

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan adalah simulasi numerik. Seluruh perhitungan akan diselesaikan melalui komputasi pemrograman menggunakan *software* Wolfram Mathematica 11.2. Prosedur penelitian yang akan dilakukan terdiri atas beberapa tahap, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Mengkaji fenomena fisis dan struktur *multilayer* AGNR serta profil potensial untuk TFET *multilayer* AGNR.
 2. Memodelkan persamaan Schrödinger dengan profil potensial TFET *multilayer* AGNR dengan pendekatan fungsi Airy untuk mencari solusi umum.
 3. Menghitung nilai transmitansi melalui komputasi pemrograman menggunakan Wolfram Mathematica 11.2 dengan menerapkan syarat batas pada solusi umum.
 4. Menuliskan program untuk menghitung nilai arus terobosan dengan menggunakan metode Gauss-Legendre *Quadrature* (GLQ).
 5. Menuliskan program untuk menghitung nilai *cut-off frequency* berdasarkan variabel yang divariasikan untuk dianalisis lebih lanjut.
- Diagram algoritma pemrograman ditunjukkan pada Gambar 3.1.

3.2 Perhitungan Transmitansi

Probabilitas elektron untuk menembus potensial penghalang dinamakan dengan transmitansi. Dengan menggunakan pendekatan fungsi Airy, solusi dari fungsi gelombang pada persamaan (2.9) dapat diperoleh dengan menggunakan penghalang potensial pada persamaan (2.8) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\psi_I(x) &= Ae^{k_1x} + Be^{-k_1x} & x \leq -\sigma \\ \psi_{II_a}(x) &= CAi(\zeta(x)) + DBi(\zeta(x)) & -\sigma \leq x \leq 0 \\ \psi_{II_b}(x) &= E Ai(\xi(x)) + F Bi(\xi(x)) & 0 \leq x \leq \sigma \\ \psi_{III}(x) &= Ge^{k_2x} & x \geq \sigma\end{aligned}\tag{3.1}$$

Dengan menerapkan kondisi batas, nilai transmitansi dapat diperoleh dengan membandingkan koefisien gelombang yang diteruskan dengan koefisien gelombang yang datang seperti berikut:

$$T = \frac{k_2}{k_1} \left| \frac{G}{A} \right|^2 \quad (3.2)$$

3.3 Perhitungan Arus Terobosan

Arus terobosan merupakan laju aliran dari probabilitas elektron untuk menembus potensial penghalang. Nilai arus terobosan sangat bergantung pada nilai transmitansi. Dengan asumsi transportasi balistik terjadi pada *channel*, nilai arus terobosan dapat diperoleh menggunakan persamaan Landauer berikut (Bimo dkk., 2014):

$$I_d = \frac{2q}{\pi\hbar} \int_{E_{cc}}^{E_{vs}} T(E) [f_s(E) - f_d(E)] dE \quad (3.3)$$

dengan q adalah muatan elektron, \hbar adalah konstanta Planck tereduksi, $T(E)$ adalah transmitansi elektron, E adalah energi, serta f_s dan f_d adalah distribusi Fermi pada *source* dan *drain* pada persamaan (3.4) dengan K_B adalah konstanta Boltzmann dan T adalah temperatur (Cheng, 2022).

$$f_s(E) = \frac{1}{1 + e^{\frac{E}{K_B T}}} \quad (3.4)$$

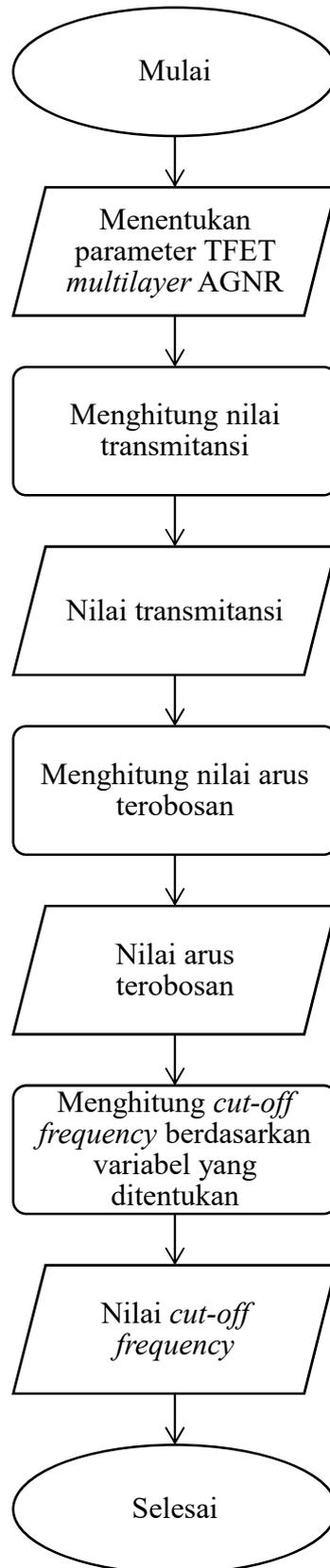
$$f_d(E) = \frac{1}{1 + e^{\frac{E + eV_d}{K_B T}}}$$

Persamaan (3.3) dapat diselesaikan dengan menggunakan metode GLQ (Babolian dkk., 2005) menjadi bentuk persamaan sebagai berikut:

$$I_d = \frac{q(E_{vs} - E_{cc})}{\pi\hbar} \sum_{i=1}^N w_i f(x_i) \quad (3.5)$$

3.4 Perhitungan *Cut-off Frequency*

Nilai *cut-off frequency* dapat dihitung menggunakan persamaan (2.12). Arus terobosan pada transkonduktansi yang ditunjukkan pada persamaan (2.13) dihasilkan dari efek kuantum terobosan elektron yang dirumuskan pada persamaan (3.3). Nilai *cut-off frequency* divariasikan berdasarkan variabel tegangan *drain*, panjang *channel*, tebal lapisan oksida, lebar *multilayer* AGNR, dan temperatur.



Gambar 3.1 Diagram algoritma perhitungan *cut-off frequency*