

PERTUNJUKAN MARIONETTE MANUSIA DENGAN METODE MULTIPLE RETARGETING

HUMAN MARIONETTE PERFORMANCE WITH MULTIPLE RETARGETING METHOD

Fiqri Ramadhan¹, Dr. Purba Daru Kusuma S.T, M.T², Anton Siswo Raharjo Ansori S.T, M.T³

^{1,3}Prodi S1 Sistem Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

²Prodi S1 Sistem Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

³Prodi S1 Sistem Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹fiqidhan@student.telkomuniversity.ac.id, ²purbodaru@telkomuniversity.ac.id, ³raharjo@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Puppetry adalah bentuk teater atau pertunjukan yang melibatkan manipulasi wayang benda mati, yang seringkali menyerupai beberapa jenis figur manusia atau binatang, yang digerakkan atau dimanipulasi oleh manusia yang disebut dalang. Pertunjukan seperti itu juga dikenal sebagai wayang golek. Dalam praktiknya, bentuk teater yang dilakukan selalu menggunakan alat yang tradisional berupa boneka yang digerakan menggunakan tangan atau tali.

Penelitian ini dilakukan agar pertunjukan teater *marionette* yang dilakukan secara sederhana dapat dinikmati secara digital dan dapat berguna sebagai media hiburan serta pembelajaran untuk semua kalangan. Dengan menggunakan metode *multiple retargeting*, pertunjukan akan menampilkan beberapa boneka yang akan mengikuti gerakan dari dalang secara alami, namun mereka akan mengikutinya dengan gerakan alami pada boneka yang memiliki keterbatasan karena *marionette* dan manusia berbeda. Presentasi keakurasian pada perancangan umum sistem dan pada pengujian berbeda karena beberapa faktor, salah satunya adalah kalibrasi alat pada saat program dijalankan, pada pengujian didapatkan pada peraga pertama 75.75 % dan pada peraga kedua 59.24 %.

Kata Kunci : *puppet show, puppetry, marionette, multiple retargeting*

Abstract

Puppetry is a form of theater or show that involves the manipulation of the shadow puppet, which often resembles some kind of human or animal figure, which is manipulated or manipulated by a man called puppeteer. Such performances are also known as wayang golek. In practice, the form of the theater is always using a traditional tool in the form of dolls that are moved by hand or rope.

This research is conducted so that the performance of marionette theater can be enjoyed in a digital way and can be useful as entertainment media and learning for all circles. Using multiple retargeting methods, the show will feature some puppets that will follow the movements of the puppeteers naturally, but they will follow in the natural movement of dolls that have limitations because marionettes and humans are different. Presentation of accuracy in general system design and testing is different due to several factors, one of which is the tool calibration at the time the program is run, the test is obtained in the first 75.75% and the second is 59.24%.

Keywords: *puppet show, puppetry, marionette, multiple retargeting*

1. Pendahuluan

Puppetry adalah bentuk teater atau pertunjukan yang melibatkan manipulasi wayang benda mati, yang seringkali menyerupai beberapa jenis figur manusia atau binatang, yang digerakkan atau dimanipulasi oleh manusia yang disebut dalang. Pertunjukan seperti itu juga dikenal sebagai wayang golek. Dalang menggunakan gerakan tangan, lengan, atau alat pengontrolnya seperti batang atau senar untuk menggerakkan tubuh, kepala, anggota badan, dan dalam beberapa kasus mulut dan mata boneka. Sang dalang sering berbicara dengan suara karakter wayang, dan kemudian menyelaraskan gerakan mulut boneka dengan bagian yang diucapkan ini. Tindakan, isyarat dan bagian yang diucapkan yang dimainkan oleh boneka biasanya digunakan dalam mendongeng. Ada banyak varietas wayang yang berbeda, dan terbuat dari berbagai bahan, tergantung pada bentuk dan kegunaannya. konstruksi mereka dapat sangat sederhana atau justru sangat kompleks [1].

