

**PENGARUH ALUR PEMANASAN TERHADAP KARAKTER  
BAHAN SEMIKONDUKTOR  $Pb(Se_{0,6}Te_{0,4})$  HASIL PREPARASI  
DENGAN TEKNIK BRIDGMAN**

**SKRIPSI**

Diajukan kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Yogyakarta  
untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains



Oleh

**DWI NOVA SITI HANDAYANI**

**NIM. 08306144007**

**PROGRAM STUDI FISIKA  
JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
2012**

## PERSETUJUAN

Skripsi yang berjudul “Pengaruh Alur Pemanasan terhadap Karakter Bahan Semikonduktor  $\text{Pb}(\text{Se}_{0,6}\text{Te}_{0,4})$  Hasil Preparasi dengan Teknik Bridgman” yang disusun oleh Dwi Nova Siti Handayani, NIM. 08306144007 ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.



Yogyakarta, September 2012

Pembimbing I,

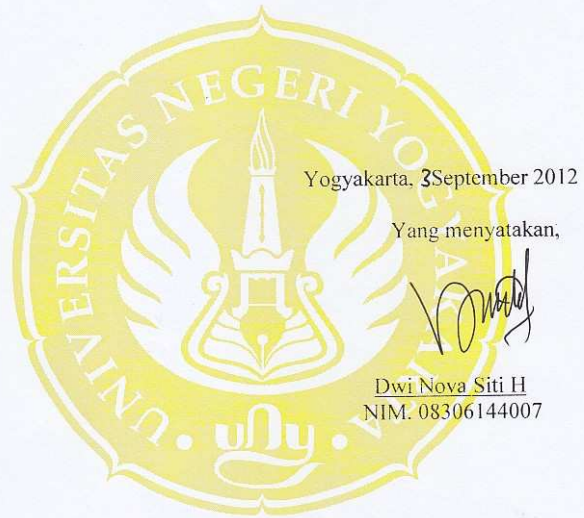
Dr. Ariswan  
NIP.19590914 198803 1 003

Pembimbing II,

Rita Prasetyowati, M.Si  
NIP.19800728 200604 2 001

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.



## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Pengaruh Alur Pemanasan terhadap Karakter Bahan Semikonduktor  $Pb(Se_{0,6}Te_{0,4})$  Hasil Preparasi dengan Teknik Bridgman” yang disusun oleh Dwi Nova Siti Handayani NIM. 08306144007 ini telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 14 September 2012 dan dinyatakan lulus.

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
<u>Dr. Ariswan</u> NIP. 19590914 198803 1 003	Ketua Penguji		22 Sept 2012
<u>Rita Prasetyowati, M.Si</u> NIP. 19800728 200604 2 001	Sekretaris Penguji		20 Sept 2012
<u>Bambang Ruwanto, M.Si</u> NIP. 19651225 199101 1 001	Penguji Utama		19 Sept 2012
<u>R. Yosi Aprian Sari, M.Si</u> NIP. 19730407 200604 1 001	Penguji Pengdamping		19 Sept 2012

Yogyakarta, September 2012  
Fakultas Matematika dan  
Ilmu Pengetahuan Alam  
Dekan,

  
**Dr. Hartono**  
NIP. 19620329 198702 1 002

## *MOTTO*

*Jadilah dirimu sendiri dan jadilah orang yang baik.*

## **PERSEMBAHAN**

Karya yang sederhana ini dipersembahkan untuk :  
Kepada ibuku tercinta (Bu Sudinem) dan ayahku tercinta (bapak Sukiratmanto) atas segala jerih payah dan pengorbanan yang telah diberikan selama ini demi tercapainya cita-cita serta kepada kakak dan adik (mbak Susi dan Dek Lela) yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan karya ini.

Kepada dosen pembimbing pertama Bapak DR. Ariswan yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan masukan-masukan hingga terselesainya karya ini.

Kepada dosen pembimbing kedua Ibu Rita Prasetyowati, M.Si yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan masukan-masukan hingga terselesainya karya ini.

Teman-teman satu bidang material Yuni, Mas Eko, Mbak Tije, Mas Sudarmono, Mas Rizal, Mbak Yunika, Mbak Wiwin, Tollal, Ferry, Imas, Lea, dan Fajar terima kasih buat kalian semua atas dukungan dan semangat sehingga karya ini dapat terselesaikan.

