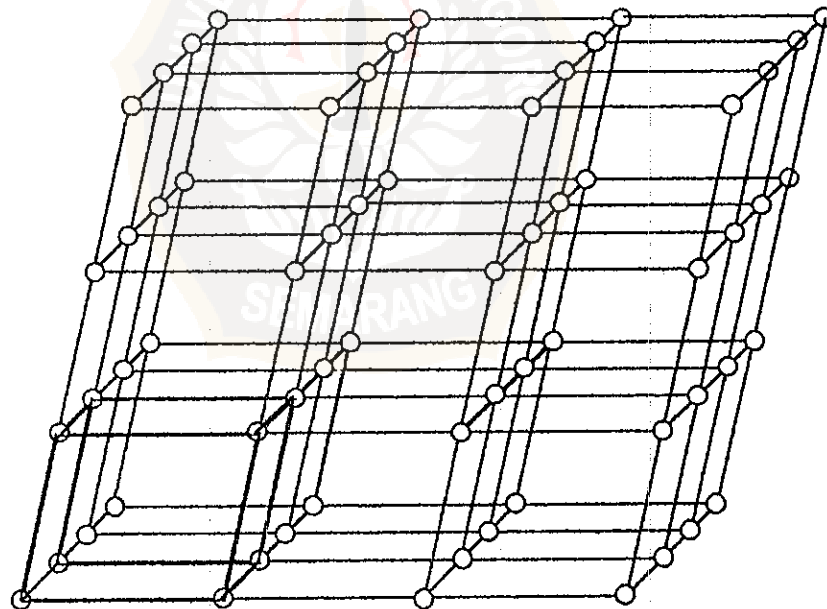


## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1. Kisi Kristal

Dalam zat padat yang memiliki struktur kristal, atom-atom dan molekul-molekul dari bahan tersebut akan tersusun secara beraturan, sehingga membentuk suatu pola tiga dimensi yang dapat digambarkan sebagai suatu kelipatan atau pengulangan dari satu pola satuan yang lazim dikenal sebagai sel satuan atau *unit cell*. Keteraturan ini tidak dijumpai pada atom gas dan cairan (Darmawan, dkk., 1987). Jadi suatu kisi dapat didefinisikan sebagai pola yang berulang dalam tiga dimensi yang terbentuk dalam kristal. Struktur kristal yang paling sederhana adalah kisi kubus sederhana, seperti yang terlihat pada gambar 2.1.

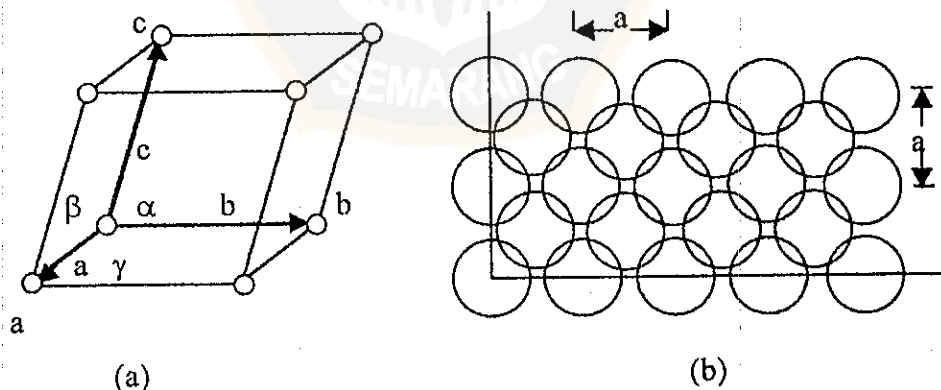


Gambar 2.1. Kisi kristal (Cullity, 1976)

Pada gambar 2.1. ketiga sumbu yang tegak lurus satu sama lain ditempatkan sebarang melalui salah satu sel sudut. Bidang dan arah kristalografi akan ditetapkan terhadap sumbu ini menurut indeks Miller. Sebuah bidang kristalografi ditetapkan oleh panjang perpotongannya pada ketiga sumbu yang diukur dari titik awal sumbu koordinat.

Karena semua sel dari kristal seperti terlihat pada gambar 2.1. adalah identik, maka untuk mudahnya kisi kristal dibagi dalam sel satuan. Sel satuan ini mempunyai volum terbatas, masing-masing memiliki ciri yang sama dengan kristal secara keseluruhan. Ukuran dan bentuk sel satuan dapat dijelaskan oleh tiga vektor  $a, b$  dan  $c$  yang ditarik dari suatu sudut sel sebagai awalnya. Vektor-vektor ini menyatakan sel dan disebut sebagai sumbu kristalografi dari sel. Selain itu, sel satuan dapat dinyatakan dalam panjang ( $a, b, c$ ) dan sudut antaranya. Panjang dan sudut ini sebagai konstanta kisi sel.

Jarak yang selalu berulang ini, yang disebut konstanta kisi dalam pola jangkauan panjang kristal menentukan ukuran sel satuan. Karena pola kristal identik dalam ketiga arah tegak lurus, sel satuan ini berbentuk kubus dan  $a$  adalah konstanta kisi dalam ketiga arah koordinat. Dalam kristal bukan kubus, konstanta kisi berbeda dalam ketiga arah koordinat.



Gambar 2.2. (a). Sel satuan (Cullity, 1976). (b). Konstanta kisi (van Vlack, 1992)

Pada gambar 2.2.(b) titik sudut sel satuan dapat ditempatkan dimana saja dalam suatu kristal. Jadi sudut tersebut dapat berada di pusat atom, tempat lain dalam atom-atom atau diantara atom-atom, asalkan sel tersebut memiliki orientasi yang sama dengan pola kristal.

## 2.2. Sistem Kristal

Kristal dilukiskan oleh sel satuannya dan bentuk sel satuan ditentukan besar sumbu kristal  $a, b, c$  serta sudut kristal  $\alpha, \beta, \gamma$ . Kristal kubik memiliki pola yang sama sepanjang ketiga sumbu tegak lurus:  $a_1 = a_2 = a_3$ . Kebanyakan logam dan beberapa jenis keramik berbentuk kubik.

