

BAB III

METODA PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju, Badan Tenaga Nuklir Nasional, Yogyakarta dengan alat yang sudah ada di Laboratorium Akselerator.

3.2. Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Germanium (Ge) sebagai bahan pelapis
- b. Gas hidrogen (H_2) sebagai sumber ion hidrogen
- c. Kaca preparat sebagai substrat
- d. Molybdenum lembaran sebagai evaporan (kowi)
- e. Alumunium foil berfungsi untuk membungkus bagian tengah lapisan a-Ge:H agar tidak terlapisi alumunium waktu proses pelapisan Al.
- f. Kawat alumunium berfungsi sebagai bahan untuk melapisi a-Ge:H.
- g. Silver pain digunakan sebagai bahan penyambung kawat tembaga pada elektroda alumunium.
- h. Kawat tembaga berdiameter 0,3 mm berfungsi untuk mengalirkan arus pada lapisan a-Ge:H.
- i. Air deterjen, alkohol dan aseton sebagai bahan pembersih substrat.

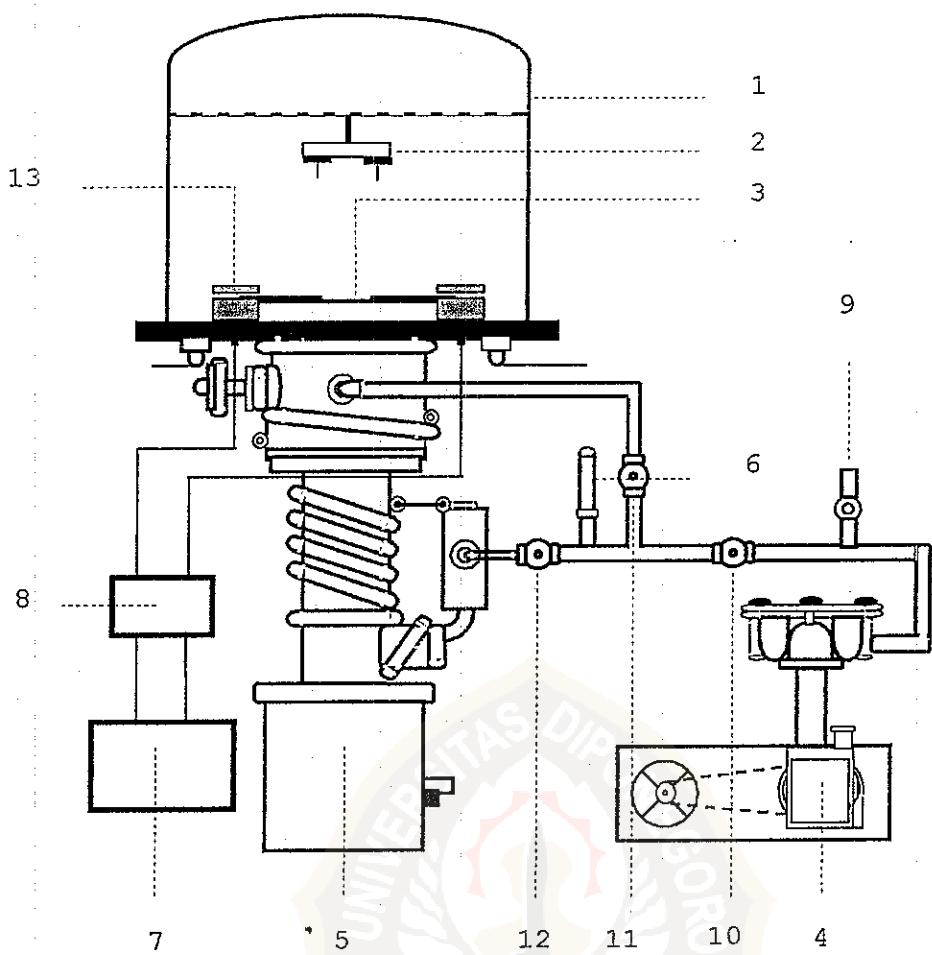
3.2.2. Alat Penelitian

Peralatan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah :

a. *Sistem evaporasi hampa*. Peralatan ini berfungsi untuk membuat lapisan tipis germanium amorf (a-Ge) serta untuk melapiskan alumunium pada lapisan tipis a-Ge:H. Skema sistem alat ini disajikan pada Gambar 3.1.

