

Volume 3 Nomor 2 Mei 2018

INFORMASI INTERAKTIF

JURNAL INFORMATIKA DAN TEKNOLOGI INFORMASI

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA – FAKULTAS TEKNIK -UNIVERSITAS JANABADRA

SIMULASI GERAK ULAR MENGGUNAKAN METODE INVERSE KINEMATICS

Agung Dwi Saputro, M. Suyanto, Sukoco

PENERAPAN TEKNIK MOTION GRAPHIC PADA DIGITAL OUT OF HOME ADVERTISING UNTUK TEMPLATE VIDEOTRON

Hafidh Rezha Maulana, Ema Utami, Hanif Al Fatta

PROTOTYPE SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN KAMERA DIGITAL

Yumarlin MZ

ANALISIS JARINGAN VLAN UNTUK MENGURANGI CONGESTION & BROADCAST DOMAIN DI JARINGAN LOCAL AREA NETWORK (STUDI KASUS : SMK NEGERI TAKERAN)

Septian Ditama, Wing Wahyu Winarno, Eko Pramono

ANALISIS RANCANGAN PENGEMBANGAN WEBSITE ALUMNI MENGGUNAKAN METODE CUSTOMER KNOWLEDGE MANAGEMENT DI UNIVERSITAS YAPIS PAPUA JAYAPURA

Joko Prayitno, Kusri, Sudarmawan

EVALUASI WEBSITE DENGAN E-GOV QUAL

Agustin Setiyorini, Kusri, Hanif Al Fatta

PERANCANGAN *E-CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT* BERBASIS *CROSS PLATFORM* MEMANFAATKAN *WEB SERVICE* PADA PERUSAHAAN *SOFTWARE HOUSE*

M. Nuraminudin, Ema Utami, Hanif Al Fatta

PERENCANAAN DAN PENGEMBANGAN ARSITEKTUR PELAYANAN INFORMASI ALUMNI PADA UNIVERSITAS YAPIS PAPUA - JAYAPURA

Riandi Widiyanto, Kusri, Sudarmawan

APLIKASI SITE LOCATOR BERBASIS ANDROID

Mohammad Adiwisanghagni, M. Suyanto, Sudarmawan



INFORMASI
INTERAKTIF

Vol. 3

No. 2

Hal. 77 - 153

Yogyakarta
Mei 2018

ISSN
2527-5240

DEWAN EDITORIAL

- Penerbit** : Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Janabadra
- Ketua Penyunting
(Editor in Chief)** : Fatsyahrina Fitriastuti, S.Si., M.T. (Universitas Janabadra)
- Penyunting (Editor)** : 1. Selo, S.T., M.T., M.Sc., Ph.D. (Universitas Gajah Mada)
2. Dr. Kusriani, S.Kom., M.Kom. (Universitas Amikom Yogyakarta)
3. Jemmy Edwin B, S.Kom., M.Eng. (Universitas Janabadra)
4. Ryan Ari Setyawan, S.Kom., M.Eng. (Universitas Janabadra)
5. Yumarlin MZ, S.Kom., M.Pd., M.Kom. (Universitas Janabadra)
- Alamat Redaksi** : Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik
Universitas Janabadra
Jl. Tentara Rakyat Mataram No. 55-57
Yogyakarta 55231
Telp./Fax : (0274) 543676
E-mail: informasi.interaktif@janabadra.ac.id
Website : <http://e-journal.janabadra.ac.id/>
- Frekuensi Terbit** : 3 kali setahun

JURNAL INFORMASI INTERAKTIF merupakan media komunikasi hasil penelitian, studi kasus, dan ulasan ilmiah bagi ilmuwan dan praktisi dibidang Teknik Informatika. Diterbitkan oleh Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Janabadra di Yogyakarta, tiga kali setahun pada bulan Januari, Mei dan September.

