

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

Menurut penelitian yang dilakukan Satriawan, penelitiannya membahas tentang *rigging* dalam animasi 3D. *Rigging* merupakan metode pemberian atau pemasangan tulang pada karakter animasi supaya dapat digerakkan. Terdapat beberapa perbedaan yang mempengaruhi pergerakan karakter 3D ketika menggunakan *rigging* dan yang tidak menggunakannya. Maka dari itu dibuatlah penelitian pada karakter 3D yang memakai dan tidak memakai *rigging* (Satriawan, 2016). Bahan pengujian pada penelitian ini menggunakan sepuluh karakter dan beberapa gerakan. Metodenya terdiri dari jumlah *keyframe* yang digunakan dalam menyusun sebuah gerakan dan jumlah objek yang diberikan *keyframe* serta waktu yang dibutuhkan dalam menyusun sebuah gerakan. Hasil pengujian ini membuktikan bahwa karakter animasi yang menggunakan *rigging* dapat membuat proses animasi menjadi lebih efektif.

Muga Linggar Famukhit menjelaskan bahwa proses *rigging* merupakan tahapan untuk membuat sebuah karakter terlihat hidup dengan pergerakan dilakukan oleh *animator*. Proses pembuatan struktur hubungan antar tulang harus sesuai dengan desain struktur yang telah dibuat. Kemudian implementasi susunan struktur tulang pada model kepiting. Pemberian tulang dilakukan dengan menggandakan satu sisi susunan tulang kemudian di-*mirror* agar posisi tulang simetris. Tahapan selanjutnya adalah menggunakan metode *Inverse Kinematik* pada pengaturan tulang kepiting. Penelitian ini menghasilkan simulasi animasi 3D berupa gerak jalan kepiting yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan animasi (Famukhit, 2016).

Dalam penelitiannya, Pramono membahas tentang model animasi 2D saat ini dapat dimanfaatkan dengan berbagai maksud dan tujuan. Ada beberapa metode pembuatan animasi seperti sel teknik, *puppet*, *cut-out*, *expression*, *silhouette classic*, *collage*, *frame by frame*, dan *stop-motion*. Saat ini banyak para animator 2D masih menggunakan metode *frame by frame* dan *expression* (Pramono, 2017).

Dari dua metode pembuatan animasi tersebut maka Pramono melakukan perbandingan metode *frame by frame* dan *expression* dalam pembuatan animasi 2D. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui metode yang menghasilkan proses editing animasi 2D dengan *render preview* tanpa jeda (*buffering*), proses *render* yang cepat dengan kapasitas berkas yang kecil. Dalam penelitiannya menggunakan 12 prinsip animasi.

Penelitian Sidhiq Andriyanto membahas tentang simulasi kerumunan bebek menggunakan metode *Reynolds*. Obyek penelitian adalah bebek dewasa. Simulasi tersebut menggunakan *Unity3D* dengan animasi gerakan berjalan bebek. Metode analisis penelitiannya menggunakan metode *research and development*. Hasil penelitian ini adalah simulasi gerak jalan bebek ketika dalam kerumunan di bidang datar. Arah tujuan bebek dipengaruhi klik *mouse* dan bebek dapat menghindari rintangan yang ada. Simulasi ini menerapkan aturan dasar *Reynolds* yaitu *cohesion*, *alignment* dan *separation* (Andriyanto, 2017a) . Kesimpulan penelitian ini adalah adanya kemiripan antara simulasi kerumunan bebek dengan kerumunan bebek asli.