Komponen alat-alatnya terdiri dari :

1. Disikator sebagai tabung.
2. Pemegang substrat
3. Kowi berfungsi sebagai pemanas substrat
4. Pompa rotari (tingkat kevakuman 10^{-3} torr atau 10^{-4} cmHg)
5. Pompa difusi (tingkat kevakuman 10^{-5} torr atau 10^{-6} cmHg)
6. Pirani gauge, berfungsi untuk mengukur tekanan dalam sistem hampa.
7. Generator variabel, berfungsi memasok tegangan pada regulator pembangkit arus.
8. Regulator pembangkit arus, berfungsi memberi arus listrik pada kowi.
9. Katup, berfungsi mengalirkan udara ke pompa rotari dan difusi dan terdiri 3 katup.



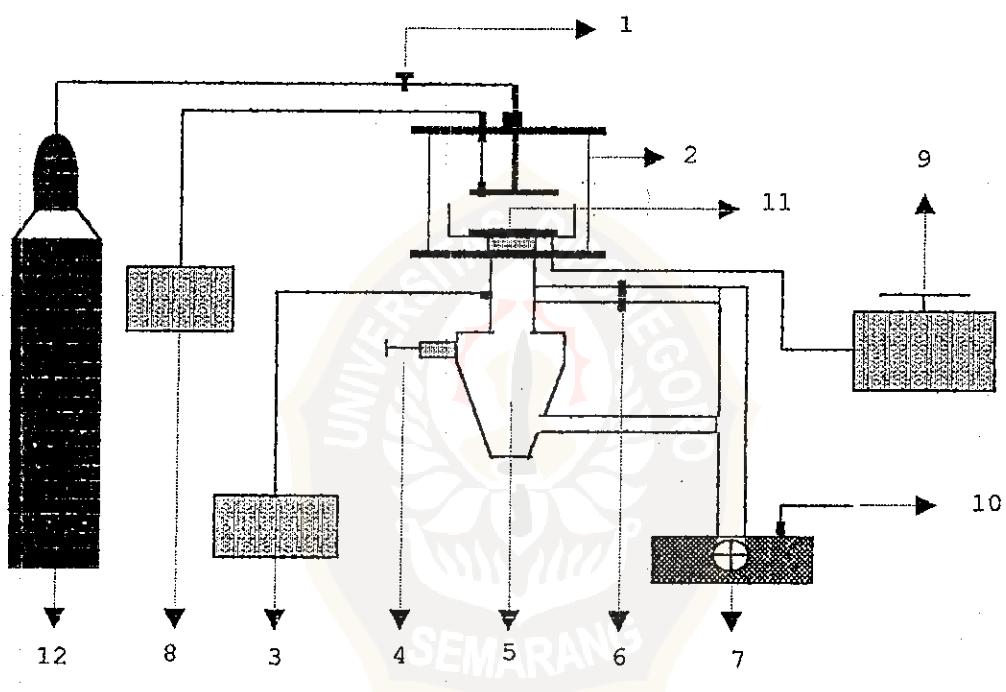
Gambar 3.1. Skema sistem evaporasi hampa (Roth, 1976).

Keterangan gambar :

- | | | |
|----------------------|----------------------------------|---------------|
| 1. Disikator | 6. Pirani gauge | 11. Katup 2 |
| 2. Pemegang substrat | 7. Generator variabel | 12. Katup 3 |
| 3. Evaporan (kowi) | 8. Regulator pembangkit arus | 13. Elektroda |
| 4. Pompa rotari | 9. Katup untuk mengalirkan udara | |
| 5. Pompa difusi | 10. Katup 1 | |

