

**PENENTUAN STRUKTUR DAN TEKSTUR DARI ALUMINIUM AA 3104
MENGUNAKAN DIFRAKTOMETER NEUTRON TEKSTUR
(DN2,FCD-TD)**

SKRIPSI

*Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Sains Strata Satu
(S-1)*



ILMIYATI MAHDA

84141/2007

PROGRAM STUDI FISIKA

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2012

PERSETUJUAN SKRIPSI

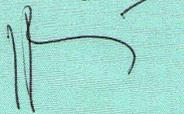
PENENTUAN STRUKTUR DAN TEKSTUR DARI ALUMINIUM AA 3104
MENGUNAKAN DIFRAKTOMETER NEUTRON TEKSTUR (DN2, FCD-TD)

Nama : Ilmiyati Mahda
Nim/Bp : 84141/2007
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : MIPA

Padang, 12 Januari 2012

Disetujui Oleh

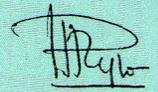
Pembimbing I



Dr. Ratnawulan, M.Si

NIP. 19690120 199303 2 002

Pembimbing II



Drs. Tri Hardi P., M.T

NIP. 19601026 198803 1001

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Ilmiyati Mahda
NIM : 84141
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : MIPA

dengan judul

PENENTUAN STRUKTUR DAN TEKSTUR DARI ALUMINIUM AA 3104 MENGGGUNAKAN DIFRAKTOMETER NEUTRON TEKSTUR (DN2, FCD-TD)

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi

Program Studi Fisika Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

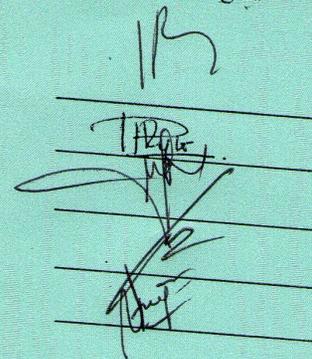
Universitas Negeri Padang

Padang, 12 Januari 2012

Tim Penguji

Nama	
Ketua	: Dr. Ratnawulan, M.Si
Sekretaris	: Drs. Tri Hardi P., M.T
Anggota	: Dra. Syakbaniah, M.Si
Anggota	: Drs. Gusnedi, M.Si
Anggota	: Dr.Hamdi Rifa'I, M.Si

Tanda Tangan



SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan yang lazim.

Padang, Januari 2012

Yang menyatakan,

Ilmiyati Mahda

ABSTRAK

Ilmiyati Mahda : Penentuan Struktur dan Tekstur Aluminium AA 3104 Menggunakan Difraktometer neutron Tekstur (DN2,FCD-TD)

Penelitian tentang tekstur bahan dari aluminium AA 3104 telah dilakukan sebelumnya. Pada penelitian tersebut dapat diketahui bahwa tekstur bahan terdapat pada arah (311). Namun penelitian tersebut hanya bisa menunjukkan arah orientasi kristalit dalam setengah bidang kutub, karena diasumsikan semua arah orientasi simetris. Setelah dianalisa, arah orientasi kristalit tidak simetris. Berdasarkan dari latar belakang tersebut, peneliti tertarik untuk menentukan Bagaimana struktur kristal dan analisa tekstur dari aluminium AA 3104 menggunakan difraktometer neutron tekstur (DN2, FCD-TD) .

Penelitian ini menggunakan peralatan difraktometer neutron tekstur untuk melihat pola difraksi dari Aluminium AA 3104. Pola difraksi tersebut dianalisa menggunakan software MAUD (*Material Analysis using Diffraction*) untuk mendapatkan analisa sruktur dan tekstur.

Dari data penelitian menunjukkan Aluminium AA 3104 memiliki struktur kristal kubik berpusat muka (FCC), dengan panjang sisi $a=b=c= 4.0400 \text{ \AA}$ dan $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$ serta memiliki *space group*/grup ruang Fm-3m. Tekstur bahan aluminium AA 3104 didapat dari mengambil 3 puncak Bragg pertama pola difraksi, yaitu pada bidang (111), (200) dan (220).

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT berkat rahmat dan hidayah yang dilimpahkan sebagai sumber kekuatan hati dan peneguh iman sampai akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Penentuan Struktur dan Tekstur dari Aluminium AA 3104 Menggunakan Difraktometer Neutron (DN2/ FCD-TD)”. Salawat dan salam kepada nabi Muhamad SAW yang menjadi suri tauladan bagi seluruh umat dialam semesta ini.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan perkuliahan dan memperoleh gelar Sarjana Sains di jurusan Fisika, Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulis banyak mendapat arahan, bimbingan dan nasehat dari berbagai pihak dalam menyusun, membuat dan menyelesaikan tugas akhir ini. Pada kesempatan ini izinkan penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Ibu Dr. Ratnawulan, M.Si sebagai Dosen pembimbing I yang telah tulus dan ikhlas memberikan bimbingan kepada penulis.
2. Bapak Drs. Tri Hardi P., M.T sebagai Dosen pembimbing II yang telah tulus dan ikhlas memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.
3. Ibu Dra. Syakbaniah, M.Si, Drs. Gusnedi M.Si dan Bapak Dr. Hamdi Rifa'i, M.Si sebagai Dosen tim penguji.
4. Bapak Drs. Akmam, M.Si sebagai ketua Jurusan Fisika, Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

5. Ibu Dra. Hidayati, M.Si sebagai ketua Program studi Fisika, Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
6. Bapak Dr. Ahmad Fauzi, M.Si sebagai penasehat akademik penulis selama perkuliahan.
7. Bapak / Ibu Dosen Staf pengajar di Jurusan Fisika Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
8. Seluruh keluarga tercinta atas do'a dan dorongan semangat yang diberikan.
9. Semua Senior, teman-teman Fisika 2007 dan Junior yang telah banyak membantu mmbantu penulis dalam menyusun skripsi ini.

Terimakasih kepada seluruh pihak yang telah berjasa dalam menyelesaikan tugas akhir ini, semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Penulis yakin bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran dari pembaca demi kelengkapannya. Semoga semua bantuan, kritik dan saran yang telah diberikan menjadi masukan positif bagi kita.

Padang, 12 Januari 2012

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	vii
KATA PENGANTAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah	4
C. Rumusan Masalah.....	4
D. Pertanyaan Penelitian.....	4
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Kristal.....	6
1. Kisi Kristal	6
2. Indeks Miller	7
3. Sistem Kristal	8
B. Struktur Kristal Kubik.....	10
C. Grup Ruang (<i>Space Group</i>).....	11

D. Tekstur Bahan	15
E. Proyeksi Stereografi.....	17
F. Jenis-jenis Tekstur.....	18
G. Refinement	19
H. Metode WIMV	19
I. Material Analysis Using Diffraction (MAUD).....	20
J Difraksi Neutron	21
K. Aluminium	24
1. Sifat-sifat Aluminium	24
2. Aluminium Paduan.....	25
3. Aluminium AA 3104	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
A. Rancangan Penelitian.....	31
B. Tempat dan Waktu penelitian.....	31
C. Variabel Penelitian.....	31
D. Alat dan Bahan	32
1. Alat	32
2. Parameter Pengujian	35
3. Sampel.....	35
E. Prosedur Penelitian	36
F. Teknik Pengumpulan Data	39
G. Teknik Analisa Data	40

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
A. Hasil	41
1. Pola Difraksi Neutron	41
2. Tekstur	42
B. Analisa	44
1. Pola Difraksi Neutron	44
2. Tekstur	48
C. Pembahasan	51
BAB V PENUTUP	55
A. Kesimpulan	55
B. Saran.....	55

