



**SIMULASI PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP DISTRIBUSI
KONSENTRASI *HOLE* KRISTAL GALIUM ARSENIDA PADA
PERISTIWA *DEFORMATION POTENTIAL SCATTERING***

SKRIPSI

Oleh

Samsiatun Hoiriyah

NIM 121810201068

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER**

2016



**SIMULASI PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP DISTRIBUSI
KONSENTRASI *HOLE* KRISTAL GALIUM ARSENIDA PADA
PERISTIWA *DEFORMATION POTENTIAL SCATTERING***

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Ilmu Fisika (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

Samsiatun Hoiriyah
NIM 121810201068

JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2016

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan dengan penuh rasa cinta, syukur dan terima kasih yang sebesar-besarnya untuk:

1. Ayahanda Sholehudin dan ibunda Suhaina tercinta yang selalu mendoakan saya, mendidik dengan penuh kasih sayang, memberikan dukungan dan semangat yang sangat luar biasa serta selalu menemani saya disaat senang dan sedih;
2. kakakku Umi Wahida dan adikku Imron Sadewo yang selalu memberikan dukungan, motivasi, dan arahan serta perhatiannya;
3. seluruh keluarga besar yang selalu memberikan motivasi dan arahan yang sangat berharga;
4. para pahlawan tanpa tanda jasa sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi yang telah mendidikku dengan penuh kasih sayang, perhatian, kesabaran dan keikhlasan;
5. sahabat-sahabatku dari Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember angkatan 2012 (Lorentz) yang selalu memberikan semangat, dukungan dan telah menemani kehidupanku;
6. Almamater Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

MOTO

Wahai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.

(terjemahan Surah Al-Baqarah Ayat 153)^{*)}

atau

Janganlah kamu bersikap lemah, dan janganlah (pula) kamu bersedih hati, padahal kamulah orang-orang yang paling tinggi (derajatnya),

jika kamu orang-orang yang beriman.

(terjemahan Surah Ali-'Imran ayat 139)^{**)}

^{*)**)} Departemen Agama Republik Indonesia. 2002. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Surabaya: Mahkota.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Samsiatun Hoiriyah

NIM : 121810201068

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Simulasi Pengaruh Temperatur terhadap Distribusi Konsentrasi *Hole* Kristal Galium Arsenida pada Peristiwa *Deformation Potential Scattering*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian bersama dosen dan mahasiswa dan hanya dapat dipublikasikan dengan mencantumkan nama dosen pembimbing.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 20 Oktober 2016

Yang menyatakan,

Samsiatun Hoiriyah

NIM 121810201068

SKRIPSI

**SIMULASI PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP DISTRIBUSI
KONSENTRASI *HOLE* KRISTAL GALIUM ARSENIDA PADA
PERISTIWA *DEFORMATION POTENTIAL SCATTERING***

Oleh
Samsiatun Hoiriyah
NIM 121810201068

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Endhah Purwandari, S.Si, M.Si

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Edy Supriyanto, S.Si, M.Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Simulasi Pengaruh Temperatur terhadap Distribusi Konsentrasi *Hole* Kristal Galium Arsenida pada Peristiwa *Deformation Potential Scattering*” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat :

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

Endhah Purwandari, S.Si., M.Si.

Dr. Edy Supriyanto, S.Si., M.Si.

NIP 198111112005012001

NIP 196712151998021001

Anggota II,

Anggota III,

Ir. Misto, M.Si.

Dr. Artoto Arkundato, S.Si., M.Si.

NIP 195911211991031002

NIP 196912251999031001

Mengesahkan

Dekan,

Drs. Sujito, Ph. D.

NIP 196102041987111001

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah Swt, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Simulasi Pengaruh Temperatur terhadap Distribusi Konsentrasi *Hole* Kristal Galium Arsenida pada Peristiwa *Deformation Potential Scattering*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan arahan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

