

# KARAKTERISTIK SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA MATERIAL Sn-0,7Cu-“X”Zn

**Ridwan Adidarma, Erwin Siahaan dan Abrar Riza**  
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara

**Abstract:** Lead (Pb) in solder has been used for decades in industries of electronic equipment. Mostly in the lead solder old electronic equipment containing 63% (Sn), 37% lead (Pb). Heating solder in high temperature steam generating heat which can damage the respiratory system. The purpose of this analytic is to obtain the characteristics of the mechanical properties of the alloy Sn-0,7Cu- "X" Zn better than the Sn-Pb alloy as an alternative to non-lead solder alloy material. Tests conducted in the form of density, melting temperature, metallography, shear strength, and hardness. The effect of addition of Zn alloy Sn-Cu-Zn increase hardness value of each acquired 85% of the material Sn-0,7Cu-10Zn, 81% were obtained from material Sn-0,7Cu-11Zn and 70% was obtained from material Sn -0,7Cu-11Zn. While the effect of adding Zn alloy Sn-Cu-Zn can increase the shear strength of each of about 29,4% on a material-0,7Cu-10Zn Sn, 65% in material Sn-0,7Cu-11Zn and about 140% is obtained from material Sn-0,7Cu-12Zn.

**Keywords:** Lead Free, Lead, Metallography, Shear Strength, Hardness

**Abstrak:** Timbal (Pb) dalam solder telah puluhan tahun digunakan di industri-industri peralatan elektronik. Saat ini di dalam solder timbal peralatan elektronik lama mengandung 63% (Sn), 37% timbal (Pb). Pemanasan solder dalam suhu tinggi menghasilkan uap panas yang dapat merusak sistem pernafasan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan karakteristik sifat mekanik dari paduan Sn-0,7Cu-“X”Zn yang lebih baik dibandingkan dengan paduan Sn-Pb sebagai alternatif untuk paduan solder non timbal. Pengujian yang dilakukan berupa berat jenis, temperatur leleh, metalografi, kekuatan geser, dan kekerasan. Pengaruh penambahan Zn pada paduan Sn-Cu-Zn menaikkan nilai kekerasan masing-masing 85% yang diperoleh dari material Sn-0,7Cu-10Zn, 81% yang diperoleh dari material Sn-0,7Cu-11Zn dan 70% diperoleh dari material Sn-0,7Cu-11Zn. Sedangkan pengaruh penambahan Zn pada paduan Sn-Cu-Zn dapat meningkatkan kekuatan geser masing-masing sekitar 29,4% pada material Sn-0,7Cu-10Zn, 65% pada material Sn-0,7Cu-11Zn dan sekitar 140% diperoleh dari material Sn-0,7Cu-12Zn.