Teman-teman kelas seperjuangan Fisika NR'08 terima kasih atas masuknya kalian dalam mengisi cerita selama 4 tahun kuliah.

Kalian semua adalah keluargaku.

**PENGARUH ALUR PEMANASAN TERHADAP KARAKTER  
BAHAN SEMIKONDUKTOR Pb(Se<sub>0,6</sub>Te<sub>0,4</sub>) HASIL PREPARASI  
DENGAN TEKNIK BRIDGMAN**

**Oleh**

**Dwi Nova Siti Handayani**

**NIM. 08306144007**

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh alur pemanasan terhadap struktur kristal bahan semikonduktor Pb(Se<sub>0,6</sub>Te<sub>0,4</sub>) hasil preparasi dengan teknik Bridgman. Penelitian ini juga mempelajari morfologi permukaan serta komposisi bahan semikonduktor Pb(Se<sub>0,6</sub>Te<sub>0,4</sub>) hasil preparasi dengan teknik Bridgman.

Proses penumbuhan kristal menggunakan teknik Bridgman dilakukan dengan memanaskan bahan Pb, Se, dan Te pada suhu tertentu dan perbandingan molnya adalah 1 : 0,6 : 0,4. Dalam penelitian ini, proses penumbuhan kristal bahan semikonduktor Pb(Se<sub>0,6</sub>Te<sub>0,4</sub>) dilakukan pada temperatur tinggi, yaitu alur pemanasan pada temperatur 500°C dan alur pemanasan pada temperatur 600°C. Kristal hasil preparasi dengan teknik Bridgman kemudian dikarakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction*, *Scanning Electron Microscopy*, dan *Energy Dispersive Analysis X-Ray*.

Hasil karakterisasi XRD yang berupa *difraktogram* menunjukkan bahwa kristal bahan semikonduktor Pb(Se<sub>0,6</sub>Te<sub>0,4</sub>) yang terbentuk merupakan polikristal dengan struktur kristal kubik dan nilai parameter kisi untuk alur pemanasan 1 adalah 6,142Å sedangkan nilai parameter kisi untuk alur pemanasan 2 adalah 6,157Å. Jika ditinjau dari difraksi dan intensitas relatifnya, pada alur pemanasan 2 struktur kristalnya lebih baik dibandingkan dengan alur pemanasan 1. Hasil karakterisasi SEM, memperlihatkan bahwa kristal bahan semikonduktor Pb(Se<sub>0,6</sub>Te<sub>0,4</sub>) yang terbentuk cukup homogen dan hasil karakterisasi EDAX diperoleh perbandingan mol Pb, Se, dan Te adalah 1 : 0,61 : 0,77.

Kata kunci : *Struktur Kristal, Alur Pemanasan, Teknik Bridgman, Karakterisasi (XRD, SEM, dan EDAX)*

**THE EFFECT OF THE HEATING SEQUENCE OF THE CHARACTER  
Pb(Se<sub>0,6</sub>Te<sub>0,4</sub>) SEMICONDUCTOR MATERIAL PREPARATION  
RESULTS BY BRIDGMAN TECHNIQUE**

By

**Dwi Nova Siti Handayani**

**NIM. 08306144007**

**ABSTRACT**

The aim of the research to know the effect of the heating sequence of the crystal structure Pb(Se<sub>0,6</sub>Te<sub>0,4</sub>) semiconductor material which resulted by the Bridgman technique. And to know the surface morphology and the composition of the Pb(Se<sub>0,6</sub>Te<sub>0,4</sub>) semiconductor material resulted with the Bridgman technique.

The process of crystal growth using the Bridgman technique performed by heating the material Pb, Se, and Te at specific temperature and mole ratio is 1: 0.6: 0.4. In this study, the process of growing crystals of semiconductor material Pb(Se<sub>0,6</sub>Te<sub>0,4</sub>) performed at high temperature, the heating sequence at temperature of 500 °C and the heating sequence at temperature of 600 °C. The crystal was characterized by *X-Ray Diffraction*, *Scanning Electron Microscopy*, and *Energy Dispersive Analysis X-Ray*.

