

ACARA III – MINERALOGI OPTIK

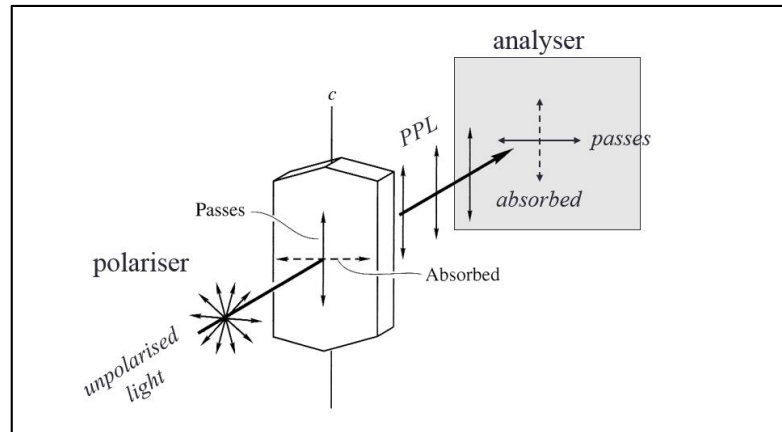
SIFAT-SIFAT OPTIS MINERAL DALAM PENGAMATAN *CROSS POLARIZED LIGHT*

I. Pendahuluan

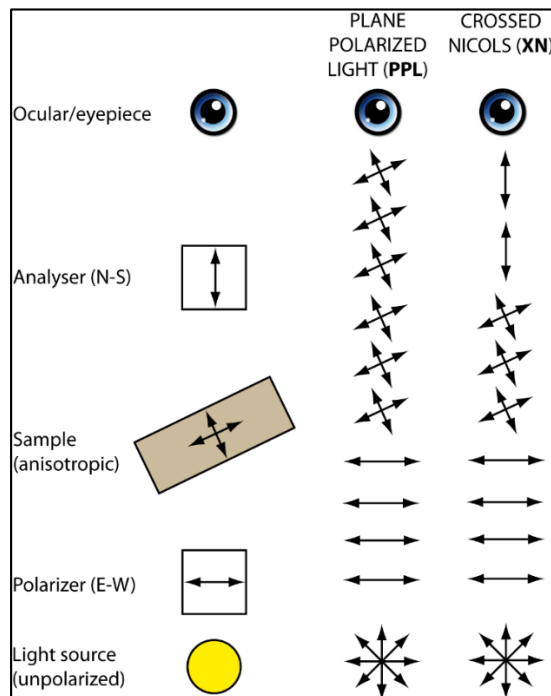
Dalam pengamatan PPL (*plane Polarized Light*), sifat kristal yang teramati antara lain relief, belahan, warna, dan sebagainya yang membedakan suatu mineral dengan mineral lainnya, namun terkadang pengamatan PPL saja masih belum cukup untuk membedakan mineral mineral yang memiliki banyak kemiripan sifat optis khususnya untuk yang berada dalam satu golongan tertentu. Untuk itu, pengamatan polarisasi bersilang perlu dilakukan untuk mengamati sifat optis mineral yaitu warna interferensi, kembaran, gelap, dan tanda rentang optis. Untuk melakukan pengamatan polarisasi bersilang, *analyser* diorientasikan tegak lurus terhadap orientasi polarisator sehingga cahaya kembali terkonsentrasi pada arah tertentu yang kemudian menghasilkan kenampakan yang berbeda dengan polarisasi sejajar.

II. Mekanisme Polarisasi Bersilang

Mekanisme perjalanan cahaya dari sumber cahaya di mikroskop polarisasi pada polarisasi bersilang berbeda dengan polarisasi sejajar. Pada pengamatan PPL cahaya dipolarisasikan satu kali oleh polarisator, sedangkan pada pengamatan XPL cahaya dipolarisasikan dua kali oleh polarisator dan analisator. Orientasi polarisator dan analisator diposisikan tegak lurus, sehingga cahaya yang mulanya terpolarisasi oleh polarisator akan terbiaskan oleh sayatan tipis dan selanjutnya akan terpolarisasi kembali oleh analisator.