DAFTAR ISI

	<i>halaman</i>
Simulasi Gerak Ular Menggunakan Metode Inverse Kinematics Agung Dwi Saputro, M. Suyanto, Sukoco	77 - 83
Penerapan Teknik Motion <i>Graphic Pada Digital Out Of Home Advertising</i> Untuk Template Videotron Hafidh Rezha Maulana, Ema Utami, Hanif Al Fatta	84 - 94
Prototype Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Kamera Digital Yumarlin MZ	95 - 103
Analisis Jaringan VLAN Untuk Mengurangi <i>Congestion & Broadcast Domain</i> di Jaringan <i>Local Area Network</i> (Studi Kasus : SMK Negeri Takeran) Septian Ditama, Wing Wahyu Winarno, Eko Pramono	104 - 111
Analisis Rancangan Pengembangan Website Alumni Menggunakan Metode Customer Knowledge Management di Universitas Yapis Papua Jayapura Joko Prayitno, Kusri, Sudarmawan	112 - 120
Evaluasi Website dengan E-Gov Qual Agustin Setiyorini, Kusri, Hanif Al Fatta	121 - 127
Perancangan <i>E-Customer Relationship Management</i> Berbasis <i>Cross Platform</i> Memanfaatkan <i>Web Service</i> Pada Perusahaan <i>Software House</i> M. Nuraminudin, Ema Utami, Hanif Al Fatta	128 - 137
Perencanaan dan Pengembangan Arsitektur Pelayanan Informasi Alumni pada Universitas Yapis Papua - Jayapura Riandi Widianoro, Kusri, Sudarmawan	138 - 146
Aplikasi <i>Site Locator</i> Berbasis Android Mohammad Adiwisanghagni, M. Suyanto, Sudarmawan	147 - 153

PENGANTAR REDAKSI

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah Tuhan Yang Maha Kuasa atas terbitnya JURNAL INFORMASI INTERAKTIF Volume 3, Nomor 2, Edisi Mei 2018. Pada edisi kali ini memuat 9 (sembilan) tulisan hasil penelitian dalam bidang teknik informatika.

Harapan kami semoga naskah yang tersaji dalam JURNAL INFORMASI INTERAKTIF edisi Mei tahun 2018 dapat menambah pengetahuan dan wawasan di bidangnya masing-masing dan bagi penulis, jurnal ini diharapkan menjadi salah satu wadah untuk berbagi hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan kepada seluruh akademisi maupun masyarakat pada umumnya.

Redaksi

SIMULASI GERAK ULAR MENGGUNAKAN METODE INVERSE KINEMATICS

Agung Dwi Saputro¹, M. Suyanto², Sukoco³

^{1,2,3}Magister Teknik Informatika Universitas AMIKOM Yogyakarta
Jl Ring road Utara, Condongcatur, Sleman, Yogyakarta 55283
Telp: (0274) 884201-207 Fax: (0274) 884208

Email : ¹dwisaputro321@gmail.com, ²yanto@amikom.ac.id, ³pak_koco@yahoo.com

ABSTRACT

Simulation of snake motion using inverse kinematics method is a research that aims to know how the motion of snake animal that will be applied in 3D animation. To know how snake animal motion data needed is angle of bone animal freedom degree and also motion pattern of snake animal by using inverse kinematics method. Limitation of variables in this study is the object of research using snake king snake type, the method used using inverse kinematics and simulation methods created using Maya software. The method of analysis used in this method is the method of research and development.

This research produces data on snake animal walks and border degrees of freedom data to be applied in 3D animation. The end result of this research is the path pattern of the snake animal, the 3D simulation produced in the form of walking movement.

The conclusion of this research is the application of inverse kinematics method can be applied in simulation of 3D motion of snake animal. This study yields data in the form of angle of bone freedom. Produce snake animal pattern shaped like a curve or the letter S.