- b. *Sistem plasma lucutan pijar RF.* Alat ini digunakan untuk menghasilkan lapisan tipis a-Ge:H dengan proses hidrogenisasi. Adapun alat-alat yang digunakan adalah :
1. Tabung plasma, yaitu tempat berlangsungnya proses ionisasi gas, pembentukan plasma dan deposisi plasma pada substrat.
 2. Sistem detoksifikasi, sistem yang berfungsi menghancurkan gas-gas yang tidak bereaksi pada proses lucutan plasma pijar dan menetralisasikan sifat toksifitasnya sebelum dibuang ke udara.
 3. Pompa vakum, yaitu pompa yang berfungsi memvakumkan tabung reaktor plasma untuk proses deposisi plasma. Proses pemompaan terbagi dalam dua unit, yaitu pompa rotari (tingkat kevakuman hingga 10^{-3} torr) dan pompa difusi (tingkat kevakuman hingga 10^{-5} torr).
 4. Osilator Radio Frekuensi, berfungsi untuk membangkitkan plasma gas hidrogen.
 5. Variac, berfungsi untuk mengambil tegangan listrik dari jaringan PLN dan memasok ke osilator RF maupun elemen pemanas pada katoda.
 6. Pengukur tekanan, berfungsi untuk mengukur tingkat kevakuman tabung reaktor, menggunakan *thermomister/ionization gauge CG-8* buatan *Dynavac PTY. LTD. Australia*.
 7. Pengukur suhu (termokopel), berfungsi untuk mengukur suhu substrat menggunakan termometer digital HC – 3500 T *multimeter*, HC.
 8. Pengukur aliran gas, berfungsi untuk mengukur laju gas hidrogen yang masuk ke tabung reaktor, menggunakan *Pressure gauge*, buatan Jepang.

9. Pencacah frekuensi, berfungsi menampilkan frekuensi keluaran osilator RF menggunakan *Frequency Counter model 6242 A* buatan Amerika.
10. Power counter, berfungsi untuk mengukur daya keluaran menggunakan *SWR & Power meter,Crossneedle meter*, buatan *Daiwa Industry Cooperation Ltd. Taiwan*.
11. Pemanas, berfungsi untuk memanaskan substrat menggunakan elemen setrika 300 watt 220 V.



Gambar 3.2. Skema sistem plasma lucutan pijar RF (Sudjatmoko, 1994).

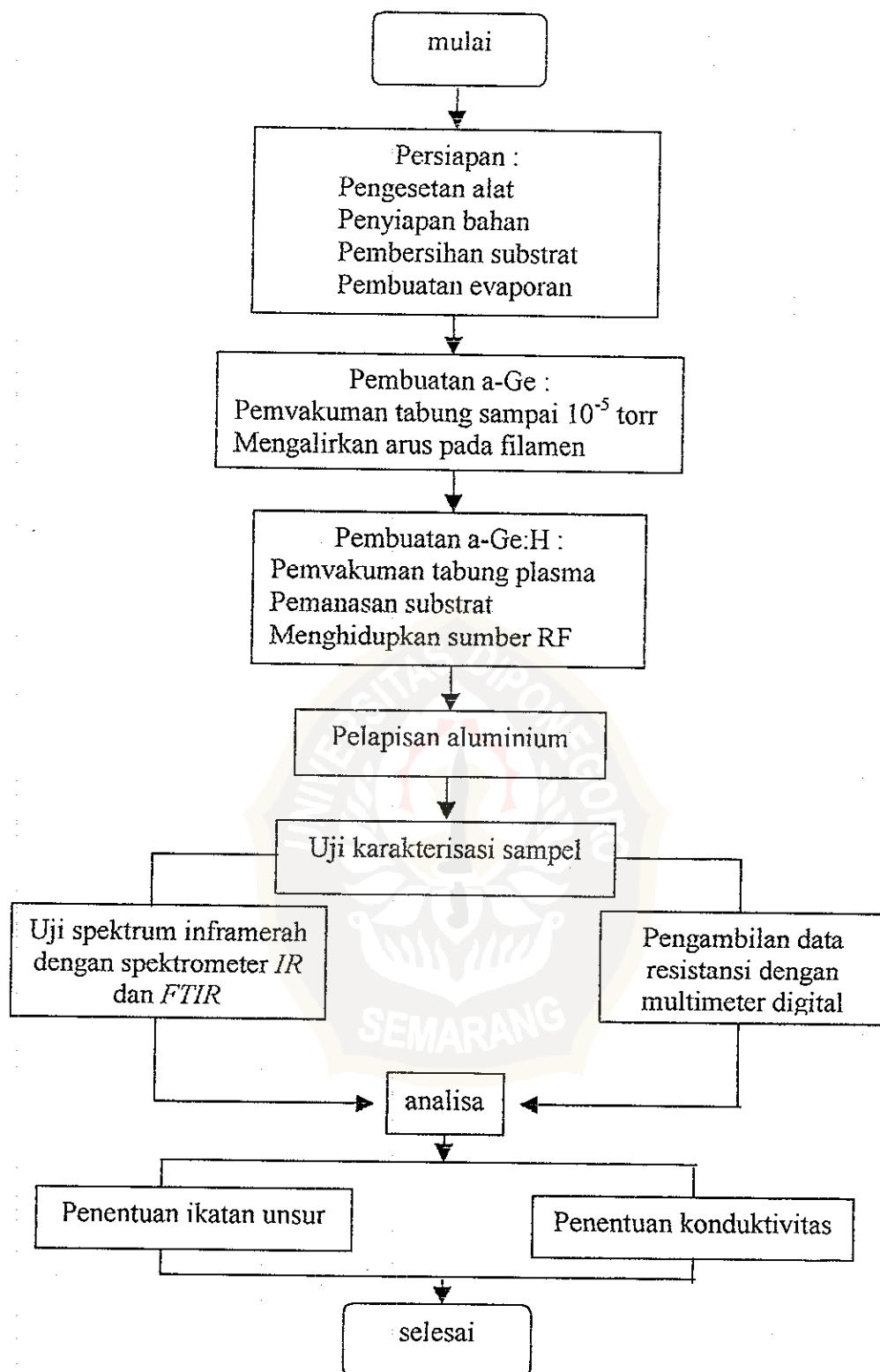
Keterangan gambar :

