

## Analisis Penerapan Pemodelan Gerakan Karakter Manusia pada Animasi 3D dengan Menggunakan Metode Forward Kinematics

**Rifai Ahmad Musthofa, S.Kom<sup>1</sup>, Prof. Dr. Ema Utami, S.Si., M.Kom<sup>2</sup>, Dr. Suwanto Raharjo, S.Si., M.Kom<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>*Magister of Information Engineering, Universitas AMIKOM Yogyakarta*

*Jl. Ring Road Utara Condong Catur Sleman Yogyakarta 55283 INDONESIA*

[<sup>1</sup>rifai.1076@students.amikom.ac.id](mailto:rifai.1076@students.amikom.ac.id), [<sup>2</sup>emma@nrar.net](mailto:emma@nrar.net), [<sup>3</sup>wa2n@nrar.net](mailto:wa2n@nrar.net)

### **INTISARI**

*Metode pergerakan dalam membuat animasi 3 Dimensi salah satunya adalah menggunakan metode kinematics. Kinematics merupakan ilmu yang mempelajari tentang pergerakan sebuah benda tanpa memperhitungkan gaya yang menyebabkan gerakan. terdapat 2 jenis Kinematics yang digunakan dalam animasi yaitu Forward Kinematics (FK) dan Inverse Kinematics (IK). Dalam studi ini penulis akan mencari parameter pergerakan beladiri jump kicks animasi 3dimensi menggunakan metode Forwards Kinematics dengan berdasar literatur tentang anatomi tubuh manusia. Dalam studi ini animator akan menguji ketepatan pergerakan animasi dengan pergerakan manusia aslinya. Animator dapat menjadikan penelitian ini sebagai acuan untuk pergerakan animasi dengan metode Forwards Kinematics*

**Kata kunci**— animasi 3Dimensi, Forward Kinematics, Kinematics, animasi jump kicks

### **ABSTRACT**

*One of the methods of movement in creating 3D animation is to use the kinematics method. Kinematics is the study of the movement of an object without taking into account the forces that cause movement. There are 2 types of Kinematics used in animation, namely Forward Kinematics (FK) and Inverse Kinematics (IK). In this study, the writer will look for the parameters of the 3D martial jump kicks movement using the Forwards Kinematics method based on literature on the anatomy of the human body. In this study the animator will test the accuracy of the animation's movements with the original human's movements. Animators can make this research as a reference for animation movement with the Forwards Kinematics method.*

**Keywords**— 3D animation, Forward Kinematics animation, jump kicks animation

### **I. PENDAHULUAN**

Apabila melihat karya-karya 3D digital animation yang dihasilkan oleh perusahaan-perusahaan animasi terkenal, seperti Pixar maupun Dreamworks, banyak orang yang terpukau melihat keindahan hasil karya mereka, yang menampakkan tampilan pemandangan digital yang spektakuler, pencahayaan yang indah ataupun komposisi warna yang menakjubkan. Namun tentu saja, salah satu atraksi utama yang paling menyedot perhatian dari karyakarya tersebut adalah karakter-karakter animasi, yang tanpa mereka, semua keindahan yang ditampilkan tidaklah berarti, hanya merupakan tampilan kecanggihan teknologi. Sama seperti pada live action movie, tentunya akan sangat membosankan apabila sepanjang berlangsungnya movie, penonton hanya disuguh berbagai tampilan pemandangan, tanpa adanya cerita ataupun aktor-aktor yang berperan. Secara umum, aktor yang mampu memerankan pemeran utama dan disukai penontonlah yang akhirnya paling

dihargai. Mengingat betapa pentingnya keberadaan karakter dalam sebuah karya animasi digital, tentunya sangat penting, khususnya bagi orang yang hendak berkecimpung dalam dunia 3D animasi digital untuk mengetahui apa saja yang penting untuk membuat sebuah karakter animasi 3D digital.

Proses pembuatan film animasi terutama 3 Dimensi (3D) cukup rumit dan membutuhkan waktu yang lama walaupun telah banyak perangkat lunak (software) yang tersedia untuk membantu dan mempermudah pekerjaan animator.

Dari permasalahan tersebut, melalui penelitian ini penulis akan fokuskan kepada salah satu tahapan pembuatan animasi 3D yaitu rigging yang menggunakan teknik penganimasian rig/bone dalam animasi 3D telah dikenal sebagai Kinematics.

