

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Matematika telah memberikan kontribusi besar terhadap kemajuan pengetahuan dan teknologi. Salah satu aspeknya adalah model matematika, yang merupakan bagian penting dari perkembangan ini. Pemodelan matematika adalah cabang dari matematika terapan yang sangat penting dan bermanfaat. Salah satu aplikasi pemodelan matematika adalah dalam masalah sistem saraf.

Sistem saraf merupakan jaringan yang sangat kompleks, memainkan peran penting dalam mengatur seluruh aktivitas dalam tubuh, termasuk fungsi gerak, penglihatan dan kontrol organ. Neuron berfungsi mengirimkan pesan (impuls) berupa rangsangan atau respon. Sistem saraf dibagi menjadi dua bagian: sistem saraf pusat dan sistem saraf tepi. Sistem saraf pusat meliputi otak dan sumsum tulang belakang, sedangkan sistem saraf tepi meliputi sistem saraf sadar dan sistem saraf tak sadar.

Pemodelan matematika berperan penting dalam mempelajari masalah sistem saraf. Model FitzHugh–Nagumo adalah sistem reaksi-difusi terkenal yang pertama kali diperkenalkan oleh Hodgkin dan Huxley untuk konduksi impuls listrik di sepanjang serabut saraf. Beberapa model matematis untuk neuron biologis yang mewakili perilaku neuron dalam hal potensi membran telah dikembangkan seperti model Hodgkin-Huxley (1952), model FitzHugh (1969), model Morris-Lecar (1981), model Hindmarsh-Rose (1984), khususnya model Hodgkin–Huxley yang menjadi motivasi persamaan FitzHugh–Nagumo yang mengekstrak perilaku esensial dalam bentuk sederhana.

A. Yazdan, G. Mehrdad dan M. Ghasem telah menggunakan metode automata seluler untuk mensimulasikan pembentukan pola model FitzHugh–Nagumo dan mempertimbangkan efek dari parameter yang berbeda dari model FitzHugh–Nagumo dalam mengubah pola awal. A. Panfilov dan P. Hogeweg menemukan bahwa pemutusan spiral terjadi secara spontan pada media eksitasi yang memiliki periode refraktori relatif lebih pendek dan rumit. Gelombang perjalanan, percabangan dan siklus batas model FitzHugh-Nagumo (atau dimodifikasi) telah dipelajari dengan baik.

Seperti yang diketahui bahwa difusi ion ada di mana-mana ketika ion melewati sitomembran, jadi haruslah dipertimbangkan efek difusi pada sistem. Hal ini pernah dibahas oleh (Dikansky, 2005), ia menambahkan difusi ke sistem, dan memperoleh sistem reaksi-difusi sebagai berikut.

$$u_t = Du_{xx} + u(1 - u)(u - a(x)) - v$$

$$v_t = \varepsilon(gu - bv - d)$$

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, penulis akan melakukan penelitian dengan judul ”*Analisis Dinamik Sistem Reaksi Difusi Model FitzHugh–Nagumo*”. Matlab membantu dalam memvisualisasikan solusi dari model persamaan diferensial menggunakan metode Linearisasi. Dengan Matlab, simulasi numerik dapat dilakukan menggunakan metode Forward Euler untuk mengamati perilaku solusi sistem reaksi difusi model FitzHugh–Nagumo.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana analisis kestabilan titik kesetimbangan pada model Fitzhugh Nagumo dengan ambang batas a ?
2. Bagaimana simulasi kestabilan titik kesetimbangan model Fitzhugh Nagumo pada ambang batas a ?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, agar permasalahan tidak melebar, penulis membatasi masalah yang akan dibahas sebagai berikut:

1. Persamaan yang akan dibahas ialah

$$u_t = Du_{xx} + u(1 - u)(u - a(x)) - v$$

$$v_t = \varepsilon(gu - bv - d)$$

Dimana a adalah ambang batas $(0 < a < \frac{1}{2})$.

2. Kondisi syarat batas *Neumann* $u_0 = 0$ dan $v_0 = 0$ untuk memodelkan neuron yang terisolasi dari lingkungan sekitarnya.
3. Pada penelitian ini menganalisis titik kesetimbangan model FN dengan Matlab dan menginterpretasi perilaku dari grafik.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh ambang batas a pada model Fitzhugh Nagumo
2. Mengetahui simulasi kestabilan titik kesetimbangan model Fitzhugh Nagumo pada ambang batas a

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat yang dapat diambil bagi peneliti adalah menambah wawasan dan ilmu pengetahuan tentang analisis dinamik pada model FitzHugh–Nagumo.
2. Manfaat bagi pembaca yang sedang menempuh mata kuliah adalah menjadikan penelitian ini sebagai salah satu bahan kajian pembelajaran yang berhubungan dengan materi tersebut. Bagi pembaca lainnya, penelitian ini dapat menambah pengetahuan tentang aktivitas neuron dalam sistem saraf secara matematis.