Boneka paling sederhana meliputi: boneka jari yaitu boneka mungil yang sesuai dengan satu jari atau boneka kaus kaki yaitu boneka yang terbentuk dari kaus kaki dan dioperasikan dengan memasukkan tangan ke dalam kaus kaki dengan cara membuka dan menutup tangan mensimulasikan gerakan mulut boneka itu. Sebuah boneka tangan dikendalikan oleh satu tangan yang menempati bagian dalam wayang dan menggerakkan boneka di sekitar (boneka Punch dan Judy adalah contoh boneka tangan yang familiar). Sebuah boneka tangan mirip dengan boneka tangan tetapi lebih besar dan membutuhkan dua dalang untuk setiap boneka. Ada juga beberapa boneka yang dikendalikan dengan tangan dan kayu, seperti boneka *puppet*. Terdapat pula boneka dengan tingkat kesulitan yang cukup sulit dan tidak semua orang dapat melakukannya. Hal ini disebabkan oleh karakter boneka tersebut hampir mirip dengan manusia, yaitu memiliki gerakan sendi terbatas. Boneka tersebut sering disebut dengan *marionettes*. *Marionettes* dijalankan dan dikendalikan oleh sejumlah senar dan dalam beberapa kondisi juga ditambah dengan batang utama yang terpasang pada bar kontrol yang dipegang dari atas oleh dalang[1].

Proses penggabungan teknologi modern dengan sesuatu yang klasik telah memberikan kemudahan dalam menampilkan sesuatu pertunjukan yang lebih menarik. Salah satunya adalah pertunjukan puppet secara digital. Boneka puppet yang sebelumnya hanya terbuat dari bahan kayu yang digerakan melalui tali pada sumbu-sumbu tertentu sehingga menyerupai gerakan manusia pada umumnya.

Pertunjukan puppet secara digital merupakan sesuatu inovasi penggabungan sesuatu yang klasik dengan era modern. Teknologi animasi dapat menampilkan secara digital dalam format tiga dimensi. Manusia menggerakannya menggunakan sebuah sensor yang menyeluruh pada bagian tubuh yang bernama *neuron*. Boneka digerakan oleh *motion capture* yang diolah oleh program bernama *Unity3D*. Boneka mengikuti pergerakan manusia secara alamiah dengan mengikuti sensor. Akan tetapi, boneka tidak mengikuti semua gerakan manusia secara alami. Boneka peraga hanya mengikuti pergerakan alamiah boneka.

2. Dasar Teori

2.1 Puppet / Marionette Theater

Teater mainan atau miniatur dirancang untuk penggunaan yang dapat dipertukarkan dalam pertunjukan pentas, seperti pertunjukan wayang atau boneka dan terdiri dari sebuah perumahan dengan *platform* yang biasanya diletakkan di ujung bawah perumahan dengan bukaan depan di perumahan di atas *platform*. Untuk menentukan sebuah panggung, satu atau lebih bukaan sisi disediakan untuk memberi akses dari sisi perumahan untuk memanipulasi karakter di atas panggung. *Platform* ini mencakup pembukaan yang ditutup dengan mudah sehingga ketika *platform* berada di ujung bawah perumahan, dia membentuk panggung yang kokoh dan saat perumahan dibalik untuk menempatkan *platform* di ujung atas, pembukaan perumahan dibiarkan terbuka, bagian dari marionettes atau gambar lainnya yang berada di atas perumahan dan masuk ke dalam posisi yang terlihat melalui bukaan depan perumahan. Latar belakang yang indah dalam bentuk panel yang dilepas dan dilipat dengan mudah melalui slot baik di bagian depan atau belakang dari *platform* sesuai keinginan[2].

2.2 Motion Capture

Motion capture telah menjadi topik yang populer di bidang robotika, animasi, game komputer, VR dan sebagainya. Di sisi lain, aplikasi robot *humanoid* di bidang hiburan adalah industri yang berkembang pesat. Manusia termotivasi oleh gagasan permainan dan kinerja realitas dengan menggunakan robot hiburan, di mana misalnya pemain menggunakan mosi mereka untuk mengendalikan *humanoids* agar terlibat dalam permainan. Proyek ini mengeksplorasi kontrol gerakan sistematis dari *robot marionette* melalui data *motion capture*.

Motion capture, motion tracking, atau *mocap* adalah terminologi yang digunakan untuk mendeskripsikan proses dari perekaman gerakan dan pengartian gerakan tersebut menjadi model digital. Ini digunakan di militer, hiburan, olahraga, aplikasi medis, dan untuk kalidasi ciri *computer* dan *robot*. Di dalam pembuatan film, *mocap* berarti merekam aksi dari actor manusia dan menggunakan informasi tersebut untuk menganimasi karakter digital ke model animasi *computer* dua dimensi atau tiga dimensi. Ketika itu termasuk wajah dan jari-jari atau penangkapan ekspresi yang halus, kegiatan ini biasa dikatakan sebagai *performance capture*.

