

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Cerebrovascular accident (CVA) atau stroke adalah kondisi dimana terganggunya kebutuhan suplai darah ke suatu bagian otak secara tiba-tiba. Kondisi ini dapat terjadi karena adanya penyumbatan dan pecahnya pembuluh darah. Hal ini menyebabkan reaksi biokimia pada jaringan otak yang dapat merusak bahkan mematikan sel-sel otak. Pada kondisi lebih lanjut dapat menyebabkan kematian jaringan otak serta menyebabkan hilangnya fungsi yang dikendalikan oleh jaringan tersebut (Wijaya & Putri, 2013).

Menurut data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas), prevalensi stroke nasional mencapai 10,9 per 1000 penduduk di atas usia 15 tahun atau mencapai lebih dari 2 juta orang pengidap penyakit stroke (RISKESDAS, 2018). Di seluruh dunia penyakit ini merupakan penyebab kematian tertinggi kedua dan juga tertinggi ketiga sebagai penyebab kecacatan (Johnson, et al., 2016). Salah satu kecacatan yang paling sering ditemui dari pasien stroke adalah hemiparesis yaitu 70-80%. Hemiparesis merupakan kondisi dimana bagian motorik tubuh mengalami pelemahan yang diakibatkan oleh stroke pada bagian otak yang berlawanan sehingga sulit untuk melakukan gerakan (Halim, et al., 2016). Pelemahan fungsi pada bagian lengan dan tangan untuk pasien paska stroke sering terjadi dan memiliki dampak besar pada aktivitas kehidupan sehari-hari dan tingkat kualitas hidup (Kinoshita, S. et al., 2020). Pelemahan fungsi motorik pada bagian lengan dapat dikembalikan melalui kegiatan rehabilitasi robotik.

Rehabilitasi robotik dilakukan dengan mengaplikasikan kegiatan rehabilitasi medis pada robot industri. Melalui kegiatan rehabilitasi yang dilakukan dengan menggunakan robot secara berkelanjutan diharapkan pasien dapat mengembalikan fungsi fisik serta fungsi kognitif. Rehabilitasi robotik memiliki keunggulan karena

mampu mengatur gerakan yang akan dilatih sesuai dengan kemampuan otot (Amin, 2018). Untuk melakukan kegiatan rehabilitasi pada lengan tangan dapat digunakan *upper-limb exoskeleton*.

Upper-limb Exoskeleton dapat menjadi pilihan rehabilitasi pasien paska stroke untuk perbaikan fungsi motorik pada anggota gerak atas. Rehabilitasi dalam jangka panjang bertujuan untuk mengembalikan kemampuan anggota tubuh dalam melakukan keterampilan yang mungkin telah hilang akibat dari stroke, sehingga dapat membantu pasien untuk mencapai kemandiriannya kembali. *Upper-limb Exoskeleton* dapat melatih gerakan spasial dan kompleks, menyelaraskan gerakan persendian dan otot anggota gerak atas, serta lainnya yang disesuaikan dengan kebutuhan pasien (Frisoli, 2018).

Penelitian mengenai *upper-limb exoskeleton* sebagai perangkat rehabilitasi anggota gerak atas pernah dilakukan sebelumnya oleh Amin (2018) mengembangkan penelitian terkait implementasi desain lengan *upper-limb exoskeleton* berbasis sinyal otot. Penelitian ini mengembangkan eksoskeleton dengan gerakan robot 4 DOF (*degree of freedom*) atau derajat kebebasan menggunakan motor DC Servo pada bahu kanan-kiri dan siku kanan-kiri. Desain yang dikembangkan berbasis sinyal otot dengan sensor elektromiograf dan informasi sudut lengan dengan menggunakan logika *fuzzy* dengan pendekatan teori Sugeno. Hasilnya, eksoskeleton yang dikembangkan mampu memberikan nilai sudut yang mendekati antara pergerakan otot naracoba dan robot eksoskeleton (Amin, 2018).

