

# SEMINAR / SIDANG TUGAS AKHIR

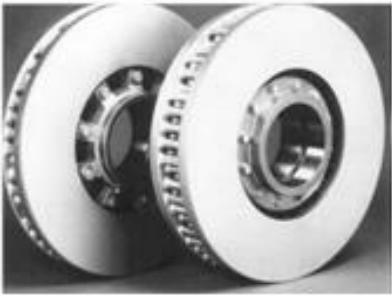
Ridlo Fajrittamam  
1111100033

Dosen Pembimbing  
Dr. M. Zainuri, M.Si

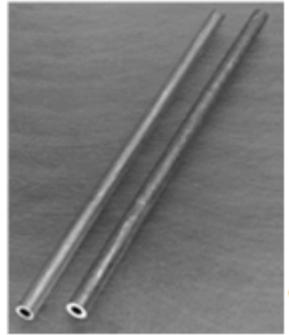
07 Juli 2015  
Ruang Sidang Jurusan Fisika  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

# KARAKTERISASI BENTUK PARTIKEL SiC YANG DILAPISI SPINEL ( $MgAl_2O_4$ ) DENGAN MENGGUNAKAN METODE *ELECTROLESS PLATTING*

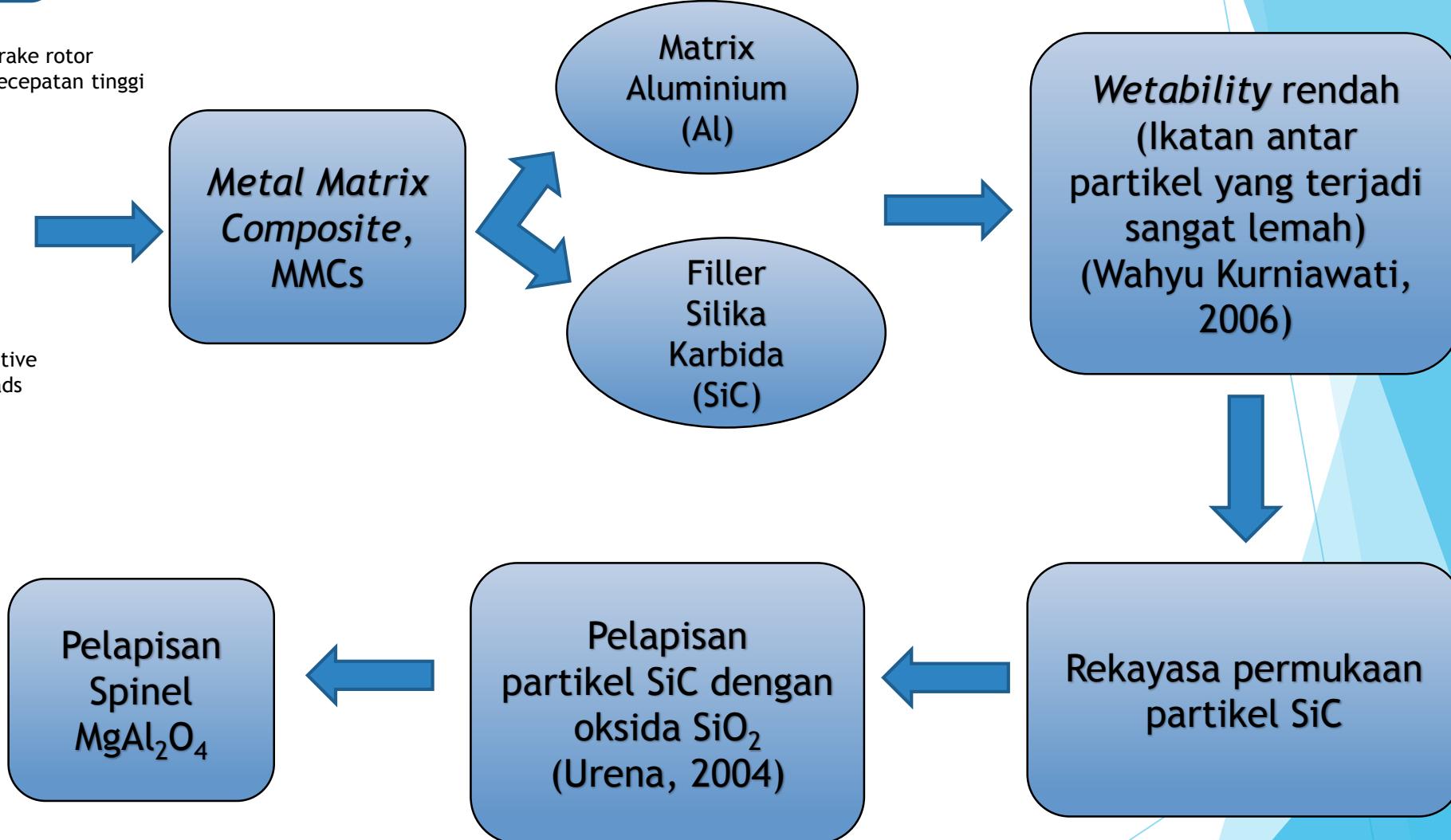
## LATAR BELAKANG



Brake rotor  
kecepatan tinggi



Automotive  
pushrods



## TUJUAN

1. Untuk mengetahui pengaruh holding time terhadap pembentukan lapisan  $\text{SiO}_2$  pada permukaan partikel SiC
2. Untuk mengetahui pengaruh lapisan  $\text{SiO}_2$  terhadap pembentukan lapisan  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  (spinel) pada permukaan partikel SiC
3. Untuk mengetahui bentuk permukaan SiC, dengan SiC yang sudah terlapisi  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  (spinel)

# DASAR TEORI

## 1. Silika Karbida (SiC)

Composition SiC

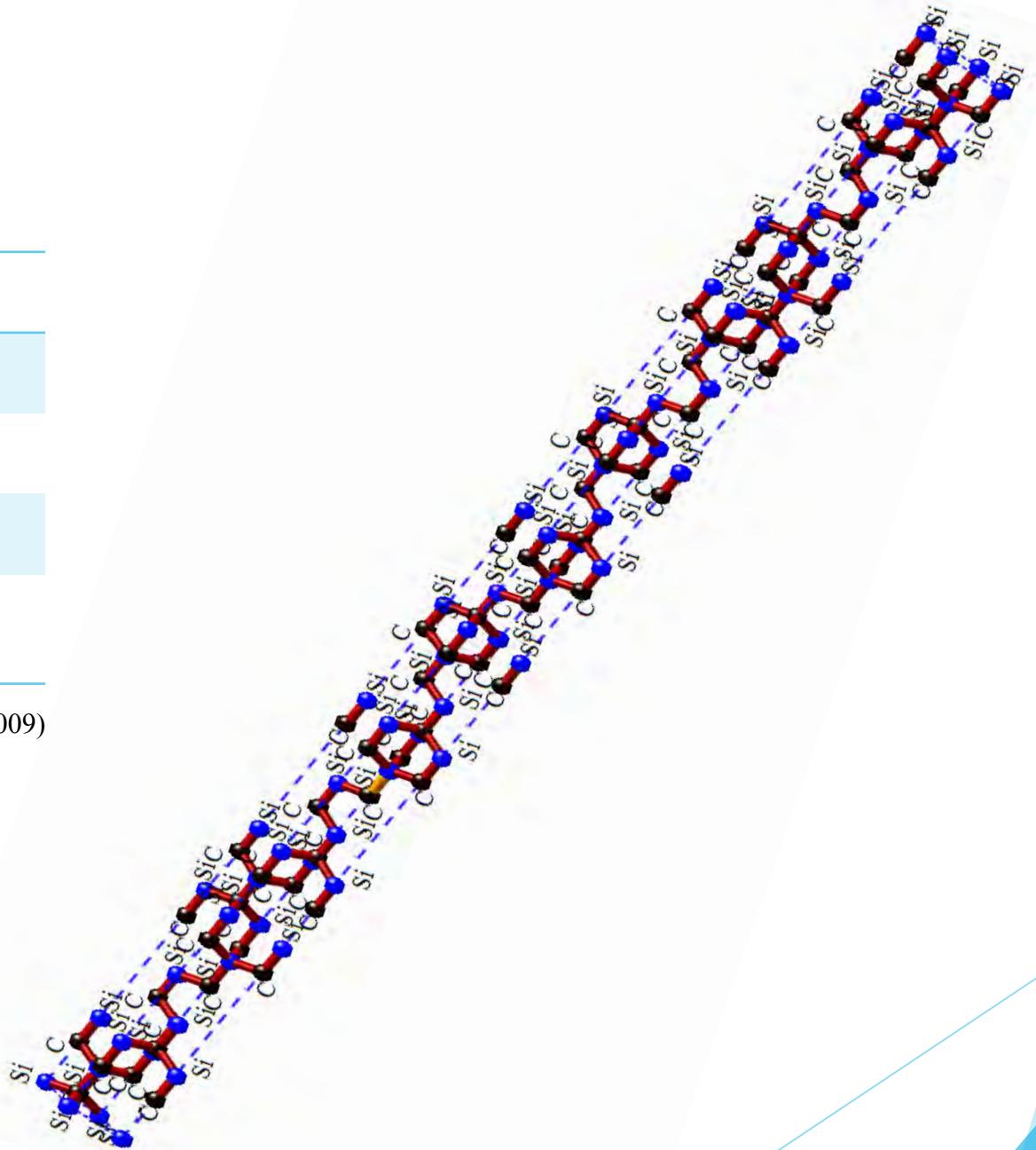
Grain Size 4 - 10  $\mu\text{m}$

Density 3.10 gr/cm<sup>3</sup>

Hardness (Knoop) 2800 kg/mm<sup>2</sup>

Maximum Service Temp. 2897°C

(Khairul sakti, 2009)