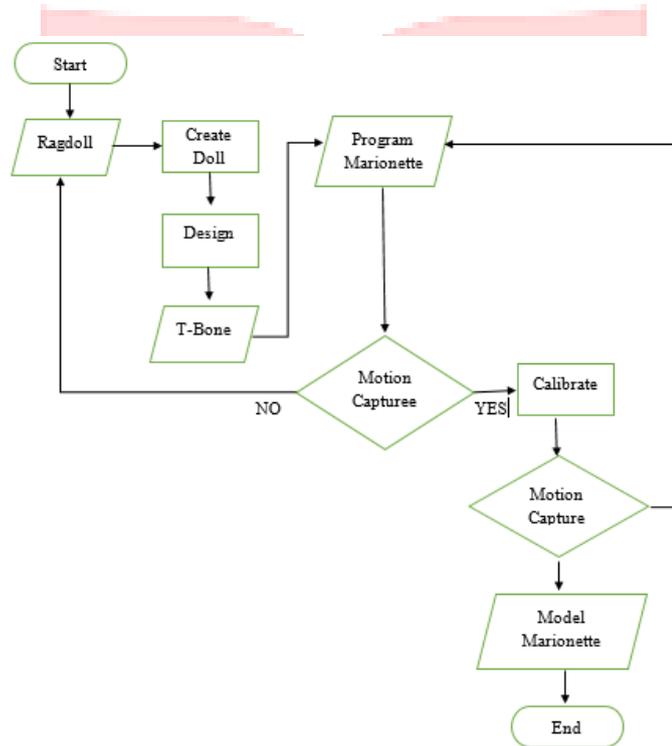
2.3 Deskripsi Umum Sistem

Sistem ini bertujuan untuk merancang dan melakukan implementasi perangkat lunak yang berfungsi untuk pertunjukan sederhana Puppet Dance Show dimana manusia menggerakkan puppet namun boneka bergerak secara natural boneka dengan skenario tertentu.

Boneka yang dipakai menggunakan metode *multiple retargeting*, dimana boneka lain mengikuti gerakan boneka utama. Secara garis besar, sistem pembuatan Pertunjukan *Marionette* Manusia dengan Metode *Multiple Retargeting* ini memiliki gambaran yang cukup luas. Oleh Karena itu dibutuhkan diagram yang menggambarkan tahapan pembuatan dari pertunjukan *marionette* manusia tersebut.

Perancangan Umum Sistem

Pada tahap ini dijelaskan gambaran umum dari sistem utama yang digunakan pada saat perancangan. Gambar 2.1 adalah diagram perancangan sistem yang berguna untuk menggambarkan proses pengolahan sistem secara keseluruhan. Pada aplikasi ini, ada beberapa proses yang dilalui agar data diolah dan di klarifikasikan. Adapun Gambaran umum sistem ini dilihat dari gambar berikut:



Gambar 2.1 Diagram Perancangan Sistem

Adapun proses pembuatan *ragdolls* dilihat pada tabel 2.1 adalah bentuk pembuatan dari *ragdoll*. Gambar menunjukkan skema pembuatan boneka, mulai dari pembuatan kepala hingga kaki. Skema tersebut yang dihubungkan oleh bentuk boneka dari aplikasi *Unity3D*.

Tabel 2.1 Mapping bones pada model

Bones Pada Model		
Structure	Bone Name	Hierarchy Name
Body	Hips	joint Pelvis
	Spine	joint TorsoA
	Chest	joint TorsoB
Left Arm	Shoulder	joint ClavicleLT
	Upper Arm	joint ShoulderLT
	Lower Arm	joint ElbowLT
Right Arm	Hand	joint HandLT
	Shoulder	joint ClavicleRT
	Upper Arm	joint ShoulderRT
Left Leg	Lower Arm	joint ElbowRT
	Hand	joint HandRT
	Upper Leg	joint HipLT
Right Leg	Lower Leg	joint KneeLT
	Foot	joint FootLT
	Upper Leg	joint HipRT
Left Leg	Lower Leg	joint KneeRT
	Foot	joint FootRT