- | | | |
|--------------------------|------------------|-------------------------------|
| 1. Katup pengatur aliran | 5. Pompa difusi | 9. Variac |
| 2. Tabung plasma | 6. Katup by pass | 10. Pembuangan gas |
| 3. Pirani meter | 7. Pompa rotari | 11. Elektroda dan pemanas |
| 4. Katup isolasi hampa | 8.. Sumber RF | 12. Sumber gas H ₂ |

- c. *Peralatan penunjang.* Peralatan ini merupakan alat tambahan yang digunakan dalam penelitian ini, dan terdiri dari :
1. Multimeter digital, berfungsi untuk mengukur resistansi a-Ge:H menggunakan *multimeter digital Advantest R6871E*.
 2. Spektrometer Inframerah, berfungsi untuk mengidentifikasi jenis ikatan atom dalam lapisan tipis a-Ge:H. alat ini menggunakan *IR Shimadzhu FTIR-8201 PC* (spektrometer *FTIR*) dan *M-500 Infraspec Scanning Infrared Spectrometer Buck Scientific Inc. USA* (spektrometer *IR*).
 3. Multimeter, berfungsi untuk membaca arus yang masuk lewat reguler pembangkit arus serta untuk memeriksa agar tidak terjadi kontak antara sumber arus dengan katoda. Alat ini menggunakan Ax-303 TR buatan *Sanwa electric instrument. Co. Ltd.* Jepang.
 4. Neraca timbangan, berfungsi untuk menimbang berat substrat menggunakan *sartorius seri 2462*.
 5. *Ultrasonic cleaner*, berfungsi untuk membersihkan substrat gelas.
 6. Disikator, merupakan tabung hampa untuk menyimpan sampel .
 7. Pemotong kaca, sendok spatula stainlees steel, obeng, gunting, mistar, jangka sorong, milimeter sekrup, kunci pas, pinset, dan tisu.