**Kata Kunci:** Lead-free, Timbal, metalografi, kekuatan geser, kekerasan.

## PENDAHULUAN

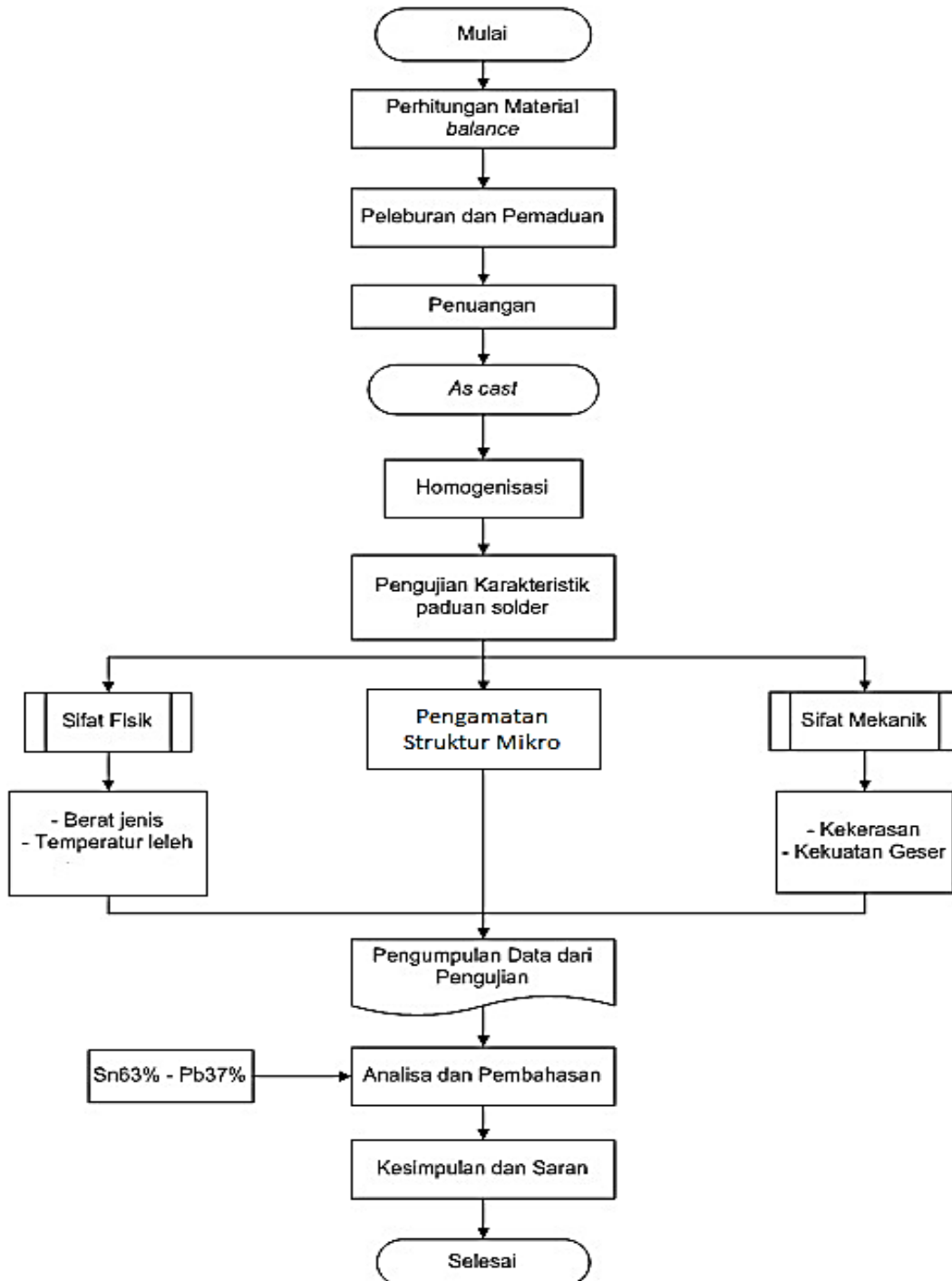
Berbagai jenis komponen elektronik bekas diperjual-belikan secara bebas, hampir di setiap sudut kota Jakarta dengan mudah ditemukan. Terutama pada tempat usaha service (perbaikan peralatan elektronik) ataupun penggantian komponen elektronik yang rusak seperti, radio, tv, hand phone, komputer, kamera dan lain sebagainya. Umumnya, jual-beli dan service itu dapat dalam bentuk satu komponen utuh atau bagian tertentu seperti resistor, transistor, IC (*Integrated Circuit*), service komponen di papan PCB (*Printed Circuit Board*). PCB merupakan papan tempat menempelnya komponen-komponen elektronik dengan menggunakan timah solder yang mengandung timbal (Pb) atau lebih populer dengan istilah timah hitam.

Mengapa jual-beli dan service peralatan elektronik bekas terutama produk-produk elektronik lama menjadi ancaman berbahaya bagi kesehatan manusia?

Timbal (Pb) dalam solder telah puluhan tahun digunakan di industri-industri peralatan elektronik. Saat ini di dalam solder timbal peralatan elektronik lama mengandung 63% (Sn), 37% timbal (Pb). Semestinya, solder timbal dalam peralatan elektronik tidaklah berbahaya apabila tidak dibongkar pasang. Namun, keadaan dapat berubah berbahaya karena debu yang menempel di PCB atau pun solder timbal tersentuh kulit kita dan uap panas timbal dari pemanasan solder. kandungan timbal didalam solder apabila dipanaskan menjadi tidak stabil, sehingga pemanasan solder dalam suhu tinggi menghasilkan uap panas yang dapat terhisap melalui hidung dan merusak sistem pernafasan. Selain itu, pembuangan sampah alat-alat elektronik bekas apabila terpendam dalam tanah dapat mencemari air minum karena timbal dapat terpisah dari PCB.

