



310D6223

GEO TEKNIK TAMBANG

Nirmana Fiqra Qaidahiyani
PS Teknik Pertambangan
FT Universitas Hasanuddin



nirmana.site123.me



nirmana.fiqra.q@unhas.ac.id

Subjects

Rock slope design methods

Identification of modes of slope instability

Stabilization of rock slopes

Movement monitoring

Mining applications



Daftar Pustaka

Arif, I. *Geoteknik Tambang: Mewujudkan Produksi Tambang yang Berkelanjutan dengan Menjaga Kestabilan Lereng*. 2016. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

Read, J. dan Stacey, P. *Guidelines for Open Pit Slope Design*. 2009. CSIRO.

Wang, S., Hagan, P.C., dan Cao, C. *Advances in Rock-Support and Geotechnical Engineering*. 2016. Elsevier.

Wyllie, D.C. dan Mah, C.W. *Rock Slope Engineering 4th Edition*. 2005. Taylor & Francis Group.





Stabilitas Lereng Tambang

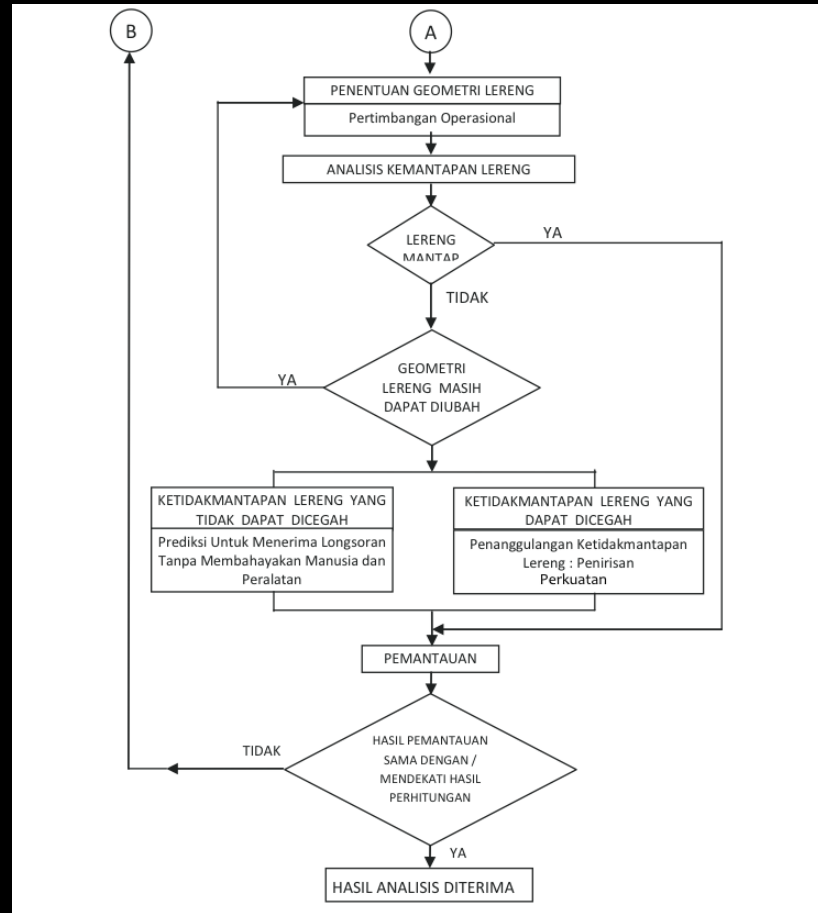
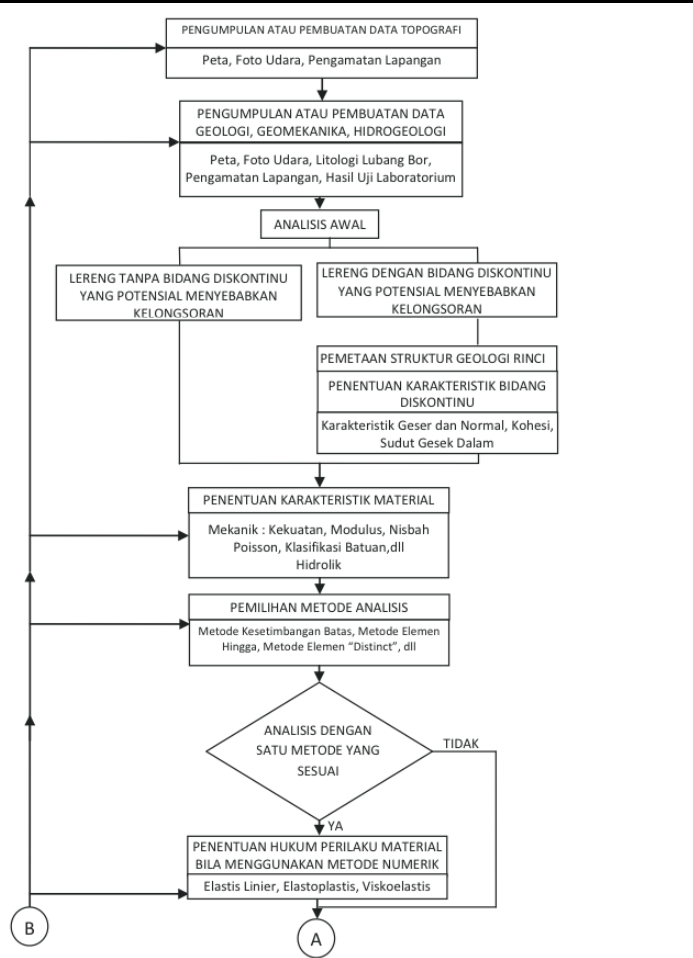
Stabilitas Lereng Tambang

