

ANALISIS DATASET VIDEO GERAKAN DASAR TAEKWONDODENGAN MOTION CAPTURE

TAEKWONDO BASIC MOVEMENT VIDEO DATASET ANALYSISWITH MOTION CAPTURE

Widi Sarinastiti¹, Aulia Dwi Setyowati², Achmad Basuki³

Email : ¹widisarinastiti@pens.ac.id, ²auliadwi751@mb.student.pens.ac.id, ³basuki@pens.ac.id

^{1,2,3}Department Multimedia Kreatif, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Abstrak

Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Taekwondo adalah UKM di Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. UKM Taekwondo memiliki masalah ketidakseimbangan antara anggota dan pelatih dengan jumlah anggota yang berlatih. Pelatih harus mencontohkan gerakan kepada setiap anggota secara berulang-ulang, tentunya akan mempengaruhi efektifitas waktu, apalagi jika pelatih tidak dapat hadir. Hal ini mengakibatkan latihan taekwondo menjadi kurang optimal. Untuk mengatasi masalah tersebut, dibuatlah media pembelajaran berbasis video 3D. Video tersebut berisi tentang gerakan dasar taekwondo. Proses perekaman data menggunakan teknologi motioncapture. Pencatatan data dilakukan oleh pelatih taekwondo. Proses visualisasi menggunakan softwareunity. Hasil akhir dari penelitian ini menunjukkan tingkat kepuasan pengguna terhadap hasil Video Dataset ada pada angka 81.56%.

Kata kunci: Motion Capture, Taekwondo, Unity, 3D Modelling

Abstract

Student Activity Unit (UKM) Taekwondo is a UKM in Surabaya State Electronics Polytechnic. Taekwondo UKM has a problem of imbalance between members and trainers with the number of members who practice. The trainer must model the Movement to each member repeatedly, will certainly affect the effectiveness of time, not to mention if the trainer can not attend. This resulted in taekwondo training being less than optimal. To over come this problem, created a 3D video based learning media. The video contains the basic movements of taekwondo. The process of recording data uses motion capture technology. Data records are carried out by taekwondo trainers. The visualization processuses unity software. The final result of this study shows that the level of pengguna satisfaction with the results of the Video Datasetis 81.56%.

Keywords: Motion Capture, Taekwondo, Unity, 3D Modelling

1. PENDAHULUAN

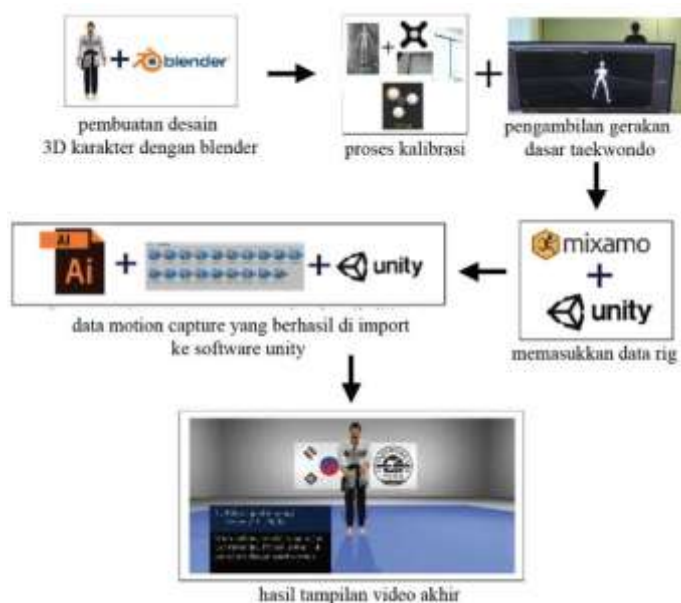
Taekwondo merupakan olahraga bela diri tradisional yang dipraktikkan oleh banyak orang yang berasal dari Korea. Sekitar 2000 tahun yang lalu. Berdasarkan hasil survei nasional yang dikelola pada tahun 2005 oleh pemerintah Korea, terdapat 70 juta praktisi taekwondo di 190 negara di seluruh dunia. Taekwondo telah memainkan peran utama dalam menyebarkan beberapa keyakinan filosofis dasar dan prinsip budaya Korea [1]. Taekwondo adalah seni bela diri Olimpiade modern. Meskipun taekwondo melibatkan pukulan, sebagian besar skor (98%) muncul dari tendangan. Taekwondo yang merupakan seni taekwon yang menerapkan pemahaman gerakan tubuh tangan dan kaki untuk bela diri [2]. Sehingga, tendangan merupakan fokus utama dari pelatihan taekwondo. Terdapat banyak cara untuk meningkatkan kemampuan tendangan. Salah satu caranya adalah melakukan latihan secara rutin dengan melatih gerakan tendangan secara benar. Apabila teknik tendangan sudah benar, selanjutnya adalah latihan kekuatan tendangan. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kecepatan kontraksi otot kaki pada gerakan taekwondo [3]. Selain itu, sudut yang benar, aktivasi otot dan posisi yang harus diambil dalam setiap fase tendangan, agar atlet taekwondo dapat meningkatkan dalam eksekusi dan

