

SIFAT-SIFAT THERMAL KOIN 10 CENT HONGKONG

Sri wuryanti

Teknik Konversi Energi –Politeknik Negeri Bandung

Abstrak

Pengujian sifat-sifat thermal dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti : metode analitik karakterisasi material menggunakan metode X-ray Fluorescence (XRF), Scanning Electron Microscope (SEM) dan X-ray Difraction (XRD). Sifat-sifat thermal yang diuji yakni kapasitas panas, konduktivitas panas dan massa jenis.

Hasil pengujian pada koin 10 cent Hongkong yang diperoleh dengan tiga metode tersebut hampir sama dengan perbedaan antara 10-25 %. Nilai kapasitas panas yang tertinggi adalah menggunakan metode XRD yakni 0,3831 kJ/kg °C dan terendah menggunakan metode SEM yakni 0,3242 kJ/kg °C. Nilai konduktivitas panas yang tertinggi adalah menggunakan metode XRD yakni 385,7808 W/m °C dan terendah menggunakan metode SEM yakni 296,2998 W/m °C. Nilai massa jenis yang tertinggi adalah menggunakan metode XRD yakni 8,5703 kg/m³ terendah menggunakan metode SEM yakni 6,871 kg/m³.

Kata Kunci: Kapasitas panas, konduktivitas panas, massa jenis, SEM, XRD, XRF.

PENDAHULUAN

Metode *X-ray Fluorescence*(XRF) bekerja dengan cara mengidentifikasi dan mengkuantifikasi sinar X yang ditimbulkan oleh sampel akibat adanya penceran berkas sinar X pada sampel. Sumber sinar X pada XRF berasal dari tabung sinar X. Untuk membangkitkan sinar X di dalam tabung sinar X, seberkas elektron ditumbukkan pada suatu target berupa logam. Untuk memungkinkan elektron dari filamen wolfram dapat menumbuk target, pada sumber elektron diberi beda potensial untuk XRF dapat mencapai 70 kV.[1]

Sekitar 95% dari semua bahan padatan dapat dideskripsikan sebagai kristalin. Ketika sinar-X berinteraksi dengan senyawa kristalin (fasa), maka akan didapatkan pola difraksi sinar-X yang jatuh pada permukaan bidang kristal suatu material akan dihamburkan sesuai dengan komposisi atau jenis kristal tersebut. Pola hamburan (difraksi) sinar-X merupakan karakteristik masing-masing senyawa yang tidak tergantung satu sama lain. Panjang gelombang sinar-X yang digunakan untuk XRD berkisar antara 0,5 – 2,5 Å. [2]

Metode *X-ray Fluorescence*(XRF) bekerja dengan cara mengidentifikasi dan mengkuantifikasi sinar X yang ditimbulkan oleh sampel akibat adanya penceran berkas

sinar X pada sampel. Sumber sinar X pada

XRF berasal dari tabung sinar X. Untuk membangkitkan sinar X di dalam tabung sinar X, seberkas elektron ditumbukkan pada suatu target berupa logam. Untuk memungkinkan elektron dari filamen wolfram dapat menumbuk target, pada sumber elektron diberi beda potensial untuk XRF dapat mencapai 70 kV.[2]

SEM mempunyai daya resolusi yang tinggi jika dibandingkan dengan mikroskop optik. [4] SEM menggunakan hamburan balik dan pantulan sekunder dari berkas elektron, setelah berkas elektron tersebut berinteraksi dengan materi.

METODE PENELITIAN

a. Persiapan Material

Koin 10 cent Hongkong dicuci dengan cairan pembersih ethanol untuk menghindari adanya kontaminasi dengan material lain, kemudian dikikir untuk mendapatkan logam yang mengkilap.

b. Pengujian Material

Pengujian SEM menggunakan SEM JEOL JSM 6510, pengujian XRD menggunakan alat XRD Philips PW-3710, pengujian XRF menggunakan alat Element analyzer Niton XLt.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil percobaan XRF sampel koin 10 cent Hongkong diperoleh hasil pengujian berupa jenis unsur dan prosentasi yang terkandung didalam sampel seperti yang terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data percobaan XRF

