Analisis Keseimbangan Tubuh Secara Statis dan Dinamis Menggunakan Sensor Giroskop dan Akselerometer

Nama : Ilham Yusuf Wi’am

NIM : 24/539979/TK/59890

Kelas : A – Teknik Elektro

# Tujuan

1. Mengukur keseimbangan tubuh saat berdiri diam dan melakukan gerakan tertentu.
2. Menganalisis pola berjalan (gait analysis) untuk menilai simetri langkah, stabilitas, dan koordinasi tubuh.

# Metode

## Prosedur Eksperimen

### Alat

1. Smartphone dengan sensor gyroscope dan akselerometer.
2. Aplikasi gyroscope (contoh: **Sensor Kinetics**, **Physics Toolbox**, atau aplikasi bawaan smartphone).
3. Tripod, sabuk, tali elastis, atau alat lain untuk mengamankan smartphone (opsional).
4. Notebook untuk mencatat data.
5. Komputer dengan perangkat lunak analisis data (opsional, seperti Excel atau Python).

### Langkah Kerja

### Persiapan

1. Pasang aplikasi yang mendukung pembacaan data dari gyroscope.
2. Letakkan smartphone di pinggang menggunakan sabuk atau kantong.
3. Pastikan smartphone stabil dan sejajar dengan tubuh.

### Langkah-Langkah

#### Statis

1. Berdiri di permukaan datar dengan kedua kaki rapat.
2. Mulai merekam data menggunakan aplikasi gyroscope.
3. Posisi Statis:
   * Berdiri diam selama 20 detik.
   * Angkat satu kaki (kanan atau kiri) selama 20 detik.
   * Berdiri diam kembali selama 20 detik.
4. Data yang direkam:
   * Sudut rotasi (roll, pitch, yaw).
   * Perubahan percepatan pada ketiga sumbu (x, y, z).

#### Dinamis

1. Letakkan smartphone di pusat massa tubuh.
2. Pastikan lintasan yang lurus dan aman sepanjang ±10 meter.
3. Prosedur Dinamis:
   * Berdiri diam selama 20 detik.
   * Berjalan normal selama 30 detik.
   * Berlari normal selama 1 menit.
   * Berjalan normal kembali selama 30 detik.
   * Berdiri diam selama 20 detik.
4. Data yang direkam:
   * Pola osilasi roll, pitch, dan yaw.
   * Kecepatan rata-rata saat berjalan dan berlari.
   * Perubahan percepatan ketika kaki menyentuh tanah.

## Metode Pengolahan Data

Data diolah menggunakan Python dengan library berikut:

1. Numpy: Untuk komputasi numerik.
2. Pandas: Untuk membaca dan mengorganisasi data dalam bentuk tabel.
3. Scipy: Untuk integrasi numerik (trapezoid atau Simpson) guna menghitung kecepatan dari data percepatan.
4. Matplotlib: Untuk visualisasi data seperti grafik percepatan, kecepatan, momentum, dan energi

# Data

## Data Berat Badan

Dalam percobaan ini, saya sebagai subjek memiliki berat badan sebesar 70,0 kg dan tinggi badan 178 cm. Berdasarkan data tersebut, *Body Mass Indeks* (BMI) saya dihitung sekitar 22,1 kg/m2 (*healthy*). Adapun nilai BMI dapat dihitung dari rumus berikut :

Center of Mass (COM) dihitung dengan pendekatan berbasis segmental, di mana setiap segmen tubuh dianggap sebagai massa terpisah dengan posisi tertentu. Massa dan panjang tiap segmen ditentukan berdasarkan persentase terhadap total massa dan tinggi tubuh. Posisi COM tiap segmen dihitung relatif terhadap panjang segmen menggunakan persentase tertentu. Setelah itu, koordinat COM total tubuh ditentukan menggunakan rumus rata-rata berbobot: , dimana mi adalah massa segmen dan xi adalah posisi COM segmen tersebut. Berikut adalah tabel yang menjadi dasar estimasi COM berdasarkan asumsi segmen tubuh:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Segmen Tubuh | Massa (kg) | Posisi COM Segmen (m) |
| Kepala | 8% | 50% (titik tengah kepala) |
| Batang Tubuh / Torso | 50% | 40% (lebih dekat ke panggul) |
| Lengan Atas (masing-masing) | 2.5% | 50% (titik tengah lengan atas) |
| Lengan Bawah (masing-masing) | 1.5% | 50% (titik tengah lengan bawah) |
| Paha (masing-masing) | 10% | 40% (lebih dekat ke arah pinggul) |
| Betis (masing-masing) | 4.5% | 40% (lebih dekat ke arah lutut) |
| Kaki (masing-masing) | 1.5% | 50% (titik tengah kaki) |

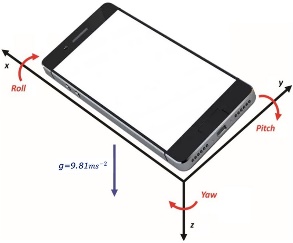
*Tabel 1 Koordinat COM Berdasarkan Asumsi Segmen Tubuh*

Dari tabel diatas dan pengukuran dari subjek, maka didapatkan tabel berikut ini:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Segmen Tubuh | Massa (kg) | Panjang Segmen (cm) | Posisi COM Segmen (cm) |
| Kepala | 5,6 | 20,0 | 10,0 |
| Batang Tubuh / Torso | 35,0 | 78,0 | 31,2 |
| Lengan Atas (masing-masing) | 3,5 | 21,0 | 10,5 |
| Lengan Bawah (masing-masing) | 2,1 | 23,0 | 11,5 |
| Paha (masing-masing) | 14,0 | 42,0 | 16,8 |
| Betis (masing-masing) | 6,3 | 28,0 | 11,2 |
| Kaki (masing-masing) | 2,1 | 8,0 | 4,0 |

*Tabel 2 Estimasi Massa, Panjang Segmen, dan Posisi COM Segmen*

Dari data tabel, bisa kita dapatkan nilai COM dari subjek yakni berada 93.42 cm dari lantai atau titik terbawah tubuh dan tepatnya berada di posisi dekat dengan panggul dan pusar. Lalu smartphone akan diletakkan di COM tubuh untuk mencari data eksperimen. Posisi smartphone diletakkan seperti pada gambar berikut ini :



*Sumber: https://www.researchgate.net/figure/Getting-Roll-Pitch-and-Yaw-data-from-the-device\_fig2\_355436804*

*Gambar 1 Ilustrasi Arah Vektor Pada Ponsel Yang Dipakai Untuk Eksperimen*

Ketika kaki menyentuh tanah, hal ini akan menyebabkan tiga variabel baru. Tiga variabel tersebut antara lain adalah momentum(p) yang terjadi karena adanya massa dan kecepatan, lalu gaya normal(Fn) yang terjadi ketika kaki menginjak tanah atau lantai, dan energi kinetik(K) karena adanya kecepatan. Tiga hal ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

# Data dan Analisis

## Visualisasi Data

### Statis

# Hasil

# Kesimpulan