

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Biomekanika merupakan ilmu yang menerapkan prinsip mekanika terhadap gerak manusia (*human movement*) pada saat melakukan aktivitas gerak (Santoso and Qiram, 2018). Biomekanika berfokus pada analisis gerakan, gaya yang bekerja pada tubuh, serta interaksi antara otot, tulang, dan sendi. Biomekanika sangat penting di dunia kesehatan untuk memahami bagaimana tubuh bergerak dan berfungsi secara normal maupun yang tidak normal (memiliki cacat atau gangguan). Salah satu gerakan yang di analisis dalam biomekanika adalah gerakan berjalan pada manusia.

Gerakan berjalan adalah salah satu aktivitas dasar manusia yang memiliki kompleksitas Biomekanika yang tinggi. Hal ini melibatkan integrasi informasi sensor yang rumit di dalam sistem saraf, yang menghasilkan perintah motorik untuk mengontrol kontraksi otot dan gerakan sendi berikutnya (Abu-Faraj *et al.*, 2015). Aktivitas berjalan dapat dianalisis secara rinci melalui dua aspek utama, yaitu kinematika dan kinetika. Kinematika adalah analisis suatu gerakan tanpa adanya gaya. Kinematika tidak berkaitan dengan kekuatan, baik internal maupun eksternal, yang menyebabkan gerakan, tetapi lebih pada detail gerakan itu sendiri. Analisis kinematika meliputi posisi, kecepatan, dan percepatan setiap segmen tubuh. Sebaliknya, kinetika mempelajari gaya dan torsi yang mengawali gerakan (Wong *et al.*, 2015). Seperti gaya reaksi tanah dan torsi pada sendi. Pemahaman mendalam tentang kinematika dan kinetika gerak berjalan sangat penting, terutama dalam bidang medis dan rekayasa biomekanika, untuk mendiagnosis kelainan gerak, mendesain alat bantu, serta merancang prostetik dan *ortotik* yang sesuai.

Dalam beberapa dekade terakhir, analisis kinematika dan kinetika dapat dilakukan dengan mudah seiring dengan perkembangan teknologi. Salah satu teknologi tersebut adalah *Motion Capture* dan *force plate*. Teknologi ini telah memungkinkan analisis Biomekanika gerakan manusia dengan tingkat akurasi yang tinggi. Teknologi *Motion Capture* pada umumnya digunakan dalam industri animasi dengan menggunakan kamera untuk menangkap gerakan manusia yang kemudian diterjemahkan menjadi data gerakan untuk menggerakkan karakter animasi. *Motion Capture* yang awalnya dikembangkan untuk keperluan animasi kini semakin banyak digunakan dalam penelitian biomekanika untuk menangkap gerakan secara pada manusia. Selain itu, teknologi *force plate* juga memberikan kemudahan dalam analisis biomekanika. Terutama dalam analisis kinetika gerakan pada

manusia. Dengan menggunakan teknologi tersebut, penelitian biomekanika dapat merekam gerakan berjalan seseorang dalam berbagai kondisi dan hasil yang lebih detail. Data yang dihasilkan sangat berharga untuk mengidentifikasi perbedaan pola gerak akibat usia, atau kondisi tertentu seperti gangguan ortopedi. Beberapa perbedaan dalam keseimbangan dan gaya berjalan juga ada antara pria dan wanita (Dallaire *et al.*, 2024).

Namun, studi kinematika dan kinetika gerak berjalan manusia masih terbatas di Indonesia, terutama dalam penelitian yang berfokus pada variasi gerak berjalan untuk populasi lokal. Mengingat perbedaan struktur tubuh, gaya berjalan, dan kebiasaan aktivitas fisik yang dilakukan. Oleh karena itu, Studi ini sangat penting untuk dilakukan agar dapat memberikan referensi tentang analisis gerakan yang relevan bagi populasi lokal. Seperti memberikan kontribusi signifikan dalam berbagai aplikasi, mulai dari perancangan alat bantu ortopedi yang sesuai dengan karakteristik masyarakat Indonesia hingga pengembangan program rehabilitasi yang efektif.

Oleh karena itu, *pilot research* dilakukan. *Pilot research* adalah eksperimen kecil yang dilakukan sebelum penelitian utama dimulai yang bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan dan kinerja metode analisis kinematika gaya berjalan manusia yang pada berbagai variasi pengambilan sampel (30, 60, dan 120 fps), dengan fokus pada pengulangan dan sensitivitas. dalam penelitian ini kami mencoba menggunakan metode yang murah dan mudah dilakukan oleh semua peneliti. Dengan memanfaatkan kamera komersial dan aplikasi open source “blender”, biaya penelitian dapat diminimalkan. Namun, penggunaan kamera komersial memiliki kelemahan pada pengaturan *frame rate* yang kurang fleksibel. Kamera komersial hanya memungkinkan pengaturan *frame rate* pada nilai-nilai tetap, seperti 30 fps, 60 fps, atau 120 fps. Oleh karena itu, perlu adanya penelitian untuk menganalisis apakah penggunaan kamera komersial tersebut dapat menjadi alternatif dalam analisis gerakan *gait*.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinematika dan kinetika gerak berjalan manusia pada populasi lokal menggunakan *Motion Capture* dan *force plate*. Untuk *Motion Capture* menggunakan *software* blender dan *force plate* menggunakan AMTI. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan wawasan baru terkait pola gerak berjalan yang nantinya dapat dimanfaatkan untuk aplikasi di bidang kesehatan, olahraga, dan teknik rehabilitasi, serta membuka peluang pengembangan alat bantu yang lebih efisien dan sesuai dengan kebutuhan populasi.

