

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem saraf merupakan salah satu sistem yang penting dalam mengatur fungsi kerja biologis. Sistem saraf didefinisikan sebagai suatu sistem koordinasi yang bertugas menyampaikan rangsangan dari reseptor untuk dideteksi dan direspon oleh tubuh.¹ Sistem saraf memungkinkan makhluk hidup tanggap terhadap perubahan-perubahan yang terjadi di lingkungan luar maupun dalam. Pada hewan banyak ditemukan klasifikasi sistem saraf. Umumnya sistem saraf yang cukup terkenal adalah sistem saraf pusat dan tepi.¹ Setelah menerima rangsangan atau stimulus baik yang berasal dari dalam maupun luar tubuh, rangsangan tersebut diteruskan ke sistem saraf pusat atau saraf tepi kemudian diintegrasikan dalam bentuk informasi guna menentukan respon yang akan diberikan oleh tubuh.¹

Didalam sistem saraf terdapat sel saraf (*neuron*) yang merupakan bagian terkecil dalam suatu skema saraf dan berfungsi untuk menghantarkan informasi. Hampir seluruh jaringan makhluk hidup disusun oleh sel-sel saraf sebagai fungsi koordinasi dan pembawa sinyal *neurotransmitter*. Dalam memahami proses penjalaran impuls pada suatu sel saraf dibutuhkan pengetahuan mendasar tentang sifat konduktivitas membran dan mekanisme transportasi dalam sel saraf.¹

Pada tugas akhir ini akan diteliti mengenai dinamika sistem dan simulasi penjalaran impuls pada sel saraf dengan menggunakan model Hindmarsh-Rose. Model Hindmarsh-Rose mengacu pada model analitik dan eksperimen yang telah dilakukan oleh A. L. Hodgkin dan A. F. Huxley (Hodgkin-Huxley), kemudian Hindmarsh-Rose mempelajari bagaimana penyederhanaan model matematika yang dilakukan oleh R.

Fitzhug dan J. Nagumo (FitzHug-Nagumo). Penyederhanaan tersebut mengambil persamaan gelombang Van der Pol dengan melakukan transformasi Leinard menjadi persamaan differensial dua variabel yang *autonomous* sehingga potensial aksi yang terbentuk merupakan *activation* dari saluran sodium (m) yang memiliki durasi yang sama dalam skala waktu tertentu, kemudian disaat *inactivation* saluran sodium (h) *activation* saluran potasium (n) sebagai fungsi depolarisasinya.^{2,3} Mempelajari kelemahan dari model tersebut dimana menghasilkan potensial aksi yang sama perperiodik (*inter-spike interval*) dan tidak dapat menjelaskan hubungan fisis frekuensi dan arus.² Hindmarsh-Rose mengubah fungsi linier yang ada pada persamaan Fitzhug-Nagumo menjadi persamaan kuadratik², lalu dua tahun kemudian Hindmarsh-Rose menyempurnakan model analitiknya melalui persamaan ketiga agar model yang dibuat lebih menyerupai dinamika sistem yang ada pada penjalaran impuls di dalam sel saraf yakni *bursting-firing adapting*.³

1.2 Tujuan Penelitian

- Membuat simulasi dinamika sel saraf menggunakan model Hindmarsh-Rose dengan memvariasikan input berupa arus I searah sebagai sumber rangsangan.
- Menganalisa persamaan Hindmarsh-Rose yang merupakan persamaan diferensial terkopel pembentuk dinamika pada penjalaran impuls didalam sel saraf.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1.3 Perumusan Masalah

- Bagaimanakah pengaruh perubahan input berupa arus I searah sebagai sumber rangsangan terhadap penjalaran impuls didalam sel saraf dari persamaan Hindmarsh-Rose ?
- Bagaimanakah persamaan Hindmarsh-Rose membentuk dinamika dalam penjalaran impuls di dalam sel saraf ?

1.4 Hipotesis

- Input berupa arus I searah sebagai sumber rangsangan menunjukkan sejumlah fenomena penjalaran impuls *spiking* dan *bursting* pada sel saraf yang dibentuk dari persamaan Hindmarsh-Rose.
- Persamaan Hindmarsh-Rose merupakan persamaan differensial biasa yang bersifat autonomous dan saling terkopel yang dapat membentuk dinamika sistem didalam penjalaran impuls pada sel saraf.

1.5 Keluaran

Keluaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebuah simulasi berbasis *Graphical User Interface* (GUI) dari persamaan Hindmarsh-Rose yang dapat digunakan untuk menjelaskan dinamika sistem di dalam sel saraf.

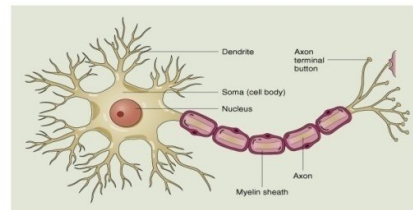
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Morfologi Sel Saraf

Sel saraf terdiri dari inti sel atau *nukleus*, tubuh sel atau sel somatik, diperpanjang oleh akson, terminal akson (ujung akson), dan sejumlah dendrit (lihat Gambar 1).^{1,5} Perpanjangan sel saraf dibentuk oleh akson yang merupakan salinan panjang tipis yang

terbungkus oleh suatu membran yang berisi cairan dengan nama *aksoplasma*.¹ Pada perpanjangan ini terdapat selubung myelin, sel *sachwann*, dan *Node of Renvier*. Pada penjalaran impuls melalui sel saraf dendrit berfungsi menerima sinyal berupa rangsangan dan berfungsi sebagai sensor penerima dari sel saraf yang lainnya sedangkan akson berfungsi sebagai penghantar sinyal ke bagian sel saraf lain. Mekanisme penjalaran impuls melalui sel saraf terjadi sepanjang akson jika dan hanya jika rangsangan yang diterima oleh dendrit atau tubuh sel pada setiap waktu, intensitasnya berada pada ambang batas (*threshold*) atau lebih.^{1,5,7} Impuls akan mengalir dari tubuh sel menuju terminal akson. Sesampainya impuls saraf pada terminal akson, suatu substansi saraf penghantar dilepaskan dan akan menyampaikan impuls ke penerima di sel berikutnya. Sambungan antara akson terminal dan dendrit sel saraf lain memungkinkan adanya sinapsis.⁵



©2003 Tipler, Inc.

Gambar 1. Struktur sel Saraf tunggal

2.2 Fisiologi Sel Saraf

Seperti pada semua sel hidup, sel saraf memiliki kecenderungan mempertahankan kondisi intraseluler yang berbeda dengan lingkungan ekstraselulernya. Setiap sel saraf akan menghasilkan sejumlah ion negatif yang berada disekitar membran dalam sel dan ion positif yang berada mengintari bagian luar membran sel (Gambar 2a). Perbedaan besar muatan ion inilah menjadi dasar dalam menjelaskan mekanisme penjalaran impuls pada sel saraf. Selain itu sel syaraf juga memiliki sifat *excitability* (kemampuan merespon stimulus) dan *conductivity* (kemampuan menghantarkan sinyal).⁶