

**PELACAKAN GERAKAN TANGAN BERBASIS KINECT UNTUK  
MENGEMBANGKAN TEATER WAYANG KULIT**

**TESIS**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Magister Komputer

**Disusun oleh:  
Ervin Yohannes  
NIM: 156150100111002**



**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KOMPUTER  
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2019**

## PENGESAHAN

PELACAKAN GERAKAN TANGAN BERBASIS KINECT UNTUK MENGEMBANGKAN  
TEATER WAYANG KULIT

TESIS

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Magister Komputer

Disusun Oleh :

Ervin Yohannes

NIM: 156150100111002

Tesis ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada  
21 Juli 2017

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr.Eng., Fitri Utamingrum, S.T., M.T

Timothy K. Shih, B.S., M.S., Ph.D

NIP. 198207102008122001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika,

Tri Astoto Kurniawan, S.T., M.T., Ph.D

NIP. 197105182003121001

## PERNYATAAN ORISINALITAS

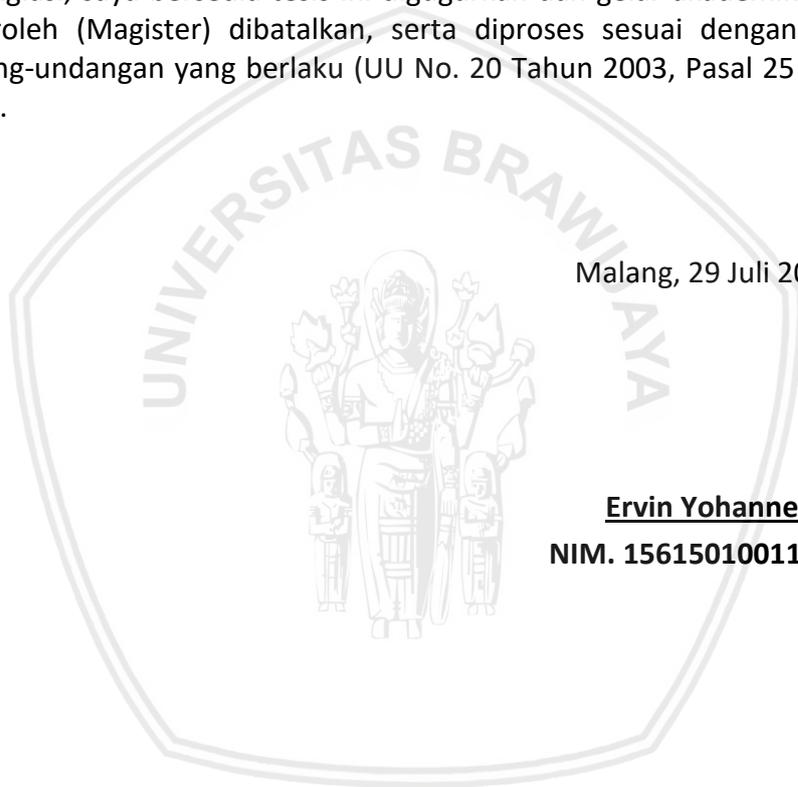
Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah tesis ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah tesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur unsur plagiasi, saya bersedia tesis ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (Magister) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 29 Juli 2019

**Ervin Yohannes**

**NIM. 156150100111002**



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan tesis dan publikasi yang disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Ilmu Komputer di Program Studi Magister Ilmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya. Dalam penyusunan tugas atau materi ini, tidak sedikit hambatan yang saya hadapi. Namun saya menyadari bahwa kelancaran dalam penyusunan materi ini tidak lain berkat bantuan, dorongan, dan bimbingan dosen pembimbing, orang tua dan beberapa pihak, sehingga kendala-kendala yang dihadapi dapat teratasi. Oleh karena itu, pada kesempatan ini saya ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Pertama, saya mengucapkan syukur kepada Allah SWT karena menguntungkannya bisa menyelesaikan Tesis saya dan tidak lupa sholat dan salam saya mengatakan kepada Nabi Muhammad SAW karena aku masih merasa Islam mendukung di luar negeri terutama di Taiwan.
2. Untuk ibu dan ayah, Misti dan Petrus Ari Bowo selalu memberikan dukungan dan semangat untuk menyelesaikan studi saya di Taiwan.
3. Untuk Biro Perencanaan Kerjasama Luar Negeri (BPKLN) memberikan tantangan untuk belajar di luar negeri dan mendukung juga.
4. Professor saya, Profesor Timothy K. Shih dan Doktor Fitri Utaminingrum yang membimbing saya untuk menyelesaikan Tesis saya dan hal lain juga.
5. Noorkholis L. H. dan Wisnu A. yang membantu saya untuk memberikan nasihat, memecahkan beberapa Logis tentang Tesis saya dan satu tim di laboratorium.
6. Untuk saudara JOSH, Indra L. Tarigan, Redy A.D.B, Raka Mahendra S., Ainun Indra, Raviqul F., Hanas S., Aditya Putra, Afiqie F., Bima P. dan anggota lain dari JOSH yang selalu bertanya tentang kemajuan tesis dan bersama berdakwah di Taiwan.
7. Untuk Ustadz Yuke H.L., Sutarsis, J. Anif yang memberi saya pengetahuan tentang Islam dan satu hal lagi tentang Islam.
8. Untuk CSIE anggota terutama masyarakat Indonesia yang berjuang tentang tesis, mengambil kelas, dan jamaah masjid departemen CSIE.
9. Anggota NCUMC yang mana bersama-sama di masjid untuk mendengar kajian tentang Islam dari berbagai Ustadz setiap Jumat dan makan bersama-sama juga.
10. Untuk anggota laboratorium MINE yang bersama-sama penelitian dalam satu lab dan merayakan ulang tahun profesor.
11. Mahasiswa Fall 2016 anggota yang bersama-sama belajar di Taiwan dan mencapai tingkat yang kita inginkan.
12. Untuk akhir yang memberi saya kesempatan untuk merasa studi di luar negeri pada tahun kedua. Double petugas derajat, Profesor Lilik S., Wafri N., Wikan H., dan petugas lainnya dalam program gelar ganda yang

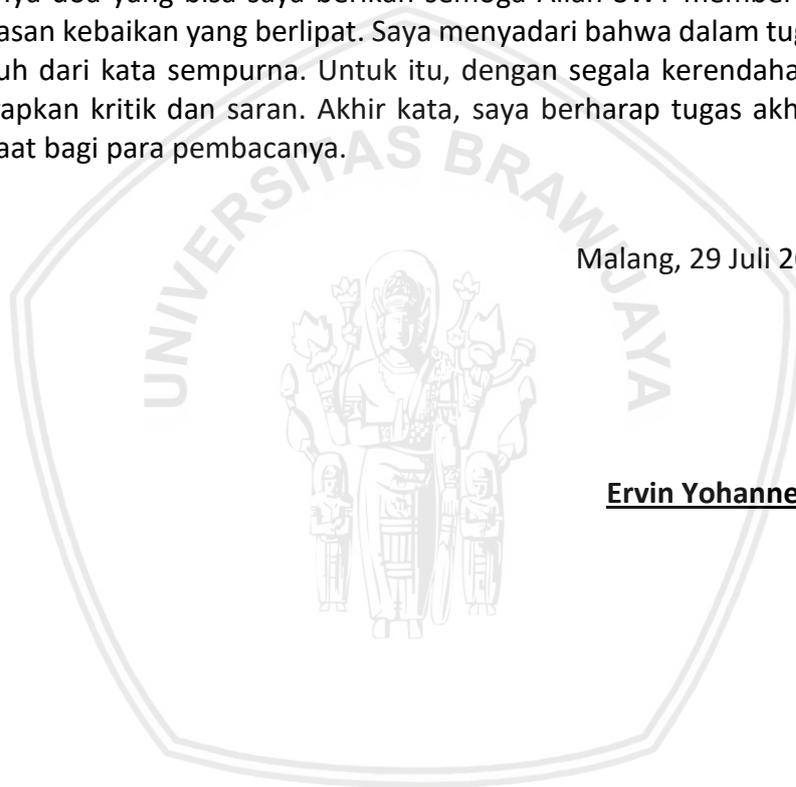
membantu saya untuk persiapan pergi ke luar negeri dalam tahun kedua dan persiapan ujian lisan.

13. Untuk FILKOM akademisi yang membantu saya untuk lulus dari akhir dan UB.
14. Untuk MILKOM' 15 yang bertanya padaku tentang tesis, ketika kembali ke Indonesia dan salam tentang saya lulus.
15. Untuk UB yang memberi saya kesempatan belajar di tahun pertama. Semua yang saya tidak bisa mengatakan satu per satu telah membantu saya untuk menyelesaikan Tesis saya dan memberi saya banyak pengalaman.

Hanya doa yang bisa saya berikan semoga Allah SWT memberikan pahala serta balasan kebaikan yang berlipat. Saya menyadari bahwa dalam tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati saya mengharapkan kritik dan saran. Akhir kata, saya berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya.

Malang, 29 Juli 2019

**Ervin Yohannes**



## ABSTRAK

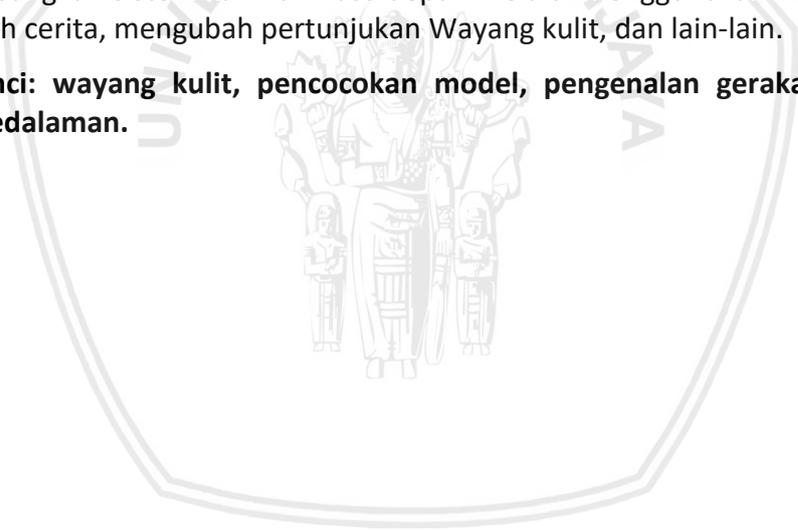
**Ervin Yohannes. 2017. Pelacakan Gerakan Tangan berbasis Kinect untuk Mengembangkan Teater Wayang kulit. Program Magister Ilmu Komputer, Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, Malang.**

**Dosen Pembimbing: Dr.Eng., Fitri Utamingrum, S.T., M.T; Timothy K. Shih, Ph.D**

Di Indonesia, ada banyak permainan tradisional dan teater. Permainan dan teater dapat bermain oleh semua orang dari anak-anak sampai matang. Teater populer bermain boneka dan bayangan bersama-sama dengan orang dan itu disebut teater Wayang kulit. Banyak storytellings di Wayang kulit dari komedi, sejarah, Roman dan lainnya. Cerita Roman adalah cerita yang populer dari cerita lain yang merupakan kisah Ramayana. Dalam kisah ini, ada lima karakter termasuk Anoman, Sinta, Rama, Laksma, dan Rahwana. Di teater Wayang kulit biasanya ada Gunung memberi tanda latar belakang atau cerita berubah. Rahwana adalah karakter yang buruk dan yang lain karakter yang baik. Teater Wayang kulit menggunakan gerakan tangan pengakuan untuk bermain. Objek 3D yang terbuat dari Blender yang blender adalah sebuah alat untuk merancang 2D atau 3D objek, banyak fitur dalam merancang atau pemodelan, memberikan tekstur objek dan dll. Blender bebas daripada alat lain untuk tujuan yang sama dan user-friendly sehingga pengguna dapat memahami program atau alat cepat. Pemrograman menggunakan C# oleh Persatuan terkait. Kesatuan adalah alat pengembangan game dan banyak permainan yang hebat yang terbuat dari kesatuan karena begitu banyak fitur, alat yang sangat interaktif dan hal penting dapat berkaitan Kinect. Pertama, dalam teater membutuhkan dua tangan untuk menghasilkan atau memindahkan Wayang kulit Jadi perlu pengelompokan metode untuk cluster kanan dan kiri. Metode clustering yang menggunakan DBSCAN pengelompokan karena dapat cluster secara otomatis dan efisien daripada metode lain. Ada 2 variabel penting di DBSCAN termasuk Eps dan MinPts yang perlu memvalidasi ambang batas untuk mendapatkan hasil yang baik cluster. Kanan dan kiri akan mencari tentang setiap median untuk proses berikutnya. Median Cari dapat menjadi yaitu pelabelan pengolahan karena sistem akan memilih yang satu median1 dan median2. Setelah menemukan median setiap pengolahan dapat mengenali tentang gerakan gerakan. Sikap adalah memilih Wayang kulit di atas sana adalah enam objek. Setelah itu, jarak antara median1 dan median2 akan dibandingkan. Ada tiga kaki dalam kinerja ini. Jarak pertama berjuang efek yang rentang jarak adalah 50 sampai 100 yang terjadi jika Wayang kulit bertemu Rahwana jadi menunjukkan kemampuan pertempuran. Jarak kedua memainkan animasi dalam setiap Wayang kulit dan jaraknya 100-200. Yang terakhir adalah gerakan penting karena setiap Wayang kulit dapat menunjukkan kemampuan masing-masing dan rentang jarak lebih dari 200. Yang terakhir, gerakan pengakuan menggunakan template pencocokan metode yang ada tiga template termasuk

down, kanan, kiri arah. Setiap arah akan ditampilkan kemampuan yang berbeda dalam setiap Wayang kulit tetapi hanya dua Wayang kulit memiliki tiga kemampuan dan lain hanya memiliki satu kemampuan. Evaluasi penelitian ini terdiri dari ambang DBSCAN, gerakan pengakuan dan UI / UX evaluasi. Evaluasi ambang DBSCAN terlihat untuk ambang batas terbaik untuk clustering tangan kanan dan kiri. Dari hasil, ambang batas terbaik adalah 25 karena itu bisa berkerumun median1 dan median2 tepat. Untuk gerakan pengakuan evaluasi, kita akan melihat 20 orang dari berbagai disiplin pengetahuan untuk bermain pertunjukan Wayang kulit dan gerakan pengakuan fokus di ambang terakhir bahwa rentang jarak lebih dari 200. Rata-rata semua hasil di atas 90% dan hasil terbaik adalah median 2 pada gerakan 1 yang hasil 100%. Terakhir UI / UX evaluasi yang 20 orang tangan gerakan pengakuan akan mendapatkan kuesioner dan meminta untuk mengisinya setelah bermain pertunjukan Wayang kulit. UI / UX harus mengandung 6 faktor-faktor termasuk daya tarik, efisiensi, kecerdasannya membantu, dapat diandalkan, stimulasi dan kebaruan. Dari evaluasi hasil keseluruhan baik untuk sistem kami. Perbaikan hanya di masa depan hasil sangat baik itu berarti sistem kami dapat menjadi orang-orang yang tertarik untuk mengembangkan sistem kami di masa depan melalui menggunakan metode lain, mengubah cerita, mengubah pertunjukan Wayang kulit, dan lain-lain.

**Kata Kunci: wayang kulit, pencocokan model, pengenalan gerakan tangan, sensor kedalaman.**



## ABSTRACT

**Ervin Yohannes. 2017. Kinect-Based Hand Gesture Tracking for Developing Wayang kulit Theater. Master of Computer Science Program, Faculty of Computer Science, Universitas Brawijaya, Malang.**

**Supervisors: Dr.Eng., Fitri Utamingrum, S.T., M.T; Timothy K. Shih, Ph.D**

*In Indonesia, there are many traditional games and theater. Both games and theater can be playing by all person from a kid until mature. The popular theater is playing doll and shadow together by person and It is called Wayang kulit theater. Many storytellings in Wayang kulit from comedy, history, romance and other. Romance story is popular story than another story which is Ramayana story. In this story, there is five character including Anoman, Sinta, Rama, Laksma, and Rahwana. In the Wayang kulit theater usually there are Gunungan to give sign background or storytelling changed. Rahwana is a bad character and others are a good character. The Wayang kulit theater using hand gesture recognition for playing. The 3D object made from Blender which is blender is a tool for designing 2D or 3D object, many features inside for designing or modeling, give the texture of object and etc. Blender is free than another tool for the same purpose and it is user-friendly so user can be understanding the program or tool quickly. The programming using C# by related Unity. Unity is game development tool and many great games made from Unity because of so many features, the tool so interactive and the important thing it can be relating to Kinect. Firstly, in theater need two hands to generate or move Wayang kulit so need clustering method for cluster right and left hand. The clustering method using DBSCAN clustering because can be cluster automatically and efficiently than another method. There are 2 important variables in DBSCAN including Eps and MinPts which are need validate threshold to get good result of the cluster. The right and left hand will search about each median for next processing. The search median can be namely labeling processing because the system will be choosing which one median1 and median2. After finding each median the processing can recognize about gesture movement. The gesture is choosing the Wayang kulit in above there are six objects. After that, the distance between median1 and median2 will be compared. There is three distance in this performance. The first distance is fighting effect which is distance range is 50 to 100 that occur if Wayang kulit meets the Rahwana so show the fighting ability. The second distance is playing the animation in each Wayang kulit and the distance is 100 to 200. The last is important gesture because each Wayang kulit can show each ability and the distance range more than 200. The last, gesture recognition using template matching method which is there are three templates including down, right, left direction. Each direction will be shown different ability in each Wayang kulit but only two Wayang kulit has three abilities and the other just has one ability. The evaluation of this research consists of DBSCAN threshold, gesture recognition, and UI / UX evaluation. The DBSCAN threshold evaluation*

looks for the best threshold for clustering right and left hand. From the result, the best threshold is 25 because it can be clustered median1 and median2 exactly. For the gesture recognition evaluation, we will observe 20 people from various knowledge discipline for playing Wayang kulit performance and the gesture recognition focus in the last threshold that distance range more than 200. The average of all result above 90% and the best result is median 2 on gesture 1 which is result 100%. The last UI / UX evaluation which is 20 people of hand gesture recognition will get a questionnaire and ask to fill it after playing Wayang kulit performance. The UI / UX must contain 6 factors including attractiveness, efficiency, perspicuity, dependability, stimulation, and novelty. From the evaluation result overall is good for our system. The only improvement in the future the result is very good it means our system can be interested people to developing our system in the future through using another method, change of story, change the Wayang kulit performance, and others.