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Operasi Simetri	14
2. Kandungan Unsur Aluminium AA 3104.....	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kisi Titik (<i>Latice Point</i>)	7
2. Indeks Miller	7
3. 7 Sistem Kristal.....	9
4. Kubus Pusat Muka	11
5. Kubus Pusat badan dengan Operasi Screw.....	12
6. Kubus Primitif dengan Operasi Glide	13
7. Kutub pada Bidang Bola	17
8. Jaring Wulf	18
9. Hukum Bragg.....	22
10. Potongan Aluminium	24
11. Pole Figure bidang (311).....	29
12. Tata Letak Peralatan Hamburan Neutron.....	32
13. Peralatan Difraktometer Neutron Tekstur	33
14. Skema alat Difraktometer Neutron Tektur.....	34
15. Sampel Aluminium AA 3104.	36
16. Sistem Mikrokontroler DT 51 dan Motor Driver	37
17. Posisi ψ dan χ	38
18. FCD/TD.....	38

19. <i>Beam Narrower 1</i>	39
20. <i>Beam Narrower 2</i>	39
21. Pola Difraksi Neutron.....	41
22. <i>Pole Figure</i> Data Raw	43
23 <i>Inverse Pole Figure</i> data Raw	43
24. <i>Pole Figure</i> Data Koreksi.....	44
25. Inverse Pole Figure Data Koreksi	44
26. Analisa Pola Difraksi Tanpa Tekstur	46
27. Analisa Pola Difraksi dengan Tekstur.....	47
28. Hasil Plot Bidang (111).....	49
29. Hasil Plot Bidang (200).....	50
30. Hasil Plot Bidang (220).....	51
31. Struktur Krstal Grup Ruang Fm-3m	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Pola Difraksi	60
2. Pola Difraksi neutron	67
3. Data Tekstur.....	68
4. Software MAUD	74

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam perkembangan teknologi 50 tahun terakhir, jenis logam Aluminium lebih banyak digunakan setelah baja (Kadapi, 2008). Ini disebabkan karena faktor sifat-sifatnya yang ringan, tahan korosi, kuat, mudah diproduksi dan cukup ekonomis. Penggunaan yang paling terkenal adalah untuk material badan pesawat terbang, karena sifatnya ringan dan kuat (Sudiar dkk., 1985).

Aluminium murni adalah logam yang lunak, tahan lama, ringan, dan dapat ditempa dalam berbagai bentuk serta variasi warna dari keperakan hingga abu-abu (Mohsin, 2006). Kekuatan tensil aluminium murni 90 Mpa sedangkan aluminium paduan memiliki kekuatan tensil antara 200-600 Mpa (Aalco, 2011). Aluminium memiliki massa jenis yang lebih ringan dari pada baja, sehingga mudah ditebuk, mudah dibentuk dengan mesin, dicor, ditarik (drawing) dan diekstrusi.

Aluminium murni 100% tidak memiliki kandungan unsur apapun, namun aluminium murni yang dijual di pasaran tidak pernah mengandung 100% melainkan selalu ada pengotor yang terkandung di dalamnya. Pengotor yang biasanya berada di dalam aluminium murni adalah gelembung gas yang masuk saat proses peleburan dan pendinginan/pegecoran yang tidak sempurna.

Umumnya, aluminium murni yang dijual di pasaran adalah aluminium 99%, contohnya aluminium foil.

Alumunium paduan merupakan aluminium yang diberi unsur lain untuk memperkuat sifat fisik aluminium. Aluminium paduan terdiri dari beberapa seri berdasarkan tingkat banyaknya pengotor/dopingnya. Setiap jenis seri alumunium, memiliki karakteristik yang berbeda- beda, ada yang lunak dan mudah dibentuk, ada yang keras dan sulit dibentuk. Aluminium paduan banyak diaplikasikan dalam bidang industri karena sifat fisik logam dapat dimaksimalkan. Aluminium paduan yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari salah satunya alumunium AA 3104, digunakan untuk kemasan kaleng minuman. Aluminium AA 3104 termasuk ke dalam aluminium seri 3 yang sifatnya lunak, ulet dan mudah dibentuk.

Dalam kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi serta desakan persaingan perdagangan dengan tampil yang menarik dan modern maka memacu perkembangan bahan-bahan konstruksi. Bahan industri yang digunakan secara umum adalah logam. Agar penggunaannya dapat dilakukan efektif dan efisien, diperlukan pengetahuan dasar mengenai kekuatan dan keterbatasannya serta mengenali sifat-sifat bahan yang dipilih untuk dipergunakan. Perlu diketahui bahwa sifat-sifat bahan diperoleh dari hasil interaksi antar atom bahan, perilaku gugus-gugus atom (yang mungkin mempunyai struktur kristalin yang teratur), atribut yang berkaitan dengan gabungan gugus-gugus atom. Untuk mengetahui sifat bahan ini, perlu dibahas struktur atom, struktur butir, dan struktur kristalin.

Tekstur kristal merupakan orientasi kristal pada bidang tertentu yang didapatkan dari hasil analisa pola difraksi. (Tri Hardi dkk, 2008). Tekstur memanfaatkan sifat anisotropi bahan sehingga dapat melihat arah tertentu dari kristal (Meliana, 2007). Arah tertentu atau orientasi kristal digunakan dalam bidang dunia industri dalam penggunaan bahan logam seperti, pembuatan kaleng minuman menggunakan aluminium AA 3104.

Informasi mengenai struktur kristalin dan tekstur kristal bisa didapatkan dengan menggunakan difraktometer neutron. Salah satu alat difraktometer neutron yang dapat digunakan adalah Difraktometer Neutron Tekstur. Teknik ini digunakan untuk menentukan struktur kristal dalam material serta untuk mendapatkan tekstur dari bahan. Keuntungan menggunakan difraksi neutron adalah neutron tidak bermuatan dan mempunyai daya tembus yang besar sehingga dapat digunakan cuplikan dengan ukuran besar (beberapa cm^3). Berbeda dengan sinar-X yang cenderung digunakan untuk meneliti atom dengan nomor atom yang besar, neutron dapat digunakan untuk meneliti atom ringan dengan kehadiran atom berat, misalnya dalam paduan logam yang mengandung atom ringan dan atom berat.

Penelitian tentang tekstur bahan dari aluminium AA 3104 telah dilakukan oleh Meliana (2007) dan Caing (2009). Pada penelitian tersebut dapat diketahui bahwa tekstur bahan terdapat pada bidang (111), (200) dan (220). Namun penelitian tersebut hanya bisa menunjukkan arah orientasi kristalit dalam

setengah bidang kutub, karena diasumsikan semua arah orientasi simetris. Namun setelah dianalisa, arah orientasi kristalit tidak simetris.

Berdasarkan dari latar belakang peneliti tertarik untuk menentukan struktur dan tekstur bahan dari aluminium AA 3104 menggunakan difraktometer neutron tekstur (DN2-FCD / TD).

B. Pembatasan Masalah

Permasalahan yang akan menjadi fokus kajian penelitian ini menyangkut parameter struktur dan tekstur yang terdapat pada aluminium AA 3104. Parameter struktur kristal yang dikaji adalah parameter kisi yang terdapat pada kristal AA 3104 jika diberi hamburan neutron. Sedangkan tekstur bahan yang dikaji merupakan arah orientasi dari kristal, yang ditampilkan dengan teknik *stereographic projection*.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakanag diatas maka rumusan masalah penelitian ini adalah ” Bagaimana Menentukan struktur dan tekstur dari Aluminium AA 3104?”.

D. Pertanyaan Penelitian

Untuk melengkapi penelitian, penulis membuat pertanyaan mengenai apa yang akan diteliti. Adapun pertanyaannya adalah :

1. Bagaimana struktur kristal dari aluminium AA 3104 ?
2. Bagaimana hasil analisa tekstur yang didapatkan dari aluminium AA 3104 menggunakan hamburan neutron dari difraktometer neutron tekstur?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui struktur kristal dari aluminium AA 3104 menggunakan hamburan neutron.
2. Mengetahui testur bahan dari aluminium AA 3104 menggunakan difraktometer neutron tekstur.

