

SKRIPSI

**FABRIKASI DAN STUDI KARAKTERISTIK SOLDER TIMAH
RAMAH LINGKUNGAN BERBASIS *ALLOY* $x\text{Sn-yBi}$**



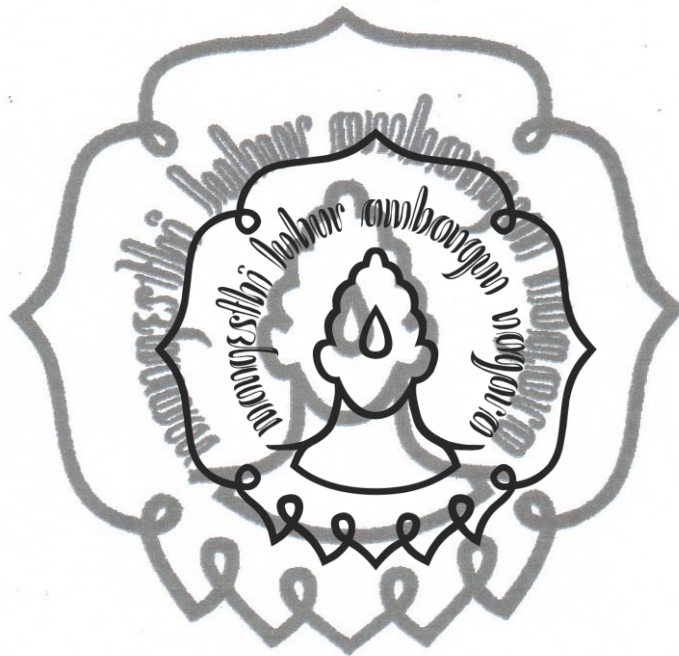
**MUTIARA PUSPARINI
M0215041**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
September 2019**

SKRIPSI

**FABRIKASI DAN STUDI KARAKTERISTIK SOLDER TIMAH
RAMAH LINGKUNGAN BERBASIS *ALLOY* xSn-yBi**

**Diajukan untuk memenuhi sebagian
persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Sains**



**MUTIARA PUSPARINI
M0215041**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
September 2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

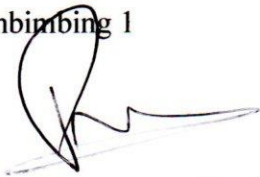
SKRIPSI

**Fabrikasi Dan Studi Karakteristik Solder Timah Ramah Lingkungan
Berdasarkan Alloy xSn-yBi**

Oleh :
Mutiara Pusparini
M0215041

Telah disetujui oleh:

Pembimbing 1

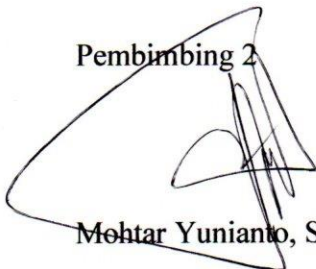


Dr. Hery Purwanto, M.Sc.

NIP.195905181987031002

Tanggal : 3 September 2019

Pembimbing 2



Mohtar Yunianto, S.Si., M.Si.

NIP.198006302005011001

Tanggal : 2 September 2019

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul : Fabrikasi dan Studi Karakteristik Solder Timah Ramah Lingkungan Berbasis *Alloy* xSn-yBi

Yang ditulis oleh :

Nama : Mutiara Pusparini
NIM : M0215041

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada :

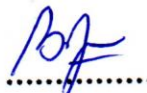
Hari : Selasa
Tanggal : 24 September 2019

Anggota Tim Penguji :