## 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.



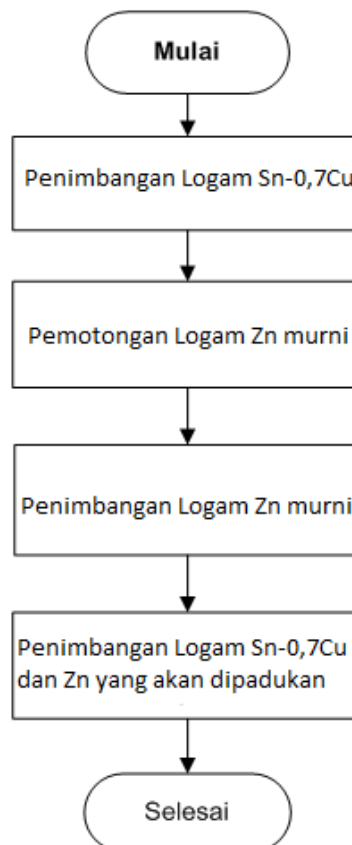
Gambar 1. Diagram alir metode penelitian

### Proses Pembuatan Paduan Sn-Cu-Zn

Proses pemaduan yang dilakukan pada pembuatan bahan solder memerlukan pengetahuan bahan diantaranya karakteristik fisik dari logam baik sebagai logam paduan maupun logam yang dipadu.

Persiapan langkah-langkah kerja sebelum dilakukan pemaduan yang disusun sebagai berikut:

1. Mempersiapkan material Sn0,7Cu dan material Zn murni.
2. Setelah logam Sn dan Zn disiapkan, kemudian dihitung persentase Sn0,7Cu"X"Zn dengan perbandingan X adalah 10%, 11%, 12% dari paduan.
3. Kemudian dilakukan penimbangan berat masing-masing material untuk satu specimen.
4. Dari hasil berat logam Sn dapat kita lakukan perhitungan komposisi paduan Sn-Cu-Zn.
5. Setelah hasil perhitungan dari masing-masing unsur didapatkan, kemudian di timbang satu persatu unsur yang dibutuhkan sesuai dengan hitungan.



Gambar 1. Diagram alir langkah kerja penelitian

Berdasarkan sifat fisik logam, maka urutan proses pemaduan yang memerlukan temperatur leleh relatif rendah perlu disusun langkah-langkah sebagai berikut:

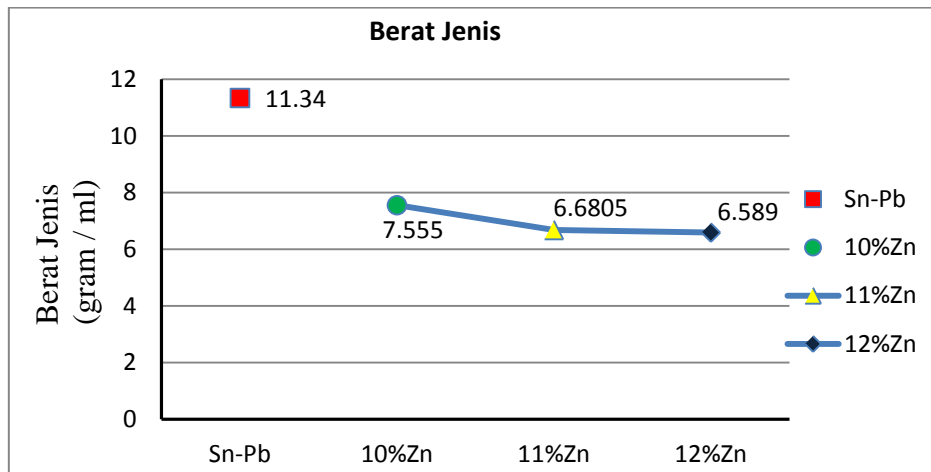
1. Siapkan tungku yang akan digunakan untuk proses peleburan.
2. Panaskan terlebih dahulu tungku hingga mencapai temperatur 200°C, hal ini dimaksudkan untuk menghilangkan uap air yang ada di dalam tungku.
3. Masukkan logam Sn-0,7Cu yang telah ditimbang ke dalam tungku hingga mencair.
4. Kemudian masukkan logam Zn yang telah ditimbang sambil sesekali dilakukan pengadukan hingga larut sempurna.
5. Setelah Sn-Cu dan Zn larut seluruhnya, cairan logam paduan siap dituang ke cetakan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Hasil pengukuran berat jenis