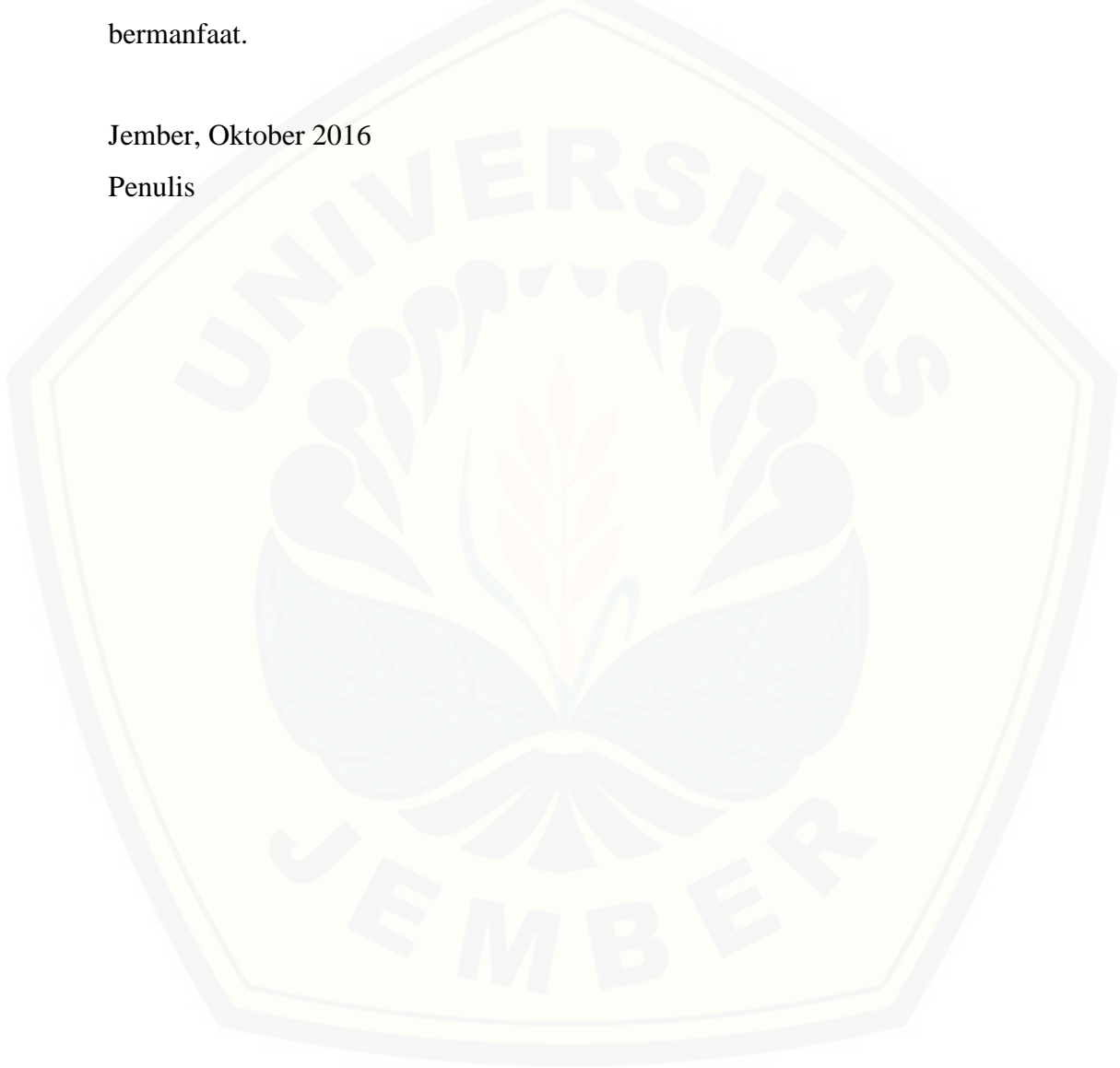
1. Endhah Purwandari, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dr Edy Supriyanto, S.Si., M.Si, selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, serta perhatian demi selesainya penelitian dan penulisan skripsi ini;
2. Ir. Misto, M.Si selaku Dosen Penguji I dan Dr. Artoto Arkundato, S. Si., M.Si., selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan, kritikan dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
3. Endhah Purwandari, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
4. rekan kerjaku Siti Lailatul Arofah, Agnes Dara Sholeha, Greta Andika Fatma, dan Mohammad Sholehudin yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk berdiskusi demi selesainya skripsi ini;
5. sahabat-sahabat Fisika: Sri Indariyatul Masruroh, Miftahul Riskiyani, Rini Pujiastuti, serta seluruh angkatan 2012 (Lorentz) yang telah mendukung dan memberi semangat;
6. sahabat-sahabat kosan: Ratna Rima Ramadani, Siti Nurhasana, dan Sri Wulandari yang telah banyak memberi inspirasi;
7. sahabat-sahabat SMA: Sinta Firdausiyah dan Siti Aisyah yang telah memberikan dorongan dan motivasi;

8. Edy Sutrisno, Taufik Usman, Sunarto, Hadi, Ansori, Budiyo, Aji Priyono serta segenap keluarga besar FMIPA Universitas Jember;
9. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Oktober 2016

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Material Semikonduktor	5
2.2 Tipe Semikonduktor	8
2.2.1 Semikonduktor Intrinsik	8
2.2.2 Semikonduktor Ekstrinsik	12
2.2.3 Semikonduktor Paduan	17
2.3 Transportasi Pembawa Muatan Pada Semikonduktor	19
2.3.1 Arus <i>Drift</i>	20
2.3.2 Arus Difusi	22
2.3.3 Rapat Arus Total dalam Semikonduktor	25

2.4 Pengaruh Temperatur Terhadap Mobilitas Pembawa Muatan	25
2.5 Kristal Semikonduktor GaAs	26
2.6 Mobilitas Pembawa Muatan	29
2.7 Hamburan Potensial Deformasi (<i>Deformation Potential Scattering</i>) Pada Kristal Semikonduktor Galium Arsenida	30
2.8 Persamaan Dasar Divais Semikonduktor	32
2.8.1 Persamaan Poisson	32
2.8.2 Persamaan Kontinuitas Pembawa Muatan	33
2.9 Metode Elemen Hingga	34
BAB 3. METODE PENELITIAN	37
3.1 Jenis Penelitian	37
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	37
3.3 Metode Penelitian	37
3.3.1 Geometri Kristal Semikonduktor GaAs	40
3.3.2 Parameter Kristal Semikonduktor GaAs	41
3.3.3 Pengaturan Kondisi Batas	42
3.3.4 Persamaan Poisson dan Kontinuitas Pembawa Muatan Termodifikasi	43
3.3.5 Pembuatan Grafik Karakteristik p-T (Konsentrasi <i>Hole</i> -Temperatur)	45
3.4 Analisis Data	46
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Pemodelan Distribusi Konsentrasi <i>Hole</i> Kristal Galium Arsenida Akibat Peristiwa <i>Deformation Potential Scattering</i>	47
4.2 Kurva Karakteristik p-T (Konsentrasi <i>Hole</i> -Temperatur) Kristal Galium Arsenida Pada Peristiwa <i>Deformation Potential Scattering</i>	51
BAB 5. PENUTUP	64
5.1 Kesimpulan	64