pengajarannya [4]. Seiring berkembangnya teknologi yang ada saat ini, diharapkan dapat membantu meningkatkan latihan gerakan dasar taekwondo dengan cepat dan benar. Masih banyak masalah pelatihan praktis dalam pengajaran Taekwondo dalam pendidikan jasmani tradisional, tetapi masalah ini dapat diselesaikan dengan baik setelah beradaptasi dengan teknologi informasi. [5]

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (PENS) memiliki beberapa Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM), salah satunya adalah taekwondo. Latihan dengan seorang pelatih adalah kunci utama memperbaiki gerakan dasar pada taekwondo. Namun, kegiatan pelatihan akan lebih maksimal apabila atlet lebih sering berlatih dengan atau tanpa pelatih. Berdasarkan hal tersebut, dibuatlah dataset gerakan dasar taekwondo, yang berupa video berbasis 3D untuk memvisualisasikan 14 gerakan dasar taekwondo dengan memanfaatkan teknologi *Motion Capture* untuk menangkap Gerakan Dasar Taekwondo yang kemudian di visualisasikan secara 3D dan digunakan sebagai bahan Latihan UKM Taekwondo Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.

2. METODOLOGI

Proses pembuatan penelitian ini menggunakan *pipeline production* yang meliputi pra-produksi, produksi, dan pasca produksi. Untuk pra-produksi, yang dilakukan peneliti adalah proses pengumpulan data dan informasi, studi literature, dan studi *existing*. Pada proses produksi, kegiatan yang dilakukan adalah pembuatan desain model karakter, pengambilan data yang meliputi proses kalibrasi Gerakan taekwondo dengan *motion capture*, visualisasi animasi dengan menggunakan rig dari data gerakan *motion capture*. Adapun gambar diagram untuk proses produksi ada pada Gambar 1. Lalu pada proses pasca produksi, dilakukan pengujian hasil video, dan penarikan kesimpulan.



Gambar 1 Diagram proses produksi pembuatan *dataset* gerakan dasar taekwondomenggunakan *motion capture*

2.1 *Motion Capture* dan Alat Pendukung

Motion Capture adalah sistem yang digunakan untuk menangkap gerak manusia. Sistem ini berdasarkan pada *marker*. *Marker* adalah teknologi pelacak gerak [6]. *Marker* yang melekat pada manusia memudahkan sistem untuk melakukan proses penangkapan gerakan. Cara kerjanya, peraga memeragakan gerakan dasar taekwondo berupa pukulan, tendangan dan tangkisan yang ditetapkan oleh kamera hingga sampai ke komputer lalu dirangkum dalam satu model tiga