Slamet Pamujianto memaparkan dalam penelitiannya memiliki 7 tahapan kegiatan. Pada tahap analisis kebutuhan fungsional, mengklasifikasikan kebutuhan fungsional yang diperlukan untuk menghasilkan gerak animasi yang sesuai dengan pergerakan rekaman tangan asli dalam video. Tahapan kedua yaitu analisis jumlah ruas sendi untuk mengetahui banyaknya sendi pada jari-jari tangan. Tahapan ketiga adalah analisis derajat sendi yang bertujuan untuk mengetahui derajat kebebasan tulang sendi pada jari-jari tangan. Pengukuran derajat kebebasan dilakukan pada sendi putar pangkal jari, sendi putar ruas kedua, sendi putar ruas ketiga. Sedangkan untuk gerakan sendi putar rotasi sumbu z dari setiap jari. Tahapan berikutnya analisis pergerakan jari-jari tangan yang diambil dari pengamatan kompleksitas pergerakan tangan pada saat tangan bergerak. Dalam tahapan analisa perancangan lokasi marker bertujuan untuk memprediksi posisi marker yang sesuai dengan gerakan yang akan dilakukan. Pada tahapan analisis perancangan struktur tulang, struktur tulang disesuaikan dengan susunan nama pada ruas sendi yang mengikuti struktur anatomi pergerakan jari tangan. Dalam

tahapan analisis fitur aplikasi, proses hand tracking dan implementasi animasi 3D yang dapat dipermudah dengan menggunakan aplikasi Blender yang telah dilengkapi fitur yang diperlukan. Hasil penelitian ini adalah penerapan hand tracking untuk membuat animasi 3D dapat dilakukan dan mempercepat proses animasi dari tracer yang dihasilkan. Beberapa titik yang potensial dari 30 marker dalam proses tracer menghasilkan 6 tracer penting (Pamujiyanto, 2018).

Agung Dwi Saputro membahas tentang simulasi gerak ular dengan metode invers kinematika yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana gerak ular hewan ular yang akan diterapkan dalam animasi 3D. Untuk mengetahui bagaimana data gerak hewan ular yang dibutuhkan adalah sudut tulang Derajat kebebasan hewan serta pola gerak hewan ular dengan menggunakan metode kinematika terbalik (Saputro, 2018) . Batasan Variabel dalam penelitian ini adalah objek penelitian dengan menggunakan jenis ular raja ular, metode yang digunakan menggunakan metode invers kinematika dan simulasi ini dibuat menggunakan perangkat lunak Autodesk Maya. Metode analisis yang digunakan dalam metode ini adalah metode penelitian dan Pengembangan. Penelitian ini menghasilkan data jalan-jalan hewan ular dan data derajat kebebasan perbatasan untuk diterapkan dalam bentuk 3D animasi. Hasil akhir dari penelitian ini adalah pola lintasan hewan ular tersebut, dihasilkan simulasi 3D dalam bentuk gerakan berjalan. Kesimpulan dari penelitian ini adalah penerapan metode invers kinematika dapat diterapkan dalam simulasi Gerakan 3D hewan ular. Penelitian ini menghasilkan data berupa sudut kebebasan tulang dari hewan ular serta pola yang berbentuk seperti kurva atau huruf S.

M. Bagus Syaifullah menjabarkan proses produksi animasi 3D ada beberapa tahapan yaitu; *modelling, rigging, texturing, animating, visual effects technician, dan rendering*. Fokus dari penelitiannya adalah untuk membuat sebuah *add on rigging* yang dapat di-*generate* menjadi sebuah kerangka gajah. *Add on rigging* tersebut dapat dikombinasikan dengan *add on* menggunakan metode *Inverse Kinematics*. Selain itu untuk mengetahui derajat kebebasan tulang gajah yang dihasilkan melalui metode *Inverse Kinematics*. Pengujian *add on* dilakukan dengan menilai kesalahan derajat kebebasan tulang pada simulasi gerak gajah saat

berjalan. Hasil pengujian *add on Elephant Rig* yang diimplementasikan dengan metode *Inverse Kinematics* pada aplikasi *blender* mampu berjalan dengan baik dan memiliki nilai rata-rata 8,03% dari 16 data(Syaifullah, 2019).