**Keywords:** puppet, template matching, gesture recognition, depth sensor.



## DAFTAR ISI

PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Pembahasan.....	3
<b>BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN .....</b>	<b>5</b>
2.1 Wayang kulit .....	5
2.2 Alat.....	6
2.2.1 <i>Blender</i> .....	6
2.2.2 <i>Unity</i> .....	7
2.2.3 <i>Kinect</i> .....	8
2.3 <i>Depth Sensor</i> .....	10
2.4 <i>Density-Based Spatial Clustering of Applications With Noise (DBSCAN)</i> .....	10
2.5 Pengenalan Gerakan Tangan .....	11
2.6 <i>Template Matching</i> .....	13
2.7 <i>User Experience</i> .....	14
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>16</b>
3.1 Studi Pustaka.....	16
3.2 Kebutuhan Teknis .....	16
3.3 Akuisisi Data.....	17

3.3.1 Model 3D.....	17
3.3.2 Sistem Partikel.....	19
3.3.3 Deskripsi Data Depth.....	20
3.3.4 Sounds .....	21
3.4 Desain Sistem.....	21
3.4.1 Clustering .....	22
3.4.2 Pelacakan dan Pelabelan.....	23
3.4.3 Pengenalan Gerakan Tangan .....	25
3.5 Desain Interface .....	28
3.6 Desain Evaluasi .....	28
3.7 Desain Cerita Wayang kulit dan Skenario.....	30
BAB 4 IMPLEMENTASI SISTEM .....	32
4.1 Arsitektur Sistem.....	32
4.2 Implementasi Sistem .....	32
4.2.1 Model 3D dan Sistem Partikel.....	33
4.2.2 Implementasi Algoritma.....	34
4.3 Implementasi Interface.....	38
BAB 5 EVALUASI DAN DISKUSI .....	41
5.1 Evaluasi .....	41
5.1.1 Nilai Ambang dalam DBSCAN.....	41
5.1.2 Pengenalan Gerakan Tangan .....	44
5.1.3 <i>User Experience (UX) / User Interface (UI)</i> .....	47
5.2 Diskusi .....	48
5.2.1 Pengaruh Nilai Ambang.....	48
5.2.2 Pengenalan Gerakan Tangan .....	49
5.2.3 <i>User Experience (UX) / User Interface (UI)</i> .....	52
BAB 6 PENUTUP .....	54
6.1 Kesimpulan.....	54
6.2 Saran .....	55
DAFTAR RUJUKAN .....	56



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Struktur wawancara .....	14
Tabel 3.1 Model 3D lengkap .....	17
Tabel 3.2 Algoritma DBSCAN.....	23
Tabel 3.3 Algoritma mencari median.....	24
Tabel 3.4 Algoritma cek median atau pelabelan .....	25
Tabel 3.5 Pengenalan gerakan tangan .....	26
Tabel 3.6 Algoritma pengenalan gerakan .....	27
Tabel 3.7 Desain evaluasi dari nilai ambang di DBSCAN.....	29
Tabel 3.8 Desain evaluasi dari pengenalan gerakan tangan.....	29
Tabel 3.9 Desain evaluasi <i>UX/UI</i> .....	29
Tabel 3.10 Tabel skenario cerita .....	30
Tabel 4.1 Implementasi wayang kulit .....	33
Tabel 4.2 Parameter pengaturan sistem.....	35
Tabel 4.3 Algoritma fungsi mulai .....	36
Tabel 4.4 Algoritma fungsi GUI .....	37
Tabel 4.5 Algoritma fungsi pembaruan.....	37
Tabel 4.6 Algoritma fungsi data .....	37
Tabel 4.7 Algoritma fungsi lain.....	38
Tabel 5.1 Hasil nilai ambang dalam DBSCAN .....	42
Tabel 5.2 Hasil dari evaluasi pengenalan gerakan tangan.....	44
Tabel 5.3 Tabel wawancara.....	47
Tabel 5.4 Matriks <i>confusion</i> median 1 gesture 1 .....	50
Tabel 5.5 Matriks <i>confusion</i> median 1 gesture 2 .....	50
Tabel 5.6 Matriks <i>confusion</i> median 1 gesture 3 .....	50
Tabel 5.7 Matriks <i>confusion</i> median 2 gesture 1 .....	50
Tabel 5.8 Matriks <i>confusion</i> median 2 gesture 2 .....	51
Tabel 5.9 Matriks <i>confusion</i> median 2 gesture 3 .....	51
Tabel 5.10 Hasil dari presisi, <i>recall</i> , dan akurasi .....	51
Tabel 5.11 Hasil dari wawancara <i>UI/UX</i> .....	52

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Boneka wayang Indonesia.....	5
Gambar 2.2 Instrumen gamelan dan performanya .....	6
Gambar 2.3 Permainan kooperatif .....	8
Gambar 2.4 Microsoft kinect (a) penampakan depan (b-c) konfigurasi kamera....	9
Gambar 2.5 Gambaran dari teknik pengenalan gerakan tangan.....	12
Gambar 2.6 Model gerakan tangan (a) model 3D strip (b) permukaan 3D (c) kertas (d) hitam putih (e) kontur gerakan .....	13
Gambar 3.1 Pengaturan sistem partikel .....	20
Gambar 3.2 Beberapa sensor di Kinect.....	20
Gambar 3.3 Koordinat kinect .....	20
Gambar 3.4 Tangkapan sensor kedalaman di kinect .....	21
Gambar 3.5 Diagram blok dari klustering .....	22
Gambar 3.6 Hasil dari klustering.....	22
Gambar 3.7 Proses pelacakan dan pelabelan .....	24
Gambar 3.8 Blok diagram pengenalan gerakan tangan.....	28
Gambar 3.9 Desain tatap muka .....	28
Gambar 4.1 Arsitektur sistem .....	32
Gambar 4.2 Gambaran dari algoritma dalam sistem pengenalan gerakan.....	34
Gambar 4.3 (a-c) implementasi tatap muka dari perubahan background (d-f) implementasi tatap muka dari nilai jarak .....	39
Gambar 5.1 Gambaran Median .....	41
Gambar 5.2 Tiga kondisi jarak (a) jarak antara 50 dan 100 cm (b) jarak antara 100 dan 200 cm (c) jarak lebih dari 200 cm .....	42
Gambar 5.3 Konfigurasi pengenalan gerakan tangan.....	44
Gambar 5.4 Hasil jarak 50 dan 100 cm .....	48
Gambar 5.5 Hasil jarak 100 dan 200 cm .....	49
Gambar 5.6 Hasil jarak lebih dari 200 cm .....	49

## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Wayang kulit adalah boneka terbuat dari kulit dan berasal dari Indonesia. Wayang kulit dimainkan berdasarkan cahaya dan bayangan. Di Asia Tenggara, Wayang kulit memiliki berbagai bentuk dan setiap tempat memiliki cerita masing-masing. Terdiri dari beberapa bagian yang termasuk nilai-nilai, norma, dan keyakinan (D. A. Ghani & Ishak, 2011). Dalam drama ini, dalang mengambil 2D Wayang kulit di belakang layar dan sumber cahaya melemparkan bayangan di layar. Dalang Wayang kulit membawa ke kehidupan menggunakan dengan manipulasi terampil dan beragam vokalisasi, memikat penonton (D. B. A. Ghani, 2012). Salah satu cerita terpopuler di teater Wayang kulit adalah Ramayana yang cerita ini diceritakan tentang wanita yaitu Shinta yang diculik oleh setan sebagai dikenal Rahwana, nama suami adalah Rama mencari dia ke semua tempat, tapi dia tidak ditemukan dia dan ketika dia tiba di hutan, ia menemukan Raja Monyet yang dikenal sebagai Anoman. Anoman siap membantu dia untuk menemukan istri. Shinta ditemukan oleh Hanoman di Istana Rahwana sehingga dia disuruh Rama dan Rama siap untuk pertempuran dengan Rahwana untuk menyelamatkan istri. Sebelum pertempuran untuk memulai, Rama dan teman-temannya, yaitu Laksma Cari tentang senjata mampu mengalahkan Rahwana dan mereka menemukan senjata. Sehingga, Rama dan Rahwana adalah bertemu dan pertempuran, Rama yang terakhir adalah mengalahkan Rahwana dan Simpan istri, Shinta.

Salah satu aplikasi yang populer dalam multimedia adalah Kinect. Microsoft Kinect sensor telah banyak digunakan dalam banyak aplikasi dari awal peluncuran. Akhirnya, Microsoft meluncurkan versi baru dari Kinect yang ditingkatkan dengan versi awal. Kinect versi 2 lebih ditingkatkan akurasi pengukuran kedalaman daripada Kinect versi 1. Sebagai akibatnya, Kinect versi 2 memiliki kualitas yang lebih baik dalam menangkap kedalaman gambar (Yang et al., 2015). Dalam pengembangan teknologi sekarang, dalang dapat menggunakan Kinect untuk menghasilkan Wayang kulit. Kinect menawarkan komunikasi yang menarik antara klien dan alat dengan pengaturan kinerja Pengawas bebas. Hiburan, medis, pengawasan, penelitian, dan bidang lain menggunakan Kinect dalam implementasi. Hal ini penting bagi pengguna untuk kontrol dan berinteraksi alat dalam alam dan efisien dalam berbasis komunikasi manusia-robot. Menggunakan oleh media di manusia termasuk kepala, tubuh, tangan, dan lain-lain (Jais, Mahayuddin, & Arshad, 2015). Posisi tangan membuat animasi dan cara yang signifikan untuk interaksi antara manusia dan dapat menawarkan alat yang sangat alami untuk berkomunikasi dengan perangkat komputasi. Sehingga, pelacakan tangan dapat membuktikan menjadi bermanfaat dalam antarmuka pengguna komputer, interaksi atas program-program yang mahal, banyak lain tugas, terjemahan dan interpretasi dari bahasa isyarat dan gerakan, tujuan ilmiah, seni, dan medis adalah evaluasi dan pemejaraan gerak manusia (Abdul Aziz et al., 2016). Masalah pelacakan tangan dan kaki yang biasanya dianggap sebagai hasilnya sering diperlukan untuk lain tingkat penalaran tentang kegiatan manusia.

Oleh mungkin diri occlusions dan substansial penampilan variasi memperkenalkan ambiguitas, dikenal aktivitas kasus, dalam satu orang. Pose dan gerakan dihalangi oleh serangkaian kegiatan dikenal terutama tanpa menyederhanakan asumsi bahwa ruang, beberapa orang berinteraksi lebih sulit karena antar orang oklusi adalah alasan tentang tangan dan kaki (Morariu, Harwood, & Davis, 2013).

Banyak penelitian sebelumnya tentang pelacakan objek dan tangan. Penelitian (Wen et al., 2016) mengusulkan tentang algoritma yang merumuskan pelacakan multi objek sebagai satu untuk eksplisit padat struktur hierarki pada grafik hiper hanya dibangun berdasarkan lagu membiarkan afinitas. Kerangka kerja baru untuk memecahkan dua lingkungan persepsi tugas secara bersamaan simultan lokalisasi dan pemetaan, dan memindahkan objek pelacakan menggunakan scanner laser Velodyne (Choi & Maurer, 2016). Paper (Zhang et al., 2015) mengusulkan tentang pelacakan melalui novel integrasi multi isyarat tangan yang kuat. Paper (X. Wu et al., 2015) meneliti kedalaman berbasis gambar objek pelacakan masalah oleh aplikasi khas: tangan pelacakan. Efektif kedalaman gambar berbasis aplikasi menggunakan adaptif lokal biner pola (ALBP) diusulkan oleh (Kim et al., 2017). Di paper (Sun, Liu, & Liu, 2014) menyelidiki tangan pelacakan untuk tugas-tugas sehari-hari manipulasi menggunakan diarahkan pandangan kamera, yang merupakan kamera dpt dipakai yang aktif mengarahkan fokus perhatian visual dari orang yang memakai itu. Dalam penelitian ini, kami menggunakan Kinect versi 2 untuk bermain teater Wayang kulit tradisional bermain permainan multimedia. Dalang-dalang hanya menghasilkan Wayang kulit dengan tangannya dan tangan yang ditangkap oleh Kinect. Gerakan tangan dari dalang memiliki banyak sarana di teater.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan pada sub-bab sebelumnya, maka dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat visualisasi wayang kulit 2D menjadi 3D?
2. Bagaimana interaksi yang dibutuhkan agar tujuan bisa tercapai?
3. Bagaimana membuat desain aksi gerakan dan kenyamanan dalam berinteraksi menggunakan Kinect?

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan tesis ini sebagai berikut:

1. Memvisualisasikan wayang kulit 2D kedalam bentuk 3D.
2. Mendefinisikan interaksi yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan.
3. Mendesain aksi gerakan dan kenyamanan untuk interaksi menggunakan Kinect.

## 1.4 Manfaat

Manfaat yang didapatkan dari penulisan tesis ini yaitu:

1. Penelitian ini berkontribusi khusus dalam pemodelan wayang kulit dari 2D menjadi 3D.
2. Hasil pengembangan perangkat lunak pada penelitian ini dapat membantu Indoensia dalam mengenalkan budaya Indonesia ke kancah internasional.

## 1.5 Batasan Masalah

Ruang lingkup dari permasalahan ini digunakan agar masalah yang diteliti lebih dapat terarah dan terfokus. Selain itu, batasan masalah di penelitian ini juga menjadi ruang lingkup penelitian agar dilakukan sesuai dengan solusi yang direncanakan. Ruang lingkup penelitian ini sebagai berikut:

1. Memvisualisasikan wayang kulit 3D
2. Mendesain interaksi pengguna dalam memainkan wayang kulit.
3. Pengenalan gerakan tangan hanya menggunakan Kinect.

## 1.6 Sistematika Pembahasan

Bagian ini berisi struktur tesis mulai Bab Pendahuluan sampai Bab Penutup dan deskripsi singkat dari masing-masing bab. Diharapkan bagian ini dapat membantu pembaca dalam memahami sistematika pembahasan isi dalam tesis ini.

### BAB I : PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, dan sistematika pembahasan.

### BAB II : LANDASAN KEPUSTAKAAN

Landasan kepastakaan berisi uraian dan pembahasan tentang penelitian terkait yang meliputi penelitian mengenai konsep wayang kulit, alat yang digunakan, sensor kedalaman, pencocokan model, dan pengalaman pengguna

### BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai studi literatur, kebutuhan teknis, akuisisi data, desain sistem, desain tatap muka, desain evaluasi, desain cerita wayang kulit, dan skenarionya.

### BAB IV : IMPLEMENTASI SISTEM

Bab ini membahas mengenai implementasi dari system yang telah dibuat yang mana meliputi arsitektur system, implementasi system, dan implementasi tatap muka.

### BAB V : EVALUASI DAN DISKUSI

Bab ini menjelaskan evaluasi mengenai nilai ambang dalam metode DBSCAN, pengenalan gerakan tangan, dan user experience (UX) / User interface (UI). Selain itu, hasil yang diperoleh dari masing – masing evaluasi akan dianalisis dan didiskusikan.

## BAB VI : PENUTUP

Bab ini menjelaskan kesimpulan penelitian yang telah dilakukan sehubungan dengan pertanyaan penelitian dan menjelaskan saran mengenai penelitian kedepannya.



## BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

### 2.1 Wayang kulit

Ada banyak Wayang kulit di sekitar negara-negara Asia Tenggara. Mitologi Wayang kulit berasal dari India. Wayang kulit adalah boneka dan ini dikenal sebagai media. Ada 2 macam Wayang kulit dan Wayang Golek. UNESCO sebagai "Karya Agung Warisan Budaya Manusia dan Lisan" yang diberikan kepada wayang kulit Indonesia pada tanggal 7 November 2003. Wayang kulit berasal dari bahasa Jawa, artinya "bayangan" dan "Kulit" berarti kulit. Penonton biasanya melihat bayangan di teater Wayang kulit dan desain karakteristik tidak hanya bentuk tetapi juga menggambar bentuk datar. Indonesia memiliki banyak desain dan peran dalam cerita. Ada sekitar 400 karakter dalam Wayang kulit Indonesia yang memiliki dua cerita besar (Kusumanugraha et al., 2011).



**Gambar 2.1 Boneka wayang Indonesia**

Sumber: (Kusumanugraha et al., 2011)

Secara umum, ada tiga batang di Wayang kulit memiliki fungsi masing-masing. Salah satunya adalah tongkat tengah, digunakan untuk mengatur tubuh ke arah kanan atau kiri dan mengistirahatkan Wayang kulit di atas panggung. Dua tongkat di tangan Wayang kulit untuk gerakan itu tangan ke kiri atau kanan dan lebih berfungsi sebagai komunikasi dalam pertunjukan. Wayang kulit dihubungkan oleh gamelan sebagai musik. gamelan adalah seperangkat alat musik tradisional Indonesia. Di teater Wayang kulit, seorang dalang (juga dikenal Dalang) akan memainkan Wayang kulit bersama dengan anggota orkestra seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Untuk mengekspresikan ketegangan atau emosi adegan adalah tujuan utama (Tomo, Enriquez, & Hashimoto, 2015).



**Gambar 2.2 Instrumen gamelan dan performanya**

Sumber: (Tomo et al., 2015)

Wayang kulit adalah seni pertunjukan yang terkenal. Namanya adalah Wayang kulit Kelantan, ini adalah salah satu dari empat bentuk utama Wayang kulit di Malaysia. Ini terancam punah segera (Kia & Chan, 2009). Ini adalah warisan dan tanda bagi masyarakat Melayu di Malaysia. Ini tidak hanya sebagai hiburan tetapi juga sebagai kendaraan untuk transmisi norma dan nilai dan sebagai media antara dunia nyata dan dunia bawah. Nilai-nilai moral lebih mudah dipelajari dalam bentuk perumpamaan, itulah sebabnya Wayang kulit berkembang di desa-desa (Ahmad & Jamaludin, 2015). Ada banyak teknik dalam membuat animasi Wayang kulit. Mel Script adalah salah satu contoh untuk membuat animasi Wayang kulit dan sangat membantu karena beberapa bahan untuk menghidupkan boneka digital. Agak sulit karena pengguna harus mengatur tugas lebih awal (D. A. Ghani, 2011). Metode lainnya adalah menggunakan pendekatan pemrograman CG untuk menghasilkan pola kain karakter Wayang kulit Beber Pacitan. Kain itu terdiri dari tiga pola: garis, warna, dan bentuk bergelombang (Grahita, Komma, & Kushiyama, 2013).

## 2.2 Alat

Ada tiga alat penting yang akan dijelaskan di bagian ini. Alat termasuk Blender, Unity, dan Kinect Versi 2. Deskripsi rinci dari masing-masing alat sebagai berikut:

### 2.2.1 Blender

Blender adalah rangkaian sumber terbuka untuk membuat konten 3D. Selain itu, Blender juga memiliki mesin permainan (BGE) untuk membuat konten 3D interaktif. Blender lebih cocok untuk pembuatan konten pendidikan 3D. Ini adalah alat komparatif milik (Bhawar, Ayer, & Sahasrabudhe, 2013). Sejak edisi 2.37, perangkat lunak perancang Blender memiliki mesin permainan internal keseluruhan (Blender Game Engine - BGE) yang memungkinkan pembuatan aplikasi interaktif 3D. BGE adalah alat perancang tingkat tinggi untuk gim yang dibangun tetapi dapat memiliki keuntungan untuk membuat alat interaktif 3D apa pun, seperti tur interaktif arsitektonik atau arkeologis. Alat perancangan 3D Sumber Terbuka yang canggih, pengembangan Blender, dan penyederhanaan tampilan dengan jumlah poligon yang tinggi dapat membantu rendering, animasi,

kecepatan, dan fotorealisme (Baglivo et al., 2013). Simulasi / animasi 3D yang dibangun menggunakan alat Open Source, seperti Blender, dapat lebih disebarluaskan, memiliki ruang untuk penyesuaian oleh pengguna dan orang lain. Secara umum, Blender memiliki banyak keunggulan dari perangkat lunak open source apa pun (Dere, Sahasrabudhe, & Iyer, 2010).

Fungsi atau keuntungan blender memungkinkan memodelkan objek 3D, merendernya, menyiapkan animasi, film, dan video game. Menggunakan blender sebagai model lingkungan memiliki beberapa masalah seperti kurangnya deskripsi tentang cara memprogram mesin game di versi baru Blender. Namun, pengembang Blender sangat aktif memberi contoh (Starzyk & Raif, 2013). Banyak penelitian tentang Blender, sebuah perangkat lunak animasi 3D open source yang digunakan untuk mengembangkan pelatihan MR (Kadam & Iyer, 2014). Menggunakan perangkat lunak Blender open source dan skrip in-house build dan menunjukkan bagaimana seorang peneliti dapat membuat Gambar beresolusi kertas siap dari data mekanik, seperti kerapatan elektron, potensial elektrostatik atau kerapatan spin (Haschka, Dauchez, & Henon, 2015). Dampak Blender telah meneliti Rotasi mental 3D yang merupakan bagian substansial dari kemampuan spasial pada keterampilan menggambar teknik (Kadam & Iyer, 2015).

