

BAB III

METODE PENELITIAN

Pemodelan yang dilakukan pada penelitian ini adalah studi literatur dan komputasi dengan metode semi numerik. Studi literatur digunakan untuk mempelajari pemodelan divais dan menyelesaikan persamaan Schrödinger pada transistor efek medan BAGNR. Kemudian dilakukan perhitungan transmitansi menggunakan pendekatan metode matriks transfer (MMT). Proses komputasi dilakukan dengan bahasa pemrograman. Kemudian perhitungan untuk arus terobosannya menggunakan metode *Gauss Legendre Quadrature*.

3.1. Perhitungan Transmitansi

Peluang transmisi dapat didefinisikan sebagai peluang dari partikel yang dapat menembus sebuah potensial penghalang. Untuk menghitung koefisien transmitansi, diperlukan sebuah syarat batas agar mendapatkan solusi khusus.

Untuk potensial transistor efek medan dilakukan aproksimasi dengan membagi potensial menjadi n buah segmen yang akan digunakan pada perhitungan koefisien transmisi dengan metode matriks transfer (MMT).

Dengan menggunakan metode matriks transfer yang membagi daerah menjadi N buah, dengan $n = 2, 3, \dots, N-1$.

Maka solusi yang didapat adalah :

$$\psi_1 = A_1 e^{ik_1 z_1} + B_1 e^{-ik_1 z_1}, \quad z < 0 \quad (3.1a)$$

$$\psi_n = A_n e^{ik_n z_n} + B_n e^{-ik_n z_n}, \quad 0 < z < d_1 \quad (3.1b)$$

$$\psi_n = A_{n+1} e^{ik_{n+1} z_n} + B_{n+1} e^{-ik_{n+1} z_n}, \quad d_1 < z < d_2 \quad (3.1c)$$

$$\psi_N = A_N e^{ik_N z_{N-1}}, \quad z > d_2 \quad (3.1d)$$

Dengan menerapkan kondisi terikat, maka solusi persamaan dapat ditulis dalam bentuk matriks :

$$\begin{pmatrix} 1 \\ B_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A_N \\ 0 \end{pmatrix} \quad (3.2)$$

Koefisien transmisi elektron t diperoleh dari:

$$t = A_N = \frac{1}{a_{11}} \quad (3.3)$$

Dan transmitansi elektron diperoleh dari:

$$T(E) = \left(\frac{k_N}{k_1}\right) tt^* \quad (3.4)$$

Dengan t^* merupakan konjugat dari koefisien transmisi.

3.2. Perhitungan Arus Terobosan dengan MGLQ

Untuk menghitung arus terobosan maka terlebih dahulu dilakukan transformasi persamaan arus terobosan menjadi bentuk integrasi Metode *Gauss Legendre Quadrature*. Perhitungan dengan metode ini melibatkan absisan (x_i) dan bobot (w_i) yang bersesuaian. Bentuk integrasi dengan metode *Gauss Legendre Quadrature* seperti pada persamaan 2.15 adalah:

$$\int_1^n f(x)dx \approx \sum_{i=1}^n W_i f(x_i) \quad (3.5)$$

Arus terobosan sangat bergantung dengan besar probabilitas elektron dalam menerobos potensial penghalang ($T(E)$). Sehingga arus terobosan pada transistor efek medan dapat dirumuskan sebagai berikut (Bimo, 2014):

$$I = \frac{2qg_v}{\pi\hbar} \int_{E_1}^{E_2} T(E)[f_S(E) - f_D(E)]dE \quad (3.6)$$