Keyword: *Inverse Kinematics, Snake, Degrees of Freedom*

1. PENDAHULUAN

Dunia animasi selalu mengalami perkembangan yang begitu cepat. Animasi yang dulunya hanya berupa tampilan 2D kini sudah mampu berkembang menjadi animasi dengan tampilan animasi 3D. Tampilan animasi 3D adalah pengembangan dari animasi 2D, dengan tampilan animasi 3D karakter yang dibuat akan semakin hidup dan nyata mendekati wujud aslinya. Di dalam dunia animasi, Karakter yang digunakan tidak hanya selalu menggunakan karakter yang berwujud manusia saja karena beberapa karakter lain seperti hewan, tumbuhan, robot dan benda mati juga banyak dijadikan karakter utama dalam sebuah film animasi. Selain itu juga film animasi dengan tokoh binatang banyak memperoleh nominasi dan penghargaan, seperti film “Kung Fu Panda” produksi Dreamworks dinominasikan sebagai *Best Animated Feature Film of the Years* pada tahun 2009 [1].

Untuk membuat gerakan pada karakter film animasi dapat menggunakan metode kinematik. Kinematik adalah cabang dari ilmu fisika yang berhubungan dengan sistem gerak tanpa referensi untuk kekuatan dan massa [2]. Atau dengan kata lain kinematika adalah ilmu yang mempelajari tentang bagaimana gerak dapat terjadi tanpa memperdulikan penyebab terjadinya gerak tersebut. Suatu benda atau objek dikatakan bergerak jika kedudukannya berubah terhadap posisi tertentu. Dalam kinematik sendiri terdapat (*DOF*) *Degree of freedom* atau derajat kebebasan merupakan kemampuan perpindahan (translasi) maupun perputaran (rotasi) yang menentukan posisi dan orientasi dari sebuah sistem [3]. Jadi derajat kebebasan membahas tentang bagaimana sendi dapat bergerak dalam ruang mereka. Metode kinematik biasanya digunakan dalam dunia robotika, animasi komputer, teknik mesin, dan juga komputer grafis. Invers kinematik merupakan suatu metode analisa untuk melakukan perubahan gerak. Dari persamaan kinematik akan diperoleh sudut

derajat yang bisa digunakan untuk menentukan sudut jangkauan pada karakter yang nantinya dapat digunakan untuk membuat gerakan dari karakter tersebut. Dengan begitu data mengenai sudut jangkauan dapat dijadikan konfigurasi untuk memberikan tampilan dari gerak

karakter sesuai dengan gerakan yang sesungguhnya. Dalam dunia kinematik juga ada metode yang disebut sebagai Inverse Kinematik. Inverse Kinematik adalah analisis kinematik untuk mendapatkan besar sudut dari masing-masing sendi jika diketahui koordinat posisi [4]. Inverse Kinematika juga mempelajari tentang teknik yang digunakan dalam model animasi kompleks dan rig gerak dengan sejumlah sendi. Pembuatan gerak karakter atau animasi membutuhkan waktu yang cukup lama sehingga dibutuhkan metode yang dapat membantu untuk mempercepat proses pembuatan gerak karakter. Penelitian ini juga menggunakan simulasi gerak untuk mendapatkan hasil penelitiannya. Simulasi merupakan proses perencanaan sebuah model dari sistem nyata dan melakukan eksperimen dengan model tersebut dengan tujuan untuk mengetahui perilaku dari sistem dan atau melakukan evaluasi berbagai macam strategi untuk operasi dari sistem tersebut [5]. Dengan kata lain simulasi juga suatu peniruan terhadap sesuatu yang nyata. Dalam hal ini simulasi yang akan dihasilkan adalah gerak ular menyerupai hewan asli. Simulasi juga dapat dibuat dengan memprogram sebuah model dari sistem yang ada di komputer

Ular memiliki bentuk yang unik karena bagian-bagian organ dalam pada hewan ular mengikuti kontur tubuhnya yang panjang dan juga ramping. Selain itu juga ular memiliki keunikan yang lain dimana dia memiliki empat macam cara bergerak, yaitu (Serpentine) bergerak maju dengan membentuk huruf S, (Concertina) bergerak dengan memendekkan dan memanjangkan tubuhnya, Linier (Caterpillar) bergerak dengan menggunakan gelombang kontraksi otot, Menyimpang (Sidewinding) bergerak dengan kepala ke samping dan maju. Dengan banyaknya gerakan ular tersebut tentunya akan membuat seorang animator susah untuk membuat gerakan ular tersebut. Ular juga termasuk jenis reptil yang memiliki rangka dalam