dimensi. Biasanya barang-barang yang bisa memantulkan cahaya juga bisa terekam oleh *motion capture*, seperti kaca, atau benda bening lainnya [7]. Saat melakukan kalibrasi, dipastikan tidak ada barang yang mengganggu untuk tujuan tingkat keoptimalan pada saat proses perekaman gerakan. Perekaman gerakan pada *motion capture* menggunakan kamera. *Track* fitur dan geometri latar belakang yang rapat lebih lanjut digunakan untuk menstabilkan *motion capture*. *Motion capture* mengandalkan perekaman dan pengambilan sampel gerakan manusia, hewan dan benda mati sebagai data 3 dimensi. Teknologi penangkapan gerak membantu mengotomatiskan proses analisis perilaku dalam berbagai sistem pemantauan [8]. Teknik *motion capture* ini memiliki berbagai cara pengaplikasiannya seperti dengan penanda (*marker-based motion capture*) dan tanpa penanda (*marker-less motion capture*). Teknik ini dapat melakukan kalibrasi yang cepat dan mudah, pemrosesan penangkapan data yang mudah dan visualisasi *real-time* [9]. *Motion capture* bekerja dengan mengambil sampel gerakan untuk memperoleh berbagai parameter gerak berdasarkan tindakan tertentu yang telah ditentukan [10].



Gambar 2 *Marker-Based Motion Capture*

Pada gambar 2 merupakan *Marker*. Alat ini sangat sensitif, digunakan untuk mendeteksi bila adanya gerakan. Apabila ada *marker* atau cahaya yang lain langsung dideteksi oleh kamera. Sistem ini memiliki tingkat akurat dan tepat mengukur kinematika tiga dimensi dari objek atau manusia yang bergerak secara dinamis [11].



Gambar 3. *Marker suit* yang digunakan pada penelitian

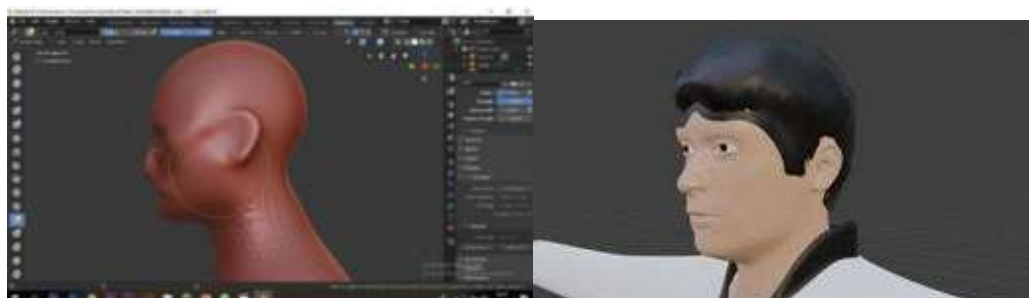
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pembuatan Aset Karakter

Teknik yang digunakan untuk pembuatan model karakter 3D menggunakan dua teknik. Teknik yang digunakan adalah teknik *polygonal modelling* (*sculpt modelling*) dan *primitive modeling*.

3.1.1 Teknik *Polygonal Modelling* (*Sculpt Modelling*)

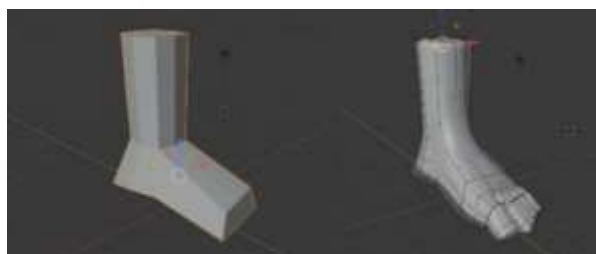
Teknik yang digunakan adalah teknik *polygonal modeling* merupakan teknik *modelling* yang paling banyak digunakan. Hal ini karena teknik ini simpel, mudah dipelajari, dan cepat dalam membuat sebuah model. *Polygonal modeling* disebut juga dengan *sculpting* (memahat) karena proses/hasil dari teknik ini menyerupai memahat atau pahatan [12]. Pada penelitian ini, Teknik *polygonal modelling* menggunakan *tools* yang *snakehook*. *Tools* ini digunakan untuk membuat objek yang sebelumnya bulat diolah dengan sedemikian rupa agar menghasilkan bentuk layaknya manusia. Kemudian untuk menambahkan bentuk yang lain dari *sculpting* menggunakan *tools draw*. Untuk merapikan bentuk yang telah ada dan membuat lekukan menggunakan *tools crease* pada gambar 4.



