

# ANIMASI GERAKAN *EXAGGERATION* PUKULAN TINJU BERBASIS PENDEKATAN KURVA BEZIER

Aidil Primasetya<sup>1</sup>, Surya Sumpeno<sup>2</sup>, Moch. Hariadi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Pasca Sarjana Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

<sup>2,3</sup> Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

<sup>1</sup>aidil12@mhs.ee.its.ac.id, <sup>2</sup>surya@ee.its.ac.id, <sup>3</sup>mochar@ee.its.ac.id

---

## Abstrak

Pukulan dapat digunakan sebagai objek gerak yang ditangkap dengan *motion capture* (mocap). Gerakan tersebut banyak di temukan pada olahraga tinju. Data mocap berisi informasi titik-titik koordinat yang mewakili rangka manusia. Titik-titik koordinat tersebut ketika disusun berdasarkan perubahan waktu akan membentuk lintasan gerakan. *Exaggeration* merupakan salah satu prinsip animasi 2D yang melebih-lebihkan gerakan atau ekspresi wajah. Prinsip ini tidak dapat secara langsung diaplikasikan ke dalam animasi 3D berbasis mocap. Karena membutuhkan pengambilan data yang berulang-ulang. Pada penelitian ini, data mocap dimodifikasi dengan menggunakan rotasi matriks. Modifikasi ini menghasilkan data mocap baru. Animasi gerakan pada data tersebut terlihat *exaggeration* dan tidak alami. Untuk mengembalikan kealamian gerakan tersebut maka digunakan metode interpolasi yaitu kurva linear bezier dan kurva kuadratik bezier. Hasil percobaan menunjukkan perbedaan lintasan gerakan pada animasi gerakan *exaggeration* pukulan tinju menggunakan matriks rotasi yang diinterpolasi dengan kurva linear bezier dan kurva kuadratik bezier.

**Kata kunci :** *Exaggeration, Interpolasi, Kurva Bezier, Matriks Rotasi, Motion Capture, Tinju*

---

## 1. Pendahuluan

Saat ini pembuatan animasi 3D berbasis *motion capture* (mocap) mulai banyak berkembang. Seperti dalam film *The Penguins in Happy Feet*, *Gollum in the Lord of the Rings and Hobbit*, dan *The Hulk in the Avengers*<sup>1</sup>. Selain itu ada pula dalam permainan komputer seperti *HIZI*<sup>2</sup>, *The Last of Us*<sup>3</sup>, dan *Batman: Arkham Origins*<sup>4</sup>.

Mocap memiliki beberapa file format data [Meredith(2001)]. Beragam jenis file format ini dipengaruhi beberapa pengembang yang membuat data rekaman tersebut sesuai dengan kebutuhan dan alat perekam yang digunakan. Dari beberapa file format tersebut di antaranya adalah *Biovision Hierarchy* (BVH). File ini berisi titik-titik koordinat sumbu XYZ yang menggunakan manusia sebagai objek data rekaman. Titik-titik koordinat tersebut merupakan penggambaran struktur tulang pada manusia. Selain itu terdapat pula frame yang berisi titik-titik koordinat struktur tulang yang berubah-ubah pada masing-masing frame. Perubahan frame menghasilkan gerakan sesuai dengan rekaman tersebut.

Dalam animasi 2D terdapat prinsip-prinsip dasar yang dapat membuat animasi yang dibangkitkan menjadi menarik[Lasseter(1987)]. Hal ini membuat prinsip-prinsip animasi tersebut diaplikasikan pula ke dalam animasi 3D. Seperti membangkitkan animasi gerakan dengan menggunakan prinsip *exaggeration* pada gerakan tari[Ji-yong(2007)]. Selain itu, gerakan antisipasi sebagai aksi yang muncul ketika melakukan tindakan dan reaksi setelah melakukan tindakan[Kim(2006)], ada pula gerakan *squash* dan *stretch* pada benda yang memantul[Chenney (2002)].

