

## BAB I KRISTAL

Mineral dengan sedikit kekecualian, dimana proses penempatan atom-atom dalam keadaan padat. Bilamana kondisi memungkinkan, mereka dapat membentuk permukaan yang halus secara beraturan. Dan dalam bentuk geometri dikenal sebagai kristal. Pada saat ini banyak sekali proses yang telah diketahui dalam terbentuknya kristal. Proses tersebut terdiri dari proses buatan manusia di laboratorium atau proses alami seperti proses pendinginan magma, proses evaporit, proses hidrotermal dan lain-lainnya. Bentuk kesempurnaan dari kristal dapat dibagi menjadi, bila bentuknya sempurna disebut euhedral, masih terdapat bidang kristal disebut subhedral dan sudah tidak terdapat sama sekali jejak bidang kristal disebut anhedral.

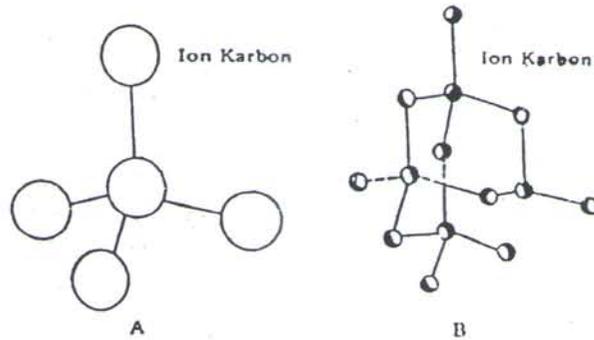
Dalam bagian ini hanya dibahas beberapa unsur dari kristal seperti susunan atom, unsur-unsur simetri, bentuk dan sistem-sistem kristal.

### 1.1. Kisi-kisi Ruang

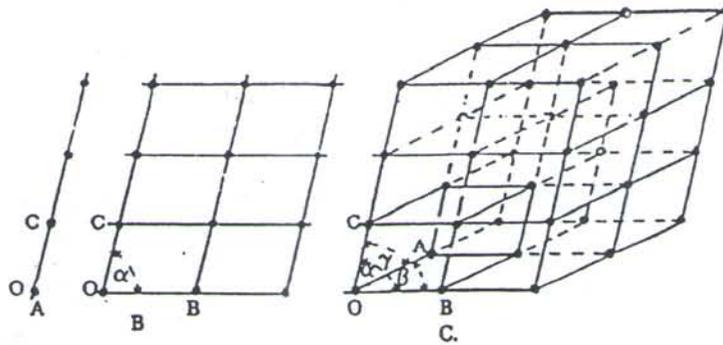
Kisi-kisi ruang mungkin dibentuk oleh ion-ion, molekul-molekul atau bagian dari molekul. Gambar 1.1.A memperlihatkan penambahan dari bagian molekul-molekul akan dapat dimengerti. Jika lingkaran hitam dianggap sebagai sebuah molekul yang bersih dan kisi-kisi ruang dapat dibentuk oleh titik-titik dan ruang, setiap titik merupakan pusat dari titik berat (gravitasi) ion, molekul atau bagian molekul.

Setiap penambahan diperlukan dari sisi ruang, dimana ia harus sama keadaannya. gambar 1.2.A memperlihatkan sebuah garis lurus yang terdiri dari titik-titik tunggal yang berjarak sama, yaitu OC. gambar 1.2.B memperlihatkan sebuah bangun linier, dimana jarak pengulangan translasinya adalah OB. Sudut yang dibentuk oleh OC dan OB adalah  $\alpha$ , untuk aturan linier dan menjadi dua dimensi. Translasi dari dua dimensi, ia melalui titik OA dan membentuk sudut  $\gamma$  dengan OC dan sudut  $\beta$  dengan OB. Sehingga menghasilkan bangun tiga dimensi yang mana setiap titik ditempati oleh kisi-kisi ruang. Secara terus menerus dapat ditambah sehingga membentuk suatu bangun tertentu. Bila bentuk itu sempurna (euhedral) maka akan mengikuti sistem sumbu kristal, seperti sistem triklin atau lain-lainnya.

Sering kristal tidak tumbuh sempurna, cuma bagian tertentu dari bidang kristalnya yang nampak.



