

# Penerapan Aljabar Quaternion pada Permainan The Sims

Raka Nurul Fikri - 13513016

Program Studi Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

raka\_rukri@yahoo.com

*Abstract*—Video game yang beredar dan populer di kalangan penggemar permainan saat ini adalah permainan yang berbasis dunia tiga dimensi. Pada permainan dengan basis tersebut, pemain bebas mengeksplorasi dan berkreasi terhadap karakter dan objek permainan secara bebas seakan-akan pemain berinteraksi terhadap karakter atau objek di dunia nyata yang memiliki volume. Semua aspek tiga dimensi permainan tersebut dapat ditangani dengan aljabar quaternion terutama dalam operasi rotasi yang notabene selalu dipakai dalam permainan berbasis tiga dimensi

*Keywords*—The Sims, Tiga Dimensi, Quaternion, Video Game

## I. PENDAHULUAN

Permainan adalah sebuah sarana bagi beberapa manusia untuk melepaskan penat dari rutinitas yang dilakukannya sehari-hari. Pada umumnya, permainan bersifat *refreshing*, sederhana, dan terkadang menumbuhkan hubungan sosial antara pelaku permainan. Namun, seiring waktu berlalu, permainan semakin berkembang menjadi berbagai bentuk yang baru. Tujuan permainan menjadi lebih luas, seperti menantang, mengasah otak, melatih fisik, bahkan mensimulasikan suatu hal atau kegiatan. Berbagai permainan tersebut dilakukan secara fisik, menggunakan peralatan sederhana seperti kertas atau benda-benda lain yang ada di alam. Kemudian, manusia masuk kedalam era yang baru, era saat komputer muncul. Segala kegiatan manusia mulai beralih dari yang bersifat fisik dan manual menjadi kegiatan yang berbasis digital pada komputer. Begitupula dengan permainan, bentuk-bentuk fisik dari permainan yang sudah ada sebelumnya mulai berubah bentuk menjadi permainan digital yang bisa dimainkan melalui komputer. Selain itu, mulai bermunculan juga permainan-permainan baru yang dihasilkan dari pemikiran-pemikiran para designer aplikasi komputer.

Perkembangan teknologi dan kebutuhan manusia akan sesuatu, memperluas genre dan parameter permainan yang diinginkan untuk ada di komputer. Berawal dari permainan dua dimensi (2D) yang sederhana seperti Mario Bros, Pac-Man, Tetris, kini permainan mulai berkembang menuju dunia yang baru, yaitu dunia tiga

dimensi (3D) dan berlanjut pada *virtual reality* (VR). Permainan yang menggunakan dunia tiga dimensi sangatlah menarik perhatian manusia, dikarenakan permainan tersebut terasa menjadi lebih nyata dan pemainnya seolah-olah tertarik masuk menjadi karakter pada permainan tersebut (*haptic*). Sebagai contoh, genre permainan pada dunia tiga dimensi adalah *first-person shooter* (FPS), *driving*, *adventure*, dan *simulation*.

Pada awalnya, para *designer* permainan merasa kesulitan dalam membuat permainan tiga dimensi tersebut agar terasa nyata bagi penggunaannya, terutama pada pola gerakan karakter atau objek-objek permainan lainnya. Pergerakan yang diharapkan terjadi secara mulus dan natural, tidak patah-patah. Untungnya, ada suatu solusi yang muncul dari bidang Aljabar Geometri yaitu aljabar quaternion. Dengan aljabar quaternion ini, pergerakan karakter dan objek-objek permainan dapat direkayasa menjadi lebih natural, sistematis, dan lebih mudah terutama pada konsep perputaran objek (*rotate*).

## 2. DASAR TEORI

### 1. The Sims



Gambar 1 – Logo Khas The Sims

Sumber ; [sims.wikia.com](http://sims.wikia.com)

The Sims adalah *video game* yang bergenre simulasi kehidupan (*life simulation*), dikembangkan oleh EA Maxis dan dipublikasikan oleh Electronic Arts. The Sims ini adalah salah satu dari *video game series* yang merupakan *best-selling* sepanjang masa. Berdasarkan statistik tahun

2013, seri dari The Sims telah terjual sebanyak 175 juta kopi di seluruh dunia.