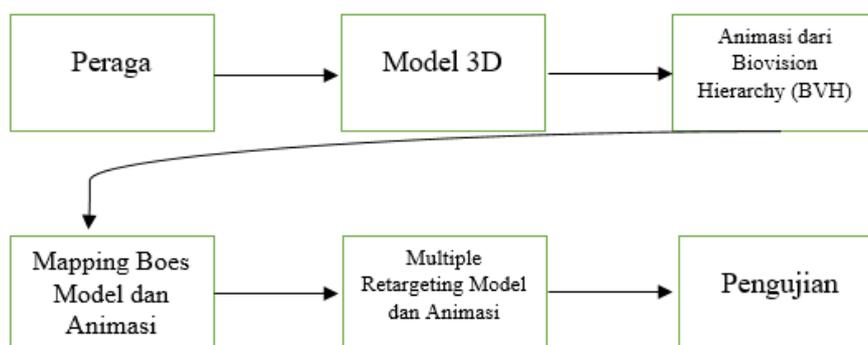
Head	Head	joint joint Head
Left Hand	Thumb Proximal	joint ThumbALT
	Thumb Intermediate	joint ThumbBLT
	Thumbe Distal	joint ThumbCLT
	Index Proximal	joint IndexALT
	Index Intermediate	joint IndexBLT
	Index Distal	joint IndexCLT
	Middle Proximal	joint RingALT
	Middle Intermediate	joint RingBLT
	Ring Proximal	joint RingCLT
	Ring Intermediate	joint FingerALT
	Little Proximal	joint FingerBLT
	Little intermediate	joint PinkyALT
	Little Distal	joint PinkyBLT
	Right Hand	Thumb Proximal
Thumb Intermediate		joint ThumbBRT
Thumbe Distal		joint ThumbCRT
Index Proximal		joint IndexART
Index Intermediate		joint IndexBRT
Index Distal		joint IndexCRT
Middle Proximal		joint RingART
Middle Intermediate		joint RingBRT
Ring Proximal		joint RingCRT
Ring Intermediate		joint FingerART
Little Proximal		joint FingerBRT
Little intermediate		joint PinkyART
Little Distal		joint PinkyBRT

Pada manusia memiliki sendi dan derajat tersendiri dalam pergerakannya. Gerakan tersebut memiliki fleksibilitas yang berbeda, saat manusia dapat menggerakkan persendian yang bisa ditentukan derajatnya, boneka *marionette* juga bisa dapat mengikutinya dengan gerakan alami boneka dan derajat yang terbatas. Adapun tabel 2.2 adalah gambaran dari presentasi derajat gerakan manusia dan boneka. Sendi manusia dan sendi boneka didapatkan dari pengukuran langsung dan *setting* yang berada pada program, sedangkan nilai akurasi didapatkan dari perhitungan perkiraan.

3. Implementasi & Pengujian

3.1 Skema Implementasi

Pada sistem ini, pengguna dapat melakukan sebuah pertunjukan *marionette* manusia dengan menggunakan metode *multiple retargeting* dengan menggunakan alat PGI Accelerator Silicon Labs CP210x bernama neuron. Kemudian alat tersebut dapat di hubungkan dengan perangkat lunak bernama axis neuron yang akan menjadi sarana untuk motion capture yang akan di koneksikan dengan Unity3D sebagai alat untuk mendemonstrasikannya.



Gambar 3.1 Diagram Skema Implementasi

Pada manusia memiliki sendi dan derajat tersendiri dalam pergerakannya. Gerakan tersebut memiliki fleksibilitas yang berbeda, saat manusia dapat menggerakkan persendian yang bisa ditentukan derajatnya, boneka *marionette* juga bisa dapat mengikutinya dengan gerakan alami boneka dan derajat yang terbatas. Adapun tabel 3.1 adalah gambaran dari presentasi derajat gerakan manusia dan boneka. Sendi manusia dan sendi boneka didapatkan dari pengukuran langsung dan *setting* yang berada pada program, sedangkan nilai akurasi didapatkan dari perhitungan perkiraan. Hasil dari rata-rata jika melebihi 50% itu menandakan hasil yang bagus.