Pemilihan
Metode
Stabilisasi
Lereng

Metode-Metode
Penanggulangan
Keruntuhan
Lereng

Proteksi terhadap
Jatuhan Batu

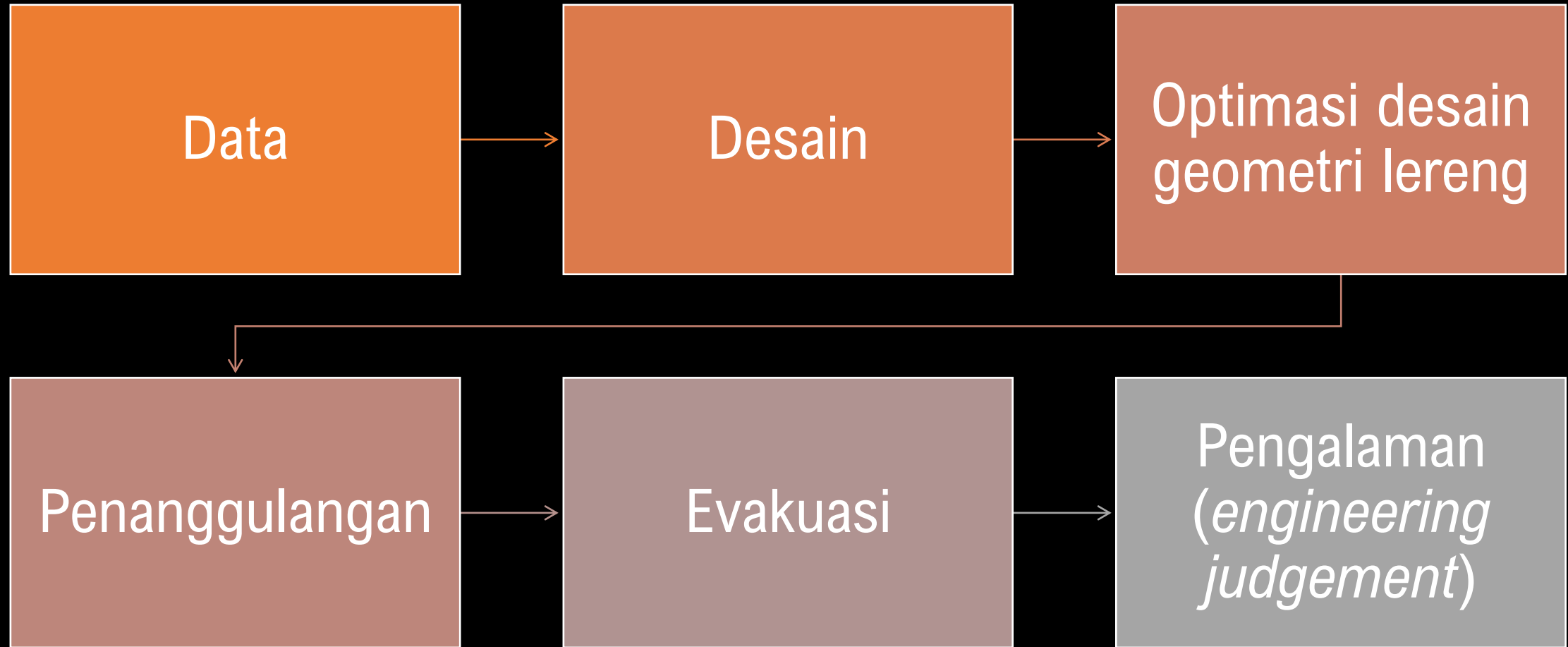




Metodologi Analisis Kestabilan Lereng Tambang



Stabilitas Lereng Tambang



Pemilihan Metode Stabilitas Lereng Tambang



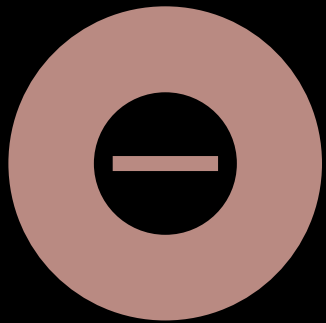
Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan



Waktu dan biaya



Batasan teknis (*technical constraint*)



Batasan lokasi (*site constraint*)



Batasan lingkungan (*environmental constraint*)



Waktu dan Biaya

Waktu yang relatif singkat agar tidak mengganggu kegiatan produksi, namun dengan biaya yang relatif murah juga.

Metode yang paling ekonomis dan juga efektif.

Analisis finansial diperlukan pada tahap desain tambang detail dan perlu dievaluasi sebelum desain pit optimum dan final diputuskan.



nirmana.site123.me

nirmana.fiqra.q@unhas.ac.id



Ketika penyanggaan dipertimbangkan dalam tambang terbuka, pertimbangan ekonomi menjadi suatu bagian krusial dalam proses pembuatan keputusan. Waktu dan biaya yang berkaitan dengan penyanggaan harus lebih kurang dari biaya optimasi desain geometri atau penirisan.

Biaya pemasangan penyanggaan dan waktu produktivitas tambang yang tertunda;

Keuntungan dari menegakkan dinding lereng dan volume tertambang yang lebih kecil, serta dari peningkatan perolehan bahan galian ekonomis.



Batasan Teknis (Technical Constraint)

Tipe material penyusun lereng

Pergerakan rayapan pada permukaan tanah, khususnya pada lereng yang tersusun dari lempung

Tingkat korosi material yang sangat memengaruhi kondisi penguatan lereng dalam jangka panjang

Ketersediaan alat dan material penyanggaan atau penguatan di sekitar area tambang





Batasan Lokasi (*Site Constraint*)

Wilayah izin pertambangan

Batasan Lingkungan (*Environmental Constraint*)

Pembuangan material yang telah terkontaminasi di area tambang perlu mendapat perhatian serius.

