

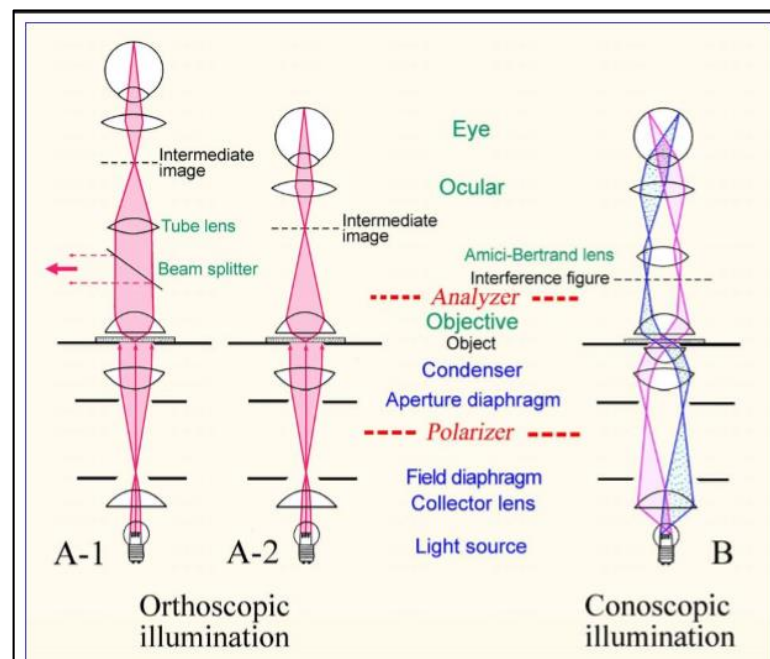
ACARA IV – MINERALOGI OPTIK

PENGAMATAN MINERAL SECARA KONOSKOPIK

I. Pendahuluan

Pengamatan secara konoskopik dilakukan sebagai langkah pengamatan lanjut apabila ada mineral-mineral yang tidak dapat/sulit dibedakan dengan menggunakan nikol sejajar dan nikol bersilang. Pengamatan secara konoskopik dilakukan dengan menggunakan **lensa Amici-Bertrand** dan dengan perbesaran lensa obyektif yang sangat besar ($\sim 40\times$).

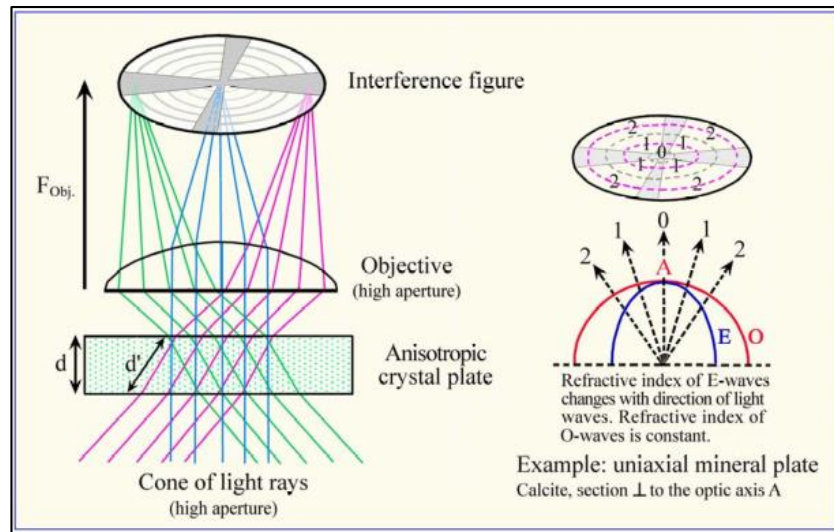
Tujuan dari pengamatan ini adalah untuk mendapatkan gambar interferensi dari suatu mineral, yaitu suatu bayangan optik yang dihasilkan karena gejala bias ganda pada zat **anisotropik**. Perbedaan antara pengamatan secara ortoskopik dengan pengamatan secara konoskopik ditunjukkan oleh Gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4.1 Alur perjalanan cahaya di mikroskop polarisasi (Raith et.al., 2011)

