

## Pengukuran Gaya, Energi, dan Daya Biomekanik Pada Gerakan Tangan Menggunakan Sensor Wiimote

**Basuki Rahmat, Safira Fegi Nisrina, Fredrick Sutjiady**

Universitas Widya Husada Semarang  
 Jl. Subali Raya No.12 50146Semarang, Indonesia  
 e-mail: basuki1975@yahoo.co.id

**Abstrak**—Pergerakan lengan pada saat mengayun akan menghasilkan beberapa besaran yaitu energy, gaya, dan daya. Besaran-besaran inilah yang banyak diteliti, terutama untuk dunia olah raga dan dunia kesehatan. Penelitian pergerakan lengan di dunia olah raga dilakukan untuk meningkatkan performa atlet sehingga bisa mendapatkan prestasi yang optimal. Masalah yang timbul pada penelitian di bidang biomekanik adalah menyangkut bagaimana cara pengukuran dan pengolahan data hasil penelitian. Tujuan dari penelitian yang sedang dilakukan adalah mengukur Gaya, Energy dan Daya pada lengan saat melakukan aktivitas gerakan tangan. Metode pengukuran yang digunakan adalah dengan mengukur arah vektor sensor wiimote yang dipasang pada telapak tangan kemudian pada saat lengan kita bergerak direkam menggunakan kamera, hasil dari rekaman pergerakan tangan kemudian diolah menggunakan program Matlab. Ada dua subyek dengan berat badan yang berbeda pada percobaan yang diukur dalam penelitian ini. Hasil dari pengukuran gaya, energi, dan daya pada subyek pertama adalah gaya terukur 44,644 Newton, energi terukur 419 Joule, daya terukur 1323,14  $\text{Kg.M}^2.\text{S}^{-3}$ . Hasil dari pengukuran gaya, energi, dan daya pada subyek kedua adalah gaya terukur 44,644 Newton, energi terukur 456 Joule, daya terukur 793,04  $\text{Kg.M}^2.\text{S}^{-3}$ .

**Kata kunci:** biomekanik, gaya, energi, daya

**Abstract**—The movement of the arm when swinging will produce several quantities, namely energy, force and power. This magnitude has been widely researched, especially for the world of sports and the world of health. Research on arm movements in sports is carried out to improve athlete performance so that they can get optimal performance. Problems that arise in research in the field of biomechanics are related to how to measure and process research data. The aim of the research being carried out is to measure the Force, Energy and Power on the arm during hand movement activities. The measurement method used is to measure the vector direction of the wiimote sensor attached to the palm of the hand, then when our arms move it is recorded using a camera, the results of the recorded hand movements are then processed using the Matlab program. There were two subjects with different weight in the experiment measured in this study. The results of the measurement of force, energy, and power in the first subject are the measured force 44.644 Newtons, the measured energy 419 Joules, the measured power 1323.14  $\text{Kg.M}^2.\text{S}^{-3}$ . The results of the measurement of force, energy and power in the second subject are the measured force 44.644 Newton, the measured energy 456 Joules, the measured power 793.04  $\text{Kg.M}^2.\text{S}^{-3}$ .

**Keywords:** biomechanics, force, energy, power

### I. PENDAHULUAN

Pergerakan anggota badan sebagai salah satu ilmu Biomekanik telah banyak diteliti oleh para ilmuwan luar negeri. Penelitian ini banyak dilakukan salah satunya untuk mengetahui pergerakan lengan atau tangan manusia.

Pergerakan lengan pada saat mengayun akan menghasilkan beberapa besaran yaitu energi, gaya, dan daya. Besaran-besaran inilah yang banyak diteliti, terutama untuk dunia olah raga dan dunia kesehatan. Penelitian pergerakan lengan di dunia olah raga dilakukan untuk meningkatkan performa atlet sehingga bisa mendapatkan prestasi yang optimal. Sedangkan penelitian di bidang kesehatan salah satunya adalah untuk terapi pasien.