No.	Unsur	%	Berat atom
1	Zn	22,45	63,37
2	Cu	74,74	63,54

Dari percobaan XRF beberapa unsur selain unsur diatas diabaikan atau dianggap sebagai pengotor (*impurities*). Untuk mendapatkan data kuantitatif berdasarkan hasil analisa XRF didapatkan fraksi berat sebagai berikut :

Jumlah spesimen = 100 gram, sehingga berdasarkan data XRF maka akan didapatkan :

$$\begin{aligned} wt(Cu) &= 74,74 \times 63,54 \\ &= 4748,9796 \text{ gr} \\ wt(Zn) &= 22,45 \times 63,37 \\ &= 1422,6565 \text{ gr} \end{aligned}$$

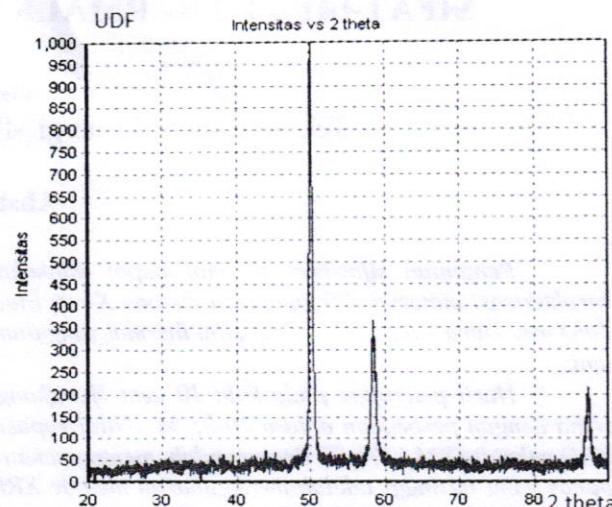
$$\text{Total} = 6171,6361 \text{ gr}$$

$$wt(Cu) + wt(Zn) = \text{gr}$$

$$\begin{aligned} wt\% Cu &= \frac{4748,9796}{6171,6361} \times 100\% \\ &= 76,95\% \text{wt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} wt\% Zn &= \frac{1422,6565}{6171,6361} \times 100\% \\ &= 23,05\% \text{wt} \end{aligned}$$

Hasil percobaan XRD koin 10 cent Hongkong didapatkan hasil pengujian berupa sudut 2θ dan intensitas dengan puncak tertinggi berada di sudut $52,24^\circ$ dan $77,065^\circ$, selanjutnya dengan menggunakan software Bella V2_12 data yang dikeluarkan oleh software APD pada peralatan XRD Philips PW3710 di reproduksi pola difraksinya seperti terlihat pada grafik.



Gambar 1. Pola difraksi XRD yg di reproduksi dg software Bella V2_12

Dari hasil pengolahan data dengan software GSAS dapat ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 2. Data struktur logam

- Fasa-1 (Cu)		
a. Calculated unit cell weight	254.184	
b. Density	8.560 gm/cm ³	
c. %wt Fraction	99.92 %	
- Fasa-2 (Zn)		
a. Calculated unit cell weight	392.28	
b. Density	21.413 gr/cm ³	
c. %wt Fraction	0.08 %	

Hasil pengujian SEM koin 10 cent Hongkong mengandung unsur-unsur dengan komposisi sebagai berikut:

Tabel 3. Data percobaan SEM

No.	Unsur	%	Berat atom
1	Zn	11,62	63,37
2	Cu	73,39	63,54

Jumlah spesimen = 100 gram, sehingga berdasarkan data SEM maka akan didapatkan :

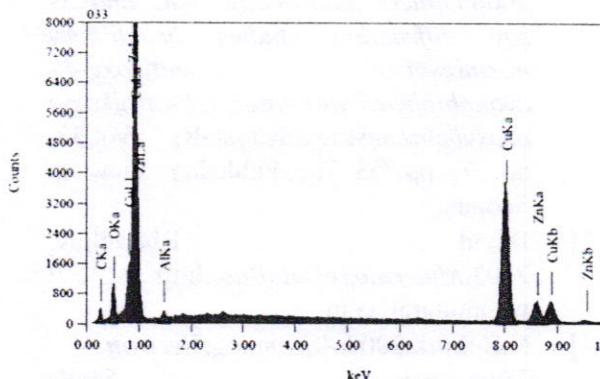
$$wt(Cu) = 73,39 \times 63,54 = 4663,201 \text{ gr}$$

