

Karakterisasi Lapisan Tipis GaAs dengan Spektrum Photoluminescence pada Temperatur 300 K dan 77 K

Untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S-1

Program Studi Fisika



Disusun Oleh:

Virginia Fahriza Amaliya

15620019

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2019**



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1372/Un.02/DST/PP.00.9/06/2020

Tugas Akhir dengan judul : KARAKTERISASI LAPISAN TIPIS GaAs DENGAN SPEKTRUM
PHOTOLUMINESCENCE PADA TEMPERATUR 300 K DAN 77 K

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : VIRGINIA FAHRIZA AMALIYA
Nomor Induk Mahasiswa : 15620019
Telah diujikan pada : Kamis, 04 Juni 2020
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

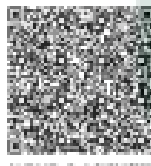
TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Aris Yuriani, S.Si., M.Si., Ph.D.
SIGNED

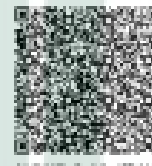
Valid ID: Sc032995555



Penguji I

Dr. Widayanti, S.Si., M.Si.
SIGNED

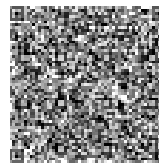
Valid ID: Sc045512753



Penguji II

Cecilia Yumandari, M.Si.
SIGNED

Valid ID: Sc032995555



Yogyakarta, 04 Juni 2020
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Dr. Martono, M.Si.
SIGNED

Valid ID: Sc031126480

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Tugas Akhir ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Yogyakarta,

Nama: Virginia Fahriza Amaliya

NIM : 15620019

MOTTO

Learn from the mistakes in the past, try by using a different way, and always hope for
a successful future.”

(Belajarlh dari kekeliruan di masa lalu, mencoba dengan cara yang berbeda, dan
senantiasa berharap untuk sebuah kesuksesan di masa depan)



HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan untuk:

- Prorogram Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
- Kedua orang tua beserta seluruh keluarga besar
- Kelompok penelitian NanoPhotonics Prince Songkla University yang memberikan dukungan dan membantu dalam penelitian.
- Teman-teman yang mensupport dalam segala hal, Reni Anggraini, Miftahus Salam dan Lisa Destarina.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul KARAKTERISASI LAPISAN TIPIS GaAs DENGAN SPEKTRUM PHOTOLUMINESCENCE PADA TEMPERATUR 300 K DAN 77 K dengan baik dan lancar. Tidak lupa *sholawat* serta salam semoga tetap tercurah kepada Rasulullah Muhammad SAW., semoga kita selalu mendapatkan *syafaatnya* di *yaum alqiyamah*.

Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana strata satu (S-1) Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga. Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Drs. Yudian Wahyudi, M.A., Ph.D., selaku rektor UIN Sunan Kalijaga
2. Dr. Murtono, M.Si., selaku ketua Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga
3. Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, S.Si, M.Si. selaku Kepala Program Studi Fisika.
4. Seluruh dosen Fisika UIN Sunan Kalijaga, yang telah memberikan bimbingan serta ilmunya
5. Anis Yuniati, S. Si., M. Si., Ph.D., selaku dosen pembimbing penulisan skripsi ini, yang dengan sabar selalu mengarahkan serta memberi motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Terimakasih atas kesabaran

serta dan waktu dalam memberikan bimbingan, nasihat, serta ilmunya yang sangat bermanfaat.

6. Assist. Prof. Dr. Paphavee van Dommelen selaku pembimbing penelitian yang telah memberikan ilmu, pikiran, serta tenaganya untuk membantu penulis dalam melakukan penelitian dari awal hingga akhir. Kelompok penelitian NanoPhotonics Prince Songkla University yang memberikan dukungan dan membantu dalam penelitian.
7. Dr. Widayanti, S.Si, M.Si dan Cecilia Yanuarief, M.Si., selaku penguji dalam sidang munaqosah, yang telah memberikan arahan serta bimbingannya.
8. Lisa Destarina dan Afrida Hafizhatul Ulum yang telah membantu penulis selama proses penulisan skripsi sehingga dapat berjalan dengan lancar.
9. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini memiliki banyak kekurangannya. Oleh sebab itu kritik dan saran penulis harapkan demi perbaikan selanjutnya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua pihak dan dapat menjadi sumber referensi yang representatif, dijadikan sebagai referensi dalam melakukan kajian riset.

Yogyakarta, 20 Mei 2020

Penyusun

**KARAKTERISASI LAPISAN TIPIS GaAs
DENGAN SPEKTRUM PHOTOLUMINESCENCE
PADA TEMPERATUR 300 K DAN 77 K**

VIRGINIA FAHRIZA AMALIYA

15620019

INTISARI

Spektrum photoluminescence (PL) dari lapisan tipis GaAs telah ditampilkan yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik umum bahan. Karakter yang diketahui berupa energi foton, tipe transisi radiasi dan energi gapnya. Kemudian dianalisis hubungan antara intensitas dengan panjang gelombang spektrum photoluminescence lapisan tipis GaAs pada temperatur 300 K dan temperatur 77 K menggunakan lensa fokus dan tidak menggunakan lensa fokus.

Alat untuk karakterisasi bahan lapisan tipis dengan prinsip PL antara lain menggunakan *software* coreldraw, visio 2016, laser hijau dengan panjang gelombang 532.0 nm, catu daya laser, lensa fokus 500 mm, spektrometer ocean optics USB 2000, kabel fiber optic berdiameter 2.0 mm, kabel USB, laptop yang diinstal *software* ocean view dan origin pro. Karakterisasi dilakukan pada temperatur 300 K dan 77 K dengan variasi daya mulai dari 40 mW sampai dengan 150 mW.

Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa perubahan besar daya laser tidak berpengaruh terhadap nilai panjang gelombangnya. Besar panjang gelombang dipengaruhi oleh temperatur dimana pada temperatur 300 K nilai panjang gelombangnya adalah 840 nm dan pada temperatur 77 K nilai panjang gelombangnya adalah 790 nm. Hasil perhitungan energi gap pada temperatur 300 K adalah 1,422 eV sedangkan pada temperatur 77 K diperoleh energi gap sebesar 1,519 eV. Hasil perhitungan energi foton pada temperatur 300 K dan 77 K masing-masing sebesar 1,465 eV dan 1,56 eV. *Full Width at Half Maximum* (FWHM) digunakan untuk menentukan tipe transisi, dimana dua puncak pada spektrum sekitar 1,499 eV dan 1,467 eV (300 K), serta 1,564 eV dan 1,559 eV (77 K), ditentukan masing-masing sebagai transisi *band-to-band* dan *Free Exciton* (FE). Hasil yang diperoleh sesuai dengan teori yang ada sehingga dapat disimpulkan bahwa perancangan dan *penset-up* alat karakterisasi ini telah berhasil.

Kata Kunci: Photoluminescence, GaAs, Laser hijau, Energi gap, Energi foton.

**CHARACTERIZATION OF GaAs THIN LAYER WITH
PHOTOLUMINESCENCE PRINCIPLE
AT THE TEMPERATURE OF 300 K AND 77 K**

VIRGINIA FAHRIZA AMALIYA

15620019

ABSTRACT

Photoluminescence (PL) spectra from GaAs thin layer is presented to find out the general characteristics of the material. The characters was known are photon energy, radiation transition type and gap energy. Then analyzed the relationship between intensity and wavelength spectrum of photoluminescence GaAs thin films at a temperature of 300 K and a temperature of 77 K using a focus lens and not using a focus lens.

The design and setting up of tools for the characterization of thin films has been carried out based on the principle of photoluminescence (PL). Designing tools process used Corel Draw and Visio 2016 software. Tools used in characterization include green laser with a wavelength of 532.0 nm, laser power supply, 500 mm focus lens, ocean optics USB 2000 spectrometer, fiber optic cable, USB cable, laptop software installed ocean view and origin pro. The thin film material which was characterized is GaAs. Characterization was carried out at temperatures of 300 K and 77 K with power variation in range 40 mW - 150 mW.

The results showed that laser power variation does not affect the emitted wavelength. Otherwise, temperature affect the wavelength. The emitted wavelength is 840 nm at 300 K and 790 nm at 77 K. The value of gap energy at 300 K is 1.422 eV while at temperature 77 K is 1.519 eV. The photon energy at temperatur of 300 K and 77 K were 1.465 eV and 1.422 eV, respectively. *Full Width at Half Maximum* (FWHM) was used to determine the type of transition, which two peaks in the spectrum are around 1,499 eV and 1,467 eV at 300 K, while at 77 K is 1,564 eV and 1,559 eV, determined respectively as a band-to-band transition and Free Exciton (FE). The following results are in good agreement with existing theories so that this characterization tools development has been successful.

Key words: Photoluminescence, GaAs, Green laser, Gap energy, Photon energy.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
INTISARI	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR LAMPIRAN TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN GAMBAR	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Batasan Penelitian	7
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB II LANDASAN TEORI	10
2.1 Tinjauan Pustaka	10
2.2 Landasan Teori	12
2.2.1 Semikonduktor	12
2.2.2 GaAs (Gallium Arsenide)	21
2.2.3 Photoluminescence Bahan Semikonduktor	25
2.2.4 Laser Hijau 532.0 nm	29
2.2.5 Spektrometer Ocean Optics USB2000+	31
2.2.6 Ocean View	32
2.2.7 Wawasan Al-Quran Tentang Karakterisasi yang Memanfaatkan Cahaya	34
2.2.8 Mengetahui Karakteristik Bahan sebagai Pengetahuan dalam Islam	36
BAB III METODE PENELITIAN	38
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	38
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	38
3.2.1 Alat Penelitian	38
3.2.2 Bahan Penelitian	40

3.3	Prosedur Penelitian	40
3.3.1	Studi Literatur	41
3.3.2	Perancangan Alat Karakterisasi Lapisan Tipis GaAs	42
3.3.3	Pen- <i>set up</i> -an Alat Karakterisasi Lapisan Tipis GaAs	43
3.3.4	Pengujian Alat Karakterisasi pada Lapisan Tipis GaAs	43
3.3.5	Analisis Data	46
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1	Hasil	49
4.1.1	Perancangan dan Pen- <i>set up</i> -an Alat Karakterisasi Lapisan Tipis GaAs dengan Spektrum Photoluminescence pada Variasi Temperatur	49
4.1.2	Pengujian Alat Karakterisasi Lapisan Tipis GaAs dengan Photoluminescence Pada Temperatur 300 K dan Temperatur 77 K dengan Variasi Daya	51
4.1.3	Perhitungan Energi Gap Lapisan Tipis GaAs pada Temperatur 300 K dan Temperatur 77 K	52
4.1.4	Perhitungan Energi Foton Spektrum Photoluminescence Lapisan Tipis GaAs pada Temperatur 300 K dan Temperatur 77 K	53
4.1.5	Analisis Hubungan antara Intensitas dan Panjang Gelombang Spektrum Photoluminescence Lapisan Tipis GaAs pada Temperatur 300 K dan Temperatur 77 K Menggunakan Lensa Fokus dan Tidak Menggunakan Lensa Fokus	54
4.2	Pembahasan	58
4.2.1	Perancangan dan Pen- <i>set up</i> -an Alat Karakterisasi Lapisan Tipis GaAs dengan Spektrum Potoluminescence pada Variasi Temperatur	58
4.2.2	Pengujian Alat Karakterisasi Lapisan Tipis GaAs dengan Spektrum Potoluminescence pada Variasi temperatur	60
4.2.3	Perhitungan Energi Gap Lapisan Tipis GaAs pada Temperatur 300 K dan Temperatur 77 K	62
4.2.4	Perhitungan Energi Foton Spektrum Photoluminescence Lapisan Tipis GaAs pada Temperatur 300 K dan Temperatur 77 K	63
4.2.5	Analisis Hubungan antara Intensitas dan Panjang Gelombang Spektrum Photoluminescence Lapisan Tipis GaAs pada Temperatur 300 K dan Temperatur 77 K Menggunakan Lensa Fokus dan Tidak Menggunakan Lensa Fokus	64
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	67
4.1	Kesimpulan	67
4.2	Saran	69
DAFTAR	PUSTAKA	70