*Kinematics* (Kinematik) pada dasarnya merupakan ilmu yang mempelajari tentang pergerakan sebuah benda tanpa memperhitungkan gaya yang menyebabkan

gerakan. Terdapat dua jenis kinematics yaitu Forward kinematics dan Inverse kinematics. Forward kinematics bekerja secara langsung dengan acuan sudut sendi untuk mencapai lokasi tertentu dan setiap sendi bergerak individual serta bergerak secara berurutan.

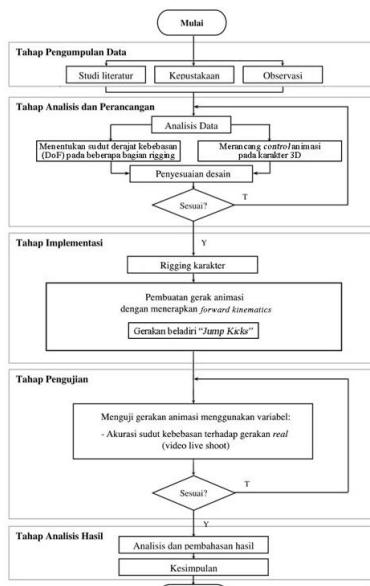
Oleh karena itu, dibutuhkan hasil analisis yang menjadikan suatu parameter untuk akurasi dalam membuat animasi 3 Dimensi yang melibatkan gerak sendi pada tubuh manusia dengan menggunakan *forward kinematics*.

Dengan tulisan ini diharapkan dapat memberikan tingkat akurasi yang lebih akurat terhadap proses penganimasian, dengan memperhatikan parameter pada gerak sendi maksimal manusia yang didapatkan dari studi literatur, kepustakaan dan obeservasi. Sehingga gerak animasi yang dihasilkan nantinya diharapkan bisa seperti gerak akurat manusia

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penulisan ini adalah :

1. Dalam metode pengumpulan data kami menggunakan beberapa metode yaitu studi literatur, metode kepustakaan, dan metode observasi.
2. Metode analisis data pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis data-data yang telah didapatkan dari tahap pengumpulan data.
3. Alur penelitian diperlukan untuk tahapan-tahapan yang diurutkan secara sistematis agar pelaksanaan penelitian dapat berjalan dengan baik



Gambar 1. Alur Penelitian

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Gambaran Umum

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini termasuk ke dalam penelitian Research and Development yaitu suatu proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru, atau menyempurnakan produk yang telah ada, yang dapat dipertanggungjawabkan (Sujadi, 2003)

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif sehingga hasil yang dihasilkan berupa angka-angka akurasi dari Gerakan animasi 3D menggunakan forward kinematics

Penulis menggunakan obyek Gerakan berupa Gerakan jump kicks yang terdapat dalam beladiri taekwondo. Dalam pergerakannya kaidah dalam pergerakan jump kicks sudah diatur dalam aturan pergerakan beladiri taekwondo itu sendiri sehingga penelitian ini membutuhkan pengujian terhadap orang yang ahli di bidang taekwondo.

### 2. Analisis Perancangan

Tahap analisis merupakan proses untuk mendapatkan data-data mengenai obyek penelitian yang meliputi gerakan beladiri "Jump Kicks" dan derajat sendi ketika melakukan pergerakan.

Dalam proses pergerakan jump kicks penlit harus tahu terlebih dahulu bagaimana pergerakan jump kicks yang benar. Dengan menggunakan materi video yang diperagakan oleh ahli dari seorang atlit taekwondo ini akan menjadi tolak ukur kesesuaian sendi dalam pergerakan Animasi Jump Kicks menggunakan metode Forward Kinematics.



Gambar 2. Refrensi Video Pergerakan Jump Kicks.

Setelah mendapatkan pola Gerakan jump kicks, selanjutnya adalah melakukan analisis derajat pada sendi-sendi manusia. Analisis derajat sendi ini bertujuan untuk mengetahui derajat kebebasan tulang (Degree of Freedom) manusia ketika melakukan pergerakkan. Dari analisis ini akan diketahui ke arah mana, dan berapa besar sudut masing-masing sendi dapat bergerak.

#### A. Struktur/sistem rangka manusia

Rangka (skeleton) manusia merupakan susunan dari berbagai macam tulang yang satu sama lainnya disambungkan dengan sendi (joint/articulation) (Roosita, 2015). Salah satu dari fungsi rangka adalah untuk bergerak0.

