

BAB III

EKSPERIMEN DAN KARAKTERISASI

Penelitian ini yang dilakukan di Laboratorium Pusat Antar Universitas (PAU) ITB. Dengan tahapan-tahapan penelitian :

1. Pembuatan sambungan kontak metal Al dengan semikonduktor GaN tipe-n menggunakan metode *fotolithografic*.
2. Pengukuran karakteristik responsivitas fotokonduktor .
3. Pengukuran karakteristik I-V fotokonduktor.

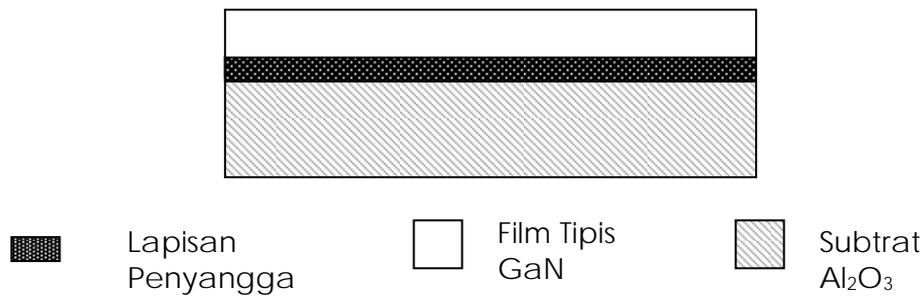
Adapun alur penelitian yang dilakukan dapat digambarkan dalam suatu diagram seperti di bawah ini :



Gambar 3.1 Skema alur penelitian

3.1 Ukuran Dan Sifat Listrik Film Tipis Galium Nitrida (GaN)

Bahan semikonduktor Galium Nitrida (GaN) dihasilkan dengan cara penumbuhan film tipis menggunakan metode PLD dan telah dikarakterisasi (hasil penelitian Gian permadi, 2008). Adapun ukuran film tipis Galium Nitrida yang dihasilkan adalah tebal film tipis 1,71 nm, panjang film tipis 1mm dan lebar 1mm



Gambar 3.2 Bentuk film tipis Galium Nitrida

Karakteristik listrik untuk film tipis GaN meliputi beberapa sifat listrik diantaranya : mobilitas pembawa muatan (μ), konsentrasi pembawa muatan (N), konduktivitas (σ) serta tipe pembawa muatan listrik pada bahan semikonduktor. Untuk mengetahui sifat-sifat listrik tersebut ditentukan dengan menggunakan metode Efek Hall Van der Pauw.

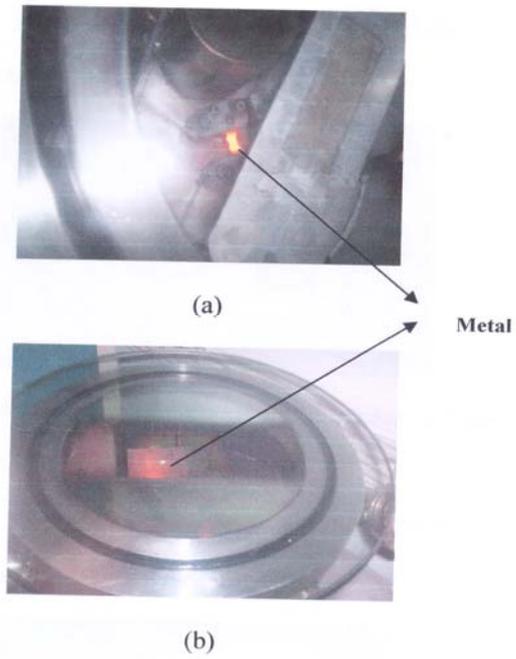
Hasil pengukuran efek hall pada sampel film tipis menunjukkan nilai mobilitas $19,054 \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$. konsentrasi pembawa muatan $1,50 \times 10^{-19} \text{ cm}^{-3}$ dan konduktivitas $45,73 \text{ } \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$ serta pembawa muatannya tipe-n.