## 2. Spinel $\text{MgAl}_2\text{O}_4$

Structure                    Cubic

Density                    3,58 - 4,00 gr/cm<sup>3</sup>

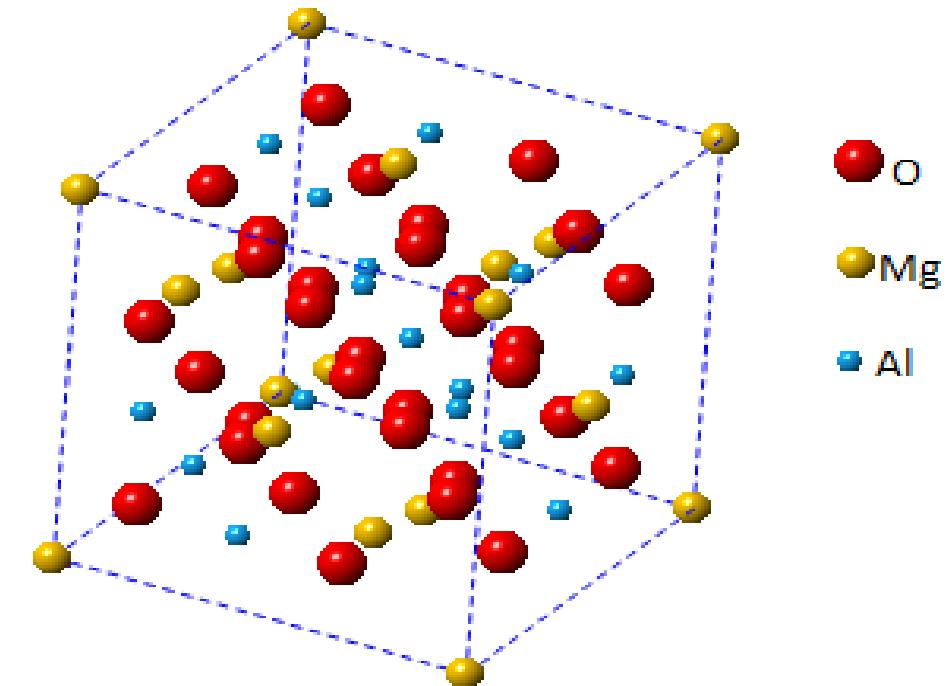
Hardness                    7,50 - 8,00 Gpa

Fracture Toughness        1,94 - 1,87 Mpa  $m^{\frac{1}{2}}$

Fracture Energy            7,00 - 16,9 J/m<sup>2</sup>

Melting Point              2135 °C

(Valdez dan Aquiler, 1997)



### 3. Metode Electroless Platting

*Electroless plating* merupakan metode yang digunakan untuk membentuk oksida logam tipis, yang berperan sebagai pengikat.

Keunggulan Metode *electroless plating* yaitu :

- ❖ biaya yang relatif lebih murah,
- ❖ penggunaan temperatur rendah , dan
- ❖ proses pelapisannya tidak bergantung pada bentuk geometri spesimen substrat

#### 4. Bentuk-bentuk Partikel



Acicular (chemical decomposition)



Irregular rodlike (chemical decomposition, mechanical comminution)

(a) One-dimensional

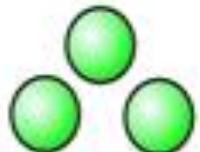


Flake (mechanical comminution)



Dendritic (electrolytic)

(b) Two-dimensional



Spherical (atomization, carbonyl (Fe), precipitation from a liquid)



Irregular (atomization, chemical decomposition)



Rounded (atomization, chemical decomposition)



Porous (reduction of oxides)



Angular (mechanical disintegration, carbonyl (Ni))

