

ANALISIS PERUBAHAN KOMPOSISI Zn PADA PADUAN SOLDER BEBAS TIMBAL Sn-0,7Cu-“X”Zn TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS

Erwin Siahaan, Rosehan, Catherine Puspitaningrum

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara
Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta 11440, Indonesia
e-mail: erwins@ft.untar.ac.id

Abstrak

Saat ini teknologi solder sudah dilarang menggunakan paduan Sn-Pb sebagai kawat solder mengingat Pb bersifat toxic (racun) terhadap lingkungan dan para operator industry. Pengembangan solder berbasis Sn telah dilakukan dengan cara perubahan pepaduan. Dalam penelitian ini proses eliminasi Pb sebagai unsur toxic dilakukan menjadi paduan Sn- 0,7 Cu-x Zn menggunakan metoda materials balance untuk dapat memperoleh sifat mekanis dan fisis yang menyerupai Sn-Pb. Konsentrasi kandungan Zn pada paduan Sn-0,7Cu bervariasi 5,6 dan 7% Zn. Untuk menganalisis hasil dilakukan pengujian mekanis kekerasan, kekuatan geser, pengujian fisis berat jenis dan titik leleh dan pengamatan struktur mikro paduan. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kenaikan prosentase kandungan Zn pada paduan Sn- 0,7 Cu-xZn meningkatkan kekuatan geser dan titik leleh paduan serta menunjukkan tendensi penurunan kekerasan dan berat jenis paduan bila dibandingkan dengan Sn-Pb. Pengamatan struktur mikro terdapat senyawa intermetallic pada batas butir