3.2 Pembuatan Kontak Metal - Semikonduktor

Dalam penelitian ini, proses pembuatan kontak antara metal aluminium (Al) dengan semikonduktor GaN menggunakan metode *fotolithographic*. Secara umum *fotolithographic* didefinisikan sebagai proses percetakan melalui cara transfer pola ke permukaan datar menghasilkan pola tiga dimensi, menggunakan material yang sangat peka terhadap cahaya. Biasanya cahaya yang digunakan pada *fotolithographic* adalah sumber cahaya ultraviolet, sebab cahaya UV menghasilkan energi radiasi yang cukup untuk mengaktifasi material peka cahaya yang digunakan sebagai masker foto.

Proses *fotolithographic* pada dasarnya kelanjutan dari proses *evaporasi*. Tahap permulaan adalah *menevaporasi* metal di seluruh permukaan semikonduktor. Adapun tahap *evaporasi* adalah sebagai berikut :

- 1) Metal aluminium yang akan digunakan dimasukkan ke dalam ruangan *evaporator*. Metal ini ditempatkan di atas panel yang siap dipanaskan.
- 2) Film tipis GaN yang telah ditumbuhkan dengan metode PLD, disemprot terlebih dahulu dengan menggunakan gas nitrogen teknis untuk menghilangkan kotoran yang menempel.
- 3) Film tipis ditempatkan pada *holder* pada keadaan vakum. Ruangan metalisasi divakumkan terlebih dahulu sekitar 3 jam.
- 4) *Shutter* dibuka terlebih dahulu. Kemudian *heater* dinyalakan untuk memanaskan aluminium, sehingga metal aluminium menguap dan menempel pada film tipis GaN



Gambar 3.3. Proses evaporasi : (a) Ketika metal mulai dipanaskan, (b) metal telah dievaporasi menempel di kaca penutup.



Gambar 3.4. Alat Evaporator

Setelah Film tipis dimetalisasi, dilakukan proses pembuatan pola kontak dengan metode *fotolithographic*. adapun sebelumnya dilakukan persiapan bahan-bahan untuk proses *fotolithographic*. Bahan-bahan yang digunakan adalah:

- Masker foto untuk melindungi sampel dari sinar ultraviolet (UV). Biasanya menggunakan kaca quartz dengan pola kontak hasil dari desain *lay out* program corel draw 12.
- Fotoresis untuk melindungi sampel dari bahan kimia dalam proses *etsa* (pengikisan). Fotoresis ada dua jenis, yaitu fotoresis negatif dan fotoresis positif. Fotoresis negatif akan menunjukkan reaksi polimerisasi (tahan terhadap bahan kimia) bila terkena sinar UV misal polivinil cinnamet sedangkan fotoresis positif akan lembek (tidak tahan terhadap bahan kimia) jika terkena sinar UV misal novlac quinnon diazonium. Dalam penelitian ini menggunakan fotoresis positif.
- Cairan *developer* menggunakan KOH untuk melepas lapisan resis yang terkena cahaya ultraviolet.
- Formula *etsa* untuk almunium menggunakan $H_3PO_4 : HNO_3 : CH_3COOH : H_2O = 3 : 3 : 1 : 1$. Proses *wet-etching* dilakukan untuk menghilangkan almunium yang terkena cahaya ultraviolet.

Tahapan - tahapan *fotolithografic* untuk membuat kontak metal-semikonduktor sebagai berikut:

1. Pelapisan resis.

Film tipis disimpan dalam *spin coater* (model P6000) untuk pemberian resis dengan cara ditetesi, kemudian diputar. *Spin coater* diputar sekitar 6000 RPM dan resis yang diberikan adalah resis positif. Perlu diperhatikan bahwa film tipis yang telah diresis tidak boleh terkena cahaya untuk menghindari kerusakan pola pada film.



Gambar 3.5. Pemberian resis dengan Spin Coater Model P6000

2. Pemanggangan (pemanasan) tahap pertama (*preback*)

Masukan ke dalam oven dengan temperatur 80°C selama ± 10 menit.

Tujuannya agar resis tidak melekat pada masker.

3. Penempelan masker foto

Tempelkan masker diatas film tipis yang telah diresis dengan menggunakan *propil proyektor* (nikon V-128)

4. Penyinaran UV

Lakukan proses “*fotolithographic*” dengan cara menembakan sinar ultraviolet.