1. Ketua Penguji
Khairuddin, S.Si., M.Phil, Ph.D.
NIP.197010181997021001



2. Sekretaris Penguji
Dr. Eng. Budi Purnama, S.Si., M.Si.
NIP.197311092000031001



3. Anggota Penguji I
Dr. Hery Purwanto, M.Sc.
NIP.195905181987031002



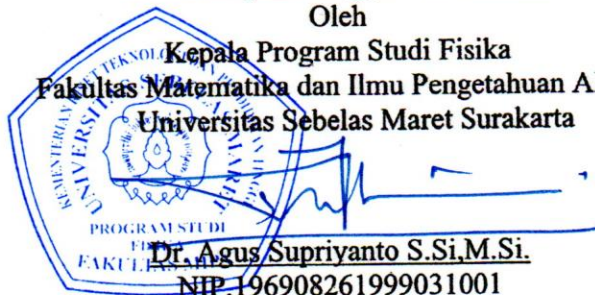
4. Anggota Penguji II
Mohtar Yuniarto, S.Si., M.Si.
NIP.198006302005011001



Disahkan pada tanggal 4-10-2019

Oleh

Kepala Program Studi Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sebelas Maret Surakarta



Dr. Agus Supriyanto S.Si.M.Si.
NIP.196908261999031001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi intelektual Skripsi saya yang berjudul “FABRIKASI DAN STUDI KARAKTERISTIK SOLDER TIMAH RAMAH LINGKUNGAN BERBASIS *ALLOY* XSn-YBi” adalah hasil kerja saya dan sepengetahuan saya hingga saat ini isi Skripsi tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau materi yang telah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Universitas Sebelas Maret atau di Perguruan Tinggi lainnya kecuali telah dituliskan di daftar pustaka Skripsi ini dan segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis di bagian ucapan terimakasih. Isi Skripsi ini boleh dirujuk atau diphotocopy secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.

Surakarta, September 2019

Mutiara Pusparini



MOTTO

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap”

(Al-Insyirah 94: 6-8)



PERSEMBAHAN

Atas karunia Allah, karya ini saya persembahkan kepada

Bapak Ibu serta Kakak Tercinta

Dosen Pembimbing

Sahabat

Segenap Keluarga Fisika 2015, dan tentunya para pembaca



**Fabrikasi Dan Studi Karakterisasi Solder Timah Ramah Lingkungan Berbasis
Alloy $x\text{Sn}-y\text{Bi}$**

MUTIARA PUSPARINI

Program Studi S1 Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Sebelas Maret

ABSTRAK

Solder yang mengandung Pb, khususnya solder timah-timbal, telah banyak digunakan dalam industri elektronik sejak lama. Namun, kekhawatiran tentang toksisitas timbal menyebabkan peningkatan kontrol dan undang-undang tentang penggunaan timbal karena pengaruhnya terhadap kesehatan lingkungan. Penelitian ini mengembangkan solder timah ramah lingkungan berbasis paduan Sn-Bi. Paduan Sn-Bi cocok digunakan untuk penyolderan suhu rendah seperti pada penyolderan perangkat elektronik yang rentan terhadap kerusakan termal. Fabrikasi telah dilakukan untuk menghasilkan sampel dengan komposisi 10Bi, 40Bi, 58Bi dan 80Bi dengan memanaskan Sn dan Bi di atas suhu leleh kedua bahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi solder yang memiliki sifat paling dekat dengan solder komersial SnPb adalah solder 10Bi. 10Bi memiliki titik leleh rendah ($213,025^{\circ}\text{C}$) dimana masih berada dalam range titik leleh *soft solder*, memiliki ΔH yang paling rendah dan memiliki resistivitas rendah yaitu $5,0099 \times 10^{-8}$ walaupun memiliki nilai *pasty range* yang berbeda dengan solder SnPb.

Kata Kunci : *four point probe*, *lead free solder*, timah, bismut, paduan

Fabrication and Characterization of Eco-friendly Tin Solder Based on xSn-yBi Alloys

MUTIARA PUSPARINI

Physics Departement, Faculty of Mathematic and Natural Science,
Universitas Sebelas Maret

ABSTRACT

Pb-containing solders, particularly tin-lead solders, has been widely used in electronics industry for a long time. However, the concern about the toxicity of lead has led to an increase in controls and legislation on the use of lead because its effect on environmental health. This research developed an eco-friendly tin solder based on Sn-Bi alloy. Sn-Bi alloy is suitable for low temperature soldering such as electronic devices that are prone to thermal damage. Fabrication has been done to produced samples with composition 10Bi, 40Bi, 58Bi and 80Bi by heating Sn and Bi above both melting temperatures. The results indicated that the composition of the solder that is most close to SnPb commercial solder is 10Bi solder. 10Bi has a low melting point (213,025 °C) which was on the range of melting point soft solder, has the lowest ΔH and has a low resistivity $5,0099 \times 10^{-8}$ even though it has a different pasty range with SnPb solder.