Kristal bukan kubik terjadi bila pola ulangnya tidak sama dalam ketiga arah koordinatnya atau sudut antara ketiga sumbu kristal tidak sama dengan  $90^\circ$ . Ada tujuh sistem kristal dengan karakteristik geometrikinya seperti tercantum dalam tabel 2.1.

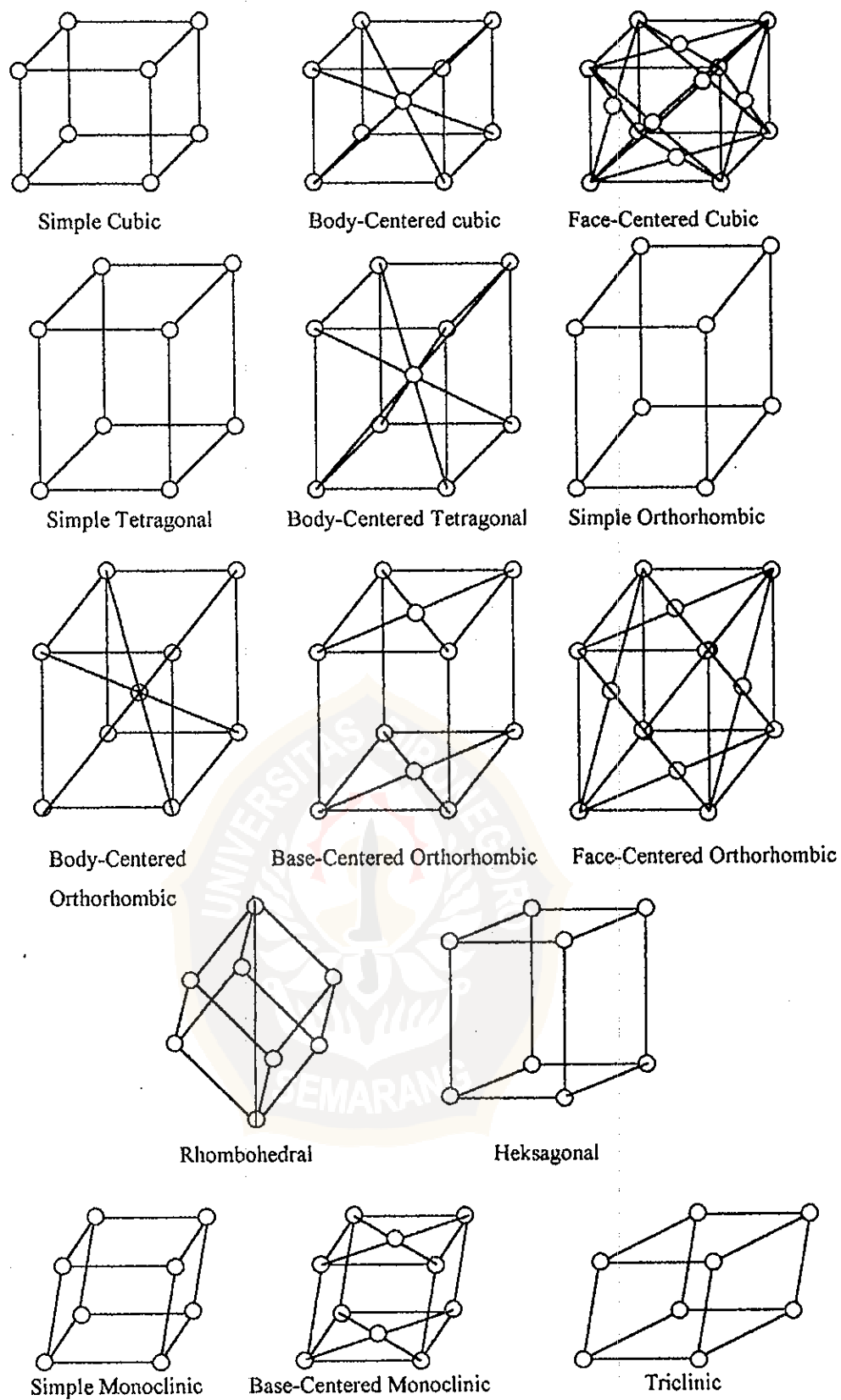
Tabel 2.1. Sistem Kristal

Sistem	Sumbu ( <i>axes</i> )	Sudut sumbu ( <i>axial angles</i> )
Kubik	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
Tetragonal	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
Ortorombik	$a \neq b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
Monoklinik	$a \neq b \neq c$	$\alpha = \gamma = 90^\circ \neq \beta$
Triklinik	$a \neq b \neq c$	$\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$
Heksagonal	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = 90^\circ; \gamma = 120^\circ$
Rombohedral	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$

Sumber : (van Vlack, 1992)

Apabila sel satuan diisi atom dengan tidak merusak unsur simetri yang sebelumnya ada padanya, diperoleh apa yang dinamakan *kisi Bravais* kristal. Frankenheim dan Bravais dalam Darmawan, dkk., (1987) telah membuktikan bahwa ketujuh sistem kristal memiliki 14 kisi Bravais, seperti terlihat pada gambar 2.3. Dalam penulisan tugas akhir ini perhatian kita tertuju pada bentuk struktur kristal kubik yaitu struktur kristal kubus pusat muka (FCC) sebagaimana sel satuan paduan logam AlMg<sub>2</sub>.

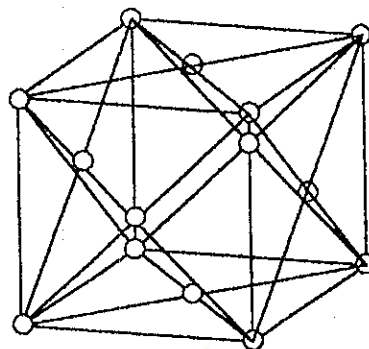




Gambar 2.3. Kisi kristal Bravais (Cullity, 1976)

### 2.3. Struktur Kristal

Struktur kubus pusat muka (FCC) lebih sering dijumpai pada logam antara lain, emas, perak, aluminium, tembaga, timah hitam, besi, chrom, cobalt, nikel dan platina yang mempunyai pengaturan atom seperti ini.