Gambar 3.6. Sumber Ultraviolet (Oriel Corporation)

5. Pencetakan.

Masukan ke dalam cairan *develover* (KOH). Tujuannya untuk mengikis lapisan resis yang terkena cahaya UV sehingga pola masker tercetak.

6. Pemanggangan tahap kedua (*postback*).

Masukan ke dalam oven pada temperatur 120 °C selama ± 10 menit. Tujuannya untuk memperkuat ikatan resis dengan sampel sehingga tidak terkupas oleh bahan kimia tertentu.

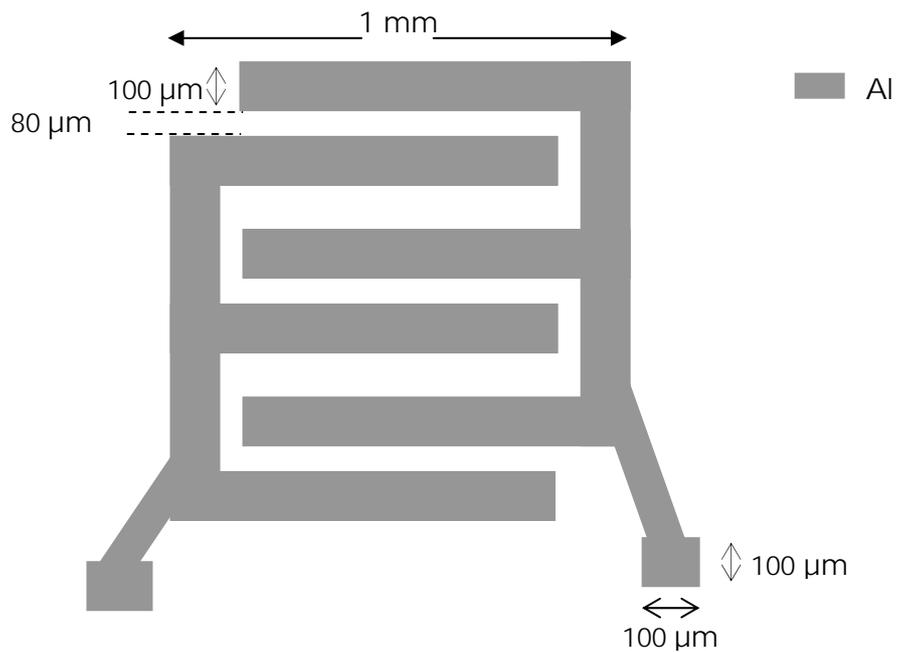
7. *Etsa* (pengikisan) sampel.

Lakukan *wet-etching* untuk menghilangkan aluminium yang terkena cahaya UV. Formula *etching* untuk Al adalah $\text{H}_3\text{PO}_4 : \text{HNO}_3 : \text{CH}_3\text{COOH} : \text{H}_2\text{O}$
= 3 : 3 : 1 : 1.

