

MAKALAH STRUKTUR KRISTAL LOGAM



Disusun Oleh :

M. Agung Wijaksono – 1421800040

TEKNIK MESIN

UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

2020

DAFTAR ISI

COVER.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
BAB 2 PEMBAHASAN.....	2
2.1 Keadaan Kristal.....	2
2.2 Beberapa Definisi Dasar.....	2
2.3 Kisi Bravais dan Tujuh Sistem Kristal.....	3
2.4 Nomenklatur Kristal.....	4
2.5 Jumlah Atom dalam Satuan Sel.....	5
2.6 Beberapa Struktur Kristal.....	6
BAB 3 KESIMPULAN.....	8

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur kepada Allah SWT, saya bisa menyelesaikan makalah tentang Logam untuk penyelesaian tugas dari mata kuliah Material Teknik. Saya mengucapkan terimakasih kepada semua yang telah membantu pembuatan makalah ini, sehingga makalah ini bisa selesai dan insya Allah bisa menjadi pegangan pada pengajaran tersebut.

Walaupun makalah ini masih jauh dari kesempurnaan, maka dari itu saya berharap kepada Bapak Dosen untuk memberikan kritik dan saran untuk penyempurnaan makalah tentang Struktur Kristal Logam ini.

Sebagai penulis dari makalah ini saya berharap makalah ini bisa bermanfaat bagi kita semua. Akhirnya saya mengucapkan atas perhatian dari semua pihak, saya ucapkan teri maksih.

Surabaya, 12 Oktober 2020

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sebuah padatan dengan mata telanjang tampak sebagai benda tegar yang kontinu. Akan tetapi hasil eksperimen telah menunjukkan bahwa semua padatan disusun oleh satuan dasar dari atom-atom yang bersifat diskrit.

Atom-atom tersebut tidak terdistribusi secara random tetapi tersusun dalam susunan yang sangat teratur relatif terhadap atom-atom yang lain. Susunan dari kelompok atom-atom yang memiliki keteraturan sangat tinggi tersebut disebut kristal.

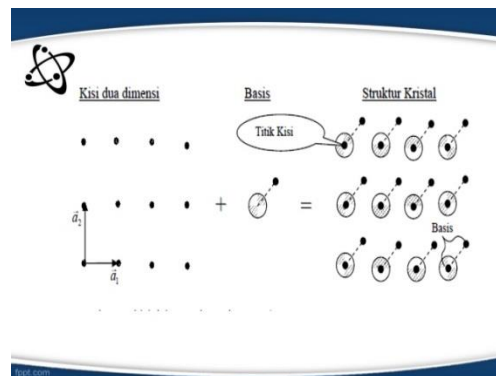
Terdapat beberapa jenis struktur kristal bergantung pada geometri dari susunan atom-atomnya. Pengetahuan tentang struktur kristal dalam Fisika Zat Padat menjadi sangat penting karena struktur kristal mempengaruhi sifat-sifat fisika dari padatan, yang akan dibahas pada bab berikut.

BAB II

PEMBAHASAN

2.1 Keadaan Kristal

Suatu padatan dikatakan menjadi kristal jika atom-atom penyusun padatan tersusun sedemikian posisi masing-masing atom adalah sangat periodik, seperti ditunjukkan gambar 1.1. Jarak antara dua atom tetangga terdekat sepanjang sumbu x adalah ' a ' dan sepanjang sumbu y adalah ' b ' (pada mana x dan y tidak harus saling orthogonal). Sebuah kristal sempurna dipandang memiliki sifat periodik pada kedua sumbu dari $-\infty$ sampai ∞ . Berdasarkan sifat periodisitasnya maka atom A, B, C dan seterusnya adalah ekuivalen. Dengan kata lain pengamatan atom-atom pada setiap titik kisi kristal adalah sama. Ide yang sama menunjukkan bahwa sebuah kristal memiliki simetri translasi,



Gb. 1.1 Susunan priodik dari atom-atom kristal pada dua dimensi

berarti bahwa jika kristal ditranslasi oleh setiap vektor yang menghubungkan dua atom katakanlah R dalam gambar 1.1 kristal tampak sama seperti sebelum dilakukan translasi, dengan kata lain kristal memiliki sifat invarian terhadap translasi