LAMPIRAN 74
CURRICULUM VITAE 115



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Penjualan Industri Elektronik Berbasis Semikonduktor Tahun 2017 sampai Tahun 2019	2
Tabel 2.1 Penelitian-penelitian yang Berkaitan	10
Tabel 2.2 Energi gap pada semikonduktor (Mikrajudin, 2010)	18
Tabel 2.3 Daftar material semikonduktor paduan golongan III-V (Mula, 2013)	23
Tabel 2.4 Spesifikasi Laser hijau MGL-DS-532	31
Tabel 3.1 Alat untuk Perancangan Alat Karakterisasi Lapisan Tipis GaAs	38
Tabel 3.2 Bahan Pengujian Alat Karakterisasi Lapisan Tipis GaAs	40
Tabel 3.3 Energi gap Lapisan Tipis GaAs pada temperatur dengan variasi power	47
Tabel 4.1 Panjang Gelombang Lapisan Tipis GaAs pada temperatur dengan variasi daya	51



TABEL GAMBAR

Tabel Gambar 2.1 Diagram tingkat energi bahan semikonduktor (a) pada temperatur 0 K dan (b) pada temperatur di atas 0 K. (Surantoro, 2012)	13
Tabel Gambar 2.2 Skematik representasi pita energi dari (a) Konduktor, (b) Semikonduktor dan (c) Isolator (Pradita, 2015)	15
Tabel Gambar 2.3 Struktur energi band dari (a) <i>indirect band gap</i> Si dan (b) <i>direct band gap</i> GaAs (Surantoro, 2012)	16
Tabel Gambar 2.4 Grafik band gap GaAs dan Si terhadap fungsi temperatur (Surantoro, 2012)	18
Tabel Gambar 2.5 Struktur kristal GaAs (S.M.Sze, 1985)	22
Tabel Gambar 2.6 Skema diagram dari sistem MBE	24
Tabel Gambar 2.7 Teknik-teknik karakterisasi optik (Dieter K. Achroder, 1990)	25
Tabel Gambar 2.8 Skema ilustrasi proses photoluminescence pada GaAs	27
Tabel Gambar 2.9 Transisi Radiasi yang diamati Photoluminescence	28
Tabel Gambar 2.10 Bentuk fisis Laser iJau 532.0 nm	30
Tabel Gambar 2.11 Bentuk Fisis Ocean Optics USB2000+ (datasheet, 2010)	32
Tabel Gambar 2.12 <i>Software</i> Ocean View	33
Tabel Gambar 3.1 Tahapan-tahapan Penelitian	41
Tabel Gambar 3.2 Diagram blok alat	42
Tabel Gambar 3.3 Tahapan-tahapan Pengujian	44
Tabel Gambar 3.4 Cara menghitung nilai FWHM dari intensitas maksimum Spektrum	47
Tabel Gambar 3.5 Band gap lapisan tipis GaAs terhadap fungsi temperatur	48
Tabel Gambar 3.6 Grafik hubungan panjang gelombang (nm) dan energi foton (eV) dengan Intensitas (counts)	48
Tabel Gambar 4.1 Rancangan Alat	49
Tabel Gambar 4.2 Rangkaian Alat	50
Tabel Gambar 4.3 Tampilan Spektrum Photoluminescence pada <i>Software</i> OceanView	50
Tabel Gambar 4.4 Grafik band gap lapisan tipis GaAs terhadap fungsi temperatur ..	52
Tabel Gambar 4.5 Grafik hubungan panjang gelombang (nm) dan energi foton (eV) dengan intensitas (Counts) pada temperatur 300 K pada variasi daya power laser menggunakan lensa fokus	53
Tabel Gambar 4.6 Grafik hubungan panjang gelombang (nm) dan energi foton (eV) dengan intensitas (Counts) pada temperatur 77 K pada variasi power laser menggunakan lensa fokus	54
Tabel Gambar 4.7 Grafik hubungan panjang gelombang (nm) dan energi foton (eV) dengan intensitas (Counts) pada temperatur 300 K pada variasi	

	daya power laser tanpa menggunakan lensa fokus	55
Tabel Gambar 4.8	Grafik hubungan panjang gelombang (nm) dan energi foton (eV) dengan intensitas (Counts) pada temperatur 77 K pada variasi power laser tanpa menggunakan lensa fokus	56
Tabel Gambar 4.9	Grafik hubungan antara intensitas (Counts) dan panjang gelombang (nm) yang dianalisis menggunakan lensa fokus dan tanpa menggunakan lensa fokus pada daya laser yang sama (a) plot skala linear dan (b) normalisasi spektrum PL	57



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan peralatan modern berbasis komputer atau elektronik di era globalisasi saat ini telah berkembang dengan pesat. Penggunaan peralatan elektronika yang telah meluas ke berbagai bidang kehidupan yang semakin sederhana sangat berguna untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia. Seiring adanya kemudahan – kemudahan peralatan yang semakin berkembang tidak lepas dari sumbangan teknologi peralatan menggunakan komponen elektronika.

