

Disain Wireless Functional Electrical Stimulator menggunakan X-Bee Pro

Bambang Supeno*, Rachmad Setiawan, Achmad Arifin

Bidang Keahlian Teknik Elektronika, Program Pascasarjana Teknik Elektro

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

* bambang.supeno10@mhs.ee.its.ac.id

Abstract – In general, all movements can be grouped into 2, namely upper limb and lower limb movements. All movements, including walking, is a complicated process which involves human's brain, spinal cord, peripheral nerves, muscles, bones and joints. Paralyzed lower limbs is a patient's clinical condition in which he suffers from the paralysis on the lower parts of the body. FES (Functional Electrical Stimulator) is one of the method that can be used as the restoration therapy for the patient's suffering from paralyzed lower limbs. It is aimed to activate the motor nerve, so that the patients can walk. The expectation from this research is the design of FES system using data communications. Wireless FES which uses X-Bee Pro is expected to be helpful in making the restoration process of the patients suffer from lower paralysis easier and faster.

Key Words — *Peripheral nerve, paralyzed lower limbs, Functional Electrical Stimulator, restoration.*

Abstrak— Secara garis besar semua jenis gerakan itu dapat dikelompokkan menjadi dua bagian besar, yaitu gerakan tubuh bagian atas (*upper limb*) dan bawah (*lower limb*). Semua jenis gerakan, termasuk berjalan, merupakan hasil dari sebuah proses rumit yang melibatkan otak, sumsum tulang belakang, saraf perifer, otot, tulang dan sendi. *Paralyzed lower limbs* adalah suatu kondisi klinis pada pasien yang berupa kelumpuhan anggota tubuh bagian bawah. FES (*Functional Electrical Stimulator*) adalah merupakan salah satu divais yang dipergunakan sebagai metode terapi restorasi gerakan pasien dengan *paralyzed lower limbs* untuk mengaktifkan jaringan motoriknya, sehingga pasien dapat berjalan. Harapan utama dari penelitian ini adalah adanya disain sistem FES dengan komunikasi data tanpa kabel. Dengan Wireless FES yang menggunakan X-Bee Pro, diharapkan dapat semakin memudahkan dan mempercepat proses restorasi kelumpuhan pasien bagian bawah.

Kata Kunci— *Saraf perifer, paralyzed lower limbs, Functional Electrical Stimulator, restorasi.*

I. PENDAHULUAN

Functional electrical stimulator (FES) telah banyak diteliti untuk digunakan dalam merestorasi kemampuan motorik pada pasien yang mengalami kerusakan pada susunan saraf pusat yang diakibatkan oleh *spinal cord injury* (SCI) maupun *stroke*. Penelitian mengenai FES pada level klinis mencakup restorasi

kemampuan gerak dari alat-alat gerak manusia bagian atas (*upper limb*) maupun bawah (*lower limb*) dalam kehidupan sehari-hari, seperti menggenggam (*grasping*) [1], [2], berdiri (*standing*) dan berjalan (*gait*) [2], [3]. Di Indonesia, banyak penderita kelumpuhan yang mengalami kehilangan kemampuan berjalan yang diakibatkan oleh gangguan sistem syaraf motorik akibat *spinal cord injury* atau kerusakan pada otak (*brain damage*). Oleh karena itu FES sangat potensial untuk dikembangkan di Indonesia sebagai salah satu metode rehabilitasi sistem motorik.

Aplikasi FES untuk restorasi kemampuan berjalan pada level klinis pada umumnya menggunakan sistem yang ditrigger secara manual dengan menerapkan kendali *open-loop*. Sistem ini banyak dipakai karena sederhana dan mudah diaplikasikan. Pada dasarnya, sebuah *open-loop FES* tidak memanfaatkan *muscle model* untuk memprediksi pola dari intensitas stimulasi listrik. FES sistem dengan kendali *open-loop* dapat menghasilkan gerakan yang baik hanya dalam kondisi *musculo-skeletal system* yang dikontrol tidak mengalami gangguan. Gerakan organ tubuh manusia yang diaktifkan oleh FES membutuhkan suatu metode pengendalian yang handal sehingga dapat menghasilkan gerakan yang diinginkan. Akan tetapi mengendalikan gerakan organ tubuh manusia yang diaktifkan oleh FES adalah sulit dan sangat kompleks dikarenakan nonlinearitas dari respon *neuro-muscular system*, variasi dari respon *musculo-skeletal system* terhadap stimulasi listrik, *time delay* yang panjang, dan gejala kelelahan (*muscle fatigue*). Oleh karena itu, untuk mengatasi kesulitan-kesulitan dalam pengendali FES maka digunakan *closed-loop control* untuk menghasilkan gerakan yang akurat.

Pengembangan *FES system* dalam penelitian ini dalam rangka menjawab permasalahan kurangnya sarana rehabilitasi motorik dan merupakan tindak lanjut dalam memasyarakatkan FES ke level klinis dengan cara menggunakan *closed-loop control*. Sistem *typical closed-loop FES* terdiri dari kontroler, stimulator dan sistem sensor, seperti pada Gambar 1. Sistem yang akan dikembangkan dalam penelitian ini meliputi beberapa subsistem yang digambarkan dalam Gambar 2.