міцні  
відходи  
пісок  
песок

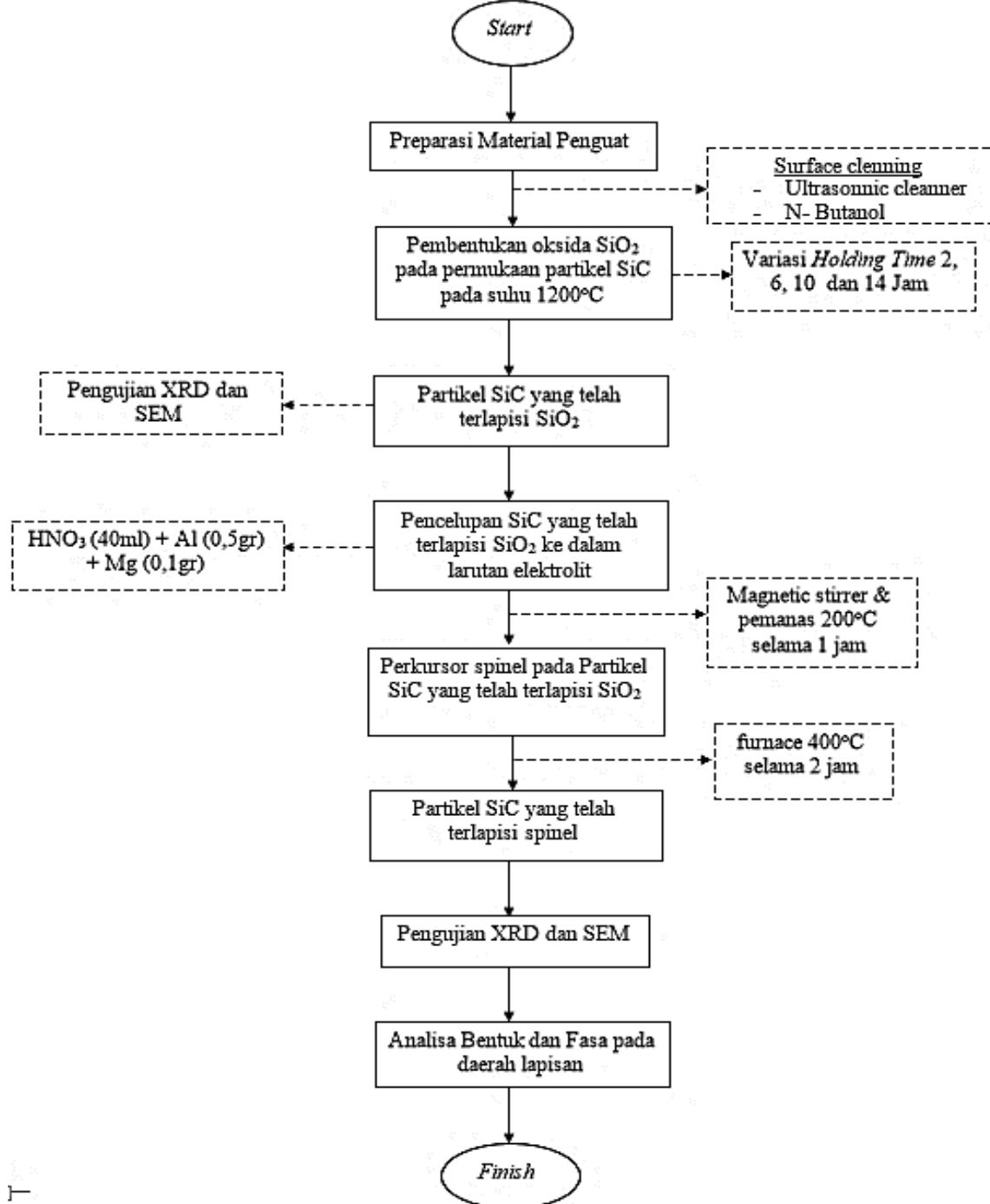
декомпозиція  
хемічна

декомпозиція  
хемічна

декомпозиція  
хемічна

декомпозиція  
хемічна

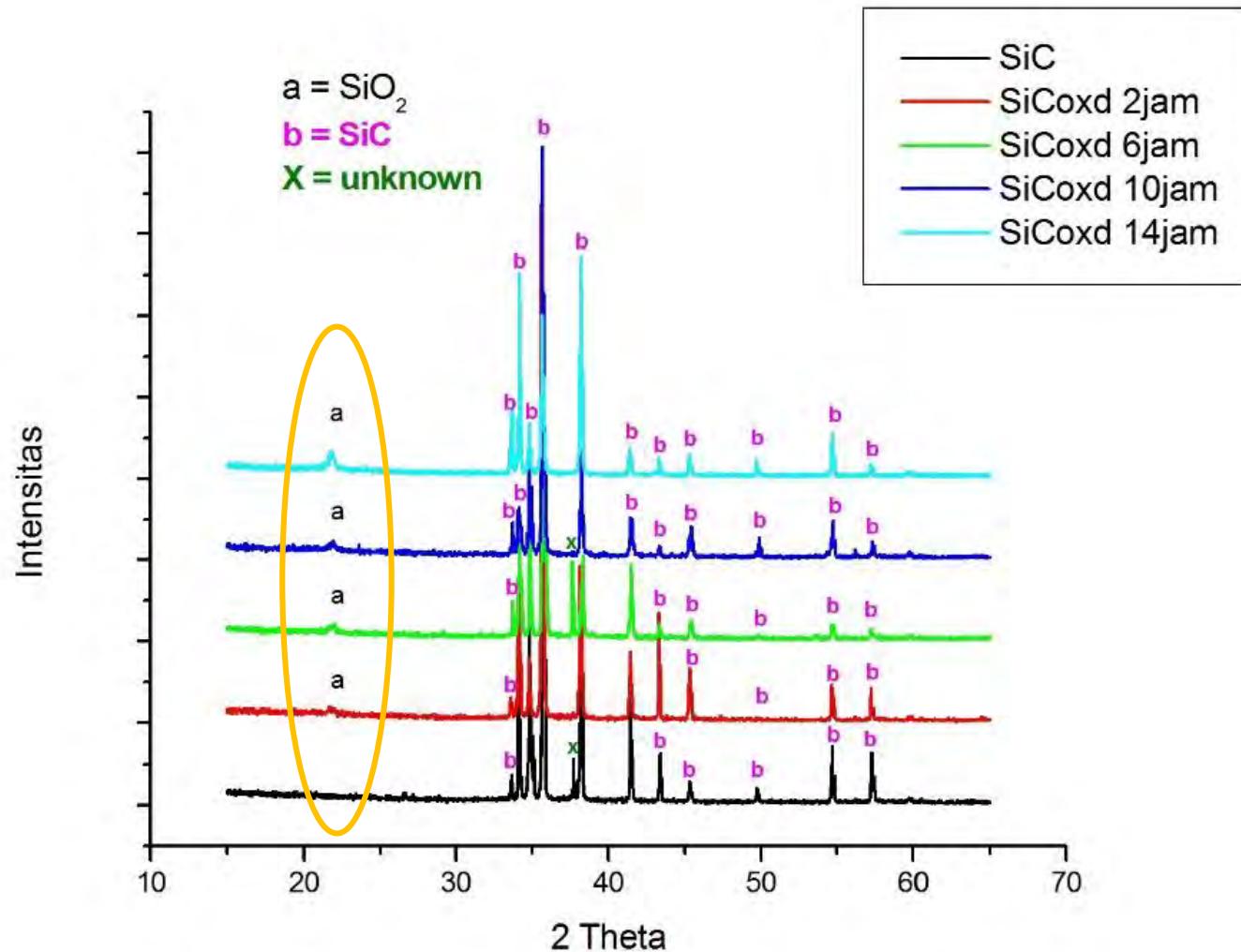
# METODOLOGI PENELITIAN



# ANALISIS DAN PEMBAHASAN

## 1. Pelapisan Oksida pada Permukaan SiC

### Analisis Fasa berdasarkan Pola Difraksi Sinar-X



### Perubahan warna secara makroskopis



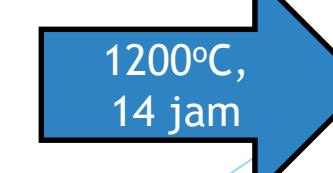
1200°C,  
2 jam



1200°C,  
6 jam

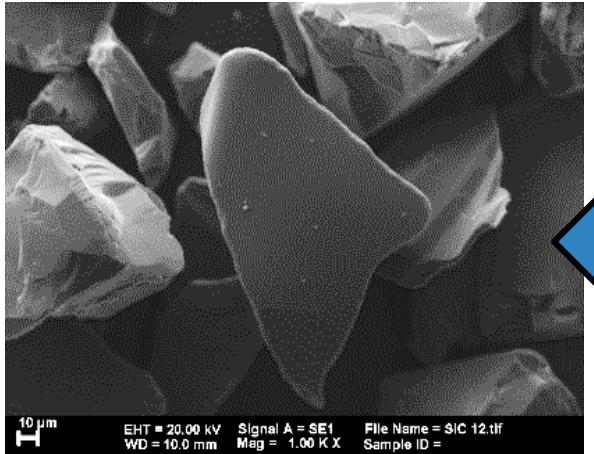


1200°C,  
10 jam

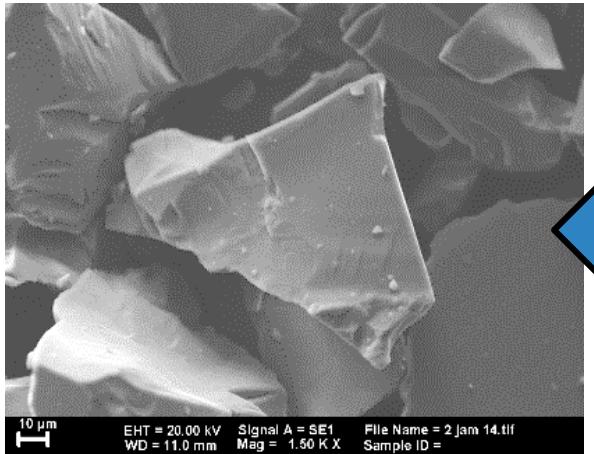


1200°C,  
14 jam

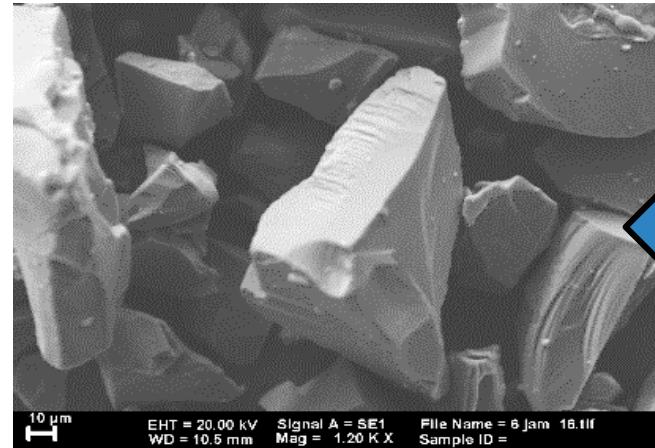
## Analisis Morfologi Pelapisan SiC yang teroksidasi