Masalah yang timbul pada penelitian di bidang biomekanik adalah menyangkut bagaimana cara pengukuran dan pengolahan data hasil penelitian.

Penelitian pada biomekanik dibutuhkan sensor yang diletakan pada subjek untuk mengetahui pergerakan biomekanik subjek yang diteliti, setelah didapat data dari sensor yang digunakan maka masih dilakukan proses pengolahan data sehingga pada hasil akhir nanti dihasilkan data final hasil penelitian.

Tujuan dari penelitian yang sedang dilakukan adalah mengukur energi, daya dan gaya pada lengan saat melakukan aktivitas gerakan pada tangan.

### II. STUDI PUSTAKA

Kecepatan adalah perubahan posisi pada selang waktu tertentu. Perubahan posisi ini dikenal dengan

sebutan perpindahan. Percepatan adalah perubahan kecepatan pada selang waktu tertentu. Hubungan matematis antara ketiga properti ini (posisi, kecepatan, dan percepatan) dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} \dots\dots\dots(1)$$

$$v = \int a \cdot dt \dots\dots\dots(2)$$

$$x = \int v \cdot dt = \iint a \cdot dt \dots\dots\dots(3)$$

$$v = \frac{dx}{dt} \dots\dots\dots(4)$$

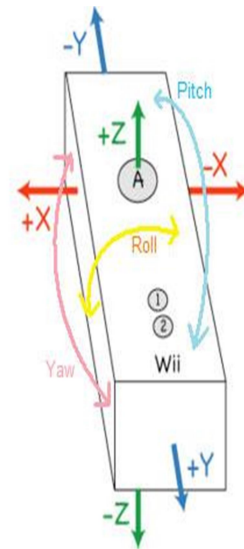
Sesuai dengan hukum kedua Newton, gaya adalah massa dikali dengan percepatan, sehingga energi dari sebuah gaya dihasilkan dari gaya dikalikan dengan perubahan posisi. Sedangkan daya yang dihasilkan adalah besaran energi yang dihasilkan tiap satuan waktu.

Wii Remote yang juga dikenal dengan sebutan "Wiimote", adalah pengontrol utama untuk konsol Nintendo Wii. Fitur utama dari Wii Remote merupakan sensor gerak yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dan memanipulasi benda-benda yang terdapat pada layar melalui pendeteksi gerak dan penunjuk dengan menggunakan teknologi *accelerometer* dan sensor optik.



Gambar 1. Wii Remote Atau Wiimote

Wiimote memiliki sensor inframerah, sambungan *bluetooth* dan akselerometer tiga arah sumbu x, y, dan z. Informasi akselerasi yang didapatkan dari akselerator wiimote dapat dikirimkan ke personal komputer atau laptop dengan menggunakan protokol *bluetooth* untuk kemudian diproses lebih lanjut.



