

**KAJIAN MORFOLOGI PADA BEBERAPA HABLUR YANG
MEMPUNYAI STRUKTUR SIMETRI YANG TINGGI**

CARON UBIL DATU DAMIDAL

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
SEBAHAGIAN
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEH IJAZAH SARJANA
MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN**

**PROGRAM FIZIK DENGAN ELEKTRONIK
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

2008

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: KAJIAN MORFOLOGI PADA BEBERAPA HABLUR YANG MEMPUNYAI STRUKTUR SIMETRI YANG TINGGI

IJAZAH: IJAZAH SARJANA MUDA DALAM FIZIK DENGAN ELEKTRONIK

SAYA CARON UBIL DATU DAMIDAL
(HURUF BESAR)

SESI PENGAJIAN: 2005 - 2008

mengaku membenarkan tesis (LPSM/Sarjana/Doktor Falsafah) ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

1. Tesis adalah hak milik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. Sila tandakan (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau Kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan Oleh

NURULAIN BINTI SMAIL

LIBRARIAN

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap: KG. SUGUD, 89507
Penampang, SABAH.

Prof. Dr. Fauziah Hj. Abd. Aziz

Nama Penyelia

Tarikh: 5/5/2008Tarikh: 5/5/2008

CATATAN:- *Potong yang tidak berkenaan.

**Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa /organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

@Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

Tarikh

4 April 2008

Tandatangan

..........

CARON UBIL DATU DAMIDAL

HS 2005 - 3875



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGESAHAN

DIPERAKUI OLEH

Tandatangan

1. PENYELIA

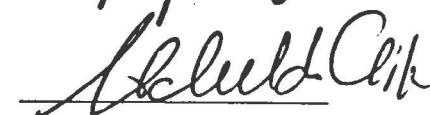
(PROF. DR. FAUZIAH HAJI ABDUL AZIZ)



5/5/2008

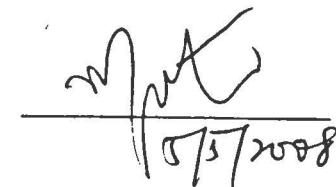
2. PEMERIKSA 1

(PROF. MADYA DR. ABDULLAH CHIK)



3. PEMERIKSA 2

(PN. TEH MEE TENG)



5/5/2008

4. DEKAN

(SUPT/KS PROF. MADYA DR. SHARIFF

KADIR S. OMANG)




UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGHARGAAN

Terlebih dahulu saya ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada Sekolah Sains dan Teknologi, Universiti Malaysia Sabah kerana telah memberi peluang kepada saya untuk membuat tesis Kajian Morfologi Pada Beberapa Hablur yang Mempunyai Struktur Simetri yang Tinggi ini.

Setinggi-tinggi penghargaan dan jutaan terima kasih kepada Prof. Dr. Fauziah Bt. Hj. Aziz selaku penyelia projek dan telah banyak memberikan bimbimang serta nasihat kepada saya sehingga berjaya menyiapkan latihan ilmiah ini dengan baik. Sokongan moral yang diberikan juga amat memberikan semangat yang tinggi kepada saya. Begitu juga dengan pensyarah-pensyarah program Fizik dengan Elektronik yang banyak membantu dalam kajian ini. Selain itu, pembantu makmal SEM (IBTP, UMS) juga telah banyak mengajar saya dalam penggunaan SEM, iaitu Mikroskop Elektron Pengimbas.

Tidak lupa juga, sokongan dan kepercayaan yang diberikan oleh ahli keluarga serta rakan-rakan saya semasa membuat kajian ini. Akhir kata, jutaan terima kasih sekali lagi kepada semua pihak yang telah membantu saya sepanjang tempoh penyelidikan ini sehingga siap. Dengan itu, segala nasihat dan tunjuk ajar yang telah diberikan amat dihargai dan disanjungi. Sekian.