F. Manfaat Penelitian

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk :

1. Kelompok Bidang Kajian (KBK) material dan biofisika UNP, untuk menambah pengetahuan dibidang kristalografi.
2. Pembaca, sebagai bahan acuan dan informasi dibidang kristalografi.
3. Peneliti, salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains di jurusan fisika fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam Universitas Negeri Padang.
4. Peneliti lain, sebagai bahan referensi selanjutnya dalam pengembangan penelitian bidang kristalografi

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kristal

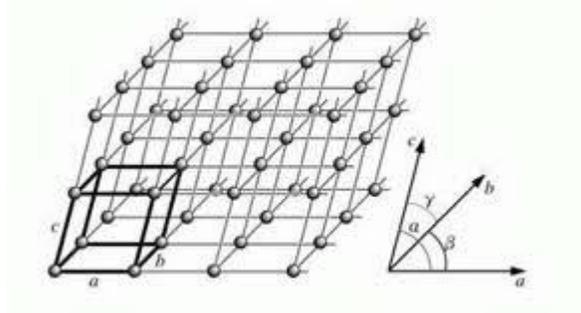
Kristal adalah suatu padatan atom, molekul atau ion penyusunnya terkemas secara teratur dan polanya berulang melebar secara tiga dimensi (Suud & Hufri, 2003). Zat padat dikatakan berstruktur kristal jika atom-atom penyusunnya tertata secara teratur dan periodik.

1. Kisi Kristal

Kisi kristal yang biasa disebut kisi dapat dikatakan sebagai abstraksi dari kristal, sehingga kisi merupakan pola dasar atau pola geometri dari kristal (Suud & Hufri, 2003). Kisi kristal digunakan sebagai pengganti atom-atom dalam kristal. Kisi kristal di gambarkan sejumlah kumpulan titik yang diimajinasikan mempunyai hubungan tetap di dalam ruang dan dapat dilihat sebagai kerangka dari kristal.

Ada dua jenis kisi yaitu kisi bravais dan non bravais. Pada kisi bravais semua titik kisi adalah sama sehingga semua atom dalam kristal sejenis (Ashcroft, 1988). Dalam kisi non bravais ada beberapa titik kisi yang tidak sama. Kisi non bravais merupakan kombinasi dari dua atau lebih kisi bravais

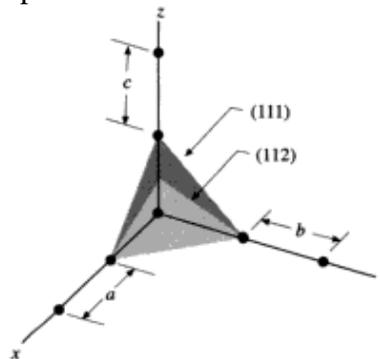
yang saling meniadakan dengan orientasi yang relatif tetap satu sama lainnya. Kisi Kristal dapat ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kisi Titik (*latice point*)
(Suud, 2007)

2. Indeks Miller

Indeks miller merupakan parameter numerik dari arah bidang kristal. Indeks miller adalah kebalikan dari ketiga perpotongan antara bidang dengan sumbu, tanpa bilangan pecahan. Indeks miller dapat digunakan untuk mengekspresikan simetri dari kristal (Hammond, 1998). Indeks miller dari sebuah kristal dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Indeks miller bidang (112) memotong ketiga sumbu pada jarak satuan 1,1 dan ½.(Hammond, 1998)

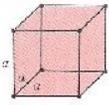
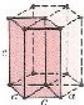
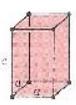
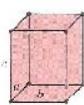
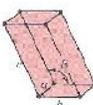
Bidang yang berwarna paling gelap pada gambar 2.2 dapat digunakan untuk menjelaskan cara mendapatkan bilangan (hkl) tersebut. Bidang memotong sumbu x, y dan z di titik 1a, 1b, dan 0,5c. Indeks millernya adalah kebalikan dari perpotongan ini, yaitu (112). Bidang dengan warna kurang gelap pada gambar 2 adalah bidang (111), karena memotong sumbu di 1a, 1b, dan 1c.

Arah positif dan negatif pada sumbu kristal seperti [100],[$\bar{1}$ 00], [010], [$0\bar{1}$ 0], [001], [00 $\bar{1}$] adalah sama karena dalam kristalografi sumbu sepadan dan dapat dipertukarkan (Hammond, 1998). Semua itu dapat diekspresikan dengan <100>, <triangular> tanda kurung besar menyatakan semua enam pemutasi atau variasi dari 1,0,0. Konsep indeks miller dapat dikatakan sama dengan konsep sumbu kristal. Keenam jenis kubik (dengan pusat ditengah) adalah (100), ($\bar{1}$ 00), (010), ($0\bar{1}$ 0), (001), (00 $\bar{1}$). Semua itu dapat diungkapkan dengan {100}, tanda kurung menjelaskan bahwa keluarga bidang dari [100] (Hammond, 1998)

Indeks miller dapat ditentukan dengan perhitungan dan dapat pula dengan pengukuran. Penentuan dengan pengukuran dilakukan dengan memberikan hamburan pada bidang kristal. Hamburan dapat berupa hamburan sinar X ataupun hamburan neutron. Secara perhitungan dapat ditentukan dengan cara menentukan titik potong dari sebuah kristal, dan menentukan bilangan yang berbanding terbalik dengan titik potong tersebut.

3. Sistem Kristal

Sistem kristal merupakan susunan khas atom-atom dalam kristal. Suatu struktur kristal dibangun oleh sel unit, yang merupakan kumpulan atom tersusun secara khusus, secara periodik berulang dalam tiga dimensi dalam suatu kisi. Spasi antar sel unit ke segala arah disebut parameter kisi. Sistem kristal berdasarkan parameter sumbu kristal ada 7 buah. Dari 7 sistem kristal tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 3 berikut;

<i>Crystal System</i>	<i>Axial Relationships</i>	<i>Interaxial Angles</i>	<i>Unit Cell Geometry</i>
Cubic	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	
Hexagonal	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = 90^\circ, \gamma = 120^\circ$	
Tetragonal	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	
Rhombohedral	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$	
Orthorhombic	$a \neq b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	
Monoclinic	$a \neq b \neq c$	$\alpha = \gamma = 90^\circ \neq \beta$	
Triclinic	$a \neq b \neq c$	$\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$	

Gambar 3. Tujuh sistem kristal

(Meliana, 2007)

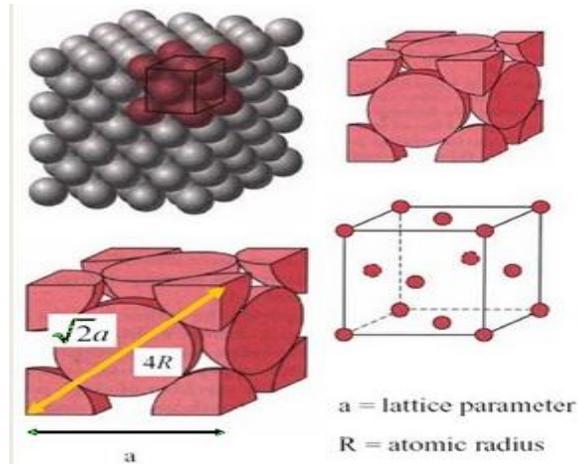
B. Struktur Kristal Kubik

Struktur kristal kubik ada 3 jenis yaitu kubus primitif, kubus pusat muka (FCC) dan kubus pusat badan (BCC). Penentuan Struktur kristal kubik dilihat dari keberadaan atom dalam kristal. Dari 3 struktur kristal tersebut dapat diuraikan sebagai berikut, Pada kubus primitif atau simple cubic memiliki jumlah atom 1, terdapat pada setiap sudut kubus berjumlah $\frac{1}{8}$. Untuk kubus pusat badan memiliki 2 atom yang terdapat pada setiap sudut berjumlah $\frac{1}{8}$ dan ditambah 1 atom pada tengah kubus. Sedangkan untuk kubus pusat muka memiliki jumlah atom 4, terdapat pada setiap sudut dengan nilai $\frac{1}{8}$ dan ditambah setiap muka memiliki nilai $\frac{1}{2}$.