Gambar 3.1 Ilustrasi skema pengamatan XPL (modifikasi dari Nesse, 1991)



Gambar 3.2 Ilustrasi perbedaan pengamatan PPL dan XPL

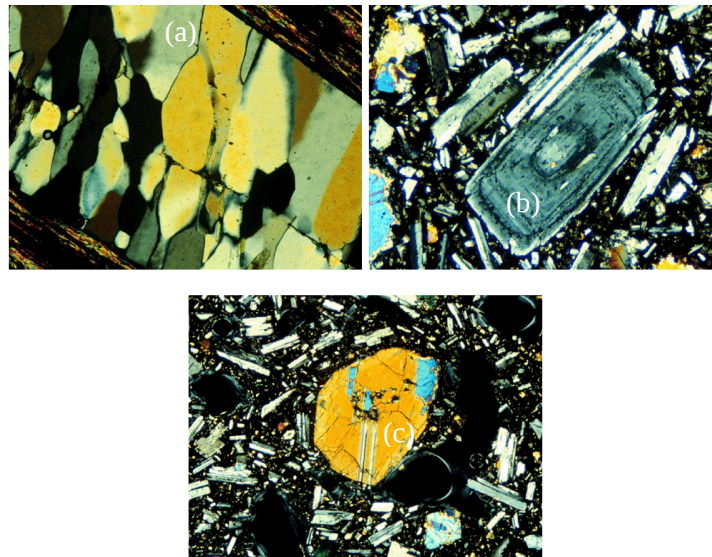
Dengan adanya analisator, cahaya akan terpolarisasikan kembali setelah melalui polarisator dan sayatan tipis. Orientasi yang saling tegak lurus antara analisator dengan polarisator tanpa terbiaskan oleh sayatan tipis, akan menyebabkan tidak adanya cahaya yang melewati analisator sehingga akan nampak gelap. Apabila cahaya terpolarisasi mengalami pembiasan oleh sayatan tipis dan melalui analisator, maka akan nampak sifat optis dari pengamatan XPL seperti warna interferensi, kembaran, gelapan, dan tanda rentang optis.

III. Sifat Optis Polarisasi Bersilang

Berikut adalah sifat-sifat optis mineral penyusun batuan dalam pengamatan XPL:

- **Warna Interferensi**

Warna interferensi merupakan sifat optik mineral berupa kenampakan warna yang dihasilkan oleh sifat dwibias mineral pada posisi polarisator dan analisator yang terpasang. Warna interferensi dapat ditentukan dengan memutar meja objek hingga pada kenampakan memperoleh terang maksimal yang menandakan bahwa sumbu sinar memiliki sudut tegak lurus terhadap sumbu kristal.



Gambar 3.3 Contoh warna interferensi pada (a) kuarsa, (b) albit, dan (c) piroksen

Penting untuk diketahui :

- ✓ Warna interferensi hanya dapat diamati pada mineral anisotropik, sedangkan pada mineral isotropik tidak dapat diamati, hal ini dikarenakan nilai n kristal sama besar sehingga cahaya merambat di sumbu sumbu kristalnya dengan kecepatan yang sama besar.
- ✓ Warna interferensi bukanlah warna asli dari mineral.

