

BAB I

PENDAHULUAN

Bab satu merupakan pengantar yang memberikan informasi mengapa penelitian ini layak dikerjakan dimulai dengan mencari celah penelitian

1.1 Latar Belakang Penelitian

Biomekanika adalah suatu bidang ilmu yang menerapkan prinsip mekanika terhadap gerak manusia (*human movement*) yang dilakukan saat aktivitas bergerak. Biomekanika juga digunakan pada sistem biologi sebagai bidang ilmu aplikasi mekanika. Ilmu biomekanika adalah kombinasi antara disiplin ilmu mekanika terapan, ilmu biologi, dan fisiologi (Santoso, 2018). Gerak berjalan manusia telah menjadi salah satu fokus penelitian yang sering dilakukan. Berbagai penelitian dilakukan untuk mengetahui bagaimana mekanisme gerak berjalan manusia, GRF adalah gaya yang muncul disaat seseorang sedang berjalan. Ketika berjalan, orang tersebut memberikan gaya pada tempatnya disaat berjalan, gaya ini disebut dengan gaya aksi.

Selama ini diagnosis pada atlet atau pasien yang mengalami masalah pada alat geraknya dilakukan berdasarkan pengamatan kualitatif, sehingga diperlukan suatu metode untuk mendapatkan diagnosis berdasarkan data pengamatan kuantitatif (Dirgantara *et al.*, 2012). Untuk melakukan validasi bahwa sistem yang dikembangkan dapat digunakan dengan ketelitian dan ketepatan yang baik, maka diperlukan alat yang dapat mengukur gaya reaksi tanah. Alat yang paling banyak digunakan untuk mengukur gaya reaksi tanah (*ground reaction force*) dalam analisis gait yang diperlukan di bidang rehabilitasi medik adalah *force plate* (Dirgantara *et al.*, 2012). *force plate* merupakan alat ukur biomekanik yang berfungsi untuk mengukur *Ground Reaction Force* (GRF) dan *Center of Pressure* (COP), bentuk *force plate* yaitu penampang persegi empat yang disetiap sudutnya dipasang suatu sensor gaya yang disebut *load cell*. Selain mengukur GRF, *force plate* juga dapat digunakan untuk menghitung posisi titik aplikasi GRF, yaitu titik tempat gaya resultan bekerja pada *force plate*.

Dengan adanya perkembangan teknologi dirancang suatu alat yang mampu mengukur berat yang dilengkapi dengan hasil timbangan terbaca melalui LCD pada Mikrokontroler, dengan demikian terjadinya kesalahan dalam proses pembacaan data dapat diminimalisir serta mempermudah pemakaian dalam melihat pengukuran. tahap awal dilakukan dengan mengubah sensor yang digunakan dalam mengukur benda yaitu menggunakan sensor *Load Cell* (Supriyanto *et al.*, 2024) . *Load cell* adalah suatu alat transducer yang menghasilkan

output yang proporsional dengan beban atau gaya yang diberikan. *Load cell* dapat memberikan pengukuran yang akurat dari gaya dan beban. *Load cell* digunakan untuk mengkonversikan regangan pada logam ke tahanan variabel (suhendra and Pambudi, 2015).

Sebagai solusi permasalahan tersebut, tim peneliti Ergonomi-Sisman secara bertahap merancang dan mengembangkan *force plate* yang mampu mengukur besar GRF kaki kanan dan kaki kiri serta mampu menentukan posisi CoP kaki kanan dan kaki kiri menggunakan perangkat sensor *load cell* yang tersedia di pasaran dan terjangkau. Berbeda dengan desain *force plate* pada umumnya yang *single plate* menggunakan 4 *load cell*, desain *force plate* yang dikembangkan dalam penelitian ini mengakomodasi estimasi GRF dan CoP kaki kanan dan kiri menggunakan dua *force plate* kembar yang masing-masing dilengkapi tumpuan 3 *load cell* dengan konfigurasi O.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Rumusan masalah dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kebenaran akurasi dan presisi pengukuran *Load Cell* terhadap alat pembanding ?
2. Bagaimana pengaruh pembebanan vertikal dan koordinat posisi pembebanan pada *force plate* terhadap konfigurasi O *Load Cell* tumpuan *Force Plate* ?
3. Bagaimana model untuk mengestimasi GRF dan koordinat posisi CoP berdasarkan pembacaan konfigurasi O *Load cell* tumpuan *force plate* dan bagaimana kebenaran model estimasi GRF dan koordinat posisi CoP ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan hasil rumusan masalah yang di sebutkan diatas, dihasilkan tujuan penelitian, sebagai berikut:

1. Menguji kebenaran akurasi dan presisi pengukuran *load cell* terhadap alat ukur pembanding.
2. Membangun dan membuktikan kebenaran model *inverse dynamic force plate load cell* susunan penataan O, dengan menyertakan berat platform Membangun model estimasi GRF dan koordinat posisi CoP berdasarkan pembacaan konfigurasi O *load cell* tumpuan *force plate* dan menguji model estimasi secara empiris.
3. Membuktikan kebenaran model estimasi GRF dan koordinat posisi CoP berdasarkan pembacaan beban *load cell* susunan penataan O, dengan menyertakan berat platform..

1.4 Asumsi dan Batasan Masalah Penelitian

Batasan masalah merupakan hal yang penting dalam penelitian tugas akhir dikarenakan untuk membatasi penelitian agar tidak melebar dari topik yang telah dipilih oleh penyusun. Batasan masalah yang ada dari penelitian yang akan dilakukan yakni sebagai berikut:

1. Asumsi osilasi *load cell* diabaikan. Dengan demikian, penelitian ini tidak membahas respon transien dan respon dinamik pengukuran. Skripsi ini hanya meneliti respon pengukuran steady-state atau kondisi *equilibrium* statis.
2. Asumsi gaya yang dominan dalam pengukuran *force plate* adalah gaya vertikal sumbu Z. Sehingga batasan masalah gaya-gaya horizontal sumbu X dan sumbu Y tidak dibahas dalam penelitian ini. Untuk memenuhi asumsi ini, kaki *force plate* dilengkapi pengatur kedataran untuk menjamin permukaan yang datar, meminimalkan proyeksi gaya horizontal dan konstruksi beban pembanding diatur supaya dapat berdiri *vertical* seimbang diatas satu kaki karet berdiameter 36 mm.
3. Penelitian ini dibatasi tidak membahas pengembangan rangkaian papan circuit elektronik dan pengembangan user *interface software* aplikasi. Diasumsikan bahwa konsep pengukuran masih perlu diuji secara teoritis dan empiris, sebelum mengembangkan prototype teknologi instrumentasi berdasarkan model konsep ini.

1.5 Manfaat Penelitian

Sebagai penelitian fundamental tahap awal perancangan dan pembuktian konsep instrumentasi *force plate*, penelitian ini bermanfaat untuk:

1. Memberikan model fisik matematik untuk estimasi GRF dan koordinat posisi CoP yang teruji secara teoritis dan empiris, sebagai dasar pengembangan *hardware* dan *software* teknologi pengukuran GRF dan koordinat posisi CoP yang valid.
2. Memberikan model dan data pembanding untuk analisis komparasi dengan Model Estimasi *Ground Reaction Force* (GRF) dan *Posisi Center of Pressure* (CoP) menggunakan Susunan *Load Cell* Jamak Konfigurasi O.
3. Memberikan basis data awal untuk kurva kalibrasi setup pengukuran GRF dan koordinat posisi CoP.
4. Memberikan basis data awal untuk penilaian karakteristik statis setup pengukuran GRF dan koordinat posisi CoP.
5. Memberikan setup awal pengumpulan data untuk penilaian karakteristik dinamis pengukuran GRF dan koordinat posisi CoP.

1.6 Sistematika Penulisan Proposal

Skripsi Model Estimasi *Ground Reaction Force* (GRF) dan Posisi *Center of Pressure* (CoP) Menggunakan *Twin Force Plate*, disusun dalam sistematika berikut:

