

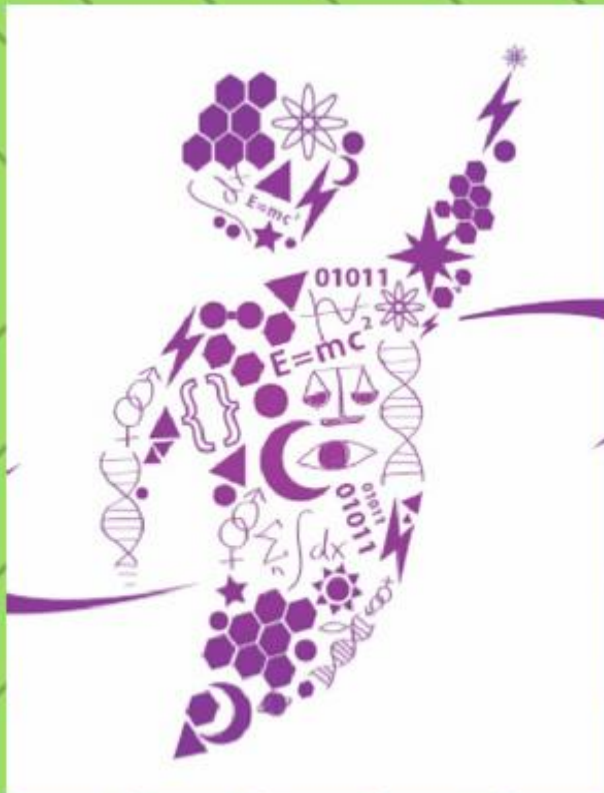
**PAKET 15**

# PELATIHAN ONLINE

**2019**

**SMA  
KEBUMIAN**

po.alcindonesia.co.id



**WWW.ALCINDONESIA.CO.ID**

**@ALCINDONESIA**

**085223273373**

## GEOLOGI STRUKTUR

### PENGANTAR GEOLOGI STRUKTUR

Struktur geologi didefinisikan sebagai konfigurasi geometri batuan. Geometri yang dimaksud adalah bidang dan garis. Geologi struktur mencakup geometri, distribusi dan pembentukan struktur geologi. Struktur batuan terbagi menjadi dua yaitu:

a. Struktur primer

Struktur yang terbentuk pada saat batuan terbentuk, contoh: struktur sedimen, struktur perlapisan, struktur kekar akibat pendinginan magma (kekar kolom dan kekar berlembar)

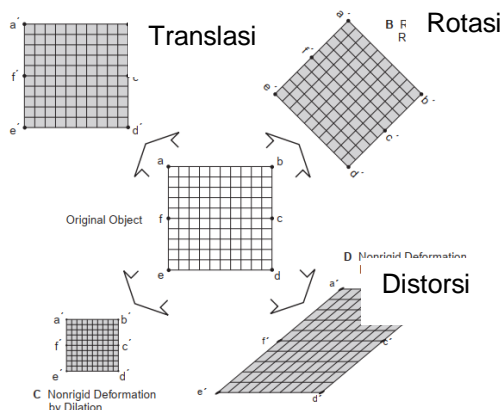
b. Struktur sekunder

Struktur yang terbentuk karena deformasi yang memodifikasi struktur primer, contohnya: pelipatan pada batuan sedimen.

Perlu diperhatikan bahwa studi geologi struktur hanya berfokus pada struktur-struktur sekunder. Aktivitas tektonik lempeng mempengaruhi pembentukan struktur geologi pada litosfer bumi dan perpindahan lempeng-lempeng yang merubah dan membentuk muka bumi.

### Deformasi

Deformasi didefinisikan sebagai transformasi geometri dari *initial* (mula) hingga *final* (akhir) berupa translasi benda tegar, rotasi benda tegar, distorsi, dan / atau dilatasi (perubahan volume).



Deformasi yang benda non kaku (benda non kaku) mencakup distorsi dan dilatasi, keduanya dikenal dengan istilah **strain**. Secara matematis **strain** dinyatakan sebagai:

$$\varepsilon = \Delta l / L$$

Keterangan:

$\varepsilon$  : *strain*

$\Delta l$  : Perubahan panjang

$L$  : Panjang awal

### Hubungan *Strain* dan *Stress*

*Stress* pada litosfer hampir selalu bersifat kompresional. Hubungan *stress* dan *strain* dijelaskan dengan Hukum Hooke:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

Keterangan:

$\sigma$  : besar stress

E : Modulus Young

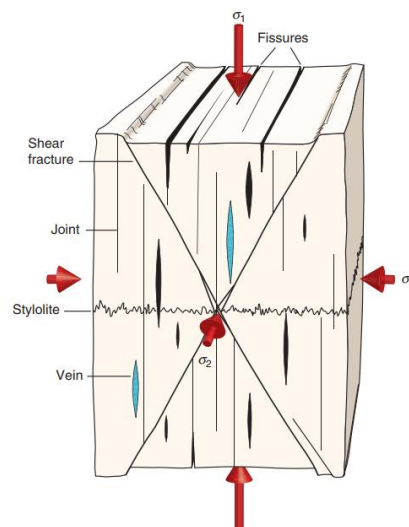
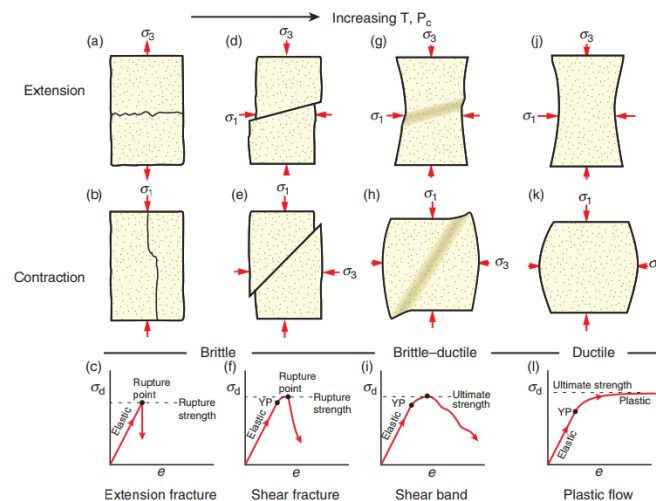
$\varepsilon$  : Strain

## Rekahan

Rekahan pada batuan terbentuk ketika *stress* yang diberikan pada batuan melampaui kekuatan batuan mengakibatkan kegagalan batuan. Rekahan terbentuk pada keadaan *brittle*. Pembentukan rekahan dipengaruhi oleh *stress* akibat proses-proses tektonik. Rekahan terbagi menjadi tiga jenis yaitu:

1. *Shear fracture* (rekah gerus)
2. *Joint* (kekar)
3. *Fissure*

Apabila batuan diberikan *stress* pada temperatur dan tekanan rendah, rekahan akan terbentuk untuk melepaskan stress. Namun, seiring dengan meningkatnya tekanan dan temperatur, batuan akan semakin bersifat plastis sehingga tidak terbentuk rekahan.



Mekanisme pembentukan rekahan dan rekahan-rekahan yang terbentuk akibat kompresi  
(sumber: Fossen, 2010)



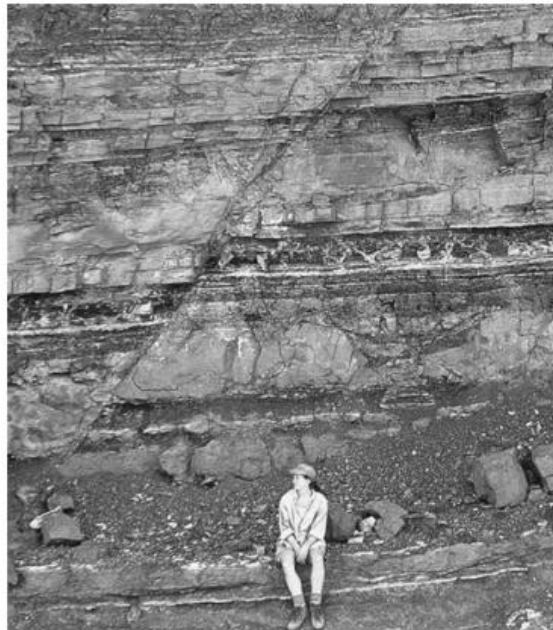
Beberapa istilah yang digunakan dalam penamaan rekahan:

- **Shear fracture / rekah gerus**: Rekahan yang memiliki pergerakan relatif yang sejajar terhadap arah rekahan
- **Joint / kekar**: rekahan yang memiliki bidang-bidang yang saling menjauh (ekstensional)
- **Vein / urat** : istilah khusus untuk kekar yang terisi mineral
- **Fissure**: istilah khusus untuk kekar yang terisi fluida
- **Dikes**: istilah khusus untuk kekar yang terisi magma
- **Stylolite**: rekahan yang terbentuk akibat pelarutan batuan oleh tekanan butir-butir pada batuan

Istilah kekar juga digunakan dalam menamakan bidang-bidang lemah yang terbentuk oleh proses-proses non-tektonik seperti pendiginan batuan beku (*cooling joint*), pengeluaran air pada sedimen lempung menyisakan bentuk heksagonal seperti genting (*mud crack*), kekar kolom (*columnar joint*), atau akibat pelepasan beban yang menghasilkan kekar berlembar (*sheeting joint*).