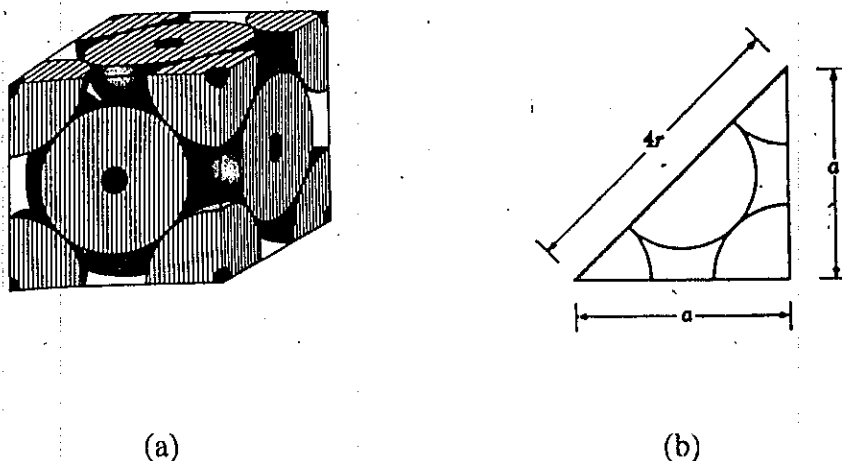


Gambar 2.4. Struktur kristal kubus pusat muka (FCC) (van Vlack, 1992)

Logam dengan struktur FCC mempunyai atom pada titik pusat keenam muka kubus dan pada kedelapan pojok kubus. Keenam bidang sisi menghasilkan tiga atom persel satuan dan kedelapan atom pada titik sudut menghasilkan satu atom. Dalam logam hubungan antara konstanta kisi  $a$  dengan jari-jari  $R$  dinyatakan oleh persamaan:

$$a\sqrt{2} = 4R \quad \text{atau} \quad a = 4R/\sqrt{2}$$

Setiap atom dalam logam FCC mempunyai dua belas atom tetangga yaitu atom pada sisi depan mempunyai empat tetangga, empat tetangga yang bersinggungan dengannya dibagian belakang dan empat lagi yang serupa dibagian depannya, seperti terlihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. (a) Sel satuan kubus pusat muka

(b) Hubungan antara konstanta kisi dengan jari-jari atom (van Vlack, 1992)

Untuk menentukan struktur kristal apakah merupakan struktur kristal SC (Simple Cubic), BCC (Body Centered Cubic) atau FCC (Face Centered Cubic) diperlukan tabel 2.2.

Tabel 2.2. Tabel Struktur Kristal

Struktur Kristal	$h^2 + k^2 + l^2$
SC	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,.....
BCC	2,4,6,8,10,12,14,16,.....
FCC	3,4,8,11,12,16,19,20,24,27,.....

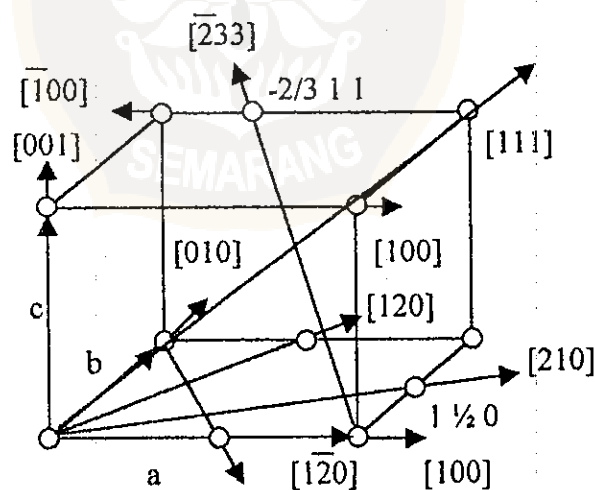
Sumber : (Darmawan, dkk., 1987)

## 2.4. Arah dan Bidang Kristal

### 2.4.1. Arah kristal

Arah kristal sangat penting dalam mempelajari sifat dan struktur kristal, karena banyak sifat berubah dengan arah. Arah kristal biasanya diberi indeks sesuai *berkas* yang berasal dari titik asal melalui titik dengan indeks utuh terkecil. Sesuai perjanjian (Van Vlack., 1992) kita gunakan tanda kurung persegi  $[uvw]$  untuk menyatakan arah kristal, dan  $\langle uvw \rangle$  untuk kelompok arah. Dan disini digunakan huruf  $u$ ,  $v$ , dan  $w$  yang berasal dari tiga arah sumbu utama, masing-masing adalah  $x$ ,  $y$  dan  $z$ . Arah-arai yang sejajar selalu mempunyai indeks yang sama, Sedangkan arah negatif ditandai dengan garis datar di atas angka. Misalnya  $[u\bar{v}\bar{w}]$  maka  $\bar{w}$  menyatakan arah negatif dalam arah sumbu  $z$ .

Karena arah-arai yang sejajar selalu mempunyai  $[uvw]$  yang sama, dalam kristal kubus arah-arai  $[111]$ ,  $[1\bar{1}\bar{1}]$ ,  $[\bar{1}\bar{1}1]$ ,  $[\bar{1}1\bar{1}]$ ,  $[\bar{1}\bar{1}\bar{1}]$ ,  $[\bar{1}\bar{1}1]$ ,  $[\bar{1}1\bar{1}]$  dan  $[1\bar{1}\bar{1}]$  adalah identik, kecuali jika kita pilih arah  $x$ ,  $y$ ,  $z$  pada sumbu yang berlainan, dinyatakan dengan kelompok arah  $\langle 111 \rangle$ . Pada gambar 2.6. menerangkan tentang arah indeks.