3.3. Cara Kerja

Tata urutan kerja yang digunakan untuk memperoleh lapisan tipis a-Ge:H dengan sifat sesuai dengan yang diharapkan, disajikan dalam bagan alur seperti terlihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Bagan alur pembuatan a-Ge:H dan karakterisasinya

3.3.1. Persiapan

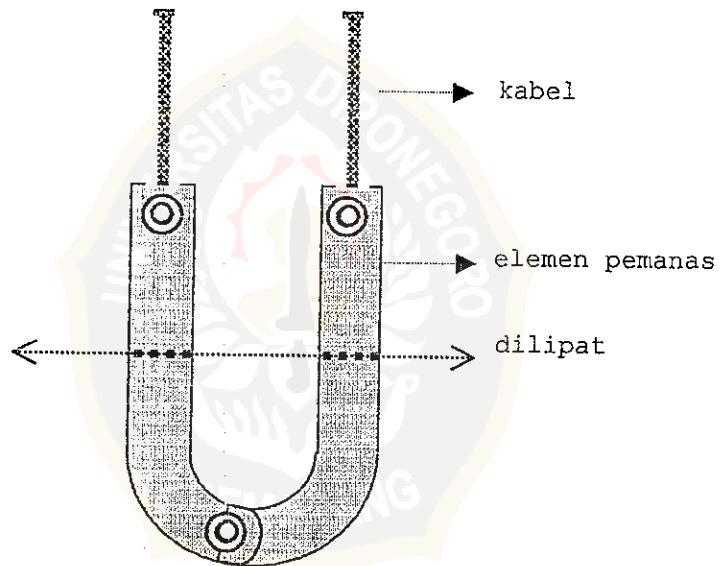
Sebelum melakukan eksperimen, salah satu langkah penting adalah persiapan, baik dalam hal pengadaan bahan maupun alat-alat pendukung yang diperlukan. Selain bahan dan alat yang sudah jadi, ada juga yang harus dibuat sendiri. Dalam penelitian ini langkah-langkah persiapan yang dilakukan adalah :

- a. *Pengesetan alat.*
- b. *Menyiapkan substrat gelas preparat.* Ukuran gelas preparat yang digunakan adalah 1 x 2,5 cm.
- c. *Membersihkan substrat.* Pembersihan substrat dimaksudkan untuk menghindari adanya kemungkinan terkontaminasi dengan bahan lain serta untuk memperoleh daya rekat dan homogenitas yang tinggi dengan bahan yang dilapiskan. Dengan menggunakan air deterjen, alkohol dan aseton, substrat dimasukkan ke dalam *ultrasonic cleaner* selama 20 menit. Kemudian pada tahap pengeringan, substrat dimasukkan ke dalam oven pemanas dan dibiarkan selama 10 menit. Sebelum substrat dibungkus dan dimasukkan ke dalam disikator, terlebih dahulu massa substrat ditimbang dulu dengan neraca timbangan.
- d. *Membuat evaporan lembaran molybdenum (Mo).* Evaporan sebagai sumber pemanas substrat merupakan salah satu komponen yang penting pada sistem evaporasi hampa. Titik didih dan titik lebur evaporan haruslah lebih tinggi daripada bahan yang dilapiskan. Adapun bentuk evaporan yang digunakan dalam penelitian ini seperti ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Bentuk evaporan dalam penelitian ini

e. Membuat pemanas substrat. Pemanas substrat dibuat dengan elemen pemanas setrika 300 watt 220 Volt. Kemudian elemen tersebut dibentuk agar dapat dimasukkan ke dalam wadah pemanas dengan cara melipat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Elemen pemanas setrika sebagai pemanas substrat

3.3.2. Pembuatan lapisan tipis a-Ge

Pelapisan germanium pada substrat dilakukan dalam bejana vakum dengan tekanan mencapai 10^{-5} torr. Kemudian bahan germanium dipanaskan oleh evaporasi dengan temperatur tinggi sehingga meleleh dan menguap. Atom-atom mengalami transisi cepat dari keadaan padat ke gas dan menempel pada substrat gelas sehingga terbentuk lapisan tipis a-Ge.