Untuk bahan logam, termasuk aluminium memiliki struktur FCC. Kubus berpusat muka (FCC) yang memiliki atom di tiap-tiap sudut unit sel juga memiliki atom pada masing-masing pertengahan muka unit sel. Setiap unit sel memiliki 6 muka, atom yang berada pada muka unit sel dimiliki bersama unit sel lain yaitu masing-masing memiliki setengah atom. Dengan demikian jumlah atom yang dimiliki setiap unit sel yaitu

$$N = 0 + 6/2 + 8/8 = 4 \text{ atom}$$

jadi unit sel kisi berpusat muka mempunyai 4 buah atom. Bentuk dari kubus berpusat muka (FCC) dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Bentuk kubus pusat muka
(Okasatria, 2008)

C. Grup Ruang / Space Groups

Untuk bidang kristal 3 dimensi, didapatkan sekitar 230 pola tiga dimensi. Pola tersebut dinamakan space group. Space group dibangun dari keempat belas kisi bravais dengan kombinasi titik yang tepat dan translasi dari simetri (Hammond, 1998). Pada setiap sistem kristal dapat membangun sebuah struktur kristal dengan sebuah space group yang berbeda diakibatkan operasi titik atau translasi simetri (Ashcroft dkk.1988).

Mayoritas space group merupakan nonsymmorphic, memiliki tambahan operasi translasi dari kisi bravais yang cukup sulit dan operasi titik. Tambahan

operasi tersebut merupakan hal yang diperlukan untuk dimensi basis dengan dimensi kisi bravais. Ada dua tipe operasi dalam space group yaitu:

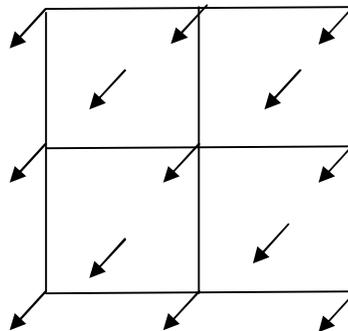
1. *Screw Axes*

Struktur kristal yang memiliki operasi translasi simetri dan diikuti sebuah rotasi pada bidang dengan arah translasi sepanjang sumbu rotasi (Ladd dan Palmer, 1977)

Simbolnya $n_1, n_2, \dots, n_n = 1$

Contoh: 3_1 (diputar 120 maju $\frac{1}{3} a$)

Dengan jarak translasinya $\frac{1}{3}$ kearah sumbu C_3 , dapat dilihat pada Gambar 5.



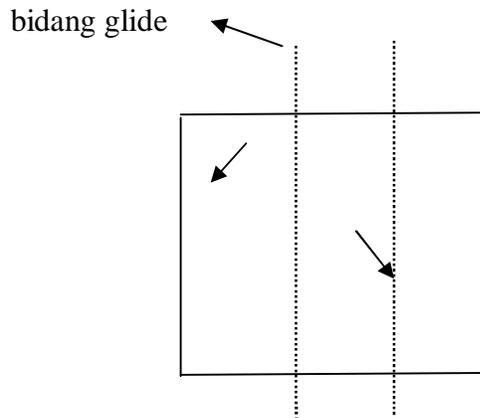
Gambar 5. C_3 , Kubus Pusat Badan dengan operasi screw (Ladd dan Palmer, 1977)

2. *Glide Plane / Bidang Glide*

Struktur kristal yang memiliki operasi translasi yang diikuti dengan operasi refleksi pada bidang, dengan arah translasi sejajar pada bidang refleksi.

Simbolnya g, g_1, g_2, \dots, g_n

Contoh : P_g , artinya primitif bidang glide dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. P_g , kubus primitif dengan operasi glide

(Ladd dan Palmer, 1977)

Notasi penamaan grup ruang ada beberapa cara diantaranya adalah:

1. *Number*

Perserikatan kristalografi internasional (*The International Union of Crystallography*) mempublikasi tabel untuk semua jenis grup ruang, dan memberikan setiap jenis dengan nomr 1 sampai 230.

2. *International symbol* atau *Hermann- Mauguin notation*

Notasi Hermann-Mauguin merupakan notasi yang menggambarkan kisi (*lattice*). Notasi ini lebih banyak digunakan dalam kristalografi. Simbol yang pertama menggambarkan jenis *Bravais lattice* (P,A, B, C, I, R atau F), sedangkan simbol

selanjutnya menggambarkan operasi simetri yang paling banyak muncul.

Contoh : Fm_3m merupakan grup ruang dari kubus pusat muka dengan operasi simetri 3 refleksi.

Rangkuman dari beberapa operasi simetri dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria operasi simetri kristal dalam tiga dimensi

Lattice or symmetry element type	Symbol	Class of reflections	Condition for presence
Lattice type:		hkl	
primitive	P		none
body-centred	I		$h + k + l = 2n$
centred on the C face	C		$h + k = 2n$
centred on the A face	A		$k + l = 2n$
centred on the B face	B		$h + l = 2n$
			h, k, l
centred on all faces	F		all = n (odd) or all = $2n$ (even)
rhombohedral, obverse	R		$-h + k + l = 3n$
rhombohedral, reverse	R		$h - k + l = 3n$
Glide plane $\parallel (001)$	a b n d	$hk0$	$h = 2n$ $k = 2n$ $h + k = 2n$ $h + k = 4n$
Glide plane $\parallel (100)$	b c n d	$0kl$	$k = 2n$ $l = 2n$ $k + l = 2n$ $k + l = 4n$
Glide plane $\parallel (010)$	a c d n	$h0l$	$h = 2n$ $l = 2n$ $h + l = 2n$ $h + l = 4n$
Glide plane $\parallel (110)$	c b n d	hkl	$l = 2n$ $h = 2n$ $h + k = 2n$ $2h + l = 4n$
Screw axis $\parallel c$	$2_1, 4_2, 6_3$ $3_1, 3_2, 6_2, 6_4$ $4_1, 4_2$ $6_1, 6_5$	$00l$	$l = 2n$ $l = 3n$ $l = 4n$ $l = 6n$
Screw axis $\parallel a$	$2_1, 4_2$ $4_1, 4_3$	$h00$	$l = 2n$ $l = 4n$
Screw axis $\parallel b$	$2_1, 4_2$ $4_1, 4_3$	$0k0$	$k = 2n$ $k = 4n$
Screw axis $\parallel [110]$	2_1	$hh0$	$h = 2n$

(n = odd integer, $2n$ = even integer etc.)

D. Tekstur Bahan

Pada dasarnya setiap polikristalin memiliki orientasi kristal yang berbeda dari orientasi kristal tetangganya. Orientasi tersebut dapat terdistribusi acak dalam beberapa frame atau memiliki kecenderungan pada tingkat keteraturan yang besar atau lebih kecil. Suatu bahan yang memiliki arah orientasi tertentu, dapat dikatakan memiliki *Preffered orientation* atau *texture* (Tri Hardi dkk, 2007). Tekstur bahan biasa digunakan dalam bidang industri dalam penggunaan bahan logam, biasanya dalam melakukan rolling pada logam seperti aluminium. Dengan mengetahui tekstur dari logam, maka dapat diketahui arah rolling dari logam tersebut.

Pada umumnya logam, memiliki sifat anisotropi, yaitu sifat yang berbeda pada arah yang berlainan. Dengan adanya anisotropi ini maka terbentuknya orientasi dari kristal akibat suatu proses deformasi. Pada saat logam dirol, kristal pada logam akan berputar ke arah tertentu (Meilina, 2007). Distribusi orientasi yang diperoleh dapat ditampilkan dalam bentuk proyeksi stereografi (*Pole Figure*). *Pole Figure* merupakan proyeksi stereografi dari distribusi arah-arah orientasi tertentu dari material. Misalnya, pada material unit sel kubus, orientasi {100} dapat ditentukan pada setiap butir dengan memplotnya dalam proyeksi stereografi yang disebut (100) *pole figure*. Tetapi sebaliknya, jika material tersebut tidak terdapat tekstur, maka distribusi orientasinya akan seragam.