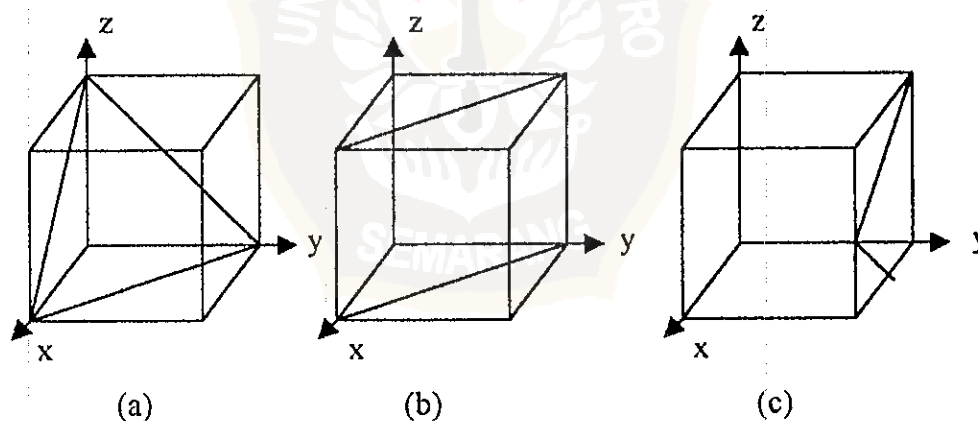
Gambar 2.6. Arah indeks (Cullity, 1976)



### 2.4.2. Bidang Kristal (*Crystal Planes*)

Suatu kristal mempunyai bidang-bidang atom, dan hal ini mempengaruhi sifat dan perilaku bahan. Orientasi bidang dalam kristalografi ditentukan oleh apa yang disebut *indeks Miller-nya*. Indeks Miller adalah kebalikan dari perpotongan suatu bidang dengan ketiga sumbu, biasanya dinyatakan dalam bilangan utuh bukan pecahan atau kelipatan bersama (van Vlack, 1992). Dalam sistem ini dipilih tiga sumbu  $x, y, z$ , yang masing-masing sejajar rusuk sel satuan. Dalam sistem kubus arah  $(hkl)$  selalu tegak lurus terhadap bidang  $(hkl)$  pada indeks yang sama.

Untuk menentukan suatu sistem bidang kristal, harus dicari dulu perpotongan terhadap sumbu  $x, y, z$ . Kemudian diambil kebalikannya lalu disamakan penyebutnya. Untuk bidang yang memotong sumbu negatif, indeksnya adalah negatif dengan mencantumkan garis datar di atas angka bidang yang memotong sumbu negatif. Penulisan indeks Miller untuk  $n/h, n/k, n/l$  adalah  $(hkl)$ . Gambar 2.7. menerangkan tentang indeks Miller.



Gambar 2.7.(a). Indeks Miller untuk bidang  $(111)$

(b). Indeks Miller untuk bidang  $(110)$

(c). Indeks Miller untuk bidang  $(\bar{2}31)$

Pada gambar 2.7.(a) memperlihatkan suatu bidang yang memotong sumbu  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , pada  $1,1,1$ , sehingga kebalikannya adalah  $1/1$ ,  $1/1$ , dan  $1/1$ . Jadi penulisan indeks Miller-nya adalah  $(111)$ . Pada gambar 2.7.(b) memperlihatkan suatu bidang yang memotong sumbu  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , pada  $1,1,0$ , sehingga kebalikannya adalah  $1/1$ ,  $1/1$ ,  $0$ . Jadi penulisan indeks Miller-nya adalah  $(110)$ . Dan gambar 2.7.(c). memperlihatkan suatu bidang memotong bidang  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , pada  $1/2$ ,  $-1/3$ ,  $1$ , sehingga kebalikannya adalah  $2$ ,  $-3$ ,  $1$ . Sedangkan penulisan indeks Miller-nya adalah  $(\bar{2}31)$ . Bahan penelitian ini mempunyai bidang kristal  $(111)$  seperti yang terlihat pada gambar 2.7.(a).

## 2.5. Difraksi Neutron

Neutron ditemukan oleh James Chadwick pada tahun 1932 (Beiser, 1983). Neutron adalah partikel tidak bermuatan dan merupakan salah satu komposit yang membentuk inti atom selain proton. Segera setelah ditemukan, neutron telah menunjukkan sebagai partikel yang serba guna. Karena tidak bermuatan, neutron mudah menembus ke dalam bahan sampai kepada inti atomnya.

Penentuan tekstur secara kualitatif sudah sejak lama dilakukan orang dengan cara difraksi sinar-X. Percobaan pertama penentuan tekstur dengan difraksi neutron telah dilakukan oleh Brockhouse (Inawati, dkk., 1986) dan selanjutnya penentuan tekstur dengan difraksi neutron banyak dipakai pada berbagai pusat reaktor nuklir di Eropa dan Amerika.

Hakikat dualisme partikel-gelombang dimiliki bagi semua partikel yang bergerak dengan momentum  $p$ , terkait suatu gelombang dengan panjang gelombang  $\lambda$ , yang berhubungan dengan  $p$  menurut persamaan

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

dimana  $\lambda$  = panjang gelombang deBroglie

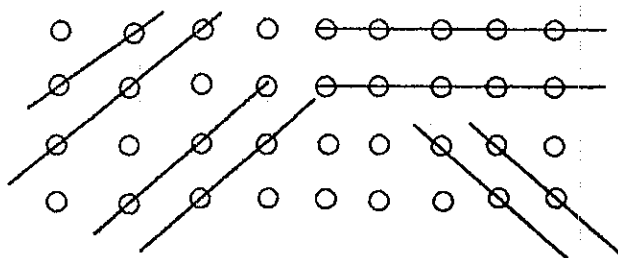
$h$  = tetapan Planck =  $6,626 \times 10^{-34}$  J.s

$p$  = momentum

Karena kecilnya nilai  $h$ , maka hanya partikel berukuran atom atau inti atom yang perilaku gelombangnya dapat teramati. Jika dilakukan percobaan khas gelombang (seperti difraksi) padanya, maka bersamaan dengan partikel yang bergerak, terkait gelombang deBroglie yang panjang gelombangnya  $\lambda$ . Neutron dihasilkan dalam reaktor nuklir dengan energi kinetik yang berhubungan dengan panjang gelombang sekitar 0,1 nm (Krane, 1992); ini juga sesuai bagi difraksi oleh kristal.