##### 1. Rangka Aksial

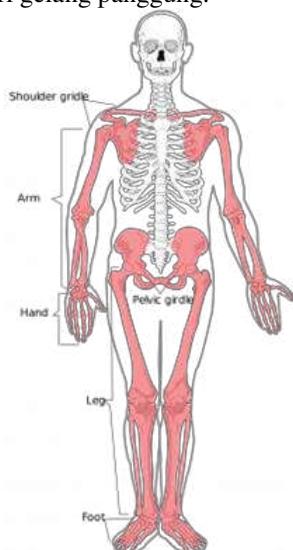
Rangka aksial adalah tulang-tulang yang berada pada bagian tengah sumbu tubuh yang terdiri dari beberapa bagian seperti ruas tulang belakang (columna vertebrata), tulang tengkorak, tulang dada dan tulang iga/rusuk.



Gambar 3. Rangka aksial

##### 2. Rangka Apendikular

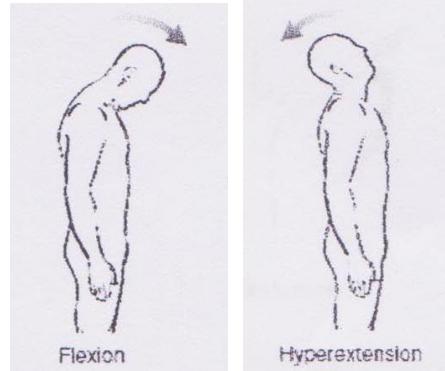
Terdiri dari 126 buah tulang yang akan menyusun bagian dari tulang-tulang anggota gerak atas, bagian dari tulang-tulang anggota gerak bawah, bagian dari gelang bawah, dan bagian dari gelang panggung.



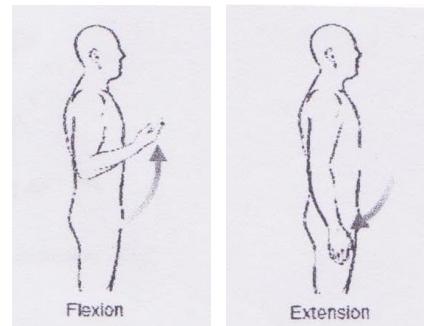
Gambar 4. Rangka apendikular

Pada penelitian ini, pengukuran dilakukan dengan mengambil foto setiap sendi dari sampel penelitian. Dari foto tersebut, sudut

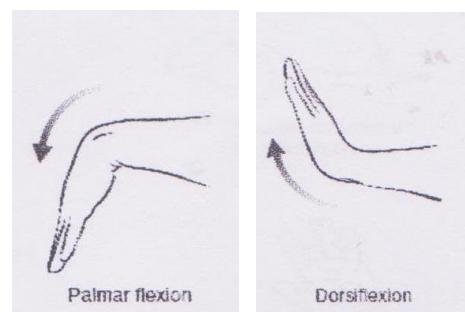
derajat kebebasan sendi diukur menggunakan software *ImageJ* sehingga sudut minimal dan maksimal dari masing-masing sendi dapat diketahui dan kemudian dapat diterapkan sebagai pengaturan sendi pada animasi 3D menggunakan metode *Forward Kinematics*. Hasil pengukuran derajat sendi tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5. Visual derajat sendi putar tulang leher

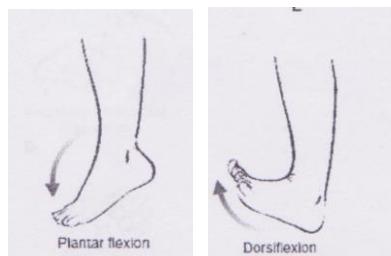


Gambar 6. Visual derajat sendi engsel siku tangan



Gambar 7. Visual derajat sendi pergelangan tangan

6	Sendi engsel	Pergelangan kaki	Ke depan dan belakang	95°	105°
---	--------------	------------------	-----------------------	-----	------



Gambar 8. Visual derajat sendi engsel lutut dan telapak kaki



Gambar 9. Contoh pengukuran sendi

No	Sendi yang diukur	Nama Bagian Tuluh	Arah Putar Tulang	Sudut Deraja t Min	Sudut Deraja t Maks
1	Sendi Putar	Tulang leher	Ke kiri dan kanan	60°	120°
			Ke depan dan belakang	40°	105°
			Menoleh ke kanan dan kiri	0°	180°
2	Sendi peluru	Tulang bahu	Ke depan dan belakang	0°	360°
			Ke kanan dan kiri	0°	360°
3	Sendi engsel	Siku tangan	Ke depan	35°	180°
			Ke belakang	0°	145°
4	Sendi peluru	Pangkal paha	Ke depan dan belakang	0°	70°
			Ke kanan dan kiri	0	100°
5	Sendi engsel	Lutut	Ke depan	60°	180°
			Ke belakang	0	120°