- **Retardasi dan *Birefringence***

Retardasi merupakan jarak antara dua gelombang cahaya yang berbeda fase. *Birefringence* adalah selisih nilai antara sumbu lambat dengan sumbu cepat mineral (Nesse, 1991). Persamaan Retardasi (Δ) dirumuskan:

$$\Delta = t(n_1 - n_2)$$

t = tebal mineral

$n_1 - n_2 = \text{birefringence}$

Retardasi dan *birefringence* berhubungan dengan tebal mineral, yang mana secara tidak langsung mengindikasikan ketebalan sayatan tipis. Ketebalan mineral dapat dihitung melalui perhitungan yang sederhana menggunakan bantuan keping aksesoris kuarsa. Nilai *birefringence* kuarsa adalah 0,009. Nilai inilah yang digunakan sebagai patokan perhitungan. Nilai retardasi diketahui dari warna interferensi maksimal ketika sayatan tipis diamati dengan bantuan aksesoris keping kuarsa. Nilai retardasi berpatokan pada tabel Michael Levy sesuai dengan warna yang dihasilkan.

Contoh:

Suatu mineral menunjukkan warna *Red orange* ($505 \cdot 10^{-6}$) pada pengamatan dengan menggunakan keping kuarsa. Dengan menggunakan *birefringence* kuarsa (0,009) sebagai patokan, maka ketebalan dari mineral tersebut dapat diketahui melalui perhitungan:

$$\Delta = t(n_1 - n_2)$$

$$505 \times 10^{-6} = t(0,009)$$

$$t = 505 \times 10^{-6} / 0,009$$

$$t = 0,056 \text{ mm}$$

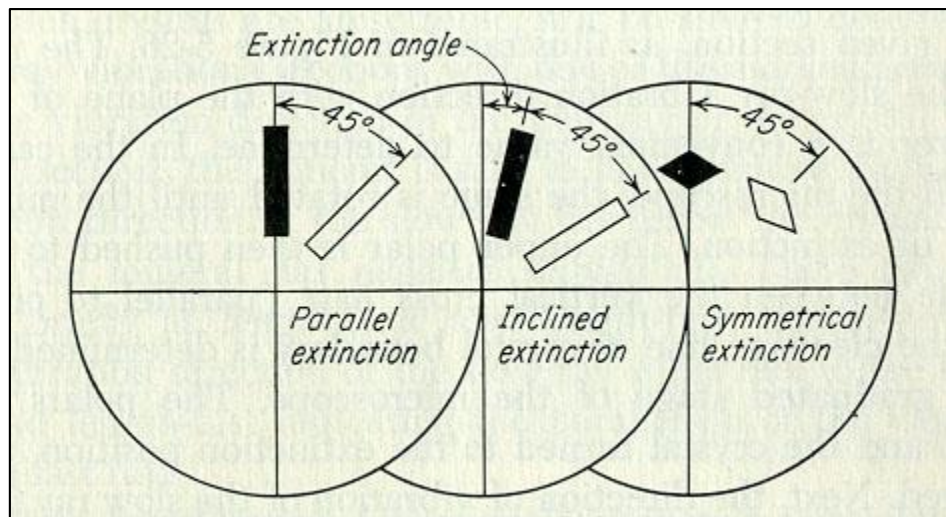
- **Gelapan (*Extinction*)**

Gelapan adalah sifat optis mineral yang terjadi karena tidak ada cahaya yg diteruskan oleh analisator hingga mata pengamat. Pada zat anisotropik terjadi gelap jika sumbu sinar atau arah getar sinar berhimpit dengan arah getar polarisator/analisator. Gelapan pada suatu mineral berkisar $0 - 45^\circ$.

Macam Macam Gelapan :

Berdasarkan sudut gelapannya, gelap dibagi menjadi :

- ✓ Gelapan sejajar (*parallel*), memiliki sudut gelap 0 – 5°
- ✓ Gelapan Miring (*inclined*), memiliki sudut gelap 5 – 45°
- ✓ Gelapan Simetri (*Symmetrical*), memiliki sudut gelap 45°



Gambar 3.4 Ilustrasi gelap berdasarkan sudutnya (Kerr, 1977)

Sudut gelap mineral dapat ditentukan dengan cara sebagai berikut (Kerr, 1977, halaman 103):