3.3.3. Proses pembuatan lapisan tipis a-Ge:H

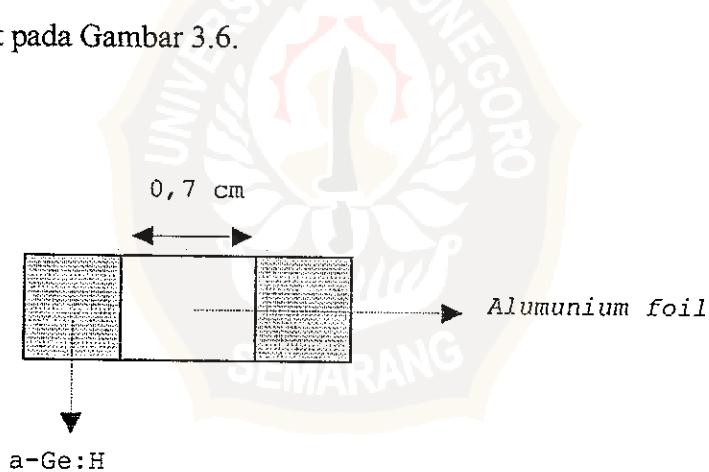
Pendeposisian ion hidrogen pada lapisan tipis a-Ge dengan metoda plasma lucutan pijar RF dilakukan dalam tabung gelas silinder dengan beberapa parameter seperti tersebut di bawah ini :

- a. Tekanan dalam tabung sebelum deposisi = 3×10^{-4} torr.
- b. Tekanan dalam tabung saat deposisi = 10^{-1} torr.
- c. Jarak antar elektroda = 3,8 cm.
- d. sumber tegangan rangkaian osilator RF = 1900 volt.
- e. Arus output RF = 130 mA.
- f. Frekuensi sumber RF = 13,56 MHz
- g. Variasi suhu deposisi = 373 K
- h. Variasi suhu semikonduktivitas = 318 K – 343 K
- i. Daya RF = 20 watt.
- j. Waktu pendeposisian = 60 menit

Setelah parameter-parameter alat tersebut di atas terpasang, kemudian gas hidrogen dimasukkan ke dalam tabung sehingga terjadi plasma pada tekanan dalam tabung 10^{-1} torr. Ion hidrogen yang terbentuk sebagai spesies plasma akan dipercepat oleh sumber RF dan beda potensial tinggi antara dua elektroda sehingga tertarik ke katoda (elektroda negatif) dan terdeposisi pada substrat.

3.3.4. Proses pelapisan alumunium

Proses ini bertujuan untuk melapiskan bahan yang bersifat konduktor sehingga arus dapat melewati lapisan tipis. Pada tahap pelapisan alumunium ini sama seperti pada pembuatan lapisan tipis a-Ge. Sebelum dilakukan pelapisan terlebih dahulu *alumunium foil* dibungkus pada bagian tengah lapisan a-Ge:H seperti terlihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Lapisan tipis a-Ge:H yang dibungkus dengan Alumunium foil

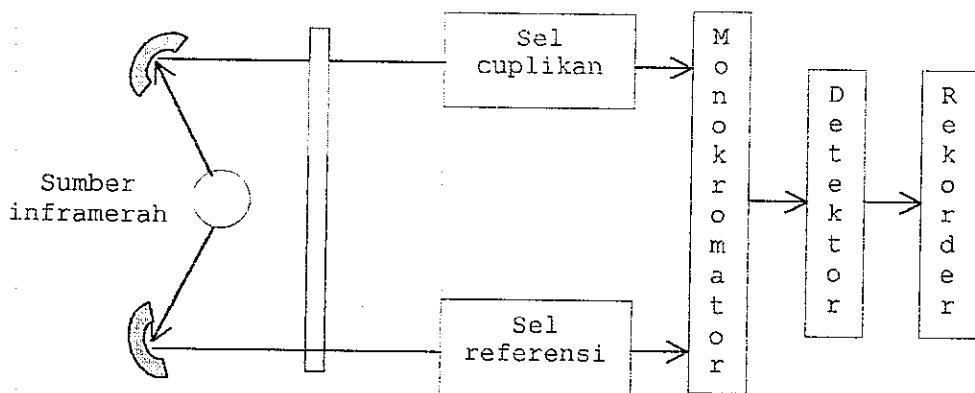
3.4. Metoda Karakterisasi

Untuk mengetahui karakterisasi lapisan tipis yang terbentuk, perlu dilakukan pengujian terhadap lapisan tersebut. Pada penelitian ini seperti telah dijelaskan pada bab II, bahwa pengujian tersebut meliputi identifikasi ikatan unsur dalam lapisan dan sifat kelistrikkannya.