Pada umumnya bahan dasar yang digunakan untuk membuat komponen elektronika adalah semikonduktor. Bahan semikonduktor yang sering dikenal contohnya adalah Silikon (Si), Germanium (Ge) dan Gallium Arsenida (GaAs). Silikon dan Germanium menjadi bahan semikonduktor yang sering digunakan karena bahan ini mudah didapat di alam.

Contoh umum pemanfaatan semikonduktor pada komponen elektronika yakni seperti sensor, dioda, transistor, IC (*integrated circuit*), dan lain sebagainya. Statistik industri terbaru dari World Semiconductor Trade Statistic (WSTS) tahun 2020 menunjukkan bahwa *penjualan* industri elektronik berbasis semikonduktor terus meningkat tiap tahunnya. Data pertumbuhan elektronika berbasis semikonduktor di pasar semikonduktor global 3 tahun terakhir dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data Penjualan Industri Elektronik Berbasis Semikonduktor Tahun 2017 sampai Tahun 2019

Produk	Jumlah dalam US\$M			Pertumbuhan dari tahun ke tahun %		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Semikonduktor diskrit	21.651	24.194	25.144	11,5	11,7	3,9
Optoelektronik	34.813	38.715	41.354	8,8	11,2	6,8
Sensor	12.571	13.402	14.091	16,2	6,6	5,1
IC (Integrated Circuit)	343.186	401.625	409.553	24,0	17,0	2,0
Produk Total	412.221	477.936	490.142	21,6	15,9	2,6

Sumber: (World Semiconductor Trade Statistic, 2019)

Penjualan elektronik berbasis semikonduktor dari tabel 1.1 di atas menunjukkan bahwa 3 tahun terakhir didominasi oleh produk optoelektronik dan IC. Piranti optoelektronik di sini yakni termasuk LED (*Light Emitting Dioda*), LCD (*Liquid Crystal Display*), Photo Dioda, Photo Transistor, dan lain sebagainya.

Pada penelitian ini dipilih semikonduktor GaAs, yang mana GaAs memiliki sifat listrik dan optik yang berbeda dengan Silikon. Perangkat GaAs relatif tidak sensitif terhadap panas yang berlebih, dikarenakan GaAs memiliki energi band gap yang lebih luas dan cenderung membuat sedikit noise (gangguan) pada sirkuit elektronik daripada silikon, terutama pada frekuensi yang tinggi. Selain itu, GaAs memiliki band gap langsung, yang berarti bahwa senyawa ini dapat digunakan untuk menyerap dan memancarkan cahaya secara efisien. Sedangkan silikon memiliki band gap tidak langsung dan karena itu silikon relatif buruk dalam memancarkan cahaya. Oleh karena itu GaAs lebih mudah diamati pancaran cahayanya.

LED (*Light Emitting Dioda*) dan Photodioda merupakan contoh optoelektronik yang dibuat dari semikonduktor GaAs. LED yang memanfaatkan GaAs lebih unggul dibandingkan dengan Si atau Ge. Hal ini dikarenakan pada LED proses

pembentukan elektron-hole bersifat reversibel, sehingga energi cahaya akan dipancarkan pada saat terjadi rekombinasi elektron-hole. Pada Si dan Ge umumnya rekombinasi elektron-hole terjadi pada cacat kristal, tetapi pada GaAs elektron langsung terjatuh ke hole sambil memancarkan cahaya, sehingga cahaya dapat langsung terpancar ketika dialiri tegangan maju. Selain itu tegangan maju yang diberikan untuk LED bahan GaAs tergolong lebih rendah daripada LED bahan Si.

Pemanfaatan semikonduktor GaAs lainnya yakni Dioda Gunn yang ditemukan oleh J.B. Gunn pada tahun 1963. Dioda Gunn merupakan sebuah keping (*chip*) GaAs dengan sepasang kontak ohmik sebagai terminal (Reka Rio, 1999). Dioda Gunn ini merupakan jenis dioda yang tidak memiliki P-N junction, sehingga hanya terdiri dari dua elektroda. Dioda jenis ini dapat digunakan untuk menghasilkan sinyal gelombang mikro.

Lapisan tipis bahan GaAs ini dapat ditumbuhkan dengan berbagai metode seperti *Metalorganic Chemical Vapor Deposition* (MOCVD), *Chemical Vapor Deposition* (CVD), *Molecular Beam Epitaxy* (MBE), Sputtering dan lain-lain. Teknik penumbuhan *Molecular Beam Epitaxy* (MBE) dipilih sebagai teknik penumbuhan lapisan tipis GaAs yang digunakan dalam penelitian ini. Penumbuhan lapisan dari epitaksi berkas molekul hampir tidak bergantung pada titik leleh, sehingga dimungkinkan penumbuhan GaAs membentuk hubungan *hetero*. Struktur *hetero* yang terbentuk pada material GaAs dengan material lain dapat digunakan untuk aplikasi divais-divais kuantum. Struktur sumur kuantum berbasis GaAs berpotensi untuk aplikasi laser yang dapat mengemisikan panjang

gelombang IR (*infrared*). Sumur kuantum AlGaAs/GaAs/AlGaAs telah diaplikasikan pada divais laser yang dapat mengemisikan panjang gelombang 827 nm (Stecki, 1995).

