

PENGARUH TEMPERATUR DAN LAJU REGANGAN TERHADAP SIFAT
MEKANIK MATERIAL SOLDER BEBAS TIMBAL Sn-3.0Ag-0.5Cu

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat dalam memperoleh gelar sarjana sains
Departemen Pendidikan Fisika Program Studi Fisika
Konsentrasi Fisika Material



oleh

Ananda Aransa
NIM 1607623

PROGRAM STUDI FISIKA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2020

PENGARUH TEMPERATUR DAN LAJU REGANGAN TERHADAP SIFAT
MEKANIK MATERIAL SOLDER BEBAS TIMBAL Sn-3.0Ag-0.5Cu

Oleh
Ananda Aransa

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat dalam memperoleh gelar sarjana sains
Departemen Pendidikan Fisika Program Studi Fisika
Konsentrasi Fisika Material
FPMIPA UPI

© Ananda Aransa
Universitas Pendidikan Indonesia
2020

Hak cipta dilindungi undang-undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak
ulang, difotocopy, atau cara lainnya tanpa seizin penulis.

ANANDA ARANSA

PENGARUH TEMPERATUR DAN LAJU REGANGAN TERHADAP SIFAT
MEKANIK MATERIAL SOLDER BEBAS TIMBAL Sn-3.0Ag-0.5Cu

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



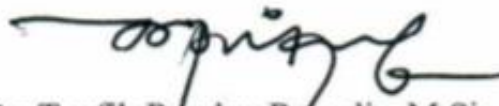
Dr. Lilik Hasanah, M.Si.
NIP 19770616 200112 2 002

Pembimbing II



Prof. Dr. Budi Mulyanti, M.Si.
NIP 19630109 199402 2 001

Mengetahui
Ketua Departemen Pendidikan Fisika



Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si
NIP 195904011986011001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengaruh Temperatur dan Laju Regangan Terhadap Sifat Mekanik Material Solder Bebas Timbal Sn-3.0Ag-0.5Cu” beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, 20 Januari 2020
Yang membuat pernyataan,

Ananda Aransa
NIM. 1607623

KATA PENGANTAR

Pada kesempatan ini penulis hendak menyampaikan puji dan syukur kepada Allah SWT atas izin dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “PENGARUH TEMPERATUR DAN LAJU REGANGAN TERHADAP SIFAT MEKANIK MATERIAL SOLDER BEBAS TIMBAL Sn-3.0Ag-0.5Cu”. Selawat dan salam juga tak lupa untuk penulis ucapkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabatnya.

Skripsi ini telah disusun dengan tujuan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Fisika, Departemen Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia. Namun, skripsi yang telah ditulis ini masih jauh dari kata sempurna karena sedikitnya ilmu dan pengalaman yang dimiliki oleh penulis. Oleh sebab itu, kritik dan saran yang bersifat membangun akan sangat dinanti oleh penulis. Akhir kata, penulis berharap dengan ditulisnya skripsi ini dapat memberikan manfaat oleh pembacanya kelak. Terima Kasih dan salam hormat.

Bandung, 20 Januari 2020
Yang membuat pernyataan,

Ananda Aransa
NIM. 1607623

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat pertolongan dan petunjuknya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis telah menerima banyak bantuan dari berbagai pihak dalam proses penyusunan skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan semaksimal mungkin. Oleh sebab itu, penuli bermaksud menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu penulis sebagai berikut.

1. Dr. Lilik Hasanah, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, masukan, kritik, saran, petunjuk, serta nasihat kepada penulis
2. Prof. Dr. Budi Mulyanti, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, masukan, kritik, saran, petunjuk, serta nasihat kepada penulis
3. Nanang Dwi Ardi, M.Si. selaku pembimbing akademik yang senantiasa selalu memberikan arahan serta masukan selama perkuliahan dan memotivasi kepada penulis untuk selalu memberikan yang terbaik.
4. Dr. Andhy Setiawan dan Dr. Selly Feranie selaku penelaah yang telah memberikan masukan, kritik, saran, petunjuk serta nasihat kepada penulis
5. Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si. selaku ketua Departemen Pendidikan Fisika Universitas Pendidikan Indonesia
6. Bapak Amran dan ibu Atty selaku orang tua penulis yang selalu memberi dukungan berupa doa dan motivasi.
7. Atella Milantika dan Aranty Silviantika selaku kakak penulis yang senantiasa memberikan doa serta berbagai dukungan baik secara moral maupun materiel
8. Rekan-rekan mahasiswa dan Bapak-Ibu dosen di Laboratorium Bumi dan Antariksa serta Laboratorium Fisika Material dan kawan-kawan di Departemen Pendidikan Fisika, khususnya teman-teman kelas Fisika C dan teman-teman di KBK Fisika Material yang senantiasa memberikan motivasi, diskusi, dan saran yang bermanfaat selama penelitian dan penulisan skripsi ini.