Tabel 3.1 Setting derajat dan akurasi perkiraan

Sendi	Sendi Manusia (°)	Sendi Boneka (°)	Rasio Boneka Terhadap Manusia (%)
Putar	0-360	0-30	8.3
Engsel	0-180	0-90	50
Pelana	0-180	0-90	50
Peluru	0-90	0-45	50
Gulung	0-265	0-90	33.96
Geser	0-45	0-30	66,66
		Rata-rata (%)	43.15

3.2 Pengujian Sistem

Tahap pengujian ini dilakukan dengan *scenario* sebagai berikut. Terdiri dari *motion capture*, *axis neuron*, *unity axis integration*, *unity configuration*, *marionette program*, dan *multiple retargeting method*.

Pada proses pengujian ini, alat yang digunakan adalah Silicon Labs CP210x (Neuron) berbentuk *full body*. Alat ini berfungsi untuk *motion capture* dan mensimulasikan pertunjukan *marionette* sederhana yang dapat ditampilkan pada aplikasi Unity3D. Sebelum *motion capture* dilakukan, alat dapat dihubungkan terlebih dahulu dengan computer, kemudian di intergrasikan dan di kalibrasi agar sesuai dengan bentuk dan gerakan yang peraga lakukan.

Alat dipakai dengan ketentuan yang sudah di sesuaikan pada tubuh dari peraga kemudian aplikasi dapat memperhatikan gerakan yang dapat dilakukan oleh peraga. Pada proses *motion capture*, boneka puppet dapat berupa *humanoid*. Proyek ini mengeksplorasi kontrol gerakan sistematis dari *robot marionette* melalui data *motion capture*.

Pada proses pengujian berikutnya aplikasi dapat menampilkan bentuk boneka yang sudah dibuat sebelumnya oleh *motion capture*, di kalibrasi dan di integrasi agar dapat digunakan. Setelah di kalibrasikan dan di integrasi yang dilakukan sebelumnya, aplikasi mengatur bagaimana bentuk *model alignment*, *parameters*, *body and size manager*, *smooth factor*, dan *data visualizer*.

Setelah melakukan proses di atas, peraga melakukan gerakan bebas, kemudian aplikasi akan men *capture* setiap gerakan yang dilakukan oleh peraga yang dinamakan *scene* dan ditampilkan pada aplikasi *axis neuron*. Pada proses pengujian aplikasi *axis neuron* dihubungkan dengan aplikasi *Unity3D* agar dapat dibuat model dan di implementasikan menjadi sebuah boneka *marionette*.

Hal pertama yang dilakukan adalah mengubah settingan yang berada pada *axis neuron*, mengubah IP yang digunakan. IP pada aplikasi *axis neuron* harus sama dengan aplikasi *Unity3D* agar dapat di hubungkan pada saat pengintegrasian. Hal yang diubah hanya *general settings* dan *broadcasting settings*.

Settingan IP dan Port diubah sesuai dengan alat dan konektivitas, jika aplikasi menggunakan *wireless*, harus dihubungkan dengan *wifi* dan jika tidak, matikan kolom centang pada tulisan *support wifi mode*. Tugas akhir ini menggunakan *wired* atau *cable* sehingga kolom centangnya harus dimatikan.

Host Address diubah sesuai dengan IP yang berada pada *Unity3D*. Konektivitas yang digunakan adalah BVH. Jadi kolom centang yang berada pada tulisan BVH dihidupkan, kemudian ubah Port dan Format yang ada sesuai dengan aplikasi pada *Unity3D*.

Pada proses pengujian aplikasi *Unity3D* menampilkan bentuk dan *scene* yang sudah dilakukan pada aplikasi *axis neuron* dan pada saat *unity axis integration*. Sebelumnya, buat dahulu *project* dan *scene* yang digunakan saat konfigurasi. Boneka yang sudah dibuat pada *motion capture* di sesuaikan bentuknya pada *ragdoll* (sebelumnya sudah di download pada *website Unity3D*) dan settingan pada *Assets*.

setting assets boneka di program sesuai dengan kebutuhan dari aplikasi yang akan ditampilkan pada saat peraga menggunakan alat.

setting assets scene dan *scene*. Pada gambar ini, aplikasi membuat bentuk dari set yang digunakan, bagaimana pengambilan *view*, jarak, dan posisi boneka yang akan digunakan nanti.

setting gameobject ragdoll. Pada gambar ini, *ragdoll* yang sudah dibuat sebelumnya, dikonfigurasi masing-masing pada *3D object* yang berada di *Unity3D*, mulai dari kepala hingga kaki seperti settingan *ragdoll* pada *motion capture*.