Permainan ini sudah ada sejak tahun 2000 dengan judul The Sims. Kemudian The Sims terus dikembangkan terus menerus hingga muncul seri-seri terbaru dari The Sims : The Sims Online (2002), The Sims 2 (2004), The Sims Stories (2008), The Sims 3 (2009), MySims (2010), The Sims Medieval (2011), The Sims Social (2011), The Sims 4 (2014). Pengembangan The Sims tidak hanya untuk *personal computer* (PC), tetapi permainan ini juga dikembangkan di berbagai *handheld device* lainnya seperti Nintendo DS, Nintendo Wii, Play Station, Xbox, Android, Windows Phone, iOS bahkan *web-based* yang terintegrasi dengan Facebook.



Gambar 2 – Generasi The Sims dari waktu ke waktu

Sumber : [sims.wikia.com](http://sims.wikia.com)

Tipe permainan yang disajikan oleh The Sims adalah simulasi kehidupan seseorang karakter dalam game yang disebut Sims. Pemain akan memainkan Sims seolah-olah dirinya adalah Sims itu sendiri. Sebuah Sims bebas dimainkan oleh pemain dan bebas ditentukan perannya sebagai apa dan seperti apa.

Sebelum permainan dimulai, pemain bebas mendesain Sims pilihannya untuk memiliki tampilan sesuai keinginan. Mulai dari model tubuh, warna kulit, model rambut, warna rambut, tipe wajah, pakaian, hingga personalitas dari Sims itu sendiri.

Selanjutnya, pemain bebas mengeksplorasi dunia The Sims tersebut dengan Sims buatannya. Pemain bebas memperlakukan Sims sesuai keinginan. Sims dapat diperintahkan untuk makan, mandi, bermain, mencari pekerjaan, atau sekedar bersosial dengan Sims lain yang bisa merupakan AI atau pemain lainnya.

Secara garis besar, The Sims hanyalah menyediakan fitur yang sama dari berbagai seri yang ada, yaitu kebebasan pemain untuk menjadi Sims pada dunia yang semi-tidak terbatas (*sandbox*

*game*). Namun, pada setiap serinya, The Sims selalu memiliki perkembangan di sektor *gameplay* dan kekayaan objek. Pihak pengembang mulai memberikan fitur alur cerita bagi pemain sehingga The Sims dapat merangkul tipe pemain yang tidak terlalu sesuai dengan *sandbox game*. Selain itu, The Sims juga selalu diperkaya akan objek-objek baru yang membuat pemain lebih bebas dan leluasa dalam menginteraksikan Simsnya dalam dunia game.

Akan tetapi, pengembangan yang paling signifikan dari seri-seri The Sims adalah dari segi tampilan grafis. Grafis yang dikembangkan oleh pihak pengembang memanjakan para pemain sehingga tampilan lebih mulus dan menarik. Objek-objek yang ada pada dunia The Sims didesain sehingga dapat dilihat lebih detail.

Penambahan efek cahaya

dan bayangan juga termasuk dalam aspek pengembangan The Sims dari satu seri ke seri lainnya.

Selain itu, hal yang paling menonjol dalam pengembangan The Sims adalah naturalitas dari Sims. Sims senantiasa dikembangkan sehingga pemain dapat lebih berkreasi atas Sims yang dimilikinya. Sims dibuat menjadi lebih nyata, lebih mulus, dan lebih banyak interaksi yang dapat dilakukan.

Disamping *gameplay* yang memungkinkan pemain untuk bebas berpetualang dalam dunia The Sims, pemain dapat mendesain Simsnya sendiri diluar permainan (*custom-Sims*) melalui fitur CAS (Create-A-Sim). Pemain dapat mendesain tampilan Sims secara lebih detail dengan gambaran tangan sendiri atau menggunakan alat bantu digital. Selain membuat *custom-Sims*, ada juga *game mod* (*game modification*) yang dapat membantu pemain untuk mendesain interaksi buatan untuk Simsnya di dalam permainan. Sehingga Sims dapat melakukan gerakan-gerakan atau interaksi lain diluar sistem permainan.