Pada penelitian berikutnya adalah pengujian metode *inverse kinematics* dan diimplementasikan ke dalam animasi 3D dengan karakter manusia. Proses pengujian dilakukan oleh animator profesional dengan menjalankan animasi karakter 3 Dimensi yang telah diberikan parameter tolak ukur dan yang tidak menggunakan tolak ukur kebebasan tulang (*Degrees of Freedom*). Selanjutnya dalam tahapan pengujian yaitu membandingkan sudut yang terbentuk dari setiap sendi pada bagian tubuh karakter yang dibuat menggunakan metode *inverse kinematics* dengan video referensi yang berupa video *live shoot*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui akurasi kemiripan dari kedua video. Perangkat lunak yang digunakan untuk mengukur sudut gerak sendi yaitu aplikasi Tracker. Penelitian ini menghasilkan solusi supaya pembuatan animasi 3D lebih mudah dan akurat dengan menggunakan tolak ukur kebebasan tulang (*Degrees of Freedom*) sesuai anatomi pada manusia serta menggunakan metode *inverse kinematics* untuk keakuratannya(Rahman, 2019).

Metode *frame by frame* juga di gunakan oleh (Syahfaridzah et al., 2021) dalam penelitiannya menggunakan metode *Frame by Frame*, dimana seluruh gerakan dari animasi diatur menggunakan *frame*. Sehingga, dihasilkan media pembelajaran yaitu video animasi yang menambah wawasan serta informasi bagi seseorang karena dikemas dengan media yang lebih menarik dan mudah dipahami yaitu animasi

Dari penelitian-penelitian tersebut akan dicoba untuk mengembangkan penggunaan *Inverse Kinematic* dan metode *frame by frame* pada model gerak jalan Laba-laba dengan animasi berbentuk tiga dimensi. Penelitian ini diharapkan akan menambah pengetahuan tentang *Inverse Kinematic* dan *frame by frame* agar menjadi referensi dalam produksi animasi.

2.2. Keaslian Penelitian

Tabel 2.1. Matriks Literatur Review Dan Posisi Penelitian

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan Hasil Penelitian	Saran/Kelebihan/Kelemahan	Perbandingan Yang Sedang dilakukan
1	Pembuatan Model Gerakan Animasi 2D Menggunakan metode Inverse Kinematik”,	Heru Setya Nugraha, Tesis, Program Pascasarjana STMIK Amikom Yogyakarta, 2015	Membuat pose karakter pada setiap <i>keyframe</i> dengan model gerakan berjalan, berlari, melompat dan mengendap-endap, serta menghitung besar rotasi untuk setiap gerakan.	Tercipta gerakan animasi berjalan, berlari, melompat dan mengendap-endap berbentuk animasi 2D dengan menggunakan metode <i>Inverse Kinematik</i> .	Saran dalam penelitian tersebut agar dikembangkan lebih luas tidak hanya karakter dengan struktur manusia.	Mengembangkan penggunaan <i>Inverse Kinematics</i> dalam bentuk 3D dengan karakter berupa Laba-laba.

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan Hasil Penelitian	Saran/Kelebihan/Kelemahan	Perbandingan Yang Sedang dilakukan
2	Simulasi Gerak Kepiting Menggunakan Metode <i>Inverse Kinematics</i>	Muga Linggar Famukhit, Tesis, Program Pascasarjana STMIK Amikom Yogyakarta, 2016	Mengetahui gerak kepiting untuk diterapkan dalam animasi 3D. Menggunakan metode Inverse Kinematik untuk membuat simulasi 3D berupa gerak kepiting	Terciptanya simulasi animasi 3D gerak jalan pada hewan kepiting yang digunakan untuk pembuatan film animasi.	Saran dalam penelitian tersebut untuk mencoba metode yang lain bukan hanya inverse kinematic tapi juga mencoba forward kinematic, jenis kepiting yang digunakan lebih beragam, dan simulasi tidak hanya sebatas gerak tapi tingkah laku	Mengembangkan dengan binatang yang lain yaitu Laba-laba. Karena Laba-laba dan kepiting mempunyai jumlah kaki yang sama, namun arah jalan kepiting dan Laba-laba berbeda.