Pada proses pengujian pengujian semua settingan yang telah dilakukan pada saat *unity integration* digunakan untuk memprogram boneka *puppet* yang nantinya bekerja sesuai dengan gerakan alami boneka.

Boneka *unity* dan *setting* boneka. Pada gambar ini menunjukkan konfigurasi boneka yang digunakan, ubah sistem yang akan digunakan, mulai dari *position*, *rotation*, *scale*, *controller*, *avatar*. Setelah mengkonfigurasi semuanya, ubah bentuk model sesuai yang diinginkan, berikut adalah bentuknya.

setting model dan setting rig. Pada gambar ini, menunjukkan konfigurasi yang dilakukan untuk merubah bentuk dan *type* dari model yang akan digunakan saat pertunjukan.

Pada proses pengujian akhir, boneka utama yang digunakan pada *marionette program* kemudian akan diintegrasikan dan dihubungkan dengan model boneka yang lainnya sehingga boneka lainnya mengikuti pergerakan asli dari boneka yang dihubungkan.

setting neuron animator menunjukkan konfigurasi utama dalam mengatur boneka utama yang digunakan saat *marionette program*.

second marionette dan *setting second marionette*. Pada gambar ini, menunjukkan konfigurasi boneka kedua untuk menentukan metode yang digunakan yaitu *multiple retargeting*. Boneka diatur sesuai dengan boneka utama, cara mengaturnya sama dengan *ragdoll*.

Tabel 4.1 setting derajat dan akurasi

Sendi	Sendi Manusia (°)	Sendi Boneka (°)	Rasio Boneka Terhadap Manusia (%)
Putar	0-360	0-30	8.3
Engsel	0-180	0-90	50
Pelana	0-180	0-90	50
Peluru	0-90	0-45	50
Gulung	0-265	0-90	33.96
Geser	0-45	0-30	66,66
Rata-rata (%)			43.15

Tabel 4.2 Hasil data pengujian 1

No	Animasi	Sendi	Rasio Boneka Terhadap Manusia (%)	Rasio Alat Peraga 1 (%)
1	Idle	Putar	8.3	50
2	Forward	Engsel	50	100
3	Right	Pelana	50	100
4	Left	Peluru	50	100
5	Jump	Gulung	33.96	68.18
6	Dive	Geser	66.66	36.36
Rata – rata (%)			75.75	

Tabel 4.3 Hasil data pengujian 2

No	Animasi	Sendi	Rasio Boneka Terhadap Manusia (%)	Rasio Alat Peraga 2 (%)
----	---------	-------	-----------------------------------	-------------------------

1	Idle	Putar	8.3	35
2	Forward	Engsel	50	75
3	Right	Pelana	50	75
4	Left	Peluru	50	75
5	Jump	Gulung	33.96	31.82
6	Dive	Geser	66.66	63.64
			Rata – rata (%)	59.24

4. Pembahasan

Setelah melakukan semua proses, boneka *marionette* dapat digunakan untuk pertunjukan teater sederhana dimana dalang menggerakkan tubuhnya kemudian boneka mengikuti gerakan dan bergerak secara natural boneka. Kemudian didapatkan presentasi setelah perhitungan perkiraan pada perancangan umum sistem. Tabel 4.1 adalah hasil dari perhitungan dan settingan program yang sudah dilakukan, dapat dilihat presentasi keakurasian sama dengan settingan yang telah ditentukan sebelumnya. Tabel 4.2 dan 4.3 adalah hasil dari pengujian.

Dari tabel 4.2 dan 4.3 didapatkan bahwa prosentase alat yang digunakan pada peraga yang berbeda menghasilkan jumlah rasio yang berbeda, dikarenakan peraga yang berbeda memiliki tekstur tubuh yang berbeda sehingga alat yang digunakan menghasilkan kalibrasi rasio yang berbeda.