XRD characterization show that from diffractogram, we know the structure of Pb(Se<sub>0,6</sub>Te<sub>0,4</sub>) semiconductor material is polycrystalline cubic. Lattice parameter values for the heating sequence 1 is 6.142 Å while the lattice parameter values for the heating sequence 2 is 6.157 Å. If viewed from the diffraction and relative intensity, crystal structure from the heating sequence 2 is better than the heating sequence 1. From the SEM characterization, we know Pb(Se<sub>0,6</sub>Te<sub>0,4</sub>) crystal semiconductor are homogenous. And EDAX characterization show the composition of each element with a mole ratio of Pb, Se, and Te is 1: 0.61: 0.77.

*Key words: Crystal Structure, Heating Sequence, Bridgman technique, characterization (XRD, SEM and EDAX)*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala limpahan Kasih, Karunia-Nya, dan Hidayah-Nya kepada kita semua, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi ini. Skripsi ini berjudul **Pengaruh Alur Pemanasan Terhadap Karakter Bahan Semikonduktor Pb(Se<sub>0,6</sub>Te<sub>0,4</sub>) Hasil Preparasi dengan Teknik Bridgman** dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh alur pemanasan terhadap karakteristik ingot atau massif kristal Pb(Se<sub>0,6</sub>Te<sub>0,4</sub>) yang meliputi struktur, parameter kisi kristal, komposisi kimia dan morfologi permukaan.

Penulis menyadari bahwa selama proses penyusunan ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah serta kekuatan dalam menjalani berbagai hal.
2. Ibuku tercinta (Bu Sudinem) dan ayahku tercinta (bapak Sukiratmanto) atas segala jerih payah dan pengorbanan yang telah diberikan selama ini demi tercapainya cita-cita serta kepada kakak dan adik (mbak Susi dan Dek Lela) yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan karya ini.
3. Bapak Dr. Hartono, Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta, yang telah memberikan izin penelitian dalam skripsi ini.

4. Bapak Suparno, Ph. D, selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan izin penelitian ini.
5. Bapak Dr. Yosaphat Sumardi, Ketua Program Studi Fisika Universitas Negeri Yogyakarta, yang telah memberikan izin dalam pelaksanaan skripsi ini.
6. Bapak DR. Ariswan selaku dosen pembimbing pertama dan Penasehat Akademik yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan masukan-masukan hingga terselesainya karya ini.
7. Ibu Rita Prasetyowati, M.Si selaku dosen pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan masukan-masukan hingga terselesainya karya ini.
8. Bapak Hartono yang selalu mendampingi selama mengambil data penelitian.
9. Bapak Bambang Ruwanto, M.Si, selaku dosen penguji utama yang telah memberikan banyak masukan dan arahan demi kesempurnaan karya ini.
10. Bapak R. Yosi Aprian Sari, M.Si, selaku dosen penguji pendamping yang juga telah memberikan banyak masukan dan arahan demi kesempurnaan karya ini.
11. Seluruh dosen dan tenaga pengajar yang telah memberikan ilmu semasa proses perkuliahan.
12. Teman-teman satu bidang material Yuni, Mas Eko, Mbak Tije, Mas Sudarmono, Mas Rizal, Mbak Yunika, Mbak Wiwin, Tollal, Ferry, Imas dan Lea terima kasih buat kalian semua atas dukungan dan semangat sehingga karya ini dapat terselesaikan.

13. Teman-teman kelas seperjuangan Fisika NR'08 terima kasih atas masuknya kalian dalam mengisi cerita selama 4 tahun kuliah. Kalian semua adalah keluargaku.
14. Temen-temen kelas Fisika R'08 terima kasih atas semangat dan dukungan kalian semua.
15. Temen-temen HIMAFI dan UKM Penelitian terima kasih atas semua ilmunya.
16. Temen-temen PMM dan TPA TPQ Miftahul Jannah Krapyak Kulon terima kasih atas kebersamaan kalian semua.
17. Semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari sepenuh hati, bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh sebab itu, kritik yang membangun akan diterima dengan senang hati untuk perbaikan lebih lanjut. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi dunia pendidikan.