Kata kunci: *Lead Free Solder, Hardness Test, Melting Point, Materials Balance.*

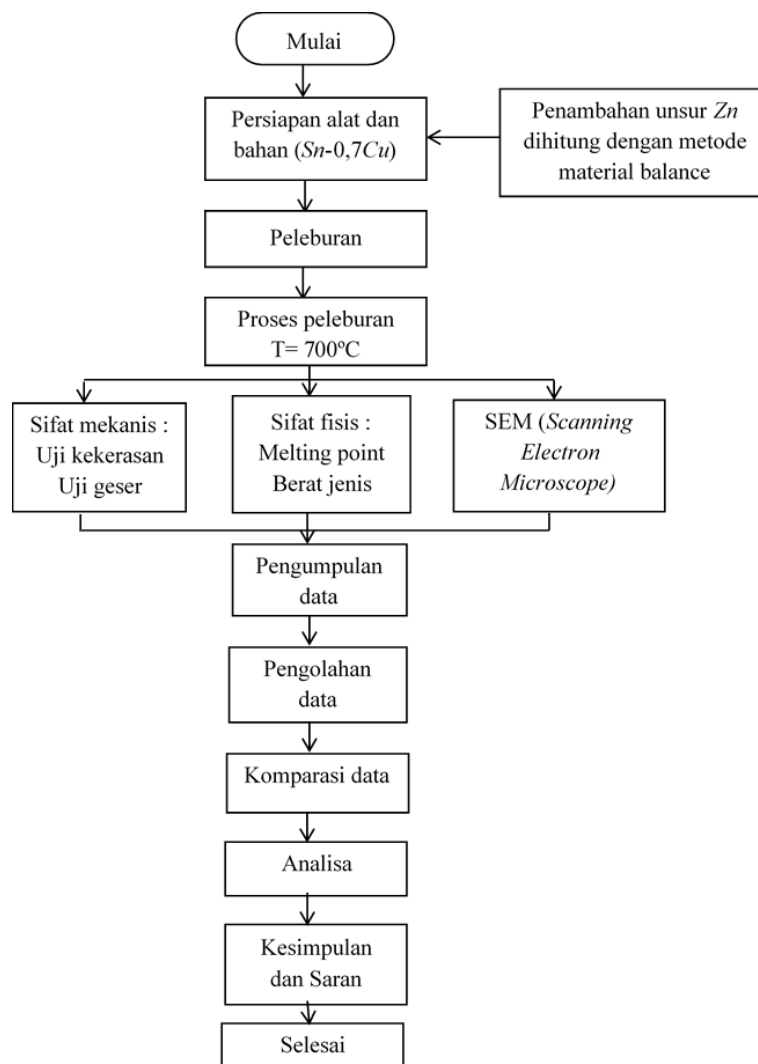
PENDAHULUAN

Saat ini di negara berkembang masih menggunakan komposisi solder yaitu Sn-Pb, dimana Timbal (Pb) apabila dipanaskan menjadi tidak stabil, sehingga pemanasan solder dalam suhu tinggi menghasilkan uap panas yang dapat terhisap melalui hidung dan merusak sistem pernafasan. Solder timbal dalam peralatan elektronik tidak berbahaya apabila tidak dibongkar pasang. Keadaan dapat berubah berbahaya karena debu yang menempel di PCB (*Printed Circuit Board*) atau solder timbal tersentuh kulit dan uap panas timbal dari pemanasan solder. Pembuangan sampah alat-alat elektronik bekas apabila terpendam dalam tanah dapat mencemari air minum karena timbal dapat terpisah dari PCB.

Kasus keracunan timbal ini diduga karena adanya pengaruh dari pembuangan sampah industri yang mengandung timbal. Adapun mekanisme masuknya timbal ke dalam tubuh manusia adalah melalui saluran pencernaan dan saluran pernapasan. Penelitian dilakukan untuk mencari bahan solder ramah lingkungan, sebetulnya sudah banyak dilakukan. Akan tetapi, belum didapatkan paduan logam yang benar-benar baik dan tidak menimbulkan pencemaran lingkungan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini akan membuat paduan logam timah dengan zinc sebagai alternatif bahan solder yang relatif lebih ramah terhadap lingkungan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian dibuat untuk menyusun langkah-langkah yang akan dilakukan dalam melakukan penelitian sehingga penelitian berjalan secara sistematis dan terarah. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dapat dilihat dalam gambar 1 di bawah ini. Setelah pengujian dilakukan, data-data yang didapat akan dianalisa lebih lanjut. Tahap terakhir adalah kesimpulan dan saran. Berikut *flowchart* penelitian yang dilakukan:



Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian

Prosedur penelitian meliputi beberapa tahap, yaitu:

a. Metode dan Material

Material yang disiapkan terdiri dari 2 jenis yaitu kawat solder paduan Sn-0,7Cu dan Zn murni. Untuk mendapatkan presentase material yang sesuai maka dilakukan perhitungan *material balance*.



Gambar 2. Material Sn-0,7Cu



Gambar 3. Material Zinc murni

Tabel 1. *Material balance*

No	Kode Sampel	Volume cetakan (cm ³)	Berat total material (g)	Berat Zn (g)	Berat Sn-0,7Cu (g)
1	Sn-0,7Cu-5%Zn	8	58,4	2,92	55,48
2	Sn-0,7Cu-6% Zn	8	58,4	3,5	54,9
3	Sn-0,7Cu-7% Zn	8	58,4	4,1	54,3

b. Proses pengecoran

Proses pengecoran dengan menggunakan *marple furnace* dan dicetak dengan cetakan logam. Paduan solder diletakkan ke dalam *crucible graphite*, dilebur sampai suhu 700°C kemudian dicetak kedalam cetakan dan tunggu sampai bahan membeku.