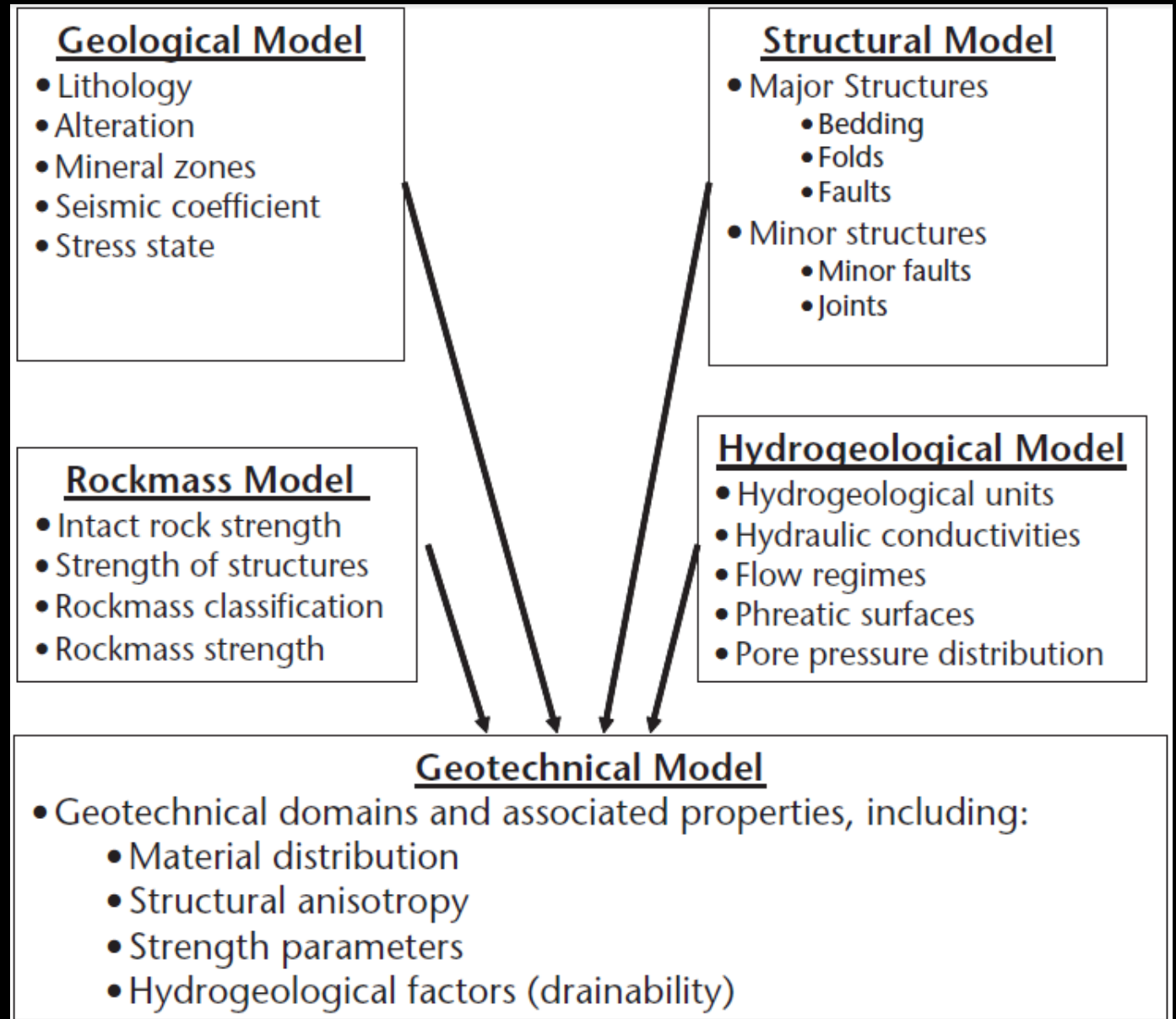


Data

- Data yang tersedia biasanya terbatas
- Ketidakpastian data (*data uncertainty*)



Informasi Komponen dan Luaran dari Model Geoteknik



Tingkat Pekerjaan Geoteknik dan Target Tingkat Kepercayaan Data yang Disarankan Berdasarkan Tahap Proyek (*LOP Project, 2010*)

Status Level Proyek	Tahap Proyek				
	Konseptual	Prakelayakan	Kelayakan	Desain dan Konstruksi	Operasi
Status Level Geoteknik	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
Karakterisasi Geoteknik	Informasi regional terkait; penilaian geoteknik pada data eksplorasi lanjut	Penilaian dan kompilasi data awal geoteknik skala tambang; persiapan basis data awal geoteknik dan model 3D	Penilaian berjalan dan kompilasi semua data geoteknik skala tambang; peningkatan basis data geoteknik dan model 3D	Perbaikan basis data geoteknik dan model 3D	Pemeliharaan berjalan pada basis data geoteknik dan model 3D
Target Tingkat Kepercayaan Data dalam Setiap Model					
Geologi	>50%	50-70%	65-85%	80-90%	>90%
Struktural	>20%	40-50%	45-70%	60-75%	>75%
Hidrogeologi	>20%	30-50%	40-65%	60-75%	>75%
Massa Batuan	>30%	40-65%	60-75%	70-80%	>80%
Geoteknik	>30%	40-60%	50-75%	65-85%	>80%



Analisis Basis Data Inventarisasi Lereng

Pemeringkatan lereng untuk mengidentifikasi lokasi yang paling berbahaya

Korelasi frekuensi runtuh batuan terhadap beberapa faktor, seperti kondisi cuaca, tipe batuan, dan lokasi lereng

Menilai dampak buruk runtuhnya batuan dari analisis lamanya waktu tertunda atau penutupan jalan akibat runtuh

Menilai efektivitas stabilitas dari jumlah kejadian runtuh batuan



Desain



Faktor-Faktor

Peralatan ekskavasi (untuk mengontrol tinggi jenjang)