Dan nilai f_S dan f_D masing-masing adalah:

$$f_S(E) = \frac{1}{1 + \exp\left(\frac{E}{k_B T}\right)} \quad (3.7)$$

$$f_D(E) = \frac{1}{1 + \exp\left(\frac{E - eV_D}{k_B T}\right)} \quad (3.8)$$

Dimana $f_S(E)$ dan $f_D(E)$ ialah fungsi distribusi Fermi-dirac pada *source* dan *drain*, h adalah konstanta Planck, k_B adalah konstanta Boltzmann, $T(E)$ adalah koefisien transmisi, dan g_v merupakan degenerasi GNR ($g_v = 1$). Untuk menyelesaikan persamaan di atas digunakan *Metode Gauss-Legendre Quadrature* (MGLQ) dengan mengubah integral arus ke dalam bentuk :

$$I = \frac{2g_v e}{h} \int_0^{\infty} [f_E(E) - f_c(E)] T(E) dE \quad (3.9)$$

Setelah dilakukan transformasi domain kemudian persamaan diselesaikan dengan MGLQ sebagai berikut:

$$I = \frac{g_v e^2 V_G}{h} \sum_{i=1}^N w_i g(x_i) \quad (3.10)$$

3.3. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan terdiri dari beberapa tahapan diantaranya:

1. Kajian Pustaka

Kajian pustaka dilakukan untuk mempelajari dan mengumpulkan referensi-referensi yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan. Dengan mengkaji berbagai sumber-sumber ilmiah seperti buku, jurnal, artikel ataupun karya ilmiah yang bertujuan untuk mendapatkan pemahaman terhadap pemodelan yang akan dilakukan terutama pada transistor berbahan *graphene*. Setelah model perhitungan didapat, kemudian dilakukan pemilihan bahasa pemrograman yang cocok untuk membantu proses perhitungan.

2. Perumusan Algoritma

Dalam perumusan algoritma pemodelan penulis menyesuaikan dengan metode yang akan digunakan yaitu MMT dan MGLQ. MMT digunakan untuk menghitung transmitansi sedangkan untuk perhitungan arus terobosan digunakan MGLQ. Dengan bahasa pemrograman *Wolfram Mathematica*. Bahasa pemrograman dipilih *Wolfram Mathematica* untuk bahasa mathematica digunakan untuk menghitung transmitansi elektron dengan menggunakan metode matriks transfer kemudian arus terobosan pada transistor dihitung menggunakan MGLQ.

3. Penulisan Program

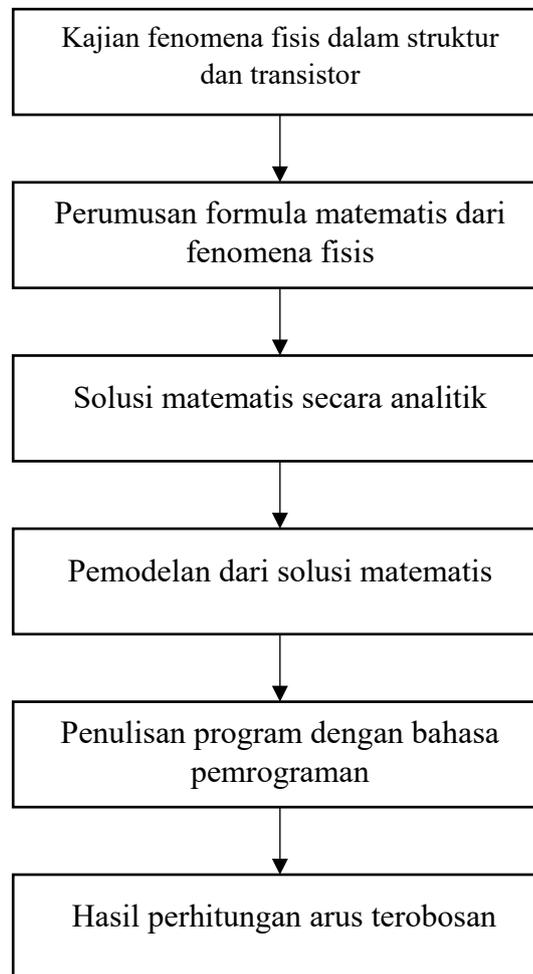
Pada tahap ini, algoritma yang telah dirumuskan kemudian dilakukan penulisan program dan menjalankannya secara berulang-ulang. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan data yang berbeda dengan parameter berbeda dan dilakukan agar tujuan penelitian tercapai.