### **Fault (Sesar)**

Pada dasarnya pembentukan sesar sama seperti pembentukan rekah gerus sebagai bidang yang diskontinu / tidak menerus. Namun, istilah sesar khusus digunakan untuk menamakan suatu bidang diskontinu yang memiliki *offset* yang jelas sehingga pergerakan relatifnya dapat diketahui.

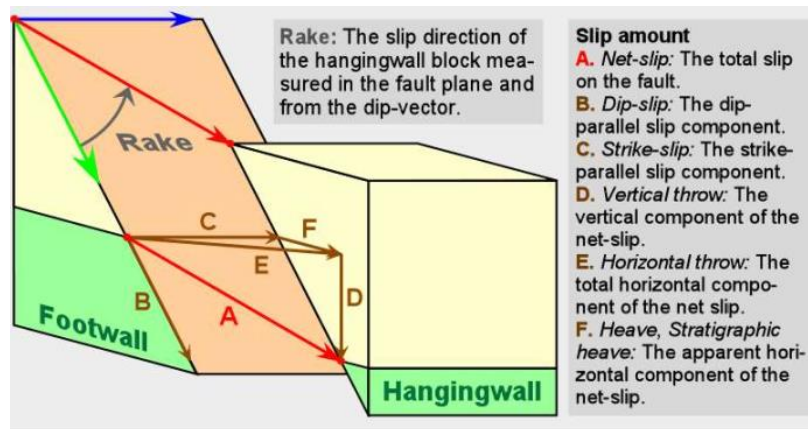


Contoh *offset* sesar normal pada kenampakan di lapangan (sumber: Davis, dkk., 2012)

Aspek-aspek geometri dari sesar adalah:

- a. **Bidang sesar** adalah bidang rekahan tempat bergesernya blok-blok yang saling berhadapan. Kenampakan morfologi bidang sesar disebut sebagai “gawir sesar”
- b. **Hanging wall** adalah blok yang berada relatif di atas bidang sesar
- c. **Foot wall** adalah blok yang berada relatif di bawah bidang sesar
- d. **Throw** (loncatan vertikal) adalah jarak *slip/separation* yang diukur pada bidang vertikal

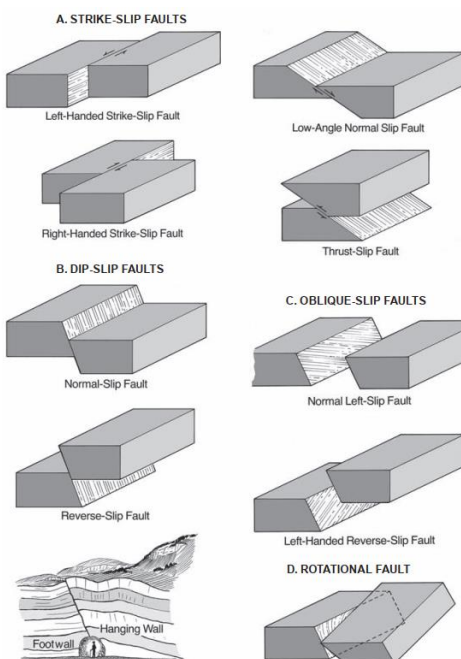
- e. **Heave** (loncatan horizontal) adalah jarak *slip/separation* yang diukur pada bidang horizontal
- f. **Rake / Pitch** adalah arah *slip* dari *hanging wall* yang relatif terhadap bidang sesar



Aspek geometri pada sesar (sumber: [http://www.naturalfractures.com/figures/1.1.4-01\\_slip\\_780x410.gif](http://www.naturalfractures.com/figures/1.1.4-01_slip_780x410.gif))

Berdasarkan arah *slip* sesar, sesar dibagi menjadi tiga yaitu:

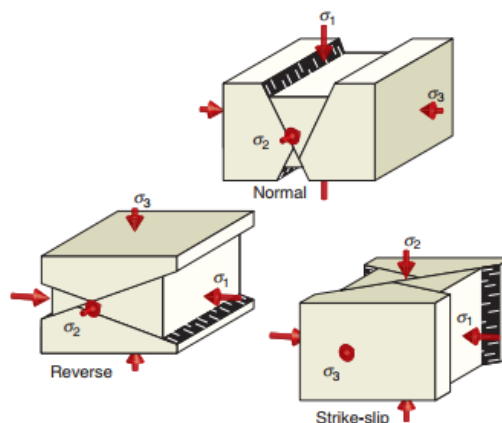
- Strike-slip fault**, yaitu sesar dengan pergerakan horizontal parallel dengan *strike* (jurus) bidang sesar. Pergerakan relatif sesar ini dapat berupa **sesar dekstral / sesar menganan** (searah jarum jam) atau **sesar sinistral / mengiri** (berlawanan arah jarum jam).
- Dip-slip fault**, yaitu sesar dengan pergerakan vertikal dapat berupa turun (**sesar normal**), naik (**reverse fault / Sesar naik** dan **thrust fault / sesar anjakkan**).
- Oblique fault**, merupakan sesar dengan pergerakan menggabungkan arah vertikal dan horizontal menggabungkan *strike-slip fault* dan *dip-slip fault*.
- Sesar rotasi** sesar dengan mengalami rotasi (perpuntiran) dan memiliki pusat perputaran pada bidang sesar.



$\sigma_1 = \text{maximum principal stress}$

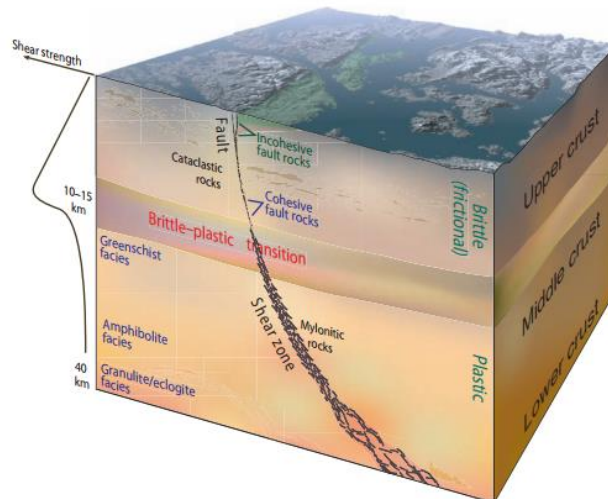
$\sigma_3 = \text{minimum principal stress}$

$\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$

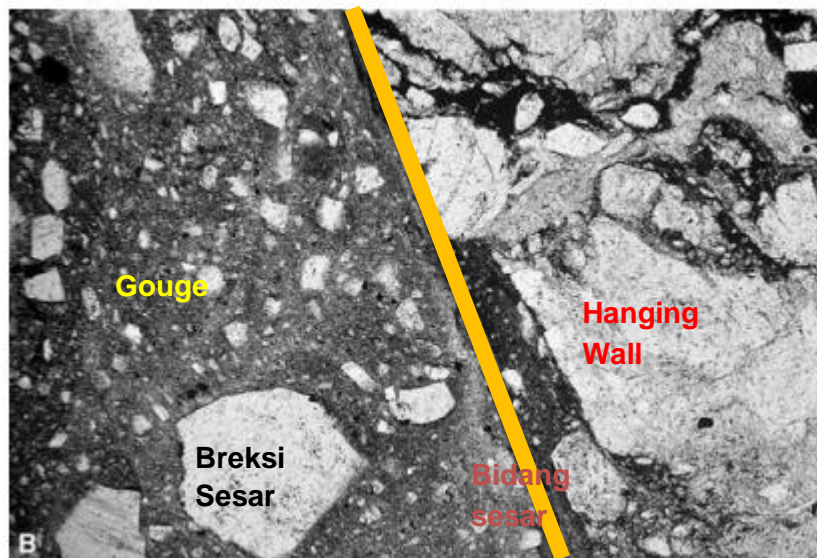


Pembagian sesar berdasarkan arah *slip* (garis gores pada bidang sesar) dan arah tegasan utama yang mempengaruhi pembentukan jenis sesar (sumber: Davis, dkk., 2012 dan Fossen, 2010).

Material yang hancur sepanjang jalur sesar akibat pergeseran dapat berupa *gouge* (material berukuran halus akibat gerusan) dan breksi sesar (fragmen batuan berbentuk menyudut akibat hancuran). Pada kedalaman di atas 10 – 15 km saat batuan bersifat plastis, istilah *shear zone* digunakan ketimbang sesar. Pada *shear zone*, struktur milonit akan terbentuk.