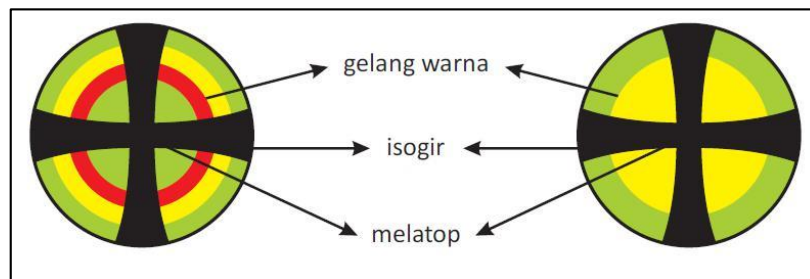
Pengamatan secara konoskopik menghasilkan kenampakan mineral berupa gambar interferensi. Kenampakan gambar interferensi dipengaruhi oleh jumlah

sumbu mineral serta arah sayatan. Pembentukan gambar interferensi diilustrasikan sebagaimana pada Gambar 4.2.



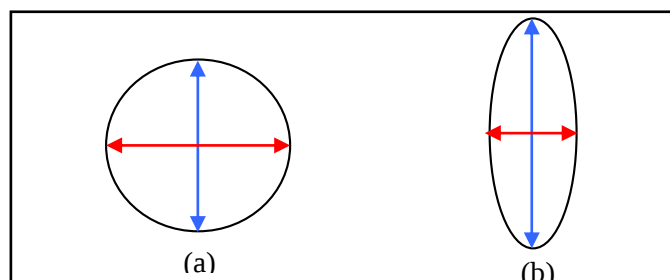
Gambar 4.2 Ilustrasi asal mula gambar interferensi dalam pengamatan konoskopik (Raith et.al., 2011)

II. Komponen Gambar Interferensi



Gambar 4.3 Komponen gambar interferensi

Pada pengamatan secara konoskopik dikenal istilah indikatriks optik. Indikatriks optik merupakan bangun bayangan berbentuk bola atau elipsoid (lonjong) dengan jari-jari paralel terhadap arah getar utama dari gelombang cahaya yang menembus mineral dan panjang sumbu sebanding dengan indeks refraksi. Indikatriks optik mineral secara 2D adalah sebagai berikut.



Gambar 4.4 Ilustrasi indikatriks optik

Gambar 4.4 (a) merupakan indikatriks optik untuk mineral isotropik dalam 2D. Pada mineral isotropik, indikatriks optiknya berbentuk lingkaran karena besar indeks refraksi kedua sumbunya sama besar. Sedangkan pada mineral anisotropik indeks bias antara kedua sumbunya tidak sama besar sehingga kecepatan gelombang cahaya yang merambat melaluinya berbeda. Pada sumbu dengan indeks bias lebih besar, cahaya merambat lebih lambat dan digambarkan dengan garis sumbu yang lebih panjang (Gambar 4.4 (b)). Indikatriks optik dalam bentuk 3D untuk mineral isotropik adalah bangun bola, sedangkan mineral anisotropik adalah elipsoid.

III. Penentuan Sumbu Optik

- **Sumbu 1 (Uniaxial)**

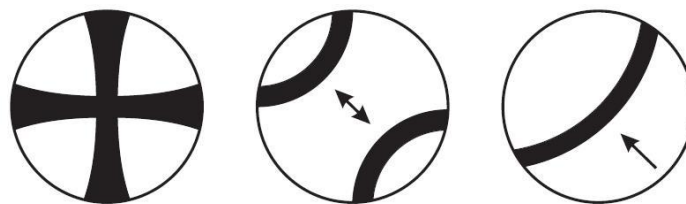
Bentuk isogir pada mineral uniaxial akan tetap lurus pada waktu diputar 0° - 45° .