### **2.2.2 Unity**

Unity 3D adalah alat trans-platform untuk pemodelan game dan sangat populer. Mesin game Unity 3D dikembangkan oleh Unity Technologies Companies. Hearthstone, Heroes of Warcraft, Temple Run 2 adalah salah satu contoh yang dikembangkan oleh mesin 3D Unity. Mesin ini adalah alat yang tajam untuk membangun game 3D, animasi 3D real time dan proyek interaktif lainnya (Kadam & Iyer, 2015). Unity 3D adalah mesin game 3D yang bagus daripada yang lain. Fitur Unity, alat pengembangan game adalah platform silang yang mendukung iPhone, pengembangan game ponsel Android 3D. Ini berarti dapat meningkatkan efisiensi pengoperasian game ponsel dan menyelesaikan masalah tentang pertumbuhan permintaan game ponsel (Jie, Yang, & Haihui, 2011). Unity adalah lingkungan pengembangan terintegrasi yang digunakan untuk membuat game komputer dan alat visualisasi 3D. Selain mendukung perangkat seluler, ini juga mendukung web, konsol game (mis. Xbox, Wii, dan PS3) dan komputer pribadi sebagai aplikasi yang berdiri sendiri untuk Windows dan Mac.

Unity memiliki tiga kategori secara umum. Pertama, adegan itu adalah konsep desain dasar Unity. Banyak digunakan untuk level game atau menu. Kumpulan objek permainan yang, pada gilirannya, berisi berbagai jenis komponen lainnya adalah bagian dari adegan. Kedua, antarmuka kesatuan sebagai pengeditan kesatuan yang sama termasuk adegan, permainan, hierarki, proyektor, dan inspektur. Jendela adegan memiliki GUI untuk menghasilkan adegan dan memodifikasi properti objek game di adegan. Ini biasanya antarmuka drag-and-drop. Ketiga, Scripting in Unity yang unity mendukung tiga bahasa pemrograman: Boo, Javascript, dan C #. Pada bagian ketiga, ada dua kategori bagian penting termasuk runtime dan editor. Tulis skrip dan lampirkan ke objek game jika perlu

ada di kelas runtime. Sementara, kelas editor ditambahkan menu, item, meningkatkan antarmuka inspektur, dan lain-lain, pada waktu desain (Mattingly et al., 2012). Unity Game Engine digunakan untuk platform robot untuk studi telerehabilitasi (Pires et al., 2014) yang merupakan fungsi dari Unity membuat pencelupan yang mendalam kepada pasien dan untuk membuat lingkungan virtual. Deskripsi lingkungan virtual atau juga permainan kooperatif oleh Unity bersama ditunjukkan pada Gambar 3.



**Gambar 2.3 Permainan kooperatif**

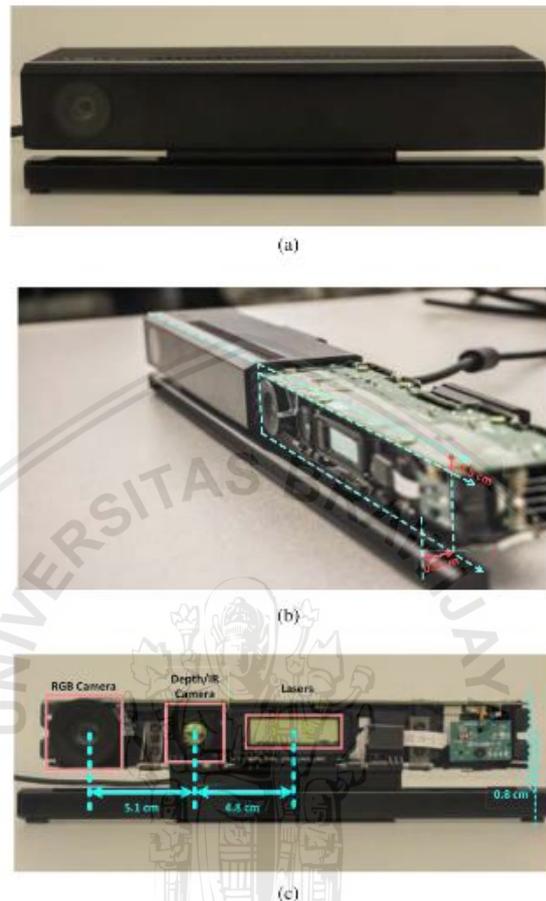
Sumber: (Pires et al., 2014)

Selain itu, mesin game Unity 3D digunakan untuk membuat mesin robot (Bartneck et al., 2015) di mana memungkinkan non-programmer untuk menggunakan satu set animasi yang fantastis dan aplikasi model interaksi untuk memprogram secara visual dan robot animasi. Dalam (Zhong & Xiao, 2015), kombinasi engine game Unity dengan analitik data besar digunakan untuk menerapkan model penerimaan teknologi.

### **2.2.3 Kinect**

Microsoft pada 2010 memperkenalkan alat bernama Kinect. Kinect adalah kamera stereo yang sistemnya dikembangkan oleh XBOX360. Seluruh tubuh gamer dapat menangkap dengan menggunakan Kinect yang menambah pengalaman sepenuhnya karena gamer dapat mengontrol karakter saat bermain gim. Kinect SDK for windows telah disediakan oleh Microsoft sejak awal diluncurkan pada 2011 yang banyak mendapat perhatian. SDK dapat digunakan dalam banyak bahasa pemrograman, misalnya, C ++, C #, atau Visual Basic (Adinandra, Adhilaga, & Erfawan, 2015). Dengan Kinect atau kamera 3D semacam itu, interaksi komputer manusia secara alami telah mencapai peningkatan besar di banyak bidang. Banyak peneliti di bidang ini seperti deteksi manusia dan pemodelan 3D, pose manusia dan pengenalan tindakan, pelacakan tangan dan pengenalan gerakan. Mendeteksi bahasa isyarat menggunakan banyak perangkat dan sensor. Salah satunya berasal dari Microsoft Kinect, sarung tangan dengan sensor, kamera multi-warna, dll. Informasi berdasarkan kedalaman yang digunakan untuk pengenalan gerakan dan itu adalah teknik adaptif. Faktornya termasuk pengembangan sensor kedalaman yang ramah pengguna, interaktif dan hemat biaya (Adinandra et al., 2015). Microsoft meluncurkan Kinect V2 untuk menggantikan produk dan layanan terkait Kinect V1 sejak 2014. Sensor yang lebih sensitif dengan kerangka kerja baru kit pengembangan perangkat lunak (SDK)

telah diklaim Kinect (Adinandra et al., 2015). Gambar 4 menjelaskan tentang arsitektur Kinect ada 3 bagian (a) tampilan depan penampilan, (b) tampilan isometrik dan (c) tampilan depan konfigurasi.



**Gambar 2.4 Microsoft kinect (a) penampakan depan (b-c) konfigurasi kamera**

Sumber: (Yang et al., 2015)

Di Kinect, ada 3 sensor termasuk kedalaman, RGB, dan Near - Infrared (NIR). Dengan sensor Kinect lebih mudah untuk memproses banyak data spektral untuk digunakan dalam banyak aplikasi biometrik. Kombinasi antara kedalaman, RGB, dan Near-Infrared (NIR) dapat menghasilkan penelitian baru untuk tujuan pelacakan, pengenalan gerakan dan identifikasi dalam mode tanpa kontak. Selain itu, dengan Kinect, biaya lebih rendah untuk penelitian pemrosesan gambar digital (Samoil & Yanushkevich, 2016). Ada beberapa penelitian tentang Kinect versi 2, Philip et al (Noonan et al., 2016) dengan dua jaringan sensor Kinect versi 2 dikombinasikan dengan pelacakan gerakan kepala kaku tubuh real time untuk otak PET / CT. John et al (Darby et al., 2016) menggunakan sensor Kinect v2 yang mampu canggih untuk estimasi pose kepala secara real time dan tanpa kalibrasi. Evaluasi akurasi Kinect v2 dalam skenario rehabilitasi telah diuji oleh Capecchi et al (Paper et al., 2018) selama gerakan dinamis. Kinect versi 2 berhasil diterapkan

dalam metrologi dengan menggunakan kamera TOF untuk mengevaluasi kinerja pengukuran dan batasan dalam rekonstruksi 3D (Corti et al., 2016).

### **2.3 Depth Sensor**

Kinect telah berhasil dalam banyak penelitian, termasuk deteksi gerakan tubuh manusia, pelacakan dan pengenalan tindakan, dan bermain game dengan Xbox. Satu sensor Kinect adalah sensor kedalaman yang didasarkan pada metode pengkodean cahaya yang menggunakan deformasi pola inframerah yang diproyeksikan pada permukaan objek untuk mengukur kedalaman (Xiaopeng Ning & Guodong Guo, 2012). Sensor kedalaman Kinect telah menjadi alat serbaguna dalam berbagai studi karena biayanya yang rendah dan mudah digunakan, namun implementasinya masih tetap menjadi kotak hitam untuk sebagian besar (F. Wu et al., 2015). Selain itu, sensor Kinect juga menyediakan pengukuran kedalaman lingkungan indoor yang padat dan real-time di framerate tinggi. Sensor menggunakan cahaya inframerah terstruktur dan berdasarkan prinsip stereo aktif. Karena harganya yang murah, alat ini telah memotivasi penelitian untuk mengecualikan alat Kinect dalam aplikasi yang digunakan untuk masalah yang diselesaikan tentang sensor non-optik meskipun sensor kedalaman alternatif dengan kinerja yang sebanding ada (Stommel, Beetz, & Xu, 2014).

Ada beberapa penelitian tentang sensor kedalaman di bidang apa pun dan kombinasi dengan metode lain. Kui et al (K. Liu et al., 2014) hadir tentang upaya pertama dalam menggabungkan data dari sensor kedalaman inersia dan visi dalam kerangka model Markov tersembunyi untuk penerapan pengenalan gerakan tangan. Penggabungan data adalah tujuan umum dalam arti dapat digunakan untuk pengenalan berbagai gerakan tubuh. Michael et al (Landau, Choo, & Beling, 2016) mengusulkan IR Kinect fidelity tinggi dan prediktor gambar kedalaman dan simulator yang memodelkan fisika sistem pemancar / penerima, pola titik IR unik, teknologi pemrosesan perbedaan / kedalaman, dan spekel intensitas acak dan noise IR dalam detektor. Model ini memperhitungkan karakteristik penting dari sistem triangulasi stereo Kinect, terdiri dari kedalaman bayangan, pemisahan titik IR, penyebaran, dan penyumbatan, estimasi perbedaan berdasarkan korelasi antara jendela gambar IR yang diukur dan referensi, dan penyempurnaan subpiksel.

### **2.4 Density-Based Spatial Clustering of Applications With Noise (DBSCAN)**

Segmentasi gambar adalah salah satu contoh visi komputer dan pemrosesan gambar dan menggunakan metode clustering. Clustering adalah alat pembelajaran penting tanpa pengawasan dan diterapkan secara luas dalam beberapa bidang pengetahuan. Ada banyak metode untuk pengelompokan, misalnya, k-means, DBSCAN (pengelompokan spasial berbasis aplikasi dengan noise) dan NCuts (Normalized Cuts) dan metode pengelompokan lainnya. DBSCAN adalah salah satu algoritma pengelompokan berbasis kepadatan yang paling umum digunakan. Algoritma ini bekerja berdasarkan gagasan berbasis kepadatan

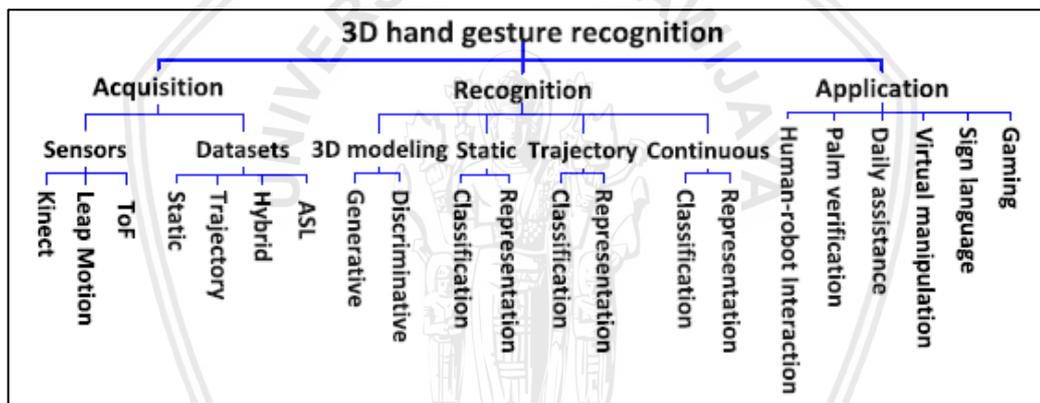
dari cluster dan mampu menghasilkan cluster bentuk sewenang-wenang secara efisien. DBSCAN menyelesaikan proses pengelompokan dengan mengekstraksi kluster secara berurutan dan algoritma membutuhkan input dua parameter, yaitu Eps dan MinPts (Hou, Gao, & Li, 2016). Cluster dalam model ini digambarkan sebagai wilayah tertaut yang melebihi ambang batas kepadatan yang diberikan. Fungsi DBSCAN diarahkan oleh dua nilai parameter yang telah ditentukan dari pengelompokan DBSCAN yang dikenal sebagai ukuran lingkungan dan titik minimum dalam sebuah cluster. Dalam DBSCAN, mulailah dengan titik acak  $x$  dan temukan semua titik yang dapat dijangkau kerapatan dari  $x$  sehubungan dengan lingkungan dan titik minimum. Jika  $x$  adalah titik inti, untuk mengulangi proses yang sama. Dua parameter Eps / lingkungan dan MinPts / titik minimum. Jelaslah untuk dicatat bahwa tidak ada titik yang dapat dijangkau kerapatan dari  $x$  ketika  $x$  adalah titik perbatasan jika DBSCAN dimulai dengan titik yang tidak diklasifikasikan untuk mengulangi proses yang sama. Dua parameter akan ditentukan kualitas cluster dan digunakan secara global di seluruh DBSCAN, misalnya, nilai-nilai parameter ini stabil untuk semua cluster. Setiap titik kunjungan basis data oleh DBSCAN, mungkin beberapa kali sehingga kompleksitas algoritma ini adalah  $O(N^2)$  (Edla & Jana, 2012). DBSCAN adalah inovator metode pengelompokan berbasis kepadatan yang didasarkan pada bentuk dan kebisingan.

Algoritma dapat diperluas ke dataset besar dengan mengurangi kompleksitas waktunya menggunakan struktur indeks spasial seperti R-tree untuk menemukan tetangga dari suatu pola (Mahesh Kumar & Rama Mohan Reddy, 2016). Tidak seperti clustering lain, algoritma DBSCAN memiliki kelebihan dimana metode berbasis kepadatan ini dapat memisahkan identifikasi superior dan cluster yang memiliki ukuran dan bentuk yang berbeda jika dibandingkan dengan teknik berbasis centroid, algoritma ini dapat mengatur titik data menjadi cluster 'noise' yang terpisah jika diberikan titik berbeda dengan kumpulan data lainnya, dan algoritma ini bersifat deterministik (Dudik et al., 2015). Implementasi DBSCAN dapat dijelaskan oleh Jianping et al (Shen et al., 2016), penelitian menggunakan algoritma ini untuk segmentasi superpixel real-time.

## 2.5 Pengenalan Gerakan Tangan

Gerakan didefinisikan sebagai bentuk komunikasi non-verbal yang terlihat. Gerakan tangan, wajah, atau bagian tubuh lainnya adalah gerakan. Suatu isyarat komunikasi yang begitu tua dalam aktivitas manusia. Saat ini isyarat masih digunakan dalam kehidupan sehari-hari, tetapi dapat diterapkan dalam kondisi apa pun termasuk aktivitas berbahaya. Misalnya, gerakan itu dapat diimplementasikan dalam pengenalan bahasa isyarat, augmented reality berbasis visi, pengawasan cerdas, lingkungan virtual, dan interaksi manusia-komputer. Berdasarkan definisi gerakan sebagai gerakan yang disengaja atau postur dengan fokus untuk menghubungkan suatu komunikasi, bagian tubuh yang berbeda dapat memusatkan perhatian pada pesan. Gerakan yang disengaja dapat ditunjukkan oleh gerakan tangan, lengan, kepala, batang tubuh, dan seluruh tubuh. Kemudian, gerakan statis hanya dibagi oleh postur atau bentuk bagian tubuh yang terlibat (D’Orazio et al., 2016). Apalagi Kinect dapat diketahui orang kemudian

memperoleh posisi 20 bagian tubuh manusia secara real time. Pengembang alat NUI (Natural User Interface) dapat memanfaatkan fitur ini dengan menghasilkan deskripsi 3D kerangka manusia yang meniru gerakan seseorang dan bahkan mengenali gerakannya (Ibañez et al., 2017). Sekarang, objek populer dalam gerakan adalah pengenalan gerakan tangan. Gerakan tangan adalah gerakan dasar tangan seseorang dan komponen pesan atom yang menjelaskan pemikiran seseorang. Ada tiga sensor dasar yang dapat ditangkap isyarat tangan: 1) sensor berbasis gunung yang biasanya menggunakan gyro dan akselerometer untuk gerakan isyarat tangan, 2) sensor layar multitouch dengan menggunakan perangkat seluler, dan 3) kombinasi sensor berbasis visi berbasis gunung dan berbasis sensor. multitouch yang memiliki bidang besar. Di kedalaman pengenalan gerakan tangan dapat dibagi menjadi tiga kategori: 1) pengenalan gerakan tangan statis mewakili digit, 2) pengenalan gerakan lintasan tangan mewakili stroke dan huruf, dan 3) pengenalan gerakan tangan terus menerus dapat ditentukan ketika gerakan dimulai atau berakhir dari lintasan gerak tangan yang ketiga jenisnya bergantung pada pemodelan tangan 3D (Cheng, Yang, & Liu, 2016). Untuk detail tentang isyarat tangan, dapat ditampilkan pada bagan ikuti sebagai:

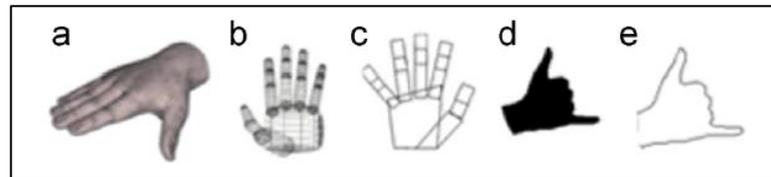


**Gambar 2.5** Gambaran dari teknik pengenalan gerakan tangan

Sumber: (Cheng, Yang, et al., 2016)

Pengenalan isyarat tangan dikenal baik dalam interaksi manusia-komputer (HCI), karena dapat digunakan dalam beberapa aplikasi yang terdiri dari realitas virtual, pengenalan bahasa isyarat, dan permainan komputer. Masalahnya adalah kondisi pencahayaan dan latar belakang yang berantakan, sehingga metode berbasis sensor optik biasanya tidak dapat mendeteksi dan melacak tangan dengan kuat yang mempengaruhi kinerja pengenalan gerakan tangan. Masalahnya dapat diselesaikan dengan menggunakan data sarung tangan dan metode ini ada dalam aplikasi Kinect (Ren et al., 2013). Ada banyak kendala dan masalah dalam pengenalan isyarat tangan yang akurat dari gambar ketika tangan manusia sebagai objek dengan bentuk yang kompleks dan serbaguna. Pertama, berbeda luar biasa seperti wajah manusia, tangan manusia memiliki rotasi dan derajat satu jari dengan jari lainnya sehingga menjadi sulit. Kedua, jika menggunakan pengenalan gerakan tangan maka perlu banyak informasi untuk pengenalan. Yang terakhir, pose di pengenalan tangan berbeda dengan yang lain sehingga perlu pose terbaik

untuk pengakuan. Perancangan postur tangan memiliki peran utama dalam sistem pengenalan. Pilihannya tergantung pada lingkungannya dan dapat memodelkan dua kategori termasuk pemodelan tampilan gerakan dan pemodelan 3D (Y. Zhou, Jiang, & Lin, 2016). Umumnya model isyarat tangan dapat ditampilkan sebagai berikut:



**Gambar 2.6 Model gerakan tangan (a) model 3D strip (b) permukaan 3D (c) kertas (d) hitam putih (e) kontur gerakan**

Sumber: (Y. Zhou et al., 2016)

Ada banyak metode untuk pengenalan isyarat tangan di bidang penelitian. Salah satu metode yang populer adalah DTW atau pencocokan templat karena sama tergantung pada aplikasi. Metode ini adalah teknik klasifikasi yang efisien dan banyak penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan kecepatan dan akurasi. Tetapi metode ini memiliki dua kendala serius termasuk pekerjaan DTW tradisional dalam cara gambar-ke-gambar untuk menghitung jarak antara sampel dan biasanya memodelkan objek sebagai kurva time-series holistik (Cheng, Dai, et al., 2016). Sementara pengenalan statis dapat diselesaikan dengan metode pengenalan pola umum, misalnya, pencocokan templat, pengenalan gerakan dinamis membutuhkan gabungan komponen waktu dalam proses. Teknik atau metode yang bekerja berdasarkan deret waktu adalah DTW, model Hidden Markov, dan jaringan saraf tertunda waktu [56]. Pengenalan gerakan tangan bertujuan untuk mengenali atau menentukan gerakan menjadi tanda tertentu, kebanyakan statis, yang dapat dikelompokkan berdasarkan pengklasifikasi pola seperti k-Nearest Neighbors (k-NN), Hidden Markov Model, Analisis Komponen Utama, Analisis Komponen Utama (PCA), dan Dukungan Vektor Mesin (SVM). Algoritme lain didasarkan pada Jarak Finger Earth Mover (FEMD) dan Metode Penyesuaian Templat (TMM), yang menunjukkan kinerja terbaik (Wang, Liu, & Chan, 2015).

