

**KUNCI JAWABAN**  
**PENDAHULUAN FISIKA ZAT PADAT**  
**Dosen : Yuyu Rachmat**

---

---

**SOAL 1**

- a. Berapakah sudut antara arah  $[1\ 1\ 1]$  dengan arah  $[1\ 0\ 1]$  dalam suatu kristal kubik
- b. Andaikan suatu zat memiliki struktur bcc dengan jari-jari atomnya  $r = 0,1650$  nm. Berapakah atom per  $\text{mm}^2$  yang terdapat pada bidang  $[1\ 0\ 0]$  dan  $[1\ 1\ 1]$
- c. Gambarkan bidang-bidang berikut ini pada suatu kubus jika diberikan indeks Miller-nya  $[2\ 4\ 5]$  dan  $[2\ 2\ 3]$

**SOAL 2**

Jika anda memiliki tiga jenis bahan berstruktur fcc, bcc, dan intan, maka :

- a. Gambarkan ketiga struktur tersebut
- b. Tentukkan jumlah atom tetangga terdekatnya dari ketiga bahan tersebut (serta gambarkan)
- c. Hitung masing-masing tingkat kepadatannya dari ketiga bahan tersebut (dalam bentuk prosen)
- d. Tentukkan pada indeks h k l berapakah jika struktur sc dan fcc dianalisis dengan persamaan struktur geometric (minimal tiga buah dari urutan angka terkecil).

**SOAL 3**

Berdasarkan hasil pembacaan dari suatu pola difraksi antara intensitas dengan sudut  $2\theta$  terhadap suatu bahan yang tidak diketahui, dengan masing-masing sudut  $2\theta$  : 40.58, 73, 86.8, 100.4, 114.7

Diketahui  $\lambda = 1,54 \text{ \AA}$  ( panjang gelombang sinar – X.

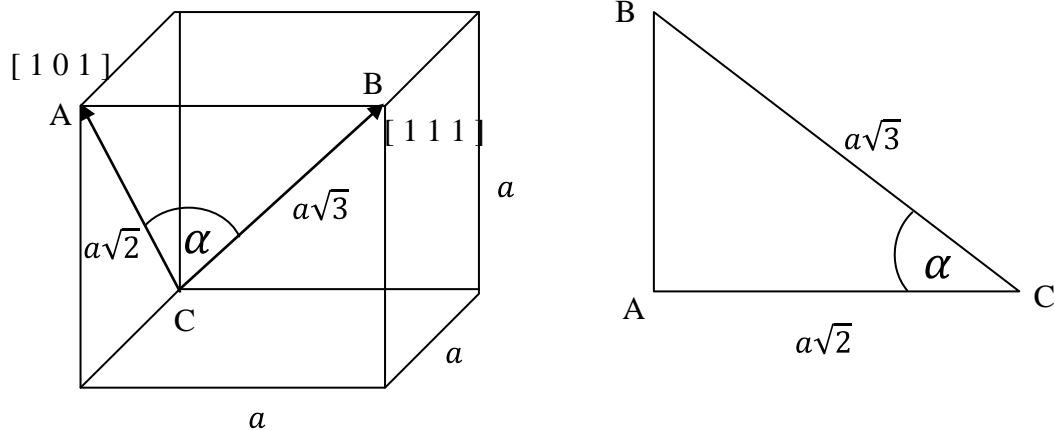
Tentukan :

- Struktur kubik apa dari bahan tersebut
- Harga konstanta kisi (a) sebanyak tiga buah
- Serta tuliskan pncak-puncak h k l dari konstanta kisi tersebut

**Jawab :**

**SOAL 1**

- Sudut antara arah [ 1 1 1 ] dengan arah [ 1 0 1 ] dalam ruang kubus dengan sisi a

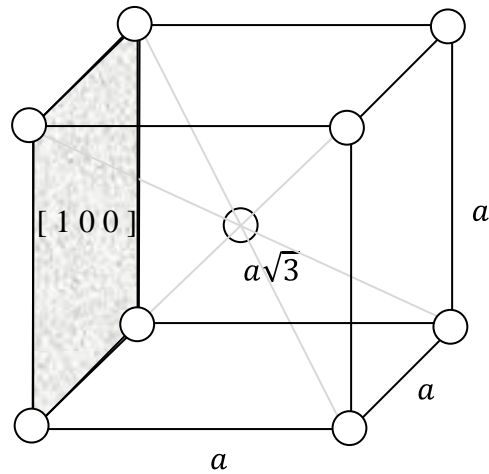


$$\cos \alpha = \frac{a\sqrt{2}}{a\sqrt{3}} \rightarrow \cos \alpha = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}}$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{3}\sqrt{6} \rightarrow \cos \alpha = 0.816$$

$$\alpha = 35.3^\circ$$

- Menentukan banyaknya atom per mm<sup>2</sup> pada bidang [ 1 0 1 ] dan [ 1 1 1 ] untuk struktur bcc, r = 0.1650



$$4r = a\sqrt{3} \rightarrow a = \frac{4r}{\sqrt{3}} ;$$

$$r = 0.1650 \text{ nm} \rightarrow r = 0.1650 \times 10^{-9} \text{ m} \rightarrow r = 0.1650 \times 10^{-6} \text{ mm}$$