3.4.1. Spektrometer inframerah

Alat ini digunakan untuk menentukan ikatan unsur yang terdapat dalam lapisan tipis a-Ge:H. Molekul akan menyerap energi yang dipancarkan dari sumber radiasi gelombang elektromagnetik sesuai dengan frekuensi getaran molekul tersebut, sehingga pada ikatan unsur yang berbeda akan menghasilkan spektrum serapan pada panjang gelombang yang berlainan. Ikatan unsur Ge-H (pada bilangan gelombang 1850 cm^{-1}) terletak pada jangkauan panjang gelombang sinar inframerah (pada bilangan gelombang $4000\text{-}400 \text{ cm}^{-1}$), sehingga sinar inframerah digunakan sebagai sumber energi radiasi untuk mengidentifikasi ikatan unsur dalam lapisan tipis a-Ge:H.

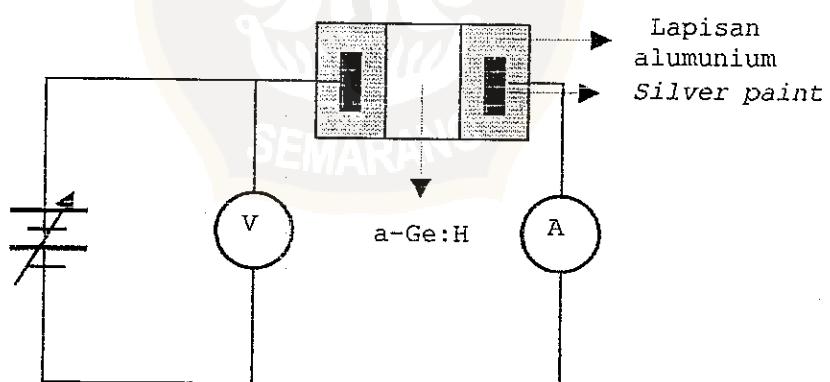
Dalam penelitian ini sampel yang tersedia dipisahkan dari substrat dengan cara dikerok dengan hati-hati menggunakan sendok spatula stainless steel. Setelah terpisah lalu dicampur dengan KBr sampai homogen dan dimasukkan ke dalam alat pemelet dengan diberikan tekanan sedemikian rupa hingga membentuk pelet tipis. Pelet yang terbentuk lalu ditempatkan pada pemegang spektrometer inframerah. Skema sistem alat ini disajikan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7. Skema sistem alat spektrometer inframerah (Anas, 1995)

3.4.2. Pengukuran Hambatan

Pengukuran dilakukan dengan multimeter digital *Advantest R6871E*. Pada penelitian ini menggunakan *silver paint* sebagai perekat kawat tembaga yang ditempelkan pada elektroda aluminium lapisan tipis a-Ge:H dan dibuat rangkaian seperti pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8. Skema pengukuran resistansi lapisan tipis a-Ge:H.

3.5. Teknik Analisis Data

Setelah semua data hasil pengukuran diperoleh, kemudian data tersebut diseleksi untuk selanjutnya dilakukan analisis data. Analisis data dilakukan berdasarkan sifat dan jenis data yang terkumpul yaitu secara kualitatif dan kuantitatif. Data yang bersifat kuantitatif dianalisis berdasarkan persamaan rumus, sedangkan data yang bersifat kualitatif akan dilakukan interpretasi.

3.5.1. Pengujian dengan spektrometer inframerah

Data yang diperoleh adalah spektrum transmitansi inframerah berupa grafik hubungan transmitansi dengan bilangan gelombang. Transmitansi merupakan perbandingan intensitas berkas inframerah setelah melewati sampel (I_t) dengan intensitas mula-mula (I_o) dalam persen. Secara matematis transmitansi dapat dituliskan sebagai berikut :

$$T = \frac{I_t}{I_o} \quad (3.1)$$

sedangkan frekuensi dinyatakan dalam bilangan gelombang (ν), yaitu :

$$\nu = \frac{1}{\lambda} \quad (3.2)$$

3.5.2. Konduktivitas listrik bahan

Metoda analisa yang digunakan untuk menentukan konduktivitas listrik lapisan tipis adalah menggunakan data-data hasil pengukuran yang dilanjutkan dengan perhitungan menggunakan persamaan-persamaan yang sesuai. Adapun metoda perhitungan beserta ralatnya dapat dilihat pada Lampiran .