Gambar 3 – Tampilan CAS

Sumber : pining.com

## 2. Aljabar Quaternion

Quaternion adalah vektor empat elemen yang dapat digunakan untuk meng-encode segala rotasi pada sistem koordinat tiga dimensi<sup>[1]</sup>. Secara garis besar, quaternion terdiri tersusun dari satu elemen bilangan riil dan tiga elemen bilangan kompleks, dan sebenarnya bilangan quaternion tidak hanya terbatas pada rotasi, namun bisa digunakan untuk hal lain. Tetapi, bagian yang diangkat pada makalah ini terhadap aljabar quaternion adalah bagian dari quaternion yang dikhususkan untuk menangani masalah rotasi objek.

Quaternion ditemukan oleh Sir William Rowan Hamilton, matematikawan Irlandia pada tahun 1843. Bilangan quaternion memiliki bentuk seperti yang ditampilkan pada persamaan 1. Bilangan quaternion juga memiliki aturan seperti persamaan 2 dan 3 sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan oleh Hamilton.

$$q = s + xi + yj + zk \quad s, x, y, z \in \mathbb{R}$$

Persamaan 1 – Bentuk umum quaternion

$$i^2 = j^2 = k^2 = ijk = -1$$

Persamaan 2 – Aturan Hamilton 1

$$\begin{aligned} ij = k & \quad jk = i & \quad ki = j \\ ji = -k & \quad kj = -i & \quad ik = -j \end{aligned}$$

Persamaan 3 – Aturan Hamilton 2

Dari aljabar quaternion ini, dapat ditemukan beberapa operasi yang bisa dilakukan pada bilangan quaternion, yaitu :

### a. Menambahkan dan Mengurangkan Quaternion

Penjumlahan dan pengurangan bilangan quaternion dilakukan secara biasa, mirip dengan operasi bilangan kompleks.

$$\begin{aligned} q_a &= [s_a, \mathbf{a}] \\ q_b &= [s_b, \mathbf{b}] \\ q_a + q_b &= [s_a + s_b, \mathbf{a} + \mathbf{b}] \\ q_a - q_b &= [s_a - s_b, \mathbf{a} - \mathbf{b}] \end{aligned}$$

Persamaan 4 – Penjumlahan dan Pengurangan Quaternion

### b. Produk Quaternion

Hasil produk dari dua bilangan quaternion adalah bilangan quaternion yang baru

$$[s_a, \mathbf{a}][s_b, \mathbf{b}] = [s_a s_b - \mathbf{a} \cdot \mathbf{b}, s_a \mathbf{b} + s_b \mathbf{a} + \mathbf{a} \times \mathbf{b}]$$

Persamaan 5 – Produk Quaternion

### c. Mengalikan Quaternion dengan Bilangan Skalar

$$\begin{aligned} q &= [s, \mathbf{v}] \\ \lambda q &= \lambda [s, \mathbf{v}] \\ &= [\lambda s, \lambda \mathbf{v}] \end{aligned}$$

Persamaan 6 – Perkalian Quaternion dengan Skalar

### d. Quaternion Norm

$$\begin{aligned} q &= [s, \mathbf{v}] \\ |q| &= \sqrt{s^2 + v^2} \end{aligned}$$

Persamaan 7 – Quaternion Norm

### e. Bentuk Normal Quaternion

$$q' = \frac{q}{\sqrt{s^2 + v^2}}$$

Persamaan 8 – Bentuk Normal Quaternion

### f. Invers Quaternion

$$q^{-1} = \frac{q^*}{|q|^2}$$

Persamaan 9 – Invers Quaternion

### g. Quaternion Dot Product

$$\begin{aligned} q_1 &= [s_1, x_1 \mathbf{i} + y_1 \mathbf{j} + z_1 \mathbf{k}] \\ q_2 &= [s_2, x_2 \mathbf{i} + y_2 \mathbf{j} + z_2 \mathbf{k}] \\ q_1 \cdot q_2 &= s_1 s_2 + x_1 x_2 + y_1 y_2 + z_1 z_2 \end{aligned}$$