- Luas bidang  $[101] = a^2$

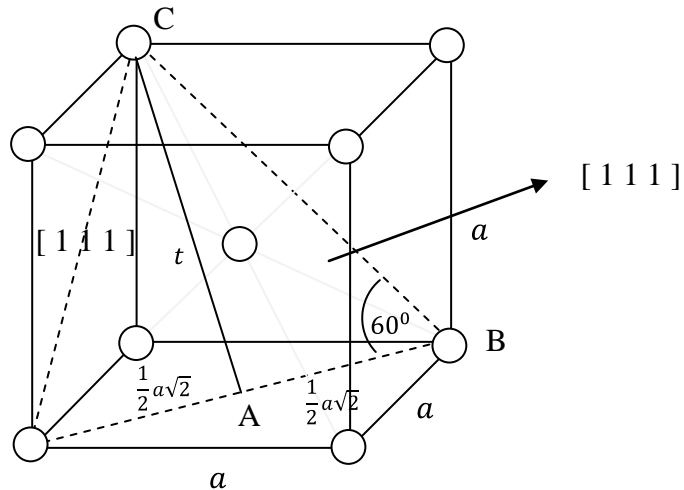
$$\begin{aligned} a^2 &= \left(\frac{4r}{\sqrt{3}}\right)^2 \\ &= \frac{16r^2}{3} \\ &= \frac{16(0.1650 \times 10^{-6} \text{ mm})^2}{3} \\ &= \frac{16 \times 0.027 \times 10^{-12} \text{ mm}^2}{3} \\ &= \frac{16 \times 27 \times 10^{-15} \text{ mm}^2}{3} \\ &= 144 \times 10^{-15} \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah atom pada bidang } [101] \rightarrow 4 \times \frac{1}{4} = 1 \text{ atom}$$

Jadi, jumlah atom per  $\text{mm}^2$  pada bidang  $[101]$  adalah :

$$\begin{aligned} \frac{\text{atom}}{\text{mm}^2} &= \frac{1 \text{ atom}}{144 \times 10^{-15} \text{ mm}^2} \\ &= 6.9 \times 10^{12} \frac{\text{atom}}{\text{mm}^2} \end{aligned}$$

- [ 1 1 1 ]



Jumlah atom pada bidang [ 1 1 1 ] adalah 1 atom + ( 3 x  $\frac{1}{6}$  atom ) =

$1\frac{1}{2}$  atom. Luasan bidang [ 1 1 1 ] :

$$\text{luas [ 1 1 1 ]} = 2 \times \left[ \frac{1}{2} a\sqrt{2} \times t \right]$$

$$t^2 = (a\sqrt{2})^2 - \left( \frac{1}{2} a\sqrt{2} \right)^2$$

$$t^2 = 2a^2 - \frac{1}{2}a^2$$

$$t^2 = \frac{3}{2}a^2$$

$$t = a \sqrt{\frac{3}{2}} \rightarrow t = a\sqrt{1,5}$$

$$\text{luas [ 1 1 1 ]} = 2 \times \left[ \frac{1}{2} a\sqrt{2} \times a \sqrt{\frac{3}{2}} \right]$$

$$\text{luas [ 1 1 1 ]} = a^2\sqrt{3} \quad ; \quad a = \frac{4r}{\sqrt{3}}$$

$$\text{luas}[111] = \frac{16r^2}{3}\sqrt{3}$$

$$\begin{aligned} \text{luas}[111] &= \frac{16(0.1650 \times 10^{-6}\text{mm})^2}{3}\sqrt{3} \\ &= 5.33 \times 0.027 \times 10^{-12}\text{mm}^2 \times 1.73 \end{aligned}$$

$$\text{luas}[111] = 0.25 \times 10^{-12}\text{mm}^2$$

Jadi, banyaknya atom per mm<sup>2</sup> bidang [111] adalah :