Sifat isolator atau sifat konduktor dari bahan semikonduktor dapat diketahui melalui karakteristiknya. Karakter dari bahan semikonduktor dapat diketahui dengan melakukan karakterisasi. Dengan melakukan karakterisasi, maka karakter dari bahan semikonduktor khususnya GaAs yang ditumbuhkan dengan teknik MBE dapat diketahui. Adapun beberapa teknik karakterisasi secara optik pada bahan semikonduktor yakni: cahaya emisi, cahaya refleksi, cahaya absorpsi dan cahaya transmisi (Surantoro, 2012). Pada penelitian ini akan dipilih karakterisasi secara optik dengan cahaya emisi.

Karakterisasi dengan cahaya emisi pada bahan semikonduktor ada 3, yakni: Photoluminescence, Raman Spectroscopy dan Ultraviolet Photoelektron Spectroscopy. Photoluminescence (PL) dipilih sebagai teknik karakterisasi secara optik dengan cahaya emisi. Hal ini dikarenakan Photoluminescence merupakan teknik karakterisasi tanpa kontak yang tidak merusak bahan semikonduktor. Sedangkan Raman dan Ultraviolet Photoelektron Spectroscopy jika disinari laser dalam waktu yang cukup lama dapat merusak ikatan molekul bahan sehingga mengganggu karakter fisis. Selain itu untuk mengetahui sifat umum dari bahan GaAs cukup dengan menggunakan teknik photoluminescence yang menggunakan cahaya tampak dengan panjang gelombang sekitar 380 nm sampai 700 nm. Sedangkan untuk mengetahui struktur kristal dapat menggunakan Raman dan Ultraviolet Photoelektron Spectroscopy yang panjang gelombangnya lebih tinggi.

Luminescence dari bahan semikonduktor yang ditimbulkan oleh foton, biasanya foton yang digunakan adalah Laser. Pada penelitian ini digunakan laser hijau 532.0 nm. Kemudian diketahui panjang gelombang luminescence dari GaAs. Panjang gelombang luminescence dari bahan semikonduktor ini lebih besar dari pada panjang gelombang Laser hijau. Panjang gelombang yang diketahui digunakan untuk menghitung besar energi foton yang menunjukkan karakteristik umum bahan. Dimana energi foton merupakan hasil dari penyerapan partikel energi yang tinggi dari sinar tampak yang terletak pada rentang panjang gelombang 380nm - 780nm dan menyebabkan molekul lebih mudah bergerak akibat meningkatnya temperatur. Hal inilah yang menjadi sebab mengapa bahan semikonduktor bisa menjadi penghantar panas ketika dipanaskan. Nilai *Full Width at Half Maximum* (FWHM) yang merupakan lebar dari kurva panjang gelombang dihitung dan digunakan untuk mengetahui tipe transisi radiasi. Selain itu perubahan temperatur yang diketahui digunakan untuk menghitung energi gap. Energi gap ini juga yang akan menunjukkan sifat umum dari bahan, apakah bahan tersebut bersifat konduktor, isolator atau semikonduktor.

Pada penelitian ini alat karakterisasi lapisan tipis semikonduktor GaAs menggunakan teknik photoluminescence untuk mengetahui karakteristik bahan lapisan tipis, diuji dengan daya yang diberikan pada bahan sebesar 40mW hingga 150mW untuk mengetahui ketergantungan besar intensitas foton terhadap perubahan spektrum PL. Temperatur 300 K dan temperatur 77 K juga dipilih berdasarkan pertimbangan untuk memudahkan dalam penelitian. Perubahan temperatur dianalisa untuk mengetahui ketergantungan temperatur terhadap

perubahan spektrum PL yang digunakan untuk menghitung energi gap dan energi foton yang merupakan karakteristik umum bahan apakah sesuai dengan teori literatur.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas rumusan masalah yang didapat yakni:

1. Berapa besarnya energi gap bahan lapisan tipis GaAs pada temperatur 300 K dan temperatur 77 K?
2. Berapa besar energi foton bahan lapisan tipis GaAs pada temperatur 300 K dan temperatur 77 K?
3. Berapa nilai dan analisis FWHM spektrum photoluminescence pada temperatur 300 K dan temperatur 77 K?
4. Bagaimana hubungan antara intensitas dengan panjang gelombang spektrum photoluminescence pada temperatur 300 K dan temperatur 77 K menggunakan lensa fokus dan tidak menggunakan lensa fokus?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menghitung energi gap lapisan tipis GaAs pada temperatur 300 K dan temperatur 77 K.
2. Menghitung energi foton lapisan tipis GaAs pada temperatur 300 K dan temperatur 77 K.
3. Menghitung dan menganalisa FWHM lapisan tipis GaAs pada temperatur 300 K dan temperatur 77 K.

4. Menganalisis hubungan antara intensitas dengan panjang gelombang spektrum photoluminescence lapisan tipis GaAs pada temperatur 300 K dan temperatur 77 K menggunakan lensa fokus dan tidak menggunakan lensa fokus.

1.4 Batasan Penelitian

Penelitian akan dibatasi dengan hal-hal berikut untuk menghindari meluasnya obyek kajian, yaitu:

1. Laser yang digunakan untuk mengetahui spektrum PL adalah laser hijau dengan panjang gelombang 532.0 nm.
2. Spektrometer yang digunakan Spektrometer Ocean Optics USB2000+, karena spektrometer ini mampu membaca panjang gelombang mulai dari 200 sampai dengan 1100 nm.
3. Variasi daya laser yang dikenakan mulai dari 40 mW sampai dengan 150 mW.
4. Software spektroskopi yang digunakan untuk menampilkan panjang gelombang dan intensitas spektrum PL adalah *Ocean View*.
5. Karakteristik semikonduktor GaAs yang diamati berupa besar energi gap, tipe transisi radiasi dan energi foton.