## **2.6 Template Matching**

Teknik pencocokan template adalah metode umum untuk pencocokan string, pengenalan ucapan, penjajaran urutan molekuler, pengambilan gambar, dan sebagainya. Metode ini memiliki nama yang berbeda tergantung pada aplikasinya, misalnya, dalam pengenalan ucapan, nama itu adalah waktu dinamis dan biasanya menggunakan jarak untuk membandingkan terdiri dari jarak Levenstein, Euclidian, dan Manhattan. Pencocokan templat dikenali ketika jarak minimum tercapai [58]. Metode pencocokan template (TMM) adalah metode yang kuat, terutama dalam gerakan kompleks. Metode ini dapat dikombinasikan dengan metode lain, misalnya, Hidden Markov Model, LCSS, dan segera. Dari kombinasi tersebut, metode yang menghasilkan kebaruan dan TMM biasanya mendapatkan noise

sehingga perlu ditingkatkan untuk menyembunyikan noise (Nguyen-Dinh et al., 2012). Metode pencocokan template biasanya terkait dengan jarak Euclidian. Jarak adalah jarak antara dua titik, dan didefinisikan sebagai:

$$d = \sqrt{\sum(x_i - y_i)^2} \quad , i = 1,2, \dots, n \quad (1)$$

Ide dasar jarak Euclidean untuk pengenalan gambar adalah sama, tidak tergantung pada bentuk sub-ruang (Y. Liu, Zhang, & Zhang, 2012).

## 2.7 User Experience

Organisasi memiliki pendekatan yang memodelkan teknologi informasi dan komunikasi dari pendekatan yang berpusat pada sistem ke pendekatan yang berpusat pada pengguna. Organisasi nirlaba memulai praktik pengalaman pengguna (UX) memiliki kendala dan tantangan terdiri dari sumber daya yang terbatas, pemodelan informasi, dan layanan untuk orang-orang. Jenis praktik UX adalah analisis audiensi dan tugas, penulisan teknis, dan pengujian kegunaan yang membantu meningkatkan organisasi nirlaba untuk proyek UX. Definisi UX menurut ISO 9241-210, adalah "persepsi dan tanggapan seseorang yang dihasilkan dari penggunaan dan / atau penggunaan produk, sistem atau layanan yang diantisipasi" dan tujuannya adalah merancang perangkat lunak dan sistem yang terkait dengan interaksi. Komunikasi teknis, ilmu komputer, psikologi, dan antropologi adalah bidang orang yang bekerja di UX (Study, 2017). UX dibuat oleh pelanggan yang efektif yang merupakan bagian dari proses interaksi manusia - produk. Secara umum ada dua model UX termasuk kualitatif dan kuantitatif. Model UX kualitatif termasuk faktor manusia, interaksi manusia-komputer, rekayasa informasi, dan psikologi konsumen. Model menuju pengukuran dan struktur UX adalah tujuan utama. Kemudian, kuantitatif dimaksudkan untuk memudahkan mengukur nilai potensial produk atau nilai. Metode contoh dari model ini termasuk linier, analisis regresi berganda dan estimasi kemungkinan maksimum (F. Zhou, Ji, & Jiao, 2014). Berdasarkan (Bao, Wu, & Liu, 2017) harapan pengalaman pengguna itu sendiri, bukan tujuan akhir dan UX mengidentifikasi pengguna dengan pengalaman buruk dan mengambil tindakan yang tepat untuk UX menjadi lebih baik di masa depan. Selain itu, untuk mengoptimalkan produk perlu pengembang, manajer, dan umpan balik pengguna. UX dan kegunaan adalah faktor untuk meningkatkan produk kecuali kualitas perangkat lunak dasar. Untuk melakukan nilai dalam UX maka perlu UEQ (User Experience Questioner). UEQ harus mengungkapkan perasaan, kesan, dan sikap pengguna. Penanya pengalaman pengguna dalam (Rauschenberger et al., 2013), berisi 6 faktor sebagai berikut:

**Tabel 2.1 Struktur wawancara**

No	Factor	Description
1	Attractiveness	General impression towards the product.
2	Efficiency	Describe how fast and efficient the product
3	Perspicuity	Describe user understand to the product
4	Dependability	Describe user feel in the interaction to the product

5	Stimulation	Describe how interesting and exciting the used product
6	Novelty	Describe product already have innovative and creative

Sumber: (Rauschenberger et al., 2013)



## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab metodologi penelitian akan membahas studi literatur, analisis kebutuhan, akuisisi data melalui objek 3D akan digunakan, deskripsi data mendalam, dan pengenalan gerakan dalam sistem kami. Desain sistem menjelaskan diagram alur dan penjelasannya. Dan yang terakhir adalah desain antarmuka tentang deskripsi tentang antarmuka dan penjelasannya.

### 3.1 Studi Pustaka

Studi literatur menjelaskan dasar teori yang digunakan untuk mendukung tesis ini. Teori pendukung termasuk Wayang kulit, Blender, Unity, Kinect versi 2, sensor kedalaman, pengelompokan algoritma DBSCAN, dan pengenalan gerakan tangan.

### 3.2 Kebutuhan Teknis

Dalam penelitian, ada beberapa proses atau kontrol sehingga Wayang kulit dapat mengikuti gerakan tangan. persyaratan teknis terdiri dari permainan, pertunjukan, pengenalan, perhitungan, dan penentuan. Setiap deskripsi akan dijelaskan sebagai berikut.

#### A. Mainkan

Sistem dapat memainkan setiap karakter Wayang kulit sesuai dengan pengguna gerakan tangan. Karakter Wayang kulit mengikuti gerakan tangan pengguna dan sesuai dengan program input / output.

#### B. Perlihatkan

Sistem menunjukkan kemampuan masing-masing karakter Wayang kulit sesuai dengan input gerakan tangan pengguna. Sistem harus mengetahui jarak masing-masing karakter Wayang kulit karena hanya dua karakter memiliki tiga kemampuan dan satu lagi hanya satu kemampuan. Sistem tahu tentang setiap fungsi jarak dan gerakan.

#### C. Kenali

Sistem dapat mengenali gerakan tangan sesuai dengan sistem. Sistem harus menerapkan kemampuan yang cocok dengan gerakan tangan pengguna.

#### D. Hitung

Sistem menghitung jarak antara median 1 dan median 2 yang didapat dari input pengguna yang merupakan isyarat tangan pengguna. Median adalah rata-rata atau rata-rata dari semua titik di tangan yang ditangkap oleh Kinect.

#### E. Tentukan

Sistem menentukan proses pengelompokan dan pelabelan tangan kiri dan kanan. Sistem menentukan jarak antara tangan kiri dan kanan oleh masing-

masing Median. Sistem menentukan kemampuan sesuai dengan isyarat tangan pengguna dan sistem.

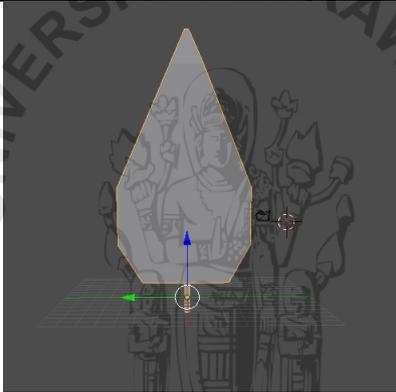
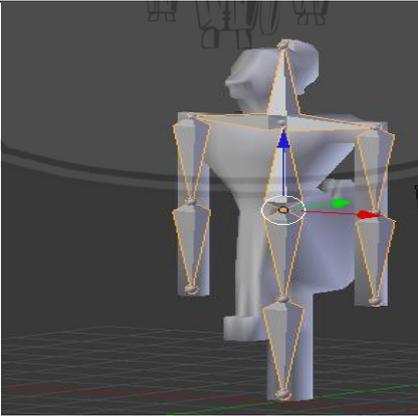
### 3.3 Akuisisi Data.

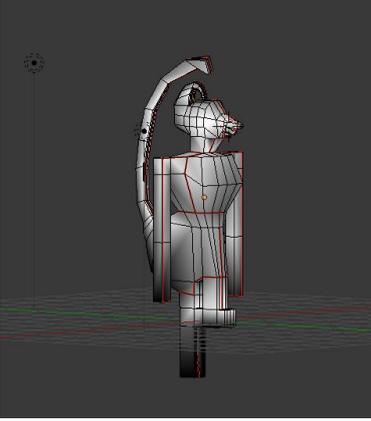
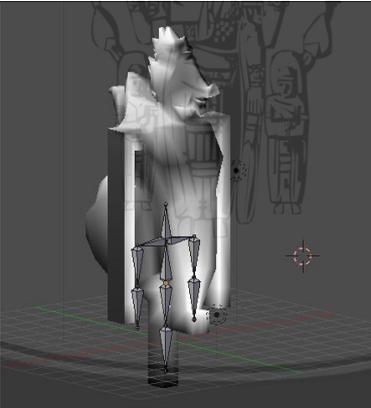
Akuisisi data adalah data yang diperlukan untuk mengembangkan sistem kami dan perincian akuisisi data sebagai berikut:

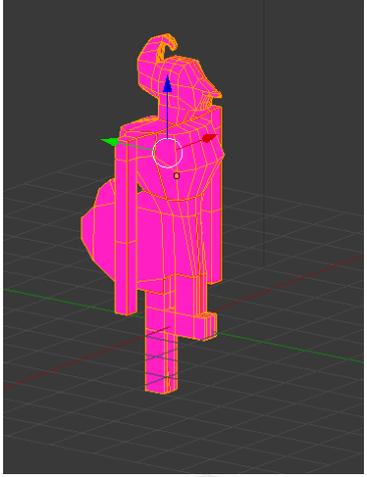
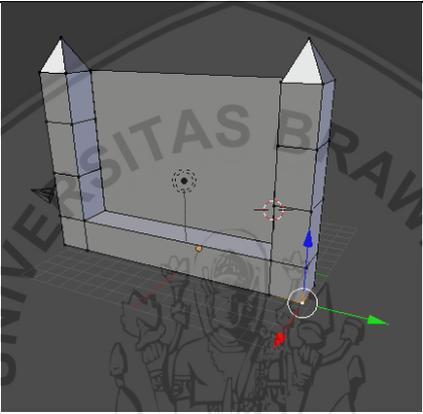
#### 3.3.1 Model 3D

Model 3D termasuk Wayang kulit adalah boneka di teater yang terdiri dari Rama, Shinta, Rahwana, Anoman, dan Laksma, Gunungan adalah tanda bahwa cerita diubah tempat atau memberikan efek di teater, panggung digunakan sebagai tempat Wayang kulit di posisi tertentu dan ada adegan di latar belakang. Model 3D dibuat dari alat Blender dan detail dari model 3D sebagai berikut:

**Tabel 3.1 Model 3D lengkap**

Name	3D Model	Character type
Gunungan		No type
Rama		Good

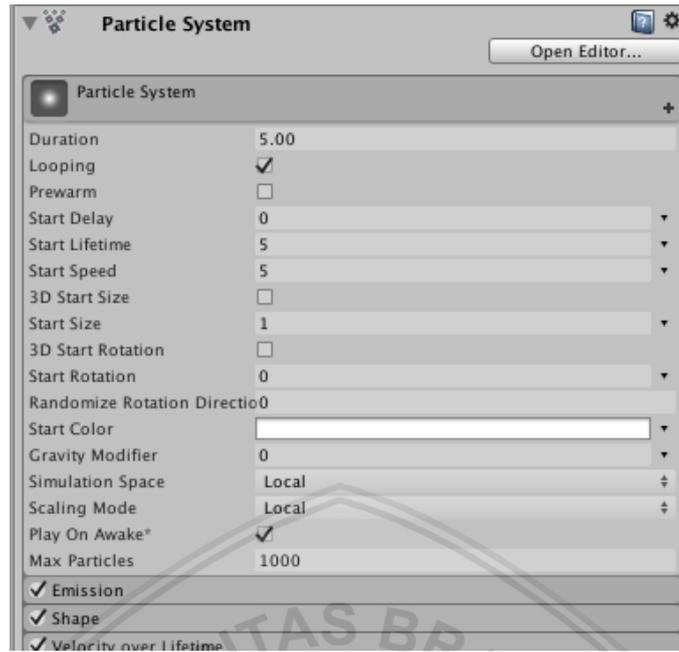
<p>Anoman</p>	 A 3D wireframe model of a character named Anoman, shown in a standing pose. The model is composed of white lines on a dark background, with red and green axes visible at the base.	<p>Good</p>
<p>Sinta</p>	 A 3D wireframe model of a character named Sinta, shown in a standing pose. The model is composed of white lines on a dark background, with red and green axes visible at the base.	<p>Good</p>
<p>Rahwana</p>	 A 3D model of a character named Rahwana, shown in a standing pose. The model is rendered in a solid, light gray color on a dark background, with red and green axes visible at the base.	<p>Bad</p>

Laksma		Good
Stage		No type

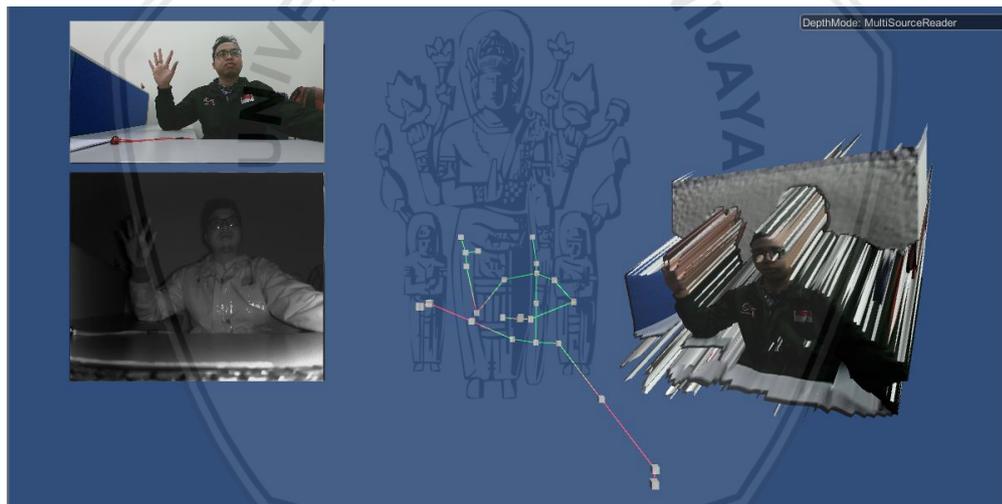
Pada setiap objek memiliki karakteristik dan makna tersendiri dalam pertunjukan Wayang kulit. Yang pertama disebut "Gunungan", makna karakter diubah adegan latar belakang dan sebagai efek dalam kinerja Wayang kulit. Kedua adalah "Rama", ia adalah laki-laki Wayang kulit dan sebagai aktor utama dalam cerita. Yang ketiga adalah Wayang kulit jantan "Anoman" dan monyet yang muncul. "Hanoman" memiliki tugas membantu "Rama" untuk mencari "Shinta". Berikutnya adalah "Sinta" perempuan Wayang kulit, dia sebagai aktor utama juga dalam cerita dan istri "Rama". "Rahwana" adalah laki-laki Wayang kulit, ia menculik "Sinta" dan dibawa ke istananya. Dia adalah musuh dalam cerita dan karakternya kejam.

### 3.3.2 Sistem Partikel

Sistem partikel adalah salah satu fitur dalam persatuan untuk menciptakan efek dalam kinerja Wayang kulit. Ada banyak bentuk sistem partikel yang dapat dibuat bergantung pada kemampuan pembuatnya. Sistem partikel dalam penelitian kami dapat diterapkan di setiap Wayang kulit, di panggung, di efek pertarungan, dan di Wayang kulit hanya menunjukkan kemampuan Rama dan Rahwana Wayang kulit. Selain itu, dapat diunduh di "toko aset" yang di situs web kesatuan.



Gambar 3.1 Pengaturan sistem partikel



Gambar 3.2 Beberapa sensor di Kinect



Gambar 3.3 Koordinat kinect

### 3.3.3 Deskripsi Data Depth

Ada beberapa sensor di Kinect yang terdiri dari kamera, inframerah (IR), kerangka dan kedalaman. Dalam penelitian kami fokus pada sensor kedalaman

untuk mengambil tangan dan menghasilkan Wayang kulit. Setiap deskripsi sensor ditunjukkan pada Gambar 3.2. Data kedalaman adalah salah satu bagian dari Kinect versi 2. Ini adalah pencocokan tangkapan oleh kamera Kinect dan menghasilkan gambar skala abu-abu dalam bentuk 3D. Kedalaman terdiri dari nilai  $x$ ,  $y$ , dan  $z$  dalam rentang yang berbeda ditunjukkan Gambar 3.3.

Kinect menggunakan sistem koordinat Cartesian yang berpusat di sensor IR Kinect. Sumbu Y positif menunjuk ke atas, sumbu Z positif menunjukkan di mana Kinect menunjuk, dan sumbu X positif ke kiri. Satu unit dalam sistem koordinat ini sama dengan satu meter. Dalam penelitian menggunakan informasi data kedalaman Kinect untuk menangkap tangan dan bagian lain harus dihapus sehingga ada batas nilai untuk menangkap tangan manusia. Batas nilai diberikan nilai  $x$ ,  $y$ , dan  $z$  terbatas untuk Kinect. Untuk detailnya, bisa menunjukkan sebagai berikut:



**Gambar 3.4 Tangkapan sensor kedalaman di kinect**

### **3.3.4 Sounds**

Tujuan suara efek suara dan ini tergantung pada kondisi tertentu. Suara terdiri dari masing-masing Wayang kulit ketika pengguna memilih menu, dalam tiga kondisi kinerja Wayang kulit. Apalagi suara yang digunakan untuk memberikan subtitle dalam bercerita. Jenis file suara adalah bentuk mp3 sehingga mudah digunakan dan mudah diimplementasikan ke sistem kami. Efek suara dapat kita unduh di website dan untuk teks ke ucapan sebagai narator diunduh di website. Dalam program ini, kami menambahkan subtitle juga agar pengguna dapat memahami tentang kisah Wayang kulit. Subtitle dibuat dari alat Jamur yang merupakan add-on Unity dan kami hanya menggunakan dan mencocokkan dengan cerita.