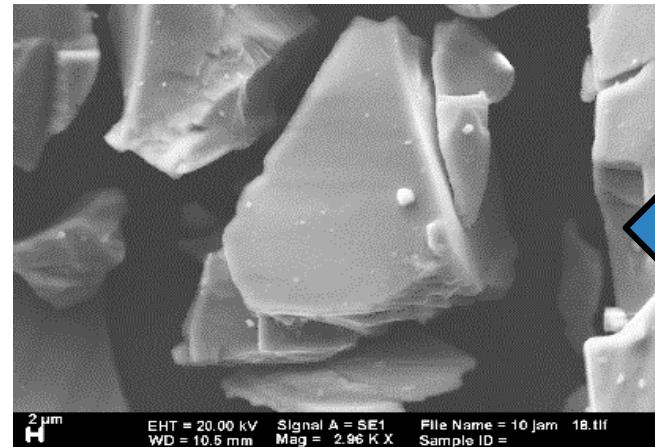
SiC Murni



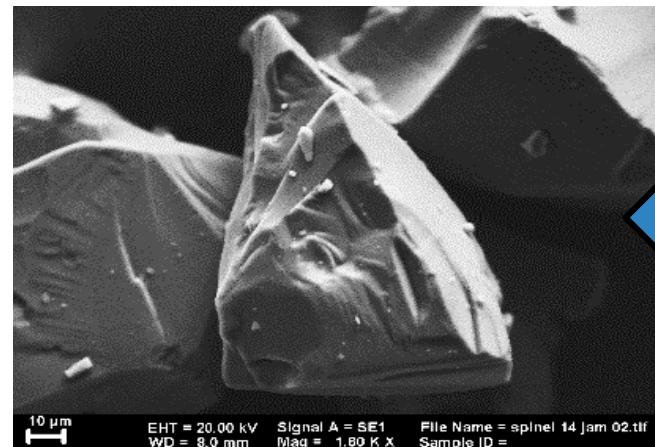
1200°C,  
2 jam



1200°C,  
6 jam



1200°C,  
10 jam



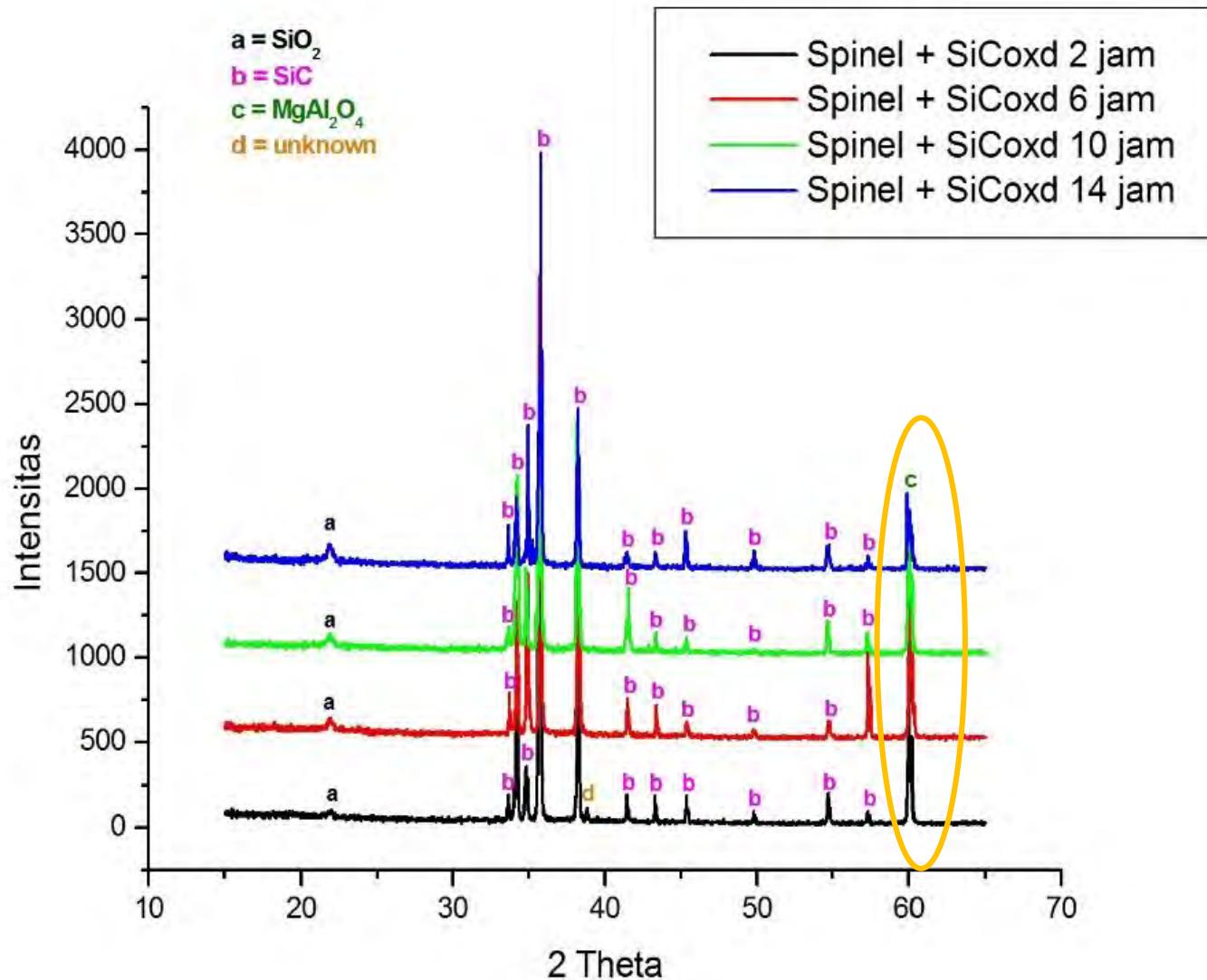
1200°C,  
14 jam

## Analisis SEM EDX

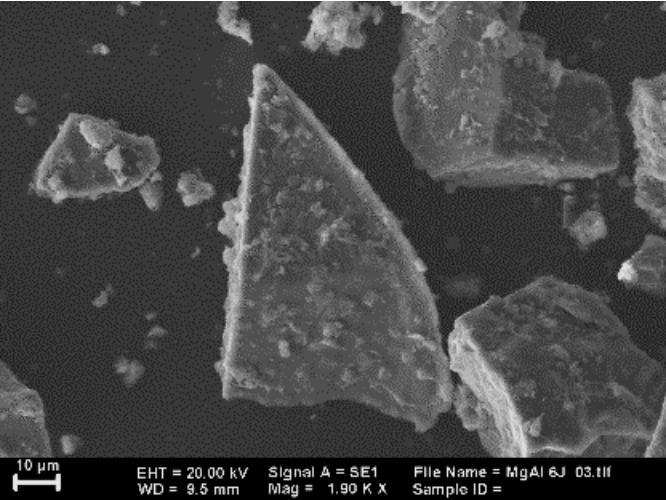
No	Sampel	Elemen (at.%)		
		Si	C	O
1	SiC	38,46	52,47	9,08
2	SiC oksidasi 1200°C, 2jam	35,15	23,55	41,31
3	SiC oksidasi 1200°C, 6jam	24,43	33,94	41,63
4	SiC oksidasi 1200°C, 10jam	27,42	22,06	50,51
5	SiC oksidasi 1200°C, 14jam	34,82	5,66	59,52

## 2. Pembentukan Spinel ( $MgAl_2O_4$ ) pada Permukaan Serbuk SiC

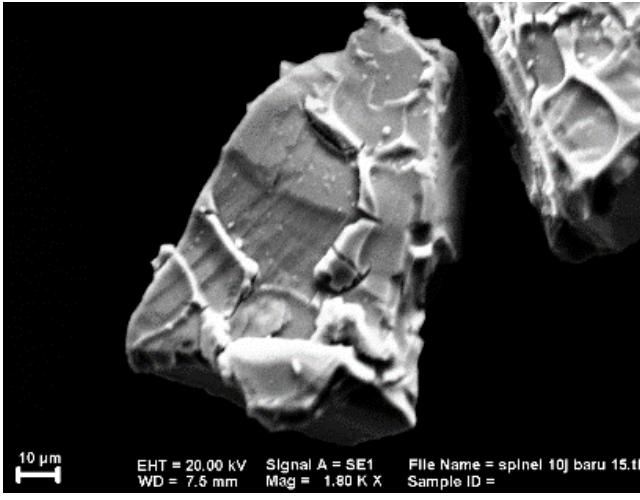
### Analisis Fasa berdasarkan Pola Difraksi Sinar-X



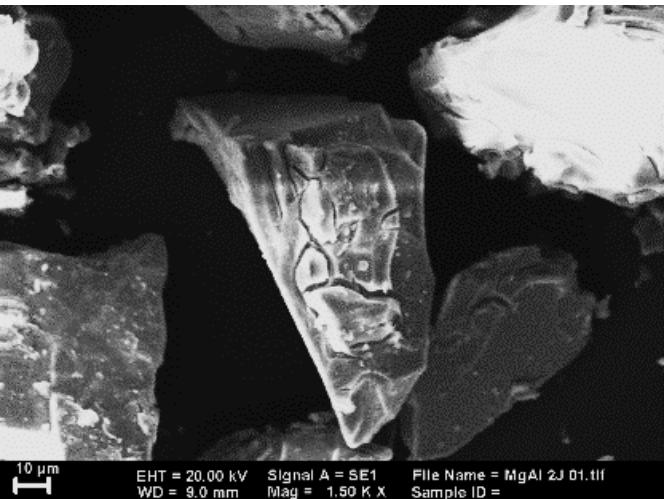
## Analisis Morfologi SiC yang telah dilapisi spinel ( $MgAl_2O_4$ )



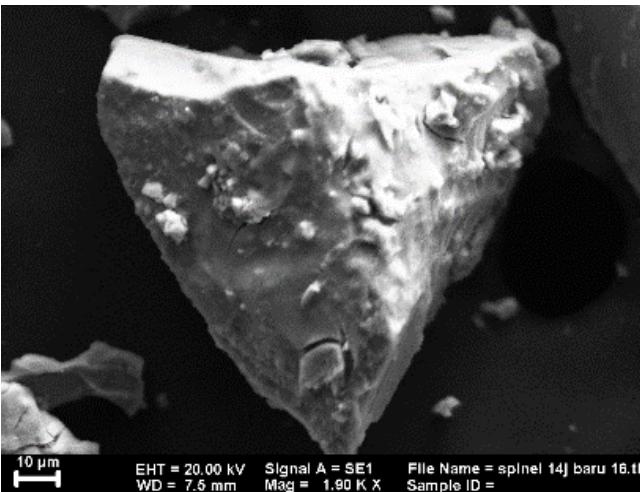
Spinel + SiC  
1200°C,  
2 jam



Spinel + SiC  
1200°C,  
10 jam



Spinel + SiC  
1200°C,  
6 jam



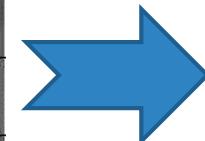
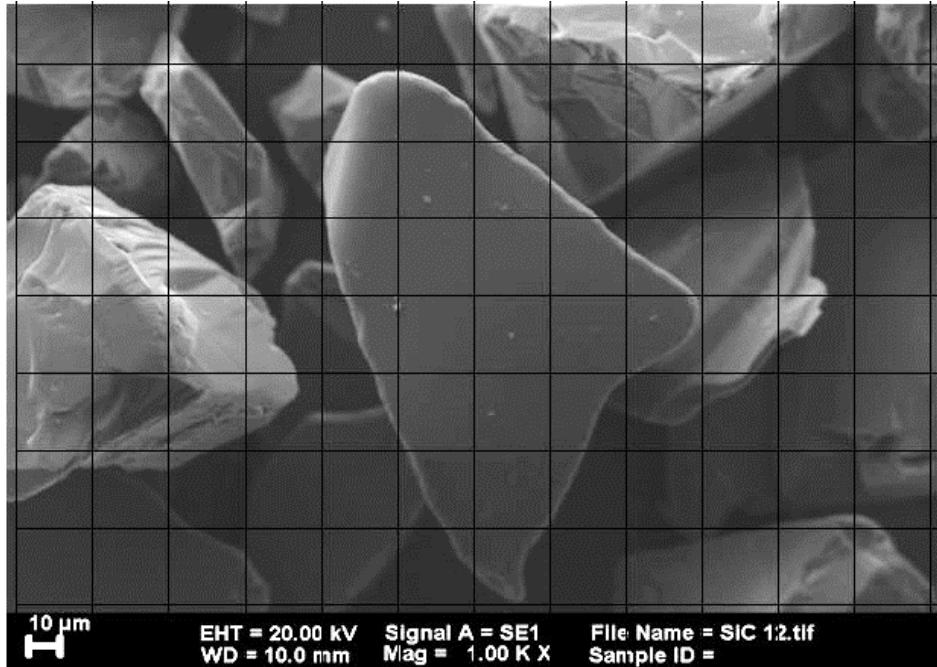
Spinel + SiC  
1200°C,  
14 jam

## Analisis SEM EDX

No	Sampel	Elemen (at.%)				
		Si	C	O	Mg	Al
1	Spinel + SiC oksidasi 1200°C, 2jam	34,38	14,09	51,25	0,12	0,16
2	Spinel + SiC oksidasi 1200°C, 6jam	11,85	44,40	40,33	0,85	2,59
3	Spinel + SiC oksidasi 1200°C, 10jam	15,44	33,26	45,10	1,11	4,69
4	Spinel + SiC oksidasi 1200°C, 14jam	10,94	30,28	53,28	0,76	4,75