Gambar 4. Proses pengecoran dengan *marple furnace*



Gambar 5. Paduan Solder Sn-0,7Cu-“x”Zn setelah dilebur

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran berat jenis

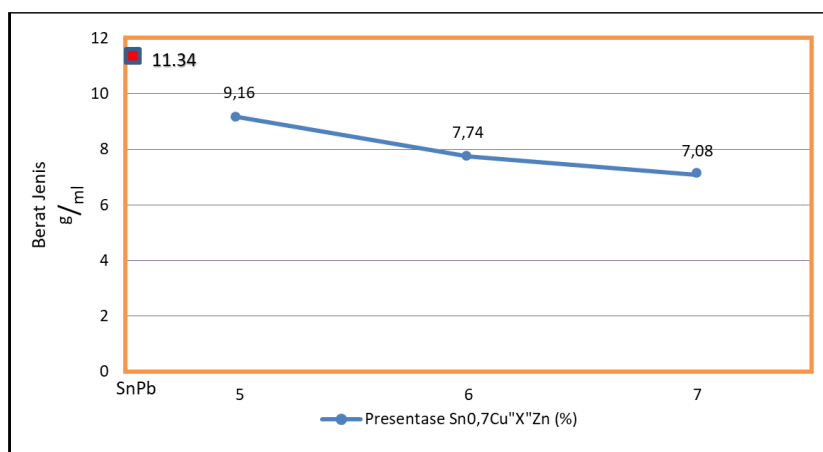
Hasil pengukuran berat jenis dengan cara manual menggunakan gelas ukur, diperoleh data pengukuran berat jenis untuk paduan terner Sn-Cu-Zn. Dari hasil pengukuran berat jenis kemudian diubah ke dalam bentuk grafik terlihat bahwa penambahan unsur Zn berpengaruh terhadap nilai berat jenis dari paduan biner Sn-Cu. Semakin besar penambahan Zn, nilai berat jenis dari paduan biner Sn-Cu terlihat semakin menurun. Hal ini disebabkan karena berat jenis Zn lebih rendah dari berat jenis Sn dan Cu.



Gambar 6. Gelas Ukur

Tabel 2. Berat jenis paduan Sn-Pb dan Sn-0,7Cu"x"Zn

No	Kode Sampel	Berat (g)	h_0 (ml)	h_1 (ml)	Δh (ml)	Berat jenis (g/ml)
1	Sn-Pb					11,34
2	Sn-0,7Cu-5%Zn	27,5	50	53	3	9,16
3	Sn-0,7Cu-6% Zn	38,7	50	55	5	7,74
4	Sn-0,7Cu-7% Zn	35,4	50	55	5	7,08



Gambar 7. Grafik berat jenis paduan Sn-0,7Cu"x"Zn

Hasil uji kekerasan (Vickers)

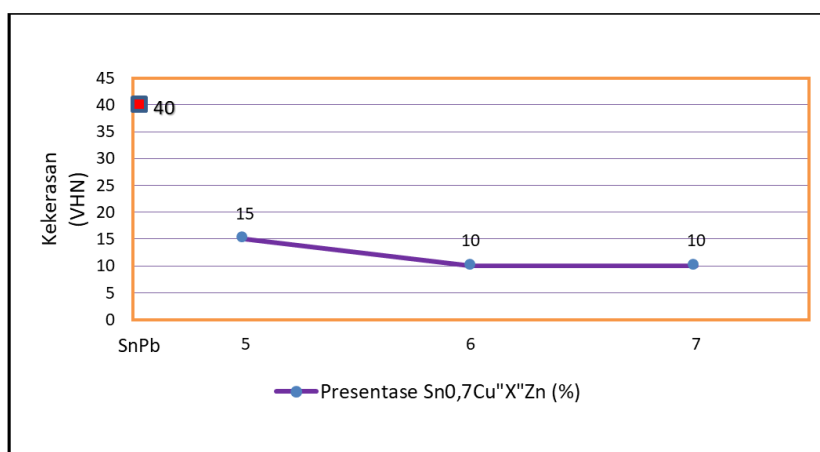
Data hasil pengujian kekerasan, diperoleh nilai kekerasan dari sampel paduan terner Sn-Cu-Zn. Dari hasil pengujian kekerasan dirubah ke dalam bentuk grafik, seperti terlihat bahwa penambahan unsur Zn berpengaruh terhadap kekerasan dari paduan biner Sn-0,7Cu. Semakin besar penambahan Zn, nilai kekerasan dari paduan biner Sn-0,7Cu semakin menurun. Pada paduan Sn-0,7Cu-5%Zn memiliki kekerasan sebesar 15 HV, sedangkan pada paduan Sn-0,7Cu-6%Zn memiliki kekerasan 10HV. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan nilai kekerasan dikarenakan dari penambahan Zn.