Titik-titik koordinat pada data BVH ketika disusun berdasarkan waktu akan membentuk lintasan gerakan. Dengan menggunakan data lintasan gerakan tersebut, maka data tersebut dapat di modifikasi. Dengan merotasi titik koordinat berdasarkan besar sudut dan sumbu rotasi, akan menghasilkan data baru berupa gerakan *exaggeration* dan juga mengubah bentuk lintasan gerakan. Tetapi bentuk lintasan tersebut menjadi tidak alami.

Lintasan gerak memiliki titik awal dan titik akhir, sehingga dapat digunakan metode interpolasi untuk mengembalikan bentuk lintasan tersebut menjadi alami. Hasil proses tersebut membuat gerakan yang muncul bisa tidak sesuai dengan yang diharapkan sehingga dilakukan pemilihan secara manual untuk memilih bentuk gerakan yang di harapkan.

---

<sup>1</sup> <http://io9.com/top-10-greatest-motion-capture-characters-of-all-time-1601795052>.

<sup>2</sup> <https://www.h1z1.com/home>

<sup>3</sup> <http://id.gamesinasia.com/review-the-last-of-us>

<sup>4</sup> <https://www.batmanarkhamorigins.com>

Gerakan yang dilakukan manusia dapat berupa apa saja, salah satunya memukul. Gerakan ini menggunakan tangan sebagai medianya. Dalam dunia olahraga tinju, gerakan ini paling banyak digunakan yaitu sebagai bertahan maupun menyerang. Dalam menyerang tangan digunakan untuk memukul.

Dalam penelitian ini animasi yang ingin dicapai adalah animasi gerakan memukul secara *exaggeration* pada pukulan tinju.

**2. Dasar Teori**

**2.1 Biovision Hierarchy (BVH)**

*Motion Capture* (Mocap) adalah rekaman gerakan yang umumnya menggunakan manusia sebagai objek rekaman. Informasi yang didapat pada hasil rekaman merupakan bentuk sederhana tubuh manusia yaitu rangka manusia. Rangka ini terbentuk berdasarkan pemetaan penanda yang diletakkan pada tubuh manusia ke dalam ruang 3D. Sehingga didapat titik-titik koordinat. Titik-titik koordinat ini yang nantinya dimanfaatkan sebagai acuan yang dipetakan ke dalam karakter animasi.

BVH merupakan salah satu format data yang ada pada mocap [Meredith(2001)] yang dikembangkan oleh Biovision. Data pada BVH terbagi dalam dua bagian yaitu *Joint Hierarchy* dan *Motion Line*. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. *Joint Hierarchy* merupakan *hierarchy* yang tersusun berdasarkan kerangka manusia. *Motion Line* merupakan baris yang menjadi informasi banyaknya frame dalam satu animasi BVH. Tiap-tiap baris pada frame membentuk pose gerakan tulang sehingga membentuk animasi gerakan ketika nilai pada frame berubah secara berkelanjutan sampai batas akhir. Baris ini berisi koordinat titik tiap-tiap tulang berdasarkan sumbu XYZ.

**2.2 Rotasi**

Rotasi adalah perpindahan suatu objek dalam transformasi geometri dengan cara memutar. Untuk melakukan rotasi di perlukan titik pusat, besar sudut, dan arah sudut rotasi. Dalam rotasi, arah putaran yang searah jarum jam merupakan sudut negatif. Sedangkan berlawanan dengan jarum jam merupakan sudut positif.

Rotasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah rotasi 3D. Rotasi ini menggunakan sumbu koordinat sebagai pusat perputaran. Sehingga akan ada 3 rotasi yang dilakukan, yaitu Rotasi terhadap sumbu X, Rotasi terhadap sumbu Y, dan Rotasi terhadap sumbu Z. Ketiga sumbu rotasi tersebut memiliki rotasi matriks yang bergantung pada sumbu putarnya. Seperti pada Gambar 1.

$$\begin{matrix}
 m_{rx} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\alpha) & \sin(\alpha) \\ 0 & -\sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{pmatrix} & m_{ry} = \begin{pmatrix} \cos(\alpha) & 0 & -\sin(\alpha) \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin(\alpha) & 0 & \cos(\alpha) \end{pmatrix} \\
 \text{(a)} & \text{(b)} \\
 m_{rz} = \begin{pmatrix} \cos(\alpha) & \sin(\alpha) & 0 \\ -\sin(\alpha) & \cos(\alpha) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \\
 \text{(c)}
 \end{matrix}$$