Hasil pengukuran berat jenis yang menggunakan cara manual, 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

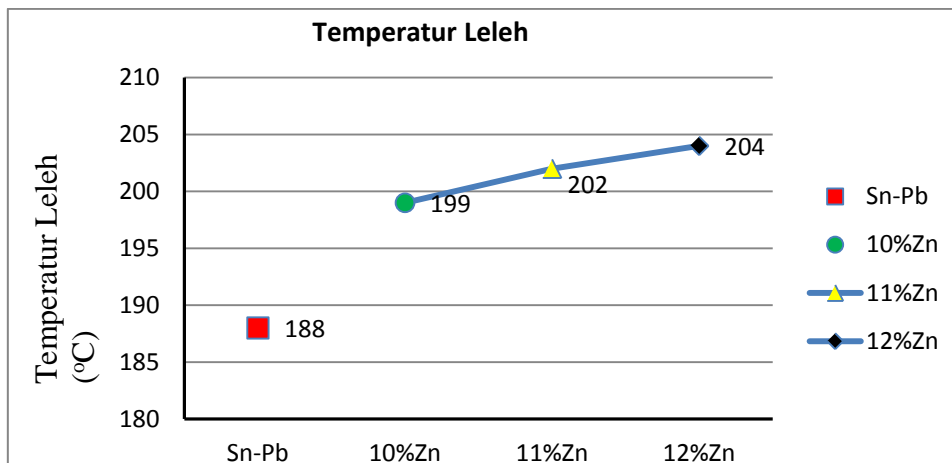
dari paduan biner Sn-Cu. Semakin besar penambahan Zn, nilai berat jenis dari paduan biner Sn-Cu terlihat semakin menurun. Hal ini disebabkan karena berat jenis Zn lebih rendah dari berat jenis Sn dan Cu.



Gambar 3. Grafik pengaruh penambahan Zn terhadap Berat jenis paduan Sn-0,7Cu

### b. Hasil uji temperatur leleh (*Melting point*)

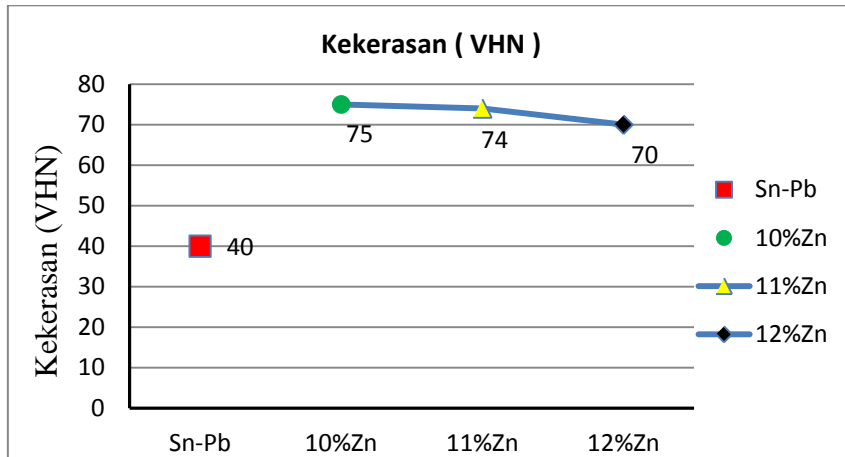
Data hasil pengukuran temperatur leleh yang menggunakan cara manual, diperoleh temperatur leleh tertinggi dan terendah untuk paduan terner Sn-Cu-Zn. Dari hasil pengujian temperatur leleh kemudian dirubah ke dalam bentuk grafik terlihat bahwa penambahan unsur Zn berpengaruh terhadap temperatur leleh dari paduan biner Sn-0,7%Cu terlihat bahwa Semakin besar penambahan Zn, temperatur leleh dari paduan biner Sn-0,7%Cu semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena Zn memiliki titik leleh yang lebih tinggi dibandingkan dengan Sn-Cu.