Gambar 8. Vickers Hardness Tester

Tabel 3. Hasil uji kekerasan (Vickers)

No	Kode Sampel	d_1 (μm)	d_2 (μm)	d^2 (μm^2)	P (N)	Kekerasan (HV)
1	Sn-Pb					40
2	Sn-0,7Cu-5%	244,26	253,5	6194,25	4,9	15
3	Sn-0,7Cu-6%	290,62	323,76	94365,65	4,9	10
4	Sn-0,7Cu-7%	286,76	329,76	95024,22	4,9	10



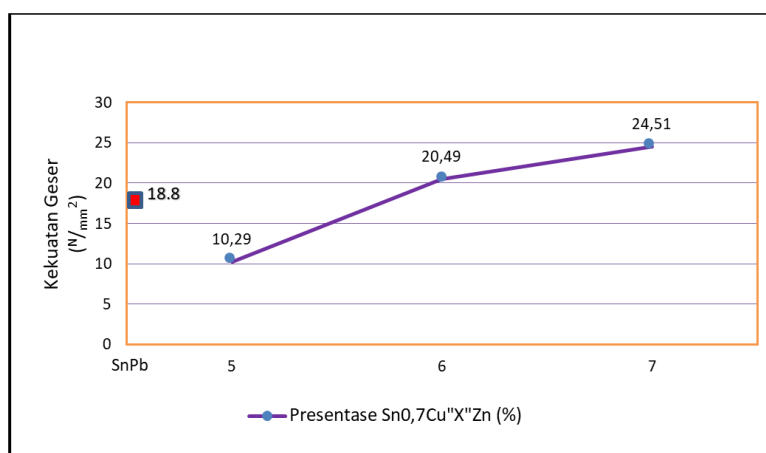
Gambar 9. Grafik kekerasan paduan Sn-0,7Cu"x"Zn
Kekerasan Permukaan Sn-0,7Cu-7%

Hasil Uji Kekuatan Geser

Dari hasil pengujian kekuatan geser terlihat bahwa penambahan unsur Zn berpengaruh terhadap kekuatan geser dari paduan biner Sn-0,7Cu. Semakin besar penambahan Zn, kekuatan geser dari paduan biner Sn-0,7Cu semakin meningkat. Pada paduan Sn-0,7Cu-5%Zn memiliki kekuatan geser sebesar $10,29 \text{ N/mm}^2$, sedangkan pada paduan Sn-0,7Cu-6%Zn memiliki kekuatan geser $20,49 \text{ N/mm}^2$. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kekuatan geser dikarenakan dari penambahan Zn. Bila dibandingkan dengan SnPb, paduan Sn-0,7Cu-7%Zn memiliki kekuatan geser yang lebih baik yaitu $24,51 \text{ N/mm}^2$.

Tabel 4. Kekuatan Geser Paduan Terner Sn-Cu-Zn

Kode Sampel	Kekuatan Geser (N/mm^2)
Sn-Pb	18,80
Sn-0,7Cu-5%Zn	10,29
Sn-0,7Cu-6%Zn	20,49
Sn-0,7Cu-7%Zn	24,51