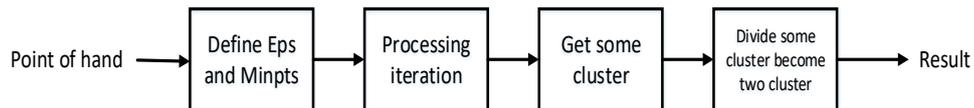
### **3.4 Desain Sistem**

Untuk bagian ini akan dijelaskan tentang langkah-langkah dalam sistem kami dan dijelaskan dalam algoritma dan Gambar. Ada tiga kategori dalam desain

sistem yang terdiri dari pengelompokan, pelacakan dan pelabelan, serta pengenalan gerakan. Rincian setiap bagian sebagai berikut:

### 3.4.1 Clustering

Pengelompokan adalah langkah pertama dalam proses sehingga seperti preprocessing. Ada banyak metode dalam clustering tetapi dalam penelitian hanya menggunakan metode DBSCAN (clustering aplikasi spasial berbasis dengan kebisingan). Metode pengelompokan dapat berupa deskripsi diagram blok. Diagram blok dapat ditampilkan sebagai berikut:



Gambar 3.5 Diagram blok dari klustering



Gambar 3.6 Hasil dari klustering

Proses dimulai dari titik tangan, tentukan Eps dan Minpts yang Eps adalah diameter lingkaran di DBSCAN dan Minpts adalah hitungan minimum centroid di dalam lingkaran. Proses akan diulang sampai semua data sudah mengelompok sehingga hasilnya adalah beberapa cluster. Dari beberapa sistem cluster akan dibagi dua pertandingan cluster sebagai hitungan data. Akhirnya, data mengelompok ke kanan dan kiri.

Dari Gambar 3.6 terlihat bahwa tangan kiri dan tangan kanan berbeda tangan menggunakan bentuk "bola" dan tangan kanan menggunakan bentuk "kubus". Tujuan pengelompokan untuk bermain Wayang kulit lebih dari satu karena dalam pertunjukan Wayang kulit biasanya Dalang (dalang) juga bermain. Setelah pengelompokan sehingga tangan melanjutkan dalam proses selanjutnya yaitu pelacakan dan pelabelan. Algoritma DBSCAN untuk pengelompokan kiri dan kanan dapat ditampilkan sebagai berikut:

Tabel 3.2 Algoritma DBSCAN

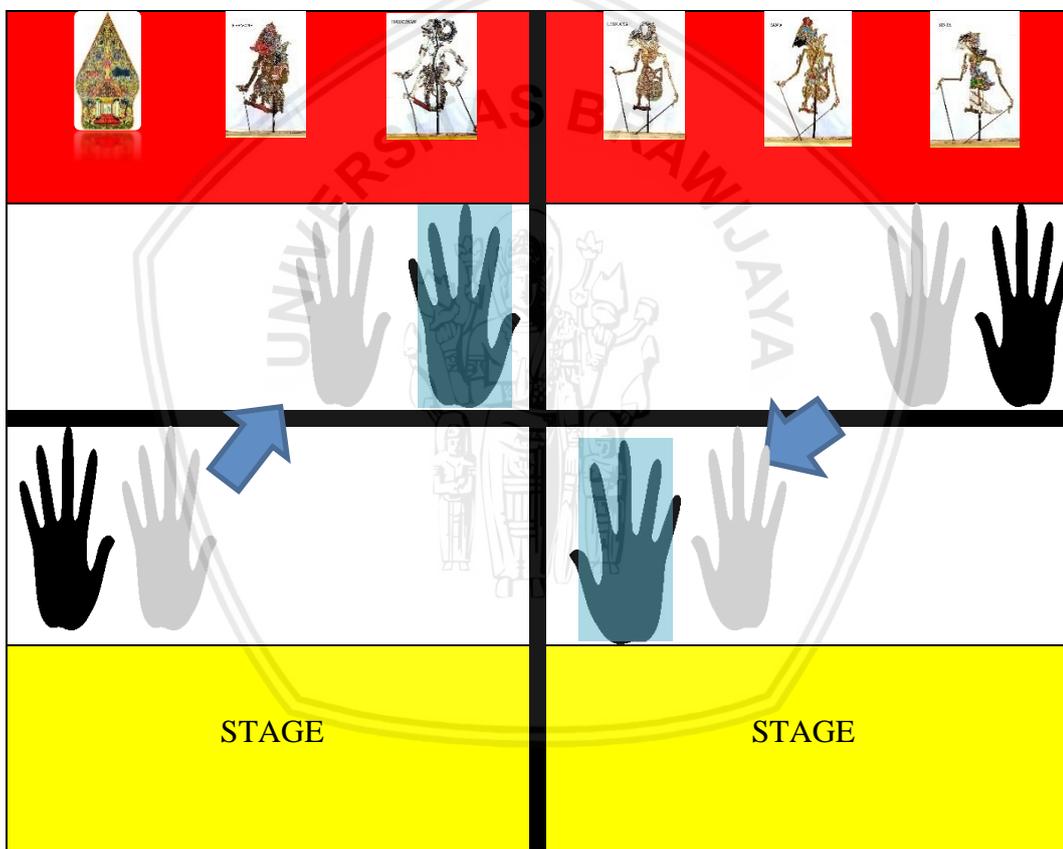
<p><b>Nama algoritma:</b> DBSCAN</p> <p><b>Input :</b> handpoint, thresh, list data cluster, min =999, minpos = 0, st = 0</p> <p><b>Process :</b></p> <pre> for handpoint count   Dist = 0, st = 0,   if i &gt; 0     j = i - 1     while j &gt;= 0       dist = computation using manhattan / Euclidian       distance of each handpoint       if dist &lt; thresh         if dist &lt; min           min = dist           minpos = j         else           minpos = j           st = 1         end if       j --     end while   if st ==1     data cluster by array insert into list data cluster   else     identifier ++ (it is public variable)     j = 0     identifier insert into list data cluster   end if   else     "0" insert into list data cluster   end for return list data cluster </pre> <p><b>Output:</b> result of left and right hand have been clustering</p>
--

### 3.4.2 Pelacakan dan Pelabelan

Pelacakan dan pelabelan adalah bagian dari preprocessing dan ada dua tangan, kanan dan kiri dalam sistem kami. Pelacakan diproses untuk melacak tangan yang ada dan ini akan mengikuti gerakan tangan di mana saja dan harus memberi label di masing-masing tangan. Selain itu, pelacakan dan pelabelan adalah salah satu bagian yang tidak dapat dibagi dalam sistem kami. detail untuk proses pelacakan dan pelabelan dapat ditampilkan pada Gambar 13.

Ada tiga warna dan memiliki fungsi masing-masing. Pertama, warna merah untuk memilih Wayang kulit dan dalam penelitian terdiri dari enam Wayang kulit seperti yang dijelaskan di atas. Kedua, warna putih untuk bermain Wayang kulit dan ada efek ketika diaktifkan. Ketiga, warna kuning untuk tempat istirahat atau Wayang kulit tidak beraksi di atas panggung. Pada Gambar 13, ada dua garis, vertikal dan horizontal yang vertikal dan horizontal memiliki fungsi yang sama untuk pelacakan dan pelabelan dan masing-masing tangan ada ambang sehingga

tangan kanan dan kiri tidak ditumpuk. Jika posisi tangan di area merah berarti memilih Wayang kulit dan itu berdasarkan nilai koordinat karena sistem kami menggunakan lebih dari satu Wayang kulit seperti yang disebutkan di atas. Ambang adalah dinamis, bukan statis karena ambang mengikuti pengelompokan tangan. Hal ini sama seperti pada bagian panggung, Wayang kulit tidak bergerak dan artinya beristirahat. Area biru adalah cara untuk mencegah objek Wayang kulit melompat secara acak. Ini berarti membandingkan median sebelumnya dengan median saat ini jika nilai median saat ini lebih dari Median sebelumnya sehingga hasilnya adalah median sebelumnya. Dalam pelacakan dan proses pelabelan dibagi menjadi 2 bagian termasuk mencari median untuk masing-masing tangan setelah pengelompokan dan memeriksa median atau pelabelan. Algoritma mencari median untuk masing-masing tangan dapat ditampilkan sebagai berikut:



Gambar 3.7 Proses pelacakan dan pelabelan

Tabel 3.3 Algoritma mencari median

<p><b>Nama algoritma:</b> Search median</p> <p><b>Input :</b> Result of the clustering is list data cluster</p> <p><b>Process :</b></p> <pre> for count of cluster for identifier is public variable if cluster to - i == 0 if count1 != 0 median1 = each x, y, and z variable divided by count1 count of x1 = each hand point of x is sum                     </pre>
---

```

count of y1= each hand point of y is sum
count of z1 = each hand point of z is sum
count1 ++
else
median 1 = x, y, z variable equals "0"
count of x1 = each hand point of x is sum
count of y1 = each hand point of y is sum
count of z1 = each hand point of z is sum
count1 ++
else
if count2 != 0
median2 = each x, y, and z variable divided by count1
count of x2 = each hand point of x is sum
count of y2 = each hand point of y is sum
count of z2 = each hand point of z is sum
count2 ++
else
median2 = x, y, z variable equals "0"
count of x2 = each hand point of x is sum
count of y2 = each hand point of y is sum
count of z2 = each hand point of z is sum
count2 ++
end for
end for

```

**Output** : result median of each hand both left and right hand

Setelah menemukan setiap median maka median akan memeriksa apakah di tangan kiri atau tangan kanan. Algoritma cek median atau pelabelan dapat ditampilkan sebagai berikut:

**Tabel 3.4 Algoritma cek median atau pelabelan**

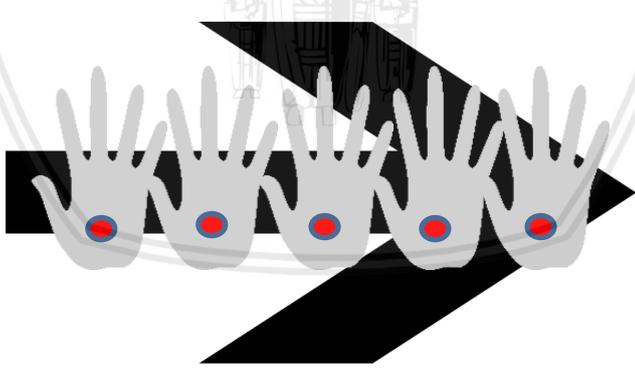
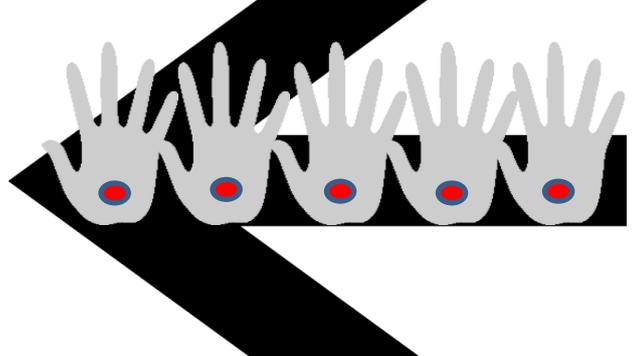
<p><b>Nama algoritma: Check median or labeling</b></p> <p><b>Input</b> : result median of each hand both left and right hand, distancel1 is distance between median1 and previous median1, and distance2 is distance median1 and previous median2</p> <p><b>Process</b> :</p> <pre> <b>if</b> distancel1 &gt; distance2 temporary median = median1 median1 = median2 median2 = temporary median temporary previous = previous median1 previous median1 = previous median2 previous median2 = temporary previous <b>end if</b> previous median1 = median1 previous median2 = median2 </pre> <p><b>Output</b> : result labelling of each hand</p>
---

### 3.4.3 Pengenalan Gerakan Tangan

Pengenalan isyarat tangan adalah bagian penting dari penelitian karena digunakan untuk pengujian dan evaluasi sistem. Pengenalan isyarat tangan dalam penelitian kami menggunakan pencocokan templat dan merupakan

pengelompokan karena tidak perlu data pelatihan. Metode pengamatan hanya 2 nilai koordinat x dan y sehingga dihasilkan tiga gesture. Pengenalan gerakan tiga tangan hanya diterapkan hanya untuk Rahwana dan Rama Wayang kulit. Dengan demikian, Wayang kulit lainnya memiliki pengenalan gerakan satu tangan untuk kemampuan pertunjukan. Untuk detail tentang pengenalan isyarat tangan di sistem kami dapat ditunjukkan pada Tabel 3.5.

**Tabel 3.5 Pengenalan gerakan tangan**

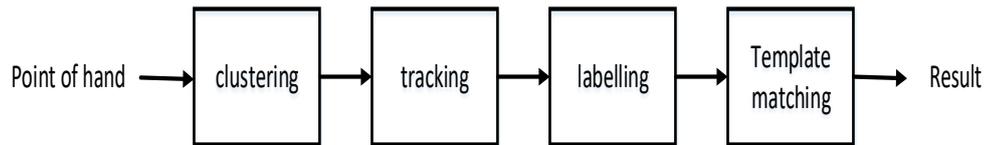
Gesture name	Image of gesture	Function
Down		To give/show ability 1 of Wayang kulit
Left		To give/show ability 2 of Wayang kulit
Right		To give/show ability 3 of Wayang kulit

Ada tiga gerakan tangan dalam penelitian ini termasuk lingkaran (searah jarum jam dan lainnya), naik-turun, dan kiri-kanan. Setiap gerakan menyimpan beberapa nilai untuk menjadi pelatihan data dan pengujian data. Tujuannya adalah setiap gerakan memiliki masing-masing sistem partikel. Algoritma pengenalan gerakan sebagai berikut:

**Tabel 3.6 Algoritma pengenalan gerakan**

<p><b>Nama algoritma : Gesture recognition</b></p> <p><b>Input:</b> result median of each hand both left and right hand, distancel1 is distance between median1 and previous median1, and distance2 is distance median1 and previous median2</p> <p><b>Process :</b></p> <pre> <b>If</b> object <b>If</b> object (x,y) = certain position &amp; !ability count++ xtemp = x position of object ytemp = y position of object <b>End if</b> <b>If</b> count &gt;= 50 ability = true particle system is playing particle system follow position of object xnow = position x now of object ynow = position y now of object compute the distance between position now and position temp <b>If</b> distance x &gt;=10 Ability 1 = true <b>End if</b> <b>If</b> distance x &lt;= -10 ability 2 = true <b>End if</b> <b>If</b> distance y &lt;= -10 ability 3 = true <b>End if</b> <b>If</b> each ability is active each ability is playing match by the condition time++ <b>If</b> time &gt; maximum time each ability has valued false count = 0 time = 0 all particle system is stopped <b>End if</b> <b>End if</b> <b>End if</b> </pre> <p><b>Output:</b> Wayang kulit show ability</p>
--

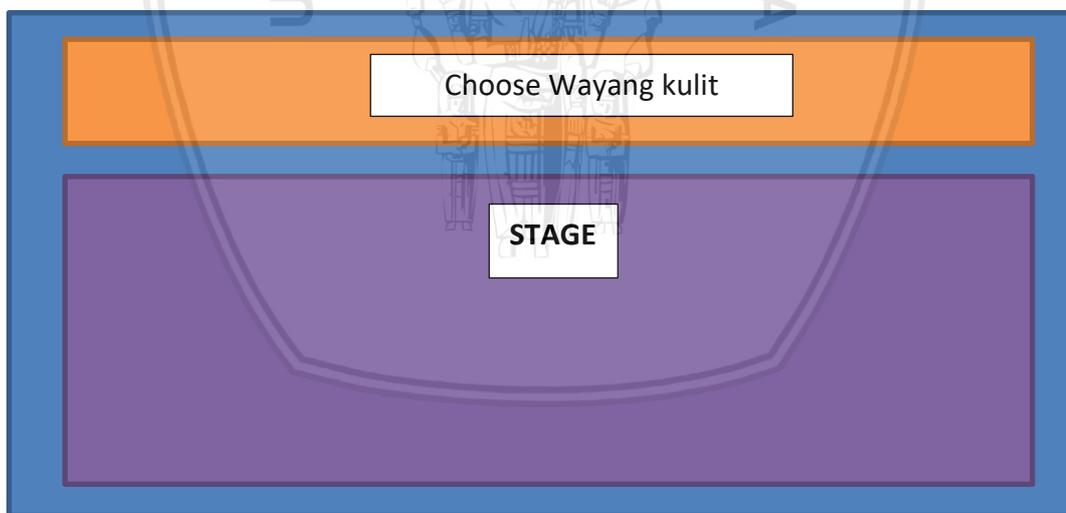
Pengenalan isyarat tangan berisi titik isyarat, pengelompokan, pelacakan, pelabelan, pengenalan isyarat tangan, dan menunjukkan hasil pengakuan. Diagram blok pengenalan gerakan tangan dapat ditunjukkan seperti di bawah ini.



**Gambar 3.8 Blok diagram pengenalan gerakan tangan**

### 3.5 Desain Interface

Langkah implementasi algoritma adalah implementasi metode atau algoritma yang telah dirancang menjadi bahasa pemrograman. Langkah ini akan menghasilkan suatu sistem sebagai media yang representatif dengan metode yang diusulkan. Ada dua macam dalam langkah ini, membuat sistem yang diusulkan dan antarmuka sistem sebagai media interaksi sistem oleh pengguna. Implementasi dilakukan dengan bahasa pemrograman C # dan membuat desain antarmuka menggunakan aplikasi sebagai pensil panggilan. Antarmuka ada dua bagian, pertama adalah pilihan Wayang kulit mengandung banyak bentuk Wayang kulit seperti yang disebutkan di atas. Kedua, panggung yang menjadi tempat bermain Wayang kulit dan untuk aksi Wayang kulit. Dan juga, ada latar belakang di panggung yang terdiri dari tiga adegan berbeda. Di antarmuka, ada sistem partikel dan animasi yang berfungsi meningkatkan kinerja. Setiap objek memiliki sistem partikel dan animasi yang berbeda. Untuk desain antarmuka yang akan digunakan dalam sistem kami dapat menggambarkan sebagai berikut:



**Gambar 3.9 Desain tatap muka**

### 3.6 Desain Evaluasi

Ada tiga desain evaluasi dalam penelitian ini termasuk evaluasi nilai ambang dalam algoritma DBSCAN, pengenalan isyarat tangan dan tentang pengalaman pengguna & antarmuka pengguna. Evaluasi pertama bertujuan untuk mencari ambang yang lebih baik untuk mengelompokkan dua tangan dan posisi median harus sama persis dengan tangan. Deskripsi evaluasi dapat ditampilkan sebagai berikut.



**Tabel 3.7 Desain evaluasi dari nilai ambang di DBSCAN**

Position Threshold	Median 1	Median 2
....	....	....
....	....	....
....	....	....

Ada tiga kondisi di setiap ambang dan median 1 dan median 2 dihargai "benar" atau "salah" tergantung pada posisi masing-masing median. Benar jika posisi median cocok dan kondisi median stabil tidak bergerak secara acak sebaliknya salah. Untuk evaluasi kedua adalah pengenalan isyarat tangan yang beberapa orang akan menggunakan isyarat tangan dan apakah isyarat akan menunjukkan kecocokan dengan tiga kondisi atau tidak. perancangan pengenalan isyarat tangan dapat ditunjukkan sebagai berikut.

**Tabel 3.8 Desain evaluasi dari pengenalan gerakan tangan**

experiment	median1			median2			person
	gesture 1	gesture 2	gesture 3	gesture 1	gesture 2	gesture 3	
1	...	...	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...	...	...
.....	...	...	...	...	...	...	...
.....	...	...	...	...	...	...	...

Nilai pengenalan isyarat tangan adalah "benar" atau "salah" di setiap kondisi. Untuk evaluasi ketiga, orang dari evaluasi kedua akan diberikan kuesioner dan mereka akan mengisinya. Kuesioner berisi beberapa pertanyaan yang harus tercermin dalam Tabel 1 dan kisaran nilai 1 hingga 5 yang 1 sangat buruk, 2 buruk, 3 cukup, 4 baik, dan 5 sangat bagus. Kuisisioner dapat ditunjukkan di bawah ini.