CARON UBIL DATU DAMIDAL
PROGRAM FIZIK DENGAN ELEKTRONIK
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

ABSTRAK

Kajian ini merupakan kajian morfologi terhadap bahan yang mempunyai simetri tinggi. Tiga bahan simetri tinggi yang dikaji iaitu, Natrium Klorida (NaCl), Kromium (Cr) dan Ferum (Fe). Dalam kajian ini Mikroskop Elektron Pengimbas (SEM) digunakan untuk melihat struktur permukaan Natrium Klorida, Kromium dan Ferum. Melalui kaedah ini sampel disalut dengan emas atau platinum untuk mendapatkan kekonduksian bahan yang sebenar tanpa campuran bendasing. Ini adalah bertujuan untuk memudahkan pengecaman bentuk permukaan bahan. Struktur permukaan yang diperolehi adalah langkah awal untuk menjalankan kajian-kajian seterusnya. Pemerhatian dilakukan pada permukaan Natrium Klorida, Kromium dan Ferum dengan meneliti ciri-ciri seperti susunan, taburan, saiz, permukaan, dan bentuk setiap unit yang terkandung dalam ketiga-tiga bahan ini. Struktur permukaan Natrium Klorida, Kromium dan Ferum adalah mudah untuk dispesifikasi. Natrium Klorida (NaCl), mempunyai permukaan yang lebih tersusun dan mempunyai permukaan yang rata, ini adalah kerana jumlah daripada jadual berkala, nombor atom NaCl ialah 28, yang bermaksud petala terluar mempunyai bilangan elektron yang lengkap (2.8.18). Manakala Kromium pula mempunyai permukaan yang kasar dan kurang rata, berikutan dengan nombor atom bagi Kromium iaitu 24, yang menyebabkan bilangan elektron di petala luar yang tidak lengkap iaitu (2.8.14). Ferum mempunyai permukaan yang kasar, tidak rata dan bercelah, ini adalah kerana ia mempunyai bilangan elektron di petala luar yang tidak lengkap (2.8.16), berdasarkan kepada nombor atom iaitu 26.



ABSTRACT

This is a morphology study of some high symmetry compounds. Three high symmetry compounds had study was Sodium Chloride (NaCl), Chromium (Cr), and Iron (Fe). Scanning Electron Microscope (SEM) was used to see the structure and morphology of Sodium Chloride, Chromium, and Iron. From this method, the compounds must been coated with either gold or platinum to get the true conduction state. The reason was to identify the shape of the compound surface easily. Surface structure is the first steps for next continuous study. Observation was did to Sodium Chloride, Chromium, and Iron by looking the surface characteristics such as arrangement, scattering, size, surface, and shape of each unit of the three compounds. The surface structure of Sodium Chloride, Chromium, and Iron was easy to specify. The surface of Sodium Chloride was much arranges and flat, it is because from the periodic table, atomic number of Sodium Chloride is 28, which means it have complete valence electron (2.8.18). For Chromium, it has rough surfaces, because of atomic number are 24, which have incomplete valence electron (2.8.14). Iron compounds surface have rough, and slit, this is because of the incomplete valence electron (2.8.16), from the atomic number of 26.

KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xiii
SENARAI SIMBOL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 PENGENALAN	1
1.2 TUJUAN KAJIAN	3
1.3 OBJEKTIF KAJIAN	3
1.4 SKOP KAJIAN	4
1.5 HIPOTESIS	4
BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	5
2.1 KRISTAL	5
2.2 SIMETRI	8
2.3 BAHAN BUKAN ORGANIK	9
2.4 MORFOLOGI	10
2.5 MIKROSKOP ELEKTRON PENGIMBAS (SEM)	11