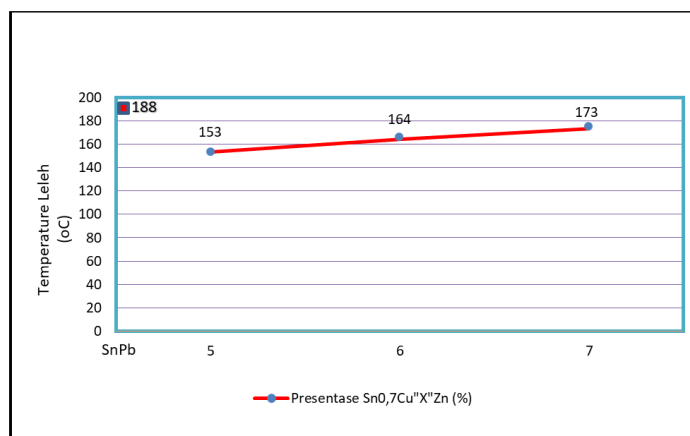


Gambar 10. Grafik Kekuatan Geser Paduan Sn-0,7Cu"x"Zn

Hasil Uji Temperatur Leleh

Tabel 5. Temperatur Leleh Paduan Terner Sn-Cu-Zn

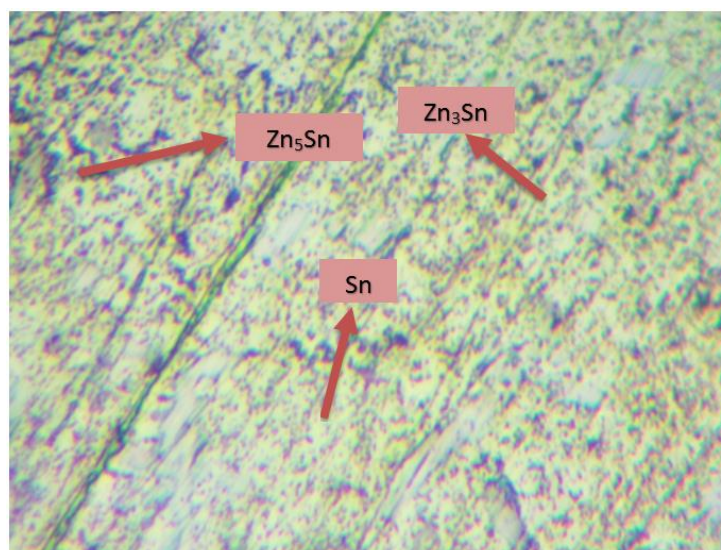
Kode Sampel	Temperatur Leleh (°C)
Sn-Pb	188
Sn-0,7Cu5%Zn	153
Sn-0,7Cu6%Zn	164
Sn-0,7Cu7%Zn	173



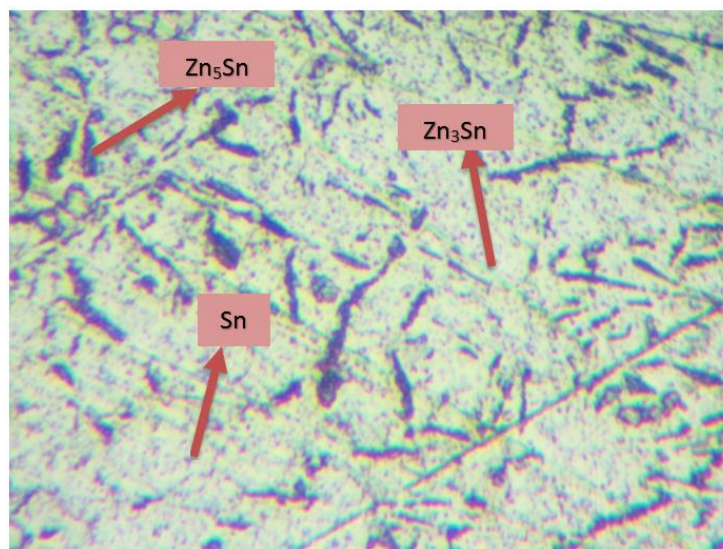
Gambar 11. Grafik Temperatur Leleh Paduan Sn-0,7Cu"x"%Zn

Pada Gambar 14 menunjukkan bahwa titik leleh paduan terner Sn-Cu-Zn hampir mendekati dengan titik leleh Sn-Pb. Semakin besar *zinc* yang ditambahkan pada paduan, maka titik leleh paduan akan semakin mendekati SnPb. Pada data yang ditunjukkan dapat dilihat Sn-0,7Cu5%Zn pada suhu 153 °C sudah leleh, untuk paduan Sn-0,7Cu7%Zn leleh pada suhu 173°C sedangkan SnPb memiliki temperature leleh 188°C, sehingga paduan yang lebih mendekati dengan sifat fisis SnPb yaitu Sn-0,7Cu7%Zn.