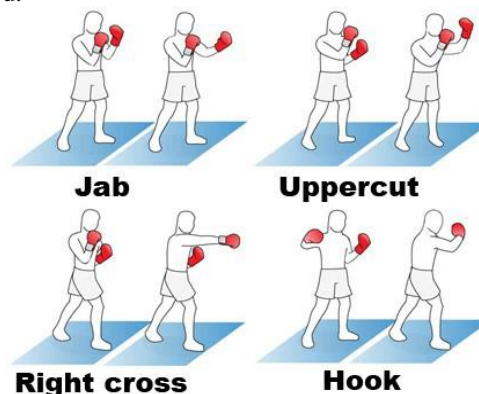
Gambar 1. (a) Rotasi Terhadap Sumbu X, (b) Rotasi Terhadap Sumbu Y, (c) Rotasi Terhadap Sumbu Z.

**2.3 Jenis Pukulan dalam Tinju**

Tinju merupakan olahraga yang banyak menggunakan tangan sebagai aktivitas. Pada penelitian ini mencoba memanfaatkan jenis-jenis pukulan dalam tinju, yaitu

- a) Cross  
Pukulan Cross adalah pukulan modifikasi gabungan antara pukulan *Straight* dan *Uppercut*, dengan target rahang atau perut lawan.
- b) Jab  
Pukulan Jab adalah berupa pukulan lurus ke depan, bisa mengarah ke muka atau badan lawan.
- c) Hook  
Pukulan Hook adalah pukulan yang diayunkan setengah lingkaran dengan tangan mengarah pada sisi kepala lawan atau perut.
- d) Uppercut.  
Pukulan Uppercut adalah pukulan yang dilontarkan dari bawah, posisi tangan dan siku petinju membentuk huruf "V" dengan sasaran utama perut, ulu hati dan dagu lawan.

Gambar 2 adalah contoh gambar pukulan dalam tinju.



Gambar 2. Jenis Pukulan dalam Tinju.

**2.4 Interpolasi**

Interpolasi merupakan suatu pendekatan numerik yang digunakan untuk menghasilkan titik-

titik data baru dalam suatu jangkauan dari suatu set diskrit data yang diketahui. Dalam penelitian ini interpolasi yang digunakan adalah Kurva Linear Bezier dan Kurva Kuadratik Bezier.

a) Kurva Linear Bezier

Kurva ini terdiri atas dua titik, yaitu titik awal dan titik akhir. Hal ini sesuai dengan data gerakan dimana data tersebut memiliki nilai awal dan nilai akhir.

$$B(t) = P_0 + t(P_1 - P_0), t \in [0, 1] \tag{1}$$

Pada persamaan 1,  $P_0$  merupakan titik awal,  $P_1$  merupakan titik akhir, dan  $t$  dalam fungsi Kurva Linear Bezier dianggap sebagai penggambaran seberapa jauh  $B(t)$  dari  $P_0$  menuju  $P_1$ .

b) Kurva Kuadratik Bezier

Kurva ini terdiri atas tiga titik, yaitu titik awal, titik akhir, dan variasi lengkungan (parabolik). Dengan menggunakan parabolik diharapkan bentuk gerakan yang dilakukan menjadi berlebihan karena adanya parabolik di tengah-tengah lintasan gerakan.