9. Bapak-ibu peneliti serta rekan pelajar di MIPAC *Laboratory, Institute of Microengineering and Nanoelectronics* (IMEN), Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) yang telah membantu proses penelitian dan pengambilan data .
10. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penelitian dan penulisan skripsi ini.

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menginvestigasi karakteristik mekanik dari material solder bebas timbal Sn-3.0Ag.0.5Cu (SAC305) dibawah pengaruh temperatur dan laju-regangan. Uji Tarik dilakukan terhadap kawat solder SAC305 pada temperatur 20, 60, 90, 120, 150 °C, untuk masing-masing temperatur divariasikan laju-regangan $2 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$, $2 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$, $2 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$. Data yang diperoleh berdasarkan hasil uji tarik diolah dalam bentuk kurva tegangan-regangan. Karakteristik mekanik yang diperoleh beradaskan kurva tegangan-regangan yaitu *yield strength*, *ultimate tensile strength*, *elastic modulus*. Hasil yang diperoleh untuk temperatur 20, 60, 90, 120, 150 °C pada laju regangan $2 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ yaitu modulus elastisitas $6,852 \times 10^3$; $4,666 \times 10^3$; $3,515 \times 10^3$; $3,439 \times 10^3$; $2,937 \times 10^3$ MPa, untuk *yield strength* yaitu 10,2;30,35; 13,69; 8,23; 2,5 MPa dan *ultimate tensile strength* yaitu 10,96;31,07; 14,66; 9,20; 3,06 MPa. Dapat dilihat bahwa tren yang ditunjukkan naiknya tempertur membuat *yield strength*, *ultimate tensile strength* dan *elastic modulus* menurun, karena pada suhu tinggi, energi internal atom tinggi, akibatnya atom-atom pada material bergetar kuat dengan agitasi termal yang tinggi. Hubungan antara modulus elastisitas sebanding dengan $1/X_{on}$. Hasil yang diperoleh untuk laju-regangan yang divariasikan pada temperatur 20 °C yaitu 37,3; 10,2; 1,5 MPa dan 38,19; 10,96; 2,017 MPa $1,8896 \times 10^4$; $6,852 \times 10^3$; 404,62 MPa. Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa temperatur mempengaruhi sifat mekanik solder bebas timbal dan tren menunjukkan bahwa semua sifat mekanik yang telah dievaluasi menurun dengan meningkatnya suhu. Laju-regangan mempengaruhi sifat mekanik solder bebas timbal, tren yang ditunjukkan kebalikan dari tren pengaruh temperatur, hal tersebut berkaitan dengan proses deformasi yang terjadi.

Kata kunci : Sifat mekanik, Temperatur, Laju regangan, Solder bebas timbal, SAC305

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the mechanical characteristics of Sn-3.0Ag-0.5Cu (SAC305) lead free solder material under the influence of temperature and strain-rate. Tensile testing was carried out on SAC305 solder wires at temperatures of 20, 60, 90, 120, 150 °C, for each temperature the strain-rate variation of $2 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$, $2 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$, $2 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$. The data obtained based on tensile test results are processed in the form of stress-strain curves. The mechanical characteristics obtained are based on the stress-strain curve, namely yield strength, ultimate tensile strength, elastic modulus. The results obtained for temperatures 20, 60, 90, 120, 150 °C at a strain rate of $2 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ are modulus of elasticity of 6.852×10^3 ; $4,666 \times 10^3$; $3,515 \times 10^3$; $3,439 \times 10^3$; $2,937 \times 10^3$ MPa, for yield strength that is 10.2, 30.35; 13.69; 8.23; 2.5 MPa and ultimate tensile strength are 10.96; 31.07; 14.66; 9,20; 3.06 MPa. It can be seen that the trend shown by rising temperatures causes yield strength, ultimate tensile strength and elastic modulus to decrease, because at high temperatures, internal energy atoms are high, consequently the material atoms vibrate strongly with high thermal agitation. The relationship between modulus of elasticity is proportional to $1/X_o$. The results obtained for strain-rate varied at a temperature of 20 °C are 37.3; 10.2; 1.5 MPa and 38.19; 10,96; 2,017 MPa 1.8896×10^4 ; 6.852×10^3 ; 404.62 MPa. Based on the results obtained it can be concluded that temperature affects the mechanical properties of lead-free solder and the trend shows that all mechanical properties that have been evaluated decrease with increasing temperature. The strain rate affects the mechanical properties of lead-free solder, the pitch which is shown to be the opposite of the temperature influence trend, it is related to the deformation process that occurs.