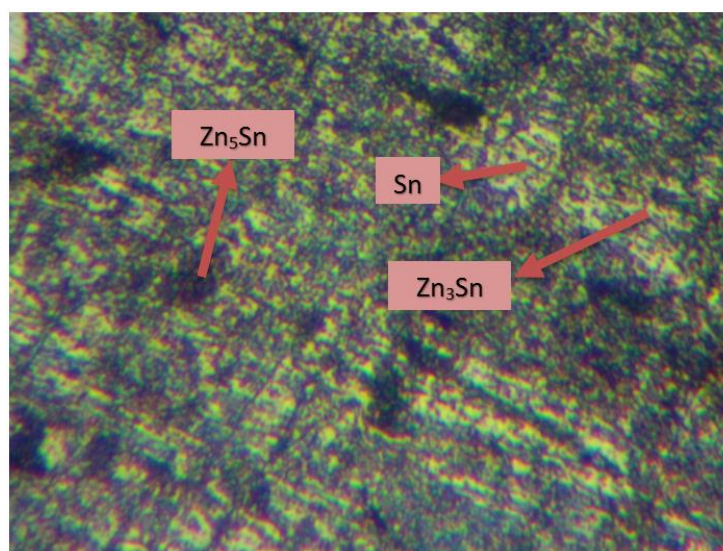
Analisa Hasil Metalografi Sn-Cu-Zn



Gambar 12. Struktur mikro paduan terner Sn-0,7Cu-5%Zn
Pembesaran foto 500× Etsa : Nital 3% (alkohol 97% dan 3% HNO₃)



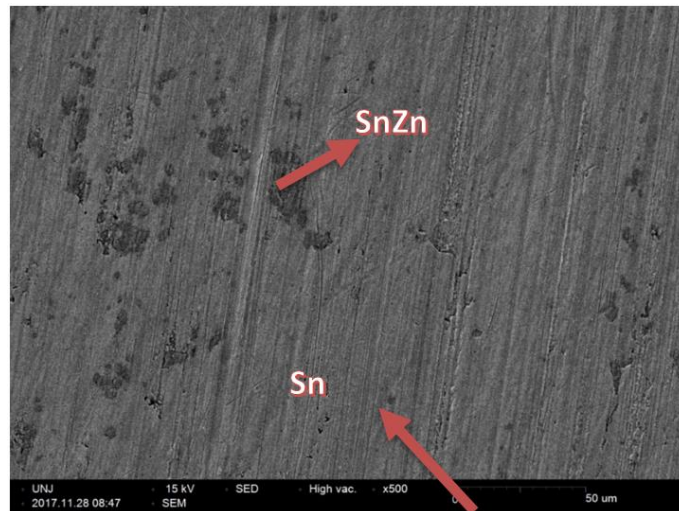
Gambar 13. Struktur mikro paduan terner Sn-0,7Cu-6%Zn
Pembesaran foto 500× Etsa : Nital 3% (alkohol 97% dan 3% HNO₃)



Gambar 14. Struktur mikro paduan terner Sn-0,7Cu-7%Zn
Pembesaran foto 500× Etsa : Nital 3% (alkohol 97% dan 3% HNO₃)

1. Struktur mikro pada paduan terner Sn-0,7Cu-5%Zn, terdiri atas fasa intermetalik Zn₃Sn dan Zn₅Sn yang lebih halus. Gambar 17 paduan Sn-0,7Cu-5%Zn.
 2. Struktur mikro pada paduan terner Sn-0,7Cu-6%Zn, terdiri atas fasa intermetalik Zn₃Sn dan Zn₅Sn intermedit. Fasa intermetalik Zn₃Sn dan Zn₅Sn. Gambar 18 paduan Sn-0,7Cu-6%Zn.
 3. Struktur mikro pada paduan terner Sn-0,7Cu-7%Zn, terdiri atas fasa intermetalik Zn₃Sn dan Zn₅Sn yang lebih kasar. Gambar 19 paduan Sn-0,7Cu-7%Zn.
- Fasa intermetalik merupakan fasa kedua yang mengendap pada struktur mikro paduan.