**Tabel 3.9 Desain evaluasi UX/UI**

No	Question	Category of the main factor	Grade ( 5 = very good, 4 = good, 3 = enough, 2 = bad, 1 = very bad)				
			5	4	3	2	1
...	.....	Attractiveness	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...	.....	Efficiency	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...	.....	Perspiciuity	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...	.....	Dependability	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...	.....	Stimulation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...	.....	Novelty	5	4	3	2	1





### 3.7 Desain Cerita Wayang kulit dan Skenario

Dalam sistem kami, ada enam skenario termasuk tiga adegan yang terdiri dari kerajaan Kosala, hutan, dan pulau Lanka. Selain itu, semua karakter akan digunakan dalam pertandingan yang sesuai dengan kondisi. Karakter terdiri dari Rama, Anoman, Sinta, Laksma, Rahwana, dan Gunungan. Untuk detail skenario dan cerita Wayang kulit dapat ditunjukkan seperti di bawah ini.

**Tabel 3.10 Tabel skenario cerita**

FIGURE		SPEECH
<b>SCENARIO 1</b>		
<b>NARRATOR</b>		<p>Sekali waktu, ada kekasih di kerajaan Kosala. Kekasihnya adalah pangeran Rama dan putri Shinta. Rama adalah putra raja Kosala dan memiliki tiga saudara laki-laki. Mereka hidup bahagia di istana.</p> <p>Pada suatu hari, ayah Rama memutuskan dia untuk menjadi raja kerajaan Kosala dari empat saudara laki-laki karena ayahnya mulai tua dan dia telah berjanji. Tapi Rama menyerah takhta dan rela pergi ke hutan bersama istrinya Sinta dan saudaranya Laksma.</p>
<b>ACTOR</b>	<b>RAMA</b>	Saya akan tinggal di hutan dan menyerahkan tahta kepada saudara-saudara saya. Apakah Anda ingin hidup bersama dengan saya di hutan, Sinta?
	<b>SINTA</b>	tentu sayang, aku akan senang jika selalu bersamamu.
<b>SCENARIO 2</b>		
<b>NARRATOR</b>		<p>Suatu hari saat dalam pertempuran, raksasa wanita jatuh cinta dengan Rama. Untuk menghukum raksasa itu, Laksma memotong salah satu telinganya dan ujung hidungnya. Kesal dan terhina oleh ini, raksasa itu meminta bantuan kepada kakaknya, Rahwana. Rahwana memutuskan untuk menculik istri cantik Rama Sinta sebagai pembalasan. Laksma dan Rahwana bertarung dan mereka menunjukkan kemampuan masing-masing dan akhirnya, Laksma kalah. Dia lari ke Rama karena memberi tahu bahwa Rahwana akan membalas dendam kakakku yang akan menculik Sinta.</p>
<b>ACTOR</b>	<b>RAMA</b>	Apa yang salah denganmu? Apa yang terjadi?
	<b>LAKSMA</b>	Saya hanya berkelahi dengan Rahwana. Dia akan membalas dendam kakaknya dengan menculik Sinta. Anda harus menemukan Sinta sebelum Rahwana.
<b>SCENARIO 3</b>		



<b>NARRATOR</b>		Rama dan Laksma lari ke hutan untuk menemukan Sinta tetapi mereka tidak menemukannya. Jadi mereka melakukan perjalanan untuk menemukan Sinta dan dalam perjalanan mereka bertemu Anoman, menteri monyet. yang memiliki kekuatan sihir, untuk mencari tanah Rahwana untuk Sinta. Untuk membuktikan bahwa dia membantu Rama, Hanuman mengambil cincin Rama.
<b>ACTOR</b>	<b>RAMA</b>	Senang bertemu denganmu, Anoman. Bisakah Anda membantu saya menemukan istri saya, Sinta?
	<b>ANOMAN</b>	Tentu saja, tidak masalah pangeran Rama.
<b>SCENARIO 4</b>		
<b>NARRATOR</b>		Dengan kemampuan, Hanuman menemukan Sinta di pulau Lanka dan memberitahunya dengan suara bahwa Rama datang untuk menyelamatkannya. Hanya Hanoman dan Laksma yang akan ke istana Rahwana segera. Untuk Rama, Anoman menasihatinya untuk mengambil kemampuan khusus terlebih dahulu dan menyusul. Rahwana telah dikenal jahat karena mereka datang ke istananya sehingga Rahwana bersiap untuk berperang.
<b>ACTOR</b>	<b>RAHWANA</b>	Selamat datang di istanaku, musuhku.
	<b>LAKSMA</b>	Kami tidak takut, Rahwana. Kami akan membuatmu kalah dan membawa putri Shinta kembali ke Rama Prince.
	<b>RAHWANA</b>	Kalau bisa lewat saya dulu.
<b>SCENARIO 5</b>		
<b>NARRATOR</b>		Laksma dan Aanoman bertempur dengan Rahwana di istananya. Baik Laksma dan Anoman melepaskan semua kemampuan tetapi mereka kalah karena Rahwana memiliki lebih banyak kemampuan daripada mereka. Ketika Rahwana akan membunuh mereka, Rama baru saja datang ke istananya dan dia bertempur dengan Rahwana.
<b>ACTOR</b>	<b>RAMA</b>	Rahwana, Anda adalah pesaing saya. Tinggalkan mereka !!
	<b>RAHWANA</b>	Anda akan sama menderita seperti mereka.
	<b>RAMA</b>	Ayo lihat.
<b>SCENARIO 6</b>		
<b>NARRATOR</b>		Akhirnya, Rama membunuh iblis Rahwana dan bisa menyelamatkan istrinya, Sinta. Mereka kembali ke istananya. Ketika mereka sampai di sana, mereka disambut oleh saudara laki-laki Rama Barata yang segera menyerahkan tahta kembali ke Rama.

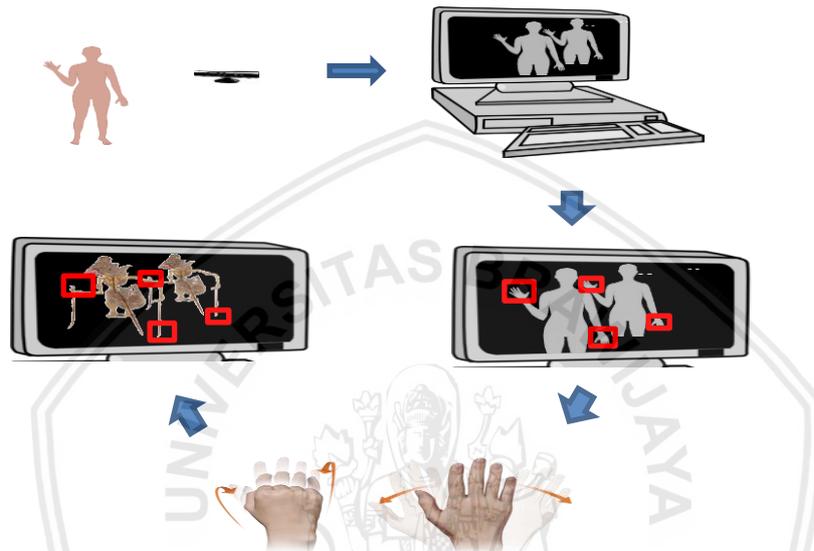


## BAB 4 IMPLEMENTASI SISTEM

Bab ini membahas arsitektur sistem, implementasi sistem terdiri dari Model 3D dan implementasi sistem partikel dan algoritma implementasi, serta implementasi antarmuka.

### 4.1 Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem di sistem kami dapat ditampilkan sebagai berikut:



**Gambar 4.1 Arsitektur sistem**

Penelitian ini mengusulkan tentang implementasi pelacakan tangan menggunakan Microsoft Kinect untuk Wayang kulit. Proses dimulai dari manusia yang ditangkap oleh Microsoft Kinect dan diproses melalui komputer. Di komputer, tubuh manusia akan memproses dan mengelompokkan menjadi beberapa bagian kepala, tubuh, dan kaki. Baik kepala dan kaki akan diabaikan dan fokus pada bagian tubuh. Bagian tubuh akan mencari tangan sehingga perlu pengelompokan lagi untuk membagi bagian tubuh. Kami akan fokus pada bagian tangan dan melakukan pelacakan untuk tangan yang ditemukan di pengelompokan. Setelah pelacakan tangan selesai maka akan implementasi di Wayang kulit. Tangan Wayang kulit harus mengikuti tangan manusia.

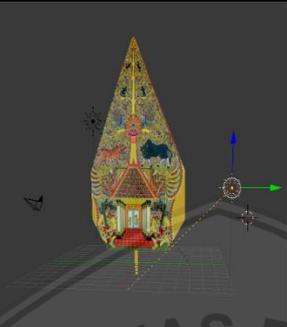
### 4.2 Implementasi Sistem

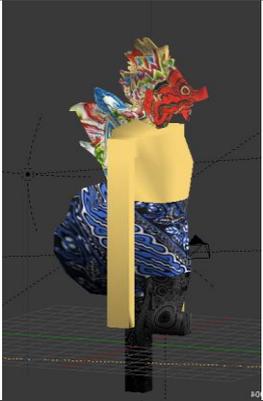
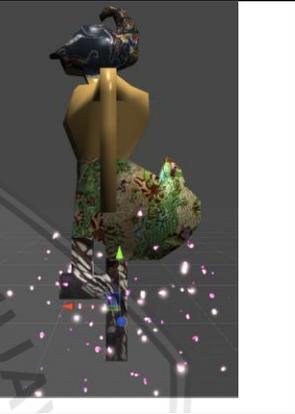
Implementasi sistem adalah representasi dari sistem dalam penelitian. Bagian ini terdiri dari model 3D dan sistem partikel, implementasi pengenalan gerakan, dan algoritma dari setiap proses. Detail dari setiap bagian akan dijelaskan sebagai berikut:

### 4.2.1 Model 3D dan Sistem Partikel

Model implementasi 3D ada tujuh objek dan masing-masing objek memiliki tekstur, bentuk dan sistem partikel yang berbeda. Untuk detail implementasi, Wayang kulit dapat ditunjukkan pada Tabel 4.1.

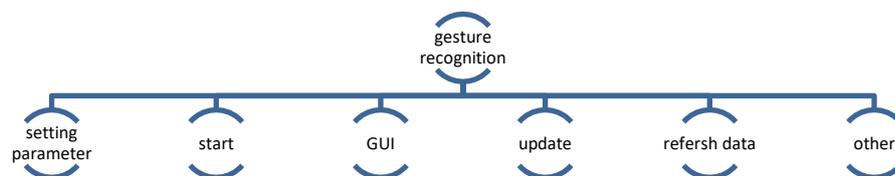
Tabel 4.1 Implementasi wayang kulit

Name	3D Model	Particle system
Gunungan		
Rama		
Anoman		
Sinta		

Rahwana		
Laksmi		
Stage		

#### 4.2.2 Implementasi Algoritma

Ada beberapa algoritma untuk membangun sistem kami dan masih belum menjelaskan di atas. Untuk detail dari cara program kami dapat ditunjukkan pada Gambar 4.2.



**Gambar 4.2** Gambaran dari algoritma dalam sistem pengenalan gerakan

Bagian parameter pengaturan adalah bagian untuk memproses dan menggunakan parameter dalam sistem. Ada banyak parameter dalam sistem kami yang terdiri dari berbagai jenis data. Parameter pengaturan dapat ditampilkan sebagai berikut.

Tabel 4.2 Parameter pengaturan sistem

1	#region setting parameter
2	public DepthViewMode ViewMode =
3	DepthViewMode.SeparateSourceReaders;
4	
5	public GameObject ColorSourceManager;
6	public GameObject DepthSourceManager;
7	public GameObject MultiSourceManager;
8	
9	//cube
10	[SerializeField]
11	public GameObject cubeKotak;
12	private Vector2 kotakPosition;
13	
14	// own make
15	public List<Vector3> _handPoint;
16	public List<int> cluster;
17	public int identifier = 0;
18	//public int temp_x = 0, temp_y = 0, temp_z = 0,
19	temp_count = 0, temp_left = 0, temp_right = 0;
20	public int frame1 = 0, frame2 = 0;
21	public double boundary = 0.5;
22	public int limit = 0;
23	Vector3 prev_med1 = new Vector3(0, 0, 0);
24	Vector3 prev_med2 = new Vector3(0, 0, 0);
25	Vector3 temp_med = new Vector3(0, 0, 0);
26	Vector3 temp_prev = new Vector3(0, 0, 0);
27	Vector3 median1 = new Vector3(0, 0, 0);
28	Vector3 median2 = new Vector3(0, 0, 0);
29	public GameObject[] obj = new GameObject[6];
30	private Vector3[] pos_obj = new Vector3[6];
31	public GameObject bg1, bg2, bg3;
32	public Vector3 pos_hand;
33	public GameObject obj_hand;
34	ArrayList data1 = new ArrayList();
35	ArrayList data2 = new ArrayList();
36	public int left = 6;
37	public int right = 6;
38	double value1 = 0, value2 = 0, temp = 0;
39	int ctrBg = 2;
40	static int maxCtrBg2 = 87;
41	static int maxCtrBg = maxCtrBg2 - 340;
42	int ct = 0;
43	bool move = true;
44	bool scene1 = true;
45	bool scene2 = false;
46	bool scene3 = false;
47	bool stop = true;
48	bool gantiScene = false;
49	public int frame_count = 0;
50	String training1, training2, training3;
51	ArrayList train1 = new ArrayList();
52	ArrayList train2 = new ArrayList();

```

53  ArrayList train3 = new ArrayList();
54  //double score1, score2, score3;
55  bool ability = false;
56  bool abilityA = false;
57  bool abilityB = false;
58  bool abilityC = false;
59  int timeAbility = 0;
60  int maxTimeAbility = 10;
61  int a = 0;
62  int b = 0;
63  public AudioClip try1;
64  private UnityEngine.AudioSource source;
65
66  private KinectSensor _Sensor;
67  private CoordinateMapper _Mapper;
68  private Mesh _Mesh;
69  private Vector3[] _Vertices;
70  private Vector2[] _UV;
71  private int[] _Triangles;
72
73  // Only works at 4 right now
74  private const int _DownsampleSize = 4;
75  private const double _DepthScale = 0.1f;
76  private const int _Speed = 50;
77
78  private MultiSourceManager _MultiManager;
79  private ColorSourceManager _ColorManager;
80  private DepthSourceManager _DepthManager;
81
82  float xTemp;
83  float yTemp;
84
#endregion

```

Awal program adalah ketika Kinect aktif sehingga objek yang ada di sistem akan diproses dan nilai setiap objek tidak akan pernah berubah di bagian ini. Algoritma sistem mulai sebagai berikut:

**Tabel 4.3 Algoritma fungsi mulai**

<b>Nama algoritma:</b> Start Function
<b>Input:</b> object or variable have permanent values
<b>Process :</b> the system open communication with Kinect tool variable or object with permanent value can be declared in here
<b>Output:</b> object or variable have permanent values

Bagian GUI adalah pengaturan GUI saat Kinect aktif. Algoritma dapat ditampilkan sebagai berikut:

**Tabel 4.4 Algoritma fungsi GUI**

<b>Nama algoritma: GUI Function</b>
<b>Input:</b> When Kinect Active, user input
<b>Process :</b> System will be setting screen match by input
<b>Output:</b> Display screen

Bagian pembaruan adalah bagian yang jika ada variabel atau objek perlu untuk pembaruan maka objek atau variabel harus berada di sini. Algoritma pembaruan dapat ditampilkan sebagai berikut:

**Tabel 4.5 Algoritma fungsi pembaruan**

<b>Nama algoritma: Update Function</b>
<b>Input:</b> When Kinect Active, user input
<b>Process :</b> If sensor = null Return End if If button is press changed depth view mode End if get value y coordinate get value x coordinate <b>Rotation function</b> If view mode changed processed match by user input End if
<b>Output:</b> Display update

Setelah pembaruan dilakukan oleh sistem maka sistem akan menjadi langkah untuk me-refresh bagian data. Data penyegaran adalah bagian utama karena ada banyak pengaturan dan algoritma untuk pengenalan isyarat tangan. Algoritme dapat ditampilkan sebagai berikut:

**Tabel 4.6 Algoritma fungsi data**

<b>Nama algoritma: Refresh Data Function</b>
<b>Input:</b> Match by user input in parameter setting
<b>Process :</b> Declaration variable in the refresh data function Setting the screen limitation for performance and depth sensor Clustering process/algorithm Check median & labeling process/algorithm Choose Wayang kulit Change background function Condition 1 function is distance value low and fight effect Condition 2 function is distance value medium and hand effect

Condition 3 function is distance value high and ability of each Wayang kulit  
**Output:** Performance Wayang kulit using hand gesture recognition by depth sensor

Bagian terakhir adalah yang lain, di sini algoritma dalam menentukan nilai koordinat z. Algoritme dapat ditampilkan sebagai berikut:

**Tabel 4.7 Algoritma fungsi lain**

<b>Nama algoritma:</b> Other function
<b>Input:</b> array depth data, x coordinate value, y coordinate value, width, and height
<b>Process :</b> Get z coordinate value function Quit function if Kinect or application is closed
<b>Output :</b> z coordinate value

### 4.3 Implementasi Interface

Ini adalah implementasi antarmuka ada enam implementasi antarmuka dalam sistem. Implementasi antarmuka terdiri dari tiga perubahan latar belakang dan tiga nilai ambang batas. Detail implementasi antarmuka dapat ditampilkan sebagai berikut:



(a)



(b)





(c)



(d)



(e)



(f)

**Gambar 4.3 (a-c) implementasi tatap muka dari perubahan background (d-f) implementasi tatap muka dari nilai jarak**

Dari Gambar 4.3, saya akan menjelaskan satu per satu deskripsi Gambar. Gambar 4.3 (a) adalah kondisi kinerja pertama, hanya ada latar belakang, sistem

partikel dan Wayang kulit memilih menu. Gambar 4.3 (b) dan (c) sama dengan Gambar 4.3 (a) tetapi latar belakangnya berubah ketika pengguna mengambil objek "Gunungan", latar belakangnya diubah. Gambar 4.3 (d) ketika nilai jarak antara 50 dan 100 sehingga Wayang kulit mendapatkan kemampuan bertarung seperti yang ditunjukkan di atas. Gambar 4.3 (e) ditunjukkan ketika nilai jarak antara 100 dan 200 sehingga Wayang kulit menunjukkan animasi sebagai gerakan tangan, gerakan kepala dan lainnya. Dan yang terakhir adalah Gambar 4.3 (f) jarak lebih dari 200 kemampuan yang ditunjukkan setiap Wayang kulit ada lima Wayang kulit dapat menunjukkan kemampuan ("Gunungan" tidak termasuk karena objek ini sebagai tanda latar belakang berubah) tetapi hanya "Rahwana" dan "Rama" "Memiliki tiga kemampuan dan yang lainnya memiliki satu kemampuan.



## BAB 5 EVALUASI DAN DISKUSI

Dalam bab ini akan dijelaskan tentang evaluasi program kami dan membahas hasil yang didapat.