8. Pembuangan lapisan resis sisa.

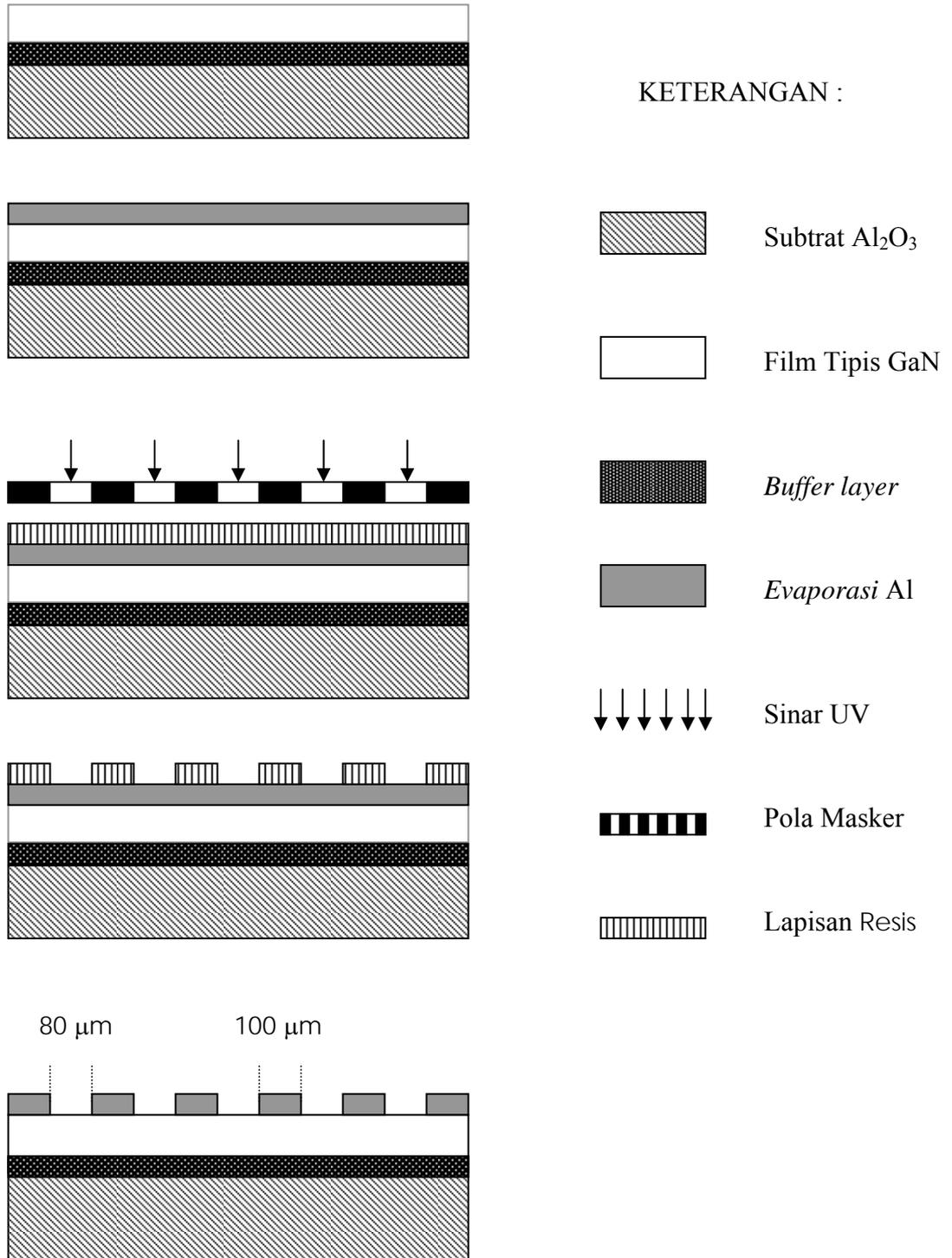
Untuk menghilangkan resis positif digunakan aseton, kemudian disemprot dengan gas nitrogen sampai kering.

Hasil akhir tahapan-tahapan dari proses *fotolithographic* adalah sebagai berikut:



Gambar 3.7 Struktur kontak yang dibuat pada proses *fotolithographic*.

Berikut ini bagan proses *fotolithographic*



Gambar 3.8 Tahap-tahap pembuatan kontak

3.3 Karakterisasi Fotokonduktor Al/n-GaN

Untuk menguji kualitas fotokonduktor Al/n-GaN yang telah dibuat maka dilakukan karakterisasi. Karakterisasi responsivitas untuk mengetahui unjuk kerja dan karakterisasi I-V untuk mengetahui sifat listrik.