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan Hasil Penelitian	Saran/Kelebihan/Kelemahan	Perbandingan Yang Sedang dilakukan
					keping.	
3	Teknik <i>Hand Tracking</i> Menggunakan Metode <i>Inverse Kinematics</i> Pada Pembuatan Animasi 3D	Slamet Pujianto, Tesis, Program Pascasarjana STMIK Amikom Yogyakarta, 2018	Mengetahui teknik <i>Hand Tracking</i> melalui simulasi 3D menggunakan metode <i>inverse kinematic</i>	Terciptanya simulasi <i>handtracking</i> 3D	Saran dalam penelitian tersebut mencoba membuat dengan aplikasi yang lain selain 3DMAX	Dibuat dengan aplikasi Unity3D.
4	Implementasi Metode <i>Inverse Kinematics</i>	Ahmad Zaid Rahmad, Tesis, Program	Mengetahui gerak sendi manusia untuk diterapkan	Dalam penelitian yang dilakukan menggunakan	Menggunakan aplikasi selain tracker	Penelitian menggunakan hewan Laba-laba,

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan Hasil Penelitian	Saran/Kelebihan/Kelemahan	Perbandingan Yang Sedang dilakukan
	Pada Gerakan Animasi 3D Karakter Manusia	Pascasarjana STMIK Amikom Yogyakarta, 2019	dalam animasi 3D. menggunakan metode Inverse Kinematik	perbandingan gerak manusia menggunakan inverse kinematics dan tidak menggunakan inverse kinematics		menggunakan aplikasi Maya kemudian menggunakan unity untuk pembuatan animasinya arah jalan pada Laba-laba.
5	Perbandingan Metode Frame By Frame Dan Expression Dalam Pembuatan	Waris Pramono, Tesis, Program Pascasarjana STMIK Amikom	Membandingkan metode frame by frame dengan metode expression	Mengetahui metode mana yang lebih efisien untuk pembuatan animasi	Pengujian belum dilakukan pada animasi tiga dimensi. Pada penelitian selanjutnya dapat	Melakukan penelitian dengan menggabungkan metode ik dan metode frame by frame dengan objek

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan Hasil Penelitian	Saran/Kelebihan/Kelemahan	Perbandingan Yang Sedang dilakukan
	Animasi Dua Dimensi	Yogyakarta, 2018			diterapkan pada animasi tiga dimensi dengan metode editing yang sama	laba-laba

Tabel 1

2.3. Landasan Teori

a. Kinematika

Pengertian Kinematika diambil dari *Ecarta Dictionary* dikutip dari (Nilsson, 2009), memiliki definisi “*study*” gerak : cabang dari fisika yang berhubungan dengan sistem gerak tanpa referensi untuk kekuatan dan massa. Struktur hierarki orang tua dan anak adalah sebuah model kinematika dibangun dengan segmen dan sendi dalam struktur hierarkis.

Segmen dianggap sebagai badan kaku dan sendi adalah hubungan antar segmen. Dengan memutar sendi di sekitar sumbu ke segala arah yang saling terhubung secara bersama, semua anak-anak sendi juga akan berputar di sekitar sumbu yang sama sejak hubungan antar sendi orangtua dan anak diatur. Ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 2.1 dan Gambar 2.2.



Gambar 2.1 Sebuah model kinematic, bola hitam sebagai sendi.



Gambar 2.2 Rotasi di sekitar sumbu hitam ditandai yang bersamaan dalam bola abu-abu.

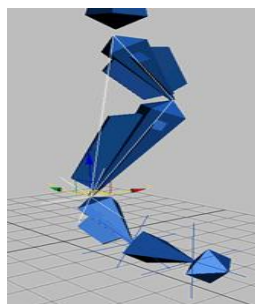
Sendi dapat diberikan kemampuan untuk memutar dan menerjemahkan, jika sendi dapat memutar sekitar satu sumbu dikatakan memiliki satu derajat kebebasan.

Selain menggambarkan pergerakan objek individu ke partikel terkecil, kinematika juga mempelajari sistem. Sistem terkait memiliki pola yang sangat berbeda dari gerakan dari objek individu, dan dapat menjadi sangat kompleks. Dalam sebuah animasi, keakuratan menggambarkan gerak sangat penting untuk menciptakan gerak yang nyata dan dinamis, serta persamaan kinematika mendasari animasi komputer untuk televisi, film dan kegiatan lainnya.