Persamaan 10 – Quaternion Dot Product

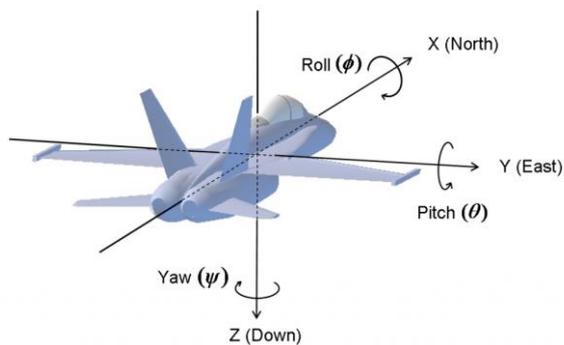
### h. Rotasi

Dengan quaternion, melakukan operasi rotasi objek

akan lebih mudah dilakukan. Selain itu, quaternion juga dapat menghindari peristiwa Gimbal Lock yang mungkin terjadi pada operasi dengan Sudut Euler (Euler Angles). Tetapi, quaternion juga memiliki kelemahan yaitu adanya kemungkinan angka yang dihasilkan menjadi tidak valid karena pembulatan bilangan desimal yang kurang tepat dan tingkat kesulitan penggunaan quaternion yang relatif sulit.

$$q = \left[ \cos \frac{1}{2}\theta, \sin \frac{1}{2}\theta \hat{v} \right]$$

Persamaan 11 – Persamaan Rotasi Quaternion



Gambar 4 – Inertia Plane

Sumber : <http://www.chrobotics.com/library/understanding-quaternions>

### 3. PENERAPAN ALJABAR QUATERNION

Pada permainan dengan basis dunia tiga dimensi, aspek yang ditonjolkan kepada pemain tentunya adalah pemain dapat melihat dunia permainan secara utuh tidak hanya dari satu sisi. Pemain diberi kebebasan untuk melihat sekitar dunia permainan. Selain itu, permainan dengan basis tiga dimensi tentunya memiliki karakter dan objek permainan yang berbentuk tiga dimensi juga, bukan dua dimensi. Sehingga karakter dan objek permainan dapat dilihat dari berbagai sisi oleh pemain. Oleh karena itu, adanya operasi rotasi sangatlah dibutuhkan dalam merealisasikan aspek-aspek grafis pada permainan berbasis tiga dimensi.

Pada permainan The Sims, pemain memiliki kebebasan untuk melihat dan memodifikasi Sims secara detail. Baik dari tampak depan, belakang, samping, atas maupun bawah. Pada bagian inilah rotasi dengan menggunakan aljabar quaternion sangat dibutuhkan. Sebagai contoh, gambar X menampilkan tampilan modifikasi Sim pada menu CAS di permainan The Sims.

Pemain bebas mengatur dan memodifikasi Sims pada bagian CAS ini. Pemain dapat melakukan operasi putar pada Sims untuk melihat berbagai sisi dari Sims tersebut.

Jika diteliti menggunakan quaternion, Sims pada CAS ini memiliki poros Z dan operasi putar Yaw. Sehingga, Sims dapat diputar searah jarum jam maupun berlawanan arah jarum jam.



Gambar 5 – Tampilan Rotasi pada CAS

Sumber : [www.simscommunity.com](http://www.simscommunity.com)



Gambar 6 – Tampilan Detail CAS (rotasi pada objek di wajah)

Sumber : [www.pcinvasion.com](http://www.pcinvasion.com)