### 3. Analisis Bentuk Permukaan Partikel SiC

#### a. Bulkiness Factor



$$B_f = \frac{\text{luas proyeksi partikel}}{\text{luas persegi}}$$



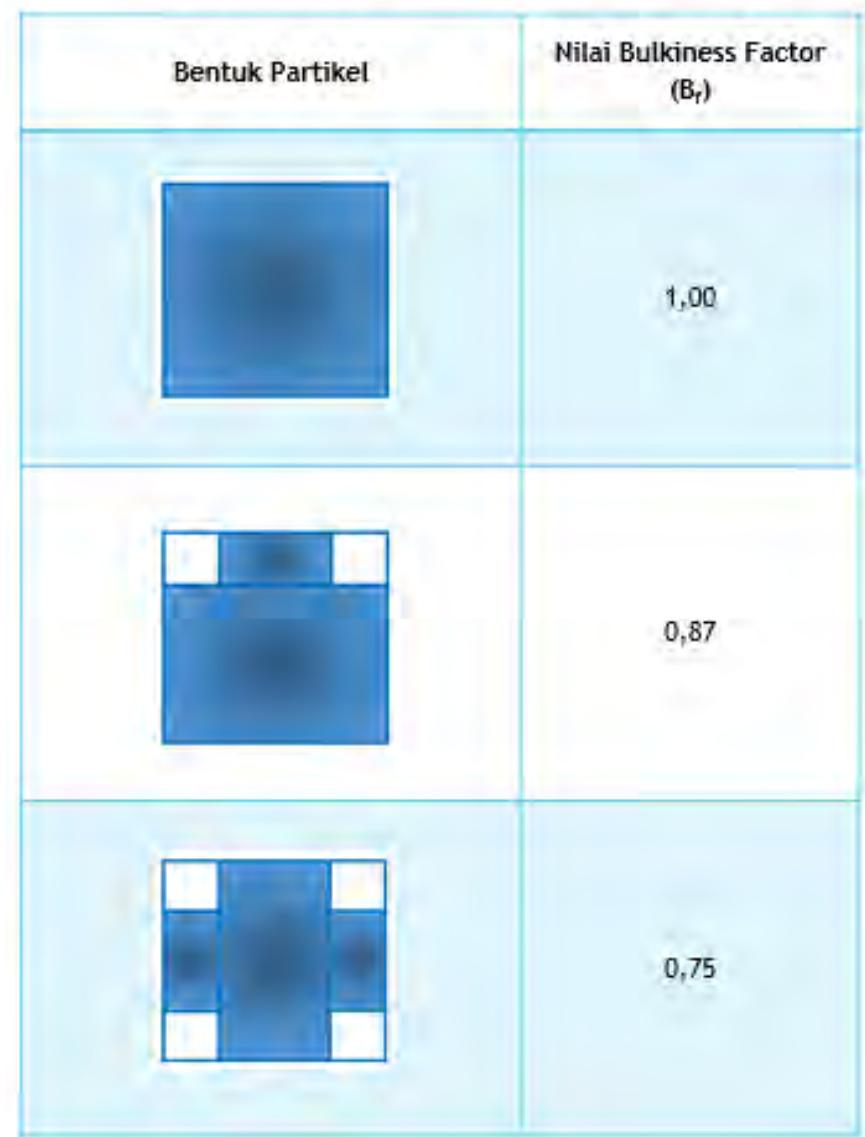
$$B_f = 20/35 = 0,57$$

## Nilai Bulkiness Factor ( $B_f$ ) pada SiC yang telah dioksidasi

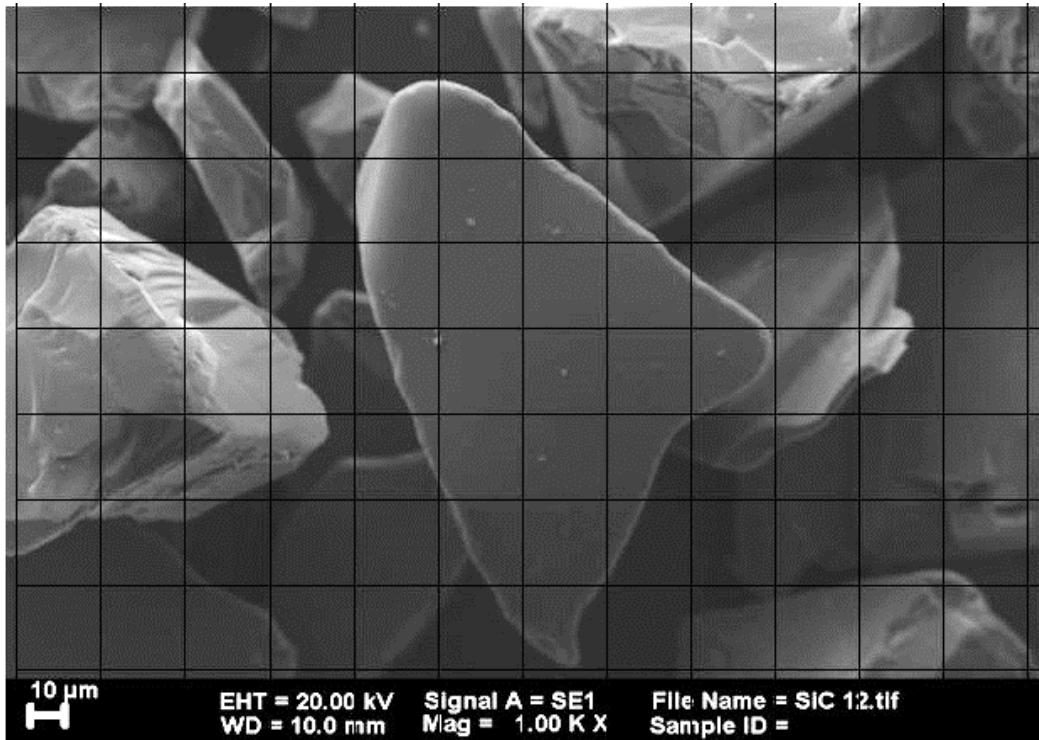
Sampel	Nilai Bulkiness Factor ( $B_f$ )
SiC	0,57
SiC oksidasi 1200°C, 2jam	0,50
SiC oksidasi 1200°C, 6jam	0,50
SiC oksidasi 1200°C, 10jam	0,50
SiC oksidasi 1200°C, 14jam	0,50

## Nilai Bulkiness Factor ( $B_f$ ) pada SiC yang telah terlapisi spinel ( $MgAl_2O_4$ )

Sampel	Nilai Bulkiness Factor ( $B_f$ )
Spinel + SiC oksidasi 1200°C, 2jam	0,60
Spinel + SiC oksidasi 1200°C, 6jam	0,58
Spinel + SiC oksidasi 1200°C, 10jam	0,57
Spinel + SiC oksidasi 1200°C, 14jam	0,50



## b. Shape Factor



$$K_s = (A/V)D_s$$

$K_s$  : *shape factor*,  
 $A$  : luas Permukaan,  
 $V$  : volum kubus,  
 $D_s$  : diameter partikel.

Perhitungannya :

$$\begin{aligned} A &= 2 (pl + pt + lt) \\ &= 2 [(5 \times 5) + (5 \times 7) + (5 \times 7)] \\ &= 2 [25 + 35 + 35] \\ &= 190 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= p \times l \times t \\ &= 5 \times 5 \times 7 \\ &= 175 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= 0.52 D_s^3 \\ D_s &= (V/0.52)^{1/3} \\ &= (175/0.52)^{1/3} \\ &= 6,9557 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_s &= (A/V)D_s \\ &= (190/175) 6,9557 \\ &= 7,55 \end{aligned}$$



## Nilai Shape Factor ( $K_s$ ) pada SiC yang telah dioksidasi

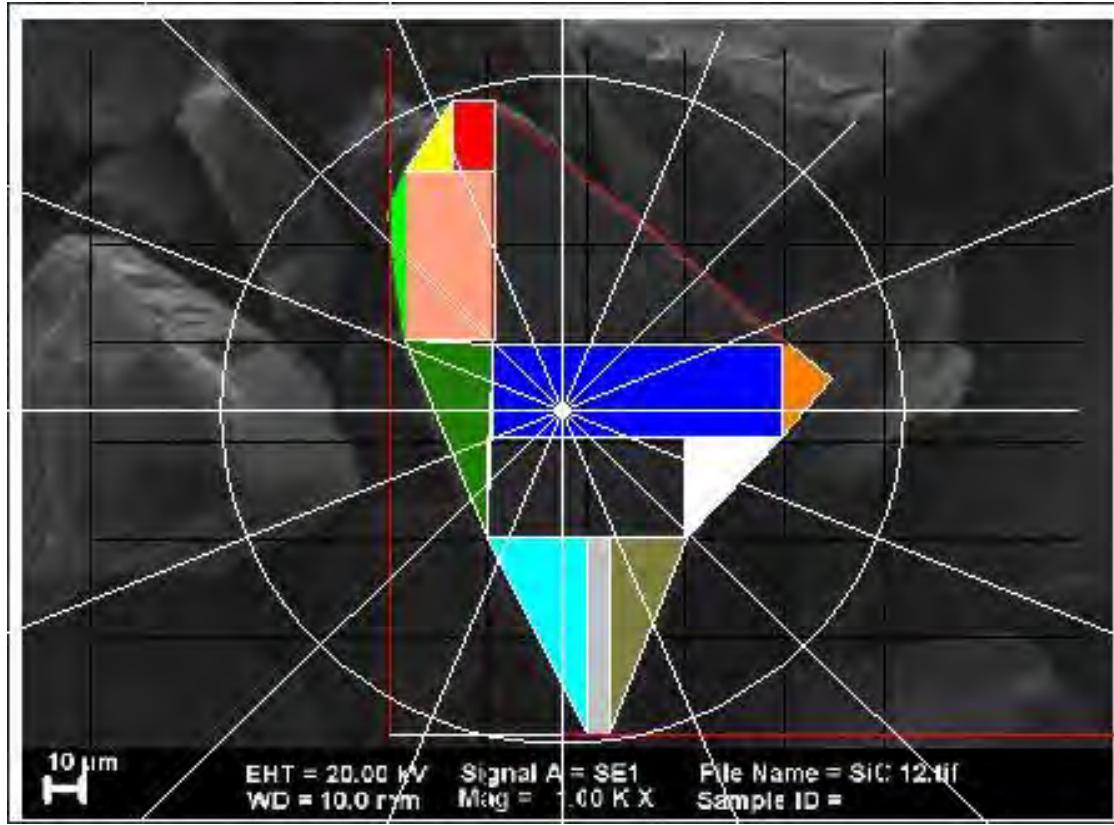
Sampel	Nilai Shape Factor ( $K_s$ )
SiC	7,55
SiC oksidasi 1200°C, 2jam	7,49
SiC oksidasi 1200°C, 6jam	7,49
SiC oksidasi 1200°C, 10jam	7,48
SiC oksidasi 1200°C, 14jam	7,48

