

## **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini membahas hal-hal yang menjadi dasar permasalahan penelitian yang diambil, meliputi latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan yang ingin dicapai, manfaat penelitian, pembatasan masalah, asumsi-asumsi yang digunakan, dan sistematika penulisan dalam penelitian ini.

### **1.1 LATAR BELAKANG**

Salah satu gerakan manusia (*human gait*) yang sederhana dan mendasar adalah gerakan yang dilakukan oleh kaki manusia. Gerakan kaki antara lain berdiri (*standing*), berjalan (*walking*), berlari (*running*), dan melompat (*jumping*). Gerakan kaki manusia merupakan gerakan gabungan antara sendi yang saling berhubungan antara satu sendi dengan sendi yang lain. Pergerakan sendi pada kaki manusia disebut sebagai pergerakan anggota gerak bawah (Chaffin and Anderson, 1991).

Anggota gerak bawah tubuh menjadi hal penting bagi manusia dalam melakukan aktivitas sehari-hari, khususnya pergerakan (*moving*). Tetapi bilamana salah satu atau bahkan kedua anggota gerak bawah mengalami keterbatasan maka akan mengakibatkan terganggunya berbagai aktivitas kehidupan sehari-harinya. Keterbatasan ini dapat terjadi akibat suatu penyakit maupun adanya masalah pada hormon-hormon yang berfungsi sebagai medium pertumbuhan atau perkembangan anggota gerak bawah. Seseorang yang mengalami keterbatasan tersebut akan mengalami peningkatan pengeluaran energi saat berjalan hampir sebesar 89% dibanding dengan pejalan kaki normal. Dalam mengeliminasi keterbatasan tersebut, diperlukan alat bantu untuk anggota gerak bawah yaitu dikenal dengan *orthosis* kaki. Oleh karena itu adalah sangat penting untuk merancang *orthosis* yang memungkinkan mereka berjalan layaknya manusia normal (Lower - Limb Prosthetics, 1990).

*Orthosis* memiliki beberapa jenis varian berdasarkan fungsi terhadap pasien yang menggunakannya. Varian-varian diantaranya adalah *arch support*, *ankle foot orthosis* (AFO), *knee ankle foot orthosis* (KAFO), dan *hip knee ankle foot orthosis* (HKAFO). *Arch support* berfungsi mengkoreksi telapak kaki dari

ujung jari kaki sampai ujung tumit, pasien pengguna *orthosis* jenis ini biasanya merupakan pasien yang memiliki penyakit *flat foot*. *Ankle foot orthosis* (AFO) berfungsi untuk mengkoreksi dari telapak kaki sampai mata kaki (*ankle*), pasien yang menggunakan biasanya mengalami deformitas pada tumitnya. *Knee ankle foot orthosis* (KAFO) mengkoreksi fungsi dari telapak kaki sampai atas lutut, pengguna KAFO biasanya merupakan penderita polio, maupun pertumbuhan anggota gerak bawah yang tidak seimbang, antara kaki kanan dengan kaki kirinya. Sedangkan *Hip knee ankle foot orthosis* (HKAFO) biasanya digunakan oleh pasien yang menderita polio dari ujung bawah kaki sampai pinggulnya. KAFO sendiri terdapat bagian-bagian yang memiliki peran dan fungsi saling terkait satu sama lain. Komponen yang berguna untuk telapak kaki merupakan alas atau bagian paling rendah dari KAFO, namun bagian ini memiliki peran mengoreksi tinggi badan sehingga kedua kaki mempunyai tinggi yang sama. Komponen betis berfungsi mengkoreksi *shank* (betis), membantu tulang betis untuk menopang gaya yang dihasilkan oleh anggota tubuh dan juga segmen KAFO bagian lutut dan paha. Bagian pengunci yang terletak di lutut berfungsi sebagai keamanan ketika pengguna berjalan, karena pengguna KAFO cenderung memiliki kelemahan otot untuk menopang berat badan ketika sedang berjalan. Bagian pengunci lutut ini biasanya menggunakan *drop lock knee joint*, yang dapat mengunci secara otomatis ketika pasien berdiri. Komponen paha, merupakan bagian paling atas dari sebuah KAFO yang berfungsi untuk menopang paha ataupun tulang pantat dari pasien. Sedangkan sabuk merupakan pelengkap yang berfungsi menahan anggota tubuh yang ditopang KAFO agar tidak keluar dari posisinya.