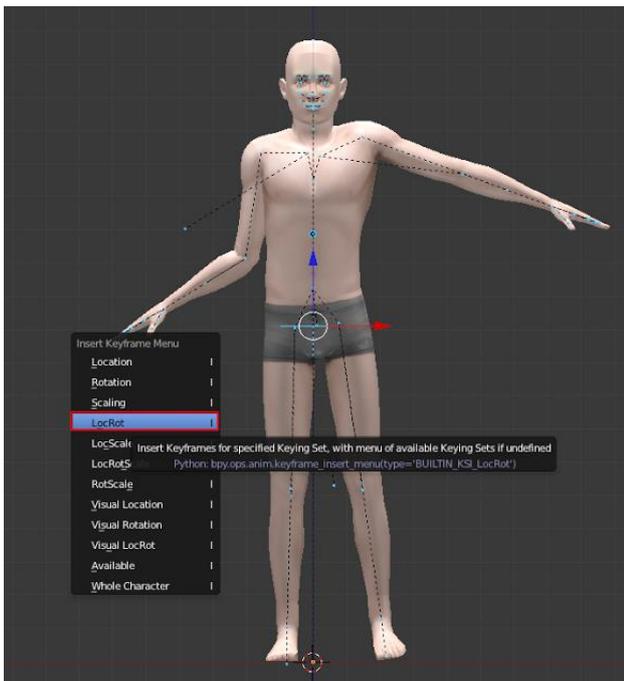
Selain modifikasi Sims pada bagian CAS, pemain memiliki kebebasan untuk mengeksplorasi dan melihat dunia permainan The Sims selama permainan berlangsung. Pada permainan ini, sudut pandang pemain berada pada sudut pandang ketiga atau dengan kata lain penglihatan bebas (free camera). Pemain bisa memfokuskan pandangan kepada Sims atau bisa melihat bebas ke tempat lain. Pada bagian ini, kamera berlaku sebagai mata pemain. Kamera ini pula yang menjadi titik pusat rotasi (0,0). Karena berbasis penglihatan bebas, kamera penglihatan dapat diputar ke berbagai arah seperti halnya aljabar quaternion. Kamera pemain memiliki kebebasan untuk memutar berdasarkan sumbu X (Roll), atau sumbu Y (Pitch), maupun sumbu Z (Yaw). Kamera penglihatan pemainpun dapat dirotasi secara kombinasi dari sumbu-sumbu tersebut, sehingga kombinasi rotasi quaternion akan dilakukan.



Gambar 7 – Tampilan Free Camera

Sumber : yting.com

Sebagai tambahan dari The Sims, fitur yang tersedia disamping sistem permainan utama adalah game mod yang memungkinkan pemain untuk menciptakan gerakan baru diluar sistem sesuai dengan kreatifitas pemain menggunakan Blender. Pada bagian ini, sangat banyak aljabar quaternion yang diaplikasikan. Poros yang terletak pada bagian ini tidak hanya satu seperti halnya fitur CAS dan kamera bebas yang telah dijelaskan pada paragraf sebelumnya. Poros rotasi pada game mod ini terletak di setiap sendi-sendi biologis Sims. Poros rotasi ada di bagian tulang atlas, pundak, siku, pergelangan tangan, jari-jari tangan, pinggang, lutut, dan pergelangan kaki. Masing-masing dari poros rotasi tersebut memiliki batasan tersendiri sesuai dengan sifat sendi biologis yang natural ada pada manusia. Masing-masing dari poros rotasi ini dapat dimodifikasi oleh pemain sehingga pemain dapat menciptakan kombinasi gerakan baru dari Sims miliknya.



Gambar 8 – Tampilan Blender The Sims

Sumber : kilhian.blogspot.com

## REFERENSI

- [1] <http://www.chrobotics.com/library/understanding-quaternions> (Diakses pada tanggal 13 Desember 2015)
- [2] <http://www.3dgep.com/understanding-quaternions> (Diakses pada tanggal; 13 Desember 2015)
- [3] <http://www.chrobotics.com/library/understanding-euler-angles> (Diakses pada tanggal 13 Desember 2015)
- [4] [http://www.gamasutra.com/view/feature/131686/rotating\\_objects\\_using\\_quaternions.php](http://www.gamasutra.com/view/feature/131686/rotating_objects_using_quaternions.php) (Diakses pada tanggal 13 Desember 2015)
- [5] Vince, John. (2008). London. Springer. Geomteric Algebra for Computer Graphics.

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, Desember 2015

Raka Nurul Fikri - 13513016