

BAB III

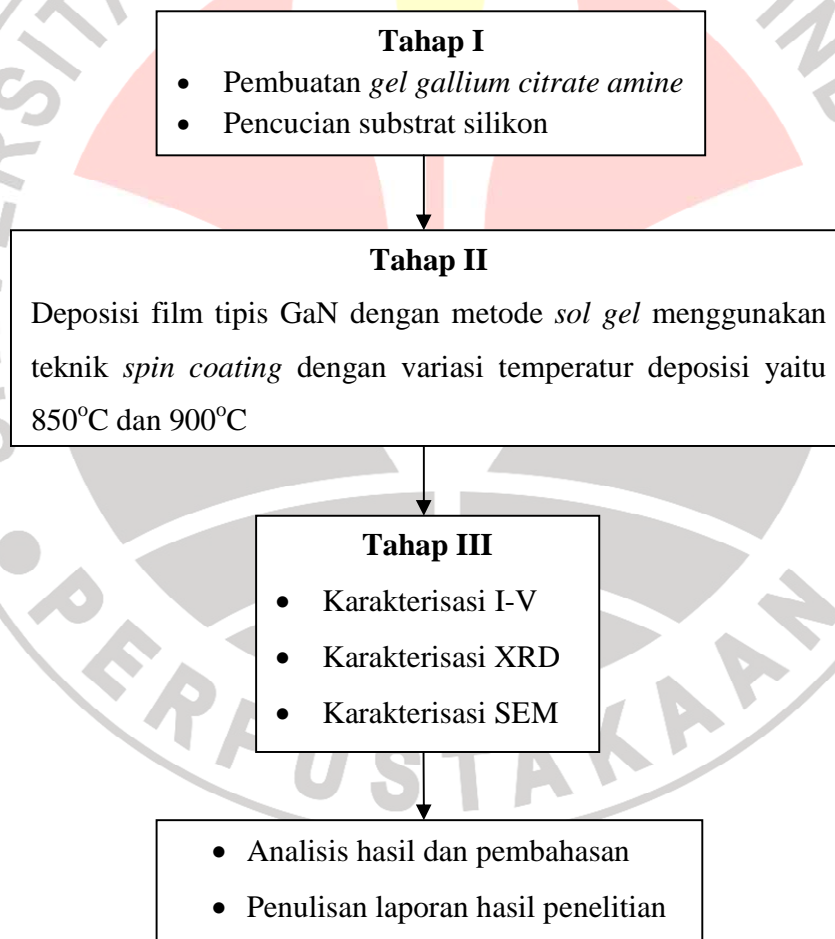
METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Fisika Material, Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia (UPI). Penelitian ini dilakukan dari bulan Maret 2010 sampai bulan November 2010.

B. Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk deposisi film tipis GaN adalah metode *sol gel* dengan menggunakan teknik *spin coating*. Eksperimen ini dilakukan meliputi beberapa tahapan kerja. Tahap I pembuatan *gel gallium citrate amine* dan pencucian substrat silikon; tahap II proses deposisi film tipis di atas substrat silikon (111) dengan metode *sol gel* menggunakan teknik *spin coating*; tahap III karakterisasi terhadap sifat kelistrikan yang dimiliki oleh persambungan Al-GaN. Akan tetapi, untuk mengetahui karakteristik fisis yang dimiliki oleh film tipis yang dihasilkan dilakukan 2 uji karakterisasi, yaitu karakterisasi XRD dan SEM. Foto sistem *spin coating* yang digunakan ditunjukkan dalam Gambar 3.1.

Gambar 3.1 Alat *Spin Coating***C. Alur Penelitian**

Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian

D. Pembuatan Film Tipis GaN

1. Pembuatan *Gel Gallium Citrate Amine*

Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan *gel gallium citrate amine* adalah sebagai berikut :