Gambar 2. Referensi Sumbu Koordinat Pada Wiimote

### III. METODE

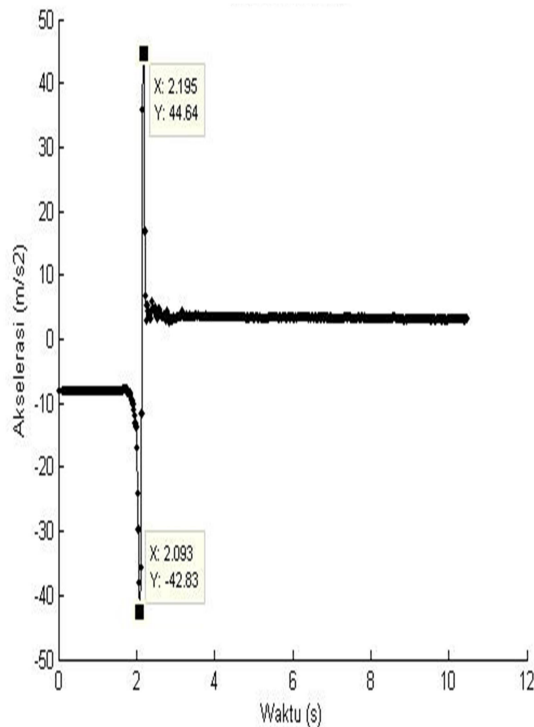
#### A. Pengambilan Data

Peraga dalam percobaan ini adalah Fredrick Sutjiady (peraga 1) dan Basuki Rahmat (peraga 2) yang akan melakukan salah satu teknik pukulan tinju yaitu pukulan Jab dengan menggenggam Wiimote di tangan kanan peraga.



Gambar 3. Peraga 1

Grafik akselerasi dari sumbu x, y, dan z pada peraga pertama dapat dilihat pada grafik gambar 4.

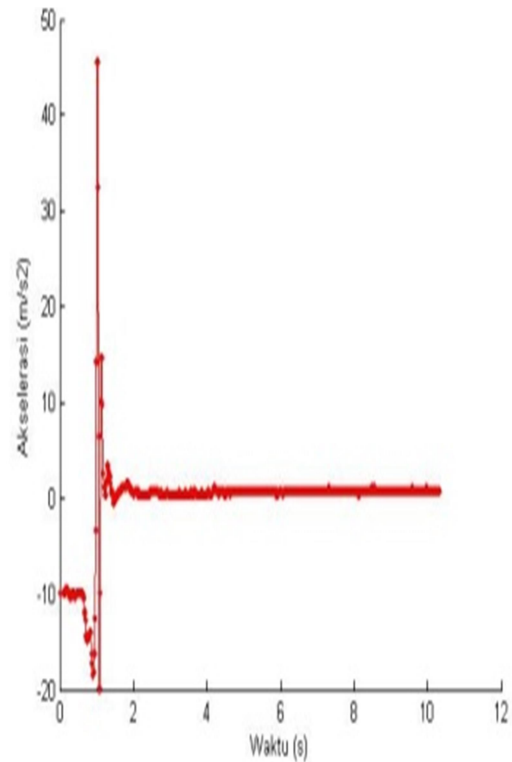


Gambar 4. Grafik Akselerasi Peraga 1



Gambar 5. Peraga 2

Grafik akselerasi dari sumbu x, y, dan z pada peraga kedua dapat dilihat pada grafik gambar 6.



Gambar 6. Grafik Akselerasi Peraga 2

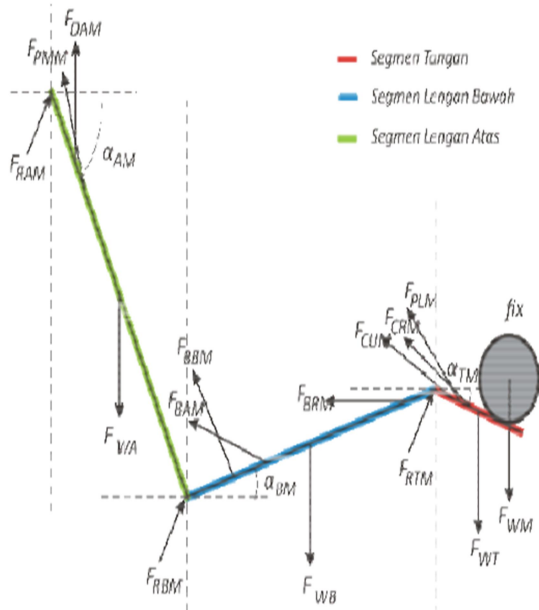
Data yang diakusisi dari wiimote secara otomatis akan disimpan pada *microsoft excel* dan pengambilan data akan tetap dilakukan hingga terkumpul 1000 buah data akselerasi untuk masing-masing sumbu koordinat.