Gambar 1.1 Struktur atom dari intan.  
 A. Struktur atom paling sederhana  
 B. Penggabungan beberapa struktur atom

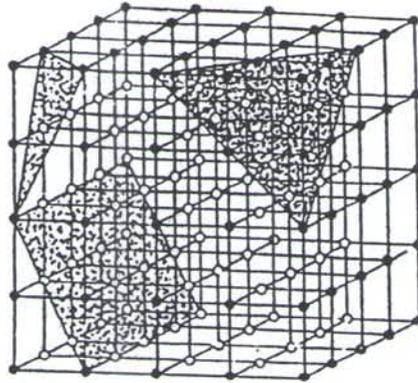


Gambar 1.2. Aturan ruang.  
 A. Aturan linier  
 B. Aturan dua dimensi  
 C. Aturan tiga dimensi

## 1.2. Simetri Kristal

Terbentuknya sebuah kristal yang mana setiap bagian merupakan yang serba sama, bentuk tiga dimensi dari kristal dibentuk oleh bidang-bidang datar yang terlihat dari luar dan bidang tersebut ditentukan oleh ba-

risasi atom-atom bagian dalam. Gambar 1.3. memperlihatkan pembentukan bidang-bidang datar yang disusun oleh atom-atom, sehingga beberapa bidang mungkin terjadi menurut aturan tertentu. Suatu contoh yang paling baik adalah sistem kristal kubik. Semua kristal memperlihatkan perbedaan sudut dari simetri dan juga jumlah dari unsur-unsur simetrinya.

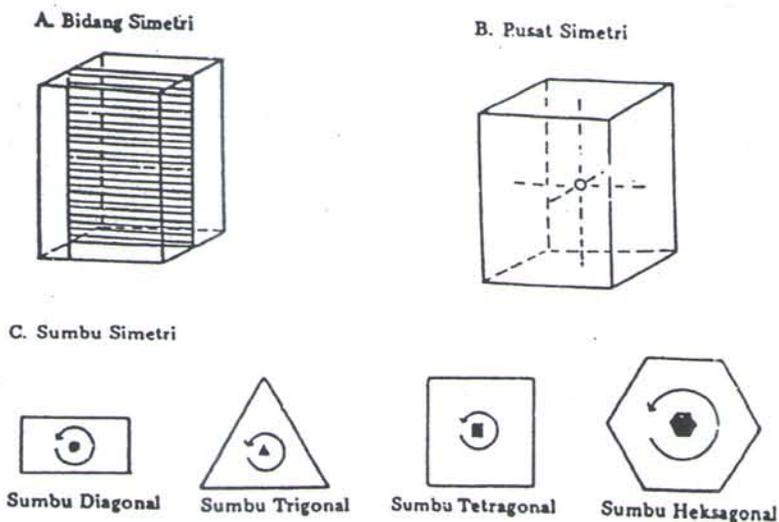


1.3. Kisi-kisi dari kubik memperlihatkan kemungkinan penempatan dari muka bidang datar dari atom-atom bagian dalam.

Gambar 1.4.C. sumbu simetri adalah sebuah garis yang memperlihatkan kesamaan muka bila benda (kristal) tersebut mengalami perputaran sampai 360. Struktur atom dari mineral mengikuti tipe-tipe dari sumbu-sumbu simetri itu sendiri. Dan yang ditemukan dalam kristal seperti:

- a. Diagonal atau sumbu berharga dua
- b. Trigonal atau sumbu berharga tiga
- c. Tetragonal atau sumbu berharga empat
- d. Heksagonal atau sumbu berharga enam

Gambar 1.4. A dan 1.4. B memperlihatkan unsur simetri dari bidang dan pusat simetri yang dibentuk dari perpotongan tiga sumbu simetrinya. Sedangkan bidang simetri adalah sebuah bidang yang melalui garis simetri. Jumlah dari bidang simetri tergantung dari sistem kristalnya.



Gambar 1.4. Unsur-unsur simetri dari kristal.

### 1.3. SISTEM-SISTEM KRISTAL

Bentuk kristal yang terdapat di bumi sangat banyak sekali ragamnya, dari bentuk yang paling sederhana sampai ke bentuk yang sangat rumit. Bentuk-bentuk kristal yang terdapat di bumi dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelompok dasar. Pembagian ini berdasarkan sistem sumbu dari kristal-kristal tersebut. Di bawah ini akan dibahas tentang beberapa sistem kristal yang telah dikenal.