5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	68



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Material semikonduktor beserta nilai celah pita energi	6
2.2 Nilai celah pita energi beserta konsentrasi pembawa muatan intrinsik pada temperatur 300 K dari beberapa material semikonduktor	11
2.3 Elemen semikonduktor pada tabel periodik	12
2.4 Nilai mobilitas pada T=300 K untuk konsentrasi dopan yang rendah	22
2.5 Parameter yang digunakan untuk menghitung mobilitas pada hamburan potensial deformasi akustik	31
3.1 Parameter-parameter input kristal semikonduktor GaAs	41
3.2 Faktor skala parameter input	42
4.1 Konsentrasi <i>hole</i> pada T=40 K dengan $\mu_p=18 \times 10^{11} \text{ cm}^2/\text{Vs}$	49

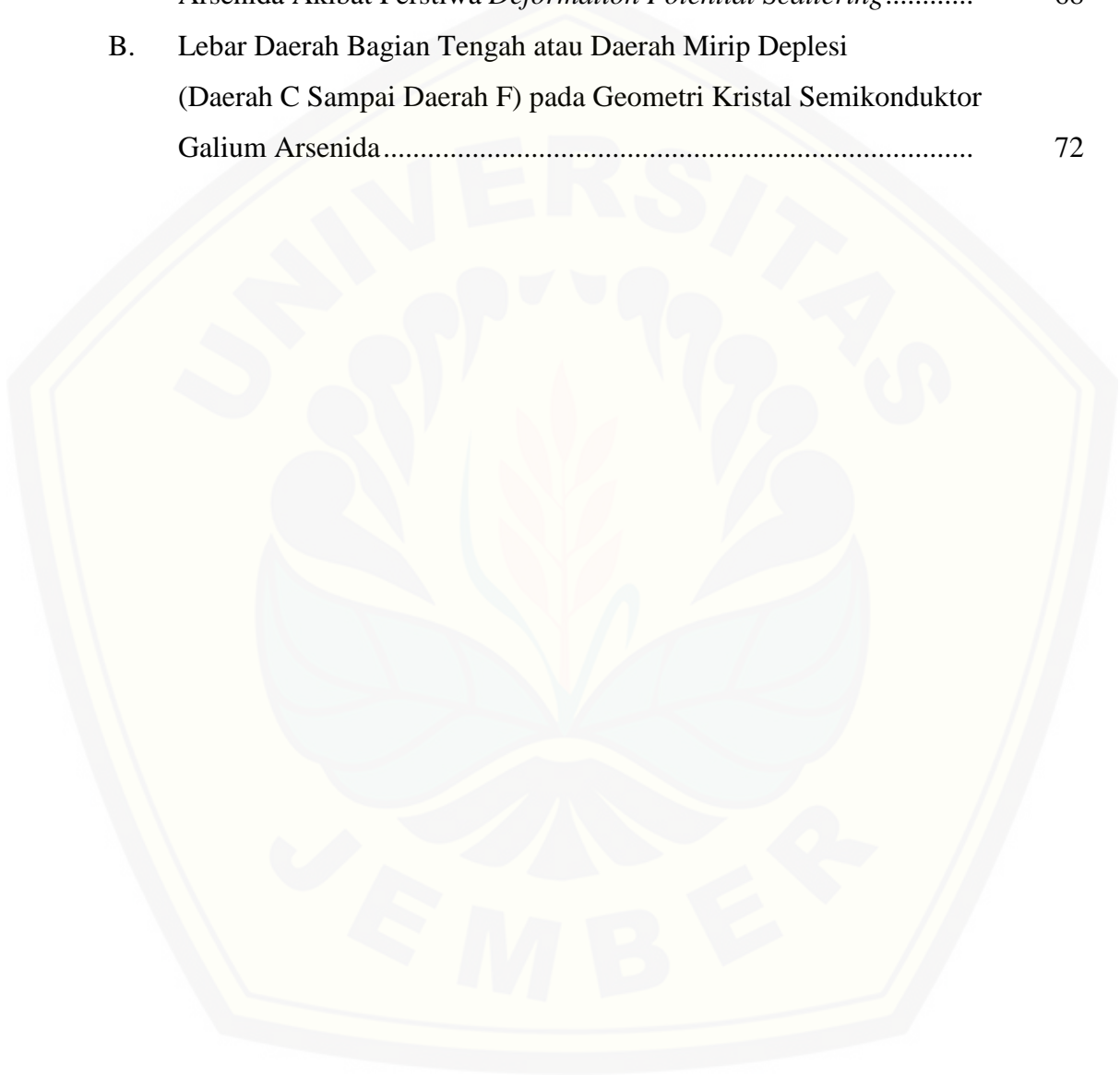
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Celah pita energi untuk Germanium, Silikon, dan Galium Arsenida sebagai fungsi dari temperatur	6
2.2 Diagram pita energi	7
2.3 Ikatan kovalen kristal Silikon	8
2.4 Generasi termal	9
2.5 Ketergantungan konsentrasi pembawa muatan intrinsik terhadap temperatur pada Galium Arsenida	11
2.6 Struktur kristal semikonduktor tipe- <i>n</i> yaitu Silikon (Si) <i>didoping</i> dengan atom Fosfor (P)	13
2.7 Diagram pita energi untuk material tipe- <i>n</i>	14
2.8 Struktur kristal semikonduktor tipe- <i>p</i> yaitu Silikon (Si) <i>didoping</i> dengan atom Boron (B)	16
2.9 Diagram pita energi untuk material tipe- <i>p</i>	16
2.10 Kisi dua dimensi kristal Galium Arsenida	18
2.11 Struktur pita energi	19
2.12 Arus <i>drift</i> pada semikonduktor	20
2.13 Difusi pembawa muatan	23
2.14 Material Galium Arsenida	27
2.15 Struktur kristal	28
2.16 Grafik hubungan antara mobilitas pembawa muatan terhadap temperatur akibat peristiwa hamburan potensial deformasi pada material semikonduktor	31
2.17 Bagian dari analisis domain untuk metode elemen hingga	35
2.18 Pemodelan dan pembagian geometri dioda persambungan <i>p-n</i> pada Silikon menjadi bentuk segitiga-segitiga kecil	35
3.1 Diagram penelitian	39
3.2 Geometri kristal semikonduktor GaAs	40
3.3 Sketsa posisi daerah pengamatan pada kristal semikonduktor GaAs	45

