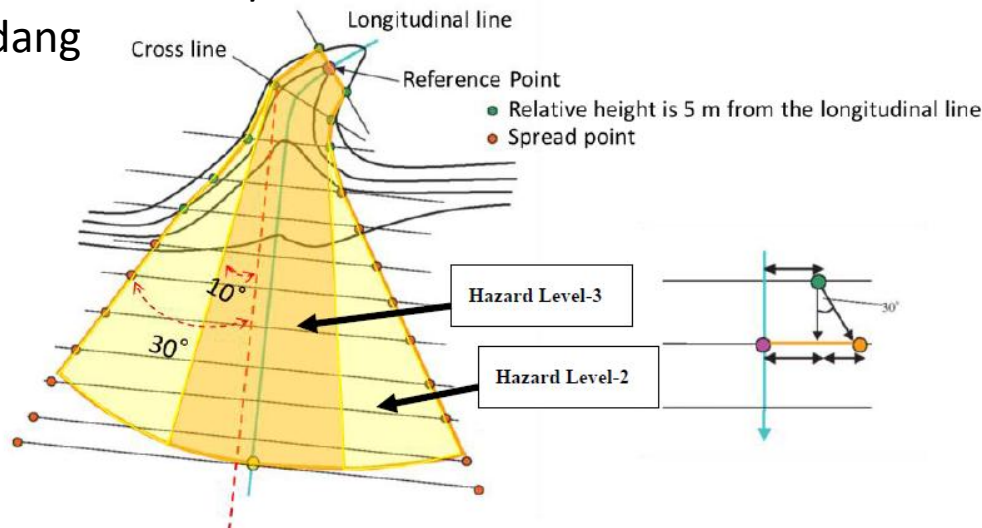
SARAN JUKNIS DARI JICA TERKAIT SEDIMEN DISASTER, 2019

STEEP SLOPE COLAPSE

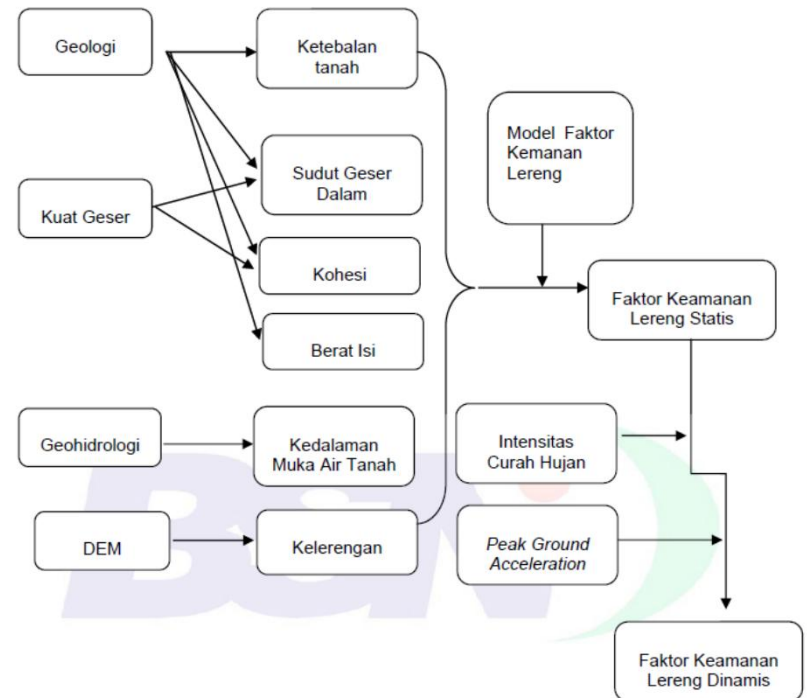
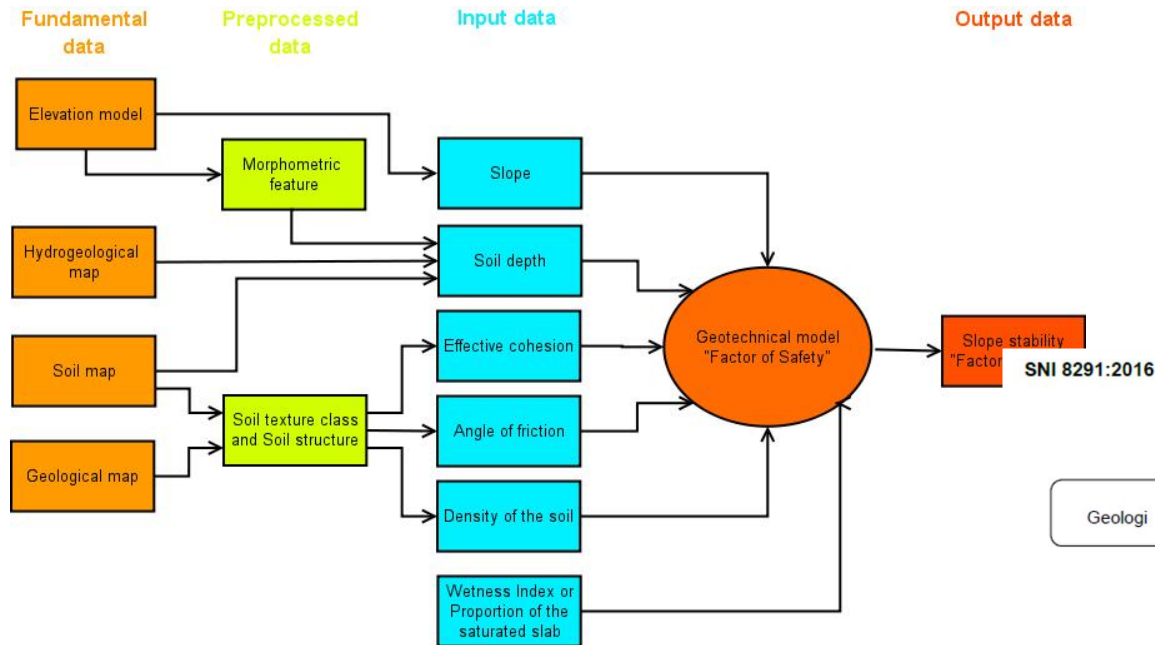
Hazard Level	Slope and Height of steep sloping land
4	Slope $\geq 30^\circ$ and Height $\geq 5\text{m}$
3	Around Hazard Level 4
2	$30^\circ > \text{Slope} \geq 9^\circ$
1	$9^\circ > \text{Slope}$