## Nilai Shape Factor ( $K_s$ ) pada SiC yang telah terlapisi spinel ( $MgAl_2O_4$ )

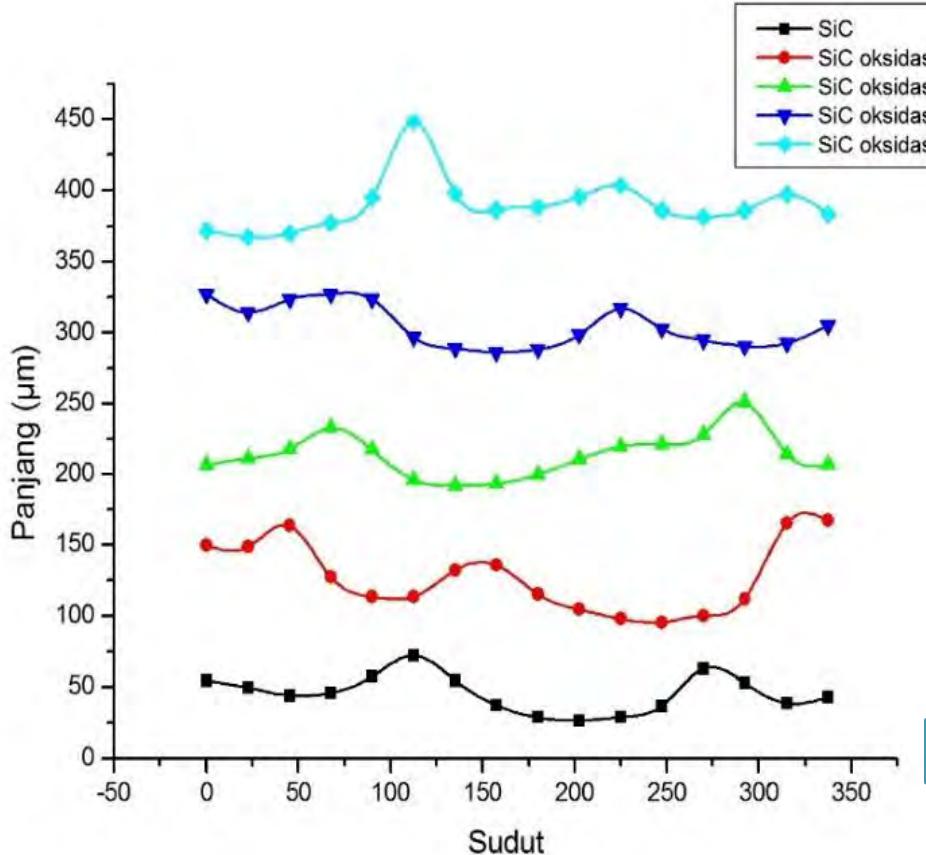
Sampel	Nilai Shape Factor ( $K_s$ )
Spinel + SiC oksidasi 1200°C, 2jam	7,59
Spinel + SiC oksidasi 1200°C, 6jam	7,59
Spinel + SiC oksidasi 1200°C, 10jam	7,48
Spinel + SiC oksidasi 1200°C, 14jam	7,46

Bentuk Partikel	Nilai Shape Factor ( $K_s$ )
Porous	7,83
Rounded	7,65
Flake	7,55
Irregular Rodlike	7,46

### c. Perimetri

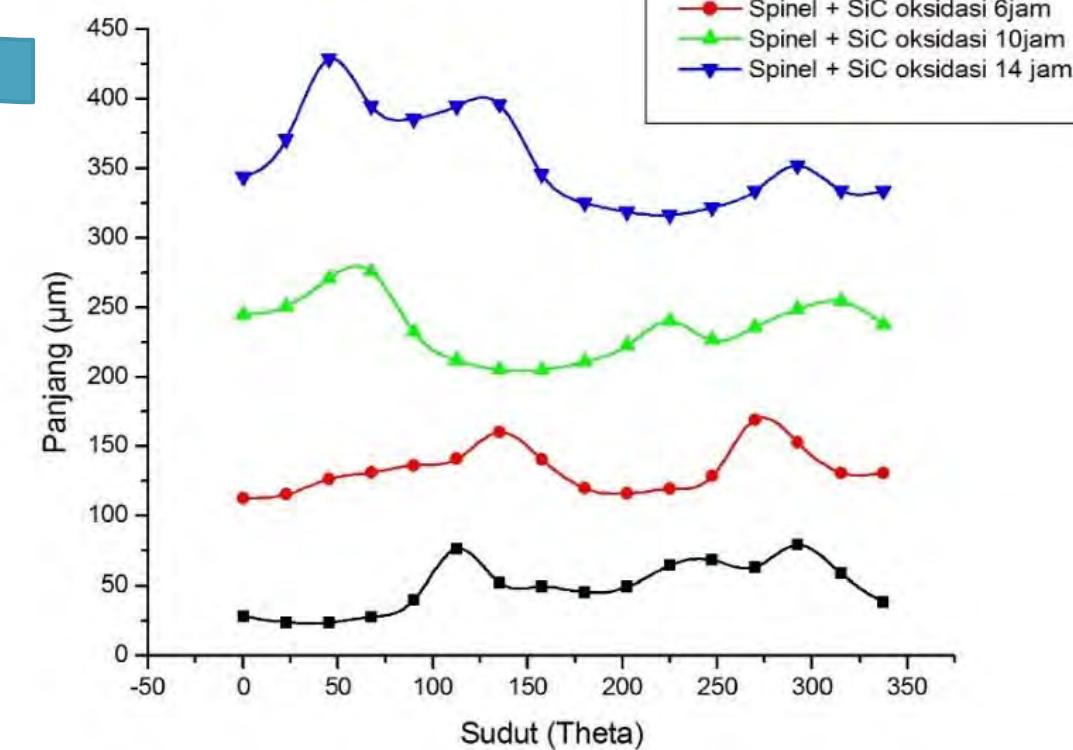


grafik perimetri  
menunjukkan bentuk  
permukaan dari partikel



Grafik perimetri  
SiC yang telah  
dioksidasi

Grafik perimetri  
SiC yang telah  
terlapisi Spinel



### Nilai panjang perimetri pada SiC yang telah dioksidasi

Sampel	Nilai Perimetri (unit satuan)
SiC	9,50
SiC oksidasi 1200°C, 2jam	10,00
SiC oksidasi 1200°C, 6jam	10,10
SiC oksidasi 1200°C, 10jam	10,70
SiC oksidasi 1200°C, 14jam	11,50

### Nilai panjang perimetri pada SiC yang telah terlapisi spinel ( $MgAl_2O_4$ )

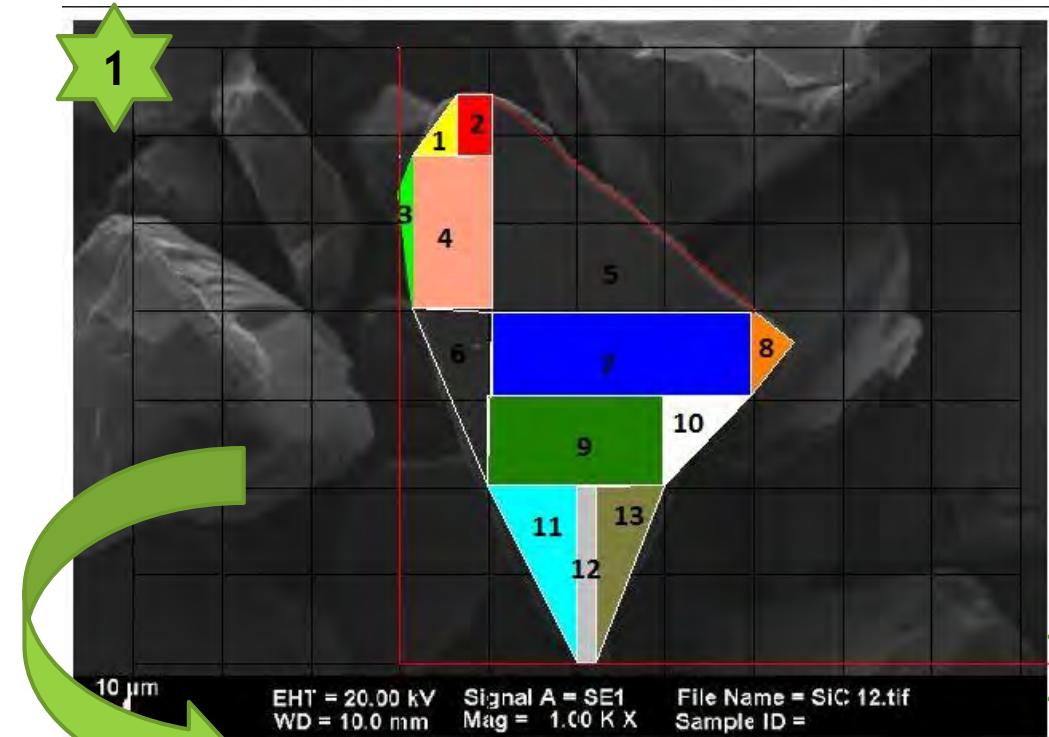
Sampel	Nilai Perimetri (unit satuan)
Spinel + SiC oksidasi 1200°C, 2jam	10,00
Spinel + SiC oksidasi 1200°C, 6jam	10,20
Spinel + SiC oksidasi 1200°C, 10jam	10,75
Spinel + SiC oksidasi 1200°C, 14jam	11,60