4.1	Pemodelan profil distribusi konsentrasi <i>hole</i> pada material GaAs ketika $T=40$ K akibat peristiwa <i>deformation potential scattering</i> dengan variasi warna merepresentasikan skala nilai konsentrasi <i>hole</i> yaitu 10 pangkat angka pada setiap indeks warna	48
4.2	Kurva karakteristik p-T (konsentrasi <i>hole</i> -temperatur) pada daerah A geometri kristal GaAs akibat peristiwa <i>deformation potential scattering</i>	52
4.3	Kurva karakteristik p-T (konsentrasi <i>hole</i> -temperatur) pada daerah B geometri kristal GaAs akibat peristiwa <i>deformation potential scattering</i>	54
4.4	Kurva karakteristik p-T (konsentrasi <i>hole</i> -temperatur) pada daerah C geometri kristal GaAs akibat peristiwa <i>deformation potential scattering</i>	56
4.5	Kurva karakteristik p-T (konsentrasi <i>hole</i> -temperatur) pada daerah D geometri kristal GaAs akibat peristiwa <i>deformation potential scattering</i>	57
4.6	Kurva karakteristik p-T (konsentrasi <i>hole</i> -temperatur) pada daerah E geometri kristal GaAs akibat peristiwa <i>deformation potential scattering</i>	58
4.7	Kurva karakteristik p-T (konsentrasi <i>hole</i> -temperatur) pada daerah F geometri kristal GaAs akibat peristiwa <i>deformation potential scattering</i>	60
4.8	Kurva karakteristik p-T (konsentrasi <i>hole</i> -temperatur) pada daerah G geometri kristal GaAs akibat peristiwa <i>deformation potential scattering</i>	61
4.9	Kurva karakteristik p-T (konsentrasi <i>hole</i> -temperatur) pada daerah H geometri kristal GaAs akibat peristiwa <i>deformation potential scattering</i>	62

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Pemodelan Profil Distribusi Konsentrasi <i>Hole</i> Kristal Galium Arsenida Akibat Peristiwa <i>Deformation Potential Scattering</i>	68
B. Lebar Daerah Bagian Tengah atau Daerah Mirip Deplesi (Daerah C Sampai Daerah F) pada Geometri Kristal Semikonduktor Galium Arsenida.....	72



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Galium Arsenida (GaAs) merupakan semikonduktor paduan unsur Galium, yang berasal dari golongan IIIA dengan unsur Arsenida, yang berasal dari golongan VA. Jika unsur Silikon (Si) dikenal sebagai unsur yang memiliki struktur kristal *diamond* dan celah pita energi tidak langsung (*indirect bandgap*), maka GaAs dikenal sebagai unsur yang memiliki struktur kristal *zinblende* dan celah pita energi langsung (*direct bandgap*). Struktur celah pita energi ini terdiri dari pita atas yang disebut dengan pita konduksi dan pita bawah disebut dengan pita valensi (Sze dan Kwok, 2007). Pada struktur celah pita energi tidak langsung menunjukkan bahwa nilai minimum pada pita konduksi dan nilai maksimum pada pita valensi berada pada nilai momentum yang berbeda, akan tetapi pada struktur celah pita energi langsung berada pada nilai momentum yang sama (Christou, 2006). Pemisahan energi di antara pita valensi dan pita konduksi disebut dengan celah pita energi (*energy bandgap*). Pada temperatur ruang dan di bawah tekanan atmosfer normal, nilai celah pita energi untuk material yang memiliki tingkat kemurnian tinggi sebesar 1.12 eV untuk Silikon dan 1.42 eV untuk GaAs. Sedangkan, untuk material yang memiliki tingkat *doping* sangat tinggi memiliki nilai celah pita energi lebih kecil (Sze dan Kwok, 2007).