Tabel 1. Hasil pengukuran derajat kebebasan sendi

Dari hasil pengukuran sudut derajat sendi manusia yang telah dilakukan, didapatkan data-data sebagai berikut:

- 1) Sendi putar pada tulang leher dapat berputar ke segala arah yaitu depan, belakang, samping kiri dan kanan, dengan batas sudut kebebasan sebesar 60°-120° untuk ke arah samping, 40°-105° kearah depan dan belakang, dan untuk menoleh kanan kiri, dapat berputar dengan sudut derajat maksimal sebesar 180°.
- 2) Sendi peluru pada tulang bahu dapat berputar ke segala arah tanpa batas sudut derajat minimal atau 360°.
- 3) Sendi engsel pada siku tangan hanya dapat digerakkan ke arah depan/luar dan menekuk ke dalam/belakang dengan sudut minimal sebesar 35° saat flexion dan maksimal 180° saat extension.
- 4) Sendi peluru pada pangkal paha sama seperti sendi putar pada tulang bahu yang dapat memutar ke segala arah, namun hanya mempunyai sudut kebebasan sebesar 70° pada sebagian besar manusia. Pada manusia yang mempunyai tulang yang sudah terlatih seperti penari balet atau atlet misalnya, sendi putar pada pangkal paha dapat berputar dengan kebebasan 360°.
- 5) Sendi engsel pada lutut dapat bergerak kearah depan/luar (extension) dengan sudut maksimal sebesar 180° dan ke arah dalam/belakang (flexion) dengan sudut minimal sebesar 60° yang berarti bahwa derajat kebebasan lutut yaitu sebesar 120°.
- 6) Sendi engsel pada pergelangan kaki mempunyai fungsi yang sama dengan sendi pada siku tangan dan lutut yang apat bergerak kearah depan/luar (extension) dengan sudut maksimal sebesar 105° dan ke arah dalam/belakang (flexion) dengan sudut minimal yaitu 95°.

#### B. Implementasi

Pada tahap ini penulis melakukan eksperimen rigging dengan menggunakan metode Forward Kinematics. Dalam penerapan

ini dilakukan setting pembatasan gerak maksimal sendi dalam beberapa tubuh karakter yang telah ada. Ketika sudah di setting sesuai dengan pengukuran diatas maka selanjutnya akan dibuatkan rigging karakter, dalam proses selanjutnya akan lebih memudahkan dan menghindari kesalahan dalam pembuatan animasi.

### C. Testing

Dalam tahap testing ini bertujuan untuk menguji penenerapan dari metode Forward Kinematics. Pada penelitian ini, Animator professional akan melakukan pengujian terhadap karakter 3 dimensi dengan metode forward kinematics yang sudah di terapkan tolak ukur kebebasan dalam pengukuran sendi anatomi manusia. Selain itu animator juga melakukan pengujian terhadap karakter yang belum di berikan di terapkan kaidah tolak ukur. Selanjutnya ditahap pengujian setelah dilakukan penganimasian pada karakter 3 Dimensi, yaitu membandingkan sudut yang terbentuk dari setiap sendi pada bagian tubuh animasi 3 Dimensi yang telah dibuat menggunakan metode inverse kinematic dengan video referensi yang berupa video live shoot. Pengujian ini penulis lakukan bertujuan untuk mengetahui berapa akurasi kemiripan dari kedua video tersebut. Software yang digunakan untuk mengukur sudut gerak sendi yaitu Tracker, yang dapat merekam sudut dari masing-masing bagian tubuh yang terbentuk di setiap frame. Bagian tubuh yang diuji merupakan bagian tubuh yang memiliki sendi gerak yaitu sendi antara kepala dan leher, siku tangan, dan kaki Kemudian karakter 3 dimensi yang sudah diuji menggunakan forward kinematics dan kemudian membanding dengan video refrensi demo jump ikc yang dilakukan oleh ahli beladiri taekwondo.

Kemudian animasi diuji menggunakan software tracker yang mendeteksi tiap frame dari Gerakan animasi. Video ionik akan menghasilkan file dengan format mp4. Dari sudut pose gerakan tiap frame akan di hitung menggunakan fitur measure tool pada software tersebut.