Gambar 4. Grafik pengaruh penambahan Zn terhadap Temperatur leleh paduan Sn-0,7Cu

### c. Hasil uji kekerasan (*Vickers*)

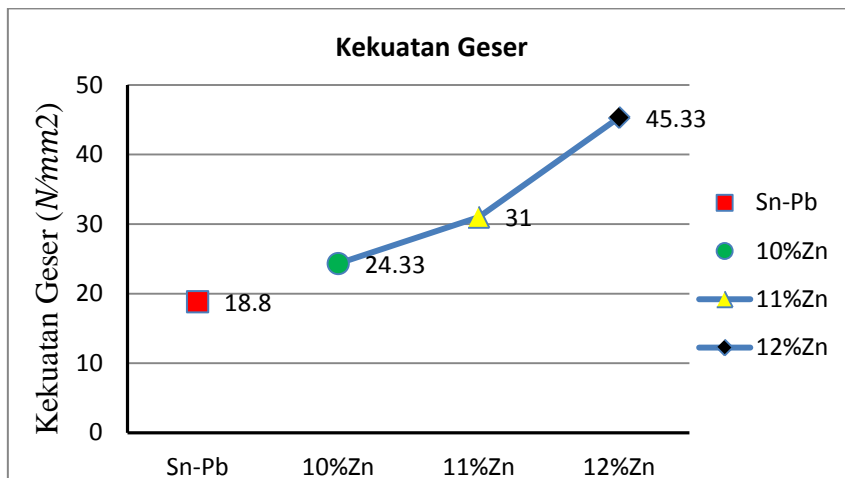
Data hasil pengujian kekerasan, diperoleh nilai kekerasan dari sampel paduan terner Sn-Cu-Zn. Dari hasil pengujian kekerasan dirubah ke dalam bentuk grafik, seperti terlihat bahwa penambahan unsur Zn berpengaruh terhadap kekerasan dari paduan biner Sn-0,7Cu. Semakin besar penambahan Zn, nilai kekerasan dari paduan biner Sn-0,7Cu semakin menurun. Penurunan kekerasan pada paduan Sn-0,7Cu yang mengandung Zn 11% adalah 1,69, sedangkan penurunan kekerasan pada paduan Sn-0,7Cu yang mengandung Zn 12% adalah 4,05. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan nilai kekerasan dikarenakan dari penambahan Zn.



Gambar 5. Grafik pengaruh penambahan Zn terhadap Kekerasan paduan Sn-0,7Cu

#### d. Hasil uji kekuatan geser

Data hasil pengujian geser, diperoleh nilai kekuatan geser maksimum dari sampel paduan terner Sn-Cu-Zn. Dari hasil pengujian kekuatan geser kemudian dirubah ke dalam bentuk grafisterlihat bahwa penambahan unsur Zn berpengaruh terhadap kekuatan geser pada paduan Sn-0,7%Cu. Peningkatan kekuatan geser pada paduan Sn-0,7%Cu yang mengandung Zn 11% adalah  $6,67 \text{ N/mm}^2$ , sedangkan pada paduan Sn-0,7Cu yang mengandung Zn 12% mengalami peningkatan kekuatan geser  $14,33 \text{ N/mm}^2$ . Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kekuatan geser diperoleh dari penambahan Zn.