Sejak penelitian terhadap transistor GaAs maka material GaAs menjadi semakin diminati oleh para peneliti untuk diinvestigasi melebihi material Silikon. Hal tersebut disebabkan karena GaAs memiliki banyak keuntungan yang beragam. Misalnya, pada perangkat gelombang mikro analog (*analog microwave*), GaAs dapat digunakan untuk menurunkan *noise* serta menghemat pada pemakaian daya jika dibandingkan dengan Silikon. Keuntungan paling penting dari GaAs adalah kecepatan pembawa muatan. Pergerakan pembawa muatan khususnya elektron pada GaAs sekitar lima kali lebih cepat dibandingkan dengan Silikon. Selain itu, GaAs juga mempunyai resistansi yang tinggi terhadap arus listrik sebelum *didoping* dengan beberapa impuritas atom lain. Oleh karena itu, GaAs dapat digunakan untuk membentuk elemen-elemen sirkuit, dioda pemancar cahaya inframerah (*infrared*

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Material Semikonduktor

Material semikonduktor adalah material yang memiliki sifat-sifat kelistrikan terletak diantara konduktor dan isolator. Sifat-sifat kelistrikan pada material konduktor maupun isolator tidak mudah dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti temperatur, cahaya atau medan magnet, tetapi faktor tersebut sangat berpengaruh terhadap material semikonduktor (Surjono, 2007). Menurut Goetzberger *et al.*, (1998), salah satu parameter yang digunakan untuk mengklasifikasikan material yaitu ditinjau berdasarkan nilai konduktivitas listrik suatu material. Besarnya nilai konduktivitas listrik, material dibedakan menjadi tiga macam yaitu:

1. Material konduktor adalah material yang memiliki nilai konduktivitas listrik $> 10^4 \Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$
2. Material semikonduktor adalah material yang memiliki nilai konduktivitas listrik $(10^4 - 10^{-8}) \Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$
3. Material isolator adalah material yang memiliki nilai konduktivitas listrik $< 10^{-8} \Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$

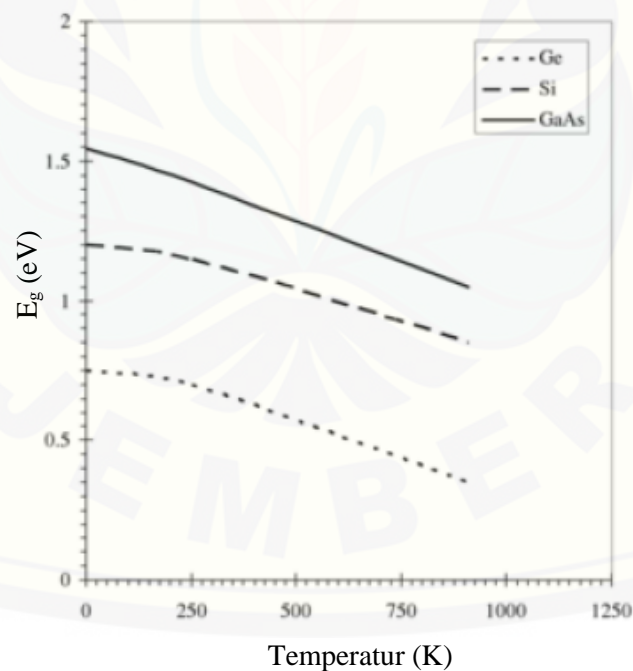
Jika ditinjau dari besarnya nilai konduktivitas listrik, maka material semikonduktor merupakan material yang memiliki nilai konduktivitas listrik berada diantara isolator dan konduktor. Material semikonduktor dapat bersifat sebagai isolator pada temperatur yang sangat rendah, dan bersifat sebagai konduktor pada temperatur ruang. Konduktivitas listrik suatu material dapat dijelaskan menggunakan konsep pita energi. Terdapat dua jenis pita energi yaitu pita konduksi dan pita valensi. Pita konduksi merupakan pita energi yang diisi oleh mayoritas pembawa muatan negatif (elektron) sedangkan pita valensi merupakan pita energi yang diisi oleh minoritas pembawa muatan positif (*hole*). Diantara pita valensi dan pita konduksi terdapat suatu celah yang disebut dengan celah pita energi atau *energy bandgap* (Puri dan Babbar, 2001). Beberapa jenis material semikonduktor beserta nilai celah pita energinya dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Material semikonduktor beserta nilai celah pita energi

Material	Celah Pita Energi (eV)	Material	Celah Pita Energi (eV)
Golongan IV		Golongan III-V	
Si	1,12	GaAs	1,42
Ge	0,66	GaP	2,24
Sn	0,08	GaSb	0,77
		InAs	0,33
		InP	1,29
		InSb	1,16
Golongan II-VI	2,40	Golongan IV-VI	
CdS	2,26	PbS	0,40
ZnTe	-		
ZnS	-		
CdTe	-		

Sumber: Sze & Lee (1985), Subekti (2001).