Kinematika terdiri dari dua pendekatan yakni Inverse kinematics (IK) atau kinematic invers dan Forward Kinematics (FK). Animasi menerapkan dua pendekatan ini dapat menghasilkan sebuah animasi yang natural.

b. *Inverse Kinematic (IK)*

Inverse Kinematics merupakan salah satu teknik yang digunakan dalam model animasi yang kompleks dan rig gerak dengan sejumlah sendi. Perbedaannya dengan forward kinematics adalah inverse kinematics ditentukan dari pergerakan tulang berdasarkan sudut akhir dari beberapa sendi yang diberikan gerakan (Famukhit, 2016).

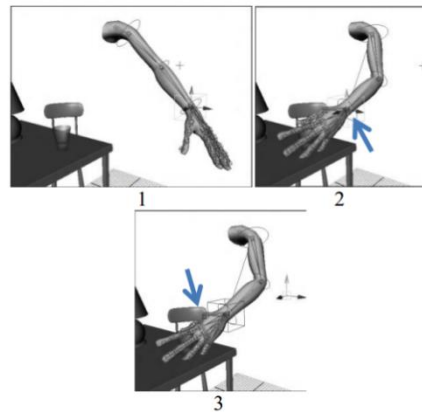


Gambar 2.3 IK Solver

Invers Kinematika sering digunakan pada artikulasi tulang kerangka contoh adalah ketika karakter mengambil sebuah gelas maka posisi tubuh akan mengikuti arah dari tangan dan bahu bergerak menyesuaikan

pergerakan tersebut. Teknik ini sangat efektif untuk menyederhanakan animasi yang kompleks serta kelihatan hidup/natural(Famukhit, 2016).

Dalam sistem *Inverse Kinematics*, seorang animator hanya menentukan posisi yang diinginkan di akhir anggota otot sendi yang menggunakan fitur *end-effector* dan semua sendi rotasi dihitung secara otomatis untuk menempatkan sendi sesuai tempat yang diinginkan. Dengan IK memindahkan anak terakhir dalam hirarki dan semua sendi induknya akan memutar bergerak secara inverse atau kinematika. Sistem IK berbeda dengan FK. Seperti kasus yang ditunjukkan pada (Gambar 2.4). IK *end-effector* adalah diterjemahkan langsung ke tempatnya yang diinginkan, pada Gambar 2.4 semua rotasi sendi dihitung dan disesuaikan secara otomatis sesuai dengan penempatan IK *end-effector* (Bhatti et al., 2013).



Gambar 2.4 IK Terjemahan dari Arm terhadap gelas

c. Frame By Frame

Metode *Frame by Frame* merupakan salah satu teknik pembuatan animasi dengan cara menyusun gambar berbeda agar menjadi sebuah gerakan. Langkah penerapan metode ini dengan cara bertahap. Proses tersebut dimulai dengan mengatur objek satu persatu secara manual yang di setiap frame sehingga menghasilkan gambar yang berubah secara teratur. Jika semakin banyak frame yang digunakan maka kualitas pergerakan animasi menjadi lebih baik dan halus (Pramono et al., 2017).

Pembuatan animasi dengan cara melakukan perubahan objek pada setiap frame secara manual, sehingga dihasilkan perubahan gambar yang teratur. Metode ini biasanya digunakan pada animasi dengan perubahan bentuk objek secara terus- menerus.

d. DOF (Degree Of Freedom)

Derajat kebebasan merupakan jumlah parameter independen yang dapat menentukan konfigurasi, untuk berbagai fungsi yang menentukan keadaan sistem fisik dan analisis sistem tubuh pada teknik mesin, teknik penerbangan, rekayasa struktural dan teknik robotika. Pada sistem mekanika gerak tangan memiliki gabungan DOF yang merupakan jumlah DOF dari tangan, sedikit kendala internal yang mungkin ada pada gerakan relative(Andriyanto, 2017b).