Dengan fitur Protractor itu hasil dari pengukuran dapat berupa data table dan grafik.



Gambar 10. Penggunaan software Tracker

Kemudian data perhitungan dari video referensi atau live shoot dan data perhitungan dari video animasi berupa table perhitungan di tiap frameny.

t (s)	frame	$\theta$
0.000	0	166.5°
0.083	1	166.5°
0.125	2	165.5°
0.167	3	165.5°
0.208	4	165.5°
0.250	5	165.5°
0.292	6	169.0°
0.333	7	169.0°
0.375	8	167.5°
0.417	9	167.5°
0.458	10	164.0°
0.500	11	163.0°
0.542	12	162.5°
0.583	13	166.0°
0.625	14	169.5°
0.667	15	170.0°
0.708	16	170.0°
0.750	17	172.0°
0.792	18	174.5°
0.833	19	174.0°
0.875	20	175.5°
0.917	21	175.0°
0.958	22	171.0°
1.000	23	170.0°
1.042	24	169.0°
1.083	25	173.5°
1.125	26	173.5°

Gambar 11. Tampilan hasil pengukuran sudut dari pergerakan siku tangan



Gambar 11. Grafik perbandingan sudut video pada live shot dan animasi 3D

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang didapatkan pada penelitian ini, kesimpulan yang dapat diambil yaitu sebagai berikut:

akurasi yang dihasilkan dari animasi menggunakan metode forward kinematics cukup baik dan mempunyai kemiripan Gerakan yang baik. Sehingga dalam hasilnya metode ini bisa digunakan untuk Gerakan jump kicks.

Tingkat akurasi kemiripan gerakan animasi 3D karakter manusia menggunakan metode inverse kinematics yang dibandingkan dengan video live shoot yaitu sangat baik

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih yang sebesar- besarnya penulis ucapkan kepada yang terhormat Prof. Dr. Ema Utami, S.Si., M.Kom dan Pak Dr. Suwanto Raharjo, S.si., M.Kom atas bimbingan dan arahannya selama ini, terima kasih juga penulis ucapkan kepada pihak yang terkait dan rekan yang membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

#### **REFERENSI**

- [1] Art of Drawing the human Body, Inc. Sterling Publishing Co., 2004, Sterling Publishing.
- [2] Ferguson, 2010, Ferguson's Careers in Focus: Animation, Infobase Publishing, New YorkS. Zhang, C. Zhu, J. K. O. Sin, and P. K. T. Mok,
- [3] Robert, Steve, 2013, Character Animation: 2D Skills for Better 3D, Taylor & Francis, London
- [4] Pangesti, Annisa Rahayu, "Analisis Penerapan Metode Inverse Kinematics Untuk Pemodelan Gerakan Karakter Manusia Pada Animasi 2 Dimensi" , Tesis, S2 Teknik Informatika, Universitas AMIKOM, Yogyakarta, 2019.
- [5] Aryanto Yuniawan, Tesis, Program Pasca Sarjana UNIVERSITAS AMIKOM Yogyakarta, 2014 Perancangan Alat Rigging Karakter Otomatis Pada Autodesk Maya Studi Kasus : Pt Mataram Surya Visi (Msv)
- [6] Syalabi, Lalu Agam Pramadaya, "Analisis Fitur Pengembangan 'Quick Rig' Pada Autodesk Maya", Tesis, S2 Teknik Informatika, Universitas AMIKOM, Yogyakarta, 2018
- [7] Z. Bhatti, A. Shah, F. Shahidi, M. Karbasi Khulliyah of Information and Communication Technology, International Islamic University Malaysia. Forward and Inverse Kinematics Seamless Matching Using Jacobian
- [8] Agung Dwi Saputro, M. Suyanto, Sukoco, Jurnal Informasi Interaktif Vol.3 No.2, 2018 Simulasi Gerak Ular Menggunakan Metode Inverse Kinematics
- [9] Hardinata, Niky, "Gerakan Dasar Felidae Dalam Animasi 2 Dimensi", Journal Sentra Penelitian Engineering dan Edukasi (Speed) Vol.9 No.2, 2017.
- [10] Williams, Richard, 2009, The Animator's Survival Kit: A Manual of Methods, Principles and Formulas for Classical, Computer, Games, Stop Motion and Internet Animators, Faber & Faber, United Kingdom