Teknik difraksi (difraksi neutron dan difraksi sinar-X) merupakan teknik yang sering digunakan dalam penelitian struktur kristal bahan. Difraksi adalah suatu fenomena hamburan berkas sinar atau partikel oleh sejumlah besar titik penghambur yang membentuk kisi kristal. Dalam hal difraksi neutron titik penghamburnya adalah inti-inti atom, sedangkan dalam difraksi sinar-X titik penghamburnya adalah elektron-elektron atom.

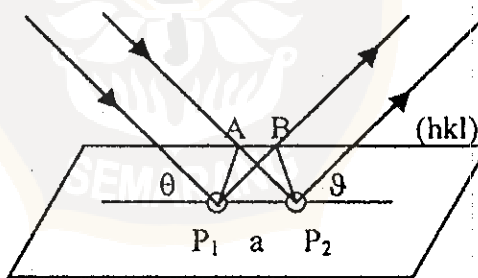
Karena di dalam kristal yang sempurna, titik-titik penghambur ini tersusun secara periodik, maka sinar-sinar yang dihamburkan memiliki hubungan fasa tertentu satu sama lain sedemikian sehingga dalam arah tertentu terjadi interferensi yang saling menguatkan dan dalam arah yang lain terjadi interferensi yang saling melemahkan. Berkas radiasi yang disusun oleh sinar-sinar hambur yang saling menguatkan menghasilkan puncak difraksi (Engkir, 1991). Berdasarkan hukum Bragg dapat diturunkan sebagai berikut.



Gambar 2.8. Pusat hamburan inti atom (Darmawan, dkk., 1987)

Pada gambar 2.8. kristal dianggap terdiri atas pusat-pusat hamburan yang “duduk” pada titik-titik kisi. Dalam menurunkan hukum ini adalah menguntungkan apabila kristal tidak kita lihat sebagai kumpulan titik, melainkan sebagai bidang-bidang kristal.

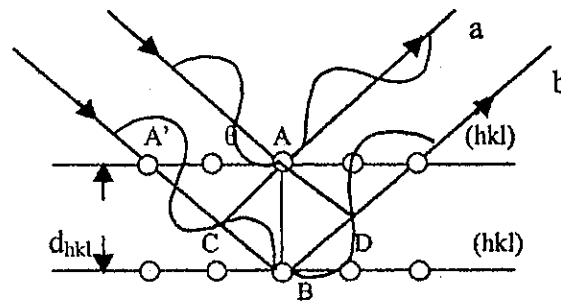
Selanjutnya menentukan syarat interferensi maksimum untuk dua sinar hamburan berasal dari pusat hamburan yang sebidang (hkl). Interferensi maksimum terjadi apabila beda jalan  $AP_2 - P_1B = 0$  atau  $n\lambda$ .  $a(\cos\theta - \cos\vartheta) = 0$ , maka  $\vartheta = \theta$  (hukum pantulan snellius). Jadi semua sinar yang direfleksikan dalam arah  $\vartheta = \theta$  atau sudut masuk oleh pusat-pusat hamburan suatu bidang (hkl) saling memperkuat berari sefasa, seperti diperlihatkan pada gambar 2.9.



Gambar 2.9. Interferensi maksimum (Darmawan, dkk., 1987)

Jika suatu berkas sinar dengan panjang gelombang  $\lambda$  dijatuhkan pada sekumpulan bidang kristal yang berjarak  $d$  pada sudut  $\theta$ , maka berkas sinar tersebut dipantulkan

secara simetri dengan sudut  $\theta$ , sinar yang dipantulkan tampak jika berkas-berkas dari tiap bidang yang berdekatan saling menguatkan.



Gambar 2.10. Difraksi neutron pada bidang kristal (Darmawan, dkk., 1987)

Pada gambar 2.10. bidang-bidang atom yang sejajar mendifrasikan gelombang. Gelombang dapat “dibiaskan” oleh atom pada titik A atau A’. Berkas neutron tersebut tidak saja dipantulkan oleh bidang permukaan, tetapi juga oleh bidang-bidang dibawahnya. Pantulan ini akan sefasa apabila jarak CBD sama atau merupakan kelipatan bulat dari panjang gelombang berkas. Harga n pada persamaan (2.1) sama dengan jumlah (bilangan bulat) gelombang yang ada sepanjang CBD, sehingga

$$\begin{aligned}
 n\lambda &= CB + BD \\
 &= 2 BA \sin \theta \\
 &= 2 d_{hkl} \sin \theta
 \end{aligned}
 \tag{2.1}$$

dimana  $n$  = bilangan bulat  $n = 1, 2, 3, \dots$

$\lambda$  = panjang gelombang neutron

$d_{hkl}$  = jarak antar bidang

$\theta$  = sudut difraksi

Panjang gelombang neutron yang digunakan adalah  $0,997 \text{ \AA}$ . D dicari dari monokromator Cu (200). Dimana parameter kisi ( $a$ ) Cu = 3,6153 (Cullity, 1976) dan mempunyai  $\theta = 23^\circ$ . Dengan memasukkan ke persamaan (2.2) diperoleh  $d_{hkl} = 1,2782$ . Kemudian dari persamaan (2.1) diperoleh  $\lambda \cong 0,997 \text{ \AA}$ . Sedangkan rumus umum untuk jarak  $d$  dalam kristal kubik (Cullity, 1976) adalah

$$d_{hkl} = a/\sqrt{h^2+k^2+l^2} \quad (2.2)$$

dimana  $a$  adalah konstanta kisi dan  $h$ ,  $k$  dan  $l$  merupakan indeks bidang.