Gambar 4.5 Bentuk isogir mineral uniaxial

- **Sumbu 2 (Biaxial)**

Bentuk isogir pada mineral biaxial akan memisah menjadi dua lengkungan pada waktu diputar 0° - 45° .



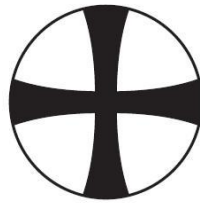
Gambar 4.6 Bentuk isogir mineral biaxial

IV. Penentuan Gambar Interferensi

- **Gambar Interferensi pada Mineral Uniaxial**

- ✓ Gambar Interferensi Terpusat (Optic Axis Figure)

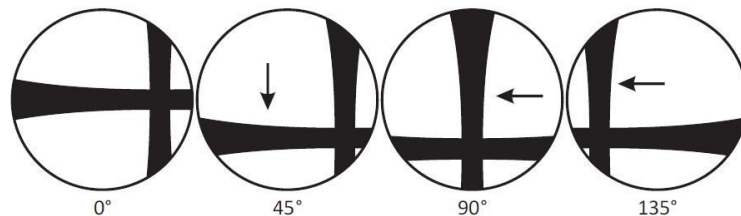
Jenis gambar interferensi ini terbentuk pada sayatan mineral uniaxial yang tegak lurus sumbu c (Gambar 4.7). Bentuk isogir menyilang isometrik tepat di benang silang dan tidak berubah bentuknya bila diputar 0° - 360° .



Gambar 4.7 Gambar interferensi terpusat mineral uniaxial

- ✓ Gambar Interferensi Tak Terpusat Bersudut Kecil (*Slightly Off-Centre*)

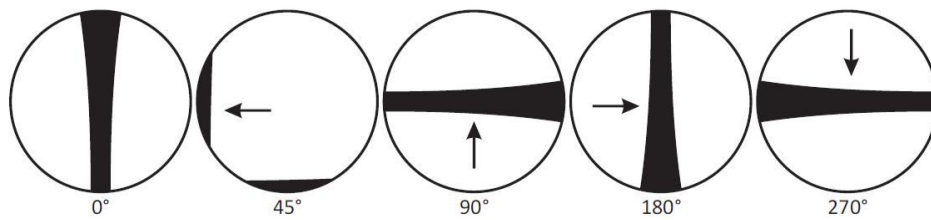
Jenis ini terbentuk pada sayatan mineral uniaxial yang miring lebih dari 45° terhadap sumbu c. Bentuk isogir tidak terlihat keseluruhan, tetapi melatop masih terlihat di dalam medan pandang. Melatop akan bergeser konsentris bila meja diputar.



Gambar 4.8 Gambar interferensi tak terpusat bersudut kecil mineral uniaxial

- ✓ Gambar Interferensi Tak Terpusat Bersudut Besar (*Way Off-Centre*)

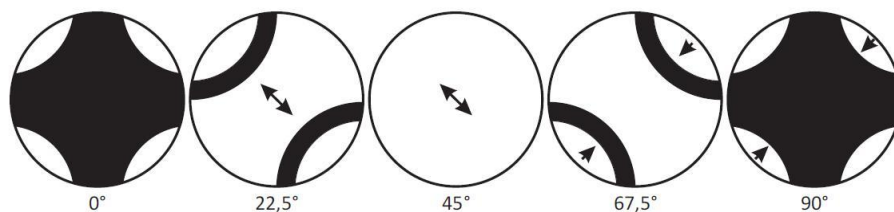
Jenis ini terbentuk pada sayatan mineral uniaxial yang miring kurang dari 45° terhadap sumbu c. Bentuk isogir tidak terlihat keseluruhan, melatop tidak tampak di dalam medan pandang. Pergeseran terjadi secara vertikal dan horisontal.



Gambar 4.9 Gambar interferensi tak terpusat bersudut besar mineral uniaxial

✓ Gambar Interferensi Kilat (*Flash Figure*)

Isogir terlihat sangat tebal, bila diputar 0° - 30° biasanya tampak memisah menjadi dua lengkungan, pada 45° hilang dari medan pandang.