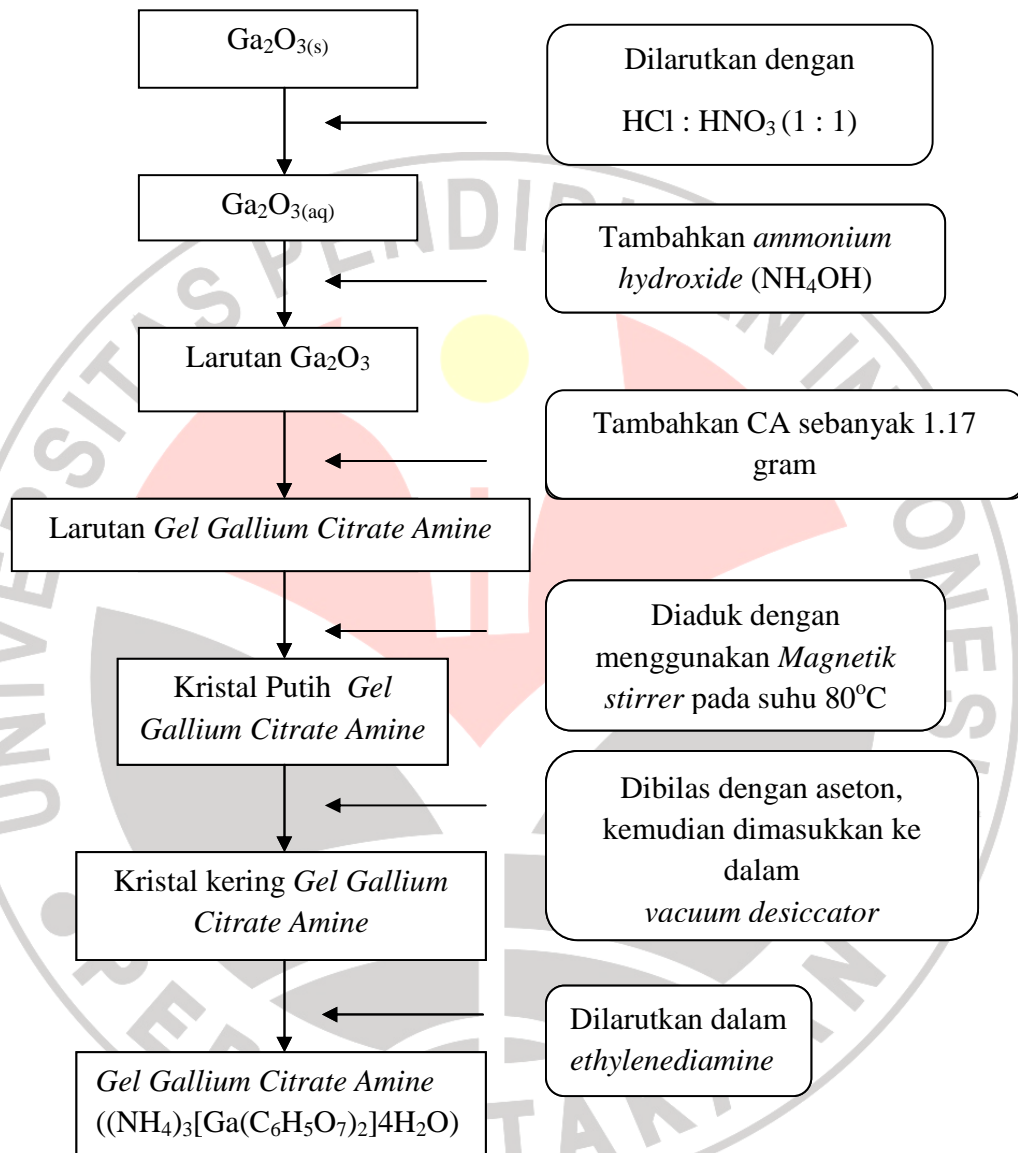
a. Alat

- *Magnetik stirrer*
- Seperangkat alat *spin coating*
- desikator vakum
- *hot plate*
- sarung tangan karet
- gelas ukur 50 ml
- pH meter
- neraca analitik
- pipet
- pinset
- *Tissue*

b. Bahan

- Aquabides
- *Gallium Citrate Amine* (Ga_2O_3)
- HCl
- HNO_3
- *Ammonium Hydroxide*
- *Citrid Acid* (CA)
- Aseton
- *Ethylenediamine*
- Air

Alur pembuatan *gel gallium citrate amine* dapat terlihat seperti Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram Alur Pembuatan *Gel Gallium Citrate Amine*

Film tipis GaN dideposisikan dengan metode *sol gel* teknik *spin coating* menggunakan *gel gallium citrate amine* sebagai prekursor Ga. Sedangkan sebagai

sumber N digunakan gas N_2 yang direaktifkan melalui pemanasan pada suhu tinggi. *Gel gallium citrate amine* ini memiliki formula kimia $(NH_4)_3[Ga(C_6H_5O_7)_2]4H_2O$ dan memiliki wujud berbentuk kristal berwarna putih. Kristal putih ini dihasilkan melalui proses preparasi *gel* dari larutan yang mengandung ion-ion Ga^{+3} dan asam sitrat [*citric acid* (CA)].