Anatomi sesar pada kerak bumi (sumber: Fossen, 2010)



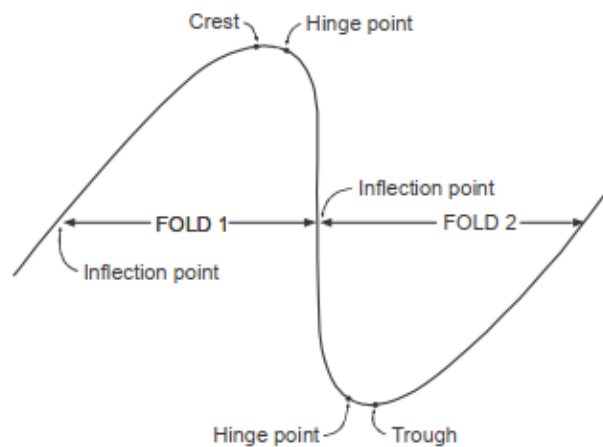
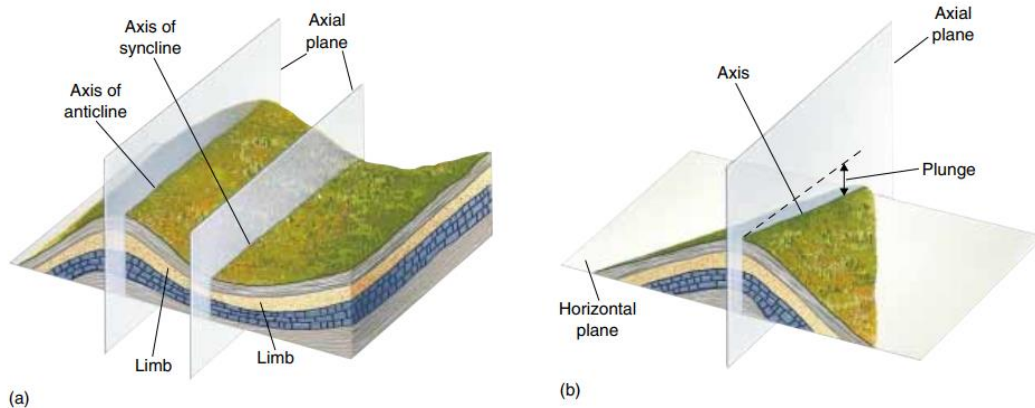
Breksi sesar dan *gouge* (sumber: Davis, dkk., 2012)

### ***Fold (Lipatan)***

Lipatan adalah hasil perubahan bentuk atau volume dari suatu bahan yang ditunjukkan sebagai lengkungan atau kumpulan dari lengkungan pada unsur garis atau bidang didalam bahan tersebut. Pada umumnya unsur yang terlibat di dalam lipatan adalah struktur bidang, misalnya bidang perlapisan atau foliasi. Gambaran geometri lipatan berhubungan dengan deformasi berupa perubahan bentuk (distorsi) dan perputaran (rotasi).

Beberapa aspek geometri lipatan antara lain:

- Hinge Point** yaitu titik maksimum pelengkungan pada lapisan yang terlipat.
- Crest** yaitu titik tertinggi pada lengkungan .
- Inflection point** yaitu titik batas dari dua pelengkungan yang berlawanan.
- Fold axis** (*hinge line* / sumbu lipatan) yaitu garis maksimum pelengkungan pada suatu permukaan bidang yang terlipat.
- Axial plane** (bidang sumbu) yaitu bidang yang dibentuk melalui garis-garis sumbu pada satu lipatan Bidang ini tidak selalu berupa bidang lurus (planar), tetapi dapat melengkung lebih umum dapat disebutkan sebagai *Axial surface*.
- Fold Limb** (sayap lipatan) yaitu sisi-sisi dari bidang yang terlipat, yang berada diantara daerah pelengkungan (*hinge-zone*) dan batas pelengkungan (*inflection line*)



Geometri lipatan (Thompson dan Turk, 1997)

Secara umum bentuk lipatan dapat dibedakan menjadi:

- Antiklin** lipatan yang kedua sayapnya mempunyai arah kemiringan yang saling menjauh.
- Sinklin** yaitu lipatan yang kedua sayapnya mempunyai arah kemiringan yang saling mendekat

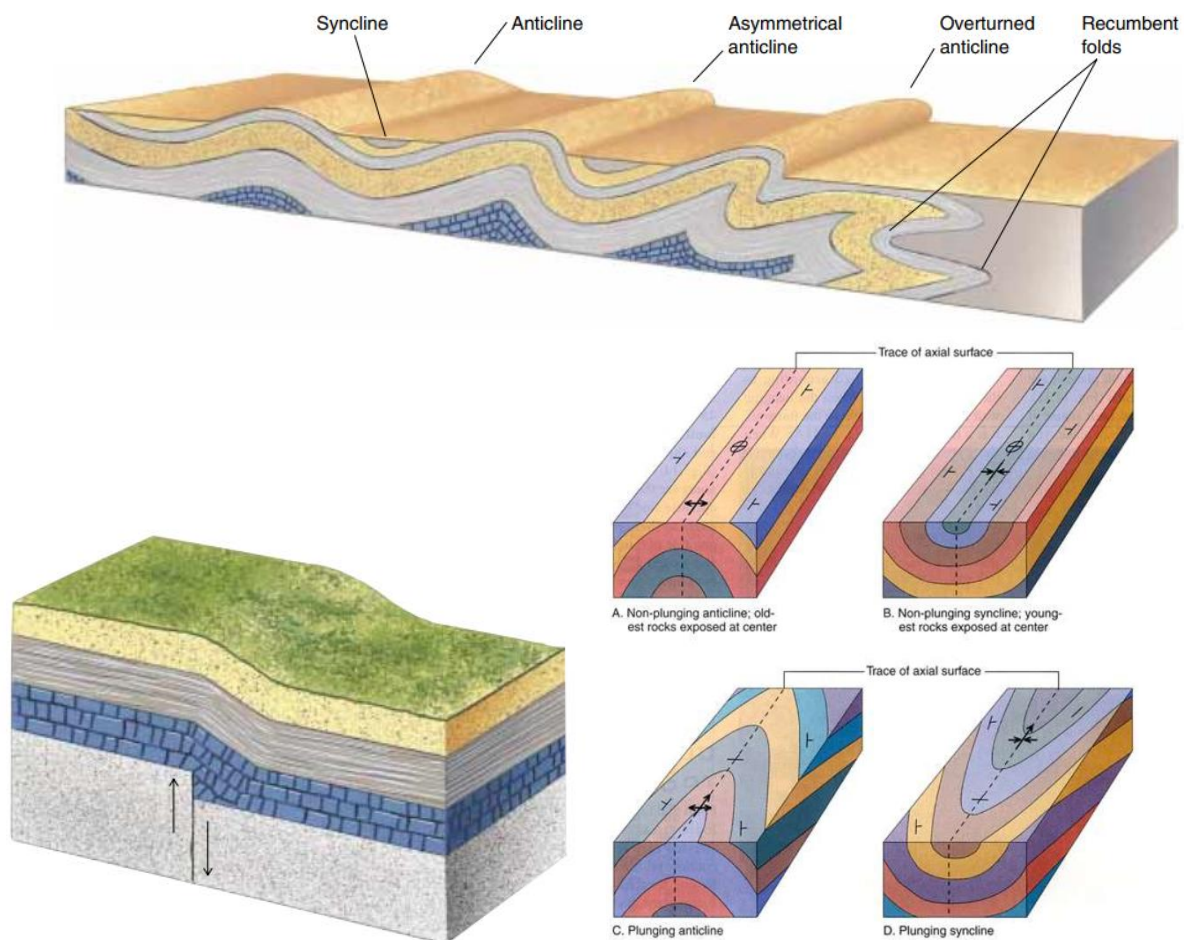
Berdasarkan posisi bidang sumbunya, lipatan dapat diklasifikasikan menjadi secara deskriptif (berdasarkan posisi bidang sumbu dan sayap), menjadi:

- Lipatan simetri** (symmetrical fold) yaitu lipatan yang kedua sayapnya mempunyai sudut kemiringan.



- b. **Lipatan asimetri** (asymmetrical fold) yaitu lipatan yang kedua sayapnya mempunyai sudut kemiringan tidak sama besar.
- c. **Lipatan isoklinal** (isoclinal fold) yaitu lipatan yang tegak, sumbu membentuk 90° terhadap dasar.
- d. **Lipatan menggantung** (overturned fold) yaitu lipatan yang miring, namun sangat menonjol pada satu sudut sehingga terlihat seperti menggantung.
- e. **Lipatan rebah** (recumbent fold) lipatan yang kedua sayapnya saling bertumpuk pada satu sisi, sehingga dapat terjadi pembalikan lapisan batuan.
- f. **Lipatan chevron** (chevron fold) lipatan yang bentuk sisinya sama (simetris) namun puncaknya berbentuk lancip

Selain jenis-jenis lipatan di atas, terdapat pula **lipatan menunjam** (*plunging fold*) dimana salah satu sisinya tidak tegak sepenuhnya, namun menunjam ke dalam tanah dan **monoklin** yaitu lipatan yang hanya memiliki satu sayap lipatan.