- a. Posisikan mineral seorientasi dengan sumbu silang yang nampak melalui mikroskop. Perhatikan posisi nilai sudut yang ada di *stage*.
 - b. Putar *stage* searah maupun berlawanan arah jarum jam, tergantung pada arah perubahan warna interferensi mineral menjadi gelap.
 - c. Hentikan putaran ketika warna interferensi mineral telah menjadi gelap. Amati nilai sudut yang ada di *stage*, selisih antara nilai sudut awal dengan nilai sudut akhir adalah nilai sudut gelap mineral.
- ✓ Jika mineral menjadi gelap diantara tepat diantara sumbu silang, dengan belahan mineral sejajar kepada arah getar sumbu silangnya, maka gelapannya parallel.
 - ✓ Jika mineral menjadi gelap saat belahan atau batas mineral berada pada sudut miring antara dua sumbu silang, maka gelapannya miring.

- ✓ Jika mineral menjadi gelap diantara sumbu silang ketika bidang getaran sumbu silang sejajar dengan diagonal dari pola rhombik mineralnya, maka gelapannya simetri.

Gelapan lain yang menjadi ciri khas dari suatu mineral antara lain adalah:

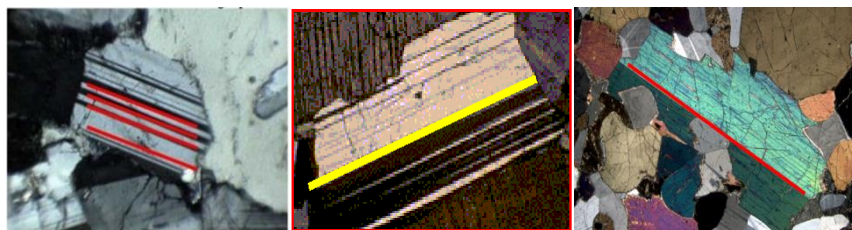
- ✓ Gelapan bergelombang, umumnya dijumpai pada kuarsa dari batuan metamorf
- ✓ Gelapan bintik, umumnya dijumpai pada mineral mika

- **Kembaran**

Kembaran adalah sifat simetri *intergrowth* mineral yang terbentuk selama pertumbuhan kristal yang kondisi tekanan dan temperaturnya tinggi, dua atau lebih kristal *intergrowth* dapat terbentuk secara simetri. Simetri *intergrowth* inilah yang dikenal sebagai kembaran.

Sifat kembaran diamati pada polarisasi bersilang karena kedudukan kisi pada dua lembar kembaran yang berdampingan saling berlawanan, sehingga kedudukan gelap dan warna interferensi maksimalnya berlainan. Umumnya kembaran ditemukan pada kelompok mineral plagioklas. Jenis kembaran tersebut antara lain adalah:

- ✓ Albit
- ✓ Carlsbad
- ✓ Carlsbad-Albit



Gambar 3.5 Kenampakan kembaran pada mineral, kiri (Albit), tengah (Carlsbad-Albit), dan kanan (Carlsbad)

- **Tanda Rentang Optik**

Tanda Rentang Optik adalah istilah untuk menunjukkan hubungan antara sumbu kristalografi (terutama arah memanjangnya kristal) dengan sumbu sinar cepat (X) dan lambat (Z). Tujuannya adalah menentukan sumbu sinar mana (X atau Z) yang kedudukannya berhimpit atau dekat (menyudut lancip) dengan sumbu panjang kristal.

Penentuan tanda rentang optik dilakukan dengan melihat apakah suatu mineral mengalami adisi (penambahan nilai warna interferensi) atau substraksi (pengurangan nilai warna interferensi) saat pengamatan dilakukan menggunakan keping gips ($\Delta = 550 \text{ nm}$).

Saat meja objek diputar dan ternyata memperoleh kenampakan addisi pada warna interferensi mineral, maka tanda rentang optisnya adalah (+), dan sebaliknya jika kenampakan yang diperoleh adalah substraksi, maka tanda rentang optiknya adalah (-).