Dalam pembuatan KAFO, harus diketahui gaya-gaya yang bekerja pada pergerakan kaki pasien tersebut, gaya tersebut sangat erat kaitannya dengan energi yang dikonsumsi maupun beban kerja yang terjadi. Pengukuran gayanya dapat dilakukan secara manual dan komputerisasi. Sedangkan untuk mengukur energi dapat diukur dengan memperhitungkan besarnya denyut jantung sebelum, ketika melakukan aktifitas dan sesudah melakukan aktifitas. Hal ini dilakukan secara teoritik antara lain melalui permodelan dan simulasi komputer.

Pada kegiatan sehari-hari pengguna *orthosis* juga melakukan aktifitas yang sama dengan manusia normal. Dari berbagai macam gerakan tubuh manusia,

gerakan berjalan merupakan salah satu kegiatan yang paling sering dilakukan. Begitu juga dengan seorang pengguna di Balai Besar Rehabilitasi Sosial Bina Daksa (BBRSBD) bernama Rabunanto, beliau menderita Polio, akibat dari kejadian tersebut, Rabu, pertumbuhan kaki kirinya mulai dari telapak kaki sampai paha tidak bertumbuh seperti kaki kanan, bahkan *height difference* antara kedua kakinya hingga mencapai 10 mm, ditambah lagi konsisi lingkaran terkecil pada betis kirinya mencapai 16 cm. mengakibatkan ukuran maupun kekuatan kedua kakinya menjadi tidak seimbang, Rabu untuk pertama kalinya mendapatkan *knee ankle foot orthosis* (KAFO) yang diproduksi oleh tim medis di BBRSBD. Kondisi yang *ekstrim* ini menjadi pertimbangan sehingga Rabunanto menjadi kasus yang dikaji dalam kajian ini.

Pada penelitian ini dikaji gaya, momen, dan energi yang bekerja pada gerakan berjalan pada Rabunanto. Gerakan berjalan untuk manusia normal dapat dibagi menjadi 3 fase gerak antara lain fase berdiri, yaitu fase dimana terjadi kontak tumit dengan lantai, telapak kaki menapak pada lantai, setengah langkah, tumit lepas dari lantai, dan 1 kaki lepas dari lantai, di sini tumpuan terpusat pada satu kaki, kemudian fase *double support*, di sini tumpuan terbagi pada dua kaki, kemudian fase selanjutnya adalah fase mengayun (*swing phase*), yaitu fase dimana terjadi percepatan pada kaki kemudian setelah sampai ke depan terjadi perlambatan pada kaki. Untuk gerakan berikutnya merupakan perulangan dari 3 fase gerakan tersebut.

Sementara gerakan berjalan pada Rabu dapat dibagi menjadi 4 tahapan gerak yaitu ketika *single support* dengan KAFO sebagai tumpuan, *double support* dengan kaki normal di depan, *single support* dengan kaki normal sebagai tumpuan, dan *double support* dengan KAFO di depan, untuk gerakan berikutnya merupakan perulangan dari gerakan tersebut. Gerakan ini merupakan gerakan dasar dari gerakan perpindahan, jadi bila KAFO sudah nyaman maka dapat dikembangkan untuk gerakan lainnya yang lebih lanjut. Walaupun spesifikasi ukuran tubuh pemakai KAFO hampir sama, namun belum tentu KAFO yang digunakan sama, karena masing-masing pasien memiliki spesifikasi tubuh yang berbeda-beda. Dengan penelitian ini diharapkan dapat mengetahui besarnya perbedaan gaya dan momen inersia pada kedua kaki Rabu serta besarnya *energy*

*expenditure* yang dilakukan Rabu, sehingga dapat memberikan saran yang tepat bagi pihak BBRSD untuk mengevaluasi KAFO yang akan mereka produksi untuk Rabu maupun pengguna KAFO lainnya di BBRSD.

## **1.2 PERUMUSAN MASALAH**

Perumusan masalah mengenai kajian ini, yaitu bagaimana menganalisis dari gaya dan momen yang terjadi pada anggota gerak bawah dari pengguna KAFO (Knee Ankle Foot Orthosis) pada saat phase berjalan dengan mempertimbangkan *energy expenditure* sehingga dapat menjadi dasar dalam memberikan usulan untuk perancangan KAFO berdasarkan pendekatan biomekanika.

## **1.3 TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan penelitian ini dilaksanakan sebagai berikut:

1. Menentukan gaya dan momen pada segmen kaki maupun sendi yang bekerja pada saat aktivitas berjalan, sehingga dapat diketahui keseimbangan dari gaya yang bekerja pada pengguna KAFO.
2. Menentukan *energy expenditure* pada saat gerakan jalan berlangsung.
3. Merancang usulan perbaikan dari KAFO berdasarkan pendekatan biomekanika.