Gambar 4. Pembuatan kepala model karakter 3D hingga menjadi bentuk karakter kepala

3.1.2 Primitive Modeling

Primitive modeling merupakan teknik dasar pemodelan 3D dengan menggunakan obyek-obyek *solid* yang sudah ada pada standar geometri sehingga disebut juga dengan *Constructive Solid Geometry* [13]. Pada penelitian ini, obyek 3D yang didesain juga menggunakan teknik *primitive modelling* seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Tampilan kaki dari *constructive solid* kemudian diubah dengan Teknik *primitive modelling*

Batasan teknik ini adalah pemodelan dilakukan dengan menggabung-gabungkan obyek dasar pada *standart primitive* tanpa merubah bentuk dasar dari obyek tersebut. Dengan demikian teknik ini hanya dapat digunakan untuk membuat model-model yang standar dan tidak dapat atau sangat sulit diterapkan untuk membuat model dengan bentuk permukaan yang kompleks. Adapun demikian, dalam penelitian ini, pembuatan 3D karakter asset menggunakan penggabungan teknik *polygonal modelling* dan *primitive modelling* dan menggunakan teknik render dan *lighting* dengan berbagai uji coba. Adapun hasil akhir dari pembuatan karakter asset atlet taekwondo Nampak pada gambar 6.



Gambar 6. Hasil tampilan akhir karakter atlet taekwondodan hasil uji coba *rendering lighting*

3.2 Pengambilan Data Dengan *Motion Capture*

Pengambilan data dilakukan di laboratorium *Motion Capture* PENS. Pengambilan data dilakukan data oleh pelatih taekwondo UKM Taekwondo PENS dan sebagai peraga pada pengerjaan penelitian ini.



Gambar 7. Proses kalibrasi kamera dan kalibrasi skeleton dengan suit

Gambar 7 merupakan proses kalibrasi *skeleton*. Proses ini dilakukan setelah kalibrasi kamera. Kalibrasi *skeleton* adalah penyamaan persepsi terhadap *marker* yang ada pada peraga gerak. *Marker* yang ada pada peraga merupakan representasi kerangka pada tubuh manusia, sehingga perubahan posisi *marker* diartikan sebagai gerak anggota dari peraga itu sendiri. Kalibrasi *skeleton* dimulai dengan menempelkan *marker* pada peraga yang memakai *Suit* (baju khusus) dengan menggunakan pola pemasangan sesuai dengan gambar 7. *Marker* ditempelkan pada tubuh peraga sesuai dengan gambar skeleton yang ada pada *software motive*. *Marker* yang di tempelkan sebanyak 49, diletakkan ke bagian kepala (3), pundak (2), siku-siku (2), tangan (4), dada depan (2), pinggang (2), paha (4), lutut (2) betis (2), kaki (6), punggung (5), punggung bawah (3), tungkai (2), lengan belakang (4), samping lutut (2), dan kaki samping (4).

3.3 Rigging Karakter

Hasil dari karakter 3D yang sudah dibuat kemudian dimasukkan ke ke *software mixamo*. Hal ini bertujuan untuk memberikan *auto-rigger* pada model karakter 3D. Sebelum dimasukkan ke *mixamo*, objek yang telah dibuat pada *software blender* dihilangkan *armature*, *lighting*, dan kameranya, setelah tinggal objeknya saja, diubah ke FBX untuk bentuk *file*-nya. Kemudian *log in* pada *mixamo*. Setelah *log in* hal yang dilakukan adalah mengupload karakter yang berekstensi FBX tadi lalu *drag and drop* pada laman yang telah disediakan.