Geometri lipatan (Sumber: Thompson dan Turk, 1997)

### ASPEK GEOMETRI DALAM GEOLOGI STRUKTUR

Secara geometris, unsur struktur geologi dapat dibedakan menjadi:

- Struktur bidang (planar): bidang perlapisan, bidang foliasi, bidang rekahan, bidang sesar, bidang belahan (*cleavage*), dsb.
- Struktur garis (linear): lineasi mineral, sumbu lipatan, gores-garis, dsb.



### Struktur Bidang

Kedudukan sebuah struktur bidang dapat diwakili oleh sepasang angka. Terdapat dua cara penulisan yang dapat digunakan untuk menuliskan sepasang angka tersebut, yaitu :

1. Cara penulisan jurus (*strike*) dan kemiringan (*dip*).
2. Cara penulisan kemiringan (*dip*) dan arah kemiringan (*dip direction*)

Jurus (*strike*) suatu struktur bidang pada lokasi tertentu adalah sudut antara garis jurus dengan utara sebenarnya. Dengan kata lain, jurus adalah sudut antara garis horizontal pada suatu struktur bidang dengan utara sebenarnya. Jurus merupakan besaran sudut yang diukur dalam satuan derajat ( $^{\circ}$ ) dengan menggunakan kompas. Setiap sudut yang diukur dengan menggunakan kompas disebut arah (*bearing* atau *azimuth*).

Jurus suatu struktur bidang dapat dideskripsikan dengan dua cara:

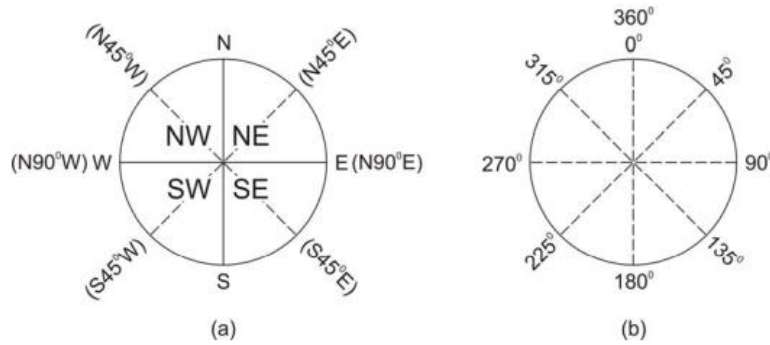
1. **Konvensi kuadran.** Dalam konvensi ini, seluruh kemungkinan arah dibagi ke dalam 4 kuadran (NE, SE, NW, dan SW) yang masing-masing kuadran memiliki besar  $90^{\circ}$ , dan jurus ditentukan dengan memberikan angka dalam derajat yang mewakili besar sudut (bisa ke arah barat atau timur) antara garis jurus dengan utara sebenarnya. Beberapa contoh penentuan dan penulisan jurus dalam konvensi kuadran adalah sebagai berikut:
  - a. Jika garis jurus pada suatu bidang struktur bidang tepat berarah N-S, dalam konvensi kuadran jurus struktur bidang tersebut ditulis N0oE atau N0oW.
  - b. Jika garis lurus pada struktur bidang tepat berarah NW-SE, dalam konvensi kuadran jurus struktur bidang tersebut ditulis N45oW atau S45oE.
  - c. Jika garis jurus pada struktur bidang tepat berarah NE-SW, dalam konvensi kuadran jurus struktur bidang tersebut ditulis N45oE atau S45oW.

Dari contoh-contoh di atas, dapat dilihat bahwa penulisan dan penyebutan jurus dengan mengacu terhadap arah utara selalu memiliki pasangan yang sama dengan penulisan dan penyebutan jurus dengan mengacu terhadap arah selatan. Hal ini disebabkan karena tidak ada keharusan untuk membedakan titik-titik ujung dari sebuah garis horizontal. Namun, jika konvensi kuadran harus digunakan, telah menjadi kebiasaan bagi para ahli geologi untuk selalu menulis dan menyebut jurus dengan mengacu pada arah utara.

2. **Konvensi azimuth.** Seluruh kemungkinan arah dibagi ke dalam  $360^{\circ}$ , dengan arah utara ditetapkan memiliki nilai  $0^{\circ}$  atau  $360^{\circ}$ . Karena pengukuran jurus selalu berputar dari arah utara ke timur (searah jarum jam), maka jurus dalam konvensi azimuth sebenarnya dapat dideskripsikan secara keseluruhan dengan angka, tanpa harus menyebutkan singkatan mata angin. Namun untuk membedakan pengukuran jurus dengan pengukuran besaran lainnya yang menggunakan satuan derajat, dalam konvensi azimuth singkatan mata angin tetap disertakan dalam penulisan jurus. Sebagai contoh:

Jika garis jurus tepat berarah N-S, maka jurusnya adalah N0 $^{\circ}$ E atau N180 $^{\circ}$ E.

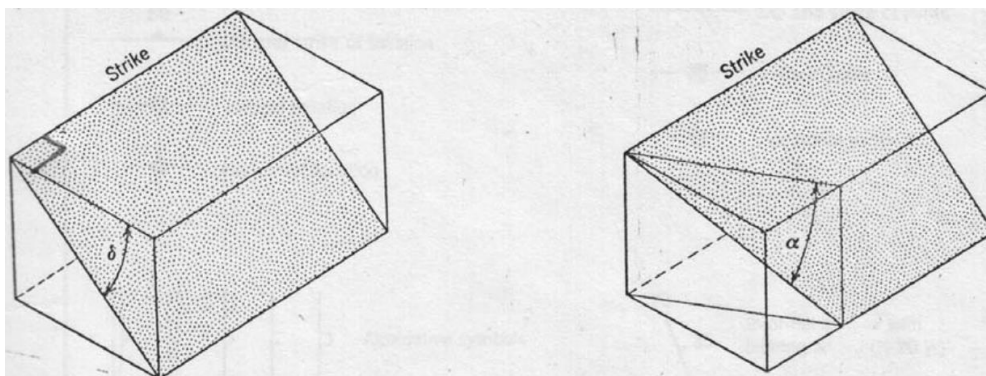
  - a. Jika garis jurus tepat berarah E-W, maka jurusnya adalah N90 $^{\circ}$ E atau N270 $^{\circ}$ E.
  - c. Jika garis lurus tepat berarah NW-SE, maka jurusnya adalah N135 $^{\circ}$ E atau N315 $^{\circ}$ E.
  - d. Jika garis jurus tepat berarah NE-SW, maka jurusnya adalah N45 $^{\circ}$ E atau N225 $^{\circ}$ E.



### **Dip (Kemiringan) Struktur Bidang**

Kemiringan struktur bidang ada 2 macam:

1. **Kemiringan sebenarnya (*true dip*)**: sudut antara struktur bidang tersebut dan sebuah bidang horizontal yang diukur pada bidang vertikal tertentu. Bidang vertikal yang tertentu ini memiliki orientasi yang tepat tegak lurus dengan garis jurus. Pada sebuah struktur bidang, kemiringan sebenarnya selalu merupakan kemiringan lereng yang paling besar, dan arah kemiringan sebenarnya merupakan arah yang tepat tegak lurus jurus. Arah kemiringan sebenarnya selalu ditentukan pada arah turun lereng (*downslope*).
2. **Kemiringan semu (*apparent dip*)**: kemiringan yang diukur pada bidang vertikal yang tidak tegak lurus garis jurus. Besar kemiringan semu harus selalu lebih kecil daripada besar kemiringan sebenarnya. Besar kemiringan semu yang diukur pada bidang vertikal yang mengandung garis jurus adalah  $0^\circ$ . Kemiringan dideskripsikan sebagai sudut yang memiliki besar antara  $0^\circ$ - $90^\circ$ . Bidang dengan kemiringan  $0^\circ$  adalah bidang horizontal, sedangkan bidang dengan kemiringan  $90^\circ$  adalah bidang vertikal. Pada umumnya, kemiringan antara  $0^\circ$ - $20^\circ$  dianggap sebagai kemiringan landai,  $20^\circ$  - $50^\circ$  dianggap sebagai kemiringan sedang, dan  $50^\circ$  - $90^\circ$  dianggap sebagai kemiringan terjal. Untuk lapisan terbalik (*overturned*), kemiringan tetap dideskripsikan sebagai sebuah sudut yang lebih kecil dari  $90^\circ$ , tetapi pada peta digunakan simbol yang berbeda.