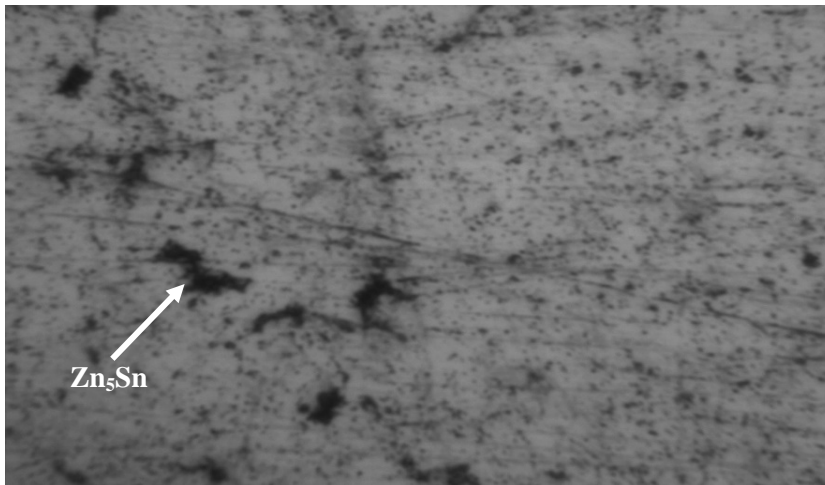
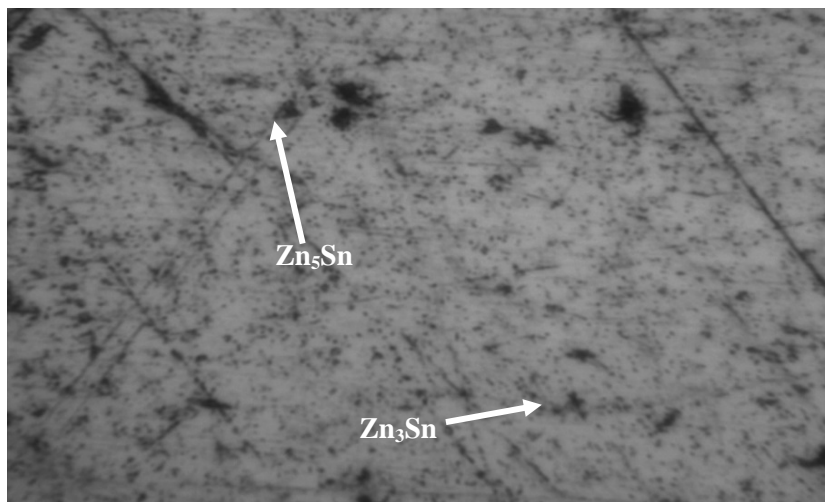


Gambar 6. Grafik pengaruh penambahan Zn terhadap Kekuatan geser paduan Sn-0,7Cu

#### e. Analisis Hasil Metalografi Sn-Cu-Zn

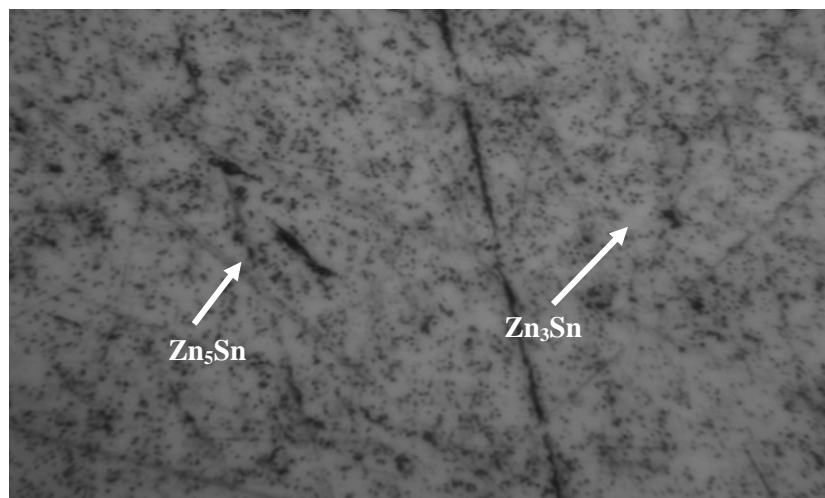
1. Struktur mikro *as cast* pada paduan Sn-0,7Cu-10Zn , terdiri atas fasa intermetalik  $\text{Zn}_3\text{Sn}$  dan  $\text{Zn}_5\text{Sn}$  yang lebih kasar. Fasa intermetalik  $\text{Zn}_3\text{Sn}$  terbentuk pada pendinginan lambat.
2. Struktur mikro *as cast* pada paduan Sn-0,7Cu-11Zn , terdiri atas fasa intermetalik  $\text{Zn}_3\text{Sn}$  dan  $\text{Zn}_5\text{Sn}$  yang lebih halus. Fasa intermetalik  $\text{Zn}_3\text{Sn}$  dan  $\text{Zn}_5\text{Sn}$  terbentuk pada pendinginan lambat.
3. Struktur mikro *as cast* pada paduan Sn-0,7Cu-12Zn , terdiri atas fasa intermetalik  $\text{Zn}_3\text{Sn}$  dan  $\text{Zn}_5\text{Sn}$  yang lebih kasar. Fasa intermetalik  $\text{Zn}_3\text{Sn}$  dan  $\text{Zn}_5\text{Sn}$  terbentuk pada pendinginan lambat.