Untuk mendapatkan tekstur, dimulai dari pengumpulan beberapa spektra cuplikan yang diperoleh dari difraksi neutron, kemudian diukur orientasi χ - θ untuk memperoleh beberapa *pole figure* (Tri Hardi dkk., 2007). Untuk menentukan tekstur, terlebih dahulu mendapatkan struktur kristal dari cuplikan, yang akan diolah dan akan menghasilkan distribusi orientasi kristal.

Analisa data tekstur dapat dilakukan dalam fungsi distribusi orientasi. Fungsi distribusi orientasi atau biasa disebut *Orientation Distribution Function* (ODF). ODF merupakan distribusi statistik dari kristal pada bahan polikristalin (Chateigner, 2007). Pada ODF dapat dilihat proses yang terjadi pada material zat padat, sehingga dapat memberikan banyak informasi tentang kristal zat padat (Bunge dkk., 1982). Orientasi kristal yang ideal dapat ditunjukkan dengan (hkl) [uvw], tetapi pada kenyataan yang ada, orientasi yang ideal tidak dapat mewakili tekstur yang terkandung pada kristal, sehingga ODF dapat mewakili tekstur dengan rumusan berikut (Bunge, 1989);

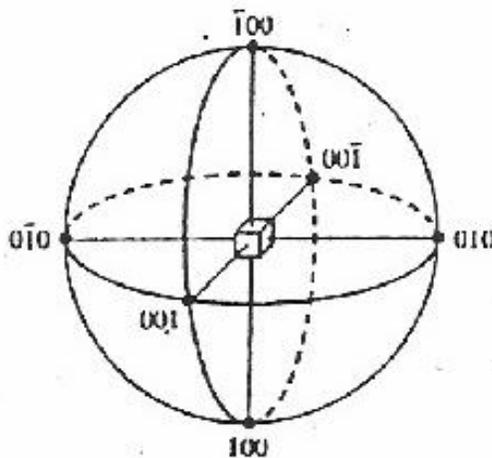
$$f(g) = \frac{dV/V}{dg}; \quad g = \{\{\varphi_1, \phi, \varphi_2\}\} \\ dg = \frac{\sin \varphi}{8\pi^2} d\varphi_1, d\phi, d\varphi_2 \quad \dots\dots\dots(1)$$

Dimana;

- dv, merupakan volume butir orientasi ‘g’ dalam elemen orientasi;
- v, merupakan volume data yang dikumpulkan;
- f(g), merupakan Orientation Distribution Function(ODF);

E. Proyeksi Stereografi

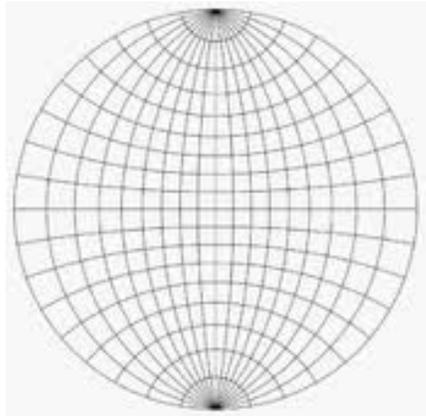
Proyeksi stereografi diperlukan dalam menggambarkan hubungan sudut antara bidang dan arah kisi, karena gambaran kristal yang perspektif tidak sesuai dengan hal ini (Johari dan Thomas, 1969). Semua bidang dalam kristal dapat diwakili oleh normal bidang (ND). Normal bidang merupakan garis yang tegak lurus terhadap bidang yang dihubungkan dari suatu titik yang akan memotong bola. Bidang yang merupakan arah rolling disebut rolling bidang (RD). Titik potong ini yang disebut kutub (*poles*). Kutub suatu bidang ditinjau dari letaknya dalam bola yang mewakili orientasi bidang tersebut. Seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Kutub pada bidang bola
(Meiliana, 2007)

Proyeksi stereografi didapatkan dari memplot pole figure menggunakan jaring wulf sehingga dapat mengetahui arah-arrah kristal yang ada pada suatu bidang kristal. Jaring wulf merupakan proyeksi stereografi dua

dimensi, yang dilakukan untuk mempermudah proyeksi diatas kertas yang datar (Johari dan Thomas, 1969). Jaring wulf dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 . Jaring wulf
(Johari dan Thomas, 1969)

F. Jenis-Jenis Tekstur

Berdasarkan arah orientasinya tekstur bahan dalam kristal ada beberapa jenis. Jenis tekstur yang sering muncul pada kristal FCC sebagai berikut (Rollett dan Kalu, 2009);

1. *Cube texture* merupakan salah satu tekstur yang terdapat pada logam FCC. Arah orientasi dari tekstur ini yaitu (001) [100], artinya arah normal bidang pada (001) dan arah rolling sampel pada [100].
2. *Goss texture* merupakan tekstur yang arah orientasinya yaitu (110) [001], artinya arah normal bidang pada (110) dan arah rolling sampel pada [001].
3. *Brass texture* merupakan tekstur yang arah orientasi kristalnya yaitu (110) [112], artinya arah normal bidang pada (110) dan arah rolling sampel pada [112].

G. Refinement

Refinement adalah suatu proses pemilahan data penting dari data tak penting sehingga diperoleh informasi yang dapat membedakan sifat dasar dari cuplikan (*sample*) yang satu dengan yang lain (Purwanto, 2009). *Refinement* yang dilakukan antara lain dengan mengoreksi *background*, struktur, fasa, dan semua parameter tekstur. *Refinement* dilakukan sampai semua parameter menjadi stabil/ tidak berubah lagi.

Refinement digunakan untuk mendapatkan seluruh informasi dari eksperimen mencakup informasi dari puncak difraksi (Chateigner, 2007). Variabel yang digunakan adalah:

1. Karakteristik instrument (resolusi dari difraktometer, parameter perubahan goniometer, geometri eksperimen, karakteristik detektor).
2. Parameter struktur (parameter unit sel, posisi atom, suhu vibrasi dan lain-lain)
3. Parameter mikrostruktur (ukuran kristalin dan mikrostrain, cacat butir dan lain-lain)
4. Parameter sampel (preferred orientations, residual stresses, absorpsi, fasa fraksi, dan lain-lain).

H. Metode WIMV(William-Imhof-Matthies-Vinnel)

WIMW merupakan salah satu metode yang dipakai dalam analisis tekstur bahan. WIMV merupakan suatu pendekatan yang cukup mudah dilakukan dan dapat digunakan untuk menganalisa OD yang diskrit. Metode

ini menghitung secara langsung melalui proses iterasi (Chateigner, 2007). Metode WIMV terdapat ghost correction yaitu pengoreksian background secara sendiri. Selain itu, WIMV dapat melihat ketajaman dan simetri dari *pole figure*.

I. Material Analysis Using Diffraction (MAUD)

Maud merupakan program yang digunakan untuk menganalisa hasil difraksi terutama untuk analisa tekstur. Maud dibuat oleh Luca Lutterotti pada tahun 1997 dengan menggunakan metode rietveld. Metode rietveld merupakan teknik yang digunakan dalam mengkarakterisasi kristal bahan (Lutterotti, 2011). Software dapat berjalan dengan mengaktifkan program java terlebih dahulu. Maud dapat bekerja pada berkasi sinar x, neutron dan sinkroton. Berikut ini karakteristik MAUD;

1. Mudah digunakan, karna dikendalikan oleh GUI
2. Dikembangkan dngan analisis rietveld
3. Dapat menemukan solusi struktur dari puncak difraksi.
4. Le bail fitting
5. Dapat menganalisis mikro seperti ukuran, regangan dan anistropi
6. Dapat mengimpor CIF data base struktur

Analisa pola difraksi dalam MAUD dengan melakukan refinement terhadap semua parameter kristalin dan memasukkan data base sruktur terhadap maud. Data base struktur digunakan untuk memandingkan hasil

eksperimen dengan hasil perhitungan. Setelah didapatkan data struktur lalu direfinement untuk mendapatkan pole figure dari bidang yang mengandung tekstur. Soft maud dapat dilihat pada lampiran.