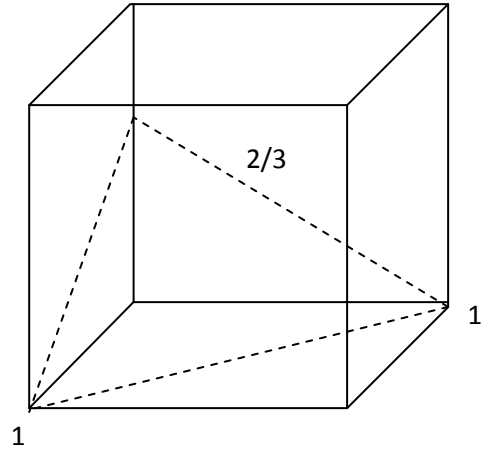
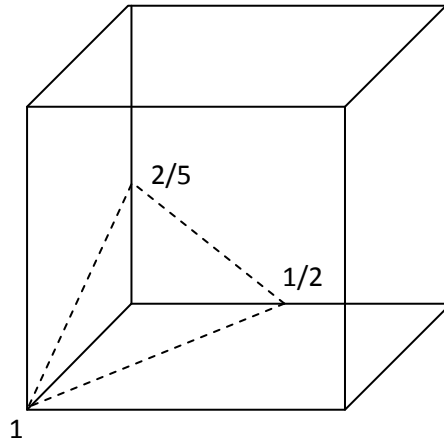
$$\begin{aligned} \frac{\text{atom}}{\text{mm}^2} &= \frac{2 \text{ atom}}{0.25 \times 10^{-12} \text{ mm}^2} \\ &= 7.95 \times 10^{12} \frac{\text{atom}}{\text{mm}^2} \end{aligned}$$

c. Bidang [245]

<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>		<b>x</b>	<b>y</b>	<b>z</b>
2	2/5	5/2	1		1	1/2	2/5
4	4/5	5/4	1/2		Digambar		
5	1	1	2/5				

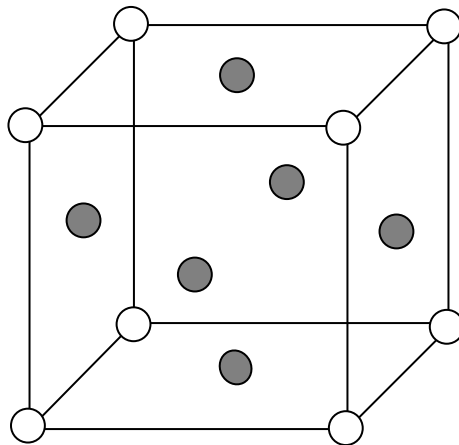
Bidang [223]

<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>		<b>x</b>	<b>y</b>	<b>z</b>
2	2/3	3/2	1		1	1	2/3
2	2/3	3/2	1		Digambar		
3	1	1	2/3				

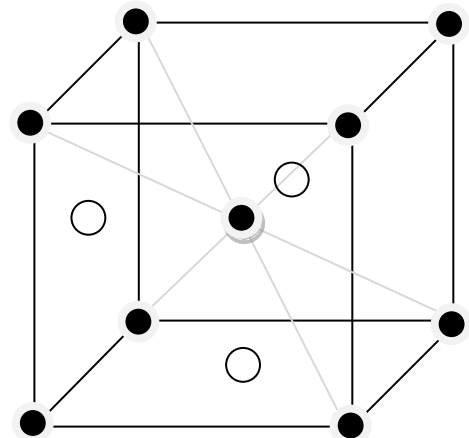


**SOAL 2**

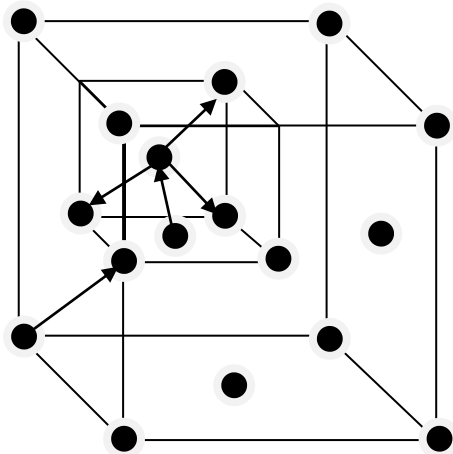
a. Struktur fcc



Struktur bcc



Struktur Intan



b. Jumlah atom tetangga terdekat pada struktur :

- fcc = 12 atom
- bcc = 8 atom
- intan = 4 atom

c. Menghitung tingkat kepadatan

**fcc**

jumlah atom dalam 1 sel : 4 atom

$$r = \frac{1}{4}a\sqrt{2}$$

$$\eta_{fcc} = \frac{\text{volume bola}}{\text{volume kubus}}$$

$$= \frac{4 \times \frac{4}{3}\pi r^3}{a^3}$$

$$= 4 \times \frac{\frac{4}{3}\pi \left(\frac{1}{4}a\sqrt{2}\right)^3}{a^3}$$

**$\eta_{fcc} = \text{dapat dicari}$**

**bcc**

Jumlah atom dalam satu sel : 2

$$r = \frac{1}{4}a\sqrt{3}$$

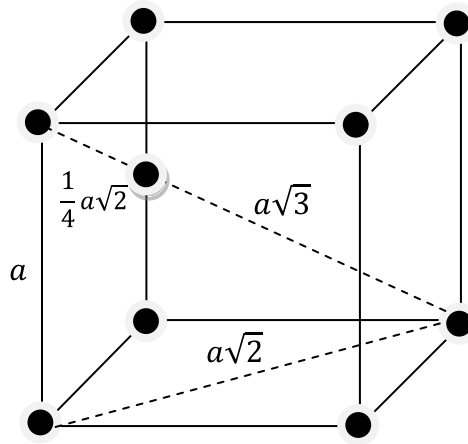
$$\eta_{bcc} = \frac{2 \times \text{volume bola}}{\text{volume kubus}}$$