Aliran Bahan Rombakan/ Banjir Bandang

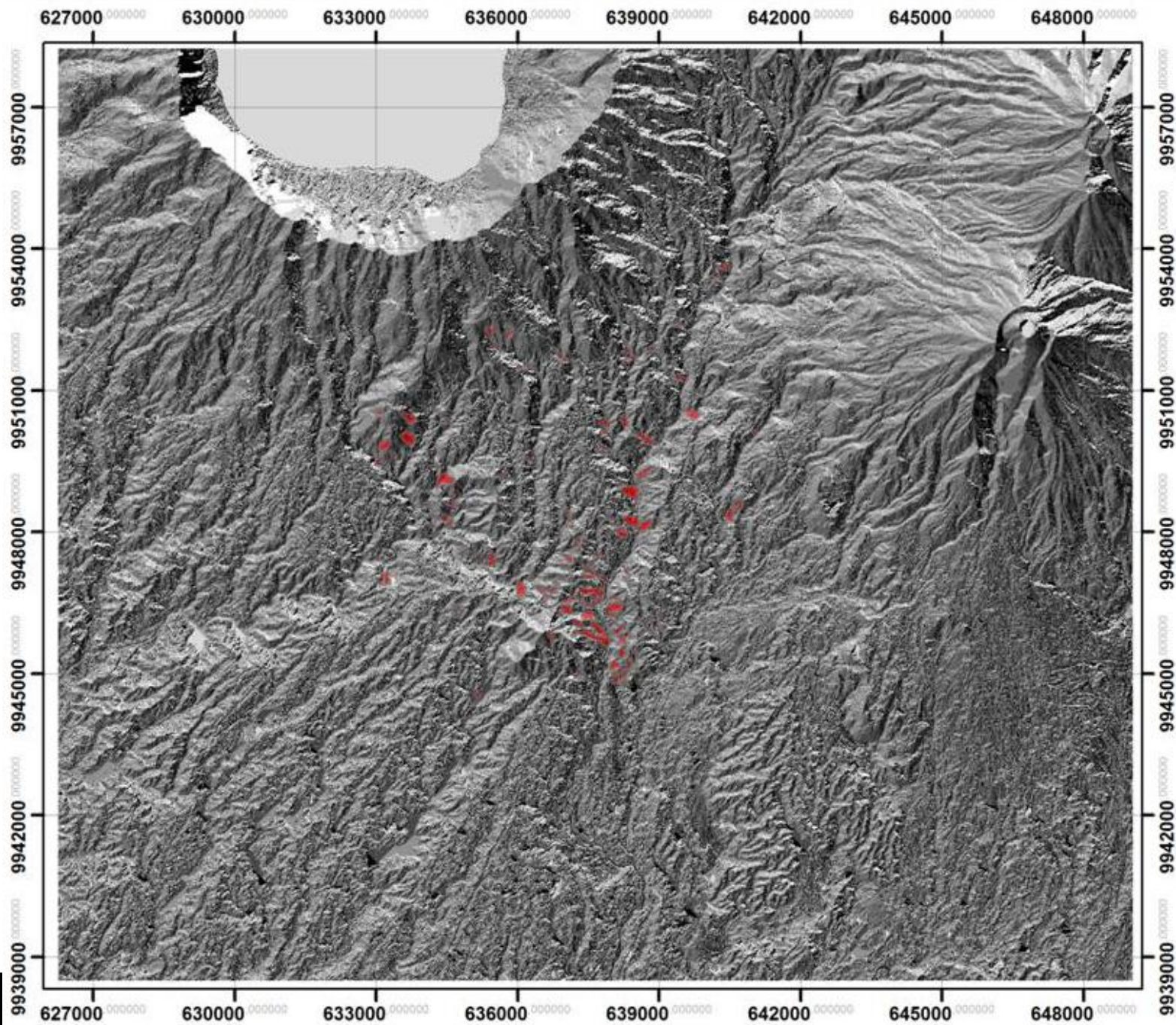


METHODE DETERMINISTIK



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







Pvmbg, 2009

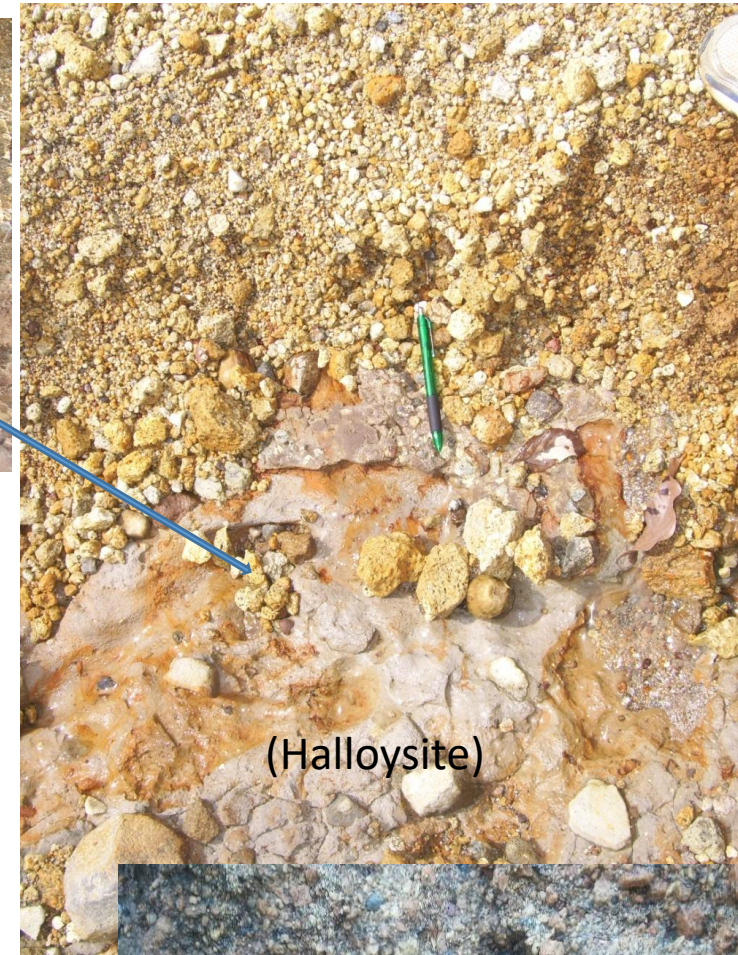


Pvmbg, 2009



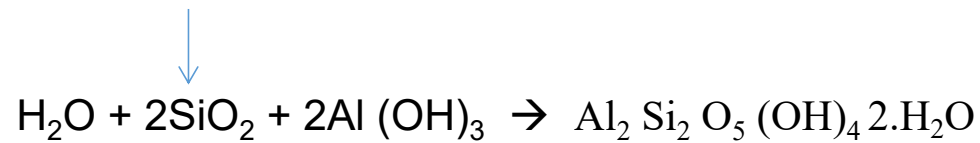
Sumbaronline.com





Egli, 2007

batuapung

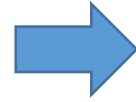


Gibbsite

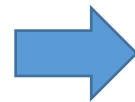
Halloysite