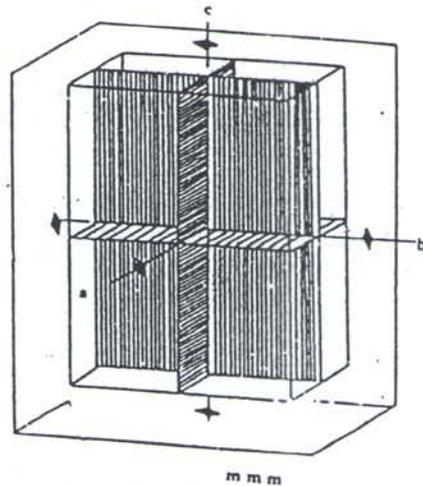
#### 1.3.1. Sistem Ortorombik

Sumbu-sumbu kristalografi dari sistem ortorombik memiliki tiga sumbu, dimana ketiga sumbu tersebut membentuk sudut  $90^\circ$  atau saling tegak lurus dengan lainnya. Sedangkan panjangnya dari ketiga sumbu tidak sama. Sumbu a adalah sumbu terpendek, sumbu b adalah sumbu menengah, dan sumbu c adalah sumbu terpanjang. Sumbu b disebut sumbu makro dan sumbu a disebut sumbu brakhia. Penamaan dari kristal juga ditentukan oleh bentuk melintang dari sumbu-sumbu tersebut, dan diletakkan sebagai awalan seperti makro atau brakhia sebagai contoh makro pinakoid.

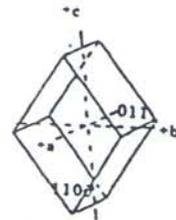
Kesimetrian dari sistem ortorombik memiliki tiga elemen simetri seperti:

3 bidang simetri - bidang-bidang sumbu  
 3 sumbu simetri diagonal - sumbu-sumbu kristalografi  
 pusat simetri.

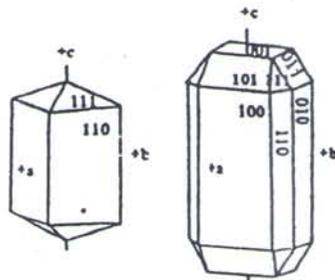
Banyak mineral yang sistem kristalnya dalam ortorombik, seperti topas, olivin, barit, sulfur, natrolit dan lain-lainnya.