Yogyakarta, September 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>MOTTO</b> .....	v
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	3
C. Batasan Masalah .....	4
D. Rumusan Masalah .....	4
E. Tujuan Penelitian .....	4
F. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Kristal .....	6
1. Struktur Kristal .....	7
2. Indeks Miller .....	10
3. Jarak antar Bidang Kristal .....	11
B. Bahan Semikonduktor .....	12
1. Definisi Semikonduktor .....	12

2. Jenis-jenis Semikonduktor .....	16
a. Semikonduktor Intrinsik .....	16
b. Semikonduktor Ekstrinsik .....	18
3. Arus pada Semikonduktor .....	23
4. Bahan Semikonduktor $Pb(Se_{0,6}Te_{0,4})$ .....	26
5. Penumbuhan Kristal $Pb(Se_{0,6}Te_{0,4})$ dengan Teknik Bridgman .....	26
C. Ketidakteraturan dalam Kristal .....	29
1. Cacat Titik .....	30
2. Cacat Garis .....	31
3. Cacat Volume .....	32
4. Cacat Bidang .....	32
D. Karakterisasi Material .....	33
1. Analisis <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) .....	33
a. Pembangkitan Sinar-X .....	33
b. Difraksi Bragg .....	40
c. Faktor Struktur dan Intensitas Difraksi .....	43
2. Analisis <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) .....	48
3. Analisis EDAX ( <i>Energy Dispersive Analysis X-Ray</i> ) .....	50
E. Kerangka Berfikir .....	53

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	54
1. Waktu Penelitian .....	54
2. Tempat Penelitian .....	54
3. Variabel Penelitian .....	54
B. Bahan dan Alat Penelitian .....	55
1. Bahan Penelitian .....	55
2. Alat-alat Penelitian .....	56
C. Teknik Pengambilan Data .....	58
1. Preparasi Penumbuhan Kristal .....	58

2. Karakterisasi bahan semikonduktor Pb(Se <sub>0,6</sub> Te <sub>0,4</sub> ) .....	64
D. Teknik Analisis Data .....	65
E. Tahap Pelaksanaan .....	66
 <b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Hasil Penumbuhan Kristal .....	67
1. Struktur Kristal <i>Ingot</i> Pb(Se <sub>0,6</sub> Te <sub>0,4</sub> ) dengan XRD .....	68
2. Pengaruh Alur Pemanasan pada Temperatur Tinggi terhadap Struktur dan Parameter Kisi Kristal Pb(Se <sub>0,6</sub> Te <sub>0,4</sub> ) .....	73
3. Morfologi Permukaan <i>Ingot</i> Pb(Se <sub>0,6</sub> Te <sub>0,4</sub> ) dengan SEM .....	77
4. Komposisi Kimia <i>Ingot</i> Pb(Se <sub>0,6</sub> Te <sub>0,4</sub> ) dengan EDAX .....	80
 <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan .....	83
B. Saran .....	84
 <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	85
<b>LAMPIRAN</b> .....	88

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. (a). Susunan atom kristal, (b). Susunan atom amorf .....	7
Gambar 2. Sumbu dan sudut antar sumbu kristal .....	8
Gambar 3. Tujuh sistem kristal dengan empat belas kisi Bravais .....	10
Gambar 4. Perpotongan bidang dan sumbu .....	11
Gambar 5. Struktur pita energi pada konduktor, semikonduktor, dan isolator .....	12
Gambar 6. Memperlihatkan keadaan pita energi bahan semikonduktor (a) pada suhu 0 K dan (b) pada suhu diatas 0 K .....	14
Gambar 7. Grafik distribusi Fermi-Dirac pada $T = 0$ K .....	15
Gambar 8. Grafik distribusi Fermi-Dirac pada $T > 0$ K .....	16
Gambar 9. Elektron dalam atom ketidakmurnian bervalensi 5 tidak memberikan ikatan .....	20
Gambar 10. Tingkat energi semikonduktor tipe- $n$ .....	21
Gambar 11. <i>Hole</i> ditimbulkan dalam orbit dari ketidakmurnian valensi tiga .....	22
Gambar 12. Tingkat energi semikonduktor tipe- $p$ .....	23
Gambar 13. Berbagai macam cacat titik. a) Vacancy, b) Cacat Schottky, c) Intersisi, dan d) cacat Frenkel .....	30
Gambar 14. yang ditimbulkan oleh dilokasi sisi .....	31
Gambar 15. Slip yang ditimbulkan oleh pergerakan dislokasi ulir .....	31
Gambar 16. Diagram sinar X .....	34
Gambar 17. Spektrum sinar-X molybdenum .....	35
Gambar 18. Transisi elektron dan karakteristik radiasinya .....	36
Gambar 19. Spektrum karakteristik sinar-X .....	37
Gambar 20. Perbandingan radiasi Cu dengan filter dan tanpa filter .....	38
Gambar 21. Skema dasar XRD .....	39
Gambar 22. Diffraksi Bragg .....	40
Gambar 23. Vektor gelombang dalam bidang kompleks .....	43
Gambar 24. Skema dasar SEM .....	49