1. Bab pertama menjelaskan secara ringkas identifikasi celah penelitian dalam topik biomekanika dan kebutuhan solusi Estimasi GRF dan Posisi CoP untuk mengisi celah penelitian tersebut. Dalam bab ini juga dinyatakan 3 tujuan penelitian, kontribusi penelitian ini dalam mengisi celah penelitian tersebut, asumsi yang digunakan dan Batasan masalah yang tidak dicakup dalam skripsi Model Estimasi GRF dan Posisi CoP menggunakan *Twin Force Plate*.
2. Bab kedua, Dasar teori dan kajian pustaka terbagi dalam dua bagian, sub-bab konstruksi teori dan sub-bab kajian Pustaka. Dalam sub-bab konstruksi teori dibahas teori yang mendasari Model Estimasi GRF dan Posisi CoP Menggunakan *Twin Force Plate*. Di bagian konstruksi teori ini dijelaskan bagaimana model estimasi yang digunakan dalam skripsi ini dirangkai dan dibangun dari teori-teori mekanika teknik dan teori-teori pengukuran teknik, hingga memberikan kerangka konsep teori Estimasi GRF dan Posisi CoP Menggunakan *Twin Force Plate* dan memberikan tiga hipotesis penelitian sebagai solusi teoritis atas masalah dan tujuan penelitian. Di sub-bab konstruksi teori ini juga dibahas teori-teori metrologi statistik untuk menguji hipotesis penelitian. Selanjutnya di sub-bab kajian Pustaka, dibahas lebih terperinci identifikasi celah penelitian dalam topik biomekanika dan perbedaan solusi Estimasi GRF dan Posisi CoP yang ditawarkan dari penelitian ini dibanding penelitian terdahulu, sekaligus menunjukan posisi penelitian ini diantara penelitian-penelitian terdahulu.
3. Bab ketiga menjelaskan bagaimana menjalankan percobaan untuk membuktikan hipotesis penelitian Skripsi Model Estimasi GRF dan Posisi CoP Menggunakan *Twin Force Plate*. Dimulai perancangan percobaan berdasarkan teori-teori metrologi statistik dan pengambilan sample yang diperlukan untuk uji hipotesis Estimasi GRF dan Posisi CoP. Perancangan dan perakitan sensor *load cell* dan akuisisi data digital berdasarkan teori dan keterampilan teknik elektronika industri, instrumentasi dan kontrol. Perancangan setup percobaan *twin force plate* menggunakan keterampilan CAD modelling. Fabrikasi dan perakitan setup percobaan *twin force plate* berdasarkan teori dan keterampilan proses manufaktur dan perancangan alat bantu kerja. Hingga pengumpulan data percobaan Estimasi GRF dan Posisi CoP Menggunakan setup percobaan *Twin Force Plate*

BAB II

DASAR TEORI DAN KAJIAN PUSTAKA

Pada Bab II ini dijelaskan disiplin ilmu pendukung, teori dasar, penelitian terdahulu yang berkaitan dari penelitian yang akan dilakukan

2.1 Dasar Teori

2.1.1 Hukum Newton

Ilmuwan yang sangat berjasa dalam mempelajari hubungan antara gaya dan gerak adalah Isaac Newton, seorang ilmuwan Inggris. Newton mengemukakan tiga buah hukumnya yang dikenal dengan Hukum Newton I, Newton II dan Hukum Newton III.

a. Hukum Newton I

Benda yang diam akan bergerak jika diberi gaya, benda yang sudah bergerak dengan kecepatan tertentu akan tetap bergerak dengan kecepatan tersebut jika tidak ada gaya eksternal yang bekerja.

b. Hukum Newton II

Percepatan suatu benda sebanding dengan gaya resultan yang bekerja dan berbanding terbalik dengan massa benda tersebut. Persamaan dari hukum newton kedua dapat ditulis,

c. Hukum Newton III

Jika suatu benda mengerjakan gaya pada benda lain, maka benda yang kedua ini mengerjakan benda pertama yang besarnya sama dengan gaya yang diterima tetapi arahnya berlawanan.

2.1.2 Metode Analisis Gaya Reaksi

Dalam pekerjaan sehari-hari, bahwa ketika memberikan gaya pada suatu benda maka benda tersebut akan memberikan gaya reaksi dengan contoh kipas langit-langit yang digantung pada balok, maka kipas tersebut akan menerima dua gaya yakni beban dari kipas tersebut yang bekerja kebawah dan gaya reaksi dari baling-baling yang bekerja keatas. Sedikit pertimbangan menunjukkan bahwa kipas tersebut dalam kondisi seimbang, dimana kedua gaya tersebut sama dan berlawanan (Khurmi, 2019: halaman 217). Dalam menganalisis keseimbangan gaya reaksi dengan menggunakan metode analisis dapat dilihat sebagai berikut.