$$wt(Zn) = 11,62 \times 63,37 = 736,359 \text{ gr}$$

$$\text{Total} = 5399,56 \text{ gr}$$

$$wt(Cu) + wt(Zn) = \text{gr}$$

$$wt\% Cu = \frac{4663,201}{5399,56} 100\% = 86,36 \%wt$$

$$wt\% Zn = \frac{736,359}{5399,56} \times 100\% = 13,64 \%wt$$


Gambar 2. Hasil pengujian koin 10cent Hongkongdenganmetode SEM

Analisa Kapasitas Panas

Nilai kapasitas panas untuk :

$$Cu = 0,3831 \text{ kJ/kg } ^\circ C$$

$$Zn = 0,3841 \text{ kJ/kg } ^\circ C^{(4)}$$

Pengukuran dengan metode XRF, yakni : $74,74 \%wt \times 0,3831 \text{ kJ/kg } ^\circ C = 0,2863 \text{ kJ/kg } ^\circ C$ dengan,

$22,45 \%wt \times 0,3843 \text{ kJ/kg } ^\circ C = 0,0863 \text{ kJ/kg } ^\circ C$ sehingga total $Cp = 0,37263 \text{ kJ/kg } ^\circ C$.

Metode SEM, yakni :

$73,39 \%wt \times 0,3831 \text{ kJ/kg } ^\circ C = 0,2812 \text{ kJ/kg } ^\circ C$ dengan,

$11,62 \%wt \times 0,3843 \text{ kJ/kg } ^\circ C = 0,0430 \text{ kJ/kg } ^\circ C$ sehingga total $Cp = 0,3242 \text{ kJ/kg } ^\circ C$.

Metode XRD, yakni :

$99,92 \%wt \times 0,3831 \text{ kJ/kg } ^\circ C = 0,3828 \text{ kJ/kg } ^\circ C$ dengan,

$0,08 \%wt \times 0,3843 \text{ kJ/kg } ^\circ C = 0,000307 \text{ kJ/kg } ^\circ C$, sehingga total $Cp = 0,383107 \text{ kJ/kg } ^\circ C$.

Terjadi perbedaan nilai Cp yang cukup signifikan dimana nilai Cp menurut pengujian XRF dan SEM lebih rendah, hal ini dimungkinkan karena adanya unsur lain. Di dalam pengujian XRF terdapat unsur lain

sebesar 2,81 % dan dari SEM terdapat unsur lain sebesar 14,99 %. [3]

Analisa Konduktivitas Panas

Berdasarkan harga konduktivitas panas secara teori, mengenai sifat-sifat termodinamik pada temperatur $20^\circ C$, diperoleh kondktivitas panas untuk :

$Cu = 386 \text{ W/m}^\circ C$ dan $Zn = 112 \text{ W/m}^\circ C$. Pengukuran dengan XRF, yakni:

$$Cu = 74,74 \% \times k_{Cu} = 0,7474 \times 386 \text{ W/m}^\circ C \\ = 288,4964 \text{ W/m}^\circ C \text{ dan}$$

$$Zn = 22,45 \% \times k_{Zn} = 0,2245 \times 112 \text{ W/m}^\circ C \\ = 25,144 \text{ W/m}^\circ C,$$

$$\text{total} = 313,6404 \text{ W/m}^\circ C.$$

Untuk komposisi yang diperoleh dari pengujian SEM , yakni:

$$Cu = 73,39 \% \times k_{Cu} = 0,7339 \times 386 \text{ W/m}^\circ C \\ = 283,2854 \text{ W/m}^\circ C \text{ dan}$$

$$Zn = 11,62 \% \times k_{Zn} = 0,1162 \times 112 \text{ W/m}^\circ C \\ = 13,0144 \text{ W/m}^\circ C,$$

$$\text{total} = 296,2998 \text{ W/m}^\circ C.$$

Untuk komposisi yang diperoleh dari pengjian XRD , yakni:

$$Cu = 99,91 \% \times k_{Cu} = 0,9991 \times 386 \text{ W/m}^\circ C \\ = 385,6912 \text{ W/m}^\circ C,$$