## 2.6. Tekstur

Tekstur adalah keadaan yang dicapai oleh bahan polikristal, yang sebagian besar memiliki butir (*grain*) dengan orientasi kristal yang tidak acak tetapi mengarah ke suatu orientasi tertentu. Tekstur juga disebut sebagai *preferred orientation* atau orientasi pilihan.

Tekstur dapat terjadi ketika pembuatan bahan. Pada proses penguangan menjadi pelat, bahan mengalami berbagai macam perlakuan baik perlakuan termal maupun perlakuan mekanik. Tekstur yang dijumpai pada logam umumnya akan sangat dipengaruhi oleh "sejarah" perlakuan termal dan mekaniknya. Misalnya pada peristiwa pengerolan ketika pembuatan pelat, penarikan dingin dan pembuatan batang atau kawat. Dengan adanya perlakuan tersebut, maka susunan kristal dalam bahan tersebut akan berpengaruh sehingga terjadi suatu distribusi orientasi dari kristal dalam bahan tersebut. Jika ditinjau secara keseluruhan orientasi kristalnya sebagian besar menuju ke arah  $\langle uvw \rangle$  tertentu (Nina, 1992).

Pada tugas akhir ini material yang digunakan berupa pelat sehingga proses pembentukan yang diberikan merupakan proses pengerolan. Tekstur proses pengerolan dapat dinyatakan dengan memilih suatu "orientasi ideal" yang berhubungan dengan bidang ( $hk^l$ ) yang paralel dengan bidang pelat dan mempunyai arah  $[uvw]$  tertentu yaitu searah dengan pengerolan. Namun "orientasi ideal" ini ternyata tidak memberikan hasil yang akurat. Untuk memperoleh hasil yang lebih akurat dibuat gambar *pole figure* dari hasil pengujian yang memberikan distribusi kutub-kutubnya (Thomas, 1991).

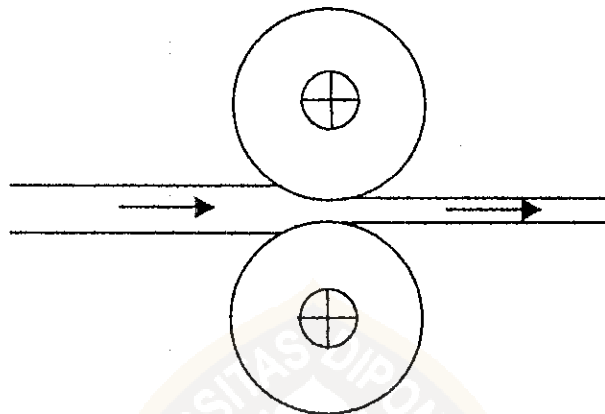
## 2.7. Pengerolan Panas (*Hot Rolling*)

Istilah pengerolan panas atau hot rolling menyangkut perubahan bentuk (deformasi) pada keadaan plastis pada suhu di atas suhu rekristalisasi dari logam yang bersangkutan. Mula-mula ingot (batangan) yang akan dikerjakan diberi pemanasan mula agar gaya yang dibutuhkan untuk merubah bentuknya tidak terlalu besar dan agar logamnya pun jauh lebih plastis. Selama tahap pertama perubahan bentuk, struktur kristal ingot yang diperoleh dari penuangan akan pecah dan mengalami *distorsi*, tetapi hampir bersamaan dengan itu segera terjadi rekristalisasi, sehingga perubahan bentuk selanjutnya dapat dilangsungkan.

Proses rekristalisasi adalah proses yang meliputi pertumbuhan kristal yang telah mengalami deformasi. Pemilihan suhu rekristalisasi sebagai titik untuk membedakan pengerjaan panas dan pengerjaan dingin ditinjau dari segi produksi adalah wajar. Dibawah suhu rekristalisasi, logam bertambah keras dan kurang ulet dengan bertambahnya deformasi selama proses. Akan diperlukan daya yang lebih banyak untuk deformasi dan terdapat kemungkinan yang lebih besar untuk retak selama proses pembentukan.

Sedangkan di atas suhu rekristalisasi, logam akan *dianil* dengan sendirinya selama atau segera sesudah proses pengerjaan mekanik. Jadi logam tersebut akan tetap lunak dan ulet.

Pengerolan panas akan menyeragamkan distribusi kadar unsur paduan yang mulanya tidak homogen akibat *segregasi* pada saat pembentukan. Selain itu pengerolan panas juga dapat memecah dan menghaluskan *inklusi* serta menutup *porositas* atau rongga.



Gambar 2.11. Susunan *rolling*

Pada *rolling operation* ingot dikerjakan diantara dua buah *roller* silindris yang besar. Permukaan *roller* harus diberi pendinginan yang kuat agar tidak mengalami pemanasan lebih. Hasil dari pengerolan panas ini berupa hasil antara untuk perubahan bentuk lebih lanjut melalui proses pengerolan dingin.

## 2.8. Pengerolan Dingin (*Cold Rolling*)

Yang dimaksud pengerolan dingin atau *cold rolling* adalah proses perubahan bentuk dalam keadaan plastis pada temperatur “rendah” atau dalam hal ini temperatur kamar. Pada waktu mengalami pengerolan dingin struktur kristal akan terpecah dan



mengalami *distorsi* dan bahan menjadi termampat (mengalami *strain*) atau mengalami pengerasan oleh pengerolan. Proses pengerolan dingin yang bertahap akan mengubah tekstur yang sudah ada akibat pengerolan panas.. Pada proses ini ukuran-ukuran dapat dikontrol dengan sangat baik dan hasil permukaannyapun baik. Semakin besar *deformasi* pengerolan dingin semakin tajam pula tekstur yang dihasilkan. Jadi pengerolan dingin menghasilkan tekstur yang lebih tajam dibandingkan dengan pengerolan panas (Yonaidi, 1993).