Video hasil perekaman kemudian diambil data *tracking*-nya menggunakan perangkat lunak Matlab R2008a yang kemudian *array* data *tracking* ditransfer ke dalam bentuk data *Excel*. Dari data ini kemudian bisa dibuat grafik pergerakan ayunan lengan peraga, dan nilai besarnya.

#### B. Reference(Referensi)

Studi paper pada jurnal yang sudah publikasi, penulis menemukan beberapa paper yang membahas mengenai gerak biomekanik antara lain :

1. *Analisis Gaya dalam Keadaan Statis Pada Sistem Muskuloskeletal Tangan-Lengan Manusia*, Oleh Dhani Ilham dan Yusril Yusuf. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta 2012. Melakukan analisis gaya pada lengan dalam keadaan statis, hasil analisisnya seperti pada gambar 7, [1].



Gambar 7. Diagram Kerja Analisis Gaya Pada Lengan

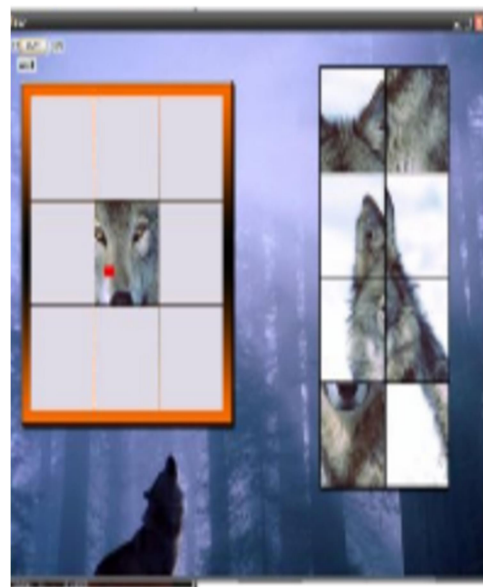
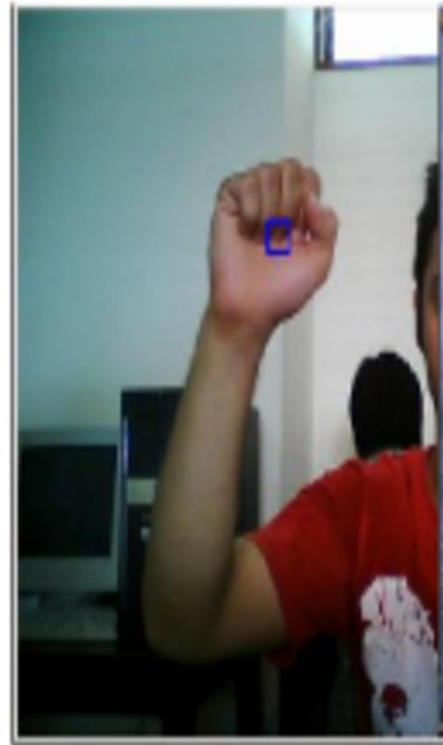
2. *Tracking Gerak Tangan Berbasis Pyramidal Lucas-Kanade*, Oleh Affan Mahtarami dan Moch Hariadi. Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Surabaya, Surabaya. Melakukan tracking jari tangan menggunakan penanda pada ujung jari dan telapak tangan tertentu, dengan warna yang mencolok dari warna telapak tangan, seperti pada Gambar 8, [2].



Gambar 8. Tracking Jari Tangan Menggunakan Penanda

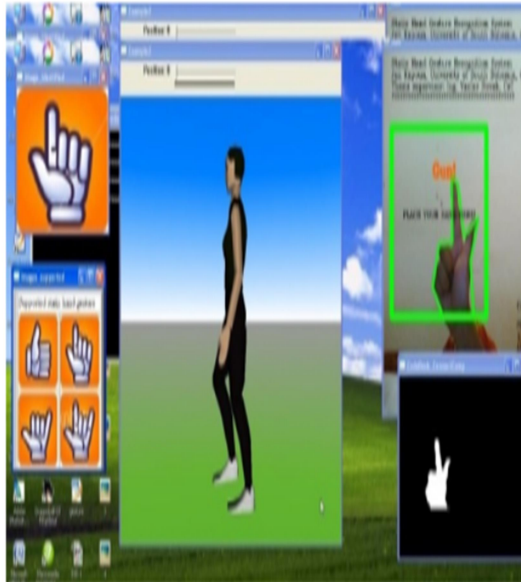
3. *Pembuatan Game Puzzle Gambar Dengan Gerakan Tangan Dan Perintah Suara*, Oleh Yusuf, Nana Ramadijanti, Setia wardhana. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2010.