A. Unsur-Unsur Simetri

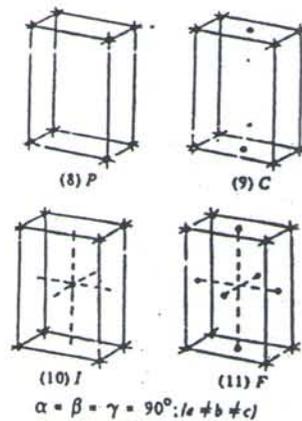


D. Brakhia dome (011)  
 Makro pinakoid (100)



C Topas

D. Olivin



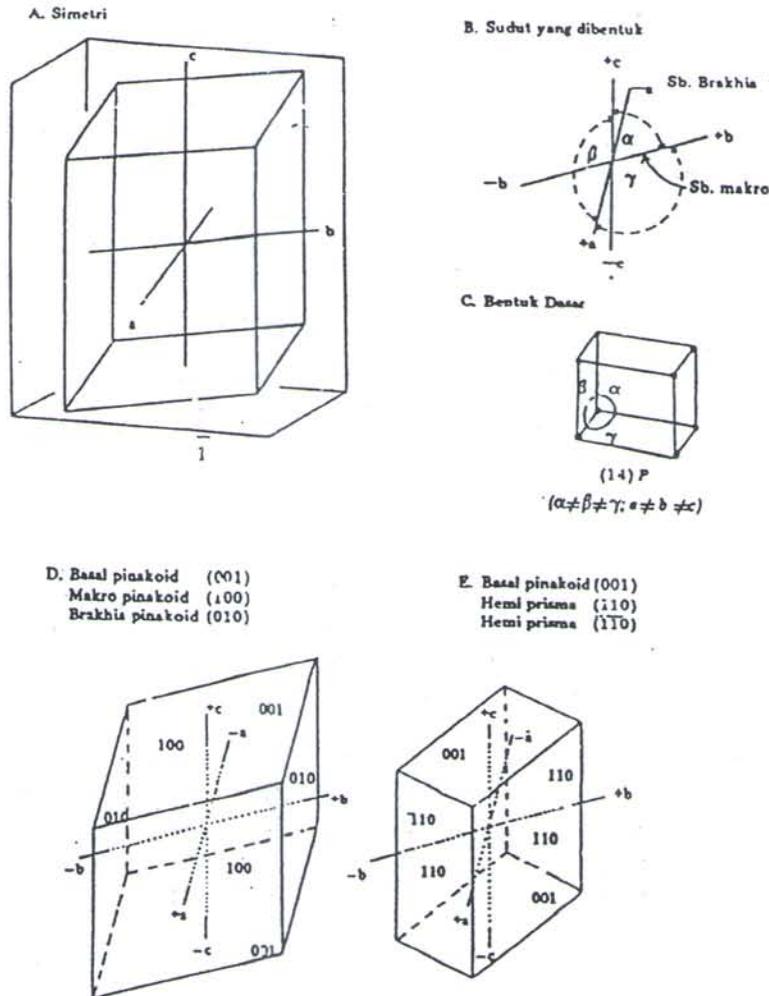
E. Bentuk Dasar

Gambar 15 Sistem ortorombik

- A. Unsur-unsur simetri dari bidang, garis dan pusat.
- B. Penamaan kristal berdasarkan sumbu melintangnya.
- C. dan D. Contoh-contoh kristal dari mineral.
- E. Bentuk dasar dari sistem ortorombik.

### 1.3.2. Sistem Triklin

Sumbu-sumbu kristalografi tidak membuat sudut yang saling tegak lurus  $90^\circ$ , satu dengan lainnya. Tetapi membuat sudut bermacam-macam seperti terlihat dalam Gambar 1.6.B.



Gambar 1.6. Sistem Triklin

- A. Unsur simetri, hanya sebuah yaitu pusat simetri.  
 B. Sudut-sudut yang dibentuk oleh sumbu-sumbu kristalografi.  
 C. Bentuk dasar dari sistem triklin.  
 D dan E. Penamaan kristal berdasarkan sumbu melintangnya.  
 Sudut  $\alpha$  diantara  $c+$  sampai  $b+$   
 Sudut  $\beta$  diantara  $c+$  sampai  $a+$   
 Sudut  $\gamma$  diantara  $b+$  sampai  $a+$

Sudut-sudut tersebut adalah ciri khas untuk sistem ini. Salah satu dari sumbu-sumbu tersebut sebagai sumbu c yaitu sumbu vertikal, dan dua sumbu lainnya adalah sumbu b lebih panjang disebut sumbu makro, sedangkan sumbu a lebih pendek dari yang lainnya disebut sumbu brakhia.

Kesimetrian dari sistem triklin dari kelas holohedral hanya memiliki sebuah unsur simetri, yaitu pusat simetri. Hal ini diakibatkan dari susunan paralel dalam membentuk kristal.

Mineral-mineral yang terpenting dalam sistem ini adalah mineral dalam kelompok plagioklas dan mineral kianit sebagai mineral metamorfik.

### 1.3.3. Sistem Monoklin

Sumbu-sumbu kristalografi dalam sistem ini, yaitu sumbu a, b dan c. Sumbu b dan c juga sumbu a dan b membentuk sudut  $90^\circ$ . Sedang sudut yang dibentuk oleh sumbu a dengan sumbu c disebut sudut  $\beta$  yang mana besar sudut tersebut untuk setiap mineral berlainan. Ketiga sumbu tersebut tidak sama panjangnya. Sumbu a disebut sumbu kuno dan sumbu b disebut sumbu orto.

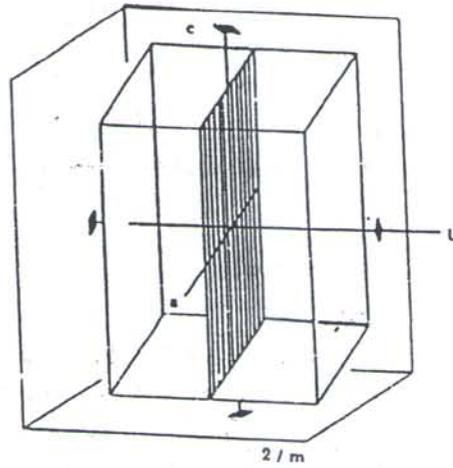
Kesimetrian dari sistem triklin dalam kelas holohedral menghasilkan elemen-elemen simetri, seperti:

- 1 bidang simetri - dibentuk oleh sumbu a dan c.
- 1 sumbu simetri diagonal, yaitu sumbu b kristalografi.
- 1 pusat simetri.