Penelitian lainnya dilakukan oleh Siam Charoensang dan Sarut Panjan pada tahun 2015 mengembangkan *upper-limb exoskeleton* dengan derajat kebebasan sebesar 4 yaitu 1 DOF pada bagian siku dan 3 DOF pada bagian bahu. Robot ini dapat melakukan gerakan fleksi/ektensi, abduksi/adduksi, dan rotasi. Robot eksoskeleton ini menggunakan perangkat kontrol gerak PCI-7356 untuk mengetahui informasi posisi, kecepatan, dan yang paling utama untuk mengontrol 4 motor servo AC secara bersamaan. Sebanyak 4 sensor gaya dilengkapi dengan 4

amplifier diletakkan pada setiap sambungan eksoskeleton untuk mendeteksi gaya fisik yang bekerja pada tiap sendi eksoskeleton. Analisis kinematika yang diterapkan pada eksoskeleton ini yaitu kinematika maju (*forward kinematics*), kinematika balik (*inverse kinematics*), dan perencanaan lintasan (*trajectory planning*) dibuat berdasarkan Parameter Denavit-Hartenberg. Hasilnya, robot eksoskeleton ini dapat bergerak dengan halus serta aman secara mekanik dan elektrik ketika digunakan pada model lengan (Charoensang & Panjan, 2015).

Dalam penelitian berkelanjutan yang dikembangkan oleh tim penelitian Universitas Airlangga yang diketuai oleh Dr. Riries Rulaningtyas, S.T. M.T. sejak 2018 mengenai eksoskeleton saat ini sudah mencapai generasi ketiga. Eksoskeleton yang dikembangkan menggunakan bahan alumunium Eksoskeleton generasi ketiga ini dapat bergerak sebanyak 4 DOF dengan menggunakan mikrokontroller arduino dan dinilai kurang maksimal dalam menggerakkan motor Servo DC yang digunakan (Cantika, 2020).

Berdasarkan hal yang telah dijelaskan tersebut menjadi dasar penulis untuk mengembangkan penelitian mengenai analisis kinematika *upper-limb exoskeleton* untuk bagian lengan kiri sebagai perangkat rehabilitasi pasien paska stroke. Kerangka eksoskeleton yang digunakan merupakan pengembangan lanjutan dari tim penelitian Universitas Airlangga dengan menggunakan motor Servo DC dan mikrokontroller yang digunakan adalah Arm Cortex-M4. Gerakan yang dikembangkan sebesar 2 DOF pada lengan tangan. Analisis yang dilakukan adalah *forward kinematics*, *inverse kinematics*, matriks jacobian, dan *trajectory planning* berdasarkan DH parameter serta sistem instrumentasi robot eksoskeleton.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana model kinematika dari *upper-limb exoskeleton* yang terdiri dari *forward kinematics* dan *inverse kinematics* serta matriks jacobian?

2. Bagaimana implementasi sistem instrumentasi dari *upper-limb exoskeleton* lengan kiri yang sedang dikembangkan?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Upper-limb exoskeleton* yang dikembangkan untuk lengan bagian kiri.
2. *Upper-limb exoskeleton* menghasilkan gerakan sebesar 2 DOF.
3. Dinamika dari exoskeleton tidak diperhatikan.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat model kinematics dari *upper-limb exoskeleton* yang terdiri dari *forward kinematics* dan *invers kinematics* serta matriks jacobian.
2. Mengimplementasikan sistem instrumentasi pada *upper-limb exoskeleton*.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberikan sumbangsih ilmu pengetahuan bagi kemajuan teknologi dalam ranah pemanfaatan eksoskeleton yang nantinya bisa bermanfaat dalam rehabilitasi pasien paska stroke. Diharapkan penelitian ini mampu mendorong inovasi-inovasi teknologi medis khususnya dalam meningkatkan kualitas rehabilitasi di Indonesia sehingga membantu meningkatkan kualitas hidup pasien.