

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tuberkulosis (TB) telah menjadi masalah global, terutama pada negara-negara berkembang. Pada tahun 2018, data WHO menyatakan bahwa 44% kasus tuberkulosis berasal dari negara-negara di Asia Tenggara. Di Indonesia sendiri, terdapat 563.879 kasus penderita TB yang dilaporkan dan 98.000 laporan kematian yang disebabkan oleh penyakit TB pada tahun 2018 (WHO, 2019). Penyakit TB tidak hanya terjadi pada organ paru-paru (pulmonal), akan tetapi juga dapat menyebar ke organ tubuh yang lain (ekstrapulmonal). Terdapat sekitar 17% kasus tuberkulosis ekstrapulmonal dari total 3.362.783 kasus tuberkulosis yang ditemukan di Asia Tenggara (WHO, 2019). TB tulang belakang menyumbang sekitar 50% bagian dari kasus TB tulang (Kusmiati *et al.*, 2016) dan menjadi jenis TB yang sangat berbahaya dikarenakan infeksi tulang belakang akibat bakteri TB dapat menyebabkan gangguan saraf dengan prevalensi 10% sampai 43% (Rasouli *et al.*, 2012). Bahkan TB tulang belakang dengan penyakit tuberkulosis sudah tidak dalam kondisi aktif tetap dapat berujung pada deformasi tulang belakang permanen dan paraplegia (Jain *et al.*, 2013; Zuwanda *et al.*, 2013). Destruksi tulang belakang yang terjadi secara progresif akan menyebabkan kolapsnya jaringan tulang hingga menyebabkan berkurangnya kekuatan mekanis tulang guna menopang berat badan dan menimbulkan deformitas berupa kifosis (Kusmiati dkk., 2016). Prioritas penanganan TB tulang belakang dititikberatkan pada penghilangan infeksi dan peningkatan kesehatan penderita TB tulang belakang secara umum, kemudian dilanjutkan dengan menstabilkan tulang belakang yang mengalami deformitas serta menghilangkan kelumpuhan (Moon, 2014). Penghilangan infeksi sejauh ini dilakukan secara konservatif dengan pemberian kombinasi obat antituberkulosis secara

teratur (Rasouli *et al.*, 2012). Setelah infeksi tuberkulosis ditangani, kemudian langkah selanjutnya adalah merehabilitasi paraplegia yang disebabkan oleh TB tulang belakang. Salah satu prosedur rehabilitasi paraplegia yaitu dengan operasi penanaman implan berupa *graft* atau *stabilizer* untuk mengatasi deformitas tulang belakang. Namun, ada kemungkinan implan akan mengalami kegagalan akibat adanya fraktur atau kelonggaran bagian implan yang dapat memperparah deformitas tulang belakang (Moon, 2014).

Ankle Foot Orthosis (AFO) adalah instrumentasi medis yang dapat membantu proses rehabilitasi paraplegia pada penderita TB tulang belakang sehingga *gait* pasien dapat mendekati keadaan normal (Tang *et al.*, 2008 dalam Feng *et al.*, 2017). Penderita TB tulang belakang umumnya mengalami deformitas tulang belakang berupa kifosis yang akan mengganggu keseimbangan sagital tubuh. Untuk menjaga postur tubuh tetap tegak, maka akan terjadi pergeseran panggul dan tungkai bawah sebagai mekanisme kompensasi yang dilakukan tubuh (Barrey *et al.*, 2013). Jenis AFO yang sesuai untuk kasus TB tulang belakang adalah *ventral* AFO yang akan menjaga tungkai untuk tetap seimbang dan cukup kokoh untuk menopang beban tubuh normal. Untuk menjamin kenyamanan pemakaian AFO, beberapa parameter yang perlu diperhatikan dalam desain AFO adalah kekakuan, bentuk geometris, serta jenis bahan yang digunakan (Surmen *et al.*, 2018). Akan tetapi, meskipun parameter-parameter tersebut telah ditentukan dengan sebaik mungkin, untuk AFO yang parameternya disesuaikan secara spesifik terhadap keadaan satu pasien, kemungkinan AFO untuk patah menjadi dua kali lebih banyak dibandingkan pada AFO yang nilai parameternya tetap (Gomes *et al.*, 2017). Desain dan simulasi pada produksi AFO menggunakan bantuan komputer perlu dilakukan untuk mengurangi durasi *trial and error* serta menjaga efisiensi waktu dan biaya. Salah satu metode untuk melakukan simulasi adalah dengan menggunakan metode *Finite Element Model* (FEM). Metode FEM digunakan untuk dapat memprediksi konsentrasi