1.5 Manfaat Penelitian

Terkait dengan hasil karakterisasi terhadap bahan lapisan tipis yang digunakan jika panjang gelombang dari spektrum photoluminescence lapisan tipis GaAs berhasil diamati, maka akan dapat memberikan informasi terkait besar nilai energi foton dan nilai energi gap pada temperatur 300 K dan 77 K. Energi foton dan energi gap ini menunjukkan sifat dari bahan yang dapat dicocokkan dengan teori yang ada. Jika diperoleh hasil yang sesuai dengan teori maka dapat disimpulkan

bahwa perancangan dan *penset-up* alat untuk karakterisasi telah berhasil dilakukan.

Penelitian ini juga dapat digunakan sebagai acuan dalam pengembangan yang terus dilakukan dalam studi photoluminescence, sehingga dapat dilakukan karakterisasi bahan semikonduktor lainnya dengan teknik emisi cahaya spektrum photoluminescence pada variasi temperatur rendah sampai dengan temperatur tinggi.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pembahasannya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat karakterisasi lapisan tipis GaAs untuk mendukung karakterisasi optik telah berhasil dirancang dan *diset up* menggunakan *software CorelDraw*. Alat karakterisasi GaAs untuk mendukung karakterisasi optik telah berhasil *diset up* sesuai rancangan menggunakan beberapa komponen antara lain laser power digital, laser hijau 532.0 nm, fokus lensa, fiber collimator adapter, kabel fiber optik, spektrometer dan laptop. Hasil karakterisasi optik dapat dilihat pada layar PC atau laptop.
2. Alat karakterisasi berhasil di uji dan hasil pengujian berupa grafik dan nilai data besar nilai panjang gelombang spektrum photoluminescence. Panjang gelombang pancaran foton ini yang diukur dipengaruhi temperatur, semakin tinggi temperatur, maka panjang gelombang pancaran foton semakin besar. Dibuktikan pada daya laser yang diberikan besarnya sama yakni 40mW, untuk temperatur 300 K besar nilai panjang gelombang sebesar 843.43nm, sedangkan pada temperatur 77 K besar nilai panjang gelombang sebesar 795.37nm.
3. Energi gap dihitung dengan memasukkan nilai besar temperatur pada material lapisan tipis GaAs. Hasil pengukuran pada temperatur 77 K besar energi gap sebesar 1,519 eV, untuk temperatur 300 K besar energi gap

sebesar 1,422 eV. Dapat dikatakan demikian bahwa hasil penelitian ini sesuai dengan teori.

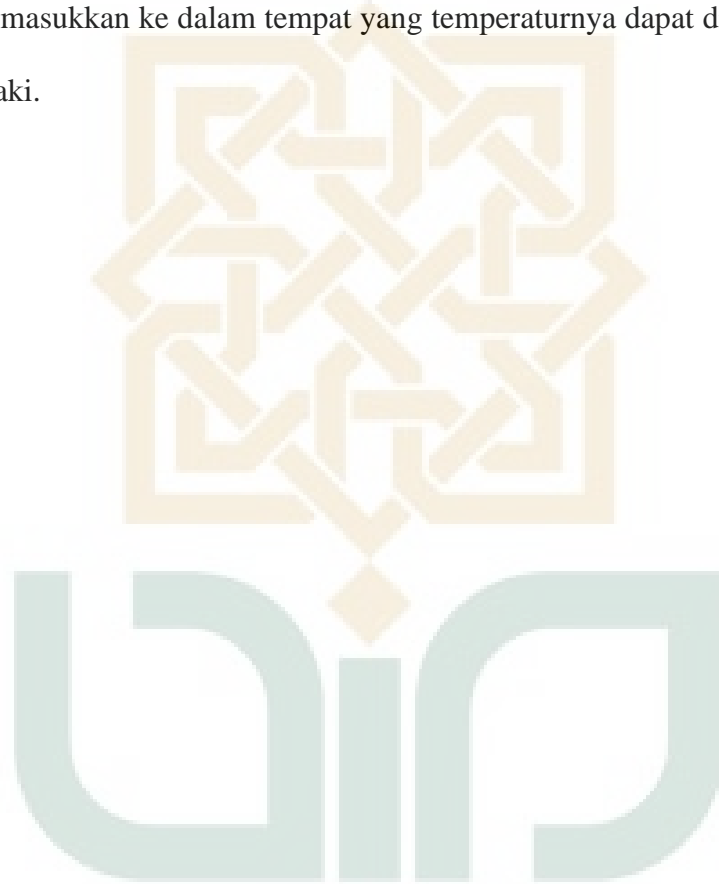
4. Besar energi foton berbanding terbalik dengan panjang gelombang. Semakin besar nilai panjang gelombang, maka semakin kecil nilai energi fotonnya. Hasil perhitungan pada temperatur 77 K besar energi foton sebesar 1,56 eV, sedangkan pada temperatur 300 K besar energi foton sebesar 1,465 eV.
5. Hasil analisis data didapat bahwa intensitas sinar laser hijau hanya mempengaruhi besar intensitas spektrum photoluminescence yang dihasilkan oleh material GaAs. Semakin tinggi intensitas sinar sumber yang diberikan, maka akan menghasilkan banyak foton yang berinteraksi. Foton yang berinteraksi ini akan menambah besar intensitas foton yang memiliki spektrum panjang gelombang terukur. Intensitas spektrum photoluminescence difokuskan menggunakan lensa fokus 500mm, sehingga sinar dapat tepat masuk ke fiber optik (tidak berhambur) dan intensitas yang ditangkap lebih besar. *Full Width at Half Maximum* (FWHM) digunakan untuk menentukan tipe transisi, dimana dua puncak pada spektrum PL sekitar 1,499 eV dan 1,467 eV (300 K), serta 1,564 eV dan 1,559 eV (77 K), ditentukan masing-masing sebagai transisi *band-to-band* dan *Free Exciton* (FE).