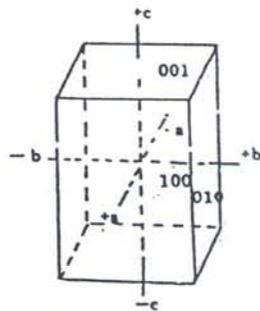
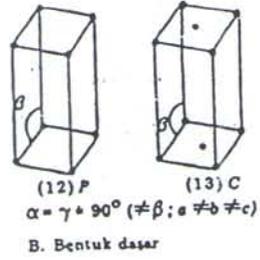
Mineral-mineral yang terpenting dalam sistem ini dan banyak terdapat di berbagai batuan seperti ortoklas, augit, hornblende, muskovit, klorit dan banyak lagi.

### 1.3.4. Sistem Tetragonal

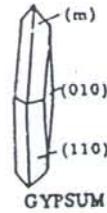
Sumbu-sumbu kristalografi memiliki tiga (3) sumbu, yaitu sumbu a, b dan c dimana ketiga sumbu tersebut saling tegak lurus sesamanya. Sumbu horizontal a dan b yang saling tegak lurus dan sama panjangnya, sehingga penamaan sumbu-sumbu tersebut sering menjadi sumbu  $a_2$  sebagai sumbu b dan sumbu  $a_1$  sebagai a.



A. Simetri



C. Basal pinakoid (001)  
Klino pinakoid (010)  
Orto pinakoid (100)

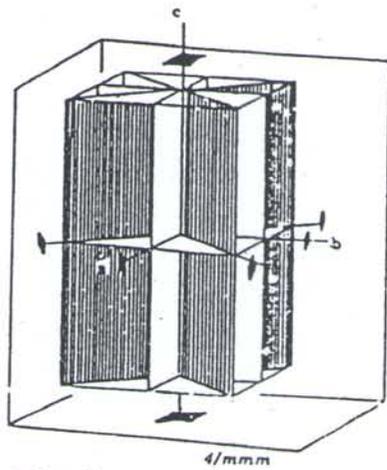


GYPSUM

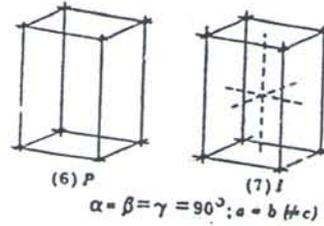
D. Contoh Mineral

Gambar 1.7. Sistem Monoklin

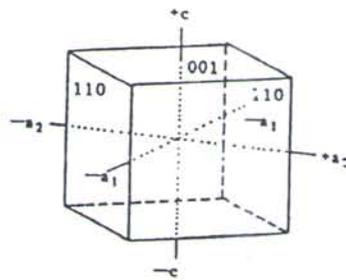
- A. Unsur-unsur simetri dari bidang, sumbu dan pusat simetri.
- B. Bentuk dasar dari sistem monoklin.
- C. Penamaan kristal berdasarkan sumbu-sumbu melintangnya.
- D. Salah satu contoh krsital dari mineral Gypsum.



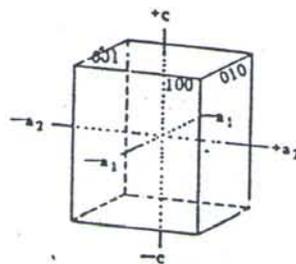
A. Simetri



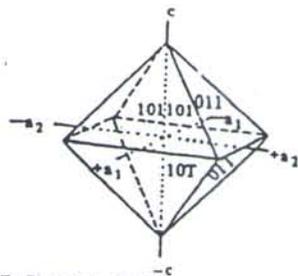
B. Bentuk Dasar



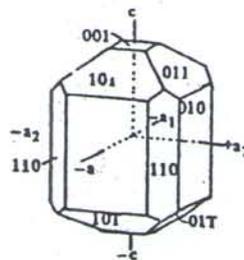
C. Prisma Orde Pertama (110)  
Basal pinakoid (001)



D. Prisma Orde Kedua (100)  
Basal pinakoid (001)



E. Piramida (111)



F. Idokras

Gambar 1.8. Sistem Tetragonal

- A. Unsur-unsur simetri dari bidang, sumbu dan pusat simetri.
- B. Bentuk dasar dari sistem tetragonal.
- C. dan D. Bentuk prisma orde pertama dan kedua.
- E. Bentuk piramida.
- F. Salah satu contoh kristal dari mineral Idokras.