Kondisi Keteknikan material penyusun lereng



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

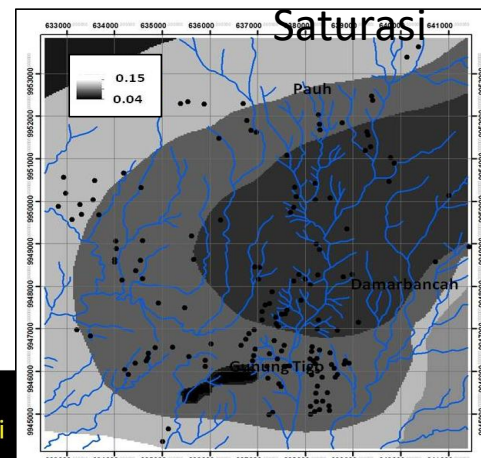
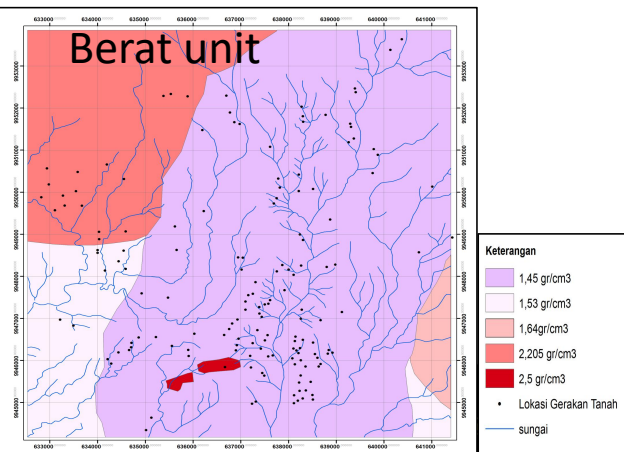
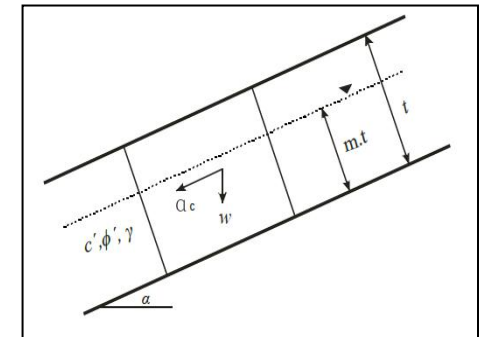
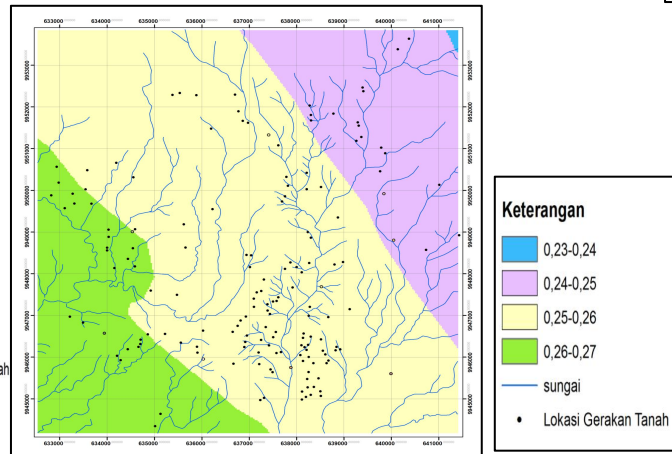
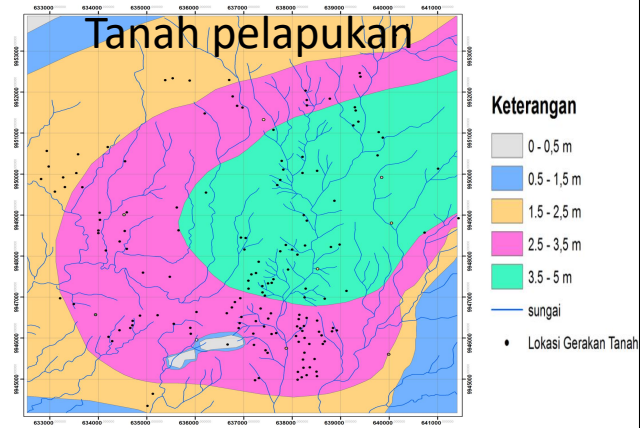
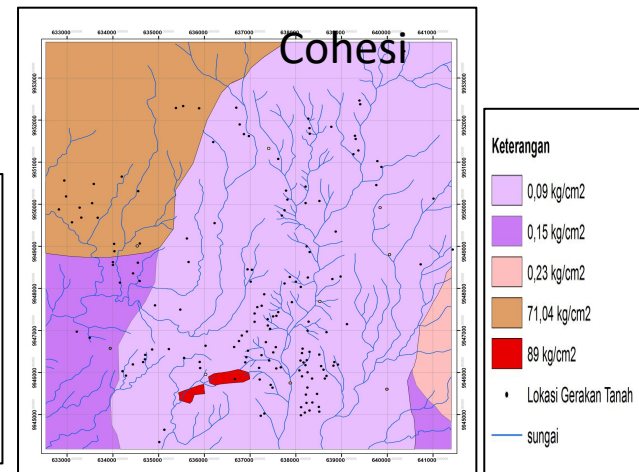
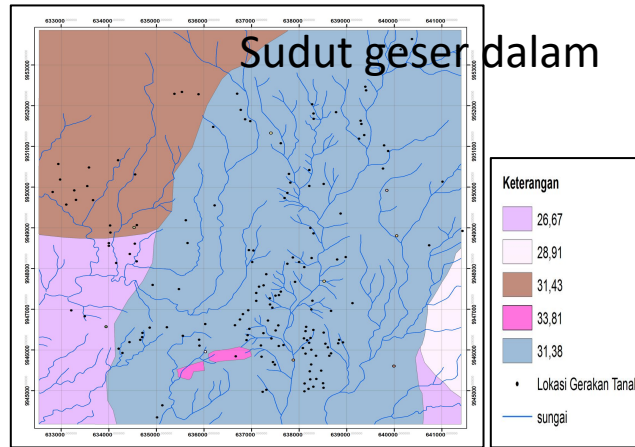
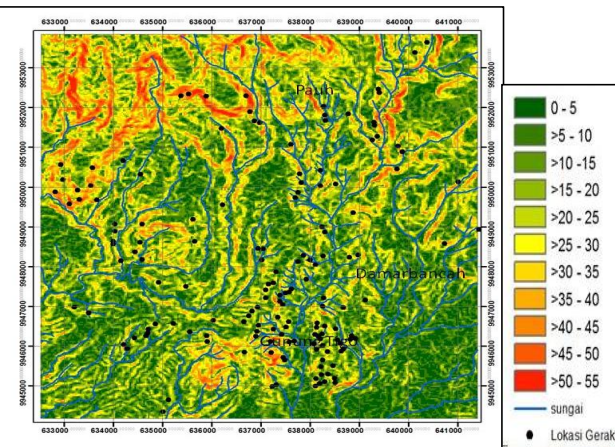