Proses preparasi *gel gallium citrate amine* pada penelitian ini diawali dengan pelarutan 2.3 gram serbuk Ga_2O_3 ke dalam larutan HCl (asam klorida) dan HNO_3 (asam nitrat) ($HCl : HNO_3 = 1 : 1$, @ 2.5 ml). Ketiga bahan kimia tersebut diaduk menggunakan *magnetik stirrer* dan menghasilkan larutan Ga_2O_3 . Setelah ketiga bahan kimia teraduk rata, larutan tersebut kemudian dinetralisir sampai tercapai nilai pH 7.5-8 dengan menggunakan pHmeter. Penetralisiran ini dilakukan dengan cara menambahkan *ammonium hydroxide* (NH_4OH) secukupnya (ket: pH yang terukur adalah 7.6). Kemudian ditambahkan 1.17 gram *Citrid Acid* (CA) sehingga rasio molar dari Ga/CA adalah 1:1 dan diaduk dengan menggunakan *magnetik stirrer* pada suhu $\pm 80^\circ C$ selama 1.5 jam. Penambahan CA bertujuan untuk menghasilkan kristal putih *gallium citrate amine*. Gambar 3.4 menunjukkan foto alat *magnetik stirrer*.

Kristal putih *gallium citrate amine* kemudian dibilas dengan aseton dan disimpan dalam desikator vakum untuk pengeringan seperti ditunjukkan pada Gambar 3.5. Kristal putih tersebut kemudian dilarutkan dalam *ethylenediamine* dengan perbandingan tertentu. Kristal padat *gallium citrate amine* perlahan-lahan melarut karena bereaksi dengan *ethylenediamine* dan membentuk larutan kristal (*gel*) *gallium citrate amine* yang siap digunakan untuk proses deposisi film tipis GaN

dengan metode *sol gel* menggunakan teknik *spin coating* di atas substrat silikon (111).