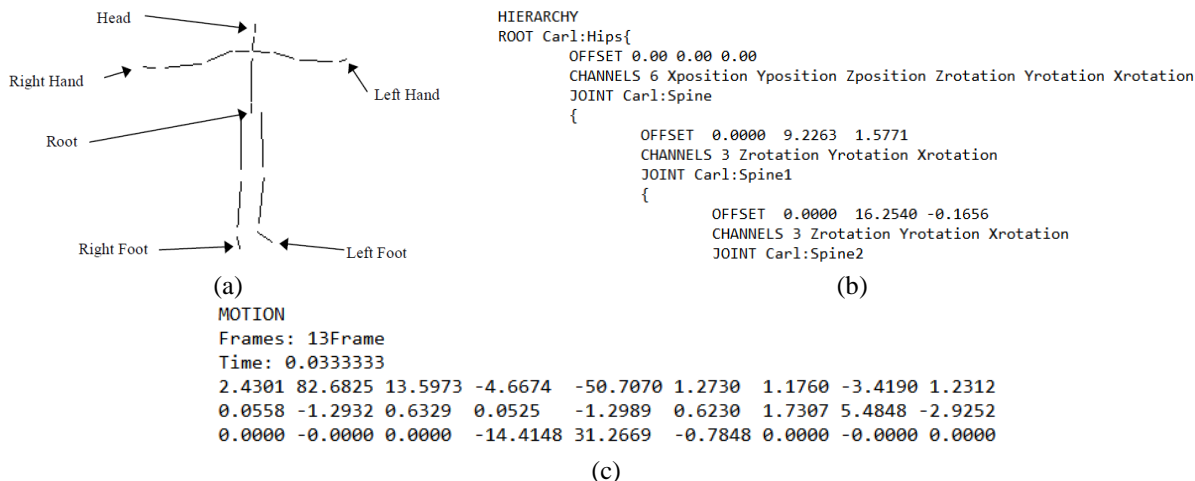
$$B(t) = (1 - t)[(1 - t)P_0 + tP_1] + t[(1 - t)P_1 + tP_2], t \in [0,1] \tag{2}$$

Pada persamaan 2,  $P_0$  merupakan titik awal,  $P_1$  merupakan variasi parabolik,  $P_2$  merupakan titik akhir, dan  $t$  dalam fungsi Kurva Kuadratik Bezier

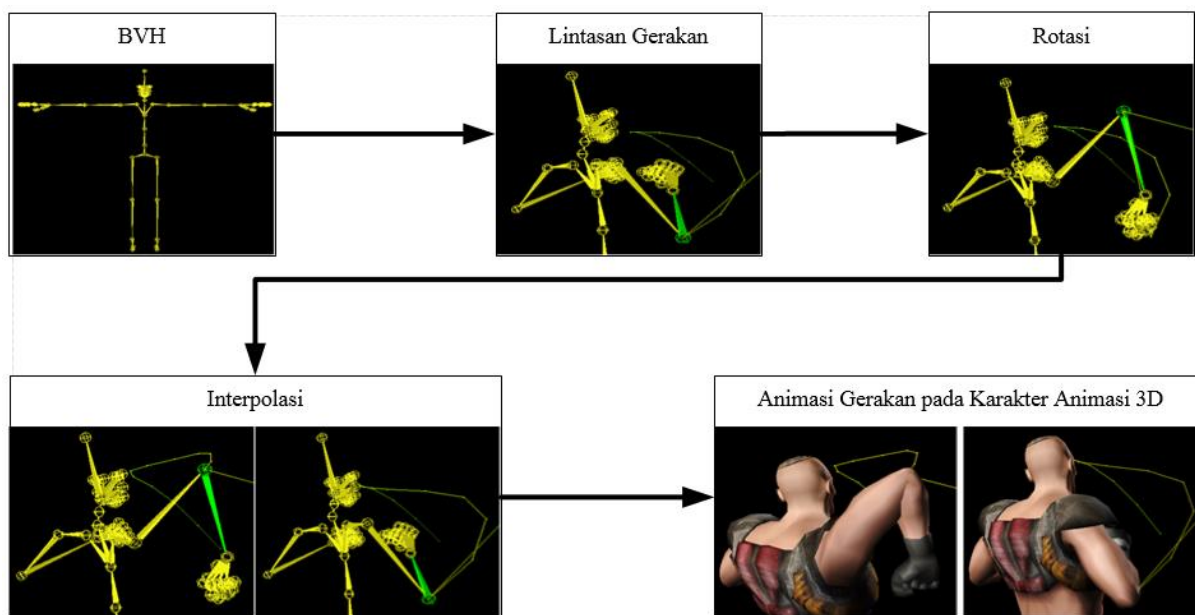
dianggap sebagai penggambaran seberapa jauh  $B(t)$  dari  $P_0$  menuju  $P_2$ .

3. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan file data mocap yaitu .bvh. File ini berisi informasi titik-titik koordinat pada masing-masing tulang. Ketika file tersebut dibangkitkan akan menunjukkan lintasan gerakan pada masing-masing tulang. Titik koordinat tulang yang dimodifikasi adalah tulang siku. Titik koordinat frame pertama pada tulang tersebut di rotasi menggunakan matriks 3D sehingga mendapat titik koordinat baru. Hasil rotasi ini menyebabkan lintasan gerakan menjadi tidak alami tetapi pose gerakan menjadi *exaggeration*. Untuk membuat lintasan gerakan menjadi alami, maka digunakan interpolasi yaitu kurva linear bezier (Persamaan (1)) dan kurva kuadratik bezier (Persamaan(2)). Penggambaran proses ini dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 3. (a) Bentuk Karakter yang Mewakili Objek Manusia pada BVH. (b) Contoh “Joint Hierarchy”. (c) Contoh “Motion Line”.



Gambar 4. Blok Diagram Penelitian

#### 4. Hasil

Pada Gambar 5(a) merupakan bentuk asli lintasan gerakan tulang siku pada masing-masing sumbu XYZ sebelum dimodifikasi. Rotasi dilakukan pada titik koordinat frame pertama pada tulang siku. Ini menyebabkan terjadi perubahan lintasan gerakan, seperti pada Gambar 5(b). Perubahan yang terjadi membuat lintasan gerakan menjadi tidak alami tetapi mendapatkan pose gerakan *exaggeration*. Lintasan gerakan yang tidak alami tersebut kemudian di interpolasi menggunakan kurva linear bezier, kurva ini membuat bentuk lintasan menjadi linear, seperti pada Gambar 5(c). Selain itu, pada kurva kuadrat bezier juga membuat lintasan gerakan membentuk parabolik pada tengah lintasan, seperti pada Gambar 5(d).

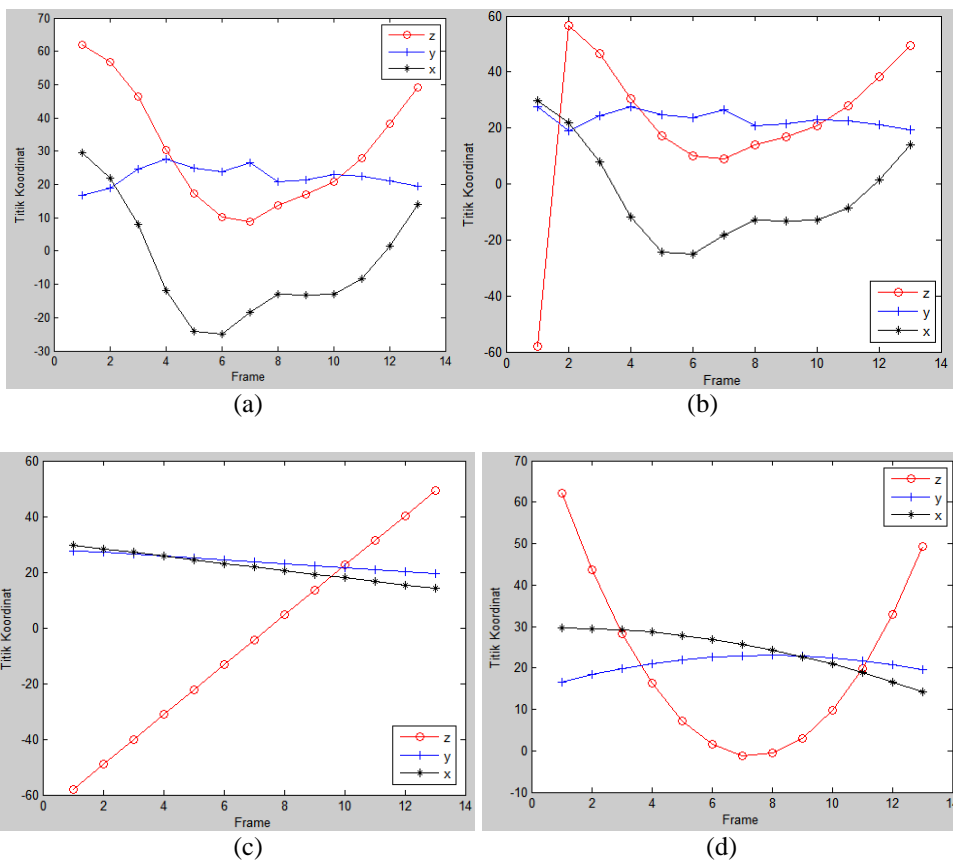
Data mocap hasil modifikasi kemudian diaplikasikan ke dalam karakter animasi 3D. Gambar 6(a) merupakan animasi gerakan pukulan yang dilakukan oleh karakter animasi sebelum dimodifikasi. Pada Gambar 6(b) merupakan hasil rotasi yang dilakukan pada frame pertama. Tampak tulang siku pada gambar tersebut menjadi *exaggeration*. Tetapi, lintasan gerakan menjadi tidak alami. Lintasan gerakan tersebut kemudian di interpolasi dengan menggunakan kurva linear bezier, sehingga lintasan gerakan kembali menjadi alami dan memunculkan gerakan *exaggeration* pada awal gerakan, seperti pada Gambar 6(c). Sedangkan interpolasi dengan menggunakan kurva kuadrat bezier, lintasan gerakan juga menjadi alami tetapi *exaggeration* tidak tampak pada awal gerakan.