Kesimetrian yang dibangun oleh elemen-elemen dalam kelas holohedral, yaitu:

- 5 Bidang simetri - 3 bidang sumbu dan 2 bidang diagonal.
- 1 Satu sumbu simetri tetragonal.
- 4 Sumbu simetri diagonal.
- 1 Pusat simetri.

Mineral-mineral yang sistem kristalnya termasuk kedalam kelompok ini adalah, zirkon, kasiterit, rutil, kalkopirit, melilit dan lain-lainnya.

### 1.3.5. Sistem Kubik

Sumbu-sumbu kristalografi dalam sistem ini memiliki tiga buah sumbu yang sama panjangnya dan membentuk sudut  $90^\circ$  atau saling tegak lurus satu dengan lainnya. Sumbu-sumbu tersebut sering diberi nama  $a_1$ ,  $a_2$  dan  $a_3$ .

Sistem kubik ini memiliki tiga buah kelas, dimana setiap kelas memiliki unsur-unsur simetri yang berbeda-beda, seperti:

a. Kelas Spinel atau Holohedral, dimana unsur-unsur simetrinya, yaitu:

- 9 Bidang simetri.
- 6 Sumbu simetri diagonal.
- 4 Sumbu simetri trigonal.
- 3 Sumbu simetri tetragonal.
- 1 Pusat simetri.

Contoh mineral dalam kelas ini adalah magnetit, spinel dan intan yang merupakan oktahedron. Mineral garnet dalam bentuk rombododekahedron dan lusit dalam bentuk trapezohedron.

b. Kelas Pirit, unsur-unsur simetrinya sebagai berikut:

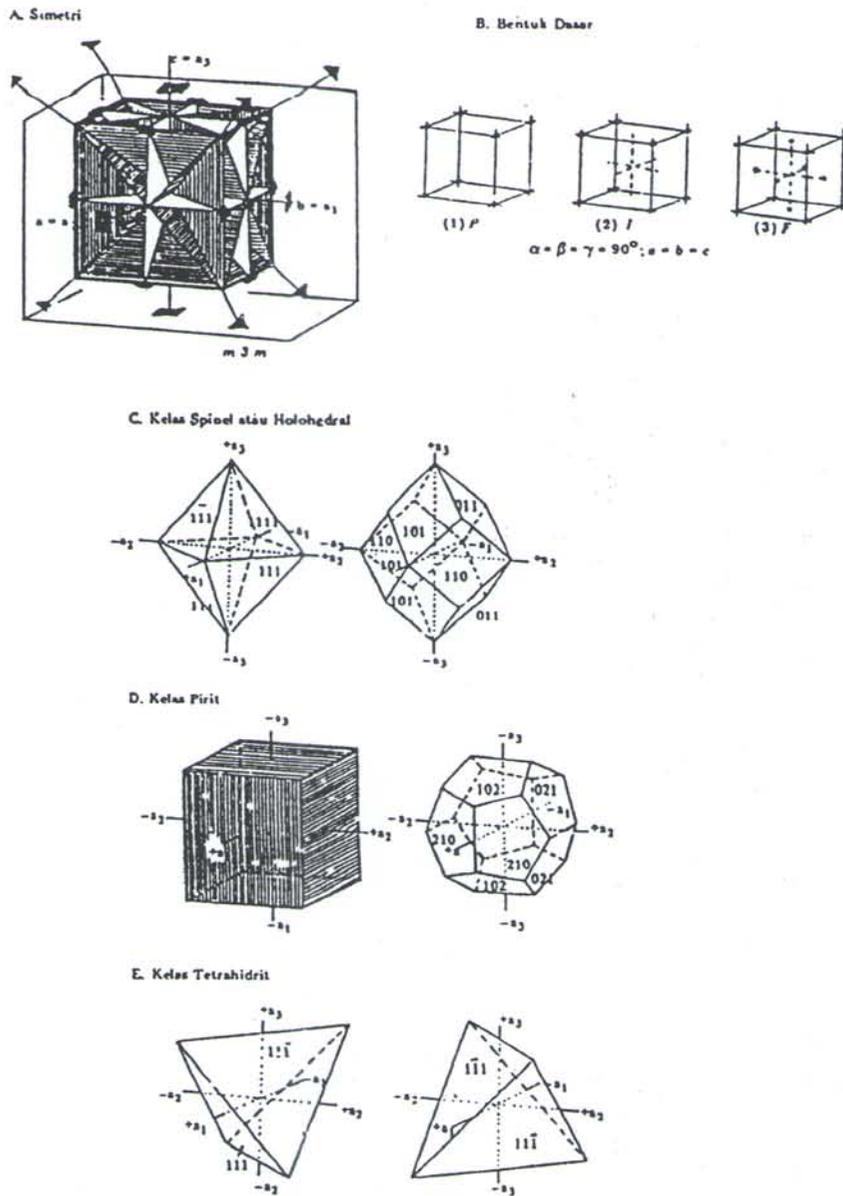
- 3 Bidang simetri - bidang-bidang sumbu.
- 4 Sumbu simetri trigonal.
- 3 Sumbu simetri diagonal.
- 1 Pusat simetri.

