

## **Kajian *Inertial Measurement Unit* Berbasis Arduino Untuk Dokumentasi *Digital Motion Capture* Tarian Tradisional**

F.X. Satriyo Dwi Nugroho

Program Studi Animasi, Fakultas Seni Media Rekam  
Institut Seni Indonesia Yogyakarta  
e-mail: satriyo.d.nugroho@gmail.com

### ***Abstrak***

Dokumentasi digital secara visual untuk tari tradisional di Indonesia masih terbatas pada perekaman secara fotografis dan videografis. Teknologi *motion capture* memiliki potensi untuk menambah kekayaan dokumentasi untuk tari tradisional. Teknologi ini memetakan posisi model (dalam hal ini tubuh manusia) dan pergerakannya secara 3 dimensi. Ada dua cara yang populer dalam perekaman *motion capture*, menggunakan *Vision Based Camera* dan *Inertial measurement unit*. *Inertial Measurement Unit* bekerja dengan menggabungkan *accelerometer* dan *gyroscope* untuk mendeteksi perubahan sumbu rotasi secara lateral dan *angular relative*. Perubahan ini yang oleh platform mikro-kontroler Arduino akan diterjemahkan sebagai fungsi gerakan yang nantinya akan direkam sebagai data *motion capture*. Data dokumentasi *digital motion capture* yang didapat dari perekaman gerak tari tradisional di Indonesia dapat diaplikasikan untuk banyak hal seperti edukasi, standarisasi, pembuatan animasi, game, dan pelestarian aset budaya.

Kata kunci: dokumentasi digital, *motion capture*, *inertia measurement unit*, *angular relative*, pelestarian aset budaya

### ***Abstract***

*Visual digital documentation of traditional dance in Indonesia is still limited to photographs and videos recording. Motion capture technology has the potential to add more depth documenting traditional dances. This technology maps the position of the model (in this case the human body) and its motion in three dimensions. There are two popular ways in recording motion capture, using Vision Based Camera and Inertial measurement unit. Inertial Measurement Unit works by combining accelerometer and gyroscope to detect changes in the rotation axis relative lateral and angular. Those changes will be interpreted Arduino micro-controller platform as functions of motions that recorded as a motion capture data. Motion capture data that was obtained from traditional dance in Indonesia can be applied for many things such as education, standardization, documentation, and preservation of cultural assets*

*Keywords: digital documentatuion, motion capture, inertia measurement unit, angular relative, digital heritage.*

## **Pendahuluan**

*Inertial measurement unit* (IMU) pada awalnya diaplikasikan pada komponen pemandu pada kendaraan seperti kapal dan pesawat terbang untuk mendeteksi perubahan arah gerakan kendaraan. IMU berkerja dengan mendeteksi pmengukurubahan arah dan percepatan gerakan dengan menggunakan kombinasi *accelerometer* dan *gyroscope* (Desa, 2009). Kedua sensor itu mengukur perubahan pergerakan pada tiga sumbu gerakan.

Pada perkembangannya IMU tidak hanya digunakan untuk mengukur perubahan pada kendaraan, teknologi saat ini memungkinkan untuk membuat IMU dalam ukuran yang kecil (Hoflinger, 2012). Aplikasi modern untuk IMU ada pada smartphone layar sentuh. Pada aplikasi ini IMU digunakan untuk mendeteksi perubahan posisi layar smartphone, sehingga tampilan pada layar smartphone bisa langsung menyesuaikan dengan posisi layar yang vertikal maupun horisontal.

Teknologi *motion capture* digunakan pada penelitian ini Ada dua metode populer dalam teknologi *motion capture*, yang pertama menggunakan *vision based* dan IMU. *Vision based* menggunakan teknologi video untuk merekam gerakan objek dan kemudian mengintepretasikan rekaman gambar menjadi data *motion capture*. *Motion capture* berbasis IMU pada penelietian menggunakan sensor-sensor dengan platform Arduino yang diletakkan pada bagian-bagian tubuh manusia untuk mendeteksi perubahan pergerakannya, informasi perubahan posisi ini yang digunakan sebagai data *motion capture*.

Teknologi ini akan digunakan untuk merekam perubahan pergerakan pada tubuh penari yang menarikan tarian tradisional, sehingga akan didapatkan data digital mengenai pergerakan sebuah tarian tradisional yang ada di Indonesia. Penelitian ini bersifat studi pustaka untuk melihat kemungkinan proses dan teknologi yang bisa dilakukan dalam perekaman *motion capture* digital untuk tarian tradisional Indonesia. *Framework* tarian tradisional dimasukkan dalam rangka untuk melestarikan seni budaya dalam bentuk dokumentasi digital sehingga ke depannya, karena sifat data digital yang mudah diduplikasi dan disebarluaskan untuk beragam kepentingan termasuk edukasi.