### **Penulisan Kedudukan *Strike* (Jurus) dan *Dip* (Kemiringan)**

Dengan menggunakan cara penulisan jurus dan kemiringan, pendeskripsian kedudukan struktur bidang dengan angka jurus dan angka kemiringan saja tidak dapat secara unik mendefinisikan kedudukan suatu struktur bidang. Sebagai contoh, sebuah struktur bidang dengan jurus E-W dapat miring ke arah N atau S, dan sebuah struktur bidang dengan jurus  $N40^\circ E$  dapat miring ke arah SE atau NW. Karena itu, untuk cara penulisan jurus dan kemiringan, arah umum dari kemiringan harus disertakan dalam pendeskripsian suatu

struktur bidang. Dalam pendeskripsian kedudukan struktur bidang, arah pasti dari kemiringan tidak diperlukan karena arah kemiringan selalu tepat  $90^\circ$  dari jurus. Sebagai contoh, adalah cukup untuk menuliskan dan menyebutkan bahwa struktur bidang dengan jurus  $N30^\circ E$  memiliki kemiringan, misalnya,  $24^\circ NW$ . Arah kemiringan dari struktur bidang ini secara otomatis dapat diketahui, yaitu  $N60^\circ W$ . Kedudukan suatu struktur bidang secara lengkap terdeskripsikan jika (1) jurus, (2) kemiringan, dan (3) arah umum dari kemiringan ditunjukkan. Contoh:

- Kedudukan struktur bidang yang tepat berarah N-S dengan kemiringan  $80^\circ E$  ditulis sebagai:  $N0^\circ E/80^\circ E$ ,  $N0^\circ W/80^\circ E$ , atau  $N180^\circ E/80^\circ E$
- Kedudukan struktur bidang yang tepat berarah E-W dengan kemiringan  $30^\circ N$  ditulis sebagai:  $N90^\circ E/30^\circ N$ ,  $N90^\circ W/30^\circ N$ , atau  $N270^\circ E/30^\circ N$ .
- Kedudukan struktur bidang yang tepat berarah NW-SE dengan kemiringan  $60^\circ SW$  ditulis sebagai:  $N45^\circ W/60^\circ SW$ ,  $N135^\circ E/60^\circ SW$ , atau  $N315^\circ E/60^\circ SW$ .
- Kedudukan struktur bidang yang tepat berarah NE-SW dengan kemiringan  $15^\circ NW$  ditulis sebagai:  $N45^\circ E/15^\circ NW$  atau  $N225^\circ E/15^\circ NW$ .

### Penulisan *Dip* (Kemiringan) dan *Dip Direction* (Arah Kemiringan) Untuk Struktur Bidang

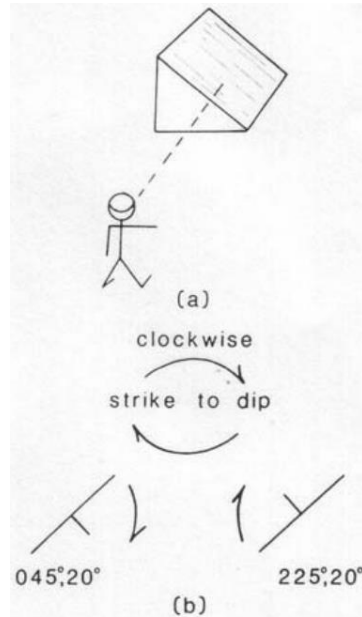
Kedudukan struktur bidang juga dapat dideskripsikan dengan cara penulisan kemiringan dan arah kemiringan. Cara penulisan ini, untuk contoh-contoh kedudukan struktur bidang di atas, diperlihatkan pada tabel di bawah ini:

Cara Penulisan Jurus dan Kemiringan		Cara Penulisan Kemiringan dan Arah Kemiringan
Konvensi Kuadran	Konvensi <i>Azimuth</i>	
$N0^\circ E/80^\circ E$ atau $N0^\circ W/80^\circ E$	$N0^\circ E/80^\circ E$ atau $N180^\circ E/80^\circ E$	$80^\circ$ , $N90^\circ E$
$N90^\circ E/30^\circ N$ atau $N90^\circ W/30^\circ N$	$N90^\circ E/30^\circ N$ atau $N270^\circ E/30^\circ N$	$30^\circ$ , $N0^\circ E$
$N45^\circ W/60^\circ SW$	$N135^\circ E/60^\circ SW$ atau $N315^\circ E/60^\circ SW$	$60^\circ$ , $N225^\circ E$
$N45^\circ E/15^\circ NW$	$N45^\circ E/15^\circ NW$ atau $N225^\circ E/15^\circ NW$	$15^\circ$ , $N315^\circ E$
$N3^\circ E/20^\circ W$	$N3^\circ E/20^\circ W$ atau $N183^\circ E/20^\circ W$	$20^\circ$ , $N273^\circ E$
$N82^\circ W/85^\circ N$	$N98^\circ E/85^\circ N$ atau $N278^\circ E/85^\circ N$	$85^\circ$ , $N8^\circ E$

### *Right Hand Rule* (Aturan Tangan Kanan)















Dalam konvensi *azimuth*, jurus harus selalu dituliskan dengan tiga digit angka dan kemiringan harus selalu dituliskan dengan dua digit angka ditambah dengan arah kemiringan. Banyak ahli geologi menggunakan sistem yang lebih cepat untuk dituliskan, dan sistem ini dikenal sebagai aturan tangan kanan (*right-hand rule*). Jika kita mengikuti aturan tangan kanan, kita harus memilih arah jurus sehingga, jika kita menghadap pada arah jurus tersebut, struktur bidang miring ke arah kanan. Dengan demikian, dari setiap pengukuran struktur bidang dengan menggunakan kompas, arah kemiringan akan selalu dapat ditentukan dengan menambahkan  $90^\circ$  searah perputaran jarum jam (*clockwise*) terhadap besar jurus. Salah satu keuntungan dari penerapan aturan ini adalah kedudukan struktur bidang dapat dideskripsikan secara keseluruhan dalam angka.





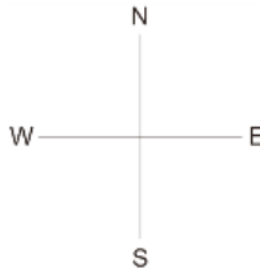
### Penggambaran Struktur Bidang

Selain dengan angka, kedudukan struktur bidang dapat pula dideskripsikan dengan menggunakan simbol pada peta. Penggunaan simbol ini menjadikan geometri dari sebuah struktur pada peta lebih mudah dibayangkan. Simbol-simbol untuk berbagai jenis struktur bidang diperlihatkan pada gambar di bawah. Pada peta, jurus ditandai dengan garis yang digambarkan sejajar dengan garis jurus. Garis jurus sebaiknya digambarkan dengan panjang yang cukup ( $\pm 10$  mm) sehingga arahnya dapat ditentukan secara akurat di peta. Tanda kemiringan diterakan pada titik tengah garis jurus, digambar menunjukkan arah kemiringan dengan panjang  $1/3$  panjang garis jurus. Besar kemiringan dicantumkan di ujung tanda kemiringan, ditulis dengan orientasi sejajar garis batas bawah/atas peta.

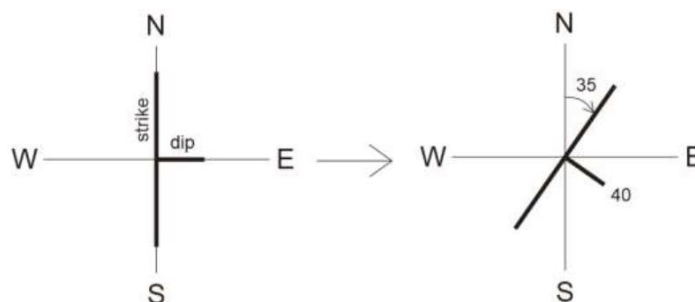
	Jurus dan kemiringan lapisan		Jurus dan kemiringan belahan (cleavage)
	Lapisan membalik		Belahan vertikal
	Lapisan vertikal top		Belahan horisontal
	Lapisan horisontal		Jurus dan kemiringan kekar
	Jurus dan kemiringan foliasi		Kekar vertikal
	Foliasi vertikal		Kekar horisontal
	Foliasi horisontal		Kedudukan N80°E/45° atau S80°W/45°SE atau 45°, N170°E

Latihan:

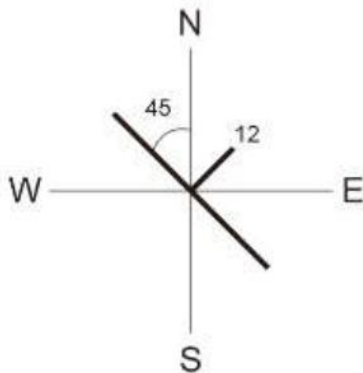
1. Buatlah simbol jurus dan kemiringan dari lapisan batuan dengan kedudukan N35°E/40°SE
  - Buatlah sebuah tanda palang dan tuliskan empat arah mata angin



- Perlu diperhatikan bahwa dalam penentuan *strike* arah acuan utama adalah utara. Bila *strike* memiliki kedudukan  $N 35^{\circ} E$ , berarti dari titik utara, garis berotasi  $35^{\circ}$  ke arah timur (searah gerak jarum jam). Lalu diketahui kemiringan bidang sebesar  $40^{\circ} SE$ , sehingga arah *dip* adalah tenggara. Arah kemiringan selalu tegak lurus arah *strike*.