2.6 BAHAN SIMETRI TINGGI	12
2.6.1 Natrium Klorida	12
2.6.2 Kromium	12
2.6.3 Ferum	13
BAB 3 BAHAN DAN KAEDAH	14
3.1 PENGENALAN	14
3.2 RADAS	14
3.2.1 Mikroskop Elektron Pengimbas (SEM)	14
3.2.2 Pengkot Pemercik	22
3.2.3 Stub	22
3.3 PENYEDIAAN SAMPEL	22
3.3.1 Operasi Dalam Pengkot Pemercik	23
3.3.2 Cara Menggunakan Pengkot Pemercik	26
3.3.3 Proses Penyalutan	26
a. kualiti penyalutan	26
b. ketebalan salutan	27
3.4 ANALISIS HABLUR SIMETRI TINGGI MENGGUNAKAN SEM	28
3.4.1 Pemeriksaan Awal	28
3.4.2 Memasukkan Spesimen	28
3.4.3 Mendapatkan Imej	29
3.4.4 Gerakan Spesimen	29
3.4.5 Pengfokusan Imej	29
3.4.6 Pengambilan Dan Penyimpanan Imej	30

3.5 PRINSIP PENGOPERASIAN SEM	31
3.5.1 Ruangan Optik	31
3.5.2 Kanta Magnetik	32
3.5.3 Pengesan Isyarat Dan Sinar Spesimen	35
a. pengesan	35
b. elektron sekunder	37
BAB 4 KEPUTUSAN DAN KAJIAN	39
4.1 PENGENALAN	39
4.2 KEPUTUSAN	39
4.2.1 Natrium Klorida	40
4.2.2 Kromium	47
4.2.3 Ferum	54
4.3 PERBINCANGAN	61
4.3.1 Pembesaran	61
4.3.2 Susunan	63
a. Natrium Klorida	63
b. Kromium	64
c. Ferum	64
4.3.3 Taburan	65
a. Natrium Klorida	65
b. Kromium	66
c. Ferum	66
4.3.4 Permukaan	67
a. Natrium Klorida	67

b. Kromium	68
c. Ferum	68
4.3.5 Bentuk	69
BAB 5 KESIMPULAN	71
RUJUKAN	73
LAMPIRAN	75
A pengiraan skala pembesaran	75

SENARAI JADUAL

Muka Surat

2.1	Tujuh sistem kristal dan kekisi Bravais	7
3.1	Bahagian dan kegunaan dalam SEM	15
4.1	Ciri-ciri Natrium Klorida yang dapat dilihat pada pembesaran X50	40
4.2	Ciri-ciri Natrium Klorida yang dapat dilihat pada pembesaran X200	41
4.3	Ciri-ciri Natrium Klorida yang dapat dilihat pada pembesaran X500	42
4.4	Ciri-ciri Natrium Klorida yang dapat dilihat pada pembesaran X1000	43
4.5	Ciri-ciri Natrium Klorida yang dapat dilihat pada pembesaran X2000	44
4.6	Ciri-ciri Natrium Klorida yang dapat dilihat pada pembesaran X4000	45
4.7	Ciri-ciri Natrium Klorida pada pembesaran X50 sehingga X4000	46
4.8	Ciri-ciri Iron yang dapat dilihat pada pembesaran X50	47
4.9	Ciri-ciri Iron yang dapat dilihat pada pembesaran X200	48
4.10	Ciri-ciri kromium yang dapat dilihat pada pembesaran X500	49
4.11	Ciri-ciri kromium yang dapat dilihat pada pembesaran X1000	50
4.12	Ciri-ciri kromium yang dapat dilihat pada pembesaran X2000	51
4.13	Ciri-ciri Kromium yang dapat dilihat pada pembesaran X4000	52
4.14	Ciri-ciri Kromium pada pembesaran X50 sehingga X4000	53
4.15	Ciri-ciri Ferum yang dapat dilihat pada pembesaran X50	54
4.16	Ciri-ciri Ferum yang dapat dilihat pada pembesaran X200	55
4.17	Ciri-ciri Ferum yang dapat dilihat pada pembesaran x500	56
4.18	Ciri-ciri Ferum yang dapat dilihat pada pembesaran X1000	57
4.19	Ciri-ciri Ferum yang dapat dilihat pada pembesaran X2000	58
4.20	Ciri-ciri Ferum yang dapat dilihat pada pembesaran X4000	59