untuk rangka tubuhnya yang terdiri dari tulang tengkorak, tulang badan, dan tulang ekor. Ular merupakan salah satu satwa yang memiliki jumlah jenis yang tinggi. Menurut [6], ular terdiri dari 2.389 jenis dan 11 famili yang tersebar pada berbagai habitat. Ular juga menjadi salah satu hewan yang sering menjadi tokoh dalam berbagai film animasi seperti film Kungfu Panda, The Jungle Book, dan Rango. Seperti yang disebutkan oleh Suyanto, film animasi dengan tokoh hewan banyak memperoleh nominasi dan juga penghargaan sehingga sangat terbuka kemungkinan jika ular dapat dijadikan tokoh utama dalam film animasi. Penggunaan hewan sebagai karakter dalam sebuah animasi tentunya harus terlihat nyata berdasarkan perilaku hewan tersebut, mulai dari gerakan, cara berjalan dan berbagai perilaku lainnya. Penelitian ini menggunakan metode inverse.

Pada penelitian sebelumnya yang menggunakan metode invers kinematik kebanyakan hanya melakukan penerapan pada gerakan kaki robot, pergerakan berjalan, melompat hingga berlari pada animasi 2D dan masih belum ada yang melakukan penelitian mengenai gerak ular menggunakan invers kinematik. Untuk itu peneliti akan melakukan penelitian dengan judul “Simulasi Gerak Ular Menggunakan Metode Invers Kinematics”.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang akan digunakan masuk dalam kategori berdasarkan tujuan yaitu penelitian *Research and Development* (R&D). *Research and Development* adalah suatu penelitian dimana alat yang telah kita buat diujicobakan dan dilihat tingkat keefektifannya [7]. Dengan metode *Research and Development* ini prototype yang telah dibuat akan diuji coba dan dilihat keefektifannya. Sedangkan dari bentuk desain penelitiannya dikategorikan dalam design studi kasus. Karena dengan menggunakan model studi kasus maka fokus utama dari penelitian kasus adalah pada kasus yang menjadi objek dari penelitian. Untuk itu segala sesuatu yang berkaitan dengan kasus dan berhubungan harus diteliti agar tujuan untuk menjelaskan kasus dan dapat tercapai secara menyeluruh.

Tahapan pengumpulan data dilakukan dalam dua metode, yaitu metode study literatur dan juga metode observasi. Study literatur dilakukan dengan cara mencari referensi-referensi teori yang berhubungan penelitian. Study literatur dilakukan dengan mencari sumber di perpustakaan Universitas AMIKOM Yogyakarta dan juga melalui media internet. Berbagai data yang dibutuhkan mengenai metode inverse kinematik, bone, rigging pada aplikasi Maya.

Observasi yang dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung pada hewan ular untuk memperoleh data pola gerak, jumlah sendi, sudut derajat sendi dan perubahan sudut derajat sendi. Observasi secara langsung ini juga untuk mendapatkan desain model dari hewan ular.

Setelah memperoleh berbagai data yang dilakukan melalui study literatur dan observasi maka tahapan selanjutnya adalah melakukan analisis dari semua data tersebut. Hasil yang diperoleh berupa pola gerak, jumlah sendi, sudut derajat dan perubahan sudut. Semua hasil data tersebut yang akan digunakan untuk membuat simulasi gerak hewan ular.

Perancangan model dilakukan setelah didapatkan data mengenai bentuk dari hewan ular. Pada tahapan ini desain dari model dan juga bone ular mulai dibuat.

Pada proses pembuatan model gerak ada tiga tahapan yang dilakukan:

1. Pembuatan Karakter

Karakter yang dibuat berdasarkan desain yang sudah ada sebelumnya. Pembuatan karakter ini digunakan sebagai model dalam pembuatan simulasi gerak.

2. Rigging Karakter

Rigging merupakan proses pemberian struktur tulang pada karakter yang sudah dibuat. Pada prosesnya model akan digabungkan dengan kerangka tulang yang sudah dibuat berdasarkan jumlah sendi dan sudut derajat kebebasan tulang pada hewan ular.