$\gamma_{\text{bidang gelincir}} = 1,5 \text{ gr/cm}^3$,
 $\phi = 22^\circ$ $c = 0,194 \text{ kg/cm}^2$



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





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



Badan Geologi



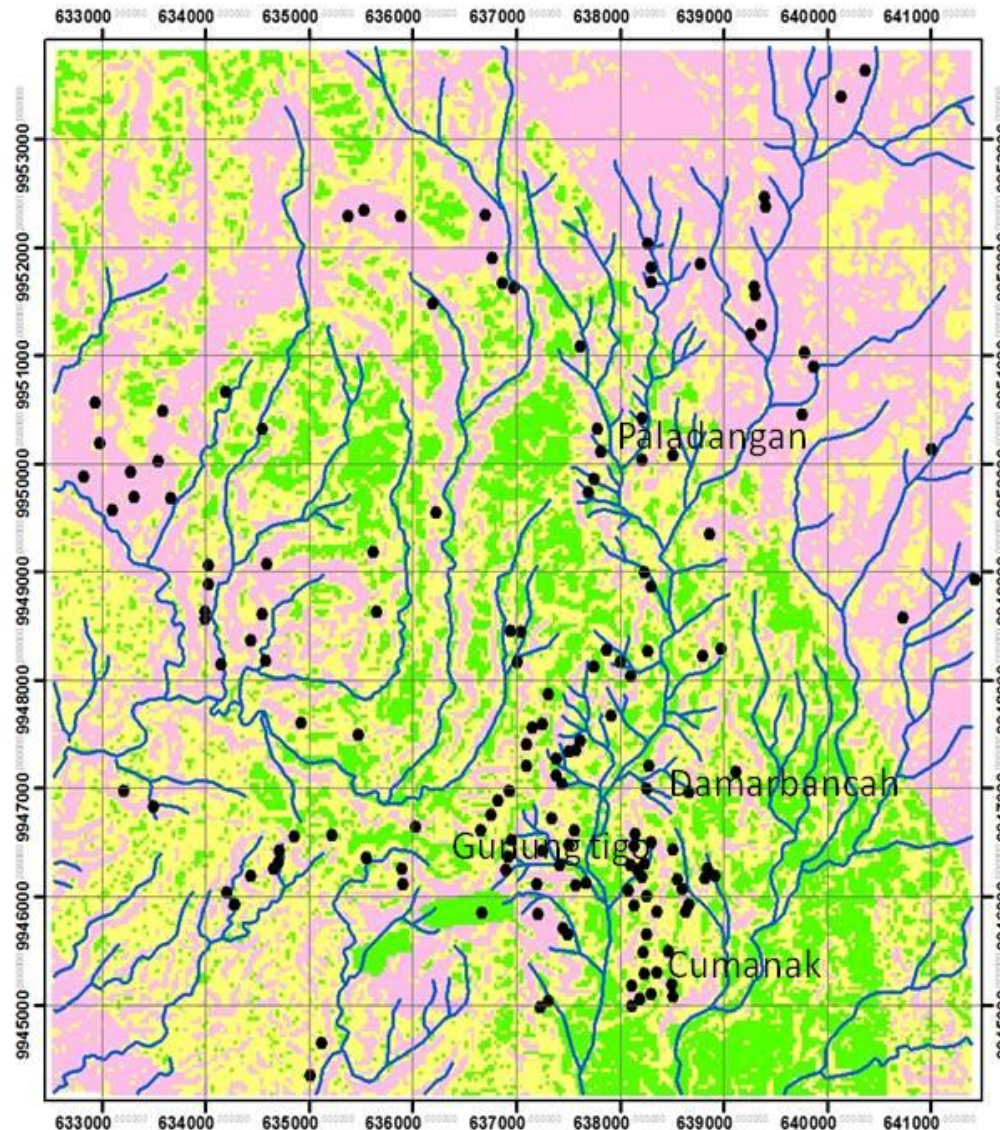
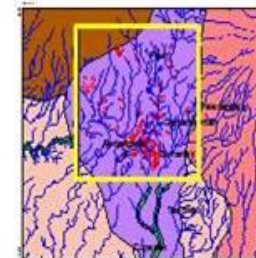
@kabargeologi