2.2 Beberapa Definisi Dasar

Untuk membahas secara tepat tentang struktur kristal, maka dalam hal ini dikenalkan beberapa definisi-definisi dasar, yang diterapkan pada kristal dua atau tiga dimensi. Kisi Kristal, dalam kristallografi hanya sifat-sifat yang muncul dari geometri kristal yang lebih ditekankan dari pada sifat-sifat yang muncul dari atom-atom penyusun kristal. Oleh karenanya penggantian satu atom yang menempati sebuah titik geometri pada posisi kesetimbangan, menghasilkan sebuah pola titik-titik baru yang memiliki sifat geometri yang sama tapi memiliki sifat fisis yang berbeda. Pola geometri tersebut disebut kisi kristal, atau sering disebut kisi saja. Semua atom-atom kisi menempati

kisi tersebut. Terdapat dua kelas kisi yaitu; Kisi Bravais dan kisi non Bravais. Dalam kisi Bravais, semua titik-titik kisi adalah ekuivalen, dengan demikian semua atom-atom dalam kristal adalah sama jenisnya. Sedangkan dalam kisi non Bravais beberapa dari titik-titik kisi adalah tidak ekuivalen. Vektor basis, Tinjalah sebuah kisi yang ditunjukkan gambar 1.2, dengan koordinat awal pada titik kisi misalkan dipilih titik A. Dengan demikian vektor posisi setiap titik pada titik kisi dinyatakan oleh; $R = n_1 a + n_2 b + n_3 c$. Di mana a , b , dan c adalah tiga buah vektor yang ditunjukkan dan (n_1, n_2, n_3) adalah bilangan-bilangan bulat yang nilainya bergantung pada titik kisi. Untuk titik D $(n_1, n_2, n_3) = (3, 3, 1)$. Ketiga vektor a , b dan c (yang tidak harus saling tegak lurus) membentuk perangkat vektor basis untuk kisi. Dalam hal pada manaposisi dari semua titik kisi dapat secara tepat ditentukan oleh persamaan 1.1. Perangkat dari semua vektor-vektor yang dinyatakan oleh persamaan 1.1 disebut vektor-vektor kisi. Satuan Sel, Bangun parallelogram yang sisi-sisinya adalah vektor basis a , b dan c disebut satuan sel dari kisi.

Untuk titik D $(n_1, n_2, n_3) = (3, 3, 1)$. Ketiga vektor a , b dan c (yang tidak harus saling tegak lurus) membentuk perangkat vektor basis untuk kisi. Dalam hal pada manaposisi dari semua titik kisi dapat secara tepat ditentukan oleh persamaan 1.1. Perangkat dari semua vektor-vektor yang dinyatakan oleh persamaan 1.1 disebut vektor-vektor kisi. Satuan Sel, Bangun parallelogram yang sisi-sisinya adalah vektor basis a , b dan c disebut satuan sel dari kisi.

Satuan sel merupakan bangun geometri terkecil dari suatu kristal, oleh karena itu kisi dapat dipandang sebagai tersusun dari sejumlah besar satuan sel yang ekuivalen, seperti pola mosaik. Atom-atom dalam sebuah kristal disusun dalam sebuah deretan periodik, oleh karenanya memungkinkan untuk mengisolasi sebuah satuan sel dari berbagai jenis kristal. Satuan sel tersebut akan merepresentasikan struktur kristal dari zat padatan bersangkutan. Sekelompok ion-ion, atom-atom atau molekul-molekul penyusun padatan kristal dalam satuan sel tersebut membentuk susunan berulang secara translasi dalam arah tiga dimensi yang ditunjukkan gambar.

2.3 Kisi Bravais dan Tujuh Sistem Kristal

Satuan sel diklasifikasi dalam 14 kelas ruang kisi sesuai dengan adanya 14 kemungkinan ruang kisi yang berbeda, yang didasarkan pada bentuk parallelogram dari satuan sel, yang disebut dengan

1. Triklinik

Tidak ada sumbu kisi kristal yang saling tegak lurus, interval perulangan kisi pada ketiga arah sumbu tidak ada yang sama satu dengan yang lainnya. Kisi kristal ini hanya terdiri dari kisi kristal triklinik sederhana (P).

2. . Monoklinik

Dua sumbu kristal tidak saling tegak lurus, tapi sumbu kristal ke tiga tegak lurus pada dua sumbu yang tidak saling tegak lurus, interval perulangan kisi pada masing-masing arah sumbu kristal

tidak sama satu dengan yang lainnya. Kisi kristal monoklinik terdiri dari kisi kristal monoklinik sederhana (P) dan kisi kristal monoklinik pusat badan (I).