Struktur mikro paduan Sn-0,7Cu-10Zn



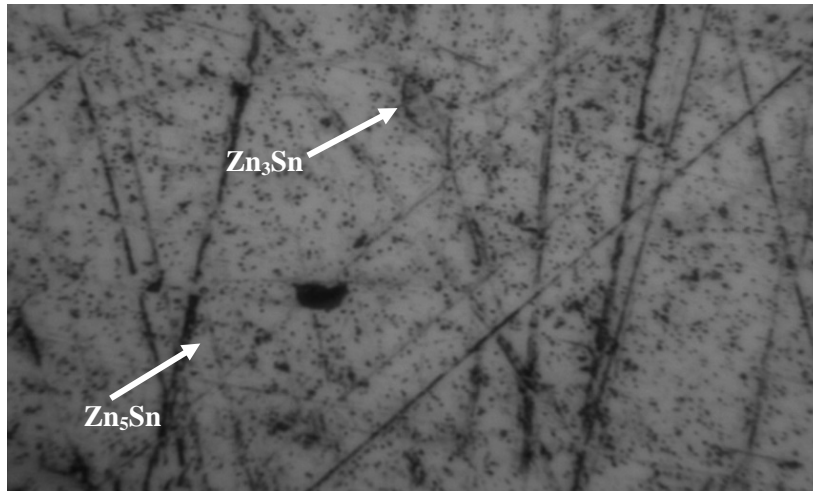
Gambar 7. Struktur mikro *as cast* paduan terner Sn-0,7Cu-10Zn.  
Pembesaran foto 500× Etsa : Nital 3%

Struktur mikro paduan Sn-0,7Cu-11Zn

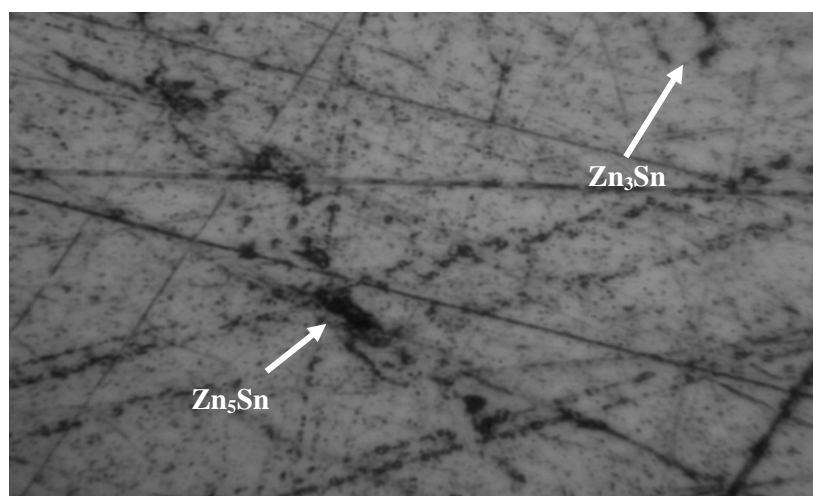
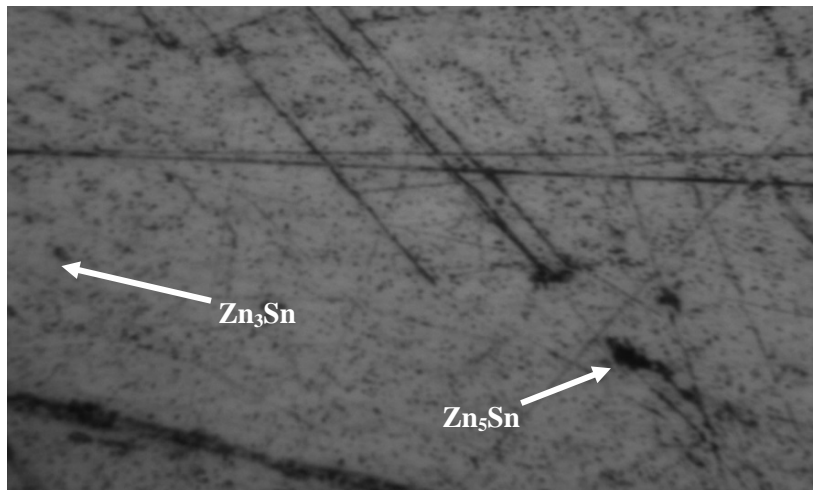