tekanan (Ielapi *et al.*, 2019) serta karakteristik mekanik yang dimiliki desain AFO (Wojciechowski *et al.*, 2019). Penelitian mengenai desain dan simulasi *ventral* AFO untuk kasus tuberkulosis tulang belakang telah dilakukan oleh Rodiyah pada tahun 2018. Didapatkan kesimpulan bahwa terdapat perbedaan nilai faktor keamanan dari variasi ketebalan AFO. Akan tetapi, desain tersebut belum mempertimbangkan pengaruh perbedaan material dalam desain dan simulasi AFO.

Pada penelitian ini, desain *ventral* AFO akan dibuat untuk menyesuaikan kondisi penderita TB tulang belakang yang mengalami deformitas tulang belakang berupa kifosis. Parameter-parameter yang divariasikan pada model AFO, yaitu dari segi material serta dimensi yang mencakup ketebalan dan ketinggian komponen anterior (*cuff*). Simulasi metode numerik FEM kemudian akan dilakukan untuk mengetahui bagaimana respons variasi model AFO terhadap pembebanan yang mensimulasikan tahapan *gait* selama fase *stance*. Hasil dari simulasi model AFO yang nantinya dianalisis dan dibandingkan dengan keadaan *gait* normal yaitu hasil distribusi deformasi, *strain*, *stress*, serta nilai defleksi dan *safety factor*. Semua proses tersebut dilakukan untuk mendapatkan variasi model AFO yang sesuai dan aman dalam merehabilitasi *gait* penderita TB tulang belakang sehingga keadaan *gait* dapat mendekati normal.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang dirumuskan penulis adalah sebagai berikut:

1. Apakah pengaruh dimensi dan jenis material AFO yang divariasikan terhadap ketahanan AFO?
2. AFO dengan kombinasi parameter manakah yang sesuai digunakan untuk rehabilitasi penderita TB tulang belakang?

1.3. Batasan Masalah

1. Pembuatan *solid model* dibatasi oleh fitur yang ada pada Autodesk Fusion 360.
2. Data antropometri (data sekunder) berasal dari subjek penelitian yang berada dalam kondisi normal tanpa kelainan baik pada tulang belakang maupun kaki.
3. Analisis terhadap simulasi *structural mechanics* AFO dibatasi oleh fitur yang ada pada aplikasi ANSYS 2019 R2.
4. Simulasi yang dilakukan pada AFO melibatkan tiga titik gaya yang terjadi pada tahap *initial contact*, *midstance*, *terminal stance*, serta gaya pada bagian *cuff* AFO berdasarkan berat badan subjek penelitian.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh dimensi dan jenis material AFO yang divariasikan terhadap ketahanan AFO.
2. Mengetahui AFO dengan parameter yang sesuai untuk digunakan oleh penderita TB tulang belakang.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Memberikan sumbangsih pengetahuan bagi pengembangan teknologi rehabilitasi, terutama untuk deformitas tulang belakang yang disebabkan oleh TB tulang belakang.
2. Menjadi acuan pertimbangan dokter dalam menentukan atau mendesain AFO yang baik untuk penderita TB tulang belakang.