## **1.4 MANFAAT PENELITIAN**

Manfaat penelitian ini dilaksanakan, yaitu:

1. Memberikan informasi tentang gaya, momen, serta *energy expenditure* yang dapat menjadi dipertimbangkan dalam usulan perbaikan dalam pembuatan KAFO.
2. Memberikan masukan bagi BBRSD Prof. Dr. Soeharso dalam menekankan prinsip biomekanika dalam perancangan pembuatan KAFO.
3. Hasil dari penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai rujukan bagi perancangan berikutnya sehingga dapat dihasilkan KAFO yang lebih nyaman dipakai dan mengakomodasi kebutuhan pengguna.

### 1.5 BATASAN MASALAH

Agar sasaran dalam penelitian ini tercapai, maka diperlukan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Pengambilan data dilakukan pengguna KAFO laki-laki, usia 20 tahun, berat badan 39 Kg, tinggi badan 147 cm, dan berat KAFO 2 Kg.
2. Pengukuran gaya dan momen dilakukan pada pangkal pinggul, lutut, dan tumit.
3. Pengukuran dilakukan terhadap pengguna KAFO saat gerakan jalan tanpa adanya beban tambahan.

### 1.6 ASUMSI PENELITIAN

Asumsi–asumsi yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Gerakan jalan pada pengguna KAFO adalah gerakan jalan dengan 4 *phase*.
2. Ayunan pada gerakan jalan diasumsikan tidak memiliki gaya kesamping atau searah dengan sumbu z.
3. Anggota gerak atas dan tubuh (kepala, leher, tangan, dan batang tubuh) pengguna KAFO diasumsikan sebagai beban (M).
4. Gaya yang bekerja pada bagian pinggul ke atas diasumsikan tidak mempengaruhi gaya gerak bawah.
5. Gaya otot yang bekerja pada seluruh tubuh tidak diasumsikan tidak mempengaruhi saat aktivitas berjalan.
6. Faktor emosi dari pengguna KAFO diasumsikan tidak mempengaruhi saat aktivitas berjalan.
7. Pengguna KAFO berada dalam kondisi sehat baik fisik maupun mental.

### 1.7 SISTEMATIKA PENULISAN

Dalam penyusunan tugas akhir ini terbagi menjadi beberapa bab yang berisi uraian penjelasannya dan dibagi kembali dalam beberapa topik subbab. Secara garis besar uraian pada bab-bab dalam sistematika penulisan sebagai berikut:

#### BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan berbagai hal mengenai latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan

masalah, asumsi-asumsi dan sistematika penulisan. Uraian bab ini dimaksudkan untuk menjelaskan latar belakang penelitian ini dilakukan sehingga dapat memberi manfaat sesuai dengan tujuan penelitian dengan batasan-batasan dan asumsi yang digunakan.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas mengenai konsep atau teori yang menjadi landasan bagi penelitian, baik dari buku, jurnal, maupun berbagai sumber literatur lainnya. Bab ini menjelaskan tentang pengukuran gaya pada segmen bawah tubuh manusia, penyimpangan gerak pada pengguna KAFO, kajian gaya, dan titik keseimbangan pada manusia.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam metodologi penelitian diuraikan mulai dari penentuan identifikasi permasalahan, penjelasan kerangka pemikiran dari penelitian yang dilakukan secara sistematis, 4 phase gerak berjalan, pengukuran gaya dan penentuan titik keseimbangan yang dimulai dari penetapan tujuan sampai dengan diperoleh kesimpulan dan saran.

## **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab ini berisikan uraian mengenai data-data penelitian yang digunakan dalam proses pengolahan data dan hasil pengolahannya yang digunakan untuk memperbaiki kekurangan-kekurangan dalam pembuatan KAFO.

## **BAB V ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL**

Bab ini berisi analisis terhadap hasil pengukuran gaya dan momen yang bekerja pada gerakan berjalan serta analisis mengenai *energy expenditure* pengguna KAFO. Pada bab ini juga dianalisis usulan perbaikan KAFO menurut kajian yang telah dilakukan

## **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini menguraikan target pencapaian dari tujuan penelitian dan kesimpulan yang diperoleh dari pembahasan bab-bab sebelumnya, membahas simpulan hasil yang diperoleh serta usulan atau rekomendasi untuk produksi KAFO lebih lanjut, serta rekomendasi tema penelitian lain yang dapat dilakukan oleh peneliti lainnya.