Gambar 25. Hamburan dari elektron yang jatuh pada lembaran tipis .....	51
Gambar 26. Grafik alur pemanasan pada hari pertama untuk sampel 1 <i>ingot</i> Pb(Se <sub>0,6</sub> Te <sub>0,4</sub> ) .....	61
Gambar 27. Grafik alur pemanasan pada hari kedua untuk sampel 1 <i>ingot</i> Pb(Se <sub>0,6</sub> Te <sub>0,4</sub> ) .....	61
Gambar 28. Grafik alur pemanasan pada hari pertama untuk sampel 2 <i>ingot</i> Pb(Se <sub>0,6</sub> Te <sub>0,4</sub> ) .....	62
Gambar 29. Grafik alur pemanasan pada hari kedua untuk sampel 2 <i>ingot</i> Pb(Se <sub>0,6</sub> Te <sub>0,4</sub> ) .....	63
Gambar 30. Diagram alir tahapan penelitian .....	66
Gambar 31. <i>Difaktogram ingot</i> Pb(Se <sub>0,6</sub> Te <sub>0,4</sub> ) pola alur pemanasan 1 .....	69
Gambar 32. <i>Difaktogram ingot</i> Pb(Se <sub>0,6</sub> Te <sub>0,4</sub> ) pola alur pemanasan 2 .....	70
Gambar 33. Perbandingan <i>difaktogram ingot</i> Pb(Se <sub>0,6</sub> Te <sub>0,4</sub> ) pola alur pemanasan 1 dan pola alur pemanasan 2 .....	70
Gambar 34. Hasil pemotretan morfologi permukaan bahan Pb(Se <sub>0,6</sub> Te <sub>0,4</sub> ) dengan perbesaran (a) 500 kali dan 1000 kali .....	78
Gambar 35. Hasil pemotretan morfologi permukaan bahan Pb(Se <sub>0,6</sub> Te <sub>0,4</sub> ) dengan perbesaran 5000 kali .....	79
Gambar 36. Grafik hubungan antara Energi dengan Intensitas hasil karakterisasi EDAX <i>ingot</i> Pb(Se <sub>0,6</sub> Te <sub>0,4</sub> ) pada alur pemanasan 2 .....	81



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tujuh sistem kristal dan empat belas kisi Bravais .....	9
Tabel 2. Perbandingan data penelitian <i>ingot</i> $\text{Pb}(\text{Se}_{0,6}\text{Te}_{0,4})$ pada pola alur pemanasan 1 dengan suhu $500^{\circ}\text{C}$ .....	71
Tabel 3. Perbandingan data penelitian <i>ingot</i> $\text{Pb}(\text{Se}_{0,6}\text{Te}_{0,4})$ pada pola alur pemanasan 2 dengan suhu $600^{\circ}\text{C}$ .....	72
Tabel 4. Perbandingan parameter kisi kristal $\text{Pb}(\text{Se}_{0,6}\text{Te}_{0,4})$ hasil preparasi pada pola alur pemanasan 1 dan pola alur pemanasan 2 terhadap JCPDS PbTe dan PbSe .....	75
Tabel 5. Perbandingan molaritas unsur Pb, Se, dan Te .....	82

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Parameter Kisi Kristal $\text{Pb}(\text{Se}_{0,6}\text{Te}_{0,4})$ dengan menggunakan Metode Cohen .....	89
Lampiran 2. Hasil Karakterisasi Bahan $\text{Pb}(\text{Se}_{0,6}\text{Te}_{0,4})$ dengan XRD .....	97
Lampiran 3. Tabel JCPDS PbSe dan PbTe .....	104
Lampiran 4. Tabel Nilai Indeks Miller ( <i>hkl</i> ) .....	106
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian .....	107