*Exaggeration* muncul pada gerakan selanjutnya. Tampak pada gambar 6(d) siku karakter mengarah keluar.

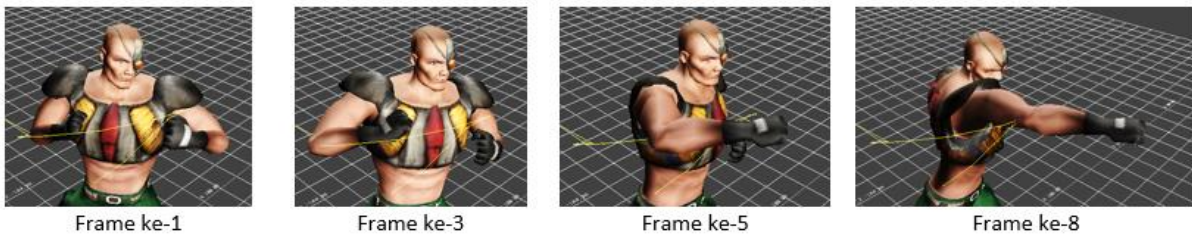
#### 5. Kesimpulan

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa gerakan terjadi karena adanya perpindahan dari satu titik ke titik yang lain berdasarkan waktu. Perpindahan titik tersebut dapat dipetakan kedalam titik-titik koordinat pada sumbu XYZ. Hasil pemetaan tersebut menghasilkan suatu bentuk lintasan gerakan. Pada file data BVH titik koordinat pembentuk lintasan gerakan didapat berdasarkan penanda yang bergerak pada objek yang direkam. Titik koordinat tersebut dapat dimodifikasi sehingga muncul bentuk gerakan baru. Bentuk gerakan baru tersebut dapat dinyatakan sebagai suatu bentuk gerakan *exaggeration* berdasarkan prinsip animasi 2D, tetapi tidak semua hasil modifikasi tersebut menghasilkan gerakan *exaggeration*. Sehingga masih perlu dilakukan pemilihan pada gerakan tersebut.

Pada penelitian selanjutnya untuk dapat membuktikan gerakan yang dibangkitkan merupakan gerakan *exaggeration*. Maka dibuat suatu angket yang diujikan kepada khalayak umum. Angket tersebut berisi beberapa gerakan yang dibangkitkan dari hasil modifikasi. Diharapkan dengan menggunakan angket tersebut khalayak umum dapat memberikan perbandingan keakuratan animasi gerakan *exaggeration* yang terbaik.