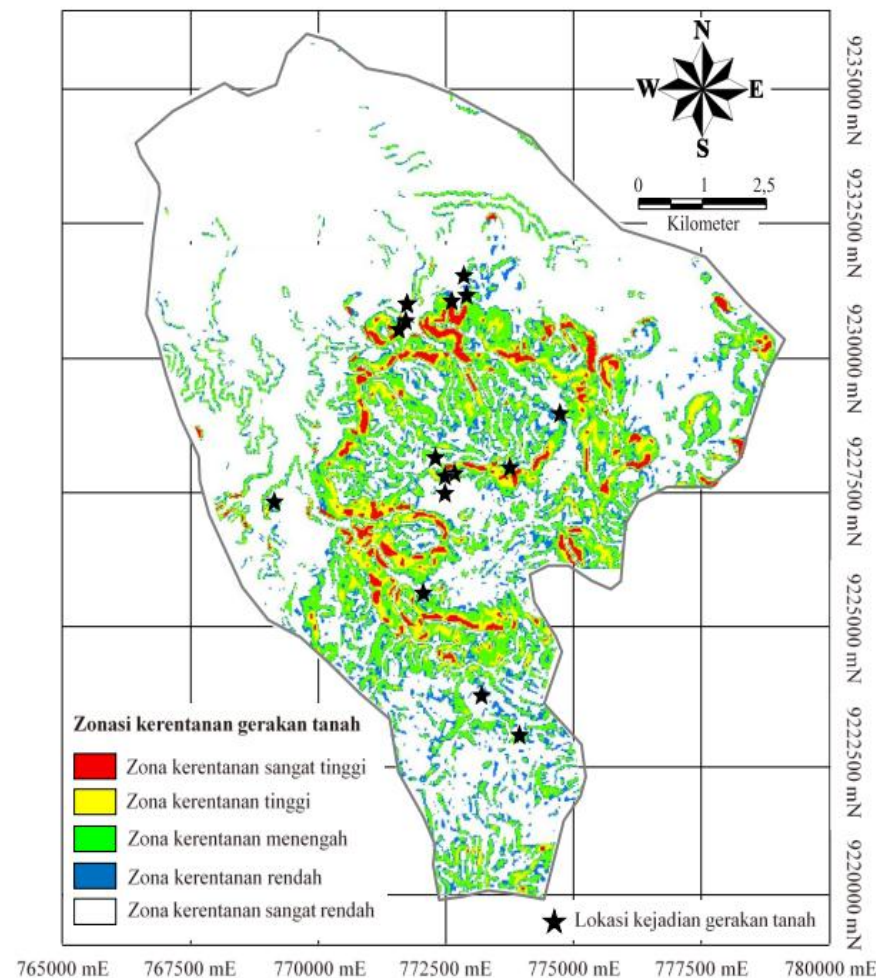
**PETA FAKTOR KEAMANAN LERENG
DAERAH GUNUNG TIGO DANSEKITARNYA
KEC. TANDIKAT, KAB. PARIAMAN, SUMATERA BARAT**