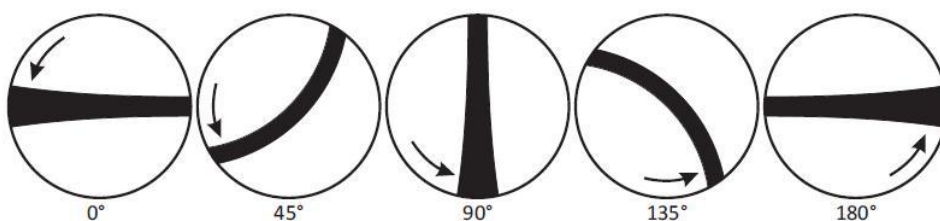


Gambar 4.10 Gambar interferensi kilat mineral uniaxial

• Gambar Interferensi pada Mineral Biaxial

✓ Gambar Interferensi Sumbu Optik (*Optic Axis (OA) Figure*)

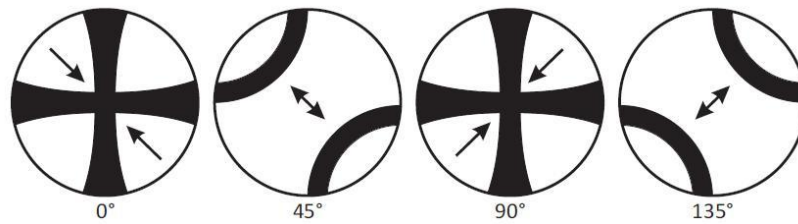
Jenis ini terbentuk pada sayatan mineral biaxial yang tegak lurus dengan salah satu sumbu optik serta miring terhadap sumbu optik yang lain dan Bxa. Tampak satu lengan isogir yang berubah menjadi lurus/melengkung setiap diputar 45° . Pergeseran isogir konsentris.



Gambar 4.11 Gambar interferensi optic axis figure

✓ Gambar Interferensi Bxa (*Acute Bisectrix Figure*)

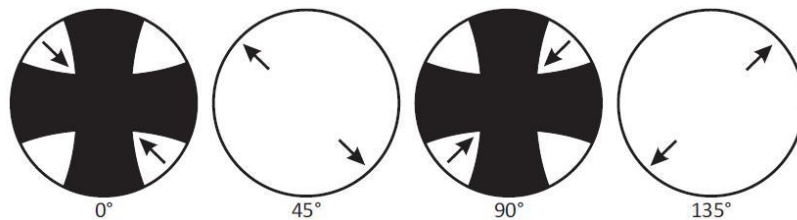
Jenis ini terbentuk pada sayatan mineral biaxial yang tegak lurus Bxa dan memotong kedua sumbu optik. Silang isogir tampak langsing. Pada waktu diputar 0° - 45° , isogir memisah menjadi dua lengkungan tetapi masih dalam medan pandang.



Gambar 4.12 Gambar interferensi acute bisectrix figure (Bxa)

✓ Gambar Interferensi Bxo (*Obtuse Bisectrix Figure*)

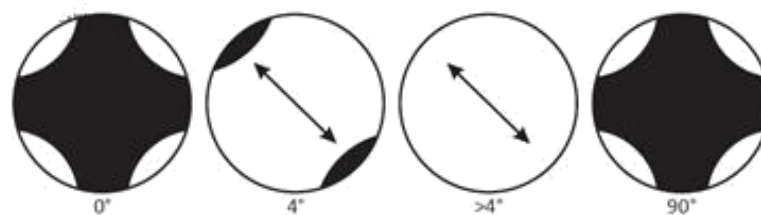
Jenis ini terbentuk pada sayatan mineral biaxial yang tegak lurus Bxo. Silang isogir tampak tebal. Pada waktu diputar, isogir tampak memisah menjadi dua lengkungan dan pada 45°, isogir keluar dari medan pandang.