Keywords : four point probe, lead free solder, tin, bismuth, alloy

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan nikmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi yang berjudul “Fabrikasi dan Studi Karakteristik Solder Timah Ramah Lingkungan Berbasis *Alloy Sn-Bi*” sebagai bagian dari syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains di Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta. Sholawat serta salam senantiasa penulis haturkan kepada Rosulullah SAW sebagai pembimbing seluruh umat manusia.

Terselesaikannya Skripsi ini adalah suatu kebanggaan bagi penulis. Segala suka maupun duka telah penulis lalui, hingga penulis dapat menyelesaikan tulisan ini. Dalam penyusunan Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak, Ibu serta Kakak yang telah memberikan kasih sayang dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
2. Bapak Drs. Hery Purwanto, M.Sc., selaku dosen pembimbing 1 yang telah membimbing dan menyediakan waktu, tenaga serta pikiran untuk mengarahkan dalam penyusunan skripsi.
3. Bapak Mohtar Yuniyanto, S.Si., M.Si., selaku dosen Pembimbing II yang kerap memberikan motivasi sehingga penulisan skripsi ini dapat selesai.
4. Bapak Ahmad Marzuki, S.Si., Ph.D., selaku ketua *Optic and Photonic Research Group* (OPRG) yang bersedia menerima penulis sebagai bagian dari OPRG.
5. Bapak Dr. Fuad Anwar, S.Si., M.Si., selaku dosen Pembimbing akademik yang telah memberikan arahan serta solusi dari berbagai masalah yang dihadapi penulis selama perkuliahan.
6. Bapak Dr. Agus Supriyanto S.Si,M.Si, selaku ketua program studi fisika.

7. Bapak dan Ibu Dosen serta Staff di Prodi Fisika FMIPA UNS yang telah memberikan ilmu, bimbingan, serta arahan selama proses perkuliahan.
8. Sahabat OPRG: Laila, Danang, Hana, Anjas, Firda, Yayan serta Mas Gesit.
9. Sahabat satu atap, Laila dan Novita yang selalu menghibur dan memberi motivasi-motivasi hebat kepada penulis.
10. Sahabat seperjuangan Nila, Ariefah, Fida, Wulan, dan Tuti yang sering menghibur dikala penulis suntuk.
11. Keluarga Fisika 2015 yang telah kebersamai selama perkuliahan
12. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga bantuan yang diberikan semua pihak kepada penulis mendapatkan balasan dari Allah SWT

Penulis menyadari bahwa penulis tidaklah sempurna, sehingga banyak kekurangan dalam penulisan ini. Penulis berharap adanya kritik dan saran yang membangun agar tulisan ini kedepannya menjadi lebih baik dan lebih bermanfaat.

Surakarta,

Penulis

Data yang tercantum pada skripsi yang berjudul “Fabrikasi dan Studi Karakteristik Solder Timah Ramah Lingkungan Berbasis Alloy Sn-Bi” akan dipublikasikan bersama pembimbing.



DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|------------------------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| <u>HALAMAN PERSETUJUAN</u> | Error! Bookmark not defined. |
| <u>HALAMAN PENGESAHAN</u> | Error! Bookmark not defined. |
| <u>HALAMAN PERNYATAAN</u> | 5 |
| <u>HALAMAN MOTTO</u> | 6 |
| <u>HALAMAN PERSEMBAHAN</u> | 7 |
| <u>HALAMAN ABSTRAK</u> | 8 |
| <u>HALAMAN ABSTRACT</u> | 9 |
| <u>HALAMAN KATA PENGANTAR</u> | 10 |
| <u>HALAMAN PUBLIKASI</u> | 11 |
| <u>HALAMAN DAFTAR ISI</u> | 13 |
| <u>HALAMAN DAFTAR GAMBAR</u> | 16 |
| <u>HALAMAN DAFTAR TABEL</u> | 17 |
| <u>BAB I PENDAHULUAN</u> | Error! Bookmark not defined. |
| 1.1. <u>Latar Belakang</u> | Error! Bookmark not defined. |
| 1.2. <u>Batasan Masalah</u> | Error! Bookmark not defined. |
| 1.3. <u>Perumusan Masalah</u> | Error! Bookmark not defined. |
| 1.4. <u>Tujuan Penelitian</u> | Error! Bookmark not defined. |
| 1.5. <u>Manfaat Penelitian</u> | Error! Bookmark not defined. |
| <u>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</u> | Error! Bookmark not defined. |
| 2.1. <u>Solder</u> | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2. <u>Timah dan Bismut</u> | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.1. <u>Sn (Timah)</u> | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.2. <u>Bismut</u> | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.3. <u>Solder Sn-Bi</u> | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.4. <u>Komposisi Campuran (Sn dan Bi)</u> | Error! Bookmark not defined. |
| 2.3. <u>Resistivitas Listrik</u> | Error! Bookmark not defined. |

| | |
|--|-------------------------------------|
| 2.4. Analisa Termal | Error! Bookmark not defined. |
| 2.5. XRD | Error! Bookmark not defined. |
| 2.6. Reflektansi | Error! Bookmark not defined. |
| <u>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</u> | Error! Bookmark not defined. |
| 3.1. Waktu dan Tempat Penelitian | Error! Bookmark not defined. |
| 3.2. Alat dan Bahan | Error! Bookmark not defined. |
| 3.2.1. Alat yang Digunakan | Error! Bookmark not defined. |
| 3.2.2. Bahan yang Digunakan | Error! Bookmark not defined. |
| 3.3. Prosedur Penelitian | Error! Bookmark not defined. |
| 3.3.1. Persiapan Alat dan Bahan | Error! Bookmark not defined. |
| 3.3.2. Penimbangan Bahan | Error! Bookmark not defined. |
| 3.3.3. Produksi sampel | Error! Bookmark not defined. |
| 3.3.4. Polishing dan Pengukuran Dimensi Sampel | Error! Bookmark not defined. |
| 3.3.5. Uji DTA | Error! Bookmark not defined. |
| 3.3.6. Penentuan Resistivitas Listrik | Error! Bookmark not defined. |
| 3.3.7. Karakteristik menggunakan XRD | Error! Bookmark not defined. |
| 3.3.8. Uji Reflektansi | Error! Bookmark not defined. |
| 3.4. Teknik Analisis Data | Error! Bookmark not defined. |
| <u>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</u> | Error! Bookmark not defined. |
| 4.1. Analisis XRD | Error! Bookmark not defined. |
| 4.2. Analisa Termal | Error! Bookmark not defined. |
| 4.4. Analisa Kelistrikan | Error! Bookmark not defined. |
| 4.5. Reflektansi | Error! Bookmark not defined. |
| <u>BAB V PENUTUP</u> | Error! Bookmark not defined. |
| 5.1. Kesimpulan | Error! Bookmark not defined. |
| 5.2. Saran | Error! Bookmark not defined. |
| <u>DAFTAR PUSTAKA</u> | Error! Bookmark not defined. |
| <u>LAMPIRAN</u> | Error! Bookmark not defined. |