Keywords : Mechanical Properties, Temperature, Strain-rate, Lead-free solder, SAC30

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I	1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Struktur Organisasi Skripsi.....	4
BAB II.....	6
2.1 Pegantar teknologi solder.....	6
2.2 Solder	6
2.3 Solder Sn-3.0Ag.0.5Cu.....	10
2.4 Uji Tarik.....	11
BAB III.....	16
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	16
3.2 Desain Penelitian	16
3.3 Diagram Alur Penelitian	16
3.4 Tahapan Eksperimen.....	17
3.4.1 Persiapan Sampel.....	17
3.4.2 Uji Tarik	18
3.5 Prosedur Pengolahan dan Analisis Data	19
3.5.1 Kurva Tegangan-Regangan.....	19
3.5.2 Yield strength.....	20
3.5.3 Ultimate Tensile Strength.....	21
3.5.4 Modulus Elastisitas.....	21

BAB IV	22
4.1 Pengaruh temperatur terhadap sifat mekanik SAC305	22
4.2 Pengaruh laju regangan terhadap sifat mekanik SAC305	29
BAB V	32
5.1 SIMPULAN	32
5.2 REKOMENDASI	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 .1. Sambungan solder pada perangkat elektronik.....	7
Gambar 2. 2. Penyakit yang dapat ditimbulkan oleh timbal.	8
Gambar 2. 3. Survei pasar untuk berbagai jenis campuran SAC (Soldertec, 2002) ...	10
Gambar 2. 4. Laboratorium Ames.....	11
Gambar 2. 5. Soket LGA 2011-3 dan Proses Intel Core i7 generasi ke-5.	11
Gambar 2. 6. Ilustrasi skematik ketika uji tarik, garis putus-putus menunjukkan keadaan awal (Callister & Rethwisch, 2010).....	12
Gambar 2. 7.Kurva tegangan-regangan pada solder bebas timbal (Ma & Suhling, 2009).	13
Gambar 2. 8. Kondisi spesimen pada tiap-tiap daerah dalam kurva tegangan-regangan (Callister & Rethwisch, 2010).....	14
Gambar 3. 1. Diagram Alur Penelitian.....	17
Gambar 3. 2. Sampel SAC305	18
Gambar 3. 3. (a) Instron Universal Testing Machine (UTM) (b) Temperature control unit.....	19
Gambar 3. 4. Offset 0,2% pada kurva tegangan-regangan (Callister & Rethwisch, 2010)	20
Gambar 3. 5. Kurva Tegangan-Regangan.....	21
Gambar 4. 1 Kurva Engineering stress-strain pada berbagai temperatur.....	23
Gambar 4. 2. Perbesaran kurva True stress-strain pada berbagai temperatur.	24
Gambar 4. 3. Variasi nilai YS dan UTS terhadap temperatur.....	25
Gambar 4. 4. Modulus Elastisitas pada berbagai temperatur.....	26
Gambar 4. 5. Ilustrasi ikatan seperti pegas antara dua atom.....	27
Gambar 4. 6. Kurva gaya-jarak separasi.	27
Gambar 4. 7. (a) Struktur mikro mula-mula (b) nukleasi (c) struktur mikro mengalami rekristalisasi.....	28

Gambar 4. 8. Evolusi strukturmikro ketika (a) rekristalisasi dinamis (b) deformasi panas.....	28
Gambar 4. 9. Kurva tegangan-regangan untuk berbagai laju-regangan.....	29
Gambar 4. 10. YS dan UTS pada berbagai laju-regangan.....	30
Gambar 4. 11. Modulus elastisitas pada berbagai laju-regangan.....	31

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. LOG BOOK PENELITIAN	38
LAMPIRAN 2. SURAT KEPUTUSAN PEMBIMBING SKRIPSI	44
LAMPIRAN 3. DOKUMENTASI KEGIATAN	47