## KESIMPULAN DAN SARAN

### KESIMPULAN

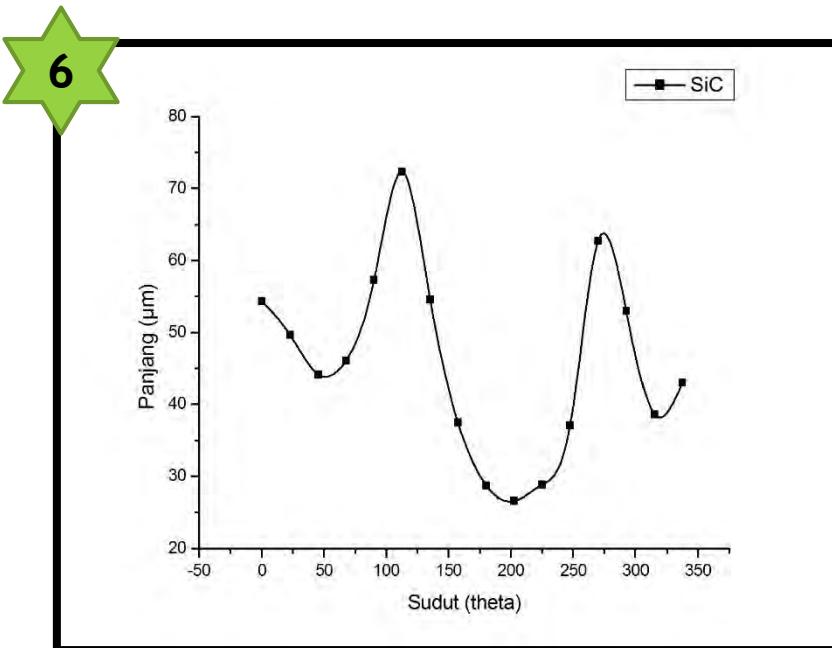
1. Lapisan  $\text{SiO}_2$  yang terbentuk pada permukaan partikel SiC semakin meningkat seiring dengan peningkatan *holding time*.
2. Distribusi penyebaran spinel pada permukaan SiC berdasarkan spektrum EDS adalah semakin homogen seiring peningkatan variasi *holding time* saat oksidasi partikel SiC.
3. Pelapisan  $\text{SiO}_2$  dan spinel ( $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ) mempengaruhi beberapa parameter bentuk partikel, antara lain menurunkan nilai Bulkines Factor ( $B_f$ ) sebesar 12,28%, menurunkan nilai Shape Factor ( $K_s$ ) sebesar 1,19% sehingga bentuk partikel cenderung seperti *irregular rodlike* dan meningkatkan nilai panjang perimetri sebesar 22,10%.

**Terima Kasih**



**2**  
Contoh perhitungan pusat massa,

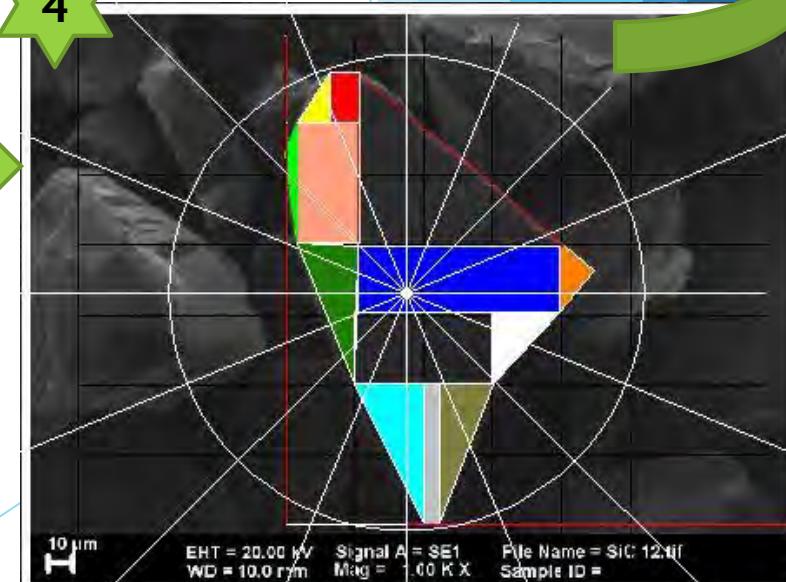
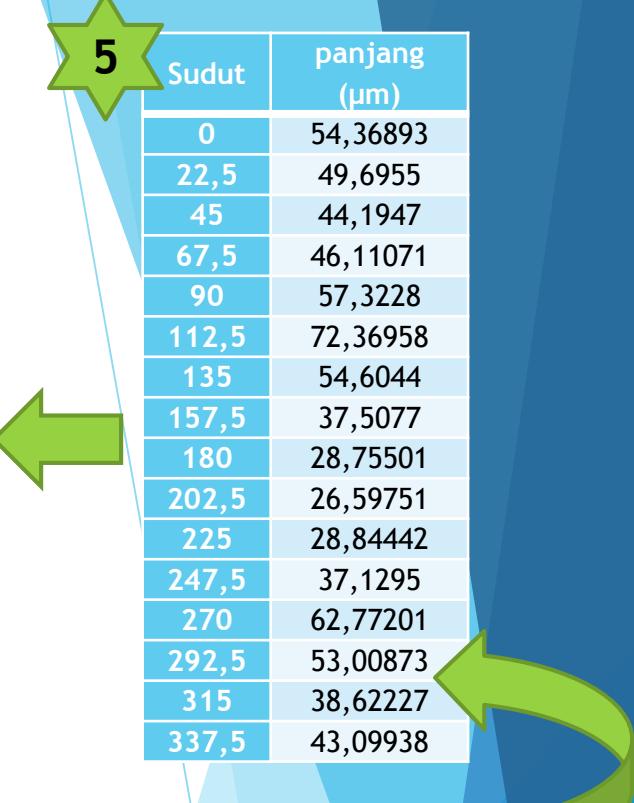
- Bidang 5 merupakan bentuk segitiga, sehingga  
 $X = \frac{1}{3} \times 66,0177 = 22,0059 + 23,5153 = 45,5202$   
 $Y = \frac{1}{3} \times 54,97783 = 18,3261 + 90,2235 = 108,55$
- Bidang 4 merupakan bentuk persegi, sehingga  
 $X = \frac{1}{2} \times 19,9027 = 9,9513747 + 3,29166 = 13,243$   
 $Y = \frac{1}{2} \times 39,5987 = 19,7994 + 89,8132 = 109,613$



**3**

No Bidang	X	Y
1	7,138651	134,0811
2	27,71588	136,7063
3	1,237739	102,7048
4	13,24303	109,6125
5	45,52019	108,5496
6	10,2414	59,76604
7	56,52315	78,64765
8	91,34622	75,05855
9	44,87092	56,37677
10	73,15502	52,58445
11	29,25253	15,01228
12	46,74511	22,51843
13	54,95552	15,01228

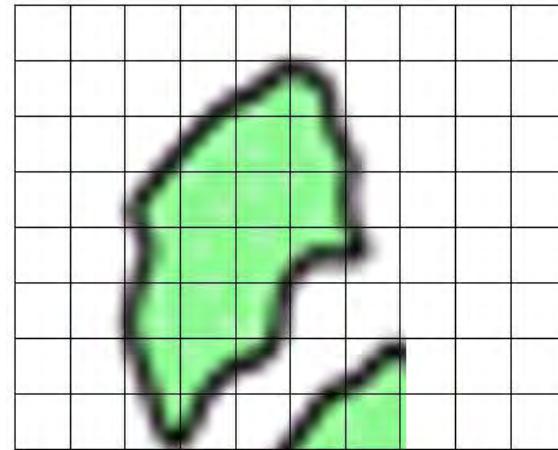
Maka nilai pusat massanya adalah  
 $(38,6112 ; 74,3562)$



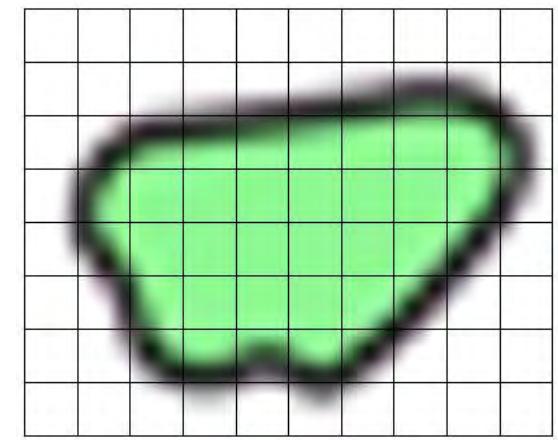
## Nilai Shape Factor ( $K_s$ ) pada berbagai bentuk partikel

Bentuk Partikel	Nilai Shape Factor ( $K_s$ )
Porous	7,83
Rounded	7,65
Flake	7,55
Irregular Rodlike	7,46