3.4. Alur Penelitian

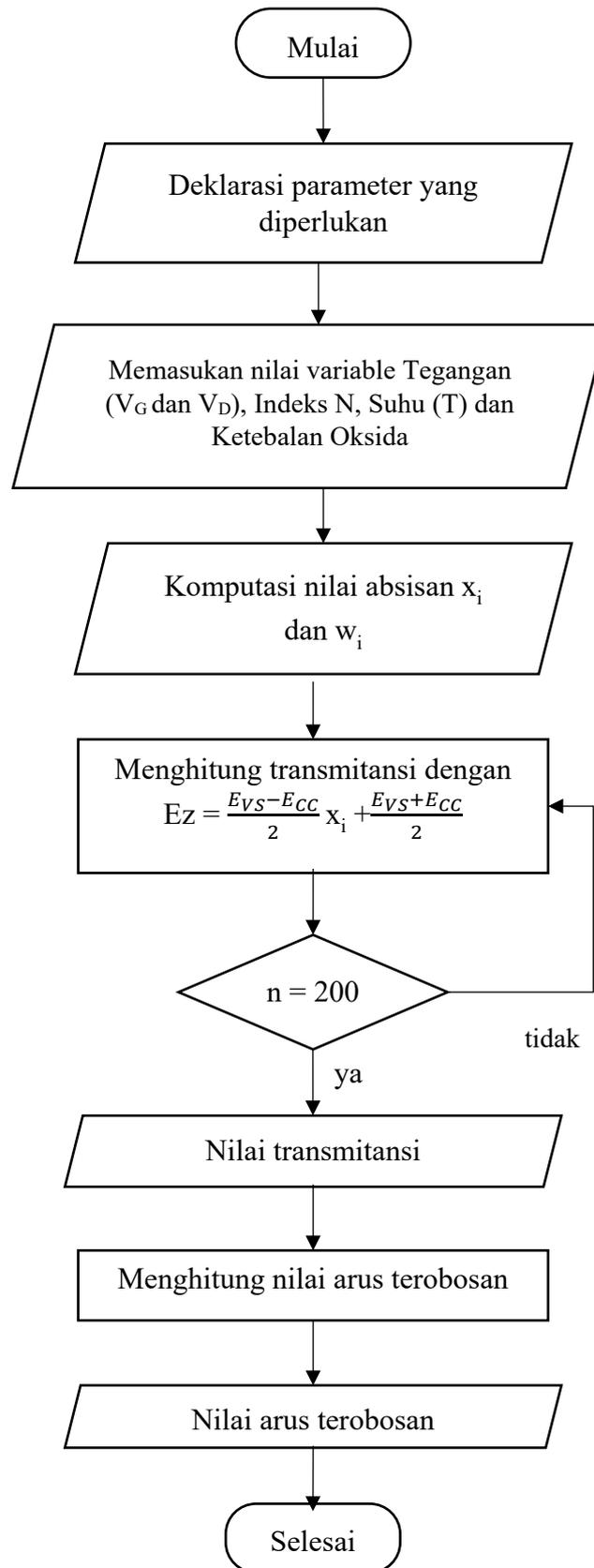
Alur penelitian yang dilakukan pada penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Mengkaji fenomena fisis dan struktur bilayer AGNR serta bagaimana model profil potensial untuk divais transistor efek medan bilayer AGNR.
2. Pemodelan elektron dengan persamaan Poisson kemudian dipilih pendekatan metode matriks transfer pada persamaan Poisson untuk mendapatkan solusi. Solusi persamaan Poisson kemudian diselesaikan pada model profil potensial dengan menggunakan sejumlah syarat batas .
3. Setelah penyelesaian dilakukan dengan syarat batas, kemudian dibuat rumusan-rumusan dalam bentuk matriks untuk diselesaikan dengan komputer dan bahasa pemrograman yang telah dipilih.
4. Setelah didapat model persamaan, kemudian dilakukan penulisan pemrograman dengan penyesuaian variabel. Bahasa *Mathematica* digunakan untuk program perhitungan arus terobosan.
5. Hasil perhitungan arus terobosan dengan variabel-variabel ketebalan lapisan oksida, suhu dan lebar BAGNR pada transistor efek medan kemudian ditampilkan.

Diagram alur penelitian adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram alur penelitian.



Gambar 3.2 Flowchart perhitungan arus terobosan.