Gambar 8. Pemberian rig otomatis objek pada mixamo



Pada gambar 8 merupakan tampilan model karakter 3D yang telah diupload pada *mixamo*. Pada tampilan seperti gambar diatas terdapat tiga *button* di samping kiri model karakter 3D. *Button* paling atas digunakan untuk melihat objek dari atas dan bawah, dan dapat digeser secara vertikal. *Button* yang kedua digunakan untuk melihat objek dari kiri dan kanan, dan dapat digeser secara horizontal. Sedangkan *button* paling bawah digunakan untuk memutar objek secara horizontal. Dalam proses ini, pengguna dapat membuat *point of chin*, *point of wrists*, *point of elbows*, *point of knees*, dan *point of groin* yang berguna pada pemberian *rig* otomatis. Tujuan diberikan ini agar sistem pada *mixamo* mengetahui posisi dari *point vital* yang digunakan untuk model *rig*-nya. Jadi, *rigging* otomatis di *mixamo* juga harus menempatkan posisi yang tepat agar sistem di *mixamo* mengetahui *bone* yang harus ditempatkan dimana saja.

3.4 Hasil Video Gerakan

Pembuatan *asset* karakter 3D dan gerakannya kemudian disusun dengan menambahkan teks, *voice over*, dan *backsound* dengan harapan hasil akhir berupa video 3D untuk membantu latihan taekwondo lebih mudah dipahami pengguna. Pada bagian ini merupakan tahap pengujian saat video 3D ditampilkan. Di dalam video 3D terdapat sebuah karakter model 3D yang berbentuk seperti atlet taekwondo yang menggunakan seragam latihan (*dobok*) dan sabuk (*ti*). Karakter model 3D tersebut melakukan 14 gerakan dasar taekwondo. Di dalam video tersebut, terdapat *voice over* tentang aba-aba dan juga nama gerakan yang ada pada gerakan dasar taekwondo. Selain *voice over*, ditambahkan teks saat video 3D berlangsung. Teks yang ditampilkan berisi tentang jenis 14 gerakan dasar taekwondo beserta kegunaan di masing-masing gerakan yang di tampilkan. Selain teks, ada juga *backsound* yang di putar saat video 3D berlangsung. Pengujian tampilan dapat dilihat pada tabel 1 pengujian tampilan (teks, *voice over*, dan *backsound*).

Tabel 1. Hasil akhir video 14 Gerakan Dasar Taekwondo

No.	Gambar	Nama Gerakan	Teks	Voiceover	Backsound	Keterangan
1.		<i>Kibon junbi seogi</i>	terbaca	terdengar	terdengar	Saat video diputar, teks, <i>voice over</i> dan <i>backsound</i> jelas .
2.		<i>Juchum saemom tongjireugi</i>	terbaca	terdengar	terdengar	Saat video diputar, teks, <i>voiceover</i> dan <i>backsound</i> jelas .
3.		<i>Arae makki</i>	terbaca	terdengar	terdengar	Saat video diputar, teks, <i>voiceover</i> dan <i>backsound</i> jelas .
4.		<i>Momtong bandae jireugi</i>	terbaca	terdengar	terdengar	Saat video diputar, teks, <i>voiceover</i> dan <i>backsound</i> jelas .
5.		<i>Ap chagi</i>	terbaca	terdengar	terdengar	Saat video diputar, teks, <i>voiceover</i> dan <i>backsound</i> jelas .
6.		<i>Momtong bakkat makki</i>	terbaca	terdengar	terdengar	Saat video diputar, teks, <i>voice over</i> dan <i>backsound</i> jelas .
7.		<i>Deung jumeokchigi</i>	terbaca	terdengar	terdengar	Saat video diputar, teks, <i>voiceover</i> dan <i>backsound</i> jelas .

No.	Gambar	Nama Gerakan	Teks	Voiceover	Backsound	Keterangan
8.		<i>Yop chagi</i>	terbaca	terdengar	terdengar	Saat video diputar, teks, <i>voiceover</i> dan <i>backsound</i> jelas.
9.		<i>Momtong makki</i>	terbaca	terdengar	terdengar	Saat video diputar, teks, <i>voiceover</i> dan <i>backsound</i> jelas.
10.		<i>Sonnal makki</i>	terbaca	terdengar	terdengar	Saat video diputar, teks, <i>voiceover</i> dan <i>backsound</i> jelas.
11.		<i>Dollyo chagi</i>	terbaca	terdengar	terdengar	Saat video diputar, teks, <i>voiceover</i> dan <i>backsound</i> jelas.
12.		<i>Olgul makki</i>	terbaca	terdengar	terdengar	Saat video diputar, teks, <i>voiceover</i> dan <i>backsound</i> jelas.
13.		<i>Sonal mok chigi</i>	terbaca	terdengar	terdengar	Saat video diputar, teks, <i>voiceover</i> dan <i>backsound</i> jelas.
14.		<i>Momtong baroji reugi</i>	terbaca	terdengar	terdengar	Saat video diputar, teks, <i>voiceover</i> dan <i>backsound</i> jelas.