Gambar 4.13 Gambar interferensi obtuse bisectrix figure (Bxo)

✓ Gambar Interferensi Kilat (*Flash Figure*)

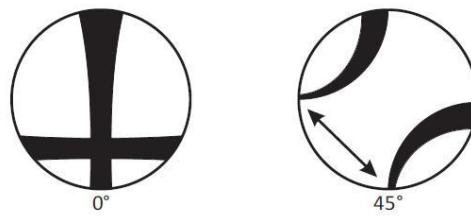
Jenis ini terbentuk pada sayatan mineral biaxial yang sejajar sumbu optik. Silang isogir sangat tebal sampai hampir memenuhi medan pandang. Pada waktu diputar, isogir tampak memisah menjadi dua lengkungan dan ketika diputar $>4^\circ$, isogir keluar dari medan pandang.



Gambar 4.14 Gambar interferensi kilat mineral biaxial

✓ Gambar Interferensi Tak Terpusat (*Off-Centre Figure*)

Jenis ini terbentuk pada sayatan mineral biaxial selain yang telah disebutkan sebelumnya. Silang isogir tidak isometrik, melatop tampak dalam medan pandang, dan ketika diputar isogir tampak memisah. Pada posisi 45°, isogir tampak menebal ke arah tertentu. Jenis isogir ini tidak dapat digunakan untuk penentuan tanda optik.



Gambar 4.15 Gambar interferensi tak terpusat mineral biaxial

V. Penentuan Tanda Optik

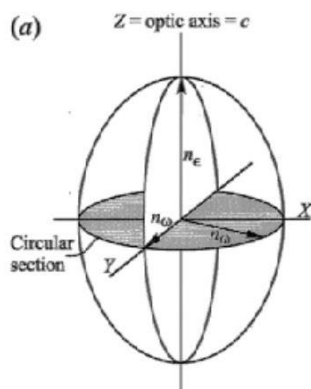
• Mineral Uniaxial

✓ Indikatriks Optik Mineral Uniaxial

- Mineral Uniaxial (hexagonal, tetragonal: $a_1 = a_2 \neq c$)
- Prinsip sumbu : $n_e // c$ dan $n_o // a$
- Sinar pada mineral uniaxial:

ϵ : sinar “extraordinary” = Sinar yang bergetar pada bidang yang mengandung sumbu c dengan kecepatan yang berbeda-beda pada arah yang berbeda.

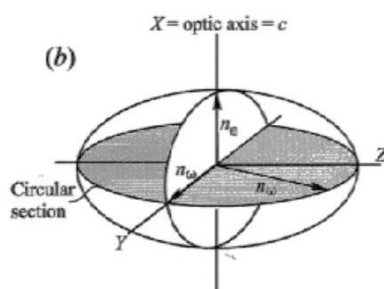
o : sinar “ordinary” = Sinar yang bergetar pada bidang yang tegak lurus sumbu c dengan kecepatan yang sama ke segala arah.



Bidang X-Y: Bidang Sayatan

Z = sumbu optik (sumbu c = lambat)

$n_e > n_o$ maka +ve



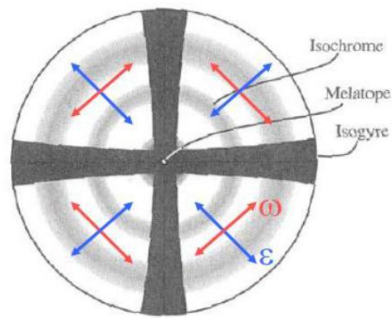
Bidang Y-Z: Bidang Sayatan

X = optic axis (sumbu c = cepat)

$n_e < n_o$ maka -ve

Gambar 16 Ilustrasi sumbu optis mineral
(a) sumbu c dilalui sinar lambat dan (b) sumbu c dilalui sinar cepat