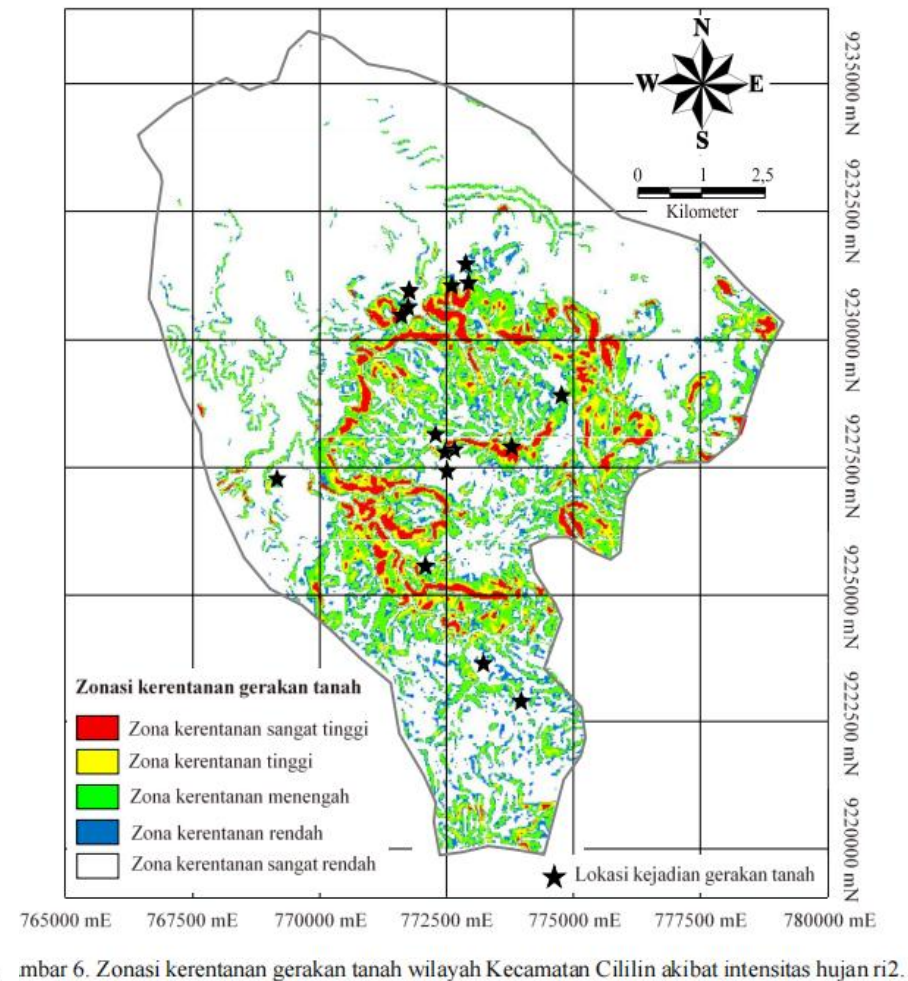
Keterangan

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





Gambar 4. Zonasi kerentanan gerakan tanah wilayah Kecamatan Cililin akibat intensitas hujan ri0.



mbar 6. Zonasi kerentanan gerakan tanah wilayah Kecamatan Cililin akibat intensitas hujan ri2.

Contoh pemodelan longsor dengan dinamic model variasi curah hujan (Erizky Ade Kurniawan dkk, 2018)

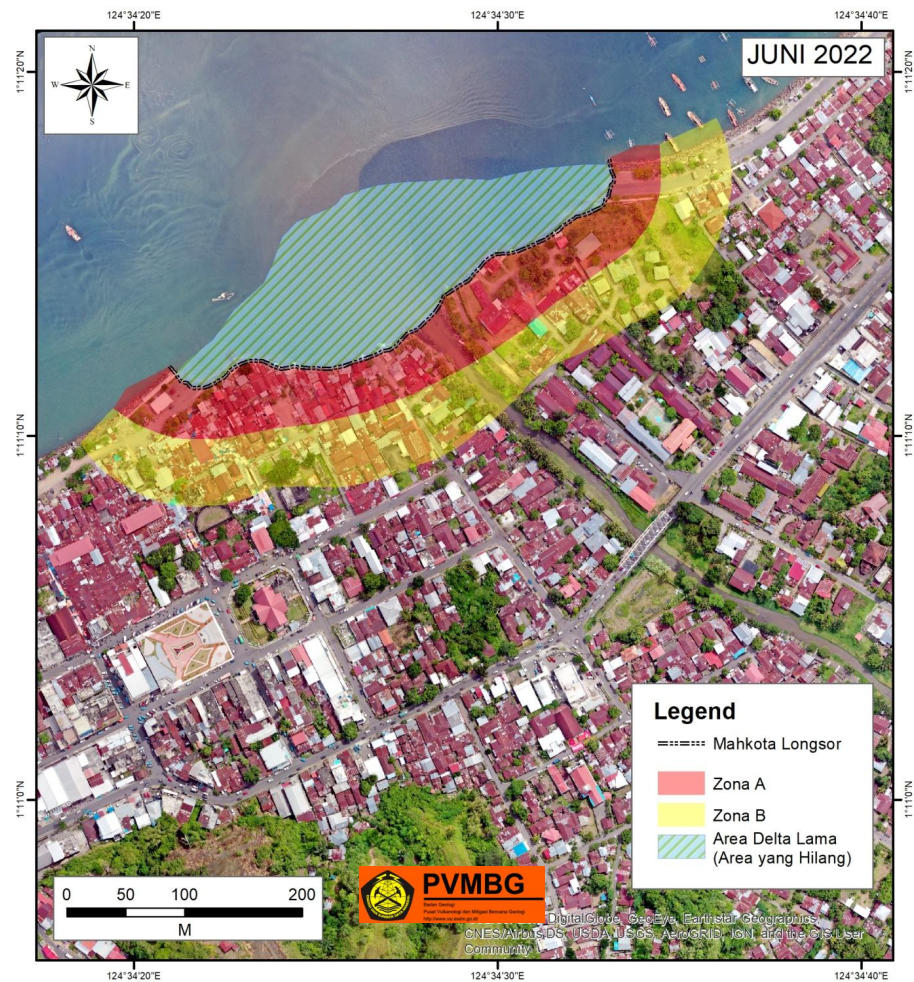
APAKAH PEMETAAN SPASIAL GERAKAN TANAH TERSEBUT SUDAH CUKUP????



CONTOH KASUS

- Pada hari Rabu, 15 Juni 2022 pukul 14.00 – 15.00 WITA terjadi bencana alam yang menimbulkan tanah amblas di pesisir pantai Amurang tepatnya di sekitar muara Sungai Ranowangko, Kec. Amurang, Minahasa Selatan.
- Pada jarak sekitar 100 m dari as jembatan yang kolaps. Panjang bidang longsor adalah 477 meter yang menyebabkan perpindahan massa tanah sekitar 2,34 juta m³ ke arah pantai
- Data dari Pemkab Amurang; 34 rumah hilang, 27 rumah rusak, 1 buah jembatan panjang 75 m, area parkir, penginapan/cottage 4 rusak dan 1 cafe rusak akibat bencana tersebut