Kapabilitas peralatan dan operator

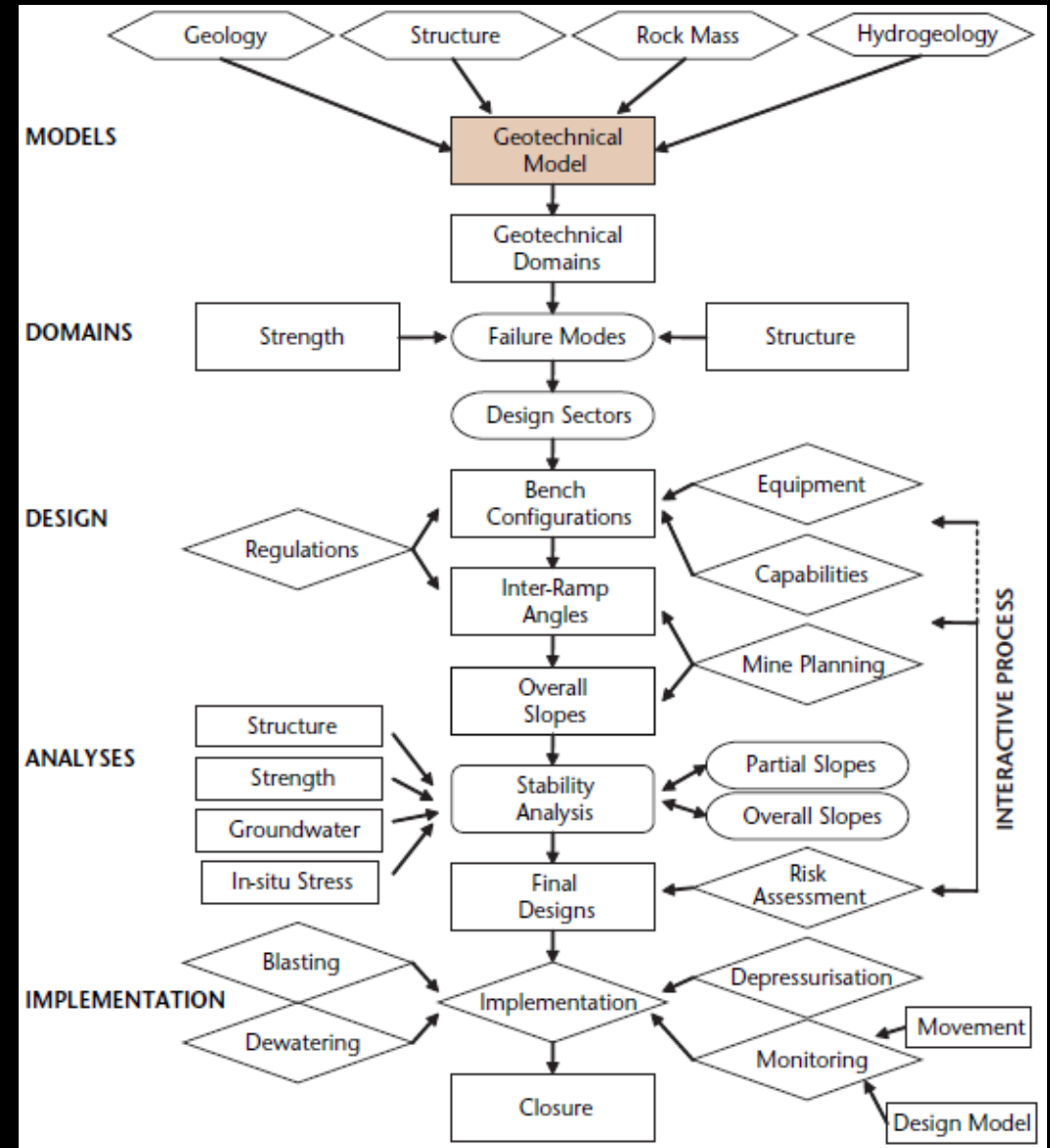
Kontrol air permukaan

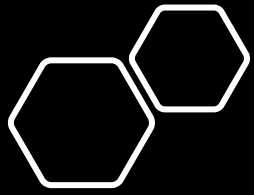
Batasan perencanaan tambang (kontrol bahan galian ekonomis dan tinggi pit final)

Batasan regulasi (seperti lebar jenjang minimum dan wilayah izin pertambangan)