### 5.1 Evaluasi

Evaluasi termasuk evaluasi nilai ambang batas dalam DBSCAN untuk pengelompokan tangan dan pengenalan gerakan tangan. setiap bagian dari evaluasi akan dijelaskan sebagai berikut:

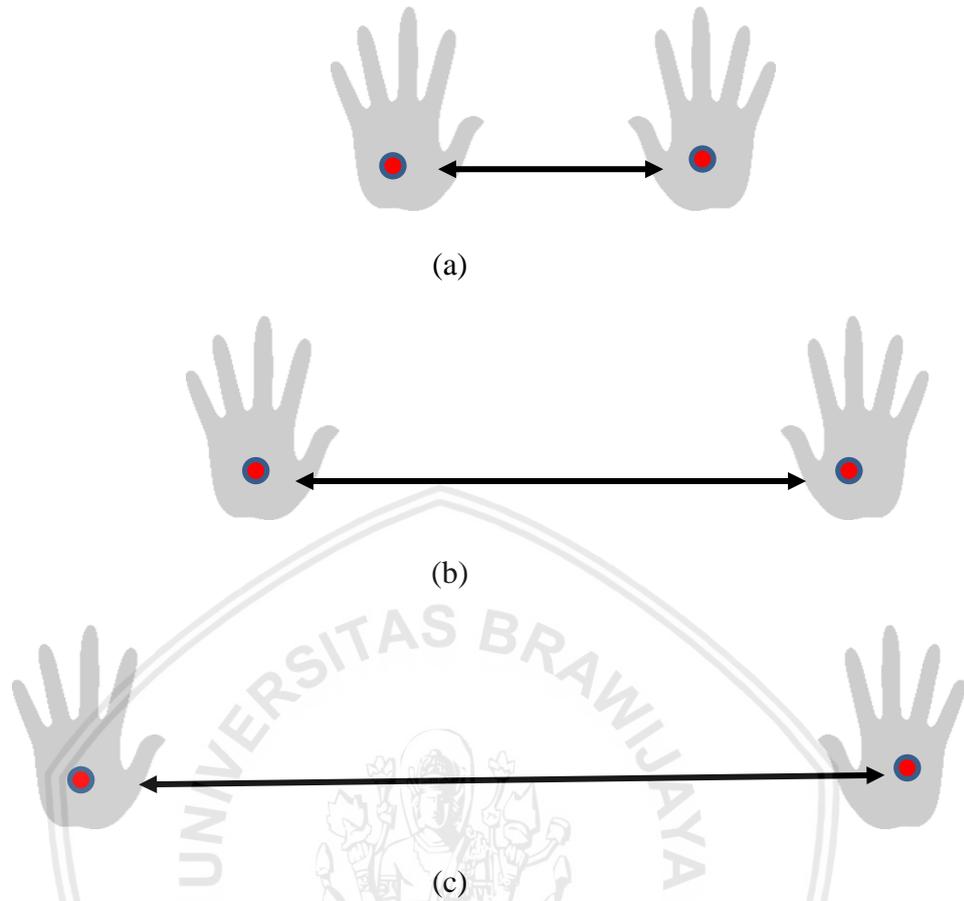
#### 5.1.1 Nilai Ambang dalam DBSCAN

Dalam evaluasi ini ukuran untuk mengevaluasi posisi median 1 atau median 2 cocok dengan posisi atau tidak. Berarti posisi adalah median 1 atau median 2 pertandingan di tangan tengah atau tidak dan kondisi median 1 atau median 2 kandang di setiap kerangka kinerja. Deskripsi median dapat ditampilkan sebagai berikut.



**Gambar 5.1 Gambaran Median**

Tiga kondisi jarak dapat ditunjukkan dan Gambar 20 dan tujuannya adalah untuk mencari ambang batas terbaik untuk tiga kondisi. Jarak adalah jarak antara median 1 dan median 2 yang keduanya mengandung nilai  $x, y, z$  jadi kita harus menggunakan jarak Euclidian untuk mendapatkan jarak.



**Gambar 5.2** Tiga kondisi jarak (a) jarak antara 50 dan 100 cm (b) jarak antara 100 dan 200 cm (c) jarak lebih dari 200 cm

Dalam penelitian ini, kami mencari ambang batas terbaik yang stabil dalam tiga kondisi jarak. Ambang batas kita mulai dari 5 hingga 100 dan setiap ambang berisi tiga kondisi. Hasil nilai ambang di DBSCAN dapat ditampilkan sebagai berikut.

**Tabel 5.1** Hasil nilai ambang dalam DBSCAN

Position Threshold	Median 1	Median 2
5-a	FALSE	FALSE
5-b	FALSE	FALSE
5-c	FALSE	FALSE
10-a	FALSE	FALSE
10-b	FALSE	FALSE
10-c	FALSE	FALSE
15-a	TRUE	FALSE
15-b	TRUE	FALSE
15-c	TRUE	FALSE
20-a	FALSE	FALSE
20-b	FALSE	TRUE
20-c	FALSE	TRUE
25-a	TRUE	TRUE

25-b	TRUE	TRUE
25-c	TRUE	TRUE
30-a	TRUE	TRUE
30-b	FALSE	TRUE
30-c	FALSE	TRUE
35-a	FALSE	FALSE
35-b	TRUE	TRUE
35-c	TRUE	TRUE
40-a	FALSE	FALSE
40-b	TRUE	TRUE
40-c	TRUE	TRUE
45-a	FALSE	FALSE
45-b	TRUE	TRUE
45-c	TRUE	TRUE
50-a	FALSE	FALSE
50-b	TRUE	TRUE
50-c	TRUE	TRUE
55-a	FALSE	FALSE
55-b	TRUE	TRUE
55-c	TRUE	TRUE
60-a	FALSE	FALSE
60-b	TRUE	TRUE
60-c	TRUE	TRUE
65-a	FALSE	FALSE
65-b	TRUE	TRUE
65-c	TRUE	TRUE
70-a	FALSE	FALSE
70-b	TRUE	TRUE
70-c	TRUE	TRUE
75-a	FALSE	FALSE
75-b	TRUE	TRUE
75-c	TRUE	TRUE
80-a	FALSE	FALSE
80-b	TRUE	TRUE
80-c	TRUE	TRUE
85-a	FALSE	FALSE
85-b	TRUE	TRUE
85-c	TRUE	TRUE
90-a	FALSE	FALSE
90-b	TRUE	TRUE
90-c	TRUE	TRUE
95-a	FALSE	FALSE
95-b	TRUE	TRUE
95-c	TRUE	TRUE
100-a	FALSE	FALSE
100-b	TRUE	TRUE



100-c	TRUE	TRUE
-------	------	------

Ada tiga kategori di setiap ambang untuk mencari ambang terbaik. Ambang batas terbaik berarti dapat berbeda jarak tiga kategori. Pertama adalah jarak dengan nilai antara 50 dan 100 cm, itu dilambangkan "a" dalam tabel. Kedua, jarak dengan nilai 100 dan 200 cm, itu dilambangkan "b" dalam tabel dan yang terakhir adalah jarak dengan nilai lebih dari 200 cm, itu dilambangkan "c" dalam tabel.

### 5.1.2 Pengenalan Gerakan Tangan

Dalam evaluasi ini, setiap orang akan dipraktekkan tiga nilai ambang dan setiap nilai ambang memiliki kinerja yang berbeda. Efek jarak pertama adalah efek pertempuran dan hasil seperti Gambar 4.3 (d). Ambang kedua adalah bermain animasi seperti Gambar 4.3 (e) dan ambang ketiga adalah kemampuan Wayang kulit sebagai Gambar 4.3 (f). Konfigurasi pengenalan isyarat tangan dapat digambarkan sebagai berikut.



**Gambar 5.3 Konfigurasi pengenalan gerakan tangan**

Kami memiliki 20 orang untuk melakukan pengenalan gerakan tangan dan setiap orang melakukan lima kali percobaan pengenalan gerakan tangan. Untuk hasil rinci pengenalan isyarat tangan dapat ditunjukkan sebagai berikut.

**Tabel 5.2 Hasil dari evaluasi pengenalan gerakan tangan**

Uji	median1			median2			P
	Gesture 1	Gesture 2	Gesture 3	Gesture 1	Gesture 2	Gesture 3	
1	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	1
2	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
3	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	

4	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
5	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
6	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	2
7	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
8	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
9	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
10	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
11	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	3
12	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
13	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
14	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
15	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	4
16	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
17	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
18	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
19	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
20	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	5
21	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
22	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
23	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
24	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	6
25	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
26	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
27	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
28	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
29	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	7
30	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
31	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
32	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
33	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	8
34	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
35	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
36	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
37	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
38	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	9
39	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	
40	TRUE	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE	
41	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	10
42	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
43	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
44	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
45	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
46	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	



47	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
48	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
49	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
50	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
51	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
52	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	11
53	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
54	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
55	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
56	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
57	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	12
58	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
59	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
60	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
61	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
62	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	13
63	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
64	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
65	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
66	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
67	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	FALSE	14
68	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE	
69	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE	
70	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
71	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
72	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	15
73	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
74	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
75	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
76	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
77	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	16
78	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
79	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
80	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
81	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
82	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	17
83	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
84	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
85	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
86	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
87	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	18
88	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
89	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	



90	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
91	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	19
92	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
93	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE	
94	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE	
95	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE	
96	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	20
97	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	
98	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE	
99	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE	
100	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE	

### 5.1.3 User Experience (UX) / User Interface (UI)

Evaluasi pengalaman pengguna / antarmuka pengguna terdiri dari beberapa pertanyaan maka pengguna harus diisi. Pertanyaan yang dirancang mengandung enam faktor penting. Formulir kuesioner menggunakan formulir Google dan sudah menggunakan skala Linkert untuk evaluasi.

**Tabel 5.3 Tabel wawancara**

NO	Question	Main factor	Grade ( 5 = very good, 4 = good, 3 = enough, 2 = bad, 1 = very bad)
1	How about the user interface of our program?	Efficiency	
2	How about gesture recognition in the program?	Attractiveness	
3	How can you play each Wayang kulit?	Perspiciuity	
4	How can you see ability on each Wayang kulit?	Attractiveness	
5	How about performance at the moment change one Wayang kulit to other Wayang kulit?	Dependability	
6	How about the accuracy of the depth sensor of Kinect?	Efficiency	
7	How about user experience on our program?	Attractiveness	
8	How about novelty in our program including methods, object, sensor, and others?	Novelty	

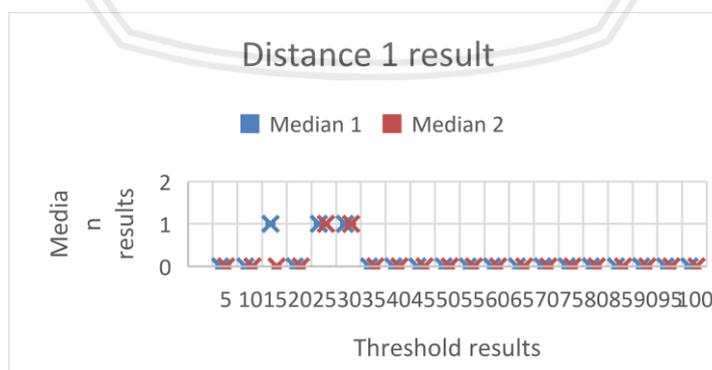
9	How do you understand about the program?	Perspicuity	
10	What do you think if the program is developed for the future?	Stimulation	

## 5.2 Diskusi

Bagian ini kita dapat membahas hasil dan evaluasi dari program atau penelitian kami. Ada 3 bagian diskusi termasuk efek ambang, analisis, dan hasil tentang pengenalan isyarat tangan, dan hasil pengalaman pengguna atau antarmuka pengguna. Rinciannya akan dijelaskan satu per satu.

### 5.2.1 Pengaruh Nilai Ambang

Dari hasil pada Tabel 8, ada 20 jenis ambang dan setiap ambang memiliki tiga kondisi yang tergantung pada jarak antara tangan kanan dan kiri. Median dua tangan dapat muncul di tengah atau tengah masing-masing tangan seperti Gambar 5.1. Penjelasan hasilnya adalah "0" berarti false dan "1" berarti benar. Kita dapat melihat pada Gambar 5.4, median 1 memiliki true pada ambang 15 tetapi median 2 jika salah. Selain itu, pada ambang 25 dan 30 bahwa median 1 dan median 2 memiliki hasil yang benar. Median 2 banyak yang memiliki nilai false daripada median 1 di ambang 1 hasil karena jarak kedua tangan sangat dekat. Ini berarti hasil ambang yang lebih tinggi sehingga akan lebih sulit untuk dikenali. Jumlah false lebih tinggi dari hasil yang benar di ambang 1 hasil yang jumlah false adalah 17 berisi median 1 dan median 2. Ambang 2 hasil yang benar lebih tinggi dari hasil yang salah. Total median 1 dan median 2 memiliki nilai true adalah 15. Itu terjadi karena jarak antara keseimbangan kiri dan kanan yang tidak jauh dan tidak begitu dekat. Pada hasil ambang 15 hanya median 1 yang benar. Jika tidak, pada ambang 20 dan 30 hanya median 2 yang benar. Untuk hasil ambang 25 baik median 1 dan median 2 benar.

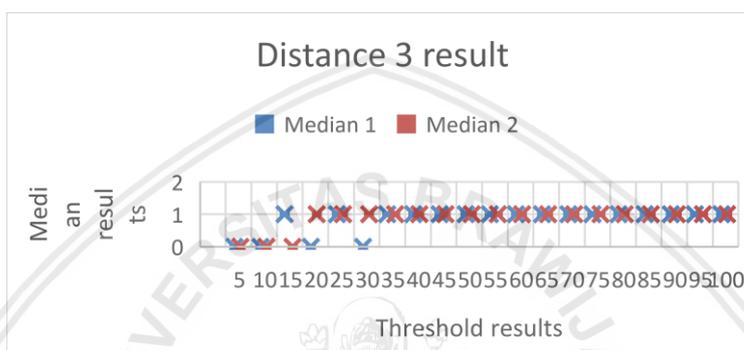


Gambar 5.4 Hasil jarak 50 dan 100 cm





Gambar 5.5 Hasil jarak 100 dan 200 cm



Gambar 5.6 Hasil jarak lebih dari 200 cm

Pada threshold 3 hasilnya sama dengan threshold result 2 tetapi pada threshold 3, jarak antara kiri dan kanan sejauh ini sehingga nilai threshold lebih tinggi sehingga lebih banyak nilai true. Hasil keseluruhan menunjukkan bahwa pada nilai ambang 25 median 1 dan median 2 benar dalam tiga kondisi. Selain itu, pada nilai ambang 25 baik median 1 dan median 2 telah stabil daripada hasil ambang lainnya yang memiliki hasil nyata dalam median 1 atau median 2. Dari hasil tersebut, kami hanya mengambil ambang hingga 100 karena jika hasilnya lebih dari 100 maka hasilnya akan menjadi sama dengan 100 dan sudah diamati.

### 5.2.2 Pengenalan Gerakan Tangan

Pengenalan isyarat tangan telah melibatkan 20 responden atau peserta dalam melakukan percobaan ini. Para pesertanya tidak hanya berasal dari ilmu komputer dan Indonesia tetapi juga berbagai disiplin ilmu dan negara. Hasil akurasi kami menggunakan presisi, daya ingat, dan akurasi. Pertama, kita harus mendefinisikan nilai true positive (TP), true negative (TN), false positive (FP), dan false negative (FN). Setelah menemukan, sehingga kita dapat menggambarkan masing-masing nilai ke dalam matriks kebingungan. Dalam penelitian kami, TP ditulis di mana kami memperkirakan ya (pengguna melakukan isyarat), dan sistem menunjukkan kemampuan wayang kulit. TN menentukan kapan kami memperkirakan tidak ada gerakan, dan sistem tidak menunjukkan kemampuan wayang kulit. FP adalah ketika kami memperkirakan ya (pengguna melakukan gerakan), tetapi sistem tidak menunjukkan kemampuan wayang kulit. Terakhir, FN adalah ketika kami

memperkirakan tidak ada gerakan, tetapi sistem menunjukkan kemampuan wayang kulit.

**Tabel 5.4 Matriks *confusion* median 1 gesture 1**

n =100	Predicted: No	Predicted: Yes	
actual : No	TN = 27	FP =2	29
actual : Yes	FN =1	TP =70	71
	28	72	

**Tabel 5.5 Matriks *confusion* median 1 gesture 2**

n =100	Predicted: No	Predicted: Yes	
actual : No	TN = 18	FP =5	23
actual : Yes	FN =2	TP =75	77
	20	80	

**Tabel 5.6 Matriks *confusion* median 1 gesture 3**

n =100	Predicted: No	Predicted: Yes	
actual : No	TN = 16	FP =4	20
actual : Yes	FN =5	TP =75	80
	21	79	

**Tabel 5.7 Matriks *confusion* median 2 gesture 1**

n =100	Predicted: No	Predicted: Yes	
actual : No	TN = 10	FP =0	10
actual : Yes	FN =0	TP =90	90
	10	90	

**Tabel 5.8 Matriks *confusion* median 2 gesture 2**

n =100	Predicted: No	Predicted: Yes	
actual : No	TN = 13	FP =1	14
actual : Yes	FN =1	TP =85	86
	14	86	

**Tabel 5.9 Matriks *confusion* median 2 gesture 3**

n =100	Predicted: No	Predicted: Yes	
actual : No	TN = 16	FP =2	18
actual : Yes	FN =2	TP =80	82
	18	82	

**Tabel 5.10 Hasil dari presisi, *recall*, dan akurasi**

Median	Gesture	Precision (%)	Recall (%)	Accuracy (%)
Median 1	Gesture 1	97%	98%	97%
	Gesture 2	94%	97%	93%
	Gesture 3	95%	94%	91%
Median 2	Gesture 1	100%	100%	100%
	Gesture 2	99%	99%	98%
	Gesture 3	96%	96%	96%

Hasil median 1 gesture 1, kami mendapatkan hasil TN adalah 27, hasil FP adalah 2, hasil FN adalah 1, dan hasil TP adalah 70. Hasil dari median 1 gesture 2, kami mendapatkan hasil TN adalah 18, hasil FP adalah 5, hasil FN adalah 2, dan hasil TP adalah 75. Median 1 gesture 2, kami mendapatkan hasil TN adalah 16, hasil FP adalah 4, hasil FN adalah 5, dan hasil TP adalah 75. Median 2 gesture 1, kami mendapatkan hasil TN adalah 10, hasil FP adalah 0, hasil FN adalah 0, dan hasil TP adalah 90. Hasil dari median 2 gesture 2, kami mendapatkan hasil TN adalah 13, hasil FP adalah 1, hasil FN adalah 1, dan hasil TP adalah 85. Median 2 gesture 3 kita mendapatkan hasil TN adalah 16, hasil FP adalah 2, hasil FN adalah 2, dan hasil TP adalah 80. Dari hasil, kita dapat melihat bahwa hasil pengenalan isyarat tangan di atas 90% terdiri dari ketepatan, daya ingat, dan akurasi. Hasil percobaan ada sedikit kesalahan dari peserta untuk memahami tentang gerakan. Dari median 1 isyarat 1 ada 3 percobaan salah, median 1 isyarat 2 ada 7 percobaan



salah, dan median 1 isyarat 3 ada 9 percobaan salah. Sedangkan pada median 2 gesture 1 tidak ada eksperimen yang salah, median 2 gesture 2 ada 2 eksperimen salah, dan median 2 gesture 3 ada 4 eksperimen salah. Secara keseluruhan median 2 lebih baik daripada median 1 karena banyak orang lebih mudah menggerakkan tangan kiri daripada tangan kanan dalam program kami.

### 5.2.3 User Experience (UX) / User Interface (UI)

Evaluasi pengalaman pengguna (UX) / Antarmuka pengguna (UI) dilakukan setelah peserta memainkan pertunjukan Wayang kulit. Mereka mengisi kuesioner kami tentang pengalaman selama bermain Wayang kulit di program kami.