$$= \frac{2 \times \frac{4}{3}\pi r^3}{a^3}$$

$$= 2 \times \frac{\frac{4}{3}\pi \left(\frac{1}{4}a\sqrt{3}\right)^3}{a^3}$$

**$\eta_{bcc} = \text{dapat dicari}$**

### Intan



$$r = \frac{1}{8}a\sqrt{3}$$

Jumlah atom 8

$$\eta_{\text{intan}} = \frac{\text{volume yang terisi bola}}{\text{volume yang tersedia}}$$

$$= \frac{8 \times \frac{4}{3}\pi r^3}{a^3}$$

$$= 8 \times \frac{\frac{4}{3}\pi \left(\frac{1}{8}a\sqrt{3}\right)^3}{a^3}$$

**$\eta_{fcc} = \text{dapat dicari}$**

d. Factor struktur geometric

Untuk sc

$$F_{hkl} = \sum F_{a,s} e^{2\pi i(uh+vk+wl)}$$

$$sc \rightarrow \begin{pmatrix} u & v & w \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$F_{hkl} = F_a e^{2\pi i(0+0+0)}$$

$$F_{hkl} = F_a$$



Untuk fcc

$$F_{hkl} = \sum F_{a,s} e^{2\pi i(uh+vk+wl)}$$

fcc →

	<b>s</b>	<b>u</b>	<b>v</b>	<b>w</b>
1	1	0	0	0
2	1/2	1/2	0	1/2
3	1/2	1/2	1/2	0
4	0	1/2	1/2	1/2

$$F_{hkl} = f [1 + e^{\pi i(h+l)} + e^{\pi i(h+k)} + e^{\pi i(k+l)}]$$

Jika h, k, dan l ketiga-tiganya merupakan bilangan genap / ganjil

Contoh :

<b>h</b>	<b>k</b>	<b>l</b>
1	1	1
2	2	0
2	2	0

} fcc

### SOAL 3

<b>2θ</b>	<b>θ</b>	<b>Sinθ</b>	<b>Sin<sup>2</sup>θ</b>	<b>Bandingkan</b>	<b>Bulatkan</b>	<b>h k l</b>
<b>40</b>	20	0.34202	0.116978	1	2	2
<b>58</b>	29	0.48481	0.23504	2.008	4.02	4
<b>73</b>	36.5	0.594823	0.353814	3.026	6.05	6
<b>86.8</b>	43.4	0.687088	0.472089	4.03	8.14	8
<b>100.4</b>	50.2	0.768284	0.59026	5.04	10.09	10
<b>114.7</b>	57.35	0.841982	0.708934	0.09	12.12	12

Biasa :

$$\frac{0.117}{0.235} = \frac{1}{2} \rightarrow (bcc) \rightarrow (\text{yang terjadi})$$

$$\frac{\sin^2 \theta (1)}{\sin^2 \theta (2)} = 0.79 \rightarrow (fcc)$$

Dengan  $\lambda = 1,54 \text{ \AA}$   
 $= 1.54 \times 10^{-10} \text{ m}$

Gunakan Hukum Bragg

Kubik  $\rightarrow d = \frac{a}{\sqrt{h^2+k^2+l^2}}$

$$n \lambda = 2d \sin \theta, n = 1 (\text{orde})$$

	$h^2$	$k^2$	$l^2$
2	1	1	0
4	2	0	0
6	2	1	1
8	2	2	0
10	3	1	0

$$(hkl) \rightarrow d = \frac{\lambda}{2 \sin \theta}, \theta = 20^\circ$$

$$d = 2.25 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$d = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$$

$$a = d \sqrt{h^2 + k^2 + l^2} \rightarrow a = 3.18 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$(hkl) \rightarrow 4 \rightarrow d = \frac{\lambda}{2 \sin \theta}, \theta = 29^\circ$$

$$a = 3.176 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$(hkl) \rightarrow 6 \rightarrow d = \frac{\lambda}{2 \sin \theta}, \theta = 36.5^\circ$$

$$a = 3.175 \times 10^{-10} \text{ m}$$

**Jadi, struktur bcc**