J. Difraksi Neutron

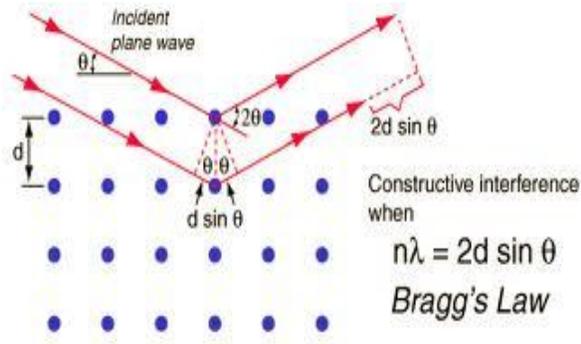
Berkas neutron yang ditembakkan pada bahan akan mengalami salah satu dari tiga peristiwa sebagai berikut:

1. Diserap, berarti neutron akan masuk ke dalam inti. Inti atom yang menyerap neutron tersebut dapat bersifat stabil dan dapat pula bersifat tidak stabil. Jika tidak stabil untuk menjadi stabil, maka inti atom akan mengalami peluruhan radioaktif dan inti atom yang stabil tidak mengalami proses apa-apa.
2. Dihamburkan/didifraksikan : berarti neutron akan mengalami perubahan arah atau perubahan energi. Hal ini terjadi karena neutron berinteraksi dengan atom-atom penyusun bahan.
3. Diteruskan oleh bahan: berarti neutron bergerak tetap lurus tanpa mengalami pembelokkan arah atau perubahan energi (Mujammilah, 1998)

Difraksi sesungguhnya adalah suatu fenomena hamburan berkas sinar oleh sejumlah besar titik penghambur yang membentuk kisi kristal. Dalam hal difraksi sinar-X titik penghamburnya adalah elektron, sedangkan dalam difraksi neutron titik penghamburnya adalah inti atom atau elektron-elektron

yang tidak berpasangan (khusus untuk bahan magnetik). Karena didalam kristal, titik-titik penghambur ini tersusun secara periodik, maka sinar-sinar yang dihamburkan memiliki hubungan fasa tertentu satu sama lain 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 hamburan yang saling menguatkan disebut berkas difraksi. Jadi proses difraksi terbagi menjadi 2 tahap, pertama adalah hamburan oleh atom-atom secara individu kemudian dilanjutkan proses interferensi timbal balik antara sinar-sinar hamburan tersebut. (Mujammilah, 1998)

Pada prinsipnya difraksi neutron hampir sama dengan difraksi sinar-X. Difraksi ini dapat disederhanakan oleh model Bragg, jika sebuah kisi bidang mempunyai jarak antar bidang d merefleksikan sinar X dengan panjang gelombang λ , maka gelombang yang terefleksi pada bidang yang berdekatan akan mempunyai panjang lintasan yang berbeda sesuai dengan jarak $2 d \sin\theta$. Jarak antar bidang d bergantung dari orientasi kristal dan arah difraksi bergantung dari sistem kristal, bentuk dan ukuran sel satuan. Prinsip hukum Bragg ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Hukum Bragg

Hukum Bragg secara umum dapat dituliskan pada persamaan berikut.

$$n\lambda = 2d \cdot \sin \theta \quad \text{hukum Bragg.....(2)}$$

Dimana :

- $n = 1, 2, 3, \dots$
- λ adalah panjang gelombang neutron yang bergerak
- d adalah jarak antara bidang dalam ke kisi atom
- θ adalah sudut antara sinar datang dengan sinar pantul

Secara matematis difraksi hanya terjadi ketika Hukum Bragg dipenuhi. Secara fisis jika kita mengetahui panjang gelombang dari sinar yang didifraksikan kemudian kita bisa mengontrol sudut dari difraksi maka kita bisa menentukan jarak antar atom (geometri dari kisi). Persamaan ini adalah persamaan utama dalam difraksi. Secara praktis sebenarnya nilai n pada persamaan Bragg di atas nilainya adalah 1 sehingga, cukup dengan persamaan berikut.

$$2d \sin \theta = \lambda \dots\dots\dots(3)$$

Dengan menghitung d dari rumus Bragg serta mengetahui nilai h, k, l dari masing–masing nilai d, dengan rumus–rumus di bawah ini kita bisa menentukan lattice parameter kisi (a, b dan c) sesuai dengan bentuk kristalnya.

Rumus untuk kisi ortogonal (kubik, tetragonal, ortorombik):

$$\frac{1}{d_{hkl}^2} = \left(\frac{h}{a}\right)^2 + \left(\frac{k}{b}\right)^2 + \left(\frac{l}{c}\right)^2 \dots\dots\dots(4)$$

Untuk kisi heksagonal:

$$\frac{1}{d_{hkl}^2} = \frac{4}{3} \frac{h^2 + hk + k^2}{a^2} + \left(\frac{l}{c}\right)^2 \dots\dots\dots(5)$$

K. Aluminium

Aluminium adalah logam berwarna putih keperakan yang lunak. Aluminium merupakan logam yang paling banyak terdapat di kerak bumi, dan unsur ketiga terbanyak setelah oksigen dan silikon (Mohsin, 2006). Aluminium terdapat di kerak bumi sebanyak kira-kira 8,07% hingga 8,23% dari seluruh massa padat dari kerak bumi, dengan produksi tahunan dunia sekitar 30 juta ton pertahun dalam bentuk bauksit dan bebatuan lain (corrundum, gibbsite, boehmite, diaspore, dan lain-lain). Sulit menemukan aluminium murni di alam karena aluminium merupakan logam yang cukup

reaktif. Berikut ini merupakan gambar alumunium yang dipotong setelah dicetak dari tanur tanpa perlakuan fisik ataupun termal pada Gambar 10.



Gambar 10. Alumunium yang dipotong

1. Sifat-Sifat Aluminium

Alumunium merupakan logam ringan , dimana berat 34% dari besi dengan volume yang sama dan 30 % dibandingkan tembaga dengan volume yang sama (Caing, 2009). Alumunium tidak beracun, tidak mengubah warna makanan dan tidak mempunyai rasa, sehingga alumunium banyak digunakan dalam pengemasan makanan. Aluminium mempunyai ketahanan korosi dan hantaran listrik yang baik serta sifat-sifat lainnya sebagai sifat logam. Untuk menaikkan sifat mekaniknya, maka secara umum aluminium biasanya dipadu dengan menambahkan Si, Fe, Cu, Mn, Mg, dan Zn. Si dan Mg ditambahkan untuk menambah daya tahan terhadap korosi, Fe untuk mencegah terjadinya penyusutan, Cu untuk menambah kekuatan, dan Mn untuk memperbaiki bentuk. Elemen-elemen tersebut ditambahkan baik secara satu-persatu atau bersama-sama. Penggunaan dari aluminium dan

paduannya antara lain untuk peralatan rumah tangga, kemasan makanan dan minuman, pesawat terbang, mobil, kapal laut, konstruksi bangunan rumah, dll (Caing, 2009).

2. Alumunium Paduan

Untuk mengubah sifat dari alumunium agar lebih kuat dilakukan penambahan unsur-unsur lain yang sesuai dengan kebutuhan. Aluminium yang diberi unsur penambah atau pengotor disebut aluminium paduan (*Alumunium Alloy*). Aluminium paduan banyak dikomersilkan karena memiliki kekeatan yang lebih dibandingkan aluminium murni. Komposisi kimia paduan aluminium didaftarkan pada asosiasi yang bernama *Aluminum Association* yang disingkat AA. Disamping itu ada organisasi lain yang mempublikasikan standar yang lebih khusus, seperti *Society of Automotive Engineers* (SAE) atau *American Society for Testing and Materials* (ASTM) (Caing, 2009). Paduan aluminium dengan sifat-sifat yang lebih luas digunakan untuk bagian-bagian mesin atau struktur lainnya.