3. Pembuatan Gerak Animasi

Pembuatan gerakan animasi pada model ular menggunakan metode inverse

kinematik dengan sudut derajat kebebasan tulang sesuai dengan hasil analisis data yang diperoleh. Gerakan disesuaikan sudut pengambilan live shoot hewan ular.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Pola Gerak Ular

Untuk melakukan analisis gerakan dari hewan ular, dilakukan dengan cara melakukan pengamatan secara langsung yang bertujuan untuk mengetahui pergerakan atau pola berjalan dari hewan ular. Pengamatan dilakukan dengan cara mengambil sample video (live shot) hewan ular dengan panjang durasi berkisar satu menit. Hasil dari live shot video tersebut dianalisis. Dari simple video tersebut terlihat jelas bagaimana pola yang terbentuk saat hewan ular sedang berjalan. Ular berjalan dengan menggerakkan tubuhnya hingga berbentuk seperti kurva atau huruf S. Pola seperti ini tetap dan tidak berubah, yang terjadi perubahan hanyalah sudut gerak tubuh pada hewan ular. sehingga secara umum ular bergerak dengan pola yang sama dan tidak berubah yaitu pola berbentuk kurva atau berbentuk seperti huruf S.

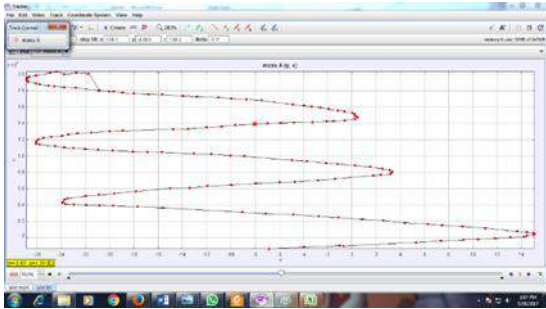


Gambar 1. Pola Gerak Ular

3.2 Analisis Perubahan Sudut

Setelah didapatkan pola gerakan hewan ular, selanjutnya dilakukan analisis terhadap perubahan sudut gerak dari hewan ular dengan menggunakan program Tracker 4.97. Analisis perubahan sudut ini dilakukan untuk mendapatkan seberapa besar perubahan sudut yang terjadi sehingga dari hasil tersebut dapat dihitung pola dan juga sudut yang

pasti dari pergerakan hewan ular. Di dalam program tracker dapat diketahui sudut perpindahan gerakan hewan ular sehingga dapat dilihat bagaimana perubahan sudut gerakannya melalui data yang dihasilkan. Data yang dihasilkan dari program tracker berupa sudut-sudut perpindahan dari gerakan hewan ular. Data tersebut kemudian diolah dengan menghitung besar perubahan sudut yang terjadi pada setiap gerakan ular.



Gambar 2. Perubahan Sudut Ular

3.3 Analisis Derajat Sendi

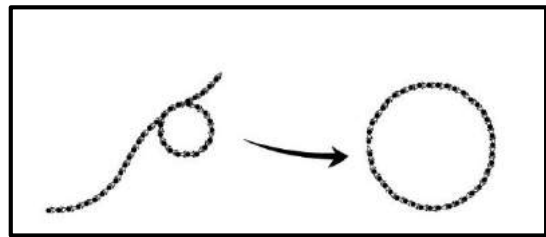
Setelah mendapatkan pola gerak dari hewan ular selanjutnya dilakukan analisis derajat sendi yang bertujuan untuk mengetahui besar derajat kebebasan tulang (degree of freedom). Analisis derajat sendi dilakukan dengan menggunakan busur derajat sebagai alat ukur. Pengukuran derajat sendi dilakukan pada seluruh tubuh hewan ular karena struktur tubuh ular yang unik. Pengukuran dilakukan dari sumbu koordinat 0° sampai sudut 360° . Pengukuran derajat sendi juga bertujuan sebagai pengaturan sendi putar inverse kinematik pada software Maya. Pengukuran dilakukan dengan membunuh objek ular terlebih dahulu dengan tujuan agar pengukuran yang dilakukan bisa lebih akurat karena langsung mengukur bagian tulang atau sendi dari objek ular tersebut. Selain itu juga bertujuan agar lebih mudah untuk menggerakkan ular karena saat ular tersebut masih hidup tentunya akan susah untuk dibengkokkan dengan sudut maksimalnya. Setelah itu objek ular dikuliti hingga tersisa bagian tulangnya saja. Bagian tulang ular yang masih utuh tersebut selanjutnya dijemur dan dianginkan agar tidak terlalu basah. Penjemuran juga tidak boleh dilakukan terlalu lama karena akan menyebabkan tulang menjadi keras dan kaku sehingga sudah