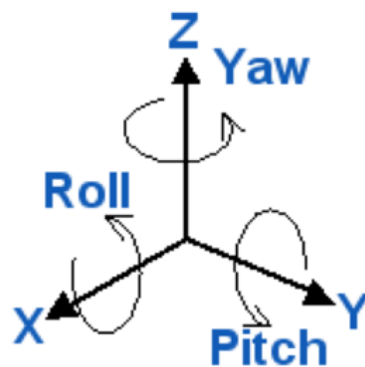
### ***Inertial Measurement Unit***

IMU melakukan pengukuran perubahan posisi pada tiga sumbu tiga dimensi. Gerakan pada ketiga sumbu tersebut disebut dengan *roll*, *pitch*, dan *yaw*. Roll merupakan gerakan inersial pada sumbu *x*, *pitch* pada sumbu *y*, dan *yaw* pada sumbu *z* (Desa, 2009). Pada penelitian mengintegrasikan sensor IMU dan *microcontroller*.

Pengukuran yang dilakukan oleh IMU diteruskan ke mikrokontroler untuk mendapatkan data pengukuran. Kemudian data dikirimkan, secara *wireless* ke server untuk direkam. Pada server dapat dilakukan komputasi untuk pembersihan data dengan algoritma filter untuk mendapatkan data yang berkualitas. Teknologi *microcontroller* yang diaplikasikan pada penelitian ini adalah Arduino, sebuah *microcontroller open source*.

Sensor-sensor yang terdapat dalam IMU (Hoflinger, 2012) terdiri dari.

1. *Accelerometer*, digunakan untuk mengukur percepatan perubahan inersial.
2. *Gyroscope* digunakan untuk mengukur kecepatan perputaran angular.
3. Pengukuran pada *gyroscope* dibantu dengan magnetometer yang mengukur posisi pada arah sumbu magnetik bumi.



Gambar 1. Gerakan *Roll*, *Yaw*, *Pitch*

### **Arduino**

Arduino adalah sebuah platform *open-source* elektronik yang mudah digunakan, sistem ini menjembatani *software* dan *hardware* secara langsung (Arduino, 2016). Arduino dapat membaca input dari berbagai sensor analog, maupun

**FX. Satriyo Dwi Nugroho**

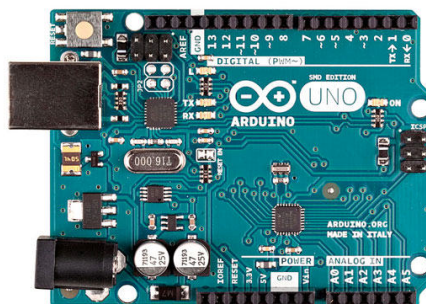
Kajian *Inertial Measurement Unit* Berbasis Arduino untuk Dokumentasi *Digital Motion Capture* Tarian Tradisional

input digital lainnya dan mengubahnya menjadi output analog seperti pergerakan motor dan output digital lain seperti data.

Beberapa keuntungan menggunakan sistem ini adalah

1. Arduino menjadi populer karena murah, modul dasarnya berharga kurang dari lima puluh dolar.
2. System Arduino mampu bekerja secara cross platform pada Windows, Macintosh OSX, dan sistem operasi Linux. Kebanyakan sistem microcontroller lainnya terbatas untuk Windows.
3. Lingkungan pemrograman Arduino sudah terintegrasi dengan *hardware*nya dan cukup sederhana. Modul Arduino bersifat open source dan terdapat ekstensi untuk memperluas pemrograman melalui library C++.
4. Tidak hanya bersifat *open source* pada sisi software namun juga *open source* pada sisi *hardware*. Rencana papan modul Arduino diterbitkan di bawah lisensi *Creative Commons*, sehingga desainer sirkuit yang berpengalaman dapat membuat versi mereka sendiri modul, memperluas dan meningkatkannya.

Pada penelitian ini Arduino akan bekerja dengan sensor IMU dan sebuah server. Arduino akan menerima pengukuran dari IMU dan mengirimkannya ke dalam server untuk diolah lebih lanjut.