2. Pada sebuah peta, terlihat simbol sebagai berikut. Tentukan kedudukannya!



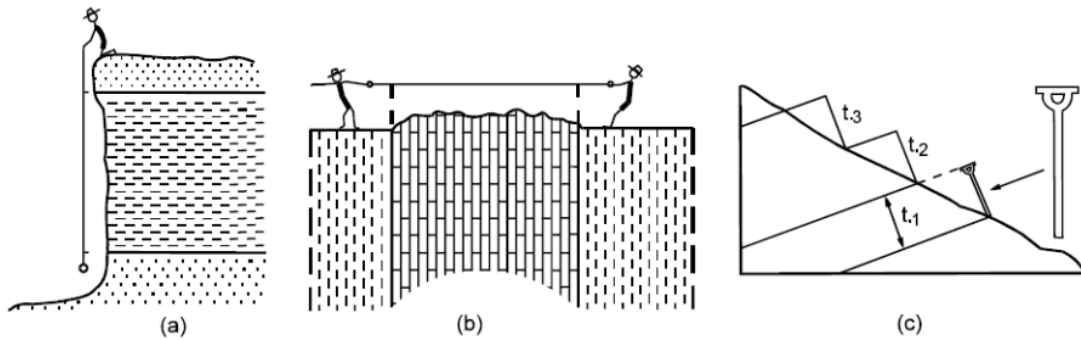
Penulisan yang sesuai adalah:  
N45°W/12°NE (aturan kuadran)  
N315°E/12°NE (aturan azimuth)

### Menentukan Ketebalan dan Kedalaman

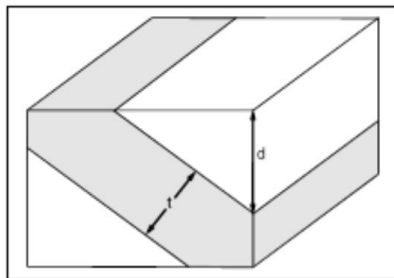
**Ketebalan** adalah jarak antara dua bidang sejajar secara tegak lurus bidang. **Kedalaman** adalah jarak vertikal dari ketinggian tertentu (umumnya permukaan bumi) ke arah bawah, terhadap satu titik, garis, atau bidang.

#### Ketebalan

Ketebalan lapisan dapat ditentukan dengan beberapa cara, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengukuran secara langsung dapat dilakukan pada suatu keadaan tertentu, misalnya lapisan horizontal yang tersingkap pada tebing vertikal (a), lapisan vertikal yang tersingkap pada topografi datar (b) sedangkan pada topografi miring dapat digunakan alat “Jacob’s staff”, yaitu tongkat yang dilengkapi dengan *handlevel*, klinometer atau kompas pada bagian atasnya (c).



Apabila keadaan medan, struktur yang rumit, atau keterbatasan alat yang dipakai tidak memungkinkan pengukuran secara langsung, diadakan pengukuran secara tidak langsung. Akan tetapi, sebaiknya diusahakan pengukuran mendekati secara langsung. Pengukuran tidak langsung yang paling sederhana adalah pada lapisan miring, tersingkap pada permukaan horizontal (gambar 5.3), dimana lebar singkapan diukur tegak lurus jurus, yaitu **W**. Dengan mengetahui kemiringan lapisan ( $\delta$ ) maka ketebalannya.



$$t = W \sin \delta$$

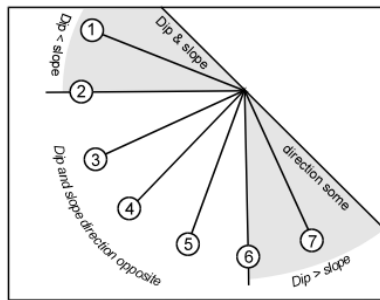
$w$  = lebar singkapan  
 $l$  = panjang pengukuran  
 $\delta$  = besar kemiringan lapisan

Apabila pengukuran lebar singkapan tidak tegak lurus jurus (1), maka lebar sebenarnya harus dikoreksi lebih dahulu,  $w = l \sin \beta$ , dimana  $\beta$  adalah sudut antara jurus dengan arah pengukuran. Ketebalan yang didapat adalah:

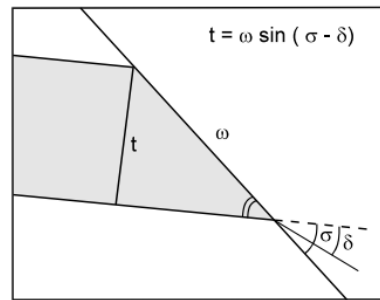
$$t = l \sin \beta \sin \delta \quad \delta = \text{besar kemiringan lapisan}$$

Dengan cara pengukuran dapat dipakai, apabila pengukuran lebar singkapan dilakukan pada permukaan miring. Dalam hal ini ketebalan merupakan fungsi sudut kemiringan ( $\delta$ ) dan sudut lereng ( $\sigma$ ). Beberapa kemungkinan posisi lapisan terhadap lereng dan perhitungan ketebalannya, ditunjukkan dalam gambar di bawah ini.

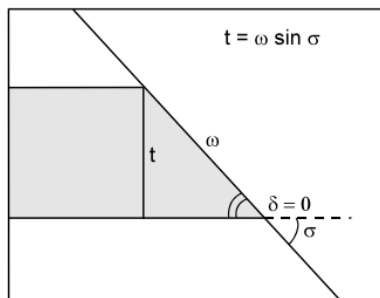




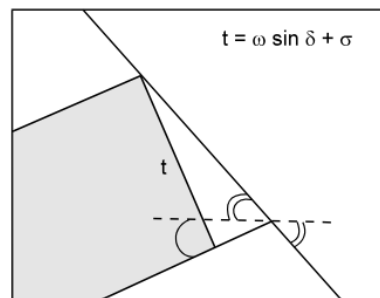
(a)



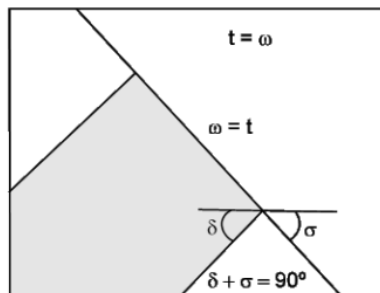
(b)



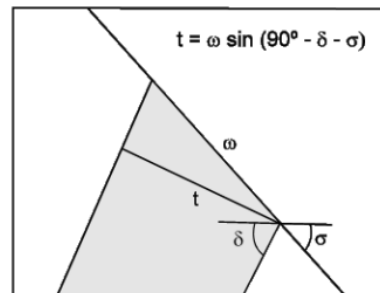
(c)



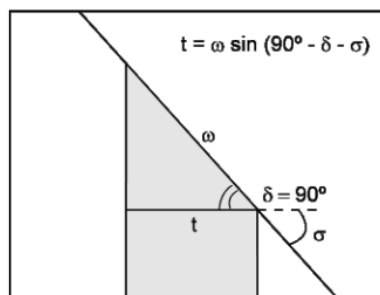
(d)



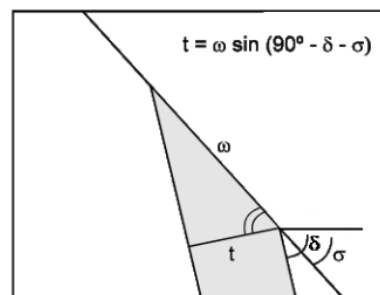
(e)



(f)

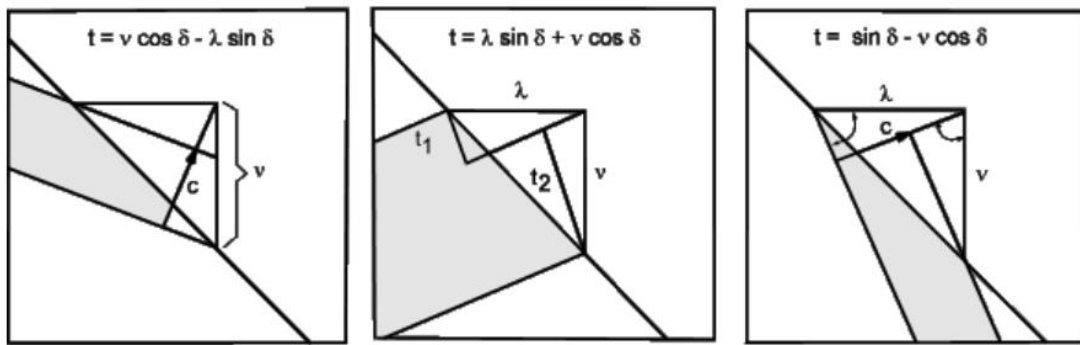


(g)



(h)

Pendekatan lain untuk mengukur ketebalan secara tidak langsung dapat dilakukan dengan mengatur jarak antara titik, yang merupakan batas lapisan sepanjang lintasan tegak lurus jurus. Pengukuran ini dilakukan apabila bentuk lereng tidak teratur. Bisa juga menghitung ketebalan lapisan dari peta geologi. Beberapa kemungkinan posisi terhadap lereng dan perhitungan ketebalannya, ditunjukkan dalam gambar berikut:



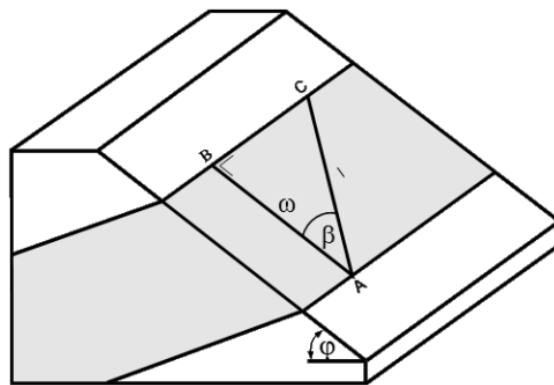
Untuk mengukur ketebalan pada lereng, apabila pengukuran tidak tegak lurus jurus, digunakan persamaan trigonometri:

$$t = l |\sin \delta \cos \sigma \sin \beta \pm \sin \sigma \cos \delta|$$

$\sigma$  = kemiringan lereng **terukur**

$\beta$  = sudut pengukuran

$\delta$  = kemiringan lapisan



Perhitungan dengan cara yang lain dapat juga dilakukan dengan mencari lebih dahulu kemiringan lereng yang tegak lurus jurus lapisan yang dapat ditentukan dengan persamaan:

$$\tan \sigma = \sin \beta \tan \varphi$$

$\beta$  = sudut antara jurus dengan arah pengukuran

$\sigma$  = sudut lereng terukur

sehingga  $\varphi$  dapat ditentukan.