Jumlah derajat kebebasan sendi dapat dimiliki secara langsung terkait dengan bagaimana banyaknya dimensi sendi dalam. Dalam tiga dimensi sendi dapat memiliki paling sedikit tiga rotasi dan tiga derajat transisi kebebasan, dimana rotasi dan axis transisi sesuai set orthogonal (Famukhit, 2016).

e. Animasi 3D

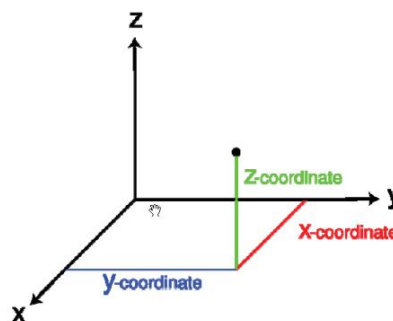
Animasi sebenarnya penyesuaian dari kata '*animation*', yang berasal dari kata dasar '*to animate*', dalam kamus umum Inggris-Indonesia berarti menghidupkan. Animasi merupakan suatu kegiatan

menghidupkan, menggerakkan benda mati, suatu benda mati diberi dorongan kekuatan, semangat dan emosi untuk hidup dan bergerak, atau hanya berkesan hidup.

Perkembangan teknologi dan komputer menjadikan teknik pembuatan animasi 3D semakin berkembang. Karena animasi 3D merupakan pengembangan dari animasi 2D. Dengan animasi 3D, karakter yang diperlihatkan semakin hidup dan nyata hingga mendekati wujud aslinya.

f. Ruang Tiga Dimensi

Ruang tiga dimensi merupakan sebuah model fisik geometris dari dimensi alam semesta. Tiga dimensi umumnya terdiri dari panjang, lebar, dan kedalaman (atau tinggi), walaupun ada tiga arah saling tegak lurus sebagai tiga dimensi. Ruang tiga dimensi biasanya dibagi menjadi tiga bagian sumbu, yaitu x, y, dan z. Visualisasi ruang tiga dimensi terdapat pada gambar 2.5 di bawah ini.



Gambar 2.5 Visualisasi Ruang Tiga Dimensi

g. Rig Karakter

Pada dasarnya Rig karakter adalah kerangka digital yang terikat oleh mesh tiga dimensi. Rig terdiri dari bone dan joint. Bone dan joint bertugas “menangani” supaya dapat digunakan animator untuk menekuk karakter animasi ke bentuk/posisi yang diinginkan.

Sebuah rig karakter dapat berkisar dari yang sederhana dan kompleks untuk gerakan yang rumit. Sebuah konfigurasi dasar untuk pose sederhana

dapat dibangun dalam beberapa jam, sementara rig yang dibuat hanya digunakan untuk sebuah film mungkin memerlukan beberapa hari atau minggu sebelum karakter siap pada tingkatan pixar animasi (Satriawan, 2016).

h. Autodesk Maya

Autodesk Maya adalah salah satu perangkat lunak yang digunakan untuk membuat model berbentuk tiga dimensi, animasi tiga dimensi, simulasi dan *rendering*. Maya berbasis Windows, Linux, dan Mac. Perusahaan Alias Systems Corporation merupakan perusahaan yang memproduksi perangkat lunak Autodesk Maya. Kemudian di tahun 2006, diambil alih oleh Autodesk, Inc. Maya memiliki banyak fitur yang bagus seperti *3D Modeling*, *3D Animation*, *3D Rendering*, *3D Imaging* serta *dynamic* dan *effect* (Andriyanto, 2017c). Ada dua cara untuk mendapatkan lisensi perangkat lunak ini yaitu dengan membeli lisensi langsung atau mendaftarkan diri untuk mendapatkan lisensi tipe edukasi. Autodesk Maya memberikan lisensi pembelajaran mengenai pemodelan dan animasi tiga dimensi untuk perguruan tinggi.