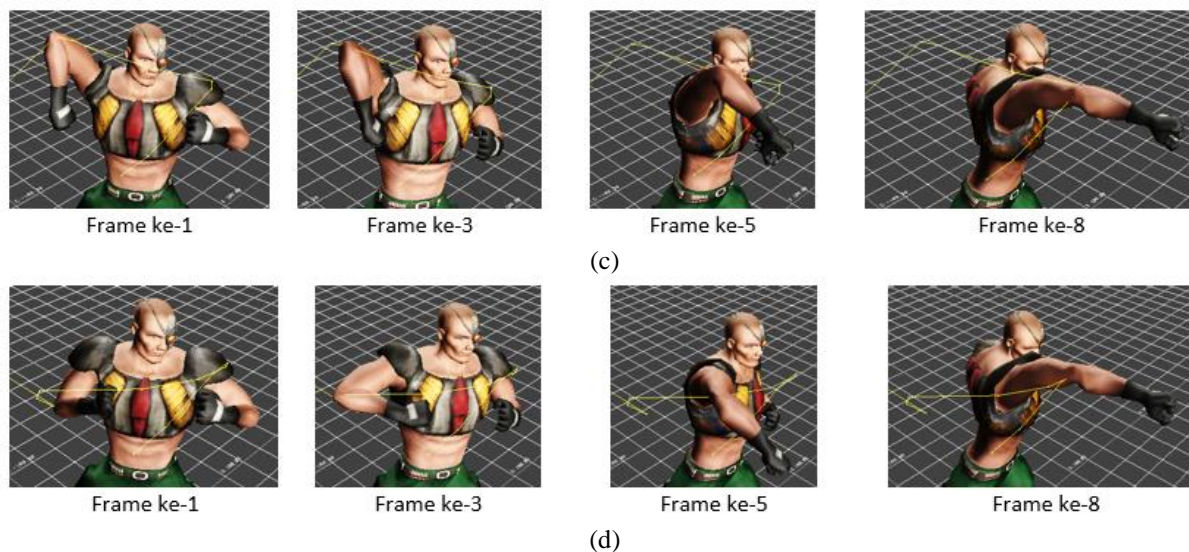
Gambar 5.(a) Lintasan gerakan alami. (b) Lintasan gerakan yang dimodifikasi dengan rotasi. (c) Lintasan gerakan yang dimodifikasi dengan Kurva Linear Bezier. (d) Lintasan gerakan yang dimodifikasi dengan Kurva Kuadratik Bezier.



(a)



(b)



Gambar 6. (a) Animasi gerakan sebelum di modifikasi. (b) Animasi gerakan setelah di modifikasi dengan merotasi tulang siku. (c) Animasi gerakan setelah di modifikasi dengan menggunakan kurva linear bezier. (d). Animasi gerakan setelah dimodifikasi dengan menggunakan kurva kuadratik bezier.

#### Daftar Pustaka:

- Chenney, Stephen., Pingel, Mark., Iverson, Rob. & Szymanski, Marcin. (2002): *Simulating Cartoon Style Animation*, Proceedings of Non-Photorealistic Animation and Rendering (NPAR), 2002, pp. 133-138.
- Ji-yong, Kwon. & In-Kwon, Lee. (2007): *Rubber-like exaggeration for Character Animation*, Proc. of Pacific Graphics 2007, IEEE Publishing Ltd, Maui, Hawaii, U.S.A, pp. 18-26.
- Kim, Jong-Hyuk., Choi, Jung-Ju., Shin, Hyun, Joon, Shin. & Lee, In-Kwon. (2006): *Anticipation Effect Generation for Character Animation*, Proceedings of CGI (Computer Graphics International Conference) 2006 (LNCS 4035), Hangzhou, China, Jun 26-28, 2006, pp. 639-646.
- Lasseter, J. (1987): *Principles of traditional animation applied to 3d computer animation*, In Proceedings of ACM SIGGRAPH '87, pp. 35-44.
- Meredith, M. & S, Maddock. (2001): *Motion Capture File Formats Explained*, Departement of Computer Science, University of Sheffield 211 Portobello Road, Sheffield, S14DP.