5. Kesimpulan

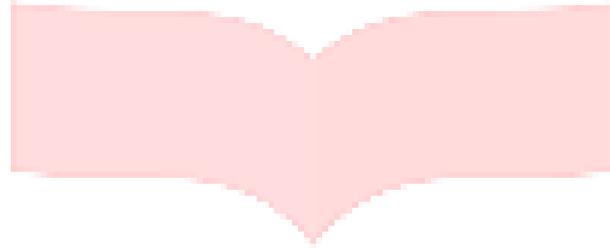
Berdasarkan hasil dari pengujian yang sudah dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Aplikasi mampu berjalan dengan baik pada perangkat keras Silicon Labs CP210x (Neuron) dan dapat terhubung pada aplikasi *Unity3D* dan *Axis Neuron*.
2. Faktor yang mempengaruhi perbedaan hasil ukuran instalasi pada saat *motion capture* adalah peraga pada saat menggunakan perangkat, aplikasi mengikuti kebutuhan dari spesifikasi perangkat.
3. Aplikasi mampu menampilkan gerakan boneka yang diperoleh dari peraga dan dapat mempertunjukkan boneka *marionette* yang mengikuti gerakan alami boneka dengan keterbatasan tertentu.
4. Aplikasi mampu mengimplementasikan metode yang digunakan yaitu *multiple retargeting* pada saat pertunjukan berlangsung.
5. Boneka ini di setting dengan fleksibilitas dengan presentasi keakurasian pada perancangan umum sistem dan pada pengujian berbeda karena beberapa faktor, salah satunya adalah kalibrasi alat pada saat program dijalankan.
6. Pada pengujian prosentase alat yang digunakan pada peraga yang berbeda menghasilkan jumlah rasio yang berbeda, dikarenakan peraga yang berbeda memiliki tekstur tubuh yang berbeda sehingga alat yang digunakan menghasilkan kalibrasi rasio yang berbeda.
7. Dari pengujian yang dilakukan prosentase rasio yang didapatkan pada peraga pertama adalah sebesar 75.75 % dan pada peraga kedua adalah sebesar 59.24 %, artinya kedua rasio tersebut lebih besar dari rasio standar yaitu sebesar 43.15%.

Daftar Pustaka :

- [1] Baird, Bil (1966). *The Art of the Puppet*. Plays. ISBN 0-8238-0067-9
- [2] *Beaton, Mabel; Les Beaton (1948). Marionettes: A Hobby for Everyone*. New York.
- [3] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/2/21/Lemon_whole01_wiki.jpg. 12 November 2017. 14.30.
- [4] Nguyen, K. D., Chen, I. M., Yeo, S. H., & Duh, B. L. (2007, September). Motion control of a robotic puppet through a hybrid motion capture device. In *Automation Science and Engineering, 2007. CASE 2007. IEEE International Conference on* (pp. 753-758). IEEE.
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/38/May_Day_Parade_-_1-Minneapolis-2007-05-06.jpg/269px-May_Day_Parade_-_1-Minneapolis-2007-05-06.jpg. 12 November 2017. 14.31.
- [5] Yamane, K., Hodgins, J. K., & Brown, H. B. (2004). Controlling a motorized marionette with human motion capture data. *International Journal of Humanoid Robotics*, 1(04), 651-669.
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/ca/Swanage_Punch_%26_Judy.JPG/201px-Swanage_Punch_%26_Judy.JPG. 12 November 2017. 14.32.
- [6] https://www.researchgate.net/figure/4041647_fig1_Fig-1-The-motorized-marionette-and-its-model-The-marionette-is-about-60cm-tall-The.
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a5/Chilidasschaf-krappweis-haffner.jpg/136px-Chilidasschaf-krappweis-haffner.jpg>. 12 November 2017. 14.33.
- [7] *Mulholland, John (1961). Practical Puppetry*. London: Herbert Jenkins Ltd.
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/0a/Seattle_Center_puppeteer.jpg/135px-Seattle_Center_puppeteer.jpg. 12 November 2017. 14.33.

- [8] Currell, David (1992). *An Introduction to Puppets and Puppetmaking*. London: New Burlington Books, Quintet Publishing Limited. ISBN 1-85348-389-3.
- [9] Blumenthal, Eileen, *Puppetry and Puppets*, Thames & Hudson, 2005. ISBN 978-0-500-51226-5
- [10] Latshaw, George (2000). *The Complete Book of Puppetry*. London: Dover Publications. ISBN 978-0-486-40952-8.



Telkom
University