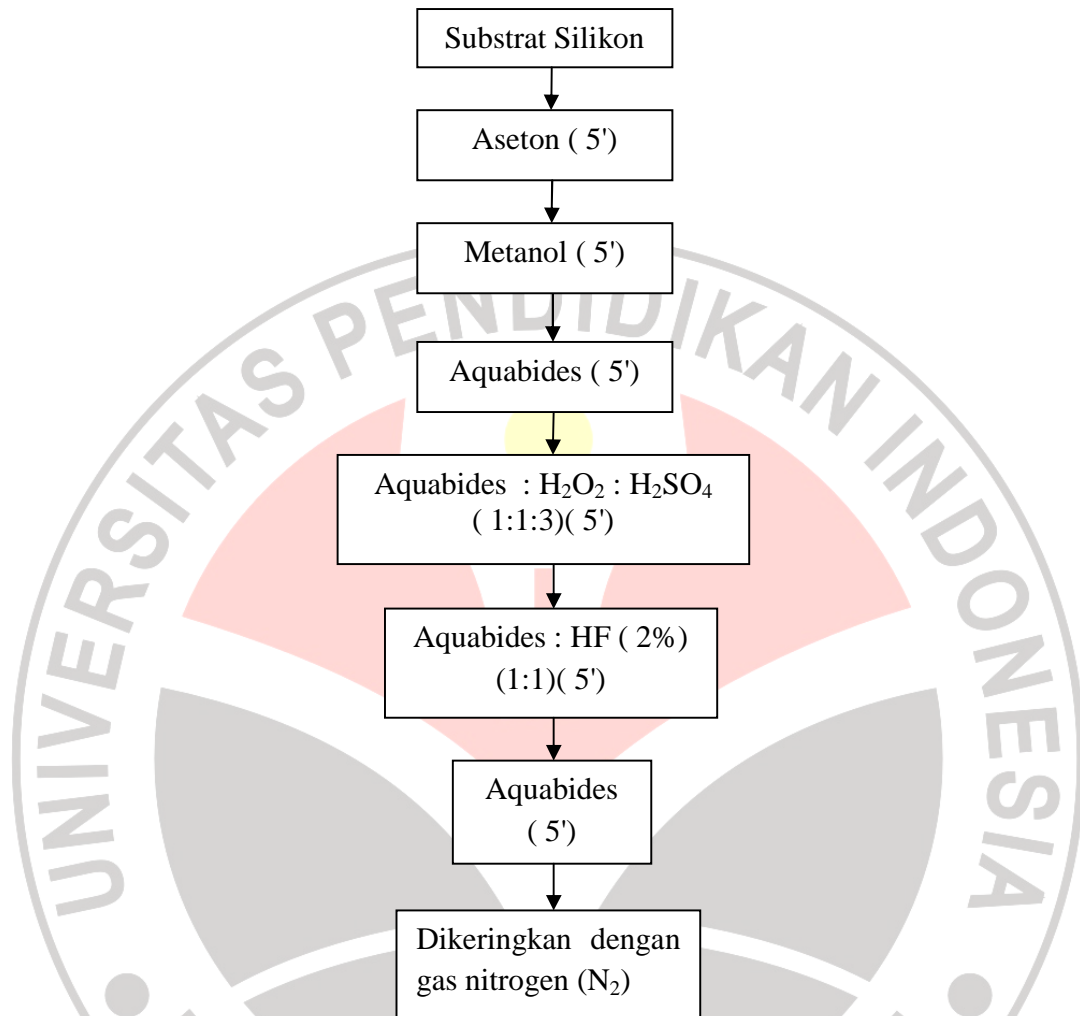
Gambar 3.4 *Magnetik Stirrer*



Gambar 3.5 Desikator Vakum

2. **Pencucian Substrat Silikon**

Pencucian substrat dilakukan agar tidak ada lagi debu yang menempel pada substrat dan agar tidak mengurangi kualitas dari film tipis yang dihasilkan. Substrat yang digunakan dalam deposisi film tipis GaN ini adalah substrat silikon dengan orientasi bidang kristal (111). Sebelum digunakan sebagai tempat deposisi film tipis, terlebih dahulu substrat dipotong dengan ukuran kurang lebih (1x1) cm. Alur pencucian substrat silikon dapat ditunjukkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Diagram Alur Pencucian Substrat Silikon

Pencucian substrat diawali dengan pembersihan substrat dengan menggunakan aseton di dalam *ultrasonic bath* selama 5 menit. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran (minyak dan lemak) yang menempel pada permukaan substrat. Kemudian substrat dibilas dengan metanol selama 5 menit di dalam *ultrasonic bath*. Pencucian substrat dilanjutkan dengan membilas substrat

menggunakan air Aquabides selama 5 menit. Pencucian selanjutnya dilakukan dengan menggunakan campuran larutan Aquabides, H_2O_2 dan H_2SO_4 (Aquabides: H_2O_2 : H_2SO_4 = 1:1:3) selama 5 menit. Setelah itu, substrat dietsa dengan campuran larutan HF (2%) dan Aquabides selama 5 menit. Tujuan dari etsa dengan HF adalah agar permukaan substrat menjadi halus dan menghilangkan oksida serta mencegah terjadinya reoksidasi (Miyazaki *et al*, 2001). Kemudian substrat dibilas lagi dengan air Aquabides selama 5 menit. Tahap pencucian substrat diakhiri dengan proses pengeringan substrat dengan cara menyembrotkan gas nitrogen (N_2) pada substrat secara merata dan disimpan dalam desikator vakum untuk menghindari terjadinya proses oksidasi.

3. Proses Deposisi Film Tipis GaN

Metode yang digunakan pada penelitian deposisi film tipis GaN ini adalah metode *sol gel*. Sedangkan teknik yang digunakan adalah teknik *spin coating*.

Penetesan *gel gallium citrate amine* diawali dengan meletakkan substrat silikon di atas *spin coater*. Set alat *spin coating* dengan laju putaran 1108 rpm. Kemudian, di atas substrat silikon ditetesi sedikit demi sedikit *gel gallium citrate amine* dan kemudian diputar dengan laju putaran 1108 rpm selama ± 1 menit. Akibat putaran *spin coater*, maka tetesan *gallium citrate amine* akan menyebar menutupi seluruh permukaan substrat silikon. Hal ini dikarena adanya gaya sentripetal. Setelah permukaan substrat silikon dipenuhi oleh *gel gallium citrate amine*, substrat tersebut dimasukan ke dalam *hot plate* pada suhu $170^\circ C$ selama ± 2 menit. Hal ini bertujuan untuk mengeringkan *gel* dan menghasilkan lapisan padat di atas substrat silikon.