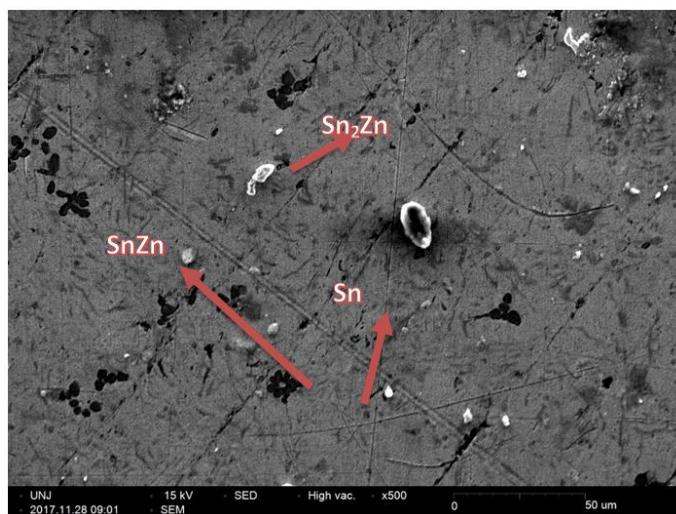
SEM (Scanning Electron Microscope)



Gambar 15. SEM Sn-0,7Cu-5%Zn



Gambar 16. SEM Sn-0,7Cu-8%Zn



Gambar 17. SEM Sn-0,7Cu-7%Zn

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan, Semakin besar *zinc* yang ditambahkan pada paduan, maka titik leleh paduan akan semakin mendekati SnPb. paduan Sn-0,7Cu7%Zn leleh pada suhu 173°C sedangkan SnPb memiliki temperature leleh 188°C, sehingga paduan yang lebih mendekati dengan sifat fisis SnPb yaitu Sn-0,7Cu7%Zn. Semakin besar penambahan Zn, kekuatan geser dari paduan biner Sn-0,7Cu semakin meningkat. Bila dibandingkan dengan SnPb, paduan Sn-0,7Cu-7%Zn memiliki kekuatan geser yang lebih baik yaitu 24,51 N/mm^2 . Paduan Sn-0,7Cu“X”Zn dengan “X” 5,6,7% mendekati sifat-sifat dari SnPb yang sering digunakan untuk bahan solder di negara-negara berkembang, dari pengujian sifat fisis: *melting point*, berat jenis dan pengujian sifat mekanis: uji kekerasan, uji geser. Paduan yang paling mendekati sifat-sifat SnPb yaitu Sn-0,7Cu7%Zn.

SARAN

Dari penelitian ini terdapat beberapa saran yang dapat dimanfaatkan untuk melakukan penelitian lebih lanjut yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian menggunakan persentase Zn yang berbeda dengan menemukan hasil struktur mikro dan SEM yang lebih jelas.
2. Penelitian untuk mendapatkan paduan yang bisa digunakan untuk menggantikan SnPb dengan harga yang ekonomis dan bahan yang mudah didapatkan di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Siahaan E, Soegijono, dkk. 2015. The Effect of Zinc Composition in Melting Point and Microstructure of Lead-Free Solder. IJENS. Vol. 14, No:2.
- [2]. Azis, V., Analisis Kandungan Sn, Zn, dan Pb Secara Spektrofotometri Serapan Atom. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta. 2007.
- [3]. Cho, M. G., Lee, H. M. Effects of Minor Additions of Zn on Interfacial Reactions of Sn-Ag-Cu and Sn-Cu Solders with Various Cu Substrates during Thermal Aging. Journal of ELECTRONIC MATERIALS, 36(11), 1501 -1509, 2007
- [4]. Smallman, R.E. Modern Physical Metallurgy & Materials Engineering 6th Edition. UK: Elsevier Ltd, 1999.
- [5]. Aemi Nadia, A.S.M.A. Haseeb, "Understanding the effects of addition of copper nanoparticles to Sn-3.5 Ag solder", Soldering & Surface Mount Technology, Vol. 23 Iss: 2, pp.68 – 74, 2004.
- [6]. David E. Weisberg. "Chapter 14: Intergraph". 2008. p. 14-8.
- [7]. Adidharma, Ridwan, Pengaruh Paduan Sn-0,7Cu-“Zn” (8,9,10)% Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik, Jakarta, Universitas Tarumanagara, 2016.
- [8]. Sujatno, Agus, dkk. 2015. Studi Scanning Electron Microscopy (SEM) Untuk Karakteristik Proses Oksidasi Paduan Zirkonium. Jakarta: Jurnal Forum Nuklir. Vol. 9, No:2.