3. Orthorhombik

sumbu-sumbu kristal satu dengan yang lainnya saling tegak lurus, tapi interval perulangan kisi pada masing-masing arah sumbu kristal tidak sama. Kisi kristal orthorhombik terdiri dari, kisi kristal orthorhombik sederhana (P), kisi kristal orthorhombik pusat dasar (C), kisi kristal orthorhombik pusat badan (I), dan kisi kristal orthorhombik pusat muka (F).

4. Tetragonal

Sumbu-sumbu kristal satu dengan yang lainnya saling tegak lurus, interval perulangan kisi sepanjang dua arah sumbu adalah sama, tapi interval perulangan pada arah sumbu ke tiga tidak sama. Kisi kristal tetragonal terdiri dari kisi kristal tetragonal sederhana (P) dan kisi kristal tetragonal pusat badan (I). 5. Heksagonal, dua sumbu kristal membentuk sudut 60° , semestara sumbu ketiga tegak lurus pada dua sumbu yang membentuk sudut 60° . Interval perulangan sepanjang kedua sumbu yang membentuk sudut 60° adalah sama, tapi interval perulangan pada sumbu ketiga tidak sama.

Struktur satuan heksagonal sederhana sering dikenal dengan struktur rhombik. seperti ditunjukkan gambar di bawah. Satuan sel heksagonal memiliki empat sumbu pada mana tiga sumbu saling membentuk sudut 120° terletak dalam satu bidang, sedangkan sumbu ke empat tegak lurus terhadap bidang ketiga sumbu. Interval perulangan satuan sel pada ketiga sumbu adalah sama.

6. Trigonal

Yang sering disebut Rhombohedral, Sudut dari masing-masing pasangan sumbu kristal adalah sama tapi tidak 90° , interval perulangan sepanjang ketiga arah sumbu kisi kristal adalah sama. 7. Kubus, sumbu-sumbu kristal satu dengan yang lainnya saling tegak lurus dan interval perulangan kisi pada ketiga arah sumbu adalah sama. Kisi kristal kubus terdiri dari kisi kristal kubus sederhana (P), kisi kristal kubus pusat badan (I), dan kisi kristal kubus pusat muka (F).

Terdapat tiga buah jenis kisi dalam system kubus yaitu: kubus sederhana (P), kubus pusat badan (I) dan kubus pusat muka (F). Sifat-sifat dari ketiga jenis kubus tersebut dirangkum pada table 01 berikut.

	Orthorhombik	Tetragonal	Heksagonal	Trigonal	Kubus
Pusat					
Kubus					
I					
F					

Perlu dicatat bahwa sebuah kisi primitif (sederhana) hanya memiliki titik-titik atom pada sudutnya, kisi pusat badan memiliki satu titik atom tambahan dipusat selnya, sedangkan sebuah kisi pusat muka memiliki enam titik-titik atom tambahan pada masing-masing muka sel kisi.

2.4 Nomenklatur Kristal

Untuk menjelaskan fenomena fisis dalam kristal, dapat dilakukan dengan menggambarkan arah atau bidang kristal. Untuk menentukan arah dari suatu kristal (misalnya seperti pada gambar aa), maka harus dipilih salah satu titik kisi pada garis tersebut sebagai sebuah titik awal, misalkan titik A. Vektor kisi yang menghubungkan A dengan titik-titik kisi yang lain seperti B pada garis tersebut dapat dinyatakan dengan.

2.5 Jumlah Atom dalam Satuan Sel

Pada setiap titik-titik kisi dalam kristal ditempati oleh atom-atom penyusun kristal yang bersifat sangat periodik. Jumlah atom-atom penyusun kristal dalam satu satuan sel kristal bergantung pada struktur kristal bersangkutan. Untuk lebih jelasnya pada bagian ini dibahas beberapa struktur kristal sederhana dari sistem kubus (Yasa, 2004).

• Kubus sederhana (P)

Struktur kristal kubus sederhana ditunjukkan oleh gambar 2.2a pada masing-masing titik sudut kubus ditempati masing-masing oleh $\frac{1}{8}$ bagian atom. Dengan demikian dalam kristal sistem kubus sederhana dalam satu satuan selnya ditempati oleh satu atom penyusun kristal.

• Kubus pusat badan (I)

Struktur kristal kubus pusat badan ditunjukkan oleh gambar 2.2b pada masing-masing titik sudut kubus ditempati masing-masing oleh $\frac{1}{8}$ bagian atom sehingga dari kedelapan titik sudut secara kumulatif disusun oleh satu buah atom. Atom yang menempati pusat kubus adalah sebuah atom utuh. Dengan demikian dalam kristal sistem kubus pusat badan dalam satu satuan selnya ditempati oleh dua atom penyusun kristal.