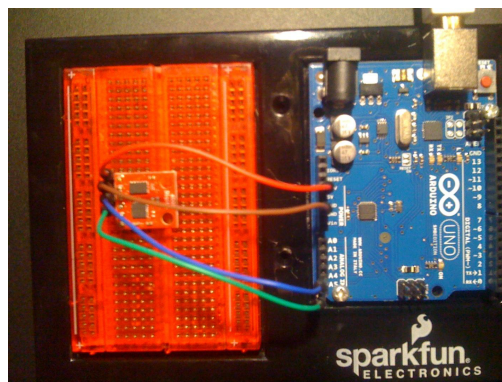
Gambar 2. Modul Arduino

## *Motion Capture*

Teknologi *motion capture* adalah menangkap gerakan objek di dunia nyata dan kemudian data dimasukkan ke dalam sebuah model tiga dimensi dari dunia nyata ke dalam lingkungan virtual (Nogueira, 2011). Perekaman data pergerakan tubuh manusia ini secara populer digunakan pada industri perfilman, misalnya untuk mendapatkan data gerakan untuk proses animasi. Proses perekaman yang populer adalah menggunakan *vision based motion capture*, di mana teknologi video digunakan untuk mengesktrak data perubahan pergerakan pada tubuh. Proses ini cukup mahal dan memerlukan lingkungan yang benar-benar terkontrol. Solusi kedua yang populer untuk melakukan *motion capture* adalah menggunakan IMU yang diintegrasikan dengan *microcontroller*, pada penelitian ini menggunakan Arduino.

Terdapat beberapa proses yang harus dilakukan dalam membangun sebuah sistem *motion capture* berbasis Arduino

1. Proses pertama yang dilakukan adalah mengintegrasikan modul IMU ke modul Arduino. Modul IMU inilah yang akan merekam semua perubahan pergerakan yang terjadi dan menjadi sumber data awal untuk *motion capture*. Kemudian tambahkan modul *wireless* untuk mengirimkan data ke server, dapat berbasis *wireless fidelity* maupun *bluetooth* (McCarron, 2013).



Gambar 3. IMU Diintegrasikan Pada Module Arduino

2. Membuat sistem Arduino dan IMU supaya bisa ditempelkan pada bagian tubuh manusia. Modul pada tubuh ini yang akan merekam bermacam-macam posisi bagian tubuh dan perubahan pergerakannya. Bagian yang diberi modul pada umumnya ada pada lengan, tangan, bahu, torso, perut, paha, kaki, dan

**FX. Satriyo Dwi Nugroho**

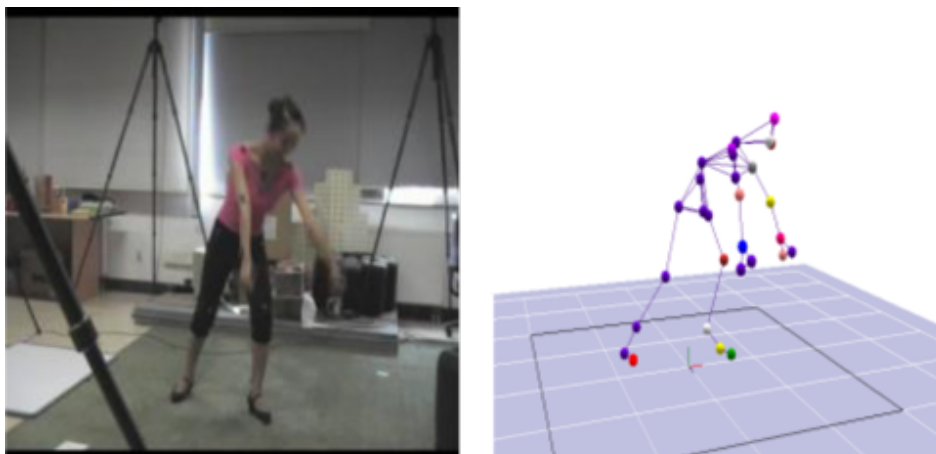
Kajian *Inertial Measurement Unit* Berbasis Arduino untuk Dokumentasi *Digital Motion Capture* Tarian Tradisional

kepala. Setiap bagian tubuh yang bergerak akan memberikan pembacaan yang berbeda dan akan dikirimkan ke server untuk didokumentasikan (Virtuellerealitaet, 2015)



Gambar 4. Modul Tubuh

3. Memindahkan data digital dari modul pada tubuh ke dalam server. Data Pengukuran yang diperoleh dari sensor IMU dikirimkan modul Arduino ke dalam server untuk direkam (Shen, 2011).



Gambar 5 Perekaman data oleh server

## Dokumentasi Tarian Tradisional

Proses dokumentasi digital dengan *motion capture* pada paper ini bukanlah yang pertama kalinya, di Cina sudah dilakukan proses konservasi ini (Shen, 2011), penelitian di Jepang mencoba mengklasifikasikan bahkan berdasarkan musiknya (Shiratori, 2004), penelitian di Amerika Serikat melakukannya juga untuk membuat sintesis koreografi baru (Baird, 2012).