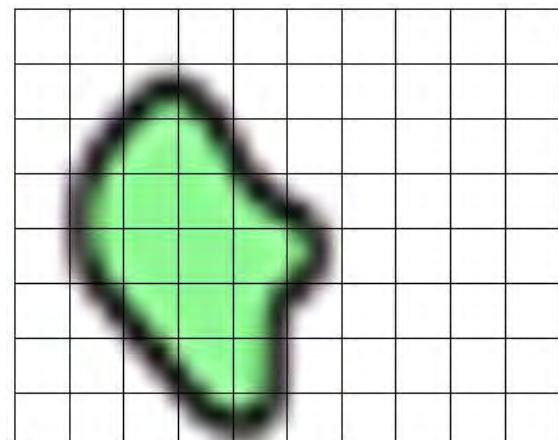
Porous



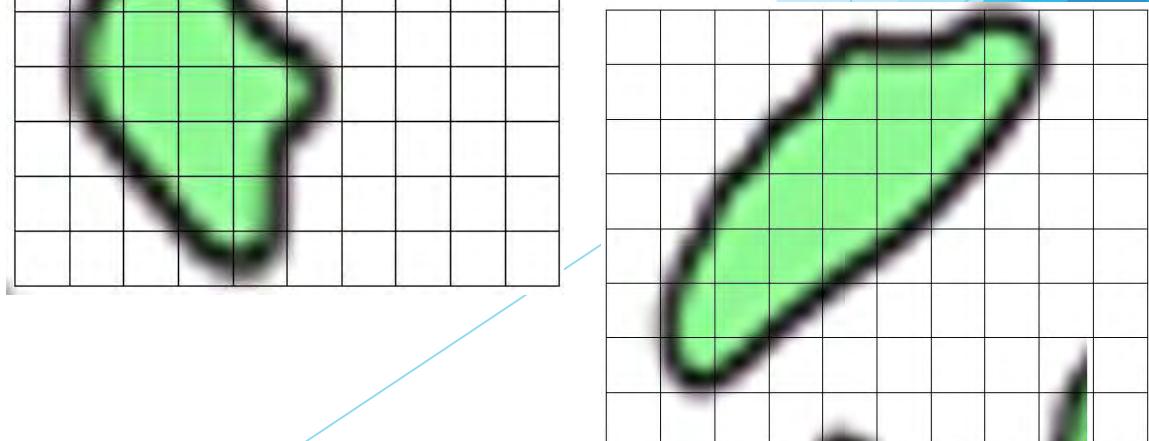
Rounded



Flake

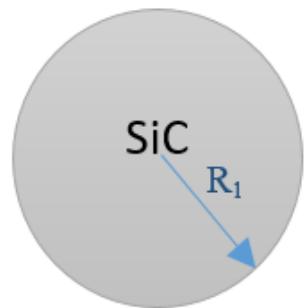


Irregular Rodlike



## Nilai tebal lapisan oksida ( $\text{SiO}_2$ ) pada permukaan SiC

Sampel	Tebal lapisan (nm)
SiC oksidasi 1200°C, 2jam	3,62
SiC oksidasi 1200°C, 6jam	3,62
SiC oksidasi 1200°C, 10jam	7,73
SiC oksidasi 1200°C, 14jam	10,6



$$\begin{aligned} V_{\text{SiC}} &= \frac{4}{3} \pi R_1^3 \\ &= \frac{4}{3} \pi \left(\frac{D}{2}\right)^3 \\ &= \frac{1}{6} \pi D_1^3 \\ &= \frac{1}{6} \pi (267,8 \cdot 10^{-7})^3 \\ &= 1,26 \cdot 10^{-15} \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Massa 1 partikel SiC

$$\begin{aligned} M_{\text{SiC}} &= \rho_{\text{SiC}} \times V_{\text{SiC}} \\ &= 3,1 \text{ gr/cm}^3 \times 1,26 \cdot 10^{-15} \text{ cm}^3 \\ &= 3,9 \cdot 10^{-15} \text{ gr} \end{aligned}$$

$$1 \text{ gram} = N \times M_{\text{SiC}}$$

$$N = \frac{1}{M_{\text{SiC}}} \text{ partikel}$$

$$N = 2,57 \cdot 10^{14} \text{ partikel}$$

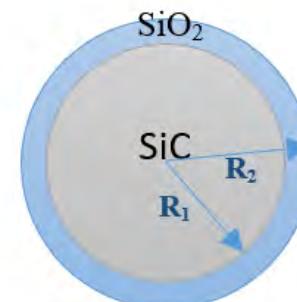
Ketebalan lapisan oksida ( $\text{SiO}_2$ ) pada permukaan SiC, dimana massa partikel SiC terlapisi  $\text{SiO}_2 \rightarrow M_{\text{SiC/SiO}_2}$

$$\begin{aligned} M_{\text{SiO}_2} &= M_{\text{SiC/SiO}_2} - M_{\text{SiC}} \\ &= 15,1 - 15 \\ &= 0,1 \text{ gr} \end{aligned}$$

Sehingga ketebalan lapisan oksida :

$$P = \frac{M_{\text{SiO}_2}}{M_{\text{SiC}}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} &= \frac{0,1}{15} \times 100\% \\ &= 0,67 \% \end{aligned}$$



$$\frac{4}{3} \pi (R_2 - R_1)^3 = V_{\text{SiO}_2}$$

$$\frac{V_{\text{SiO}_2}}{V_{\text{SiC}}} = P$$

$$V_{\text{SiO}_2} = P \times V_{\text{SiC}}$$

$$= 0,67 \times 1,26 \cdot 10^{-15} \text{ cm}^3$$

$$= 8,38 \cdot 10^{-16} \text{ cm}^3$$

Maka ketebalan lapisan  $\text{SiO}_2$  sebesar:

$$\frac{4}{3} \pi (R_2 - R_1)^3 = V_{\text{SiO}_2}$$

$$R_2^3 = V_{\text{SiO}_2} \frac{3}{4\pi} + R_1^3$$

$$R_2 = \left[ \left( \frac{3}{4} \frac{V_{\text{SiO}_2}}{\pi} \right) + R_1^3 \right]^{1/3}$$

$$R_2 = 1,37 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$$

Maka tebal lapisan:

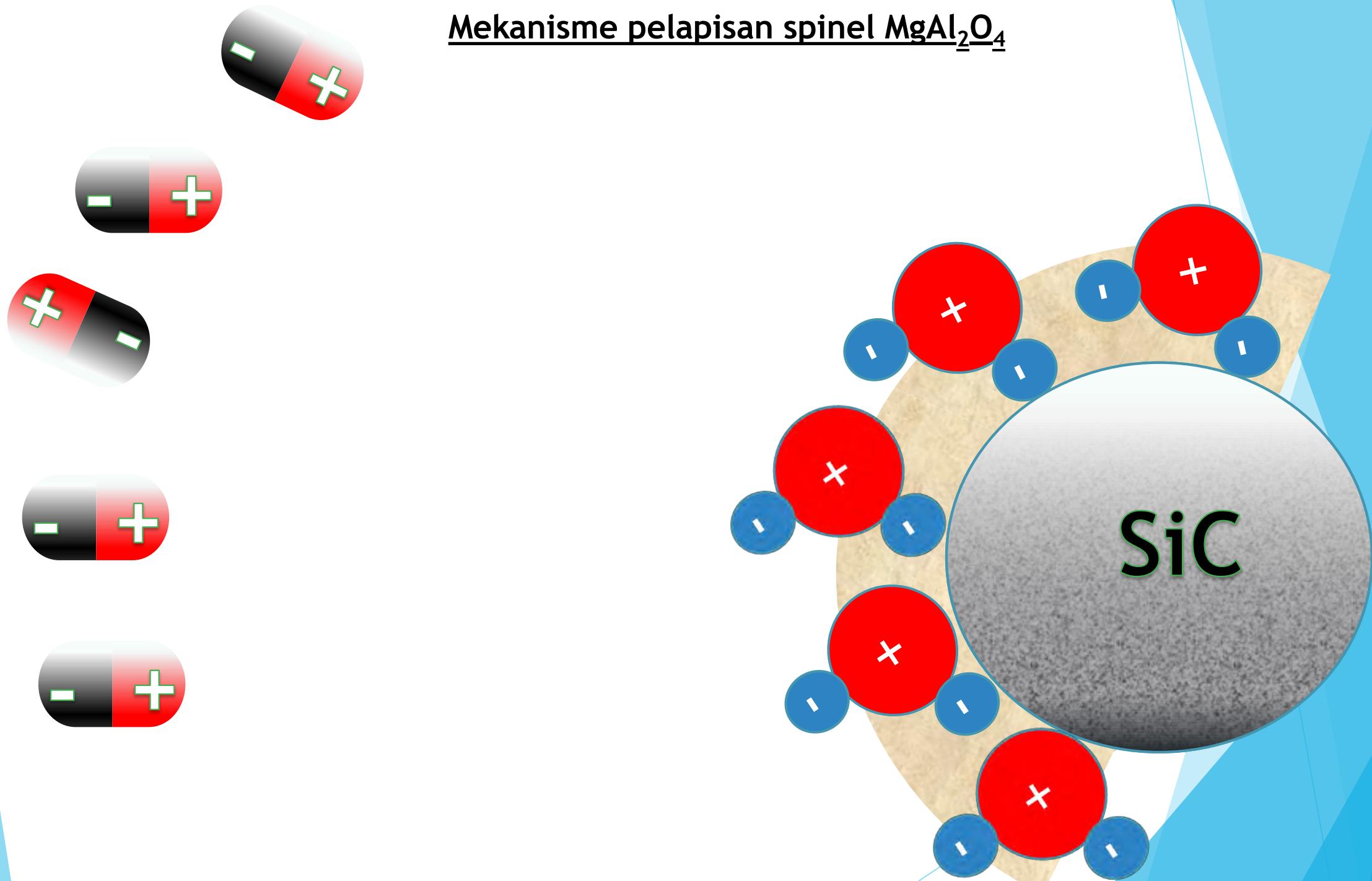
$$T = R_2 - R_1$$

$$T = 1,37 \cdot 10^{-5} \text{ cm} - 1,34 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$$

$$T = 3,62 \cdot 10^{-7} \text{ cm}$$

$$T = 3,62 \text{ nm}$$

## Mekanisme pelapisan spinel $MgAl_2O_4$



## Ilustrasi permukaan SiC yang telah terlapisi $\text{MgAl}_2\text{O}_4$