i. Unity 3D

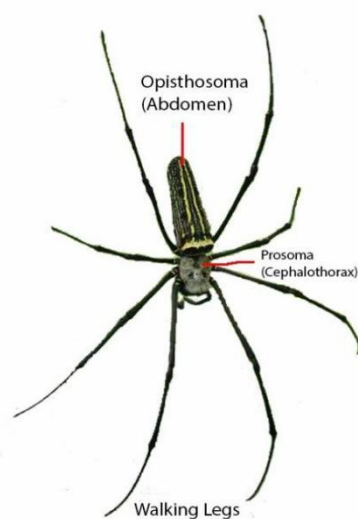
Unity 3D adalah *game engine* yang banyak digunakan para *game designer*. Unity 3D mendukung pengembangan game di platform Unity Web, Android, Windows, XBox, Mac, iOS, Playstation 3 dan Nintendo Wii. Versi gratis unity menyediakan fitur pengembangan game berbasis Windows, Standalone Mac, dan web. Sedangkan untuk platform lainnya diperlukan lisensi khusus. Unity pro menyediakan fitur lebih banyak jika dibandingkan Unity *free*, misalkan efek bayangan objek dan efek air yang lebih natural.

Unity 3D adalah sebuah tool yang terintegrasi dalam pembuatan *game*, arsitektur bangunan dan simulasi. Unity 3D bisa untuk games offline PC dan games Online. Untuk games online diperlukan

sebuah plugin khusus, yaitu Unity Web Player. Bahasa pemrograman Unity adalah C# dan Javascript. Integrasi antara animasi dengan bahasa pemrograman mudah dipahami bagi seorang programmer. Selain itu, komunitas pengguna Unity besar dan dukungan mereka dalam memecahkan sebuah masalah yang dialami oleh programmer lainnya sangat baik (Andriyanto, 2017a).

j. Laba-laba

Hewan Laba-laba termasuk dalam filum *Arthropoda*, kelas *Arachnida*, dan ordo *Araneae*. Berdasarkan pola hidup, Laba-laba terbagi menjadi dua jenis, yakni Laba-laba pembuat jaring dan pemburu (tidak membuat jaring). Tubuh Laba-laba hanya terbagi dalam dua bagian yaitu *prosoma (cephalothorax)* dan *opisthosoma (abdomen)* yang terhubung oleh *pedicel* (Hawkeswood, 2003).



Gambar 2.6 Struktur tubuh Laba-laba

Tubuh Laba-laba terdiri dari dua bagian, yakni *cephalothorax* (kepala-dada) pada bagian anterior dan abdomen pada bagian posterior. *Cephalothora* merupakan bentuk penyatuan tubuh bagian sefal atau kaput (kepala) dengan bagian toraks (dada). Pada *cephalothora* terdapat sepasang alat sengat (kalisera), sepasang pedipalpus (capit), dan empat

pasang kaki untuk berjalan. Pedipalpus dan Kalisera adalah alat tambahan pada mulut.

Abdomen (opistosoma) terdiri dari metasoma dan mesosoma. Spinneret merupakan organ yang berbentuk kerucut dan dapat berputar bebas. Letak spinneret berada di bagian posterior abdomen. Terdapat banyak spigot berada di dalam spinneret yang memiliki fungsi sebagai lubang pengeluaran kelenjar benang abdomen (halus). Kelenjar benang halus mensekresikan cairan yang mengandung protein elastik. Protein elastik akan mengeras ketika di udara kemudian membentuk benang halus yang dapat digunakan untuk menjebak hewan mangsa.

k. Nephila Inaurata

Laba-laba *Nephila Inaurata* ini berwarna hitam dengan Cephalothorax berwarna keemasan pada bagian dorsal dan berwarna hitam di bagian ventral. Abdomen berwarna hitam dan bercorak kuning dan setiap sendi dari *Nephila* ini berwarna kuning. Karakteristik jaring dari Laba-laba ini berwarna kuning yang sangat kuat dan lengket. Selain itu biasanya membuat jaring di pohon dengan diameter jaring yang cukup besar. Laba-laba jenis ini mudah di temukan hampir di seluruh Indonesia. Laba-laba ini membuat sarang di antara pohon.