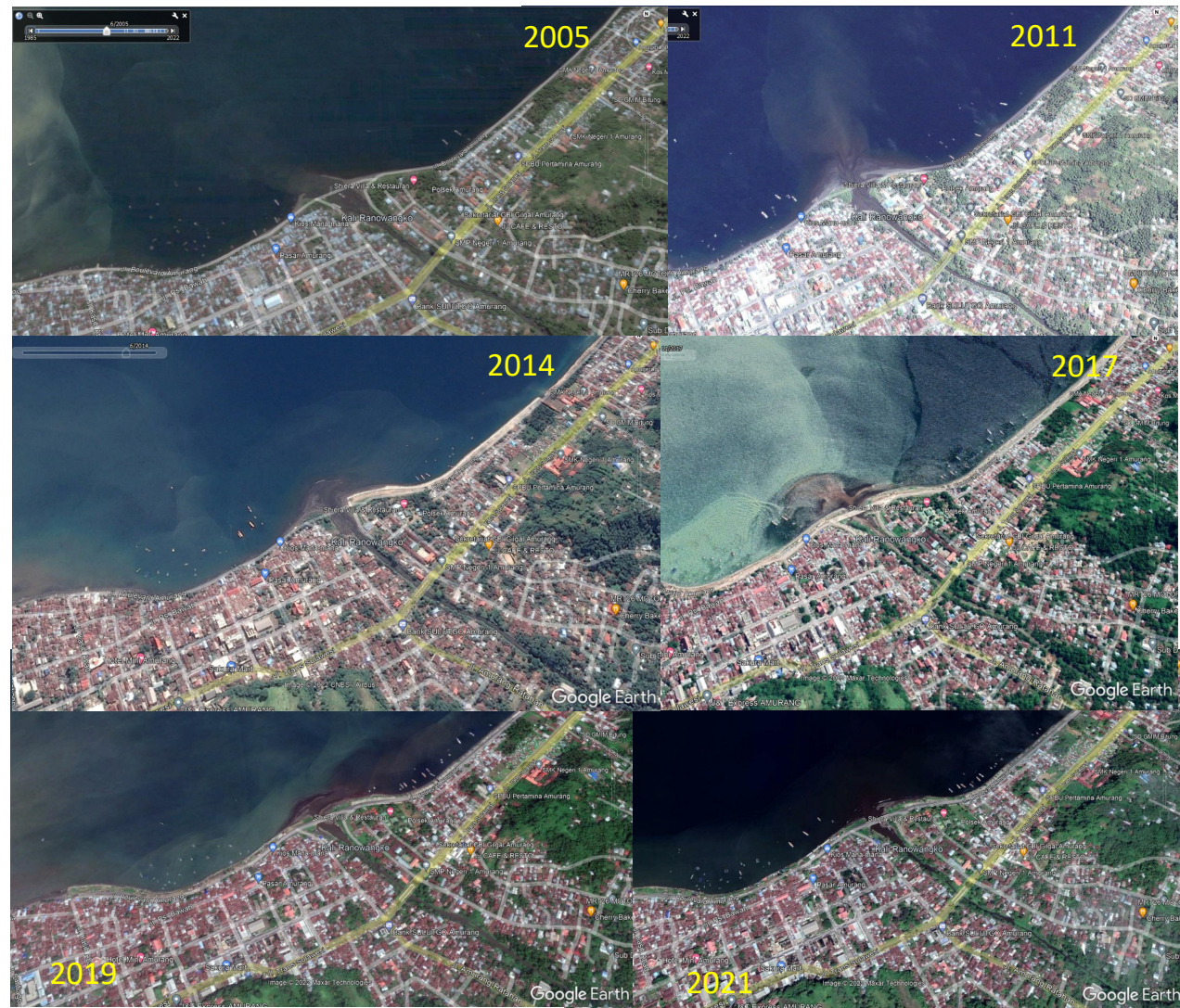




KONDISI BATHIMETRI PERAIRAN SEBELUM DAN PASCA LONGSOR

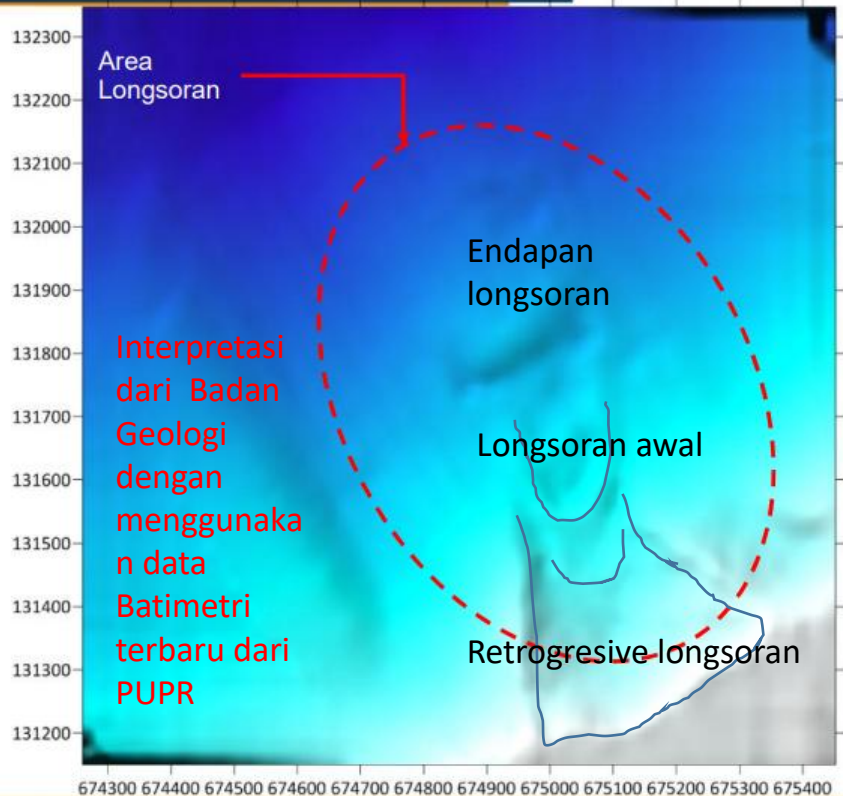


- Muara Sungai Ranowanko membentuk morfologi delta dengan endapan delta yang sebagian besar berada di bawah air.
- Delta Ranowanko sangat dinamis dari tahun ke tahun, dipengaruhi oleh arus laut dan aliran sungai.
- Sedimentasi tinggi dengan area pengendapan maksimal sejauh 165 m dari bibir pantai.





KONTUR DASAR LAUT DI MUARA RANOWANGKO



PENYEBAB????