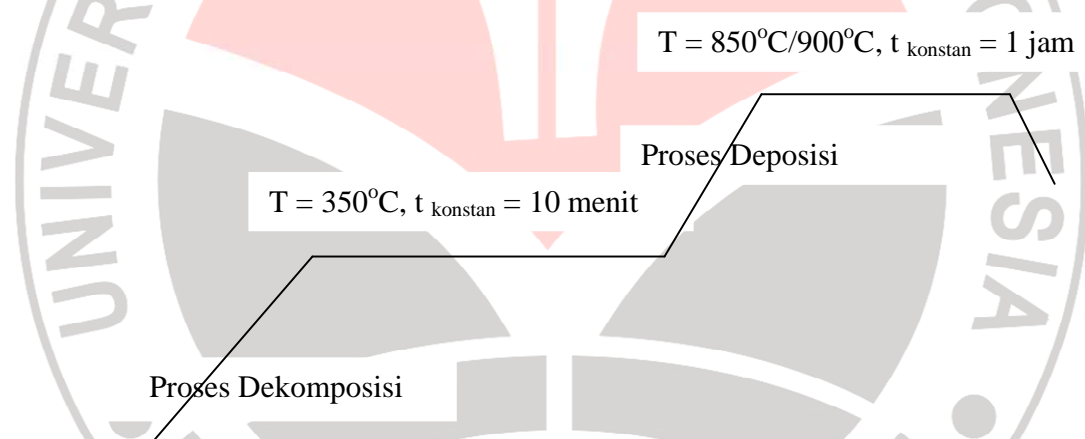
Untuk menghasilkan film tipis GaN, maka proses selanjutnya adalah proses dekomposisi dan deposisi yang dilakukan di dalam sebuah *programmable furnace* seperti ditunjukkan pada Gambar 3.7. Sebelum proses dekomposisi dan deposisi dilakukan, parameter-parameter yang diinginkan selama terjadinya kedua proses tersebut terlebih dahulu kita *setting*. Proses dekomposisi dilakukan untuk mengeliminir komponen-komponen organik pada film tipis. Pada tahap ini temperatur yang digunakan adalah 350°C dengan kenaikan temperatur 20°C/menit. Ketika temperatur pada *programmable furnace* menunjukkan angka 350°C, maka temperatur akan konstan selama 10 menit. Setelah itu, temperatur akan naik kembali menuju temperatur deposisi yang diinginkan. Gas nitrogen dialirkan ketika temperatur yang terbaca pada *programmable furnace* mendekati temperatur deposisi yang diinginkan.

Pada penelitian ini, film tipis GaN dipanaskan pada temperatur deposisi yang bervariasi yaitu 850°C dan 900°C. Ketika temperatur mencapai temperatur deposisi (misal 850°C), temperatur dibiarkan konstan selama 1 jam. Kemudian didinginkan dengan laju pendinginan 20°C/menit hingga temperatur ruang untuk menghasilkan film tipis GaN.



Gambar 3.7 *Programmable Furnace*

Kurva proses dekomposisi dan deposisi film tipis GaN di dalam *programmable furnace* dapat dilihat pada Gambar 3.8.

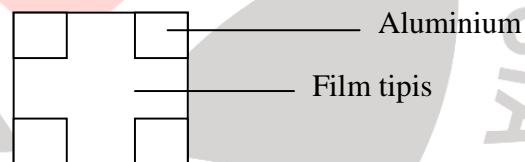


Gambar 3.8 Kurva Proses Dekomposisi dan Deposisi Film Tipis GaN

Dari hasil tahap deposisi ini diharapkan akan terbentuk film tipis GaN di atas substrat silikon yang siap untuk dikarakterisasi dengan tujuan untuk mengetahui sifat-sifat fisis dari film tipis yang dihasilkan.