Dokumentasi digital yang populer selama ini untuk merekam sebuah tarian tradisional di Indonesia adalah dengan menggunakan perekaman foto dan video. Proses ini sangat membantu untuk mempelajari sebuah tarian saat penari pengajar tidak ada. Namun ada keterbatasan pada output rekaman foto dan video, dikarenakan adanya distorsi perspektif relatif terhadap sudut pengambilan gambar.

Data *motion capture* masuk dalam proses dokumentasi tarian tradisional ini sebagai pelengkap dokumentasi digital yang sudah ada, secara umum data motion capture tidak mengalami distorsi relatif terhadap sudut kamera sehingga memiliki akurasi yang lebih tinggi karena acuan relatif objek yang diukur adalah posisinya pada permukaan bumi.

Proses pendokumentasian untuk tarian tradisional ini mengikuti acuan dasar motion capture pada umumnya. Objeknya adalah penari yang menarikan tarian tradisional. Pertama penari akan dipasang dengan modul IMU-Arduino pada bagian-bagian tubuhnya. Kedua penari akan menarikan sebuah tarian dan akan direkam setiap gerakannya dari setiap modul dan data akan direkam pada sebuah server. Pada saat bersamaan proses dokumentasi secara video dan foto juga akan dilakukan. Ketiga adalah melakukan proses pembersihan data dengan algoritma pembersihan di server. Keempat data di server akan disinkronisasi dan diintegrasikan dengan data video dan foto yang ada.

Data *motion capture* tersebut selain digunakan untuk kepentingan konservasi dan dokumentasi dapat digunakan untuk membuat bermacam aplikasi. Seperti aplikasi untuk pengajaran tarian, aplikasi untuk games, sumber data gerakan untuk membuat animasi mengenai tarian tersebut yang bisa diintegrasikan untuk kepentingan film maupun seni pertunjukan panggung.

## **Kesimpulan dan Saran**

Membangun sebuah sistem motion capture untuk mendokumentasikan tarian tradisional Indonesia secara digital, sangat dimungkinkan dengan teknologi-teknologi yang sudah ada. *Inertial Measurement Unit* yang merupakan modul sensor pendeteksi perubahan gerakan, Arduino sebagai *microcontroller* nya, wireless modul (baik *bluetooth* atau *wifi*), dan komputer server adalah teknologi sudah bisa diakses dengan mudah di Indonesia.

Penelitian ini sudah dilakukan di beberapa negara lain. Akan menjadi lebih baik jika ke depan penelitian ini bukan hanya menjadi kajian pustaka namun juga diwujudkan secara dalam pembangunan sistem secara fisik untuk mendokumentasikan dan melestarikan tarian tradisional di Indonesia.

## **Referensi**

Arduino Website (2016), *Intoduction*,

<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>

Baird, Bridget dkk (2012), Ammerman Center for Arts & Technology Connecticut College. Amerika Serikat

Desa, Hasri dkk (2009), *Study of Inertial Measurement Unit Sensor*, Proceedings of the International Conference on Man-Machine Systems (IcoMMS) 11 – 13 October 2009, Batu Ferringhi, Penang, Malaysia.

Hoflinger, Fabian dkk (2012), *A Wireless Micro Inertial Measurement Unit (IMU)*, IEEE Transactions on Instrumentation & Measurement, Jerman.

McCarron, Brandon (2013), *Low-Cost IMU Implementation via Sensor Fusion Algorithms in the Arduino Environment*, Faculty of the Aerospace Engineering Department California Polytechnic State University, San Luis Obispo, Amerika Serikat

Nogueira, Pedro (2011), *Motion Capture Fundamentals*, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto Programa Doutoral em Engenharia Informática Instituto de Telecomunicações, Portugal.



Shen, Yinghua dkk (2011), *National Dances Protection Based on Motion Capture Technology*, 2011 International Conference on Computer Science and Information Technology, Singapura.

Shiratori, Takaaki dkk (2004), *Detecting Dance Motion Structure Using Motion Capture and Musical Information*, Institute of Industrial Science, University of Tokyo, Jepang.

Virtuellerealitaet (2015), *DIY PROJECT – WEARABLE IMU TRACKING SENSOR*, <https://inmagicwetrust.wordpress.com/2015/11/04/diy-project-wearable-imu-tracking-sensor/>.

**FX. Satriyo Dwi Nugroho**

Kajian *Inertial Measurement Unit* Berbasis Arduino untuk Dokumentasi *Digital Motion Capture* Tarian Tradisional

*[ halaman ini sengaja dikosongkan ]*