untuk digerakkan dan diukur seberapa besar sudut maksimalnya.

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan penggaris busur derajat. Tulang ular lalu diputar maksimal sehingga diketahui seberapa besar *degree of freedom* yang dimilikinya. Rumus yang digunakan untuk memperoleh besar sudut derajat maksimal pada setiap ruas tulang ular adalah jumlah besaran sudut dibagi dengan jumlah ruas tulang

$$\text{Besaran sudut maksimal} = \frac{\text{Besaran sudut}}{\text{Jumlah ruas}} \dots\dots(1)$$

Setelah diputar maksimal, selanjutnya tulang ular tersebut dibagi dengan jumlah tulang sendi yang terdapat dalam putaran tersebut. Selanjutnya jumlah tulang sendi yang terdapat pada jumlah putaran tersebut dibagi dengan 360. Angka 360 di dapat dari besaran sudut maksimal yaitu 360° . Sementara itu hasil yang diperoleh pada perhitungan adalah :



Gambar 3. Menghitung Sudut Maksimal



Gambar 4. Jumlah Ruas Sudut 360°

Ruas tulang yang terdapat dalam sudut maksimal adalah 42 buah ruas tulang, jadi jumlah ruas tulang

yang di dapat akan dibagikan dengan 360°, sehingga :

$$\frac{\text{Besaran Sudut}}{\text{Jumlah ruas}} = \frac{360}{42} = 8,6 \dots\dots\dots(2)$$

Jadi setiap ruas tulang mampu untuk bergerak dengan sudut maksimal sebesar 8,6°.

Sudut kebebasan sebesar 8,6° pada setiap ruas tulang ini hanya untuk berlaku pada gerakan ke kanan dan ke kiri saja. Karena untuk gerakan ke atas dan ke bawah, setiap ruas tulang memiliki besaran sudut yang berbeda karena gerakan ke atas dan ke bawah dari hewan ular jauh lebih terbatas. Untuk menghitung besaran sudut setiap ruas tulang pada hewan ular, rumus yang digunakan sama saja yaitu besaran sudut dibagi dengan jumlah sudut yang diperoleh. Namun besaran sudut untuk gerakan ke atas dan ke bawah berbeda dengan gerakan ke kanan dan juga ke kiri. Besaran sudut untuk gerakan ke atas dan juga ke bawah adalah sebesar 90°. Jadi jumlah ruas yang di dapatkan akan di bagikan dengan 90.

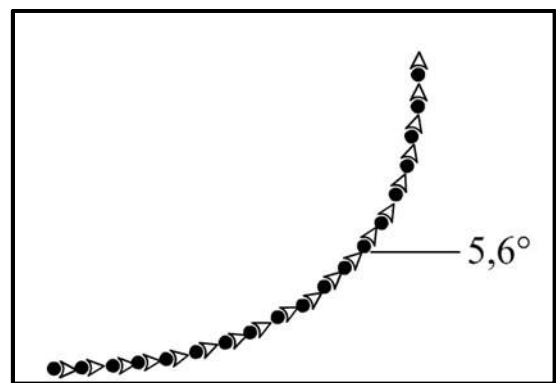


Gambar 5. Jumlah Ruas Sudut 90°

Jumlah ruas tulang yang di peroleh dari sudut 90° sebanyak 16 ruas, sehingga jika dimasukkan di dalam rumus hasil yang diperoleh adalah :

$$\frac{\text{Besaran Sudut } 90}{\text{Jumlah Ruas } 16} = 5,6 \dots\dots\dots(3)$$