Mineral yang khusus untuk kelas ini adalah mineral pirit.

c. Kelas Tetrahidrit, unsur-unsur simetrinya yaitu:

- 6 Bidang simetri - bidang-bidang diagonal dari kelas holohedral.
- 3 Sumbu simetri diagonal.
- 4 Sumbu simetri trigonal.

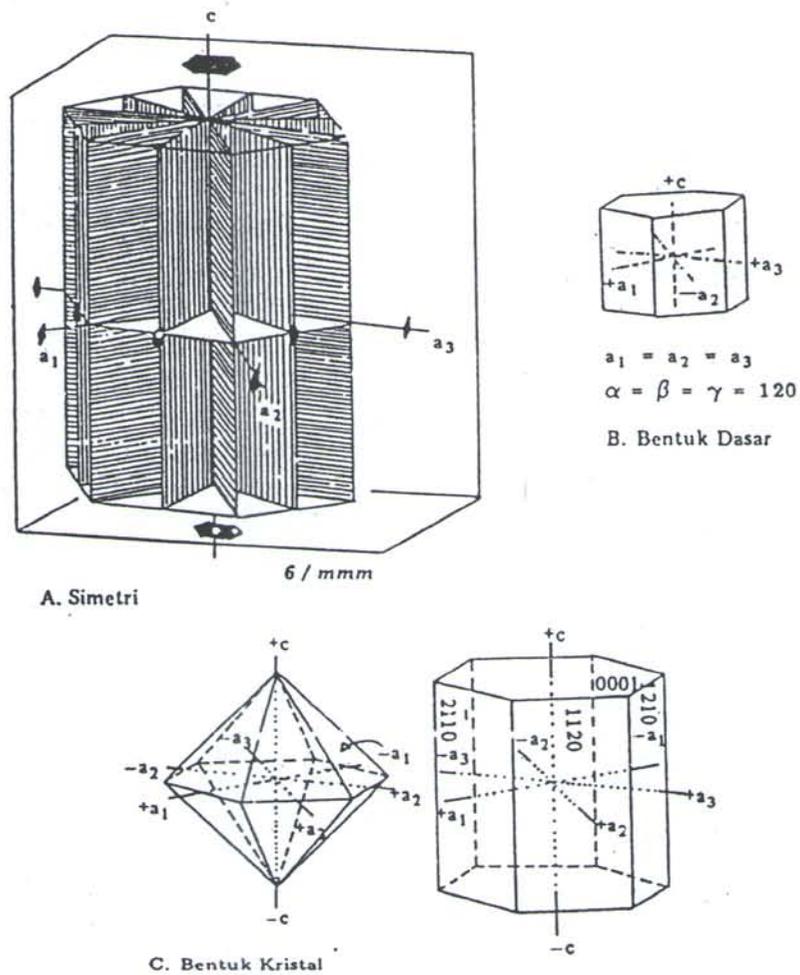
Mineral yang khusus untuk kelas ini adalah zink blende.



Gambar 1.9. Sistem Kubik  
 A. Unsur-unsur simetri dari bidang, sumbu dan pusat simetri.  
 B. Bentuk dasar dari sistem kubik.  
 C. Kelas Spinel, Oktahedron dan Rombododekahedron.  
 D. Kelas Pirit.  
 E. Kelas Tetrahidrit, Tetrahedron positif dan Tetrahedron negatif.

### 1.3.6. Sistem Heksagonal

Sumbu-sumbu kristalografi dalam sistem ini memiliki tiga sumbu horisontal yang biasa diberi nama  $a_1$ ,  $a_2$  dan  $a_3$ . Sudut yang dibentuk dari positif sampai ke positif adalah  $120^\circ$  dan memiliki sudut yang sama besarnya. Sumbu vertikal disebut sumbu  $c$  dan tegak lurus terhadap sumbu-sumbu horisontal.