## 1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan diselesaikan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh variasi *frame rate* (30 fps, 60 fps, 120 fps) pada sistem *Motion Capture* terhadap hasil analisis kinematika siklus gerak berjalan manusia?
2. Bagaimana hubungan antara *Ground Reaction Force* dengan siklus gerak berjalan manusia?

## 1.3. Tujuan

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh variasi *frame rate* (30 fps, 60 fps, 120 fps) pada sistem *Motion Capture* terhadap hasil analisis kinematika siklus gerak berjalan manusia.
2. Menganalisis hubungan antara *Ground Reaction Force* dengan siklus gerak berjalan manusia.

## 1.4. Batasan Masalah

Adapun beberapa batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu.

1. Penelitian Bersifat *Pilot research*
2. Menggunakan aplikasi open source Blender dalam pengambilan data *Motion Capture*.
3. Menggunakan *force plate* AMTI untuk data *Ground Reaction Force*
4. Menggunakan *Software* Matlab untuk pengolahan data.
5. *Force plate* AMTI berukuran 120x60 cm yang mampu mengukur 2 langkah *Ground Reaction Force*.
6. Pengambilan data dilakukan pada 2 langkah secara berurutan pada Fase *Swing*.
7. Jalur pengambilan data *gait movement* sepanjang 360 cm.
8. Analisis *gait movement* dilakukan dengan berbasis *Motion Capture* 2 dimensi atau menggunakan 1 kamera.
9. Penempatan *marker* sebanyak 8 *marker* dimulai dari *Cage* sampai ujung kaki berdasarkan referensi "*Biomechanics and motor control of human movement*".
10. Sampel berjumlah 1 orang berjenis kelamin laki-laki.
11. Kaki dominan sampel di sebelah kanan.

## 1.5. Manfaat

Penelitian ini diharapkan memberikan sejumlah manfaat praktis dan konseptual yang dapat diterapkan dalam berbagai konteks, terutama dalam pengembangan analisis *gait movement* menggunakan *Motion Capture*. Berikut adalah beberapa manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini.

### 1. Aplikasi dalam Penelitian dan Pengembangan Ilmu Biomekanika.

*Motion Capture* dan *force plate* dapat mendukung penelitian ilmiah dengan memberikan data kuantitatif yang akurat. Hal ini mempermudah para peneliti dalam mengevaluasi gerakan manusia dan mengembangkan pengetahuan ilmu biomekanika.

### 2. Memberikan wawasan tentang metode analisis *gait movement* yang murah dan mudah dilakukan.

Dengan metode yang akan dilakukan pada penelitian ini, diharapkan dapat dilakukan dan diakses oleh berbagai pihak, termasuk institusi kecil, praktisi medis, pelatih olahraga, hingga individu yang membutuhkan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan aplikasi blender yang open source dan mudah digunakan. Hal ini dapat memberikan wawasan tentang metode analisis kinematika *gait movement* yang murah, sederhana, dan mudah dilakukan. Diharapkan dengan metode ini dapat memberikan kontribusi dalam perkembangan analisis gerak berjalan.

### 3. Memberikan data kinematika dan kinetika tentang pola berjalan manusia.

Data kinematika seperti besar sudut, kecepatan sudut, dan percepatan sudut sendi memberikan wawasan rinci tentang bagaimana setiap sendi bergerak saat berjalan. Informasi ini dapat membantu memahami pola gerakan berjalan yang normal, sehingga dapat digunakan untuk mendiagnosis suatu gerakan individu yang kurang efisien atau memiliki gangguan pada tubuh. Misalnya seperti optimalisasi performa gerakan pada atlet serta perancangan alat bantu gerak, seperti *orthosis* atau *prosthesis*, yang sesuai dengan kebutuhan individu itu sendiri.

### 4. Memberikan referensi pola gerakan berjalan pada kaki kanan dan kiri pada saat fase *swing*.

Pola gerakan pada kaki kanan dan kiri pada individu normal pasti memiliki perbedaan. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti kaki dominan dan asimetris pada kaki. Kaki yang dominan bisa berubah dari kaki kanan ke kaki kiri atau sebaliknya bila terjadi cedera atau amputasi. Informasi ini sangat penting sebagai referensi pengembangan dan penyesuaian desain kaki palsu pada suatu individu.

### 5. Pengembangan di bidang Teknologi.

Penelitian ini diharapkan dapat memajukan perkembangan teknologi dalam konteks analisis gerakan manusia. Khususnya pada teknologi *Motion Capture*.

6. Pengembangan bidang Kesehatan.

Dengan informasi yang nantinya diberikan pada penelitian ini diharapkan dapat membantu perkembangan bidang kesehatan. Seperti diagnosis gangguan pada tubuh manusia saat berjalan serta produksi, evaluasi, dan optimasi kinerja prostetik kaki.

7. Pengembangan Industri Animasi.

Selain manfaat dalam bidang medis dan olahraga, *Motion Capture* juga memiliki peran penting dalam industri hiburan, seperti animasi dan pembuatan film. Analisis biomekanika membantu menciptakan gerakan yang realistis untuk karakter animasi atau simulasi virtual.