## 2.9. Metode Gambar Kutub Inversi

Teknik gambar kutub inversi adalah sebuah alternatif pada analisis tekstur. Metode gambar kutub inversi telah diperkenalkan oleh G.B. Harris (Sulistioso, dkk., 1994). Metode ini hanya memerlukan difraktometer sinar-X standar. Karena prinsip kerja difraktometer sama dengan prinsip kerja difraktometer neutron yaitu sebagai penelitian struktur kristal bahan, maka pada penelitian ini digunakan difraktometer neutron. Difraksi neutron memberikan hasil yang lebih lengkap bila dibandingkan dengan difraksi sinar-X. Hal ini karena sifat neutron itu sendiri yang memiliki daya tembus sangat tinggi, sehingga mampu menjangkau jauh ke dalam bahan sampai ketebalan lebih kurang 4 cm (Prasud, dkk., 1995).

Pada penggunaan metode gambar kutub inversi dianggap adanya simetri dari kristal kubik pada semua bidang kristal, sehingga dengan seperdelapan bagian bidang proyeksi dianggap sudah dapat mewakili keseluruhan.

Perbandingan penyimpangan dari butir-butir bahan polikristal terhadap orientasi random (acak) digunakan untuk menentukan teksturnya. Meskipun orientasi dari butir tidak dapat diukur secara langsung, orientasi dari bidang-bidang kristal dalam butir dapat

ditentukan dengan menggunakan difraksi neutron. Tekstur kristalografi dapat ditentukan secara kuantitatif dengan koefisien tekstur (TC).

Koefisien tekstur didefinisikan sebagai perbandingan antara harga dari bidang-bidang yang bertekstur dengan bidang-bidang refleksi yang dianggap tidak bertekstur atau sampel random dari bahan yang sama (Winegar, 1977).

Pengukuran tekstur dilakukan pada daerah puncak-puncak difraksi. Jika daerah yang disinari dan kerapatan dari sampel random adalah sama dengan sampel bertekstur, maka total intensitas difraksi dari seluruh bidang refleksi harus sama untuk kedua tipe sampel tersebut. Dengan mengukur daerah pada puncak-puncak refleksi dari sampel random, penjumlahan intensitas relatif tiap bidang kristal dan tiap sampel tersebut dapat diketahui. Kemudian koefisien tekstur dihitung menurut persamaan (Winegar, 1977).

$$T.C._{\langle h,k,l \rangle} = \frac{I_{\langle h,k,l \rangle} / I_{R\langle h,k,l \rangle}}{\frac{1}{n} \sum_1^n I_{\langle h,k,l \rangle} / I_{R\langle h,k,l \rangle}} \quad (2.3)$$

dimana  $T.C._{\langle h,k,l \rangle}$  = koefisien tekstur tiap arah bidang kristal  $\langle h,k,l \rangle$  dan tiap arah spesimen

$I_{\langle h,k,l \rangle}$  = intensitas bidang  $\langle h,k,l \rangle$  arah spesimen tertentu

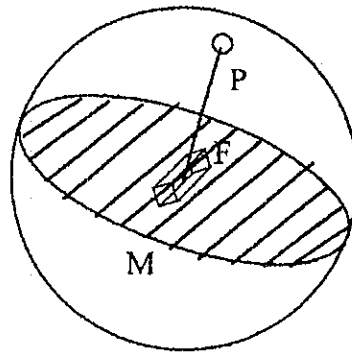
$I_{R\langle h,k,l \rangle}$  = intensitas bidang dari  $\langle h,k,l \rangle$  dari cuplikan serbuk

$n$  = jumlah puncak difraksi

### 2.9.1. Proyeksi Stereografi

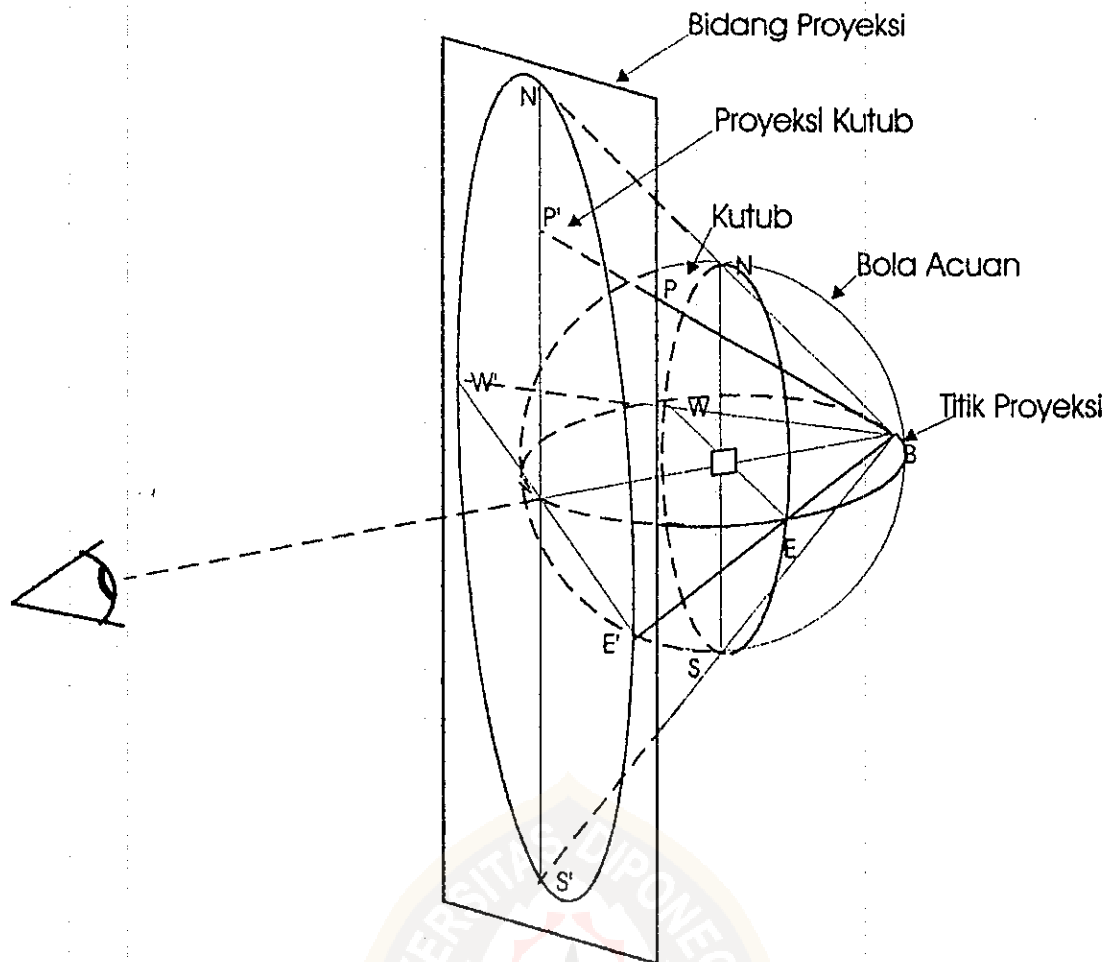
Proyeksi stereografi umumnya dipakai untuk menentukan orientasi kristal yaitu untuk penentuan orientasi pilihan (tekstur) dari logam.