Sistem paduan (*Alloy systems*) diklasifikasikan dengan sistim nomor yang dikeluarkan oleh *American National Standard Institute* (ANSI), dengan nama yang mengindikasikan besarnya elemen yang dipadukan (*Deutsches Institut Fur Normung* - DIN dan *International Organization of Standardization* - ISO) (Caing, 2009). Dengan memilih paduan yang benar akan menghasilkan sifat-sifat paduan seperti; kekuatan (*strength*), keuletan (*ductility*), pembentukan (*formability*), dapat disambung (*weld-ability*)

dan ketahanan terhadap korosi (*corrosion resistance*). Kekuatan dan daya tahan aluminium mempunyai variasi yang besar sehingga dapat digunakan sebagai paduan khusus dalam proses manufaktur.

3. Aluminium AA 3104

Aluminium dapat diklasifikasikan menjadi 9 seri berdasarkan unsur penyusun atau pengotornya (Aalco, 2011). Berikut ini klasifikasi aluminium;

- 1). Seri 1xx.x - Al murni ($\geq 99\%$)
- 2). Seri 2xx.x - Tembaga (Cu)
- 3). Seri 3xx.x - Si+Cu/Mg
- 4). Seri 4xx.x - Silicon (Si)
- 5). Seri 5xx.x - Magnesium(Mg)
- 6). Seri 6xx.x – Manganese (Mn)-silicon(Si)
- 7). Seri 7xx.x - Zinc (Zn)
- 8). Seri 8xx.x – Sn
- 9). Seri 9xx.x - Unsur lain-lain

Adapun efek unsur-unsur paduan terhadap sifat aluminium paduan adalah sebagai berikut;

1. Silikon : dapat meningkatkan fluiditas, lebih tahan terhadap retak panas, menurunkan berat jenis, dan menurunkan koefisien ekspansi termal.

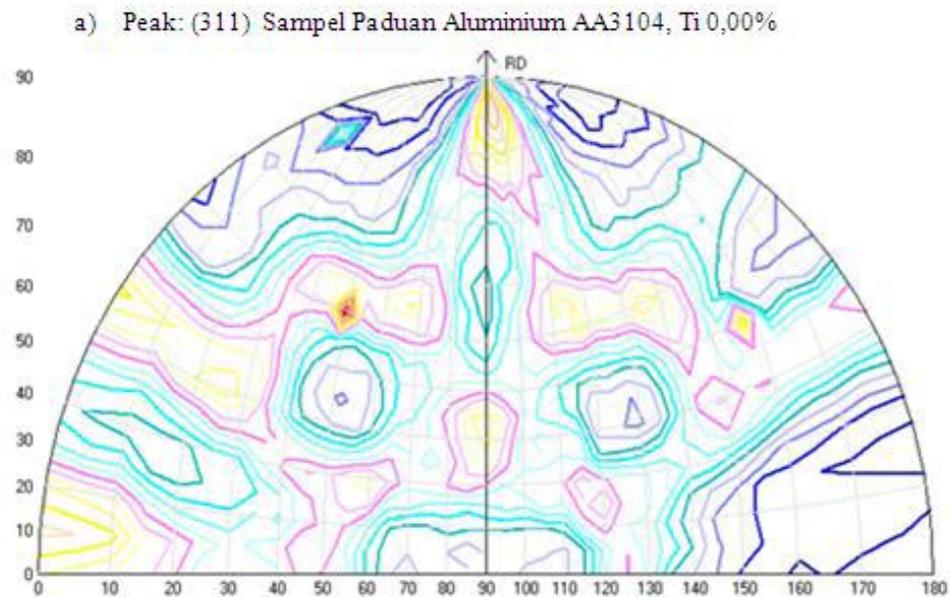
2. Besi : dapat meningkatkan kekuatan, meningkatkan kekuatan pada temperatur tinggi, pada jumlah besi tertentu dapat membentuk fasa kedua yang getas sehingga menurunkan keuletan.
3. Tembaga : dapat meningkatkan kekuatan dan kekerasan tetapi menurunkan resiko korosi.
4. Mangan : dapat meningkatkan kekuatan, dapat mengontrol besar butir, menaikkan temperatur rekristalisasi, dapat menimbulkan terbentuknya struktur fibrous meskipun pada pengerjaan panas, memperlambat recovery dan mencegah pertumbuhan butir.
5. Magnesium : dapat meningkatkan kekuatan tanpa mengurangi keuletannya, meningkatkan ketahanan korosi dan mampu las.
6. Seng : dapat meningkatkan kekuatan, rentan terhadap *stress*, *corrosion* dan *cracking*.
7. Titanium : memiliki efek membatasi pertumbuhan dari unsur-unsur terlarut pada aluminium di daerah antarmuka padat-cair butir baru.

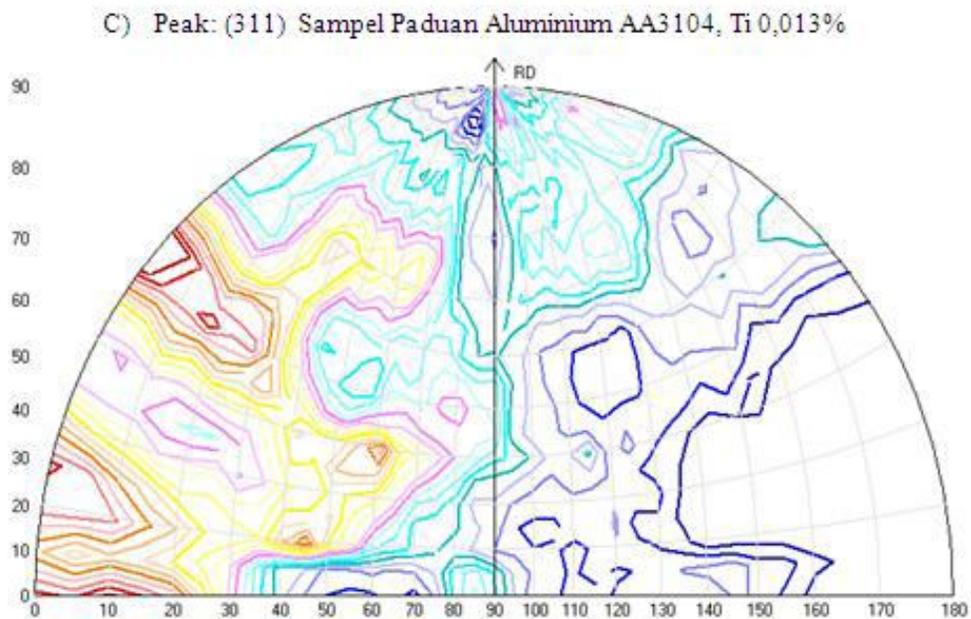
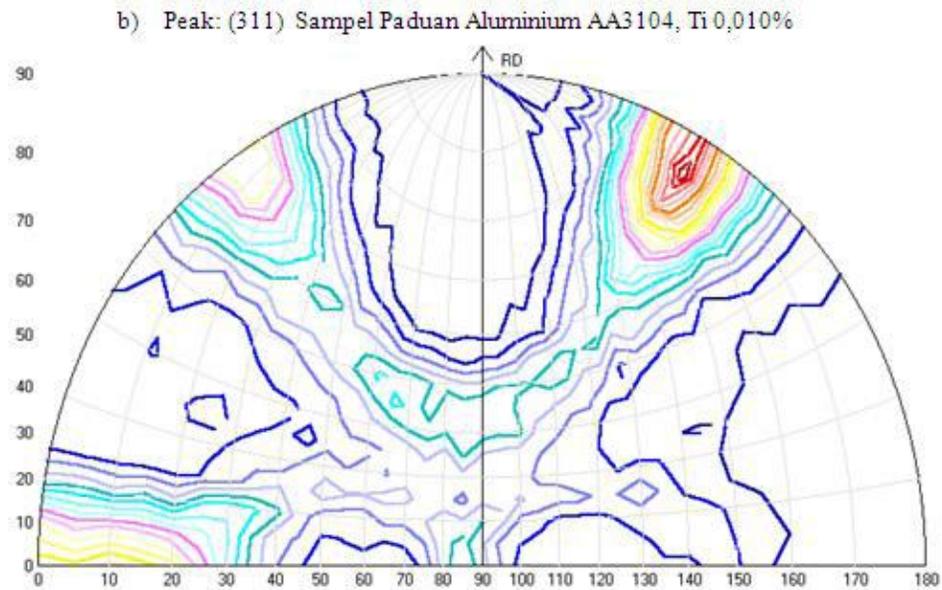
Aluminium AA 3104 merupakan aluminium seri 3, yaitu aluminium yang diberi pengotor unsur silikon, tembaga dan magnesium. Kandungan bahan pengotor sekitar 5%-17%. Aluminium AA 3104 memiliki sifat lunak, ulet dan mudah di bentuk. Aluminium jenis ini biasanya digunakan sebagai bahan baku pembuatan kaleng minuman. Berikut ini daftar kandungan aluminium AA 3104 pada Tabel 1