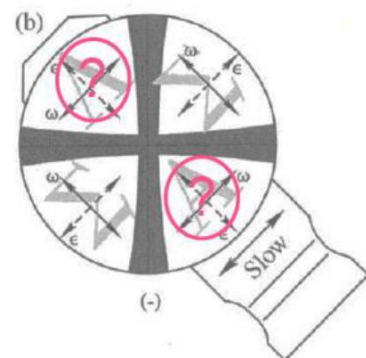
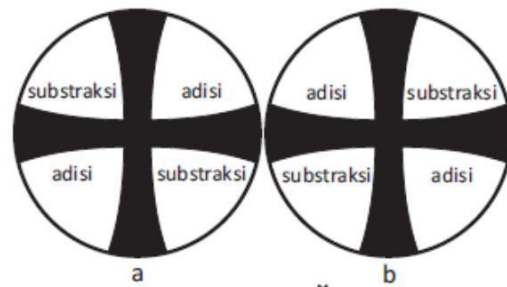
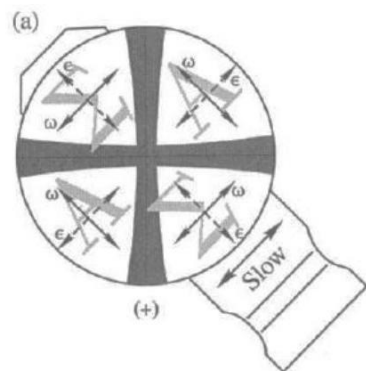
- **Penentuan Tanda Optik Mineral Uniaxial**



ϵ berorientasi radial

ω berorientasi tangensial

1. Tentukan kuadran yang akan diamati (dan posisikan di bagian tengah medan pandang).
2. Amati warna daerah di dekat melatop pada kuadran yang dipilih.
3. Masukkan keping gips dan amati perubahan warna, adisi atau substraksi, yang terjadi pada kuadran tersebut . Perubahan warna yang terjadi dapat berbeda-beda untuk setiap kuadran.
4. Lihat posisi sinar cepat dan sinar lambat pada kuadran tersebut dan bandingkan dengan hasil perubahan warnanya.



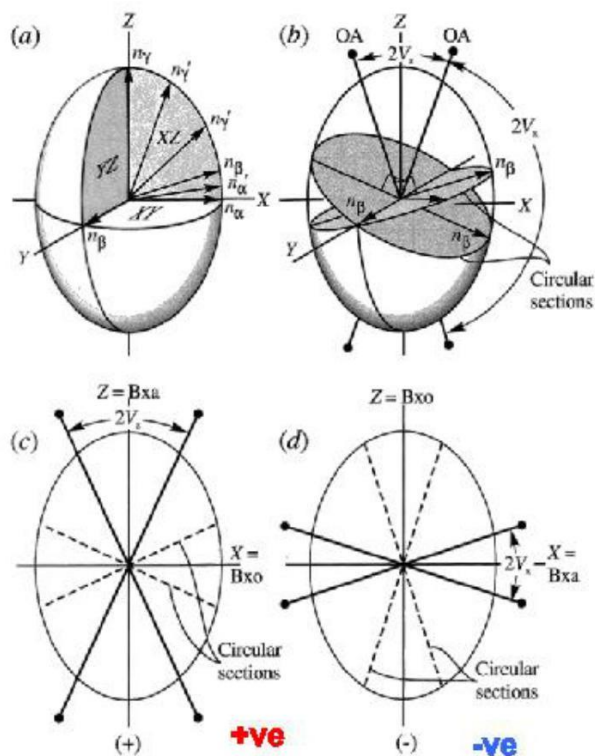
Jika ϵ lambat : Tanda Optik Mineral **+ve**

Jika ϵ cepat : Tanda Optik Mineral **-ve**

Contoh:

Terjadi adisi di kuadran II pada mineral 'x', maka ϵ sinar cepat dan ω sinar lambat, karena ϵ sinar cepat maka **Tanda Optik Mineral -ve**.

***Note:** Untuk Gambar Interferensi Kilat (*Flash Figure*) tidak dapat digunakan untuk menentukan tanda optik karena ϵ sinar cepat dan ω sinar lambat terdapat pada bidang sayatan sehingga memberikan nilai δ maksimum.