Sedangkan, untuk pengaruh temperatur terhadap nilai celah pita energi pada material Germanium, Silikon dan Galium Arsenida dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Celah pita energi untuk Germanium, Silikon, dan Galium Arsenida sebagai fungsi dari temperatur (Sumber: Christou, 2006)

Pada material isolator jarak antara pita valensi dan pita konduksi sangat jauh seperti pada Gambar 2.2a. Pada temperatur ruang hanya ada sedikit sekali bahkan

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Pada penelitian ini akan dilakukan kegiatan simulasi untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap distribusi nilai konsentrasi *hole* pada kristal semikonduktor GaAs untuk setiap variasi temperatur dan mobilitas *hole*. Hasil penelitian ini berupa profil distribusi nilai konsentrasi *hole* serta kurva karakteristik hubungan nilai konsentrasi *hole* terhadap temperatur yaitu p-T. Kurva karakteristik p-T diperoleh melalui pengolahan parameter fisis yang telah diketahui. Jenis penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif karena diperoleh berdasarkan perhitungan numerik.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Fisika Komputasi, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember. Kegiatan penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2016 sampai dengan September 2016.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap nilai distribusi konsentrasi *hole* pada kristal semikonduktor GaAs yaitu dengan menerapkan metode elemen hingga (*finite element method*). Metode tersebut dapat dimanfaatkan untuk mencari solusi numerik dari persamaan differensial parsial yang menggambarkan model material semikonduktor. Persamaan differensial parsial meliputi persamaan Poisson dan persamaan Kontinuitas pembawa muatan yang merupakan persamaan dasar pada divais semikonduktor. Model simulasi pada material penelitian ini berupa semikonduktor paduan yaitu kristal semikonduktor GaAs yang merupakan paduan IIIA-VA.

Penelitian ini diawali dengan studi pustaka dari berbagai sumber sebagai dasar untuk kajian dalam penelitian. Selanjutnya dilakukan kegiatan simulasi pada material semikonduktor GaAs. Pada hasil simulasi diperoleh profil distribusi nilai konsentrasi *hole* serta kurva karakteristik p-T pada kristal semikonduktor GaAs.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini diperoleh hasil pemodelan simulasi yang dapat memberikan informasi tentang profil distribusi konsentrasi *hole* kristal GaAs akibat pengaruh temperatur pada peristiwa *deformation potential scattering*. Kemudian dari profil distribusi tersebut, dapat mengetahui besarnya nilai konsentrasi *hole* untuk setiap variasi temperatur serta dapat membuat kurva karakteristik konsentrasi *hole* terhadap temperatur (p-T).

4.1 Pemodelan Distribusi Konsentrasi *Hole* Kristal GaAs Akibat Peristiwa *Deformation Potential Scattering*

Distribusi konsentrasi *hole* yang diperoleh dari penelitian ini dimodelkan dalam bentuk penampang 2 dimensi yang terdiri dari 4 jenis batas, yaitu batas 1 dan batas 4 merupakan batas panjang geometri sedangkan batas 2 dan batas 3 merupakan batas anoda dan katoda. Distribusi nilai konsentrasi *hole* diperoleh dengan memasukan parameter input berupa variasi mobilitas *hole* dan variasi temperatur. Variasi temperatur yang digunakan pada penelitian ini yaitu 40 K, 60 K, 80 K dan 100 K dengan nilai mobilitas *hole* berturut-turut sebesar ($18 \times 10^{11} \mu\text{m}^2/\text{Vs}$), ($10 \times 10^{11} \mu\text{m}^2/\text{Vs}$), ($7 \times 10^{11} \mu\text{m}^2/\text{Vs}$), ($4,5 \times 10^{11} \mu\text{m}^2/\text{Vs}$) yang diperoleh dari hasil penelitian data eksperimen Hill (1970), Mears & Stradling (1971) dan Zschaues (1973). Selanjutnya, dilakukan analisis terhadap nilai konsentrasi *hole* pada setiap variasi temperatur tersebut, kemudian dibandingkan dengan temperatur kontrol yaitu 300 K dengan nilai mobilitas *hole* sebesar $4 \times 10^{10} \mu\text{m}^2/\text{Vs}$. Perbandingan dengan temperatur kontrol ini dilakukan, karena kebanyakan divais elektronika didesain pada temperatur 300 K. Nilai konsentrasi *hole* yang ditinjau pada penelitian ini terdiri dari 8 daerah koordinat yaitu dimulai dari daerah A (anoda [koordinat (0,0640;-0,0065)]), daerah B (dekat anoda [koordinat (0,2850;-0,2020)]), daerah C (bagian tengah geometri [koordinat (0,0639;-0,3260)]), daerah D (bagian tengah geometri [0,3670;-0,3370]), daerah E (bagian tengah geometri [koordinat (0,1540;-0,3560)]), daerah F (bagian tengah geometri [koordinat (0,3670;-0,3600)]), daerah G (dekat katoda [koordinat (0,2550;-0,5010)]) dan daerah

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian simulasi pengaruh temperatur terhadap distribusi konsentrasi *hole* kristal GaAs akibat peristiwa *deformation potential scattering* yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Ketika temperatur divariasikan mulai dari 40 K, 60 K, 80 K, 100 K dan 300 K (sebagai temperatur kontrol), maka nilai konsentrasi *hole* yang diperoleh berbeda-beda tetapi memiliki kecenderungan yang sama. Semakin mendekati katoda, maka nilai konsentrasi *hole* menjadi semakin kecil.
2. Kurva karakteristik pengaruh temperatur terhadap konsentrasi *hole* (p-T) kristal GaAs akibat peristiwa *deformation potential scattering* yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan bahwa untuk daerah A dan daerah B ketika temperatur 40 K menuju 60 K dan 80 K menuju 100 K, diperoleh nilai konsentrasi *hole* yang konstan. Pada daerah C dan daerah D, ketika terjadi peningkatan temperatur maka nilai konsentrasi *hole* menjadi semakin kecil. Akan tetapi untuk daerah E, daerah F dan daerah G, diperoleh nilai konsentrasi *hole* yang semakin besar seiring meningkatnya temperatur. Sedangkan, untuk daerah H diperoleh nilai konsentrasi *hole* yang relatif kecil dan konstan pada saat terjadi peningkatan temperatur.