Kelerengan terjal pada dasar pantai
atau ketidaksatbilan dasar laut

Sedimentasi delta/muara

Groundwater regime

Erosi penggerusan tebing sungai,
pasang surut

Lapisan lunak ???

Faktor beban jembatan/ embankment

Data bawah permukaan berdasarkan
data geolistrik dan vs 30 masih

tergolong bukan batuan keras (Tanah
Sedang – Tanah Sangat Padat)

TABEL 2. KORELASI N_{SPT} KE VS30 DAN
KECEPETAN RATA-RATA GELOMBANG GESER

Kedalaman (m)	N-SPT	vs meter/detik	$\overline{v_s}$
2	2	88.25	283.194
4	3	108.08	
6	20	279.06	
8	38	384.66	
10	36	374.40	
12	35	369.16	
14	42	404.40	
16	39	389.69	
18	46	423.22	
20	48	432.32	
22	51	445.63	
24	45	418.59	
26	52	449.97	
28	54	458.54	
30	60	483.35	

Cliefino A. F, dkk 2019



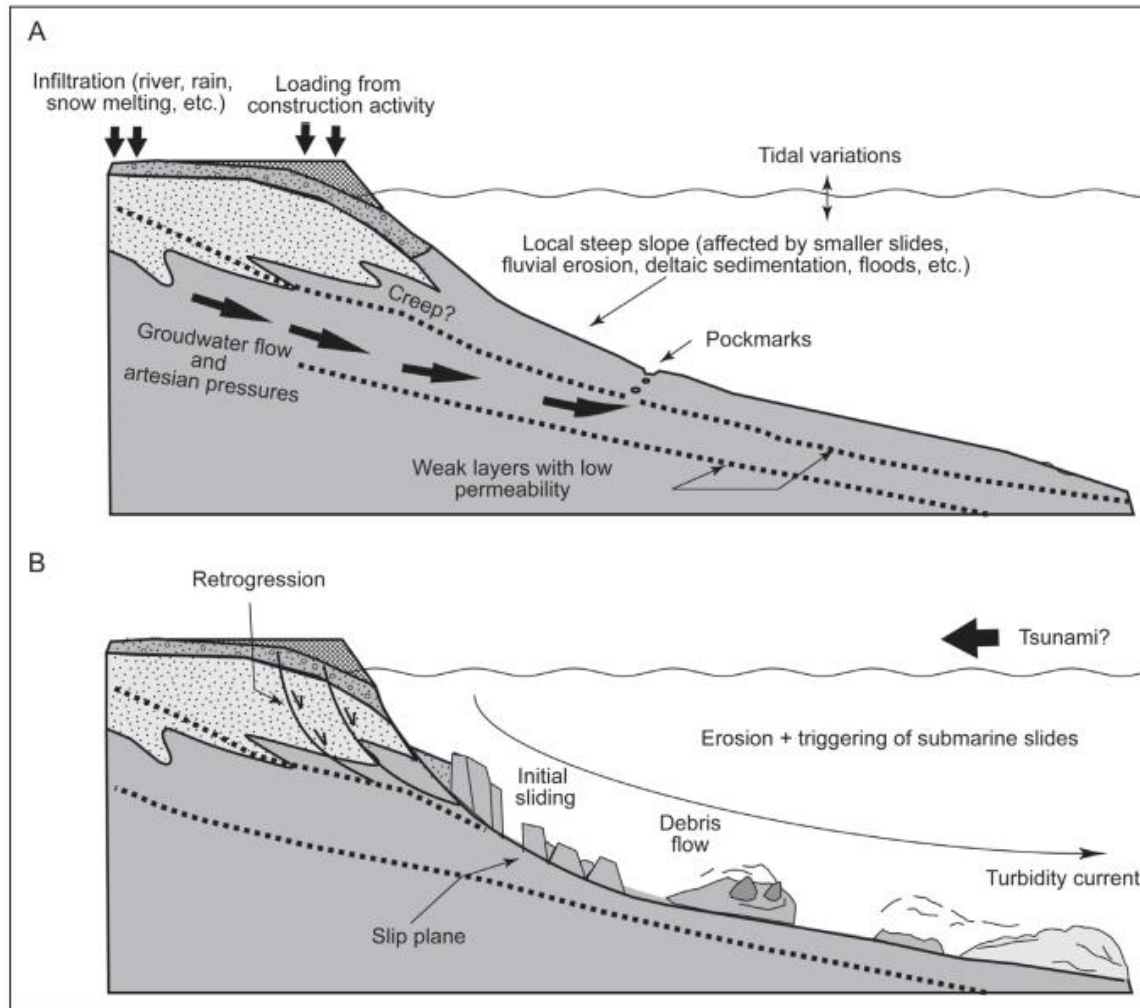


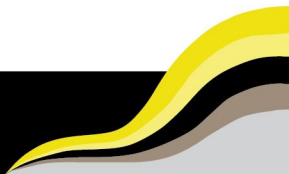
Figure 15: A) Schematic representation of the pre-failure and failure conditions in the bay of Trondheim and B) conceptual representation of the different stages of sliding (i.e. from initial sliding to generation of debris flows and turbidity currents). (Not to scale)

L 'Heureux, et al, 2010



DISKUSI DAN KESIMPULAN

- MASING-MASING METHODE PEMETAAN BERKAITAN DENGAN SKALA YANG DIBUTUHKAN
- PR TERKAIT GERAKAN TANAH/ TANAH LONGSOR MASIH BANYAK
- DIPERLUKAN IDE KREATIF --> INOVASI PETA BAHAYA LONGSOR, ROCKFALL, DEBRIS FLOW, DAN TYPE GERAKAN TANAH LAINNYA
- PERLU KERJASAMA, NGOBROL BERSAMA K/L, PERGURUAN TINGGI DAN ORGANISASI PROFESI TERKAIT PEMATAAN LONGSOR



TERIMA KASIH

Tidak bisa bekerja sendirian,
harus berkolaborasi



Bada Tradisi Mapalus
Minahasa, Sulawesi Utara