Membuat aplikasi yang dapat mendeteksi pergerakan tangan yang tertangkap pada *webcam* dan merekam suara dengan *microphone*, seperti pada Gambar 9,[3].



Gambar 9. Tangan Dapat Menjalankan Pointer

4. *Pembuatan software Aplikasi Gerakan Animasi Manusia Menggunakan Tangan.* Oleh Flora Pandu Agusta, Miftahul Huda, Akuwan Shaleh. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. 2012. Hasil aplikasi *software* terlihat seperti pada gambar 10, [4].

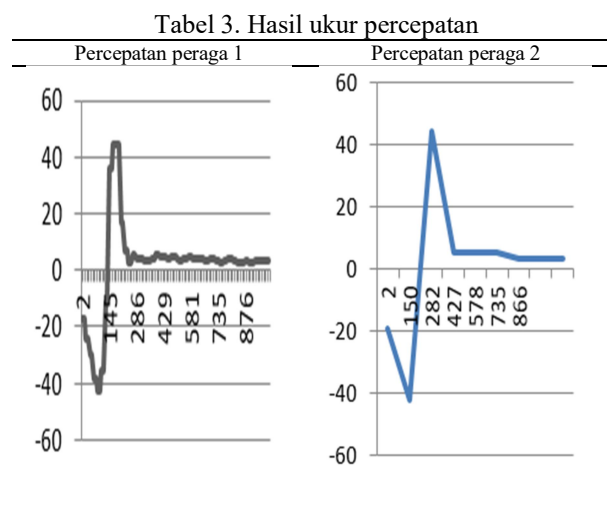
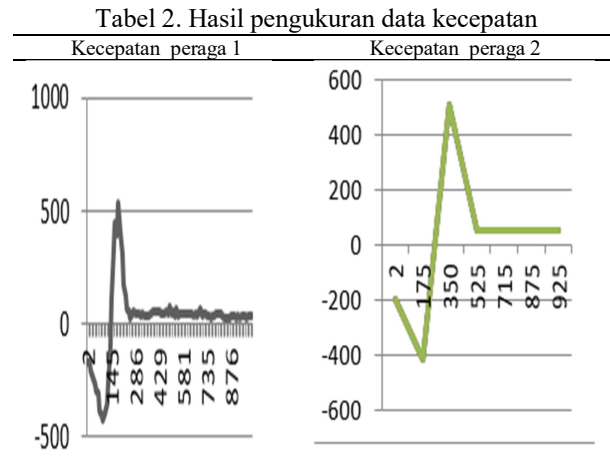
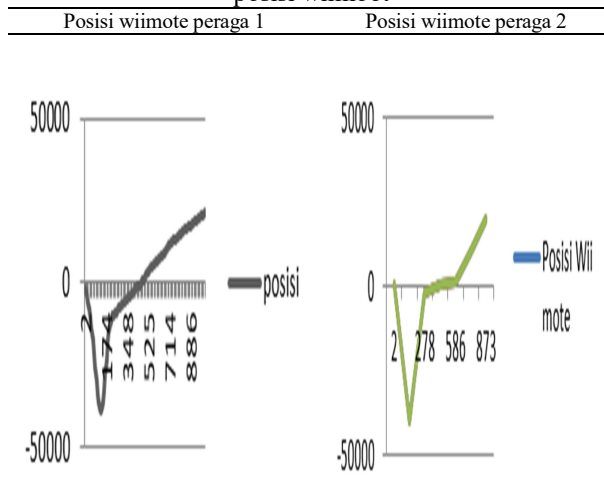