5.2 Saran

Ada beberapa saran atau masukan yang diberikan oleh peneliti untuk penelitian lebih lanjut, yaitu:

1. Penelitian ini hanya memodelkan profil distribusi konsentrasi *hole* dalam bentuk 2 dimensi, sehingga untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dalam bentuk 3 dimensi,
2. Hasil penelitian ini hanya sampai pada kurva karakteristik pengaruh temperatur terhadap konsentrasi *hole* (p-T), sehingga untuk peneliti selanjutnya dapat dilanjutkan untuk menganalisis kurva karakteristik arus-tegangan (I-V) pada kristal GaAs akibat *deformation potential scattering*.

DAFTAR PUSTAKA

Buku

- Ahmed, S. N. 2015. *Physics & Engineering of Radiation Detection. Second Edition.* Amsterdam: Elsevier Inc.
- Aradhya, R. 2013. *Basic Electronic.* New Delhi: Mc Graw Hill Education (India) Private Limited.
- Berger, L. I. 1997. *Semiconductor Materials.* New York: CRC Press, Inc.
- Böer, K. W. 2010. *Introduction to Space Charge Effects in Semiconductors.* New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Christou, A. 2006. *Reliability Of High Temperature Electronics. Second Edition.* USA: Center for Risk and Reliability.
- Danielsson, E. 2000. *FEMLAB Model Library For Semiconductors Device Model.* Stockholm: The Royal Institute Of Institute.
- Nandita, D & Amitava, D. 2004. *Semiconductor Devices Modelling and Technology.* New Delhi: Prentice Hall of Hindia.
- Fukuda, M. 1999. *Optical Semiconductors Devices.* Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Geotzberger, A., Knobloch, J., Voß, B. *Crystalline Silicon Cells.* Chichester: John Wiley & Sons.
- Godse, A. P. & Bakhsi, U. A. 2009. *Basic Electronics. First Edition.* India: Technical Publications Pune.
- Gupta, K. M. & Gupta, N. 2016. *Advanced Semiconducting Materials and Devices.* SwitZERLAND: Springer Science+Business Media.
- Hill, D. E., A. L. Mears & R. L. Strading, dan K. H. Zschaues. 1987. *Temperature dependence of the hole mobility in GaAs.* Dalam GaAs Devices and Circuits. Editor Michael Shur. New York: Springer Science+Business Media.
- Joshi, D. R. 2010. *Engineering Physics.* New Delhi: Tata McGraw Hill Education Private Limited.
- Kareh, B. EL. 1995. *Fundamentals of Semiconductors Processing Technologies.* New York: Springer Science+Business Media, LLC.

- Linder, S. 2006. *Power Semiconductors*. First Edition. Italy: EPFL Press.
- Liu, Kramer, Indiveri, Delbruck dan Douglas. 2002. *Analog VLSI: Circuits and Principles*. London: Massachusetts Institute of Technology.
- Malvino, A. P. 1979. *Electronic Principles*. New York: Mc Graw-Hill.
- Morkoo, H. 2013. *Nitride Semiconductor Devices Fundamentals and Applications*. Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA, Boschstr. 12, 69469 Weinheim.
- Neaman, D. A. 2007. *Microelectronics: Circuit Analysis and Design*. 3rd Edition. NY: McGraw-Hill.
- Puri, R.K. & Babbar, V. K. 2001. *Solid State Physics & Electronics*. New Delhi: S. Chand & Company LTD.
- Seeger, K. 1989. *Semiconductor Physics An Introduction USA*: Springer-Verlag.
- Sze, S. M & Lee, M. K. 1985. *Semiconductor Device (Physics and Technology)*. United States: John Wiley & Sons Inc.
- Shur, M. 1987. *GaAs Devices and Circuits*. New York: Springer Science+Business Media New York.
- Snowden, C. 1986. *Introduction To Semiconductors Device Modelling*. Singapore: JCS Office Services & Supplies Pte Ltd.
- Subekti, A. 1998. *Elektronika Dasar 1. Bagian I*. Jember: FMIPA UNEJ.
- Subekti, A. 2001. *Sekondutor (Tipe, Energi Gap, dan Statistik)*. Jember: FMIPA UNEJ.
- Subekti, A. 2002. *Semikonduktor (Transportasi Listrik, Generasi dan Rekombinasi)*. Jember: FMIPA UNEJ.
- Subekti, A. 2003. *Diktat Kuliah Semikonduktor*. Jember: FMIPA UNEJ.
- Surjono, H. D. 2007. *Elektronika Teori dan Penerapannya*. Jember: Cerdas Ulet Kreatif.
- Sutrisno. 1986. *Elektronika I Teori Dasar Dan Penerapannya*. Bandung: ITB.