$$Zn = 0,093 \% \times k_{Zn} = 0,0009 \times 112 \text{ W/m}^\circ C \\ = 0,0896 \text{ W/m}^\circ C,$$

$$\text{total} = 385,7808 \text{ W/m}^\circ C.$$

Analisa Massa Jenis

Harga massa jenis dari tabel sifat-sifat termodinamik untuk $Cu = 8,954 \text{ gr/cm}^3$ dan $Zn = 7,144 \text{ gr/cm}^3$. Hasil pengujian massa jenis didapatkan nilai dengan komposisi material dengan metode XRF yakni:

$$74,74 \%wt \times 8.954 \text{ gr/cm}^3 = 6.692 \text{ gr/cm}^3 \text{ Cu dan}$$

$$22,45 \%wt \times 7.144 \text{ gr/cm}^3 = 1.604 \text{ gr/cm}^3 \text{ Zn maka akan didapatkan kerapatan material sebesar } 8.296 \text{ gr/cm}^3.$$

Untuk komposisi material menurut pengujian SEM yakni:

$$73,39 \%wt \times 8.954 \text{ gr/cm}^3 = 6.571 \text{ gr/cm}^3 \text{ Cu dan}$$

$$11,62 \%wt \times 7.144 \text{ gr/cm}^3 = 0.830 \text{ gr/cm}^3 \text{ Zn maka akan didapatkan kerapatan material sebesar } 6.871 \text{ gr/cm}^3. \text{ Dari Match jika Cu } 100 \% \text{ diperoleh densitas} = 8.56 \text{ gr/cm}^3 \text{ dan jika Zn } 100 \% \text{ diperoleh densitas} = 7.182 \text{ gr/cm}^3.$$

Menurut analisa XRD diperoleh densitas yakni:

$$99.92\% \text{wt} \times 8.560 \text{ gr/cm}^3 = 8.5532 \text{ gr/cm}^3 \text{ Cu}$$

dan

$0.08\% \text{ wt} \times 21.413 \text{ gr/cm}^3 = 0.0171 \text{ gr/cm}^3 \text{ Zn}$
maka akan didapatkan kerapatan material total sebesar 8.5703 gr/cm^3 . [5] Disini terjadi perbedaan karena adanya unsur lain meskipun dengan jumlah kecil yang terkandung dalam material.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis dengan menggunakan XRF (*X-ray fluorescence*), XRD (*X-ray diffraction*), dan SEM, maka didapatkan karakteristik material sebagai berikut:

- Nilai kapasitas panas yang tertinggi adalah menggunakan metode *X-ray Diffraction* (XRD) yakni $0,3831 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$ dan terendah menggunakan metode SEM yakni $0,3242 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$.
- Nilai konduktivitas panas yang tertinggi adalah menggunakan metode XRD yakni $385,7808 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ dan terendah menggunakan metode SEM yakni $296,2998 \text{ W/m}^\circ\text{C}$.
- Nilai massa jenis yang tertinggi adalah menggunakan metode XRD yakni $8,5703 \text{ kg/m}^3$ terendah menggunakan metode SEM yakni $6,871 \text{ kg/m}^3$.

DAFTAR ACUAN

- [1] Anders Rindby, P. Voglis, Attaelmanan. 1998. *Analysis of Inhomogeneous and Irregularly Shaped Samples by the Use of XRF Microbeam Correlation analysis*, John Wiley & Sons, Ltd.
- [2] B. R. Jaishi and P. K. Mandal. 2006. *Optical microscopy, DSC and X-ray diffraction studies in binary mixtures of 4-pentyloxy-4'-cyanobiphenyl with three 4,4'-di(alkoxy) azoxybenzenes Liquid Crystals*, Vol. 33, no. 7, pp. 753–765, Publisher View at Scopus.
- [3] David Bhartelmy. 2003. *Mineralogy DataBase*, <http://webmineral.com>
- [4] N.E. Stork. 2008. *A Scanning Electron Microscope Study of Tarsal Adhesive Setae in the Coleoptera*, Zoological Journal of the Linnean Society, Vol. 68, Issue 3, pages 173–306.
- [5] Parkin Elmer. 2010. *Differential Scanning Calorimetry*. USA: a Beginner's Guide, Waltham, MA 02451.