Tabel 2. Kandungan unsur aluminium alloy AA 3104

Unsur yang terkandung	Jumlah kandungan dalam AA 3104(% berat)
Si	0,6
Cu	0,8
Fe	0,6
Mn	0,8-1.4
Mg	0,8-1,3
Zn	0,25
Cr	0,06
Al	Sisanya

Berikut ini penelitian tekstur sebelumnya yang telah dilakukan Caing (2009)





Gambar 11. *Pole figure* hasil untuk arah 311 a). *Pole figure* AA 3104 dengan Ti0%. b). *Pole figure* AA 3104 dengan Ti 0,010%. c). *Pole figure* AA 3104 dengan Ti 0,013%.

(Caing, 2009)

Dari Gambar 11. dapat dilihat bahwa arah orientasi kristalit yang diambil hanya pada arah (311). Ketiga gambar tersebut menunjukkan pengaruh penambahan unsur titanium pada aluminium AA 3104. Penambahan titanium pada aluminium membuat *pole figure* pada setiap sampel berbeda. Karena titanium memberi efek pembatasan pertumbuhan butir pada kristal.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Aluminium AA 3104 memiliki struktur kristal kubik berpusat muka (FCC), dengan panjang sisi $a=b=c= 4.0400 \text{ \AA}$ dan $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$ serta memiliki *space group*/gup ruang Fm-3m.
2. Dari hasil plot didapat untuk *pole figure* bidang 111 hkl yang muncul adalah (315), (135), (311) dan ($3\bar{1}1$). *Pole figure* bidang 200 hkl yang terdapat ($\bar{1}\bar{1}1$), (111), (100), ($1\bar{1}\bar{1}$) dan ($1\bar{1}\bar{1}$). Untuk *pole figure* 220 hkl yang terdapat adalah (113), ($1\bar{1}3$), (351) dan (531).

B. Saran

Dari hasil pengujian struktur dan tekstur aluminium AA 3104 telah didapatkan struktur dan tekstur dari aluminium. Untuk mendapatkan hasil analisa tekstur yang sempurna sebaiknya peneliti selanjutnya melakukan analisa ODF (*Orientation Distribution Funtion*).

DAFTAR PUSTAKA

- Aalco. 2011. *Aluminium - Specifications, Properties, Classifications and Classes*.
<http://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=2863#> *Strength of Aluminium*
diakses pada tanggal 10 oktober.2011
- Ashcroft. Neil W and N. David Mermin. 1988. *Solid State Physics*. Washington :
Sauders college.
- BATAN.2010.*Difraksi Neutron*. www.batan.go.id/ptbin/bsn.html. diakses pada 15
agustus 2010.
- Bunge.H.J. 1989. *Advantages of Neutron Diffraction in Texture Analysis*. Jurnal
Texture and Microstructures.,1989, Vol. 10, pp. 265-307
- Bunge.H.J. and C. Esling. 1982. *Quantitative texture Analysis*. Germany: Deutsche
gesellschaft fur metallkunde.
- Caing.2009. *Pengaruh Titanium Pada Paduan Aluminium A3104 Terhadap Mampu
Bentuk dan Kekuatan Kemasan Kaleng Dengan Proses Drawn Wall Ironing*.
Universitas Indonesia, Jakarta
- Chateigner, Daniel. 2007. *Combined Analysis: Structure-Texture-Microstructure-
Phase-Stresses-Reflectivity Determination by X-ray and Neutron Scattering*.
Caen,France: CRISMAT-ENSICAEN, UMR CNRS

- Hammond, Christopher. 1998. *The basic of Crystallography and Diffraction*. New York: Oxford University Press Inc.
- Johari, O. and G. Thomas. 1969. *The Stereographic projection and its applications*. New York : Interscience Publishers.
- Kadapi. 2008. *Analisa Teknis Dan Ekonomis Penggunaan Aluminium Untuk Komponen Konstruksi kapal Kayu Tradisional*. Institute Teknologi Surabaya. Surabaya
- Ladd, M.F.C. dan R.A. Palmer. 1977. *Structure determination by X-ray Crystallography*. New York: Plenum Press.
- Meiliana, Maya. 2007. *Tekstur Kristalografi Aluminium 3xxx Dengan Semburan Neutron*. Universitas Indonesia, Jakarta
- Mohsin, Yulianto. 2006. *Aluminium*. http://www.chem-is-try.org/tabel_periodik/aluminium/ diakses pada tanggal 20 oktober 2011.
- Mujamilah. 1998. *Studi Intensif Struktur Paduan Intermetalik $R_2Fe_{17-x}M_x$ dengan Teknik Difraksi Neutron Resolusi Tinggi*. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Okasatria, Novyanto. 2008. *Dasar-Dasar Kristalografi pada logam*. <http://okasatria.blogspot.com/2008/05/dasar-dasar-kristalografi-pada-logam>. Diakses pada tanggal 25 Agustus 2010.

Purwanto Agus. 2009. *Difraksi Sinar X dan Neutron*. <http://difraksi.blogspot.com/2009/08/apakah-refinement-itu.html> di akses pada tanggal 5 November 2011

Rollett, A.D.dan P.Kalu. 2009. *Orientation Disrtibution: Definition, Discrete Forms, Exsamples*. Departement of Material Science and Engeneering, Carnegie Mellon University

Surdia, Tata, dan Saito Shinroku.1985. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: PT.Pradnya Paramita

Suud, Ibnu dan Hufri. 2003. *Struktur dan ikatan Kristal*.Diktat Kuliah FMIPA.UNP

Tri Hardi, dkk. 2008. *Texture and structure analysis of aluminium A-1050 using neutron Technique*. Proceeding of the international conference on neutron and X-Ray Scattering. 978-7354-0508-0/08

Tri Hardi, dkk.2007. *Analisis Tekstur Kristal Tunggal Cu Menggunakan Program Material Analysys Using Diffraction (MAUD)*. *Jurnal Sains Materi Indonesia, Edisi Khusus Desember 2008, Hal.250-255*.

Tri Hardi, dkk.2009.*Analisis Tekstur dengan Teknik Difraksi Neutron Pada Panduan Al-Zn-Mg-Cu (A-7075)*.*Jurnal Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir (PTBIN), BATAN ,Vol. 15 No. 3, Juli 2009 : 116 – 170*

Tri Hardi, dkk.2009.*Pengaruh Flight Tube Terhadap Peningkatan Fluks Neutron Pada Difraktometer Tekstur DN2 (FCD/TD).*Jurnal Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir (PTBIN), BATAN ,Vol. 11 No. 2, Juni 2009, Hal. 111-119

Willis, B.T.M. 2009. *Experimental Neutron Scattering*. Oxford University_Yoshito Takeuchi.2008.*Padatan Kristalin dan Amorf*. http://www.chemistry.org/materi_kimia/kimia_dasar/padatan1/padatan-kristalin-dan-amorf/.
Diakses di akses pada tanggal 25 Agustus 2010.