Hasilnya setiap ruas tulang memiliki sudut maksimal ke arah atas sebesar 5,6°. Tidak hanya ke arah atas saja, karena untuk arah bawah juga ular memiliki besaran sudut sebesar 90° yang artinya dia juga memiliki jumlah ruas sebanyak 16 buah sehingga untuk arah bawah sudut maksimal setiap tulangnya juga sebesar 5,6°



Gambar 6. Sudut Maksimal 90°

Dari hasil perhitungan besaran sudut maksimal yang diperoleh pada setiap ruas tulang ke arah kanan, kiri, atas dan juga bawah menggunakan rumus jumlah besaran sudut dibagi dengan jumlah ruas adalah :

Tabel 1. Hasil Perhitungan Derajat Sendi

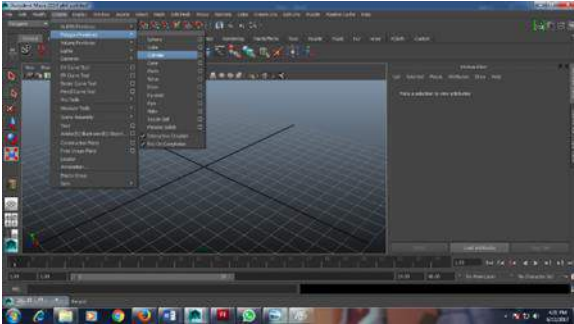
Bagian Tubuh	Arah Putar	Sudut Derajat
Seluruh Tubuh	Kanan	8,6°
	Kiri	8,6°
	Atas	5,6°
	Bawah	5,6°

Setiap ruas tulang ular memiliki sudut derajat kebebasan sebesar 8,6° ke arah kanan dan juga kiri, sedangkan untuk arah atas dan juga bawah besaran sudut maksimalnya adalah 5,6°. Dari hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa ular mampu bergerak ke segala arah dengan fleksibel karena

setiap ruas tulangnya memiliki sudut derajatnya masing-masing.

3.4 Pembuatan Karakter

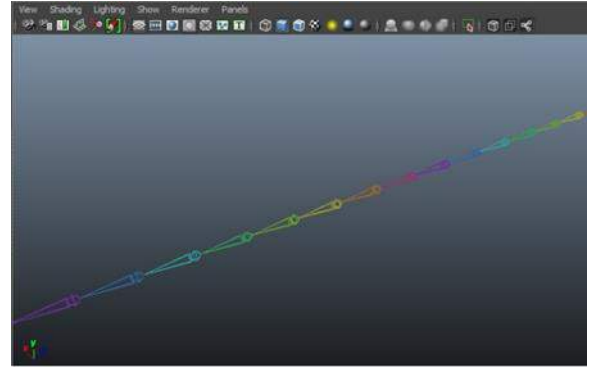
Model Karakter dibuat dengan menggunakan *software* Maya 2014. Dengan menggunakan desain model karakter yang dibuat sebelumnya, pembuatan tinggal mengikuti hasil dari model karakter yang dibuat tersebut. Dimulai dengan membuat bentuk sederhana menggunakan polygon.