Desain

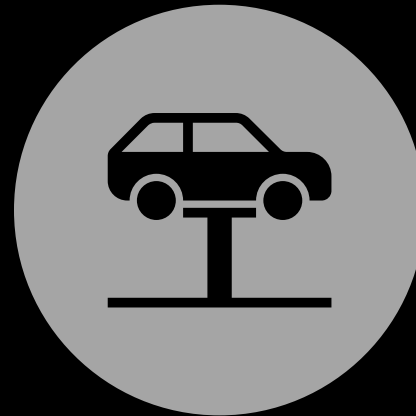




Analisis Desain



ANALISIS KINEMATIKA

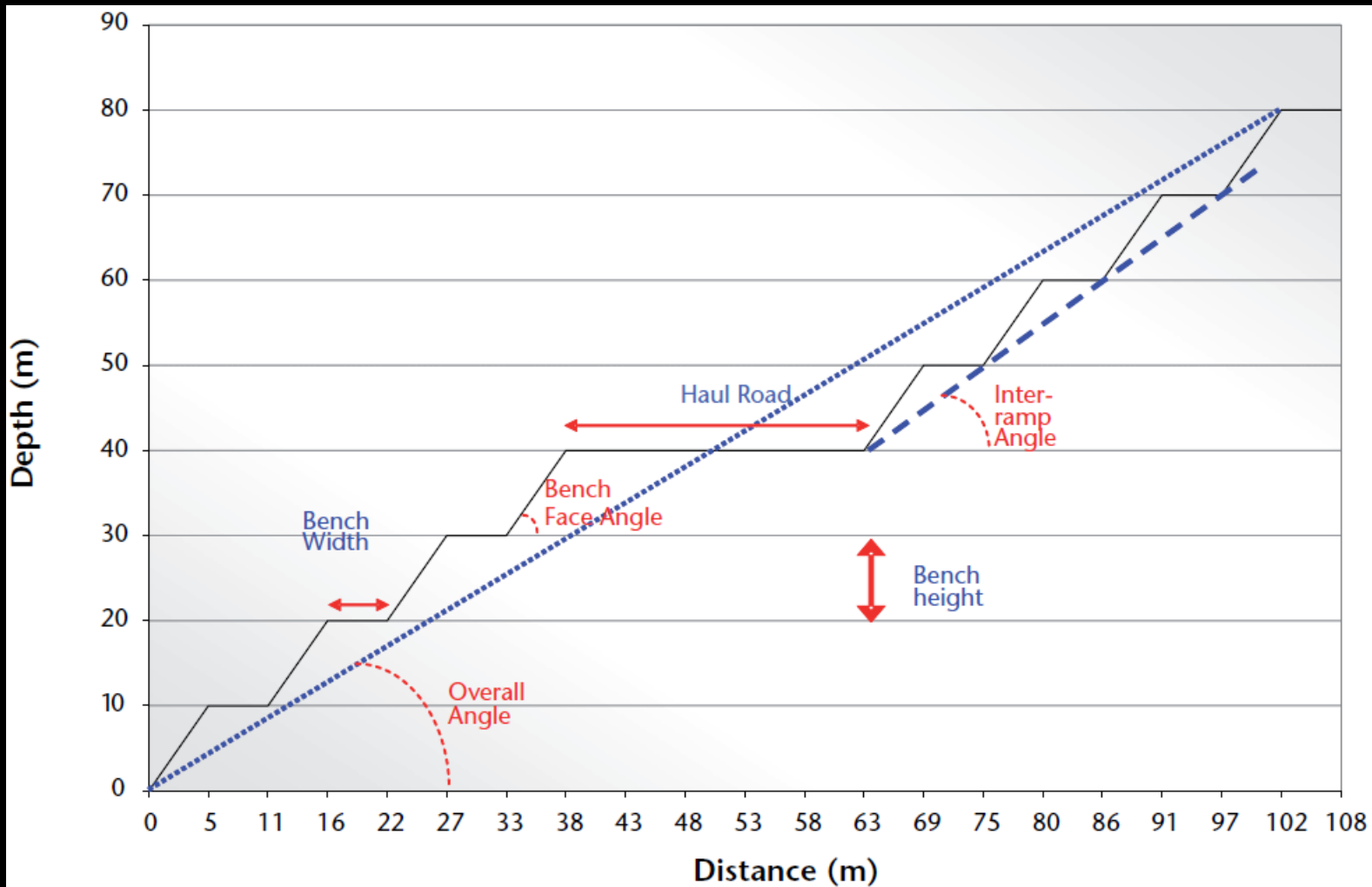


ANALISIS
KESETIMBANGAN BATAS



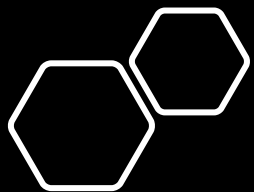
ANALISIS NUMERIK



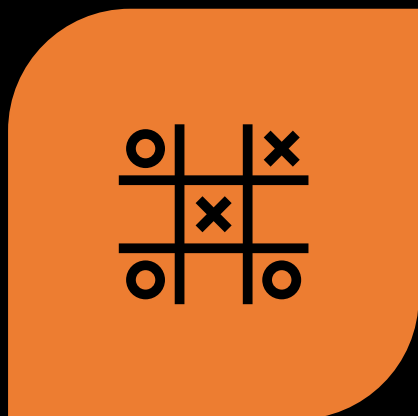


Geometri Jenjang dan *Inter-ramp* dalam Evaluasi Tambang Terbuka

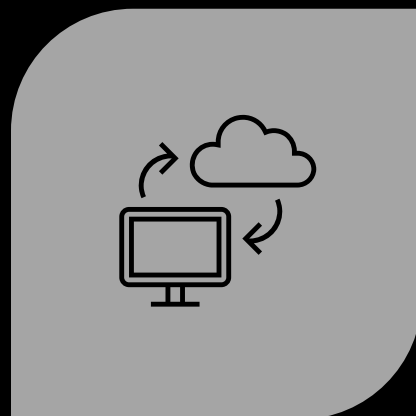




Optimasi Lereng Tambang



SKEMA SIMULASI



MODEL KOMPUTASI



KRITERIA PENILAIAN



Selanjutnya...



Metode-metode penanggulangan keruntuhan lereng

Proteksi terhadap jatuhan batu

Evakuasi



Metode-Metode Penanggulangan Keruntuhan Lereng

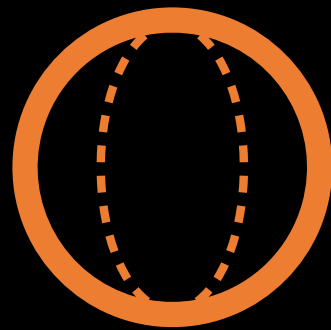


Metode Pengurangan
Gaya Pendorong

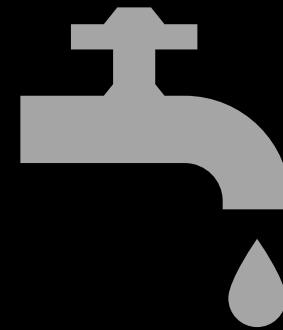
Metode Penambahan
Gaya Penahan



Metode Pengurangan Gaya Pendorong



Pengubahan Geometri Lereng



Drainase Air Permukaan (*Surface Drainage*)