Gambar 10. Software Aplikasi Animasi Gerak Manusia

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengukuran pada subyek 1 (peraga 1) dan subyek 2 (peraga 2) dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Merupakan hasil dari data akselerometer posisi wiimote



Melalui pendekatan matematis, hasil dari akselerasi peraga 1 menggunakan data akselerasi pada *excel*, maka kecepatan yang didapat dengan mengintegrasikan percepatan pada rentang antara 2124 ms dan 2133 ms didapat sebagai berikut:

$$v = 11,6148 \cdot \frac{2133 - 2124}{1000} = 0,1045 \text{ m/s}$$

Melalui pendekatan geometri pada data vektor akselerator didapat kecepatan pukulan peraga 1 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V &= \Delta X / \Delta Y \\ &= 19 / [(1000/120) / 1000] \\ &= 2280 \text{ pixel/s} \\ &= 60,325 \text{ cm/detik} \end{aligned}$$

Pada peraga 2, hasil pendekatan secara matematis menggunakan data akselerasi pada *excel*, maka kecepatan yang didapat dengan mengintegrasikan percepatan pada rentang antara 1024 ms dan 1014 ms didapat sebagai berikut:

$$v = 11,6148 \cdot \frac{1024 - 1014}{1000} = 0,1063 \text{ m/s}$$

Melalui pendekatan geometri pada data vektor akselerator didapat kecepatan pukulan peraga 2 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V &= \Delta X / \Delta Y \\ &= 17 / [(1000/120) / 1000] \\ &= 2040 \text{ pixel/s} \\ &= 53,975 \text{ cm/detik} \end{aligned}$$

Hasil pengukuran akselerator tadi kemudian diproses menggunakan program *Mathlab* dan didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil Numerikal Gaya, Energi dan Daya

Pengukuran	Peraga 1	Peraga 2
Gaya	44.64 Newton	44.64 Newton
Energi	419 Joule	456 Joule
Daya	1323,14 Kg.M <sup>2</sup> .S <sup>-3</sup> .	793,04 Kg.M <sup>2</sup> .S <sup>-3</sup> .

#### V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil akuisisi sinyal akselerator wiimote yang dipasang pada telapak tangan peraga dapat diukur besaran Gaya, Energi dan Daya pada gerak lengan tangan peraga. Gaya yang terukur pada peraga pertama sebesar 44,64 N, Energi sebesar 419 J, dan Daya sebesar 1323, 14 Kg.M<sup>2</sup>.S<sup>-3</sup>. Sedangkan pada peraga kedua didapat hasil pengukuran Gaya sebesar 44,64 N, Energi sebesar 456 J, dan Daya

sebesar 793, 04 Kg.M<sup>2</sup>.S<sup>-3</sup>. Penelitain kedepan dapat dikembangkan untuk menganalisa gerakan smash seperti gerakan atlet bulutangkis saat bertanding sehingga dapat dianalisa gerakan optimal pada saat melakukan pukulan *smash*.

#### VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dhani Ilham dan Yusril Yusuf, “*Analisa Gaya Dalam Keadaan Statis Pada Sistem Mulculoskeletal Tangan-Lengan Manusia*”. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2012.
- [2] Hariady, Moch dan Affan Mahtarami, “*Tracking Gerak Tangan Berbasis Pyramidal Lucas-kanade*”, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2010.
- [3] Miftahul Huda, Akuwan Shaleh, dan Flora Pandu Agusta. “*Pembuatan Software Aplikasi Gerakan Animasi Manusia Menggunakan Tangan*”, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2012.
- [4] Nana Ramadijanti, Yusuf dan Setiawardhana, “*Pembuatan Game Puzzle Gambar Dengan Gerakan Tangan dan Perintah Suara*”, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2010.