Gambar 7. Pembuatan Karakter

3.5 Rigging Karakter

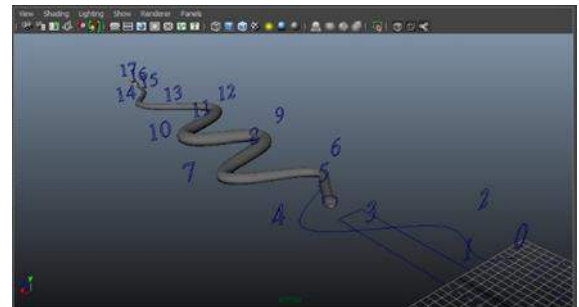
Rigging karakter adalah tahapan pembuatan struktur tulang pada model animasi 3D yang bertujuan agar model animasi dapat digerakkan. Proses ini cukup penting karena bagus tidaknya gerakan animasi yang dibuat, akan bergantung pada hasil dari proses rigging. Pada tahapan ini animator akan membuat struktur tulang yang nantinya akan digabungkan dengan model karakter yang sudah dibuat. Setelah proses ini selesai dan bone sudah digabungkan dengan model karakter, maka selanjutnya untuk dapat menggerakkan model karakter cukup dengan menggerakkan bone yang sudah dibuat, karena secara otomatis model karakter akan ikut bergerak sesuai dengan gerakan bone. Pembuatan rigging menggunakan joint sebagai tulang lalu curve sebagai kontrolernya. Agar tulang yang banyak tersebut dapat bergerak dengan luwes maka menggunakan ikspine.



Gambar 8. Rigging Karakter

3.6. Pembuatan Gerak Animasi

Pembuatan model gerak pada simulasi gerak ular menggunakan hasil analisis pola gerak ular yang sudah didapatkan sebelumnya. Pada tahapan pertama pola gerak yang dibuat berdasarkan hasil analisis pola gerak yaitu gerakan berbentuk kurva atau huruf S. Setelah itu gerakan disimulasikan berjalan pada bidang datar. Untuk membuat model gerak pada maya menggunakan fungsi *key frame*, geser time frame ke waktu yang kita mau, setelah itu kontrolernya di gerakan. Terakhir tinggal mengunci *key framenya*.



Gambar 9. Gerak animasi

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan, penulis mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pola gerak ular yang didapat berbentuk kurva atau huruf S
2. Besar sudut kebebasan tulang (*degrees of freedom*) setiap ruas tulang ular king snake adalah $8,6^\circ$ untuk arah kiri dan kanan, sedangkan untuk arah atas dan bawah sebesar $5,6^\circ$

3. Metode inverse kinematik dapat diterapkan dalam pembuatan simulasi gerak berjalan ular 3D.

4.2 Saran

Hasil dan proses penelitian “simulasi gerak ular menggunakan metode inverse kinematik” masih jauh dari sempurna, untuk itu ada beberapa saran yang dapat penulis berikan untuk pengembangan penelitian ini di masa datang (*future works*) :

1. Penelitian dapat dikembangkan tidak hanya menggunakan ular king snake saja, akan tetapi juga menggunakan ular lain, karena ada beberapa jenis ular yang memiliki perbedaan dalam cara berjalan dan juga kebiasaan sehingga bisa didapatkan struktur tulang ular yang baru.
2. Simulasi gerak ular dibuat tidak hanya dengan menggunakan satu metode saja, akan tetapi bisa dengan menambahkan metode lain seperti forward kinematik.
3. Gerakan ular tidak terbatas pada gerakan berjalan di bidang datar saja, akan tetapi juga pada bidang miring atau vertikal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nugraha, H.S., Suyanto, M., Sofyan. A.F. (2015) Pembuatan Model Gerakan Animasi 2D Dengan Menggunakan Teknik Inverse Kinematik, STMIK AMIKOM Yogyakarta.
- [2] Nilsson, R. (2009) *Inverse Kinematics, Masters Thesis*, Lulea University of Technology.
- [3] Wahana Komputer (2012) PAS: Bikin Animasi Karakter Robot dengan 3Ds Max 2012, Andi, Yogyakarta.
- [4] Barinka, L., Berka, I.R. (2002) *Inverse Kinematics–Basic Methods*, Dept of Computer Science & Engineering Czwch Technical University Prague Czech Republik.
- [5] Shannon, R.E. (1992) *Intoduction To Simulation*, Departement of Industrial Engineering Texas A&M University College Station, TX 77843.
- [6] Halliday T, Adler K. (2000) *The Encyclopedia of Reptiles and Amphibians*. New York: Facts on File Inc.
- [7] Hasibuan, Zainal A. (2007) Metodologi Penelitian Pada Bidang Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Indonesia.