Gambar 1.10. Sistem Heksagonal  
 A. Unsur-unsur simetri dari bidang dan sumbu.  
 B. Bentuk dasar dari sistem heksagonal.  
 C. Bentuk kristal dari piramida dan prisma.

Kesimetrian dari kelas holohedral yang disusun oleh elemen-elemennya sebagai berikut:

- 7 Bidang simetri.
- 1 Sumbu simetri heksagonal.
- 6 Sumbu simetri diagonal

Mineral-mineral yang memiliki bentuk kristal dalam sistem ini adalah apatit, beril, kuarsa-temperatur tinggi, dan lain-lainnya.

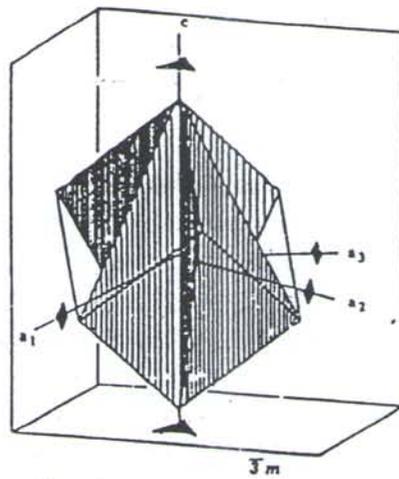
### 1.3.7. sistem Rombohedral

Sumbu-sumbu kristalografi dalam sistem ini memiliki tiga sumbu horisontal yang sama panjangnya dan membentuk sudut tidak saling tegak lurus atau  $90^\circ$ . Sebuah sumbu tegak disebut dengan sumbu c yang berbeda panjangnya.

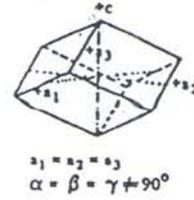
Kesimetrian yang dimiliki oleh sistem ini adalah sebagai berikut:

- 3 Bidang simetri - tiga bidang sumbu vertikal.
- 1 Sumbu simetri trigonal.
- 1 Pusat simetri.

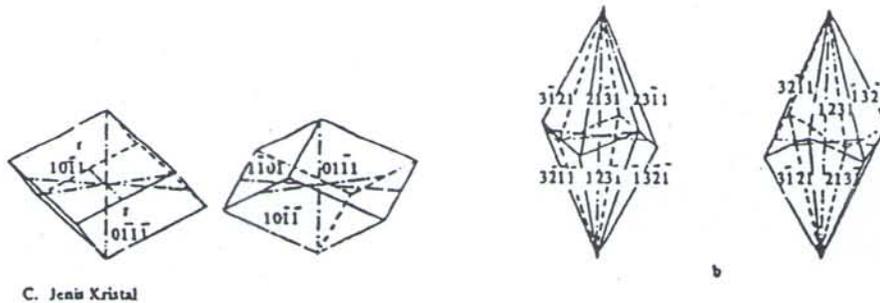
Mineral-mineral yang termasuk ke dalam sistem kristal ini adalah kalsit, dolomit, kuarsa - temperatur rendah, turmalin, dan lain-lainnya.



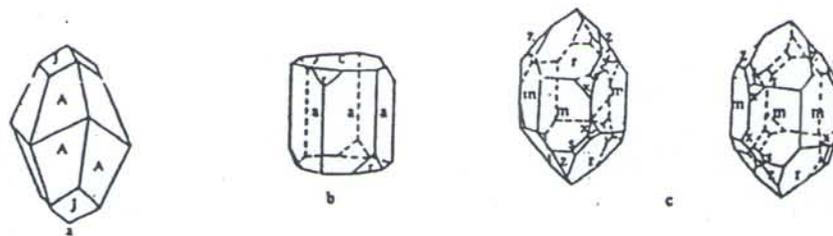
A. Simetri



B. Bentuk Dasar



C. Jenis Kristal



D. Contoh

Gambar 1.11. Sistem Rombohedral  
 A. Unsur-unsur simetri dari bidang, sumbu dan pusat simetri.  
 B. Bentuk dasar sistem rombohedral.  
 C. a) Rombohedron, b) Heksagonal Skalenohedron.  
 D. a) Kalsit, b) Korundum, c) Kuarsa.