3.5 Uji Coba Pengguna

Langkah terakhir yang dilakukan dalam penelitian ini adalah uji coba ke pengguna. Adapun pengguna akhir dari penelitian ini adalah delapan anggota taekwondo PENS. Profil dari responden ini adalah delapan mahasiswa dengan kategori sabuk putih sampai dengan sabuk merah strip dua (R1-R8). Penilaian dalam penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan media kuesioner. Hasil akhir dari kuisisioner ini dihitung menggunakan Teori Nielsen Norman dengan ketentuan sebagai berikut; tolok ukur penilaian dibagi menjadi tiga bagian dengan nilai masing-masing[14]. Nilai dibagi menjadi tiga parameter, yaitu Sukses (sukses atau s): 1 poin, setengah berhasil (berhasil sebagian atau p): 0,5 poin, gagal (gagal atau f): 0 poin. Kemudian, nilai yang diperoleh kemudian diolah dengan menggunakan rumus 1.

$$\text{Tingkat keberhasilan (\%)} = \frac{\Sigma s + 0,5 \times \Sigma p}{\Sigma \text{responden} \times \Sigma \text{pertanyaan}} \dots\dots\dots(1)$$

Penilaian pada kuesioner ini bertujuan untuk menilai video motion capture dari segi visual.

Tabel 2. Tabulasi Hasil Analisa Dataset Video Gerakan Dasar Taekwondodengan Motion Capture

No	Pertanyaan	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
1	Kemudahan memahami gerakan yang ada pada video	1	1	1	1	1	1	1	1
2	Apakah dari tampak samping gerakan bisa diikuti dengan baik	1	1	1	1	1	1	1	1
3	Apakah dari tampak depan Gerakan bisa diikuti dengan baik	1	1	1	1	1	1	1	1
4	Apakah dari tampak belakang gerakan bisa diikuti dengan baik	1	1	1	1	1	1	1	1
5	Tampilan gerakan secara keseluruhan	1	1	1	1	1	1	1	1
6	Ketepatan pemilihan font	1	1	1	1	1	1	1	1
7	Keterbacaan jenis font	1	1	1	1	1	1	1	1
8	Ketepatan pemilihan lighting ruangan	1	1	1	1	1	1	1	0,5
9	Tampilan video secara keseluruhan	1	1	1	1	1	1	1	1

Dari hasil tersebut, dapat dihitung persentase keberhasilan video 14 gerakan dasar taekwondo yang digunakan untuk latihan mandiri dengan menggunakan perhitungan:

$$\text{Persentase} = \frac{72+0.5 \times 1}{8 \times 9} = 81,56\%$$

Diperoleh persentase 81,56% untuk keberhasilan video 14 gerakan dasar taekwondo dalam segi visual. Presentase tersebut telah memenuhi lebih dari 50% untuk mencapai nilai keberhasilan dari skala teori Nielsen Norman,

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menggunakan pengambilan data yang dilakukan oleh asisten pelatih UKM Taekwondo PENS. Adapun data yang direkam merupakan 14 gerakan dasar taekwondo. Penelitian ini memanfaatkan teknologi *motion capture* yang ada di kampus PENS untuk *capture* gerakan. Model karakter 3D dibuat seperti atlet taekwondo, menggunakan seragam (*dobok*) dan sabuk (*ti*). Pembuatan objek pada aplikasi blender dan pembuatannya menggunakan dua teknik, yakni Teknik *polygonal modelling* dan Teknik *primitive modelling*. Video animasi dibuat menggunakan *software unity*. Pada video disediakan keterangan nama gerakan dasar beserta kegunaannya dengan tujuan untuk latihan mandiri agar dapat menangani permasalahan ketika pelatih tidak dapat hadir pada saat latihan. Berdasarkan pengujian yang telah didapatkan dengan metode Nielsen didapatkan hasil bahwa 81,56% pengguna dapat memahami video yang disajikan. Berdasarkan pengujian terhadap validasi oleh pelatih taekwondo didapatkan hasil bahwa video ini dapat digunakan untuk keperluan latihan mandiri.