4.21	Perbandingan ciri-ciri Ferum pada pembesaran X50 sehingga X4000	60
4.22	Perbandingan ciri-ciri Susunan Natrium Klorida, Kromium, dan Ferum pada pembesaran X50 sehingga X4000	63
4.23	Perbandingan ciri-ciri Taburan Natrium Klorida, Kromium, dan Ferum pada pembesaran X50 sehingga X4000	65
4.24	Perbandingan ciri-ciri Permukaan Natrium Klorida, Kromium, dan Ferum pada pembesaran X50 sehingga X4000	67
4.25	Perbandingan ciri-ciri Bentuk Natrium Klorida, Kromium, dan Ferum pada pembesaran X50 sehingga X4000	69



SENARAI RAJAH

	Muka Surat
3.1 Gambar Mikroskop Elektron Pengimbas (SEM)	16
3.2 Gambar proses penyalutan di Pengkot Pemercik	21
3.3 Diagram pergerakan ion-ion dan juga atom ketika proses pemercikan	25
3.4 Diagram kanta elektromagnetik	32
3.5 Diagram kesan kanta elektromagnetik dan ruang dibawah pada pentasan imej dan sudut pemusatan α_0	34
3.6 Parameter untuk pengesan	36
3.7 Skematic tiga sumber elektron sekunder dalam mikroskop	37
4.1 Imej imbasan Natrium Klorida bagi X50 pada saiz spot 23	40
4.2 Imej imbasan Natrium Klorida bagi X200 pada saiz spot 23	41
4.3 Imej imbasan Natrium Klorida bagi X500 pada saiz spot 22	42
4.4 Imej imbasan Natrium Klorida bagi X1000 pada saiz spot 23	43
4.5 Imej imbasan Natrium Klorida bagi X2000 pada saiz spot 23	44
4.6 Imej imbasan Natrium Klorida bagi X4000 pada saiz spot 23	45
4.7 Imej imbasan Kromium bagi X50 pada saiz spot 21	46
4.8 Imej imbasan Kromium bagi X200 pada saiz spot 21	47
4.9 Imej imbasan Kromium bagi X500 pada saiz spot 21	48
4.10 Imej imbasan Kromium bagi X1000 pada saiz spot 21	49
4.11 Imej imbasan Kromium bagi X2000 pada saiz spot 21	50
4.12 Imej imbasan Kromium bagi X4000 pada saiz spot 21	51
4.13 Imej imbasan Ferum bagi X50 pada saiz spot 23	52
4.14 Imej imbasan Ferum bagi X200 pada saiz spot 23	53

4.15	Imej imbasan Ferum bagi X500 pada saiz spot 23	54
4.16	Imej imbasan Ferum bagi X1000 pada saiz spot 23	55
4.17	Imej imbasan Ferum bagi X2000 pada saiz spot 23	56
4.18	Imej imbasan Ferum bagi X4000 pada saiz spot 23	57

SENARAI SIMBOL

\AA	Amstrong
d_l	Diameter perentasan
α_l	Sudut Pemusatan
Mbar	Mega bar
HV	Voltan Tinggi
SE	Sekunder Elektron
α	Alpha (sudut paksi x)
β	Beta (sudut paksi y)
γ	Gamma (sudut paksi z)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 PENGENALAN

Kristalografi adalah cabang ilmu pengetahuan yang telah banyak menyumbangkan informasi mengenai struktur molekul, yang sangat diperlukan dalam melakukan berbagai penelitian. Informasi mengenai struktur molekul sangatlah berharga kerana tanpa mengetahui molekul tersebut kita tidak mungkin boleh melakukan apa-apa terhadap molekul tersebut.

Dalam kajian yang akan dilakukan ialah bertujuan untuk mengenali dengan lebih terperinci lagi bahan atau hablur yang ada. Akan tetapi dalam projek ini, ia lebih menumpukan ujikaji ke atas hablur yang mempunyai struktur simetri yang tinggi. Struktur simetri yang tinggi bermaksud satu hablur atau lebih spesifik lagi dalam kajian ini ialah satu bahan kristal yang mempunyai bilangan simetri yang banyak ataupun peratusan simetri yang tinggi.