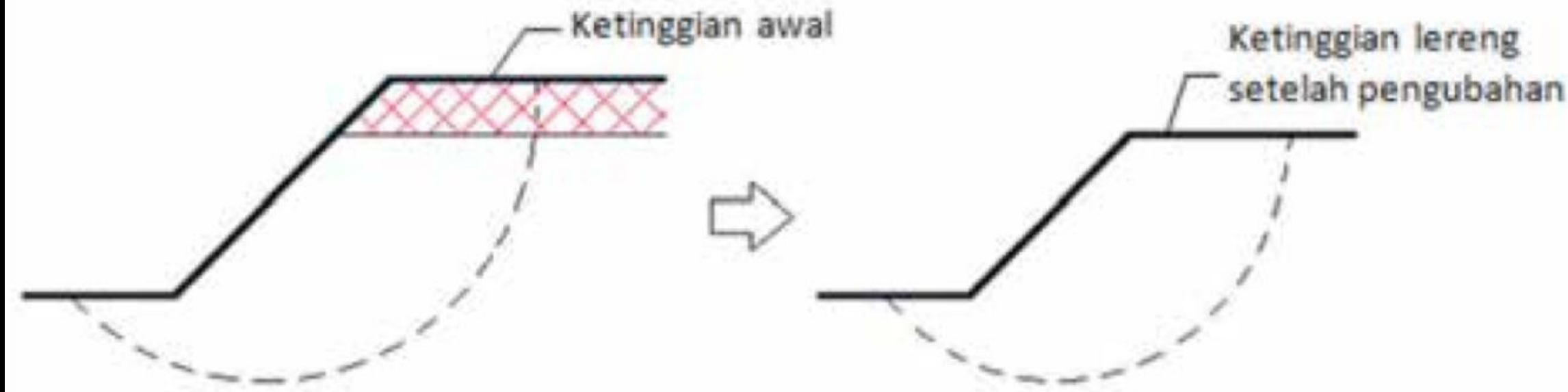




nirmana.site123.me

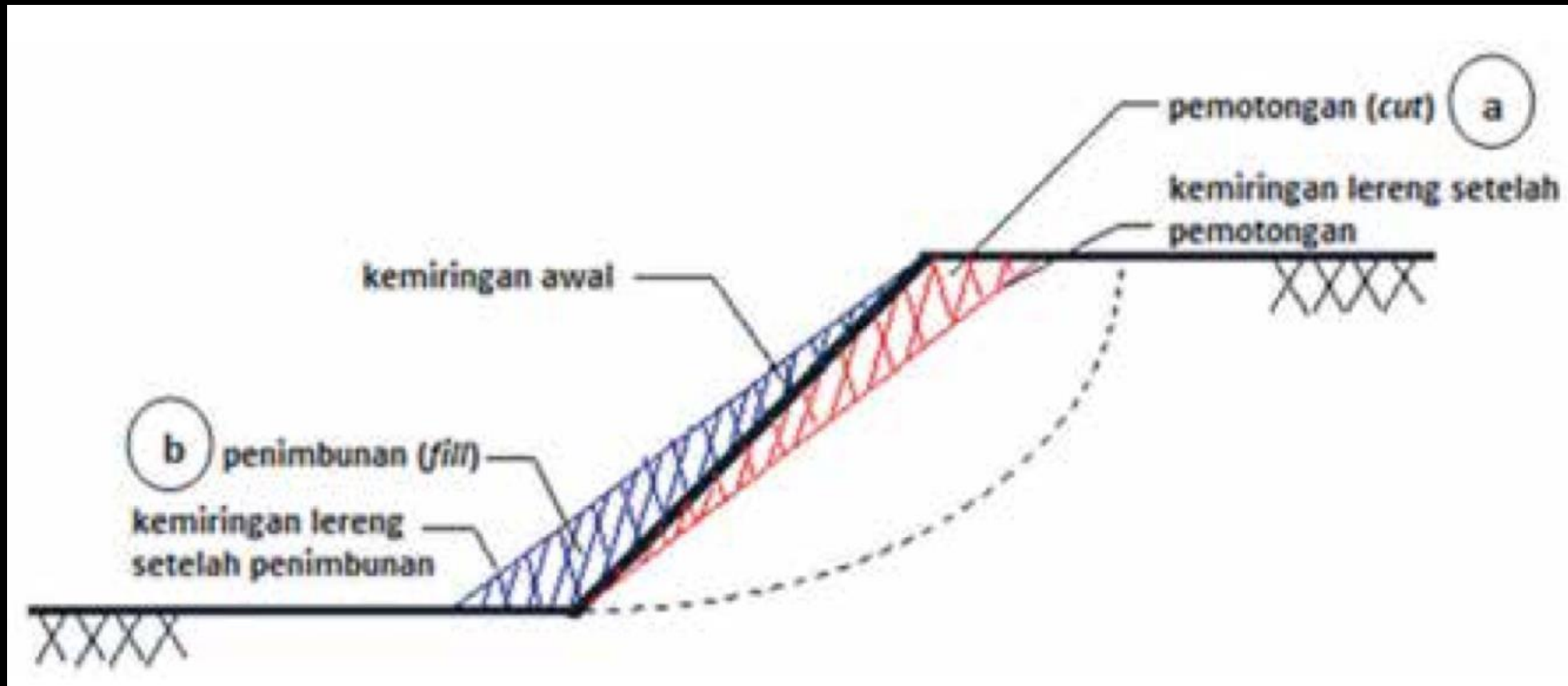
nirmana.fiqra.q@unhas.ac.id

Pengubahan Geometri Lereng



Pengurangan Ketinggian Lereng

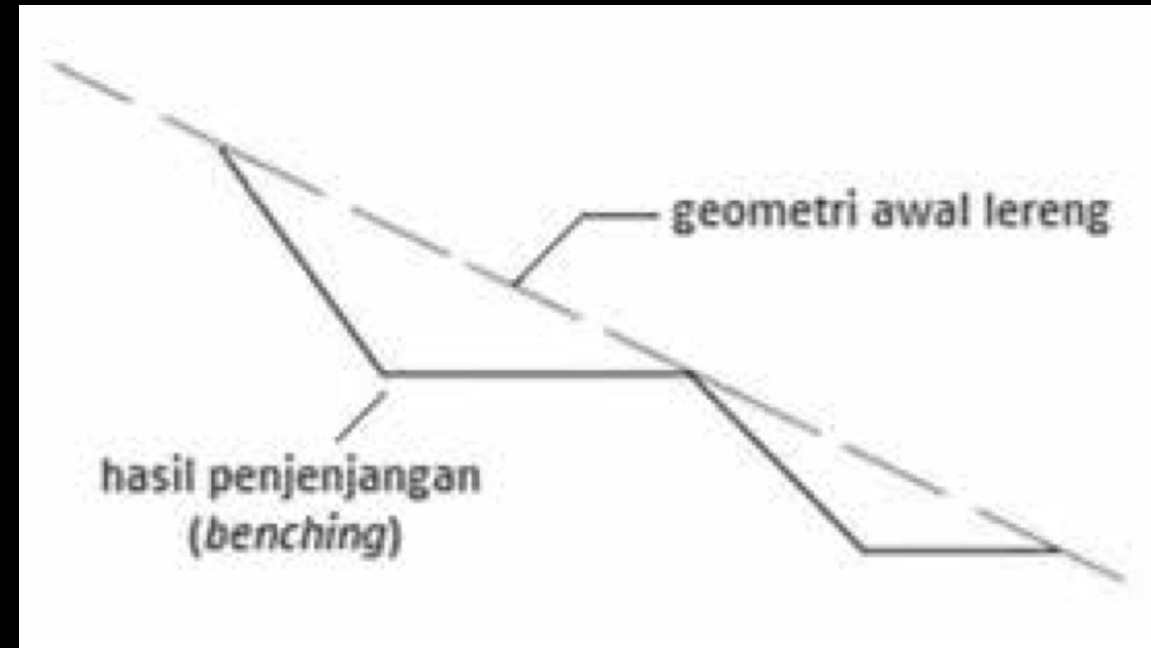




Pengurangan Kemiringan Lereng: (a) Metode Pemotongan, (b) Metode Penimbunan



Penjenjangan (*Benching*)



nirmana.site123.me

nirmana.fiqra.q@unhas.ac.id

Pertimbangan-Pertimbangan dalam Melakukan Pengubahan Geometri Lereng

Mekanisme longsoran yang berpotensi terjadi; pemotongan tidak efektif untuk tipe longsoran berantai yang gerakannya dimulai dari bagian kaki lereng.



Pemilihan Metode Penimbunan

- Penimbunan tidak mengganggu kemantapan lereng di bawahnya
- Penimbunan tidak mengganggu drainase permukaan dan tidak membentuk cekungan yang memungkinkan terjadinya genangan air



Hal-hal yang harus diperhatikan terkait keberadaan bangunan

Pemotongan kepala lereng (*crest*) yang berpotensi longsor tidak diperkenankan jika terdapat bangunan di dekatnya.

Pelandaian dapat dilakukan jika bangunan terletak di kaki longsor.

Pemotongan seluruhnya hanya boleh dilakukan bila bangunan terletak di ujung kaki longsor.

Penimbunan tidak diperkenankan bila bangunan terletak pada kaki longsor.





Drainase Air Permukaan (*Surface Drainage*)

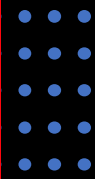
Air Permukaan
Air Resapan



nirmana.site123.me



nirmana.fiqra.q@unhas.ac.id



Pengendalian air permukaan

- Bertujuan untuk mengurangi berat tanah yang bergerak sehingga dapat meningkatkan stabilitas lereng;
- Dilakukan dengan membuat saluran (*channel*) yang sebaiknya dibuat pada bagian luar mengelilingi lereng sehingga dapat mencegah aliran limpasan yang datang dari lokasi yang lebih tinggi, umumnya dilapisi beton untuk mencegah air yang melalui saluran tersebut menyerap ke dalam material penyusun lereng, dapat dimodifikasi dengan membuat penanggulangan atau jenjang (*stepped channel*).