5. DAFTAR RUJUKAN

- [1] Kim, J., Dattilo, J., & Heo, J., 2011, 'Taekwondo Participation as Serious Leisure for Life Satisfaction and Health', *Journal of Leisure Research*, vol. 43, no.4, pp. 545-559.
- [2] Myong K,L, Jeong,Ki-young, & Kim, J, 2009, *Poomsae Taekwondo UntukKompetisi*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- [3] Jakubiak, N., & Saunders D H 2008, 'The Feasibility And Efficacy Of Elastic Resistance Training For Improving The Velocity Of The Olympic Taekwondo Turning Kick', *The*

Journal of Strength & Conditioning Research, vol. 22, no.4, pp.1194-1197

- [4] L. J. Amado Forero, S. Valentina Mateus Suárez, D. F. Rincón, F. Alexis Sierra Sánchez and M. M. Torres Pinzón, "Biomechanical modeling of a taekwondo kick (Dollyo Chagui)," 2021 IEEE 2nd International Congress of Biomedical Engineering and Bioengineering (CI-IB&BI), 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/CI-IBBI54220.2021.9626092.
- [5] H. Yang, Y. Li and T. Meng, "The Application of Information Technology in the Teaching and Training of Taekwondo in College Physical Education," 2021 International Conference on Information Technology and Contemporary Sports (TCS), 2021, pp. 156-159, doi: 10.1109/TCS52929.2021.00041.
- [6] Moeslund, T.B. & Granum E 2001, 'A Survey Of Computer Vision-Based Human Motion Capture', Computer vision and image understanding, vol. 8, no. 3, pp. 231- 268.
- [7] Landeo, R & McIntosh A S 2008, 'Kinetic and kinematic differences between target and free kicking in taekwondo', ISBS Conference.vol. 1, no.1, pp. 187-190.
- [8] H. Jung, M. Kim and J. Lyou, "Realization of a hybrid human motion capture system," 2017 17th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS), 2017, pp. 1581-1585, doi: 10.23919/ICCAS.2017.8204238.
- [9] Suryajaya, I.D.B., 2015, 'Teknik motion capture dalam proses pembuatan animasi 3D menggunakan microsoft kinect.', SEMNASTEKNOMEDIA ONLINE, vol. 3, no. 1, pp.5-1.
- [10] J. S. Joon, "Reviewing Principles and Elements of Animation for Motion Capture- Based Walk, Run and Jump," 2010 Seventh International Conference on Computer Graphics, Imaging and Visualization, 2010, pp. 55-59, doi: 10.1109/CGIV.2010.16.
- [11] Mundermann, L., Corazza S & Andriacchi T P 2010, 'Markerless motion capture system.' U.S. Patent, no. 7, pp. 804- 998.
- [12] Piponi, D., & Borshukov G 2000, 'Seamless texture mapping of subdivision surfaces by model pelting and texture blending.' In Proceedings of the 27th annual conference on Computer graphics and interactive techniques, pp. 471-478.
- [13] Fadya, M., Sari, I. P., & Informatika, T. (2018). Modelling 3D dan Animating Karakter pada Game Edukasi " World War D" Berbasis Android. MULTINETICS, 4(2), 43-48.
- [14] S. K. Putri, W. Sarinastiti and C. D. Murdaningtyas, "Media Information of Generalized Anxiety Disorder In Adolescent Through Animation Explainer," 2021 International Electronics Symposium (IES), 2021, pp. 488-493, doi: 10.1109/IES53407.2021.9594054.