Satu hablur itu dapat diketahui tahap simetri tinggi ataupun rendah dengan membuat lebih pembacaan perpustakaan dan juga jurnal-jurnal yang ada. Terdapat banyak jenis simetri yang ada, ia termasuklah simetri tranlasi dan juga simetri titik.

Simetri translasi menerangkan pengulangan struktur panjang atau melalui luas atau isipadu. Simetri titik menerangkan tentang pengulangan struktur pada sekitar satu titik. Pantulan, putaran, songsangan, kesemuanya ialah simetri titik.

Setelah mengetahui bahan yang diperlukan, bahan hablur tersebut perlulah disediakan dengan betul sebelum mengkaji bahan. Maksud penyediaan yang betul di sini ialah beberapa hablur tadi yang telah diperolehi daripada makmal ataupun jabatan, perlulah diayak terlebih dahulu kepada saiz yang sesuai. Saiz hablur perlulah dalam saiz yang sesuai dan keadaan yang sempurna agar hasil ujikaji adalah tepat.

Morfologi bermaksud proses kajian pembentukan yang bermaksud kepada bentuk penyusunan bahagian-bahagian suatu objek (Jackson, 1997). Struktur morfologi polimer dan molekul adalah penting dalam pengenalpastiaan dan pemprosesan sifat-sifat suatu bahan. Morfologi merupakan salah satu cara untuk menentukan jenis hablur. Bagi satu polimer, morfologi boleh dilihat melalui beberapa aspek seperti keadaan fizikal, termal dan sifat-sifat mekanikal polimer tersebut (Fried, 1995).

Dalam ujikaji projek ini, kaedah yang digunakan ialah dengan menggunakan mikroskop elektron pengimbas (SEM). Melelui SEM pemerhatian yang diperoleh adalah berdasarkan keadaan fizikal struktur permukaan bahan sahaja. Melalui analisis pemancaran elektron kepada spesimen pada SEM menyebabkan penghasilan sinar-X oleh spesimen yang dapat menentukan komposisi bahan. Kebolehan SEM adalah cenderung kepada melihat struktur fizikal bahan. Dengan kebolehan SEM ini, ia bersesuaian dengan tujuan kajian, iaitu hanya tertumpu kepada morfologi sahaja.

1.2 TUJUAN KAJIAN

Tujuan projek ini adalah untuk mempelajari morfologi beberapa bahan hablur yang mempunyai simetri tinggi. Ini adalah untuk melihat sama ada setiap bahan simetri tinggi mempunyai permukaan atau morfologi yang sama. Dengan menggunakan mikroskop yang sesuai, morfologi setiap hablur yang telah disediakan akan dicatatkan dan dibuat perbandingan.

1.3 OBJEKTIF KAJIAN

Objektif utama kajian ini adalah untuk mempelajari morfologi hablur kristolografi yang mempunyai simetri yang tinggi.

Terdapat juga objektif-objektif lain yang ada di dalam kajian ini iaitu, mengetahui dan mendapatkan beberapa jenis sampel bahan kristolografi yang mempunyai simetri tinggi. Kedua, mengetahui persamaan-persamaan yang ada pada beberapa hablur bahan yang mempunyai simetri tinggi dengan menggunakan mikroskop yang sesuai.

1.4 SKOP KAJIAN

Skop kajian ini adalah kajian morfologi terhadap 3 bahan kristolografi yang mempunyai simetri yang tinggi iaitu Natrium Klorida, Kromium dan Ferum, dengan menggunakan mikroskop elektron pengimbas (SEM).

1.5 HIPOTESIS

Hipotesis kajian morfologi pada beberapa hablur yang mempunyai struktur simetri yang tinggi ini ialah setiap morfologi bahan yang dikaji mempunyai morfologi yang hampir sama tetapi terdapat beberapa perbezaan dari segi permukaan.

BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 KRISTAL

Kristolografi bermaksud kajian tentang struktur atom dan molekul kristal. Kristolografi dipelajari dalam banyak peringkat, tetapi tidak kira berapa spesifiknya topik kajian tersebut, semuanya berkaitan dengan geometri (J. M. Howard, 1998). Kristolografi lebih senang dibahagikan kepada tiga bahagian, iaitu, geometri, fizikal dan kimia. Kristal biasanya dalam bentuk polihedral, terikat melalui permukaan yang halus, yang boleh diandaikan sebagai bahan kimia, sesuai kepada tindak balas daya antara atom, pada keadaan yang sesuai (B. K. Vainshtein, 1996). Dalam geometri dan kristalografi, kekisi Bravais, merupakan satu set tidak terhingga bagi titik yang dijanakan oleh satu set operasi peralihan deskrit. Sesuatu hablur terdiri daripada satu atau lebih atom asas yang diulangi pada setiap titik kekisi. Hablur itu kemudiannya kelihatan sama dari mana-mana titik kekisi.

Kristal biasanya bahan pepejal yang mempunyai struktur dalaman yang mempunyai pengulangan. Bahan akan mengalami perubahan kepada struktur kristalin pada keadaan suhu dan tekanan yang tinggi. Pada keadaan ini, atom individu akan memperoleh cukup tenaga dan akan berubah kepada tenaga yang optimum dan

menjadi bentuk yang stabil. Bahan unsur lain juga berkebolehan untuk berubah membentuk struktur kristalin pada keadaan penyejukan secara perlahan-lahan.

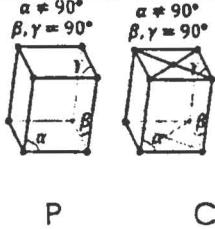
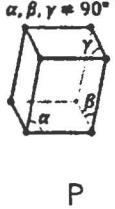
Sifat viskoelastik polimer kristal lebih komplek. Polimer kristal tidak isotrofik. Secara umumnya had penggunaan untuk mana-mana model adalah terhad (BillMeyer, 1984). Melalui polimer kristal, kristal-kristal yang besar bersepadan bersama dalam penumpuan keregangan besar yang tidak boleh dielakkan terbentuk. Polimer kristal merupakan campuran bahagian darjah yang berbeza mengikut turutan.

Terdapat 32 kelas kristal yang mewakili darjah simetri yang berbeza di dalam struktur. Setiap kelas kristal ini boleh diklasifikasikan kepada salah satu 7 sistem kristal. 7 sistem kristal ini ialah triklin, monoklin, ortohombik, tetragonal, hexagonal, tetragonal, dan juga kubus. Sistem ini berbeza dari segi susunan atom pada satah permukaan, lebih spesifik lagi dari segi perbezaan panjang ikatan dan perbezaan sudut. Satah permukaan bahan boleh ditentukan dengan menggunakan indeks Miller. Titik dalam setiap satah permukaan dipaparkan dengan menggunakan tanda (hkl), yang mewakili resiprokal yang memintas di setiap paksi. Sesetengah kristal dibahagikan kepada bahagian simetri dan dipanggil sebagai simetri satah. Nama lain untuk satah tersebut ialah cermin satah, kerana satah tersebut berfungsi sebagai cermin di dalam kristal. Bentuk tambahan simetri ialah paksi kepada simetri. Ini melibatkan struktur asas mengalami pengulangan melalui putaran pada titik paksi. Simetri yang lain termasuklah n-fold putaran dan songsang, di mana kristal dianggap mempunyai kesamaan posisi di pelbagai susunan.

Jadual 2.1 Tujuh sistem kristal dan kekisi Bravais.

SISTEM HABLUR	KEKISI BRAVAIS	PANJANG PAKSI DAN SUDUT PAKSI
KUBUS	 P I F	$a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
TETTRAGONAL	 P I	$a = b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
ORTOROMBUS	 P C I F	$a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
ROMBOHEDRON (TRIGONAL)	 P	$a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$
HEKSAGON	 P	$a = b \neq c$ $\alpha = \beta = 90^\circ$ $\gamma = 120^\circ$

Sambungan Jadual 2.1 Tujuh sistem kristal dan kekisi Bravais.