4.2 Saran

Penelitian yang telah dilakukan masih sebatas pengujian intensitas dan panjang gelombang spektrum photoluminescence pada temperatur 300 K dan

temperatur 77 K. Oleh karena itu perlu dilakukan pengembangan dan pengujian dengan temperatur yang bervariasi. Sehingga dapat diketahui kinerja bahan dari berbagai temperatur.

Bagi penelitian selanjutnya jika ingin menggunakan karakterisasi photoluminescence dengan sampel dan temperatur yang bervariasi, disarankan sampel dimasukkan ke dalam tempat yang temperaturnya dapat diatur sesuai yang dikehendaki.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2004. *Molecular Beam epitaxy*. Diakses 12 Februari 2020 dari <https://www.aps.org/units/fiap/meetings/presentations/upload/ploog.pdf>.
- Anonim. 2010. *USB 2000+ Fiber Optics Spectrometer Installation and Operation Manual*. Diakses 19 Desember 2019 pada <https://sisu.ut.ee/sites/default/files/optika/files/usb2000-operating-instructions1.pdf>.
- Anonim. 2013. *532 nm High Stability Laser Series*. Diakses pada 19 Desember 2019 pada http://www.cnilaser.com/high_stability_laser532.htm.
- Anonim. 2016. *StellarNet Blue Wave Spec*. Diakses 19 Desember 2019 pada <https://www.stellarnet.us/stellarnet-blue-wave-spec/>.
- Anonim. 2018. *Pengertian dan Penjelasan Sifat Bahan Listrik*. Diakses 24 Desember 2019 pada <https://www.andalanelektro.id/2018/08/pengertian-dan-penjelasan-sifat-bahan-listrik.html>.
- Adyana, I. G. A. P, Suarbawa, K. N, Sukarasa, I. K. 2007. Pengaruh Ketebalan Lapisan Penyangga GaN Terhadap Struktur Kristal dan Sifat Optik Film Tipis GaN ditumbuhkan dengan Metode Pulsed Laser Deposition. *Indonesian Journal of Materials Science*, **Vol.11 No.1 Oktober 2009**: 42-46.
- Ariswan. 2016. *Modul 1 Kuliah Semikonduktor*. Diakses 24 Januari 2020 dari <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pendidikan/ariswan-msi-dea-dr/kul-semikonduktor-modul-1.pdf>.
- Cho, A.Y. Morphology of Epitaxial Growth of GaAs by A Molecular Beam Method: The Observation of Surface Structures. *Journal of Applied Physics*. No. 41 (1970): 2780-2786.
- Dean, P. J. 1982. Photoluminescence as a Diagnostics of Semiconductors. *Prog. Crystal Growth Charact*, **Vol. 5 No. 1-2 1982**: 89-174.
- Fatmasari, K. 2018. *Sifat Listrik dan Optik Lapisan Tipis Bahan Semikonduktor $SN(s0,5te0,5)$, $SN(s0,4te0,6)$, dan $SN(s0,2te0,8)$ Hasil Preparasi dengan Teknik Evaporasi Termal untuk Aplikasi Sel Surya*. (Tugas Akhir). Jurusan Fisika, FMIPA, UNY, Yogyakarta.
- Handini, W. 2008. *Photovoltaic*. Diakses 12 Februari 2020 dari <http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/124980-R040854-Performa%20sel-Literatur.pdf>.

- Huda, C. 1999. *Pengembangan Perangkat Lunak dan Perangkat Keras Spektrometer Fotoluminesensi Suhu Rendah*. (Tesis). Jurusan Fisika, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Hyonju, K., Andersson, T. G., Chauveau, J. M., Trampert, A. 2003. Characterization of the GaN/ GaAs/ GaN Structure Grown by Molecular Beam Epitaxy. *Solid-State Electronics*, **Vol. 47 No. 3 March 2003**: 539-542.
- Indra, B. 2017. *Proteksi Radiasi*. Diakses 20 Desember 2019 pada <https://www.slideshare.net/brahmaindra/proteksi-radiasi-75179036>.
- Karbita, N. K., Abanat, N. Y., Dacosta, P. A. V., Lagakora, R., Tuto, N. I. 2016. *Laser Sebagai Aplikasi Teori Borh Tentang Lintasan Diskrip Elektron*. (Makalah). Prodi Pendidikan Fisika, Universitas Katolik Widya Mandira Kupang, Kupang.
- Kementrian Agama RI. 2014. *Al-Quran Terjemah dan Tajwid* (Cetakan Pertama). PT Sigma Examedia Arkaleema. Bandung.
- Kudo, K. Photoluminescence Spectra of Undoped GaAs Grown by Molecularbeam Epitaxy at Very High and Low Substrate Temperatures. *Journal of Applied Physics*, **Vol.59 No.888 Oktober 1985**: 888-891.
- Lamberti, C. 2008. *Characterization of Semiconductor Heterostructures and Nanostructures* (1st ed). Elsevier publications. UK.
- Mansur, M. H. 2016. *Sifat Partikel dan Gelombang*. Diakses 12 Februari 2020 pada <https://www.slideshare.net/mhharismansur/sifat-partikel-dan-gelombang-62534816>.
- Mikrajuddin, A., Khairurijal. 2010. *Karakterisasi Nano material Teori, Penerapan, dan Pengolahan Data* (1st ed). CV. Rezeki Putra. Bandung.
- Nugraha, A. T. 2019. *Semiconductor Tipe P dan Tipe N*. Diakses 24 Februari 2020 pada <https://lecturer.ppns.ac.id/anggaratnugraha/2019/10/02/semiconductor-tipe-p-dan-tipe-n-read-more-at-httpselektronika-dasar-web-idsemiconductor-tipe-p-dan-tipe-n-copyright-elektronika-dasar/>.
- Purnamasari, I. 2010. *Pengukuran Efek Temperatur Terhadap Resistansi Internal Dioda Semikonduktor*. (Skripsi). Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin, Makassar.
- Qurashi, U. S., Iqbal, M. Z., Anderson, T. G. 1996. Photoluminescence Study of Al doping in GaAs Grown by Molecular Beam Epitaxy. *Journal of Applied Physics*, **Vol.80 No.10 Desember 1996**: 5952-5940.