Gambar 8. Struktur mikro *as cast* paduan terner Sn-0,7Cu-11Zn.  
Pembesaran foto 500× Etsa : Nital 3%

Lanjutan Gambar 8. Struktur mikro *as cast* paduan terner Sn-0,7Cu-11Zn. Pembesaran foto 500×  
Etsa : Nital 3%



Struktur mikro paduan Sn-0,7Cu-12Zn



Gambar 9. Struktur mikro *as cast* paduan terner Sn-0,7Cu-12Zn.  
Pembesaran foto 500× Etsa : Nital 3%

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan, yaitu Pengaruh penambahan Zn pada paduan Sn-Cu-Zn dapat menurunkan berat jenis, penurunan berat jenis diperoleh dari material Sn-0,7Cu-10Zn adalah sekitar 33%, material Sn-0,7Cu-11Zn adalah sekitar 41% dan sekitar 42% diperoleh dari material Sn-0,7Cu-12Zn.. Untuk *melting point* Pengaruh penambahan Zn pada paduan temer Sn-Cu-Zn dapat menaikkan temperatur leleh masing-masing sekitar 11°C pada material Sn-0,7Cu-10Zn, 14°C pada material Sn-0,7Cu-11Zn dan sekitar 16°C diperoleh dari material Sn-0,7Cu-12Zn. Untuk nilai kekerasan Pengaruh penambahan Zn pada paduan Sn-Cu-Zn menaikkan nilai kekerasan masing-masing 85% yang diperoleh dari material Sn-0,7Cu-10Zn, 81% yang diperoleh dari material Sn-0,7Cu-11Zn dan 70% diperoleh dari material Sn-0,7Cu-12Zn. Untuk Kekuatan geser, Pengaruh penambahan Zn pada paduan Sn-Cu-Zn dapat meningkatkan kekuatan geser masing-masing sekitar 29,4% pada material Sn-0,7Cu-10Zn, 65% pada material Sn-0,7Cu-11Zn dan sekitar 140% diperoleh dari material Sn-0,7Cu-12Zn.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Azis, V.. *Analisis Kandungan Sn, Zn, dan Pb Secara Spektrofotometri Serapan Atom*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta. 2007.
- [2]. David E. Weisberg. "Chapter 14: Intergraph". p. 14-8, 2008.
- [3]. Smallman, R.E. *Modern Physical Metallurgy & Materials Engineering* 6<sup>th</sup> Edition. UK: Elsevier Ltd, 1999.
- [4]. Palar.H. *Pencemaran dan Toksikologi logam berat*. Jakarta: Rineka Cipta, 1994.
- [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]. 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
- [7]. Mayappan,R. Wetting and Intermetallic Study between Sn-3.5Ag-1.0Cu-xZn Lead-Free Solders and Copper Substrate (x = 0, 0.1, 0.4, 0.7). *Advanced Materials Research*, 501, 150-154, 2012.
- [8]. Mohd Salleh, M. A. A., Hazizi, M. H. Z., Ahmad, Z. A., Hussin, K., & Ahmad, K. R. Wettability, electrical and mechanical properties of 99.3Sn-0.7Cu/Si 3N4 novel lead-free nanocomposite solder. *Advance Materials Research*, 277, 106-111, 2011.