• Mineral Biaxial

- ✓ Indikatriks Optik Mineral Biaxial
- Mineral Biaxial (orthorhombic, monoclinic, triclinic systems: $a < b < c$)
- Indikatriks berbentuk elipsoid dengan sumbu $X < Y < Z$ dimana $n_{\alpha} // X$, $n_{\beta} // Y$, $n_{\gamma} // Z$
- $X =$ sinar cepat, $Y =$ sinar intermediat, $Z =$ sinar lambat

- Sudut Lancip (Acute Angle) diantara Sumbu Optik (OA) = $2V$
- Garis yang membagi $2V = Bxa$
- Jika $Z // Bxa$ maka Tanda Optis +ve
- Jika $X // Bxa$ maka Tanda Optis -ve

- **Penentuan Tanda Optik Mineral Biaxial**

- ✓ Gambar Interferensi Sumbu Optik

1. Posisikan kedudukan gambar interferensi pada 225° seperti gambar di bawah ini.

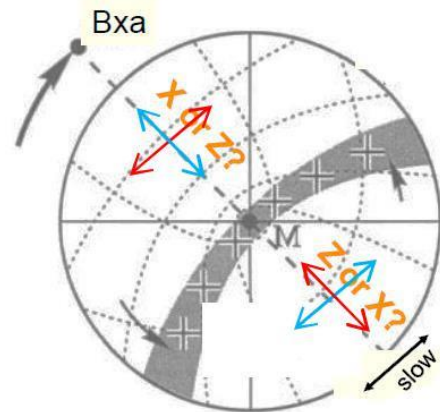
2. Amati warna interferensi pada kuadran IV.

3. Masukkan keping gips dan amati perubahan warna pada kuadran IV. Titik tembus Bxa selalu berada di bagian cembung isogir.

4. Z = sinar lambat, X = sinar cepat.

5. Jika di belakang isogir (bagian cekung) terjadi substraksi : sumbu merah merupakan sinar lambat (Z), maka **Bxa//Z** sehingga Tanda Optik **+ve**

6. Jika di belakang isogir (bagian cekung) terjadi adisi : sumbu merah merupakan sinar cepat (X), maka **Bxa//X** sehingga Tanda Optik **-ve**



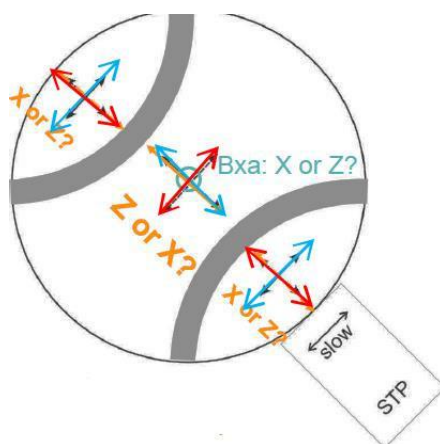
- ✓ Gambar Interferensi Bxa

1. Posisikan kedudukan gambar interferensi pada 45° , yaitu ketika isogir berada pada kuadran II dan kuadran IV.

2. Amati warna interferensi.

3. Masukkan keping gips dan amati perubahan warna.

4. Jika di belakang isogir (bagian cekung) terjadi substraksi : sumbu merah merupakan sinar lambat (Z), maka **Bxa//Z** sehingga Tanda Optik **+ve**



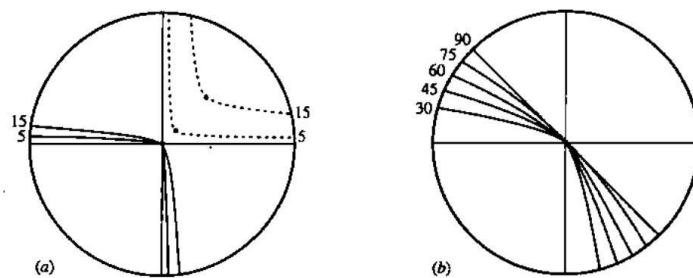
5. Jika di belakang isogir (bagian cekung) terjadi adisi : sumbu merah merupakan sinar cepat (X), maka **Bxa//X** sehingga Tanda Optik **-ve**

***Note:** Untuk Gambar Interferensi Bxo dan Gambar Interferensi Kilat sulit untuk menentukan tanda optik pada mineral biaxial karena pemisahan isogir pada Gambar Interferensi Bxo sangat besar, dan pada Gambar Interferensi Kilat memiliki nilai δ maksimum seperti halnya pada Gambar Interferensi Kilat uniaxial.