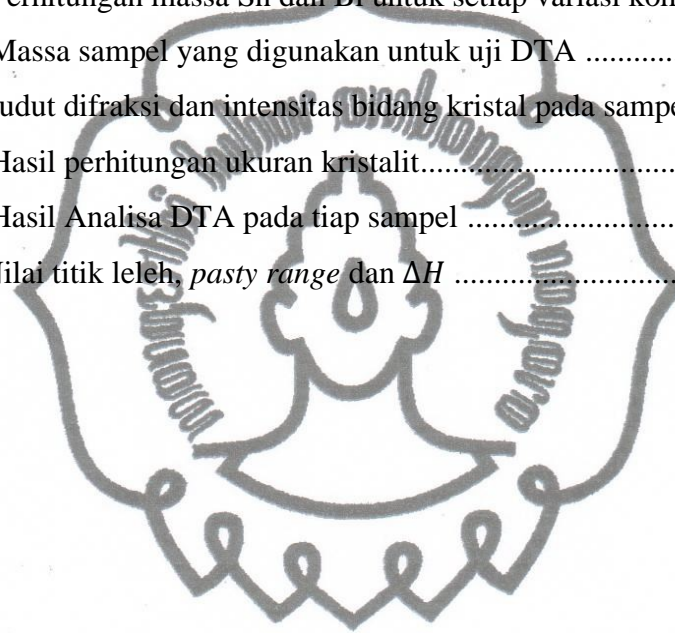


DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 2.1. Aplikasi timah | 6 |
| Gambar 2.2 Set up Four Point Probe | 11 |
| Gambar 2.3 Kurva DTA | 13 |
| Gambar 2.4. Difraksi radiasi sinar-X dalam struktur kristal | 15 |
| Gambar 2.5. Diagram skematik sistem difraktometer | 16 |
| Gambar 3.1. Diagram alir prosedur percobaan | 19 |
| Gambar 3.2. Diagram alir fabrikasi sampel | 21 |
| Gambar 3.3. Konfigurasi rangkaian <i>four point probe</i> | 23 |
| Gambar 3.4. Skema rangkaian uji reflektansi | 24 |
| Gambar 3.5. Analisa puncak DTA | 25 |
| Gambar 4.1. Hasil fabrikasi sampel | 26 |
| Gambar 4.2. Pola difraksi sampel Sn-Bi dengan variasi persen mol | 27 |
| Gambar 4.3. Kurva hasil karakterisasi DTA | 29 |
| Gambar 4.4. Grafik hubungan antara komposisi dan titik leleh | 29 |
| Gambar 4.5. <i>Curve Fitting</i> resistivitas listrik | 33 |
| Gambar 4.6. Hasil grafik uji reflektansi | 34 |
| Gambar 4.7. Grafik reflektansi dari 10Bi | 35 |
| Gambar 4.8. Grafik reflektansi dari 40Bi | 35 |
| Gambar 4.9. Grafik reflektansi dari 58Bi | 35 |
| Gambar 4.10. Grafik reflektansi dari 80Bi | 35 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 2.1. Sifat fisis timah (Davies <i>et.al</i> , 2008) | 7 |
| Tabel 2.2. Sifat logam bismut (Sun, 2011) | 8 |
| Tabel 2.3 Hubungan t dan s (Yilmaz, 2015) | 12 |
| Tabel 3.1. Perhitungan massa Sn dan Bi untuk setiap variasi komposisi | 20 |
| Tabel 3.2. Massa sampel yang digunakan untuk uji DTA | 22 |
| Tabel 4.1 Sudut difraksi dan intensitas bidang kristal pada sampel..... | 28 |
| Tabel 4.2. Hasil perhitungan ukuran kristalit..... | 28 |
| Tabel 4.3. Hasil Analisa DTA pada tiap sampel | 30 |
| Tabel 5.1 Nilai titik leleh, <i>pasty range</i> dan ΔH | 37 |



DAFTAR SIMBOL

| Simbol | Keterangan | Satuan |
|------------|-------------------|--------------------------|
| ρ | Resistivitas | $\Omega \cdot \text{cm}$ |
| R | Resistansi | Ω |
| V | Potensial listrik | Volt |
| I | Arus listrik | Ampere |
| G | Faktor geometri | - |
| T | Temperatur | $^{\circ}\text{C}$ |
| ΔH | Entalpi | J/g |
| m | massa | gr |