MONOKLIN	 P C	$a \neq b \neq c$ $\alpha = \gamma = 90^\circ \neq \beta$
TRIKLINIK	 P	$a \neq b \neq c$ $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$

2.2 SIMETRI

Terdapat tujuh sistem hablur utama dalam kristolografi. Ia boleh dijelaskan bergantung kepada kemungkinan simetri *parallelepiped*, tepi (a, b, c), sudut (α, β, γ).

Tujuh sistem hablur yang utama terdiri daripada: kubus (simetri *parallelepiped*

$O_h - m(-3)m$), simetri (tinggi); heksagon ($D_{6h} - 6/mmm$), tetragonal

($D_{4h} - 4/mmm$), dan trigonal ($D_{3d} - (-3)m$), simetri (pertengahan); ortorombus

($D_{2h} - mmm$), monoklin ($C_{2h} - 2/m$), dan Triklinik ($C_i - (-1)$), simetri (rendah).

Simetri merupakan sebuah ciri dalam bidang geometri, persamaan dan objek lainnya. Kita dapat katakan bahawa objek yang simetri akan mematuhi operasi simetri, ketika diperlakukan ke objek tidak akan muncul perubahan. Kristal mengandungi struktur yang biasa dan struktur yang berulang (B. K. Vainshtein, 1996). Konsep simetri dapat dijelaskan melalui pengulangan struktur. Oleh itu, kristal

RUJUKAN

A.Wold & K. Cwright. 1993. *Solid State Chemistry (Synthesis, Structure, and Properties Of Selected Oxides And Sulfides)*. Chapman and Hall, Inc. New York.

Azwar Abdul Manan (ptrj). 1995. *Fizik Keadaan Pepejal*, Dewan Bahasa Dan Pustaka, Kuala Lumpur.

Borg R. J. dan Dienes G. J. 1992. *The Physical Chemistry of Solids*. Academic Press. Boston.

Boris, K.V. 1996. *Fundamental Of Crystal, Symmetry, and Methods Of Structural Crystallography*. Volume 1. 2nd Ed. Springer-Verlag, Berlin.

C. Kittel. 1956. *Introduction to Solid State Physics*, 2nd ed. John Wiley & Sons. New York.

Dance, I. & Scudder, M. 2001. *High Symmetry Crystal Supramolecularity: -XPh_n molecules in cubic lattices*. University of New South Wales, Australia.

G. L. Miessler & D. A. Tarr. 2004. *Inorganic Chemistry 3rd Edition*. Pearson Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey.

Howard, M. 1998. *Introduction to Crystallography and Mineral Crystal Systems*. Arkansas.

Ibrahim Baba. 1994. *Kimia Tak Organik (Konsep Dan Struktur)*, Dewan Bahasa Dan Pustaka, Selangor Darul Ehsan.

Klug, H. P. & Alexander, L. E. 1974. *X-Ray Diffraction Procedures, For Polycrystalline and Amorphous Materials*. 2nd Ed. John Wiley & Sons, New York.

- L. Pauling. 1988. *General Chemistry*, 3rd ed. Dover. New York.
- L. Pauling and E. B. Wilson. 1935. *Introduction to Quantum Mechanics*. McGraw-Hill. New York.
- M. A. Armstrong. 1988. *Groups and Symmetry, Undergraduate Text In Mathematics*. Springer - Verlag. New York.
- Muhammad Bin Yahaya. 1989. Pengenalan Fizik Keadaan Pepejal, Dewan Bahasa Dan Pustaka, Selangor Darul Ehsan.
- Nelson, S.A. 2003. *Earth Material, Crystal Morphology, Crystal Symmetry, Crystallographic Axes*. Tulane University.
- R. A. Pethrick & C. Viney. 2003. *Techniques For Polymer Organisation And Morphology Characterisation*. John Wiley & Sons. The Atrium, Southern Gate Chichester, England.
- S. J. Joshua. 1991. *Symmetry Principles and Magnetic Symmetry In Solid State Physics*. Adam Hilger. Bristol, Philadelphia And New York.
- S. T. Strauss. 1990. *Guide To Solution For Organic Chemistry Second Edition*. W.H. Freeman & Company. United State Of America.