VI. Penentuan Sudut Optik (2V) [hanya dapat dilakukan pada mineral biaxial]

• Gambar Interferensi Sumbu Optik

Penentuan sudut optik dari gambar interferensi sumbu optik dapat dilakukan dengan cara membandingkan bentuk isogir dengan ilustrasi bentuk isogir menurut Phillips (1971) (dalam Judith et al, 1981, halaman 257).

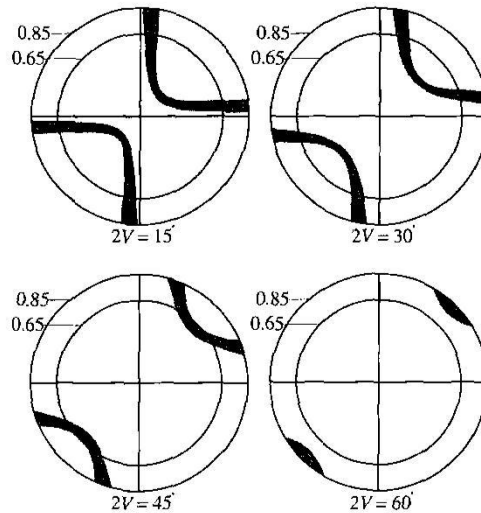


Gambar 4.17 Ilustrasi bentuk isogir (Phillips, 1971 dalam Judith et.al., 1981)

• Gambar Interferensi Bxa

- ✓ Apabila kedua isogir terlihat dalam medan pandang cara penentuan besarnya sudut optik (2V) adalah sebagai berikut:
 1. Dengan gambar interferensi BSL terpusat, meja objek diputar sampai terbentuk salib (posisi 0).
 2. Perhatikan harga nonius.
 3. Meja objek diputar kembali sampai posisi 315 (isogir terletak pada kuadran pertama dan ketiga).

4. Kedudukan kedua bagian isogir dibandingkan dengan kedudukannya yang terlihat pada diagram Phillips (1971, dalam Judith et al, 1981, halaman 274).
5. Besarnya sudut optik kristal ($2V$) sesuai dengan besarnya sudut yang tercantum di bawah tiap-tiap diagram tersebut semakin besar jarak kedua melatopnya, semakin besar sudut $2V$.



Gambar 4.18 Kisaran besar sudut $2V$ (Phillip, 1971 dalam Judith et.al., 1981)

- ✓ Apabila kedua isogir menghilang dari medan pandang cara penentuan besarnya sudut optik ($2V$) adalah sebagai berikut:
 1. Dengan gambar interferensi BSL terpusat, meja objek diputar sampai terbentuk salib (posisi 0).
 2. Harga nonius dicatat sebagai harga x .
 3. Meja objek diputar perlahan-lahan sampai kedua isogir terletak di tepi medan pandang dengan bagian cekungnya persis bersinggungan dengan batas medan pandang. Harga nonius dicatat sebagai harga y .
 4. Perbedaan harga x dengan harga y disebut dengan harga δ . Besarnya sudut V dibaca dari titik perpotongan antara lengkung “Kamb” (dalam Judith et al, 1981, halaman 276) dengan garis horizontal harga δ .
 5. Besarnya sudut V tersebut kemudian dikalikan 2. Jika hasilnya ($2V$) lebih besar dari 90, maka gambar interferensinya merupakan gambar interferensi Bxo. Oleh karena itu, hasilnya harus dikurangi 180 sehingga besar sudut lancip yang dihasilkan adalah besarnya sudut optik $2V$.