• Kubus pusat muka (F)

Struktur Kristal kubus pusat muka ditunjukkan oleh gambar 2.2c pada masing-masing titik sudut kubus ditempati oleh masing-

masing oleh $\frac{1}{8}$ bagian atom sehingga dari kedelapan titik sudut secara kumulatif disusun oleh satu buah atom. Atom yang menempati muka pusat kubus adalah $\frac{1}{2}$ bagian atom, karena dalam kubus karena dalam kubus terdapat enam pusat muka secara kumulatif yang menempati pusat muka adalah tiga buah atom. Dengan demikian dalam kristal sistem kubus pusat muka dalam satu satuan selnya ditempati oleh empat atom penyusun kristal.

maka dimensi satuan sel dari masing-masing struktur kristal kubus dapat dihubungkan dengan jejari atom-atom penyusun kristal. Untuk menentukan hubungan dimensi satuan sel dengan jejari atom diasumsikan bahwa atom penyusun kristal dianggap sebagai sebuah bola pejal. Dengan demikian jika dimensi satuan sel kubus adalah d dan jejari atom adalah r maka dapat dibuktikan bahwa untuk struktur kristal kubus sederhana (P) diperoleh

$d \approx 2r$, untuk struktur kristal kubus pusat badan $d \approx 2\sqrt{2}r$ sedangkan untuk struktur kristal kubus pusat muka $d \approx \sqrt{2}r$. Dengan anggapan bahwa atom-atom dalam kristal suatu zat padat sebagai bola pejal maka dalam kristal sebagian besarnya adalah merupakan ruang kosong. Untuk struktur kristal kubus dimensi satuan sel kristal dapat ditentukan oleh beberapa faktor yaitu; massa jenis padatan kristal (ρ), massa atom kristal (M), dan struktur kristal itu sendiri. Untuk menentukan dimensi satuan sel kristal dilakukan dengan cara sebagai berikut; Tinjaulah sebuah suatu jenis kristal dengan struktur kristal kubus yang dimensi satuan selnya adalah a yang menyatakan sisi-sisi kubus tersebut disusun oleh atom-atom yang memiliki massa atom M . dalam satuan selnya terdapat n .

2.6 Beberapa Struktur Kristal

A. Kristal logam Kisi kristal logam terdiri atas atom logam yang terikat dengan ikatan logam. Elektron valensi dalam atom logam mudah dikeluarkan (karena energi ionisasinya yang kecil) menghasilkan kation. Bila dua atom logam saling mendekat, orbital atom terluarnya akan tumpang tindih membentuk orbital molekul. Bila atom ketiga mendekati kedua atom tersebut, interaksi antarorbitalnya terjadi dan orbital molekul baru terbentuk. Sifat-sifat logam yang bermanfaat seperti kedapat-tempa-annya, hantaran listrik dan panas serta kilap logam dapat dihubungkan dengan sifat ikatan logam. Misalnya, logam dapat mempertahankan strukturnya bahkan bila ada deformasi. Hal ini karena ada interaksi yang kuat di berbagai arah antara atom (ion) dan elektron bebas di sekitarnya.

Logam akan terdeformasi bila gaya yang kuat diberikan, tetapi logam tidak akan putus. Sifat ini karena interaksi yang kuat antara ion logam dan elektron bebas (Takeuchi, 2008).

B. Kristal ionik Kristal ionik semacam natrium klorida (NaCl) dibentuk oleh gaya tarik antara ion bermuatan positif dan negatif. Susunan ion dalam kristal ion yang paling stabil adalah susunan dengan jumlah kontak antara partikel bermuatan berlawanan terbesar, atau dengan kata lain, bilangan koordinasinya terbesar. Namun, ukuran kation berbeda dengan ukuran anion, dan akibatnya, ada kecenderungan anion yang lebih besar akan tersusun terjejal, dan kation yang lebih kecil akan berada di celah antar anion (Anonim, 2009). Dalam kasus natrium klorida, anion klorida (jari-jari 0,181 nm) akan membentuk susunan kisi berpusat muka dengan jarak antar atom yang agak panjang sehingga kation natrium yang lebih kecil (0,098 nm) dapat dengan mudah diakomodasi dalam ruangnya (Gambar 8.9(a)). Setiap ion natrium dikelilingi oleh enam ion klorida (bilangan koordinasi = 6). Demikian juga, setiap ion klorida dikelilingi oleh enam ion natrium (bilangan koordinasi = 6) (Takeuchi, 2008).