- Rio, S.R., M, I. 1982. *Fisika dan Teknologi Semikonduktor* (Cetakan ke-3). PT Pradnya Paramita. Jakarta.
- Romlah. 2011. *Ayat-ayat Al-Quran dan Fisika* (Cetakan Pertama). Harakindo Publishing. Bandar Lampung.
- Royani, I., Monado, F. 2000. Studi Awal Pengembangan Sistem Pengukuran Photoluminescence Menggunakan Detektor CCD. *Jurnal Penelitian Sains*. **Vol. No.7 April 2000**: 32-40.
- Rustam, E.S. 2010. *Struktur nano Semikonduktor*. Dept. Fisika, FMIPA, Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Schroder, D. K. 1990. *Semiconductor Material and Device Characterization* (3th ed). Jonh Wiley & Sons, Inc. USA.
- Shur, M., Romyantsev, S., Levinshtein, M. 2006. *SiC Materials and Devices* (1st ed). World Scientific Publishing. Singapore.
- Sigiro, M. 2013. *Karakterisasi Lapisan Film Tipis GaAs yang ditumbuhkan dengan Metode MOCVD di atas Substrate Ge.*(Disertasi). Program Doktor Ilmu Fisika, FMIPA,USU, Medan.
- Stecki, A. J., Chen, P., Cao, X., Jackson, H. E., Kumar, M., Boyd, J. T. 1995. GaAs Quantum Well Distributed Bragg Reflection Laser With AlGaAs/GaAs Superlattice Gratings Fabricated by Focused ion Beam Mixing. *Appl. Phys. Lett*, **Vol. 67 No. 2 July 1995**: 179-181.
- Suarsa, I. W. 2015. *Spektroskopi*. (Karya Tulis Ilmiah), Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Udayana, Bali.
- Suhandi, Andi. Karakteristik Film Tipis GaAs yang ditumbuhkan dengan Metode MOCVD Menggunakan Sumber Metalorganik TDMAAS (TRISDIMETHYLAMINOARSENIC). *Jurnal Matematika dan Sains Research Gate*. **Vol. 10 No.1 Maret 2005**: 11-15.
- Sujarwata. 2014. *Karakterisasi Film Tipis Teori, Penerapan dan Analisis Hasil Deposisi Film Tipis*. Deepublish. Yogyakarta.
- Sumarna. 2015. *Bahan Kuliah Fisika Semikonduktor*. Diakses 24 Januari 2020 dari <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pendidikan/drs-sumarna-msi-meng/bahan-kuliah-fisika-semikonduktor.pdf> .
- Surantoro. Karakterisasi GaAs DENGAN Photoluminescence laser argon. *Prosiding: Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika*. **Vol. 3 No.1 2012**: 45-60.

- Svensson, S. P., Landgren, G., Andersson, T. G. 1983. Al-GaAs (001) Schottky Barrier Formation. *Journal of Applied Physics*, **Vol. 54 No. 8 February 1983**: 4474-4481.
- Tazmania, T. 2002. Semikonduktor Indonesi Club. Diakses 12 Februari 2020 pada https://www.academia.edu/36702535/Semikonduktor_indonesi_club.
- Tyas, P. 2017. *Penentuan Band Gap dan Konduktivitas Bahan Semikonduktor Lapisan Tipis Sn(S_{0,8}Te_{0,2}) dan Sn(S_{0,6}Te_{0,4}) Hasil Preparasi dengan Teknik Evaporasi Termal*. (Skripsi), Jurusan Fisika, FMIPA, UNY, Yogyakarta.
- Varshni, Y. P. 1967. Temperature Dependence of The Energy Gap in Semiconductors. *Physica*, **Vol. 34 1967**: 149-154.
- Wellia, D. V., Lim, T. M., Tan, T. T. Y. 2014. Studi Hasil Photoluminescence pada Lapisan Tipis TiO₂ yang didoping Sn dan Hubungannya dengan Aktifitas Fotokatalitik dalam Mendegradasi Senyawa Asam Streatat sebagai Model Polutan. *Researchgate Publication*, **Vol 6 No.2 September 2014**: 40-44.
- Wiguna, P.A. 2015. *Pita Energi*. (Makalah), Jurusan Fisika, FMIPA, UNNES, Semarang.
- Willardson, R. K., Beer, A. C. 1971. *Semiconductors and Semimetals* (8th ed). Academic Press Inc. New York.
- WSTS. 2019. *Semiconductors Power the Modern World*. Diakses 12 Desember 2019 pada <https://www.semiconductors.org/data-resources/market-data/>.
- Yoo, W.S., Kang, K., Murai, G., yoshimoto, M. Temperature Dependence of Photoluminescence Spectra from Crystalline Silicon. *ECS Journal of Solid State Science and Technology*. Vol.4 No.12 Oktober 2015: hal 456-461.