3.3.1 Karakteristik Responsivitas

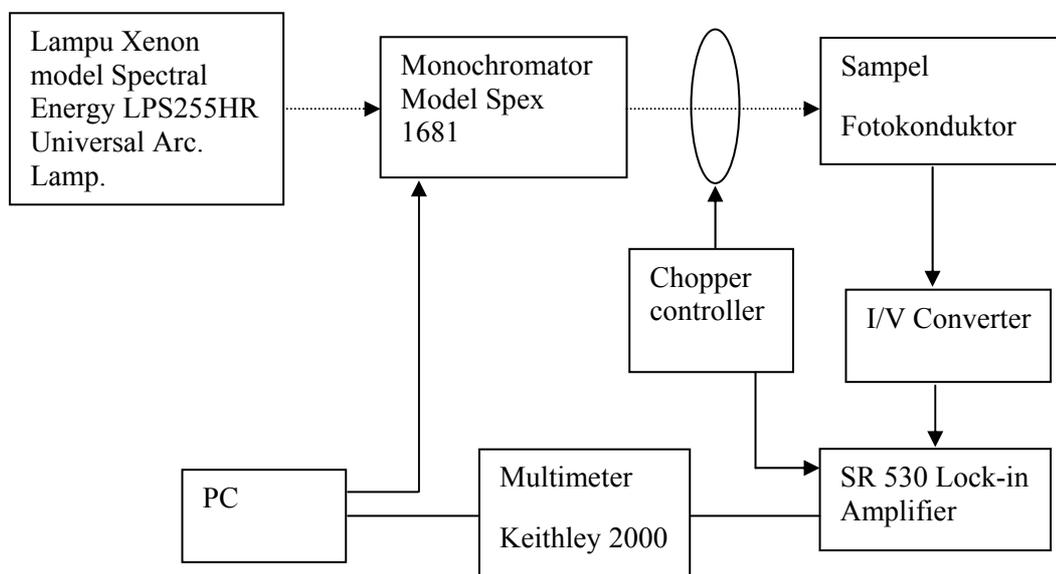
Karakteristik responsivitas dilakukan dengan menyinari fotokonduktor oleh sumber cahaya tampak yang berasal dari lampu Xenon model spektrum energi LPS255HR dengan menggunakan monokromator Spex 1681 dari panjang gelombang (λ) 300 nm sampai 375 nm. Hasil dari monokromator *dichopp* pada frekuensi 500 Hz. Sedangkan variasi arus listrik atau tegangan yang dihasilkan dapat saling dikonversikan menggunakan konverter I/V dan diperkuat Lock-in Amplifier model SR 530 yang hasil akhir dihubungkan dengan komputer. Proses pengukuran dilakukan pada temperatur 300 K dengan variasi tegangan yang dipakai 0,5 V, 1,0 V, 1,5 V dan 2.5 V. Hasil pengukuran terlihat pada Gambar 4.1.

3.3.2 Karakterisasi I-V

Prinsip dari karakterisasi I-V adalah mengalirkan arus searah dengan memberikan nilai tegangan tertentu. Metode yang dipakai dalam pengukuran ini menggunakan empat *probe* pada dua *pad*. Sepasang untuk arus dan sepasang lagi untuk tegangan. Proses ini perlu dimonitor secara hati hati untuk membatasi

masukannya karena dapat menyebabkan kerusakan selama proses pengukuran. Proses pengukuran dilakukan pada temperatur 300 K menggunakan multimeter Keithley 2000 dengan cara pengukuran arus gelap terhadap tegangan dan pengukuran arus penyinaran terhadap tegangan oleh penyinaran dengan $\lambda = 365$ nm. Hasil pengukuran terlihat pada Gambar 4.3. dan 4.4.

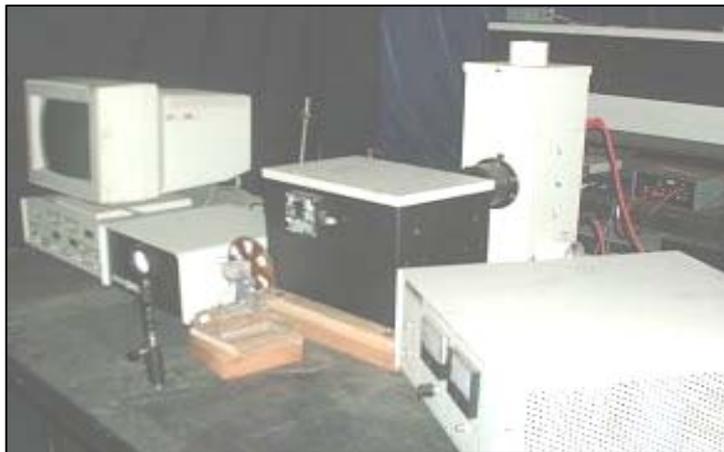
Alat karakterisasi yang digunakan bisa dilihat dari skema peralatan pengukuran pada gambar di bawah, dimana seluruh proses dikontrol menggunakan komputer dengan semua hasil pengukuran ditampilkan pada layar monitor.



Gambar 3.9 Skema Peralatan Pengukuran



(a)



(b)

**Gambar 3.10 Peralatan Pengukuran Karakterisasi I-V (a)
dan Karakteristik Responsivitas (b)**