Dalam cesium klorida, ion cesium yang lebih besar (0,168 nm) dari ion natrium dikelilingi oleh 8 ion klorida membentuk koordinasi 8:8. Ion cesium maupun klorida seolah secara independen membentuk kisi kubus sederhana, dan satu ion cesium terletak di pusat kubus yang dibentuk oleh 8 ion klorida.

Setiap ion dikelilingi oleh delapan ion dengan muatan yang berlawanan. Struktur ini juga bukan struktur terjejal (Anonim, 2009). c. Kristal Molekular Kristal dengan molekul terikat oleh gaya antarmolekul semacam gaya van der Waals disebut dengan kristal molekul. Kristal yang didiskusikan selama ini tersusun atas suatu jenis ikatan kimia antara atom atau ion. Namun, kristal dapat terbentuk, tanpa bantuan ikatan, tetapi dengan interaksi lemah antar molekulnya. Bahkan gas mulia mengkristal pada temperatur sangat rendah. Argon mengkristal dengan gaya van der Waals, dan titik lelehnya $-189,2^{\circ}\text{C}$. Padatan argon berstruktur kubus terjejal. Molekul diatomik semacam iodin tidak dapat dianggap berbentuk bola. Walaupun tersusun teratur di kristal, arah molekulnya bergantian. Namun, karena strukturnya yang sederhana, permukaan kristalnya teratur. Ini alasannya mengapa kristal iodin memiliki kilap. Pola penyusunan kristal senyawa organik dengan struktur yang lebih rumit telah diselidiki dengan analisis kristalografi sinar-X. Bentuk setiap molekulnya dalam banyak kasus mirip atau secara esensi identik dengan bentuknya dalam fase gas atau dalam larutan.

C. Kristal kovalen

Banyak kristal memiliki struktur mirip molekul-raksasa atau mirippolimer. Dalam kristal seperti ini semua atom penyusunnya (tidak harus satu jenis) secara berulang saling terikat dengan ikatan kovalen sedemikian sehinggagugusan yang dihasilkan nampak dengan mata telanjang. Intan adalah contoh khas jenis kristal seperti ini, dan kekerasannya berasal dari jaringan kuat yang terbentuk oleh ikatan kovalen orbital atom karbon hibrida sp^3 . Intan stabil sampai 3500°C , dan pada temperatur ini atau di atasnya intan akan menyublim. Kristal semacam silikon karbida (SiC) atau boron nitrida (BN) memiliki struktur yang mirip dengan intan. Contoh yang sangat terkenal juga adalah silikondiodoksida (kuarsa; SiO_2). Silikon adalah tetravalen, seperti karbon, dan mengikatempat atom oksigen membentuk tetrahedron. Setiap atom oksigen terikat padaatom silikon lain. Titik leleh kuarsa adalah 1700°C .

Satuan sel dari kristal intan adalah kubus pusat muka (F) dengan sebuahbasis, dimana basis disusun oleh dua atom Carbon yang berhubungan denganmasing-masing titik-titik kisi pusat muka. Posisi dari kedua atom-atom basisadalah 000 , $\frac{1}{4} \frac{1}{4} \frac{1}{4}$, seperti ditunjukan oleh gambar 2.7 Tidak ada cara untuk memilih sedemikian sehingga basis dari struktur intan hanya terdiri dari sebuahatom.

Masing-masing atom basis dikelilingi oleh empat atom terdekat yangmembentuk sebuah tetrahedral yang pusatnya adalah atom basis tersebut. Konfigurasi ini biasanya ditemukan dalam semikonduktor seperti struktur kristalGe dan Si (Yasa, 2004).e. Kristal cairKristal memiliki titik leleh yang tetap, dengan kata laun, kristal akanmempertahankan temperatur dari awal hingga akhir proses pelelehan. Sebaliknya, titik leleh zat amorf berada di nilai temperatur yang lebar, dan temperatur selamaproses pelelehan akan bervariasi. Material seperti ini disebut dengan kristal cair. Molekul yang dapat menjadikristal cair memiliki fitur struktur umum, yakni molekul-molekul ini memiliki.

BAB III

KESIMPULAN

Dalam pembuatan makalah tentang ilmu Struktur Kristal Logam ini, penulis menyimpulkan bahwa. Secara umum dalam dunia pendidikan terutama bagi mereka yang mengambil jurusan teknik mesin. Dalam pemaparannya, ilmu logam sangat penting untuk mengetahui kandungan-kandungan dan unsur-unsur yang terdapat dalam suatu besi (Ferro) dan bukan besi (non Ferro). Dan juga untuk mengetahui sifat-sifat dan kegunaannya.