Proyeksi stereografi dari kristal akan mudah dimengerti jika kristal diasumsikan sangat kecil dan terletak tepat di pusat bola yaitu bola acuan. Bidang kristal dan bidang atom dalam kristal dapat dinyatakan dengan memperluasnya sampai memotong bola acuan.



Gambar 2.12. Proyeksi bidang F pada bola acuan

Bidang F pada gambar 2.12. memotong bola sepanjang lingkaran M. Selain itu bidang kristal dapat juga dinyatakan pada bola acuan dengan menarik garis tegak lurus terhadap bidangnya. Garis tegak lurus ini melalui pusat bola akan memotong permukaan bola yang disebut sebagai kutub (*pole*) dari bidang. Kumpulan kutub ini membentuk suatu gambar kutub (*pole figure*) yang menyatakan orientasi dari bidang kristal.



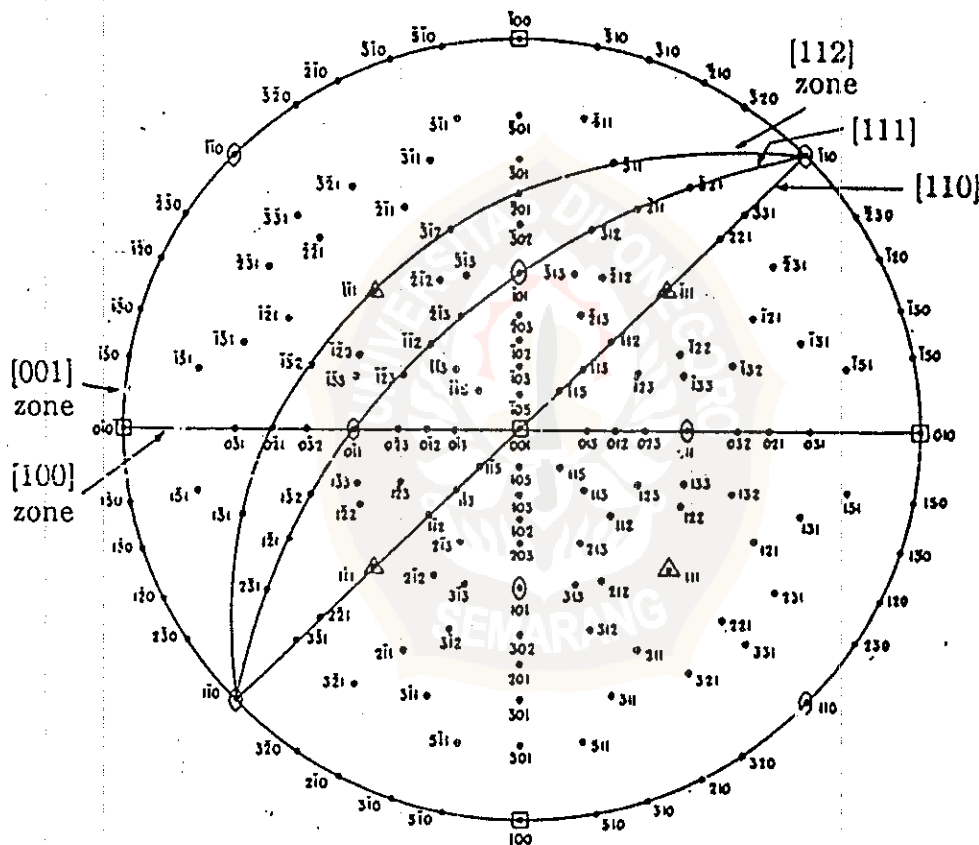
Gambar 2.13. Proyeksi stereografi (Cullity, 1976)

Pada gambar 2.13. terlihat hubungan yang sederhana antara bola acuan dan proyeksi stereografi . Jika bola acuan merupakan bola transparan dan sebuah sumber cahaya diletakkan pada sebuah titik permukaannya, titik-titik permukaan bola akan diproyeksikan seperti bayangan pada bidang proyeksi dengan posisi seperti yang terlihat pada gambar. Bidang ini tegak lurus dengan diameter bola yang melalui sumber sinar. Titik P' adalah proyeksi stereografi dari kutub P. Jarak bidang proyeksi terhadap bolanya hanya berpengaruh dalam pembesaran dari konturnya dan tidak mempengaruhi hubungan

geometrinya. Proyeksi stereografi ini akan digunakan untuk menjelaskan tekstur dengan metode kutub inversi (*inverse pole figure*).

### 2.9.2. Proyeksi Standar Kristal

Proyeksi standar kristal adalah sebuah bidang yang dijadikan referensi dalam menentukan letak *pole* bidang-bidang lainnya. Biasanya bidang yang dipilih adalah bidang dengan indeks rendah. Pemilihan bidang ini sangat dipengaruhi oleh bidang mana yang akan diamati dengan jelas.



Gambar 2.14. Proyeksi Stereografi untuk proyeksi standar (001) kristal kubik (Cullity, 1976)