Skripsi/Thesis

- Alviati, N. 2015. *Simulasi Distribusi Konsentrasi Elektron Kristal Semikonduktor GaAs Pada Peristiwa Deformation Potential Scattering Berbasis Metode Elemen Hingga*. Skripsi. Jember: UNEJ.
- Fitriana. 2014. *Simulasi Pengaruh Panjang Gelombang Foton Datang Terhadap Karakteristik I-V Dioda Sel Surya Menggunakan Metode Elemen Hingga*. Skripsi: UNEJ.
- Kusuma, M. S. 2015. *Studi Pengaruh Hamburan Foton Piezoelektrik Akibat Perubahan Temperatur Terhadap Distribusi Konsentrasi Elektron Pada Semikonduktor Gallium Arsenida*. Skripsi: UNEJ.
- Purwandari, E. 2011. *The Study Of Deposition Parameters Optimization On The Simulation Of a-Si:H Solar Cells Efficiency By Investigating The Effect Of Optical Bandgap*. Thesis. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Jurnal

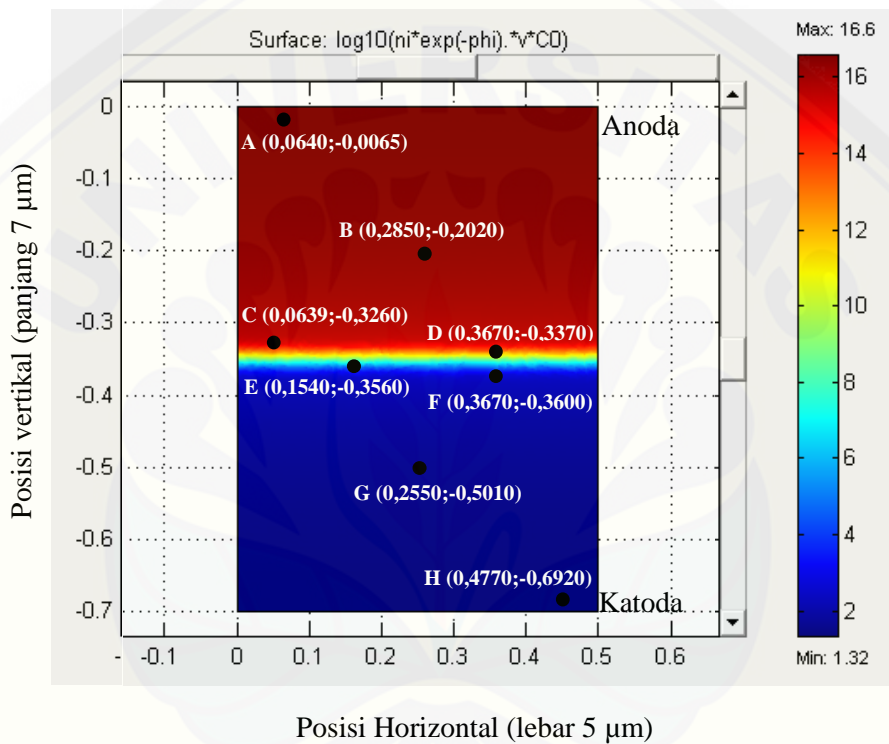
- Lee, J. H., dan Look, D.C. 1983. *Hole transport in pure and Doped GaAs*. J. Appl. Phys., Vol. **54**, No. 8.
- Messias, L. G. O., dan Marega, Jr. 2002. *Hole Transport Characteristic In Pure And Doped GaSb*. Brazilian Journal of Physics, Vol. **32**, No. 2A.
- Pandey, D., Bhattacharjee, A., dan Lenka, T. R. 2013. *Study on Temperature Scattering Mechanism and Mobility Effects in GaN and GaAs HEMTs*. National Institute of Technology, Silchar, Assam, 788010, India.
- Rusdiana, D., Hasanah, L., dan Suhendi, E. 2010. *Mekanisme Hamburan Defek Statis Dan Vibrasi Termal Terhadap Mobilitas Elektron Pada Film Tipis GaN*. Berkala Fisika Vol. **13**., No. 1, Januari 2010, hal 39-44 ISSN: 1410-9662.
- Wenzel, M., Irmer, G., Monecke, J., Siegel, W. 1997. *Hole Mobilities And The Effective Hall Factor In p-type GaAs*. J. Appl. Phys., Vol. **81**, No. 12.

Internet

- Wikipedia. 2016. *Gallium Arsenide*.
https://en.wikipedia.org/wiki/Gallium_arsenide. [Diakses pada 25 Mei 2016].

LAMPIRAN A. PEMODELAN PROFIL DISTRIBUSI KONSENTRASI HOLE KRISTAL GALIUM ARSENIDA AKIBAT PERISTIWA DEFORMATION POTENTIAL SCATTERING

A.1 Pemodelan profil distribusi konsentrasi hole pada material GaAs ketika T=60 K akibat peristiwa deformation potential scattering



Nilai konsentrasi hole pada T= 60 K dengan $\mu_p=10 \times 10^{11} \mu\text{m}^2/\text{Vs}$

Posisi Vertikal	Koordinat	Konsentrasi Hole (μm^{-1})
Daerah A	(0,0640;-0,0065)	$16,58180 \times 10^{16}$
Daerah B	(0,2850;-0,2020)	$16,25540 \times 10^{16}$
Daerah C	(0,0639;-0,3260)	$15,24680 \times 10^{14}$
Daerah D	(0,3670;-0,3370)	$13,45990 \times 10^{11}$
Daerah E	(0,1540;-0,3560)	$6,84543 \times 10^7$
Daerah F	(0,3670;-0,3600)	$5,30186 \times 10^5$
Daerah G	(0,2550;-0,5010)	$1,64462 \times 10^2$
Daerah H	(0,4770;-0,6920)	$1,32823 \times 10^2$