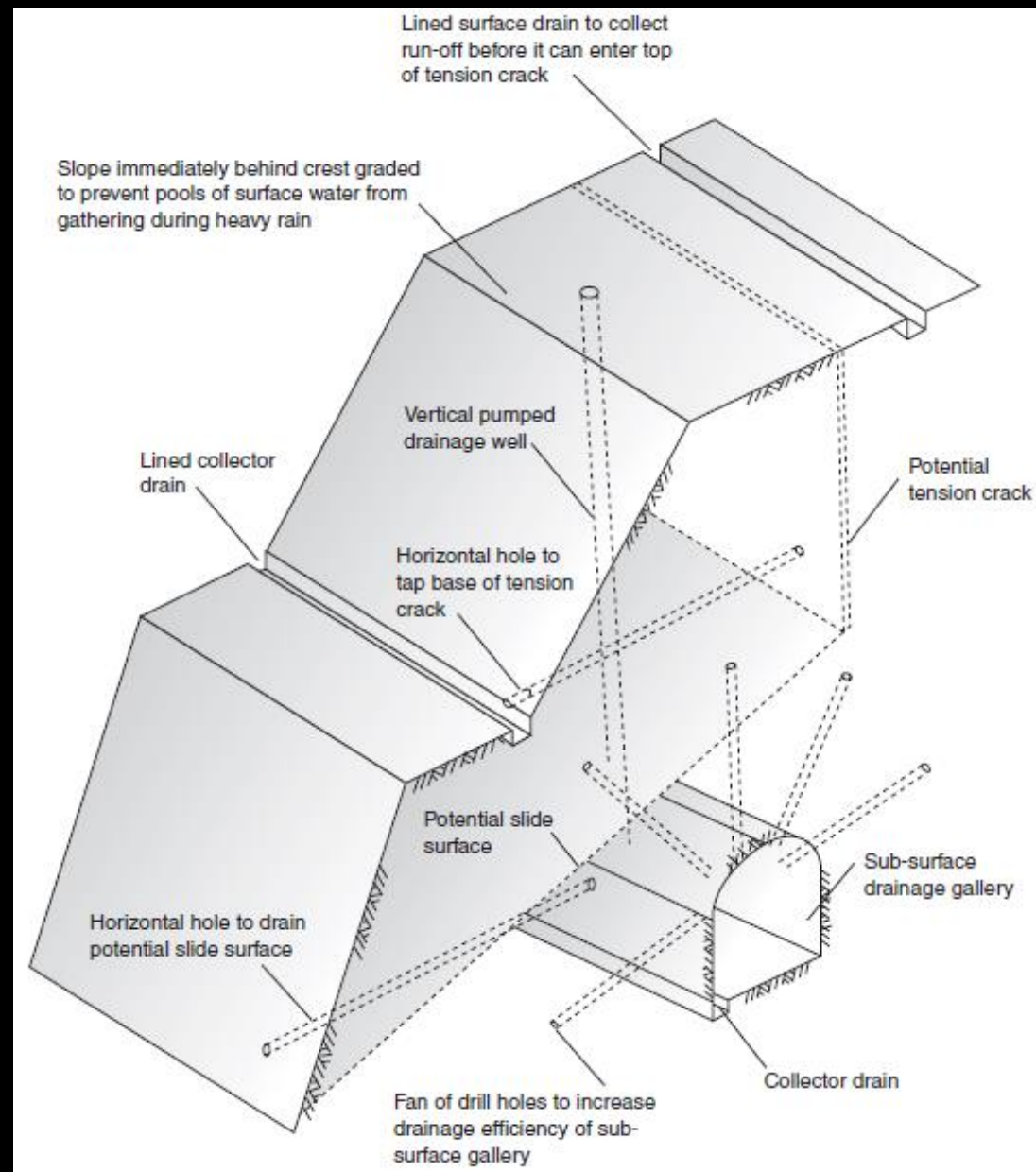



Metode Drainase pada Lereng (Wyllie dan Mah, 2005)



nirmana.site123.me

nirmana.fiqra.q@unhas.ac.id





Metode Penambahan Gaya Penahan (Penguatan Lereng batuan)

Shear Keys

Jangkar Batuan (Rock Anchor)

*Pemasangan Beton Tembak
(Shotcrete)*

Tumpuan Beton (Buttresses)