E. Pembuatan Kontak pada Film Tipis

Setelah dilakukan proses deposisi, proses selanjutnya adalah persiapan pembuatan kontak film tipis dengan ukuran 3 mm x 3 mm menggunakan *aluminium foil*. Sketsa kontak dapat terlihat seperti Gambar 3.9. Bahan kontak yang dipilih adalah Aluminium 99.999%. Hal ini dikarenakan aluminium memiliki nilai fungsi kerja yang tidak berbeda jauh nilainya dengan fungsi kerja yang dimiliki oleh material GaN yaitu sebesar 4.08 eV serta untuk menghasilkan kontak yang bersifat ohmik. Setelah kontak terbentuk maka proses selanjutnya adalah teknik evaporasi kawat aluminium pada kontak, agar proses karakterisasi film tipis dapat dilakukan dengan mudah.



Gambar 3.9 Sketsa Kontak

F. Karakterisasi

Pada penelitian ini dilakukan tiga uji karakterisasi sampel, yaitu dengan menggunakan XRD (*X-ray Diffraction*) untuk mengetahui struktur kristal, pencitraan SEM (*Scanning Electron Microscopes*) untuk mengetahui morfologi permukaan dan penampang lintang dari film tipis GaN dan karakterisasi I-V untuk mengetahui sifat listrik yaitu nilai tegangan *barrier* dari persambungan Al-GaN yang dihasilkan.

1. Karakterisasi I-V

Sifat listrik dari persambungan Al-GaN yang dihasilkan dapat diketahui dengan melakukan karakterisasi I-V. Karakterisasi ini dilakukan di Laboratorium Fisika Material, Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) dengan menggunakan alat I-V meter El-Kahfi 100. Sebelum karakterisasi I-V dilakukan, terlebih dahulu membuat persambungan logam-GaN menggunakan logam aluminium (Al) dengan teknik evaporasi. Pembuatan kontak ini dilakukan di ITB. Data keluaran dari alat I-V meter merupakan nilai arus (A) dan tegangan (V). Dari kedua data tersebut dibuat grafik hubungan tegangan dan arus menggunakan *Microsoft Excel*. Nilai arus pada sumbu x dan nilai tegangan pada sumbu y. Dari grafik hubungan tersebut dapat diketahui apakah persambungan Al-GaN yang dihasilkan bersifat ohmik atau tidak ohmik. Selanjutnya kita dapat mengetahui nilai tegangan *barrier* dari persambungan Al-GaN yang dihasilkan.

2. Karakterisasi XRD

Struktur kristal dan parameter kisi film tipis GaN yang dideposisikan di atas substrat silikon dapat diketahui dengan menggunakan metode difraksi sinar-X. Informasi langsung yang diperoleh dari uji struktur kristal dengan XRD adalah kurva difraktogram dengan sudut hamburan (2θ) sebagai variabel bebas (sumbu x) dan intensitas I sebagai variabel terikat (sumbu y). Radiasi sinar-X dari sampel yang ditembak dengan berkas elektron menghasilkan puncak-puncak yang menunjukkan bidang kristal tertentu. Untuk menentukan struktur kristal yang terbentuk, maka

dilakukan perbandingan atau pencocokkan data posisi-posisi puncak difraksi yang terukur dengan hasil penelitian sebelumnya JCPDS (*Joint Committee On Powder Diffraction Standard*). Data JCPDS juga, dapat digunakan untuk mengetahui material-material yang terbentuk pada film tipis yang dihasilkan.

Berdasarkan data hasil karakterisasi XRD, nilai FWHM dari setiap puncak orientasi yang terbentuk dapat diketahui dengan cara mem-plot data 2θ dan intensitas menggunakan *fitting lorentzian* yang terdapat pada program *Origin Microcal*.

Karakterisasi XRD dilakukan di Laboratorium Teknik Pertambangan ITB, Bandung dengan menggunakan sistem peralatan XRD *Philips Analytical X-Ray B.V.*

3. Karakterisasi SEM

Morfologi permukaan dan penampang lintang film tipis GaN dapat diketahui dengan karakterisasi SEM (*Scanning Electron Microscopes*). Dari gambaran morfologi permukaan dapat diketahui/diamati ukuran butir, porositas serta ketebalan film tipis GaN. Karakterisasi ini dilakukan di P3GL (Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan), Bandung dengan menggunakan peralatan SEM tipe JEOL seri JSM-35C.