Dari perhitungan di atas dapat diperoleh lebar singkapan yang tegak lurus jurus ( $\omega$ ), dengan menggunakan persamaan:

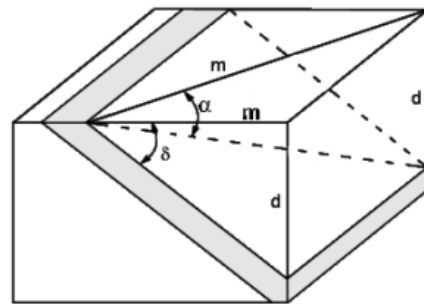
$$\omega = \frac{l \sin \sigma}{\sin \varphi}$$

### Kedalaman

Menghitung kedalaman lapisan ada beberapa cara, diantaranya:

- Perhitungan secara geometri dengan *Alignment nomograph*
- dengan kurva

Dengan cara perhitungan geometri, yang perlu diperhatikan ialah: kemiringan lereng, kemiringan lapisan dan jarak jurus dari singkapan ke titik tertentu. Pada permukaan horizontal, kedalaman lapisan (**d**) dapat dihitung dengan rumus:



$$d = m \tan \delta$$

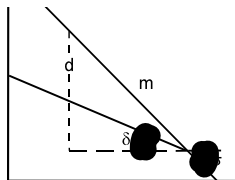
**m** = jarak tegak lurus dari singkapan ke titik tertentu

**delta** = kemiringan lapisan

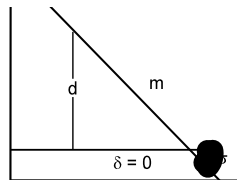
Apabila m tidak tegak lurus jurus, maka kemiringan lapisan yang dipakai adalah kemiringan semu ( $\alpha$ ):

$$d = m \tan \alpha$$

Untuk kemiringan lapisan dan kemiringan lereng tertentu, kedalaman dapat dicari dengan menggunakan rumus sebelumnya. Sedangkan rumus umumnya:

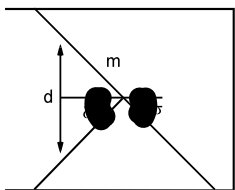


$$d = m (\sin \sigma - \cos \sigma \tan \delta)$$

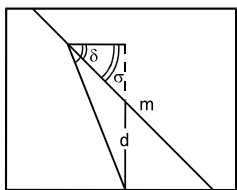


$$d = m \sin \sigma$$

$d$  =  $m [ \sin \sigma \pm \cos \sigma \tan \delta ]$   
**m** = jarak tegak lurus jurus pada bidang miring  
 $\sigma$  = kemiringan lereng  
 $\delta$  = kemiringan lapisan



$$d = m (\cos \sigma \tan \delta + \sin \sigma)$$



$$d = m (\cos \sigma \tan \delta - \sin \sigma)$$

Sumber:

Davis, H. G., S.J. Reynolds, dan C.F. Kluth. 2012. *Structural Geology of Rocks and Regions*. New York: John Wiley & Sons.

Fossen, H. 2010. *Structural Geology*. New York: Cambridge University Press.

Laboratorium Geologi Dinamik ITB. 2017. *Geologi Struktur: Prinsip Dasar Geometri dan Interpretasi*.

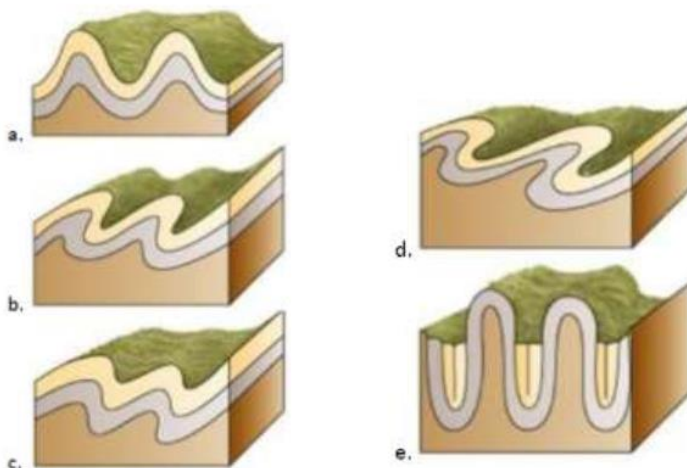
Thompson, G.R., dan J. Turk. 1997. *Introduction to Physical Geology*. Fort Worth: Saunders College Publishing.



SOAL

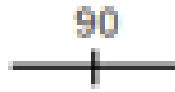
1. Di titik A dijumpai batupasir dengan perlapisan  $N45^{\circ}E/40^{\circ}SE$ . Pada titik B terletak 250 m di arah  $N315^{\circ}E$  dijumpai batupasir yang sama dengan perlapisan  $N225^{\circ}E/40^{\circ}NW$ . Struktur geologi yang terdapat di daerah tersebut adalah...
  - a. Antiklin simetri
  - b. Antiklin asimetri
  - c. Antiklin menunjam
  - d. Sinklin asimetri
  - e. Sinklin simetri
2. Hukum geologi yang digunakan untuk menentukan umur relatif suatu sesar terhadap batuan di tempat tersebut adalah...
  - a. Inklusi
  - b. Horizontalitas
  - c. *Lateral Accretion*
  - d. *Cross-cutting relations*
  - e. Superposisi
3. Sesar sinistral dapat diketahui jika...
  - a. Blok batuan sebelah kiri mendekat
  - b. Blok batuan sebelah kanan menjauh
  - c. Blok batuan sebelah kiri bergerak turun
  - d. Blok *hanging wall* bergerak naik
  - e. Blok *hanging wall* bergerak turun
4. Berikut ini adalah struktur-struktur yang dapat hadir berserta sesar, **kecuali**...
  - a. Rekah gerus
  - b. *Vein*
  - c. *Microfold*
  - d. *Slickenside* dan *slickenline*
  - e. *Columnar joint*
5. Jenis sesar yang mengakibatkan batuan yang lebih tua berada di atas batuan yang lebih muda adalah...
  - a. Sesar normal
  - b. Sesar geser menganan
  - c. Sesar geser mengiri
  - d. Sesar naik
  - e. Sesar listrik
6. Suatu lapisan batuan memiliki jurus dan kemiringan  $N120^{\circ}E/45^{\circ}$ , posisi ini sama dengan...
  - a.  $S60^{\circ}E/45^{\circ}$
  - b.  $N30^{\circ}W/45^{\circ}$
  - c.  $S120^{\circ}W/45^{\circ}$
  - d.  $S60^{\circ}W/45^{\circ}$
  - e.  $S180^{\circ}W/45^{\circ}$

7. Titik yang merupakan kelengkungan maksimum suatu perlipatan batuan disebut...
- Hinge*
  - Crest*
  - Plunge*
  - Trough*
  - Limb*
8. Daerah terendah dari suatu lipatan disebut...
- Hinge*
  - Crest*
  - Limb*
  - Trough*
  - Plunge*
9. Perhatikan pernyataan-pernyataan berikut:
- Kekar umumnya berpasangan
  - Pasangan *shear fracture* membentuk sudut lancip ( $45^\circ - 60^\circ$ )
  - Sheeting joint* terbentuk karena hasil pendinginan
  - Lipatan dan Sesar naik merupakan contoh hasil pemendekan
  - Gores garis merupakan indikasi adanya sesar
- Manakan pernyataan di atas yang paling tepat?
- 1, 2, 3
  - 1, 2, 5
  - 2, 3, 4
  - 2, 4, 5
  - 3, 4, 5
10. Di bawah ini yang bukan termasuk struktur bidang adalah...
- Lapisan batuan
  - Striasi dan Lineasi
  - Sesar
  - Vein*
  - Foliasi
11. Penggambaran lipatan isoklinal adalah...