*Tembok Penahan Batu (Retaining
Wall)*



nirmana.site123.me

nirmana.fiqra.q@unhas.ac.id

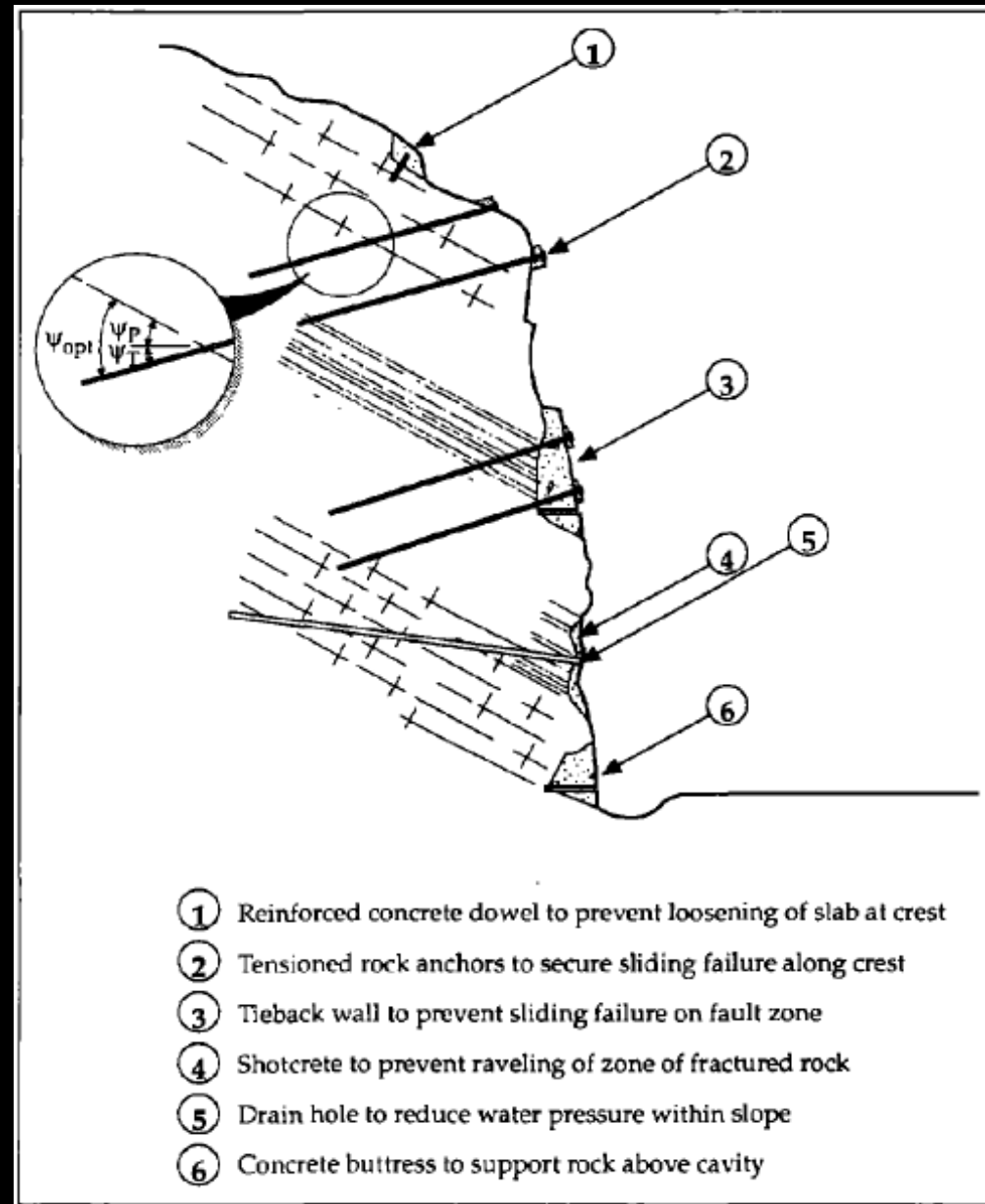
Metode Penguatan Lereng Batuan

(*Transportation Research Board, 1996*)



nirmana.site123.me

nirmana.fiqra.q@unhas.ac.id





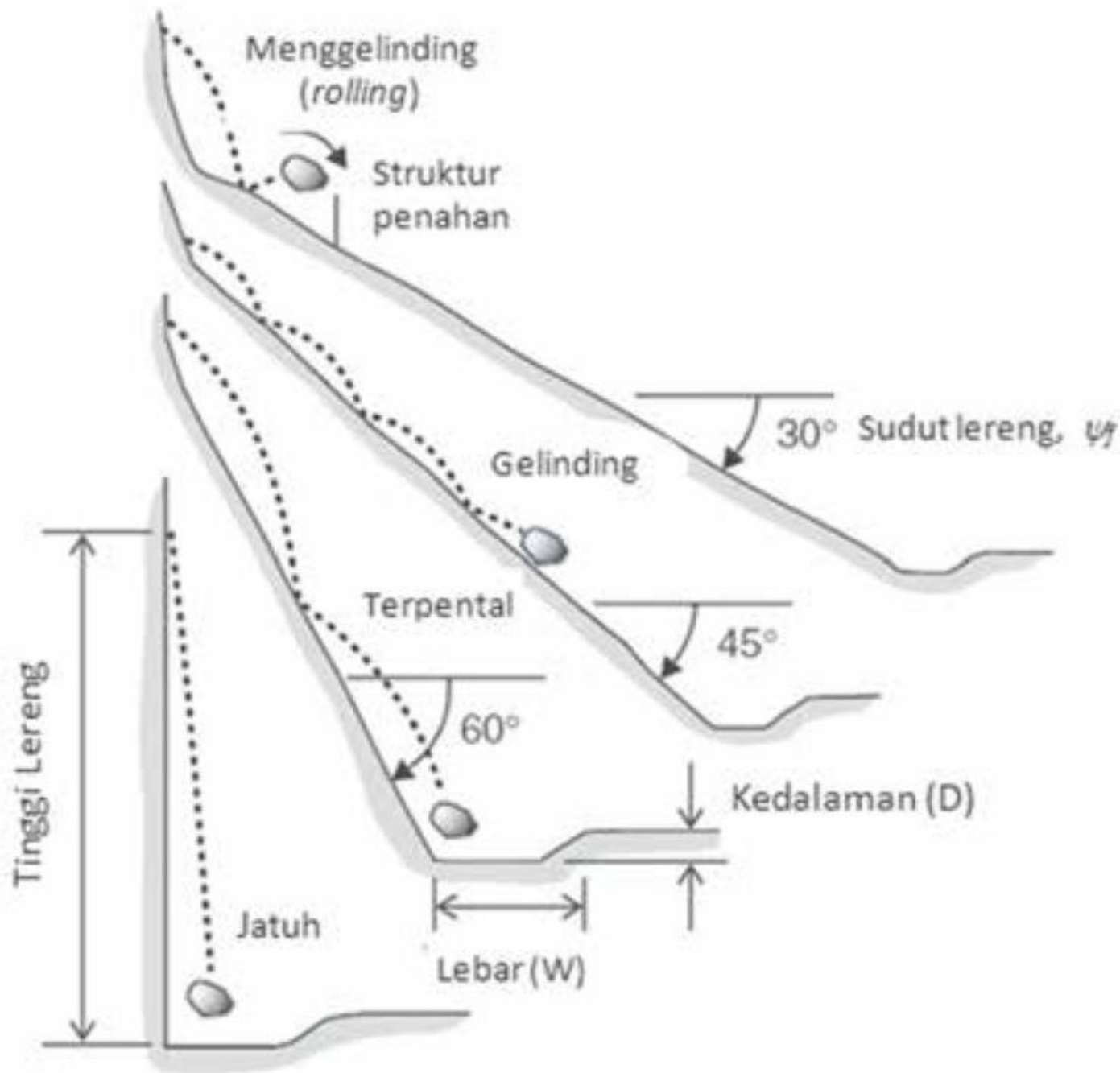
Proteksi terhadap Jatuhan Batu

- ❑ Pembuatan Selokan (*Ditch*)
- ❑ Pemasangan Jaring Kawat (*Wire Mesh*)



nirmana.site123.me

nirmana.fiqra.q@unhas.ac.id



Model Jatuhan Batu dan Proteksinya (Ritchie, 1963, dalam Buku *Geoteknik Tambang*, Arif, I. 2016)



nirmana.site123.me

nirmana.fiqra.q@unhas.ac.id

Pembuatan Selokan (*Ditch*)

Menurut Hoek dan Bray (1981) dalam Buku *Geoteknik Tambang* (Arif, 2016), dimensi selokan yang aman ialah selebar 25 kaki dan kedalaman 6 kaki untuk lereng dengan tinggi 100 kaki.

Selain itu, dasar selokan perlu diletakkan lapisan kerikil untuk memecahkan atau meredam energi yang dilepaskan oleh jatuhnya bongkahan batuan.



TERIMA KASIH



nirmana.site123.me

nirmana.fiqra.q@unhas.ac.id