12. Simbol ini merupakan simbol untuk lapisan batuan dengan bidang...

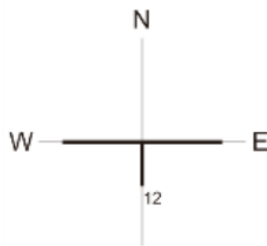
- a. Vertikal
- b. Horizontal
- c. Rebah
- d. Miring
- e. Datar



13. Dalam suatu pengeboran vertikal yang menembus batupasir, didapatkan perlapisan batubara pada kedalaman 20m. Di sebelah utara, pada titik pengeboran vertikal lainnya berjarak 50m, dijumpai pula perlapisan batubara yang sama pada kedalaman 70m di bawah batupasir. Topografi daerah tersebut adalah datar. Jika jurus batubara tersebut ke arah barat, maka kemiringan perlapisan batubara adalah...

- a.  $35^\circ$
- b.  $45^\circ$
- c.  $55^\circ$
- d.  $65^\circ$
- e.  $75^\circ$

14.



Cara penulisan kedudukan jurus dan kemiringan berdasarkan gambar di atas yang benar adalah...

- a.  $N90^\circ W/12^\circ S$
- b.  $N90^\circ E/12^\circ S$
- c.  $N270^\circ E/12^\circ N$
- d. A dan B benar
- e. B dan C benar

15. Berikut ini adalah struktur-struktur sekunder pada batuan, **kecuali**...

- a. Foliasi batuan metamorf
- b. Antiklin
- c. Sesar
- d. *Parallel lamination*
- e. Tidak ada jawaban yang benar

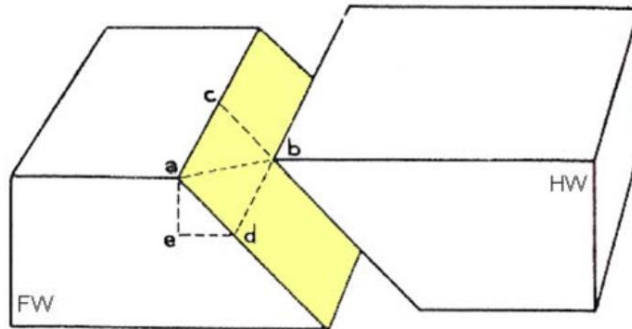
16. Karakteristik *overturned fold* adalah...

- a. Bidang sumbu yang miring, kedua sayap miring ke arah berlawanan
- b. Bidang sumbu yang miring, kedua sayap miring ke arah yang sama
- c. Bidang sumbu tegak, kedua sayap miring ke arah berlawanan
- d. Bidang sumbu horizontal
- e. Bidang sumbu rebah



17. Berikut ini adalah tanda-tanda kehadiran sesar, **kecuali**...
- Terdapat gawir dengan gores garis
  - Kemunculan beberapa mata air yang sejajar dengan tebing
  - Adanya breksiasi
  - Semua benar
  - Semua salah

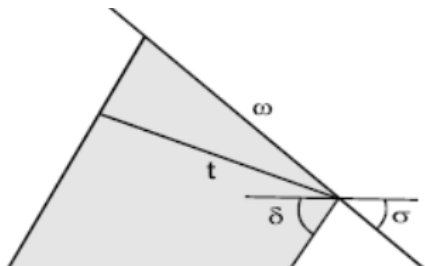
18.



Berikut ini adalah pernyataan yang tepat mengenai gambar di atas, kecuali...

- ab adalah *net slip*
- ae adalah *vertical slip*
- cb adalah *dip slip*
- ad adalah *dip slip*
- ac adalah *horizontal dip slip*

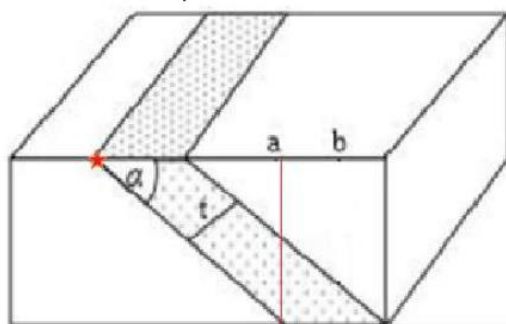
19.



Rumus yang tepat untuk menentukan ketebalan lapisan berdasarkan gambar adalah...

- $t = w \sin (\delta - \sigma)$
- $t = w \sin (\sigma - \delta)$
- $t = w \sin (90 - \delta - \sigma)$
- $t = w \sin (\delta + \sigma)$
- $t = w \sin \sigma$

20.



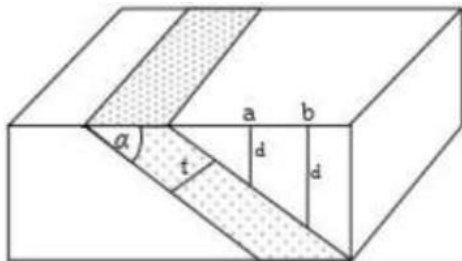
Perhatikan gambar di atas ini. Bagian yang diarsir adalah lapisan batuan. Jika lebar singkapan yang tegak lurus adalah 1 meter. Nilai  $\alpha=45^\circ$ . Jarak dari tanda bintang ke titik a adalah 20 m. Berapa dalamkah di titik A seseorang harus mengebor agar dapat menembus hingga batas bawah dari lapisan batuan tersebut?

- a. 5m
- b. 10m
- c. 15m
- d. 20m
- e. 25m

21. Seorang geologist muda sedang berjalan ke arah utara menelusuri suatu sungai yang mengalir relatif lurus ke utara. Di titik A pada tebing kiri sungai dijumpai lapisan batupasir berwarna putih kekuningan dengan kedudukan perlapisan N 90o E/20oS yang tidak menerus pada tebing kanan sungai. Pada jarak 10 meter ke arah utara dari titik A, batupasir tersebut dijumpai pada tebing kanan sungai dengan kedudukan perlapisan yang relatif sama dan tidak menerus ke tebing kiri sungai. Berdasarkan data di atas, maka disimpulkan jenis sesar yang ada pada sungai tersebut adalah...

- a. Sesar turun
- b. Sesar naik
- c. Sesar geser sinistral
- d. Sesar geser dekstral
- e. Jawaban A, B, C, dan D salah

22.



Perhatikan gambar di atas ini!

Bagian yang diarsir adalah lapisan batuan. Jika lebar singkapan yang tegak lurus adalah 1 meter, sedangkan nilai  $\alpha = 30^\circ$ . Berapakah ketebalan lapisan yang sesungguhnya (t)?

- a. 0,3 m
- b. 1 m
- c. 0,5 m
- d. 1,5 m
- e. 0,67 m

23. Kekar yang disebabkan oleh gaya pengkerutan yang timbul karena pendinginan pada batuan beku adalah...

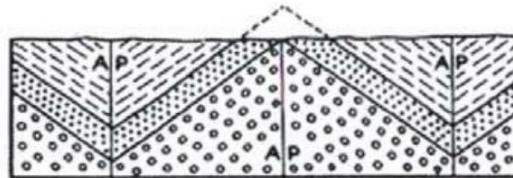
- a. Kekar rilis
- b. Kekar lembaran
- c. Kekar gerus
- d. Kekar tiang
- e. Kekar ekstensi

24. *Triangular facet* adalah morfologi khas yang berasosiasi dengan struktur geologi. Secara umum, *triangular facet* berasosiasi dengan struktur...

- a. Sesar naik
- b. Antiklin
- c. Sesar geser
- d. Sinklin
- e. Sesar normal

25. Gambar berikut adalah salah satu jenis lipatan yang dijumpai di alam, yaitu.....

- a. Kipas
- b. Poliklin
- c. *Chevron*
- d. Homoklin
- e. *Overtured*



26. Sudut yang dibentuk oleh garis striasi pada bidang sesar yang diukur relatif terhadap *strike* bidang adalah...

- a. *Trend*
- b. *Plunge*
- c. *Rake/pitch*
- d. *Dip*
- e. *Dip direction*

27. Struktur yang umumnya terbentuk pada batugamping, sebagai hasil pelarutan mineral penyusun batuan tersebut akibat *stress* adalah....

- a. Kekar gerus
- b. *Vein*
- c. *Stylolite*
- d. Kekar tiang
- e. Kekar lembar

28. Pola aliran sungai yang dikontrol oleh kekar dan sesar adalah

- a. Trelis
- b. Radial
- c. Rektangular
- d. Dendritik
- e. Multibasinal

29. Lipatan yang hanya memiliki satu sayap lipatan dikenal sebagai...

- a. Homoklin
- b. Monoklin
- c. Antiklin
- d. Sinklin
- e. Semua jawaban salah

30. Bila kita berada pada zona kolisi, struktur geologi utama yang akan ditemukan adalah...

- a. Sesar normal
- b. Sesar naik dan *thrust fault*

## PELATIHAN ONLINE 2019 KEBUMIHAN – PAKET 15



- c. Lipatan
- d. a dan b benar
- e. b dan c benar