**Tabel 5.11 Hasil dari wawancara UI/UX**

NO	Question	Main factor	Result of chart																		
1	How about the user interface of our program?	Efficiency	<table border="1"> <tr><th>Rating</th><th>Count</th><th>Percentage</th></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0%</td></tr> <tr><td>2</td><td>0</td><td>0%</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>20%</td></tr> <tr><td>4</td><td>8</td><td>40%</td></tr> <tr><td>5</td><td>8</td><td>40%</td></tr> </table>	Rating	Count	Percentage	1	0	0%	2	0	0%	3	4	20%	4	8	40%	5	8	40%
Rating	Count	Percentage																			
1	0	0%																			
2	0	0%																			
3	4	20%																			
4	8	40%																			
5	8	40%																			
2	How about gesture recognition in the program?	Attractiveness	<table border="1"> <tr><th>Rating</th><th>Count</th><th>Percentage</th></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0%</td></tr> <tr><td>2</td><td>0</td><td>0%</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>20%</td></tr> <tr><td>4</td><td>11</td><td>55%</td></tr> <tr><td>5</td><td>5</td><td>25%</td></tr> </table>	Rating	Count	Percentage	1	0	0%	2	0	0%	3	4	20%	4	11	55%	5	5	25%
Rating	Count	Percentage																			
1	0	0%																			
2	0	0%																			
3	4	20%																			
4	11	55%																			
5	5	25%																			
3	How can you play each Wayang kulit?	Perspicity	<table border="1"> <tr><th>Rating</th><th>Count</th><th>Percentage</th></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0%</td></tr> <tr><td>2</td><td>0</td><td>0%</td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td><td>15%</td></tr> <tr><td>4</td><td>10</td><td>50%</td></tr> <tr><td>5</td><td>7</td><td>35%</td></tr> </table>	Rating	Count	Percentage	1	0	0%	2	0	0%	3	3	15%	4	10	50%	5	7	35%
Rating	Count	Percentage																			
1	0	0%																			
2	0	0%																			
3	3	15%																			
4	10	50%																			
5	7	35%																			
4	How can you see ability on each Wayang kulit?	Attractiveness	<table border="1"> <tr><th>Rating</th><th>Count</th><th>Percentage</th></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0%</td></tr> <tr><td>2</td><td>0</td><td>0%</td></tr> <tr><td>3</td><td>2</td><td>10%</td></tr> <tr><td>4</td><td>13</td><td>65%</td></tr> <tr><td>5</td><td>5</td><td>25%</td></tr> </table>	Rating	Count	Percentage	1	0	0%	2	0	0%	3	2	10%	4	13	65%	5	5	25%
Rating	Count	Percentage																			
1	0	0%																			
2	0	0%																			
3	2	10%																			
4	13	65%																			
5	5	25%																			
5	How about performance at the moment change one Wayang kulit to other Wayang kulit?	Dependability	<table border="1"> <tr><th>Rating</th><th>Count</th><th>Percentage</th></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0%</td></tr> <tr><td>2</td><td>0</td><td>0%</td></tr> <tr><td>3</td><td>2</td><td>10%</td></tr> <tr><td>4</td><td>14</td><td>70%</td></tr> <tr><td>5</td><td>4</td><td>20%</td></tr> </table>	Rating	Count	Percentage	1	0	0%	2	0	0%	3	2	10%	4	14	70%	5	4	20%
Rating	Count	Percentage																			
1	0	0%																			
2	0	0%																			
3	2	10%																			
4	14	70%																			
5	4	20%																			
6	How about the accuracy of the depth sensor of Kinect?	Efficiency	<table border="1"> <tr><th>Rating</th><th>Count</th><th>Percentage</th></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0%</td></tr> <tr><td>2</td><td>0</td><td>0%</td></tr> <tr><td>3</td><td>5</td><td>25%</td></tr> <tr><td>4</td><td>8</td><td>40%</td></tr> <tr><td>5</td><td>7</td><td>35%</td></tr> </table>	Rating	Count	Percentage	1	0	0%	2	0	0%	3	5	25%	4	8	40%	5	7	35%
Rating	Count	Percentage																			
1	0	0%																			
2	0	0%																			
3	5	25%																			
4	8	40%																			
5	7	35%																			

7	How about user experience on our program?	Attractiveness	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rating</th> <th>Count</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>9</td> <td>45%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>8</td> <td>40%</td> </tr> </tbody> </table>	Rating	Count	Percentage	1	0	0%	2	0	0%	3	3	15%	4	9	45%	5	8	40%
Rating	Count	Percentage																			
1	0	0%																			
2	0	0%																			
3	3	15%																			
4	9	45%																			
5	8	40%																			
8	How about novelty in our program including methods, object, sensor, and others?	Novelty	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rating</th> <th>Count</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>4</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>11</td> <td>55%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>4</td> <td>20%</td> </tr> </tbody> </table>	Rating	Count	Percentage	1	1	5%	2	0	0%	3	4	20%	4	11	55%	5	4	20%
Rating	Count	Percentage																			
1	1	5%																			
2	0	0%																			
3	4	20%																			
4	11	55%																			
5	4	20%																			
9	How do you understand about the program?	Perspiciuity	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rating</th> <th>Count</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>5</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>10</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>4</td> <td>20%</td> </tr> </tbody> </table>	Rating	Count	Percentage	1	1	5%	2	0	0%	3	5	25%	4	10	50%	5	4	20%
Rating	Count	Percentage																			
1	1	5%																			
2	0	0%																			
3	5	25%																			
4	10	50%																			
5	4	20%																			
10	What do you think if the program is developed for the future?	Stimulation	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rating</th> <th>Count</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>6</td> <td>30%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>12</td> <td>60%</td> </tr> </tbody> </table>	Rating	Count	Percentage	1	2	10%	2	0	0%	3	0	0%	4	6	30%	5	12	60%
Rating	Count	Percentage																			
1	2	10%																			
2	0	0%																			
3	0	0%																			
4	6	30%																			
5	12	60%																			

Dari hasil kuesioner *UI / UX*, ada enam faktor. Pertama adalah daya tarik, ada tiga pertanyaan penerapan daya tarik, responden menarik dalam program kami, termasuk pengenalan gerakan dalam program yang berhasil, pengguna dapat melihat kemampuan setiap wayang kulit, dan pengalaman pengguna dalam program kami menarik dan nyaman bagi pengguna. Kedua, efisiensi yang merupakan antarmuka pengguna dalam program kami dapat bekerja dan menarik bagi pengguna, keakuratan sensor kedalaman bekerja dengan baik. Pengguna dapat memainkan wayang kulit dengan mudah dan dengan satu latihan dan pengguna mengerti tentang program dengan hanya memainkan wayang kulit. Ini berarti perspektif dalam program kami dapat dijelaskan kepada pengguna tentang program kami. Ketergantungan program kami berfungsi dengan baik dimana pengguna dapat mengubah satu ke karakter wayang kulit lainnya tanpa kesalahan dan mudah memilih masing-masing karakter. Pengguna sedang berpikir untuk mengembangkan program kami untuk masa depan dan akan menghasilkan versi baru dan kami berharap untuk melakukan perbaikan di masa depan sehingga kinerja wayang kulit akan dikenal tidak hanya di Indonesia tetapi juga di semua negara. Pengguna berpikir bahwa wayang kulit 2D yang diubah menjadi bentuk 3D adalah versi baru dari wayang kulit. Di dunia nyata, wayang kulit hanya bermain oleh bayangan tetapi dalam sistem kami dapat ditunjukkan kemampuan dan itu menarik. Terlebih lagi, pertunjukan wayang kulit tidak sesulit cara tradisional tetapi sekarang perlu persiapan yang sederhana seperti cara multimedia.

## BAB 6 PENUTUP

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

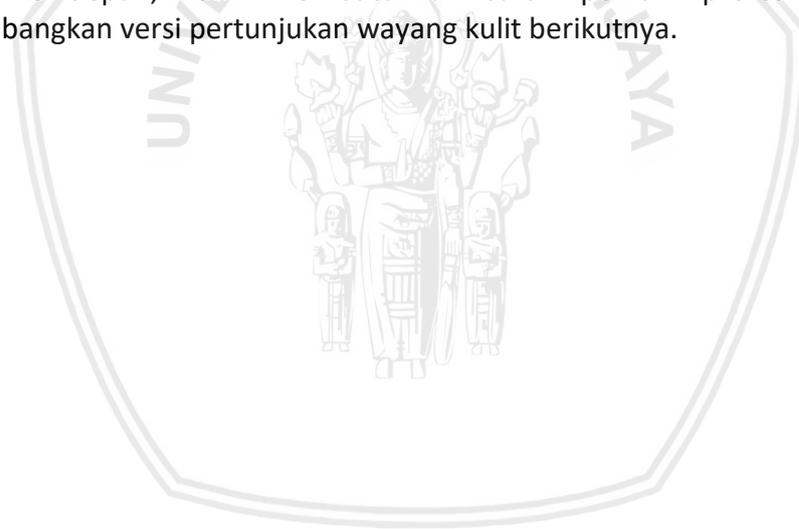
Implementasi sistem terdiri dari beberapa langkah utama. Pertama, kita harus membuat objek 3D tentang karakter wayang kulit termasuk Rama, Sinta, Anoman, Laksma, Rahwana, dan Gunungan dari memulai pengembangan program. Setelah itu, kita harus memberi tekstur pada setiap karakter Wayang kulit. Kami menggunakan alat Blender untuk membuat model 3D dan memberikan tekstur. Kedua, membuat dekorasi panggung kinerja objek dapat diunduh di aset Unity. Ketiga, buat subtitle dan narator untuk menjelaskan tentang kisah kami menggunakan add-on Unity is Fungus. Selain itu, untuk multimedia bertujuan dan orang-orang menarik untuk melihat pertunjukan sehingga setiap karakter Wayang kulit menambahkan sistem partikel. Selain itu, sistem partikel menambah panggung sehingga tampak seperti kinerja wayang kulit nyata.

Setiap karakter wayang kulit memiliki kemampuan hanya Rahwana dan Rama memiliki tiga kemampuan dan sisanya adalah satu kemampuan. Setiap kemampuan dan karakter Wayang kulit memiliki efek suara yang berbeda sesuai dengan cerita. Kami mengambil cerita Ramayana karena sangat populer terutama di Indonesia. Sebelum mengenali, tangan harus dikelompokkan dan diberi label untuk berbeda tentang tangan kiri dan kanan. Dalam pengelompokan tangan, kami menggunakan metode DBSCAN yang didasarkan pada nilai lingkungan satu centroid dengan centroid lain dan besarnya lingkaran. Ada tiga kondisi dalam program berdasarkan jarak antara tangan kiri dan kanan. Kondisi pertama adalah pertarungan karakter wayang kulit dengan efek. Itu terjadi jika karakter yang buruk bertemu dengan karakter yang baik. Syarat kedua adalah bermain animasi yang dua tokoh wayang kulit itu seakan mengatakan sesuatu atau melakukan percakapan. Kondisi terakhir menunjukkan kemampuan masing-masing karakter berdasarkan gerakan tangan. Untuk menentukan nilai ambang, kami menggunakan jarak Euclidian yang membandingkan median 1 dengan nilai median 2. Dalam pengenalan isyarat tangan, kami menggunakan pencocokan template. Ada tiga templat termasuk ke bawah, kiri, dan kanan. Untuk evaluasi terdiri dari ambang DBSCAN, pengenalan gerakan tangan, dan evaluasi UI / UX. Ambang batas terbaik DBSCAN adalah ambang batas hasil 25. Kami melibatkan 20 orang untuk melakukan pengenalan isyarat tangan dan evaluasi UI / UX. Di tangan pengakuan gerakan setiap orang melakukan lima kali dan hasil keseluruhan di atas 90%. Setelah itu, setiap orang diminta untuk mengisi kuesioner kami tentang UI / UX dalam program kami dan hasilnya secara keseluruhan baik dalam enam aspek / faktor utama.

## 6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat diberikan saran untuk penelitian selanjutnya yang diantaranya adalah:

Untuk karya mendatang, kita dapat menambahkan lebih banyak karakter Wayang kulit dan mengubah cerita karena di Indonesia memiliki banyak karakter dan cerita tentang Wayang kulit. Subtitle dapat diganti tanpa Unity add-ons dan narator juga yang dapat digunakan secara manual tetapi harus membutuhkan waktu yang lama. Ada banyak metode untuk pengelompokan dan pelabelan sehingga kita dapat menerapkan metode lain untuk pengelompokan dan pelabelan selain DBSCAN. Selain itu, untuk pengenalan tangan isyarat jadi gunakan metode lain tidak hanya pencocokan templat tetapi juga yang lain, misalnya, DTW, KNN, K-Means, dll. Pengenalan isyarat tangan tidak hanya menggunakan median tetapi juga menggunakan deteksi jari atau segera. Untuk UI / UX dapat menggunakan referensi lain karena ada banyak sumber tentang evaluasi UI / UX. Kita dapat menggunakan klasifikasi untuk pengenalan gerakan tangan atau berbeda tentang tangan kanan dan kiri atau keduanya. Kinerja wayang kulit dapat diimplementasikan dalam aplikasi lain misalnya android, google glass, dan alat lainnya. Ke depan, kami membutuhkan saran pemain profesional untuk mengembangkan versi pertunjukan wayang kulit berikutnya.



## DAFTAR RUJUKAN

- Abdul Aziz, M. A., Niu, J., Zhao, X., & Li, X. (2016). Efficient and Robust Learning for Sustainable and Reacquisition-Enabled Hand Tracking. *IEEE Transactions on Cybernetics*, 46(4), 945–958. <https://doi.org/10.1109/TCYB.2015.2418275>
- Adinandra, S., Adhilaga, N. A., & Erfawan, D. (2015). WayBot: A low cost manipulator for playing Javanese puppet. *Proceedings - 2015 7th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering: Envisioning the Trend of Computer, Information and Engineering, ICITEE 2015*, 376–381. <https://doi.org/10.1109/ICITEED.2015.7408975>
- Ahmad, J., & Jamaludin, Z. (2015). Embedding interaction design in Wayang kulit mathematics courseware. *Proceedings - 2014 3rd International Conference on User Science and Engineering: Experience. Engineer. Engage, i-USer 2014*, 7–12. <https://doi.org/10.1109/IUSER.2014.7002668>
- Baglivo, A., Delli Ponti, F., De Luca, D., Guidazzoli, A., Liguori, M. C., & Fanini, B. (2013). X3D/X3DOM, Blender Game Engine and OSG4WEB: Open source visualisation for cultural heritage environments. *Proceedings of the DigitalHeritage 2013 - Federating the 19th Int'l VSMM, 10th Eurographics GCH, and 2nd UNESCO Memory of the World Conferences, Plus Special Sessions FromCAA, Arqueologica 2.0 et Al., 2*, 711–718. <https://doi.org/10.1109/DigitalHeritage.2013.6744840>
- Bao, Y., Wu, H., & Liu, X. (2017). From Prediction to Action: Improving User Experience with Data-Driven Resource Allocation. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 35(5), 1062–1075. <https://doi.org/10.1109/JSAC.2017.2680918>
- Bartneck, C., Soucy, M., Fleuret, K., & Sandoval, E. B. (2015). The robot engine - Making the unity 3D game engine work for HRI. *Proceedings - IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication, 2015-Novem*, 431–437. <https://doi.org/10.1109/ROMAN.2015.7333561>
- Bhavar, P., Ayer, N., & Sahasrabudhe, S. (2013). Methodology to create optimized 3D models using blender for android devices. *Proceedings - 2013 IEEE 5th International Conference on Technology for Education, T4E 2013*, 139–142. <https://doi.org/10.1109/T4E.2013.41>
- Cheng, H., Dai, Z., Liu, Z., & Zhao, Y. (2016). An image-to-class dynamic time warping approach for both 3D static and trajectory hand gesture recognition. *Pattern Recognition*, 55, 137–147. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2016.01.011>
- Cheng, H., Yang, L., & Liu, Z. (2016). Survey on 3D Hand Gesture Recognition. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 26(9), 1659–1673. <https://doi.org/10.1109/TCSVT.2015.2469551>

- Choi, J., & Maurer, M. (2016). Local Volumetric Hybrid-Map-Based Simultaneous Localization and Mapping with Moving Object Tracking. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 17(9), 2440–2455. <https://doi.org/10.1109/TITS.2016.2519536>
- Corti, A., Giancola, S., Mainetti, G., & Sala, R. (2016). A metrological characterization of the Kinect V2 time-of-flight camera. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 584–594. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.09.024>
- D’Orazio, T., Marani, R., Renò, V., & Cicirelli, G. (2016). Recent trends in gesture recognition: How depth data has improved classical approaches. *Image and Vision Computing*, 52, 56–72. <https://doi.org/10.1016/j.imavis.2016.05.007>
- Darby, J., Sánchez, M. B., Butler, P. B., & Loram, I. D. (2016). An evaluation of 3D head pose estimation using the Microsoft Kinect v2. *Gait and Posture*, 48, 83–88. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2016.04.030>
- Dere, S., Sahasrabudhe, S., & Iyer, S. (2010). Creating Open Source repository of 3D models of laboratory equipments using Blender. *2010 International Conference on Technology for Education, T4E 2010*, 149–156. <https://doi.org/10.1109/T4E.2010.5550044>
- Dudik, J. M., Kurosu, A., Coyle, J. L., & Sejdić, E. (2015). A comparative analysis of DBSCAN, K-means, and quadratic variation algorithms for automatic identification of swallows from swallowing accelerometry signals. *Computers in Biology and Medicine*, 59, 10–18. <https://doi.org/10.1016/j.compbimed.2015.01.007>
- Edla, D. R., & Jana, P. K. (2012). A Prototype-Based Modified DBSCAN for Gene Clustering. *Procedia Technology*, 6, 485–492. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2012.10.058>
- Ghani, D. A. (2011). Wayang kulit: Digital puppetry character rigging using Maya MEL language. *2011 4th International Conference on Modeling, Simulation and Applied Optimization, ICMSAO 2011*. <https://doi.org/10.1109/ICMSAO.2011.5775499>
- Ghani, D. A., & Ishak, M. S. B. A. (2011). Preserving wayang kulit for future generations. *IEEE Multimedia*, 18(4), 70–73. <https://doi.org/10.1109/MMUL.2011.70>
- Ghani, D. B. A. (2012). Seri Rama: Converting a shadow play puppet to street fighter. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 32(1), 8–11. <https://doi.org/10.1109/MCG.2012.25>
- Grahita, B., Komma, T., & Kushiyama, K. (2013). CG programming approach to generate pattern of wayang beber pacitan character’s cloth. *Proceedings - 2013 International Conference on Culture and Computing, Culture and Computing 2013*, 183–184. <https://doi.org/10.1109/CultureComputing.2013.56>

- Haschka, T., Dauchez, M., & Henon, E. (2015). Visualization of molecular properties at the quantum mechanical level using blender. *2015 IEEE 1st International Workshop on Virtual and Augmented Reality for Molecular Science, VARMS@IEEEVR 2015*, 7–13. <https://doi.org/10.1109/VARMS.2015.7151719>
- Hou, J., Gao, H., & Li, X. (2016). DSets-DBSCAN : A Parameter-Free, *25(7)*, 3182–3193.
- Ibañez, R., Soria, Á., Teyseyre, A., Rodríguez, G., & Campo, M. (2017). Approximate string matching: A lightweight approach to recognize gestures with Kinect. *Pattern Recognition*, *62*, 73–86. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2016.08.022>
- Jais, H. M., Mahayuddin, Z. R., & Arshad, H. (2015). A review on gesture recognition using kinect. *Proceedings - 5th International Conference on Electrical Engineering and Informatics: Bridging the Knowledge between Academic, Industry, and Community, ICEEI 2015*, 594–599. <https://doi.org/10.1109/ICEEI.2015.7352569>
- Jie, J., Yang, K., & Haihui, S. (2011). Research on the 3D game scene optimization of mobile phone based on the unity 3D engine. *Proceedings - 2011 International Conference on Computational and Information Sciences, ICCIS 2011*, 875–877. <https://doi.org/10.1109/ICCIS.2011.317>
- Kadam, K., & Iyer, S. (2014). Improvement of problem solving skills in engineering drawing using blender based mental rotation training. *Proceedings - IEEE 14th International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2014*, (1), 401–402. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2014.120>
- Kadam, K., & Iyer, S. (2015). Impact of blender based 3D mental rotation ability training on engineering drawing skills. *Proceedings - IEEE 15th International Conference on Advanced Learning Technologies: Advanced Technologies for Supporting Open Access to Formal and Informal Learning, ICALT 2015*, 370–374. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2015.70>
- Kia, K. K., & Chan, Y. M. (2009). A study on the visual styles of wayang kulit kelantan and its capturing methods. *Proceedings of the 2009 6th International Conference on Computer Graphics, Imaging and Visualization: New Advances and Trends, CGIV2009*, 423–428. <https://doi.org/10.1109/CGIV.2009.37>
- Kim, J., Yu, S., Kim, D., Toh, K. A., & Lee, S. (2017). An adaptive local binary pattern for 3D hand tracking. *Pattern Recognition*, *61*, 139–152. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2016.07.039>
- Kusumanugraha, S., Ito, A., Mikami, K., & Kondo, K. (2011). An analysis of Indonesian traditional “Wayang kulit” puppet 3D shapes based on their roles in the story. *Proceedings - 2011 2nd International Conference on Culture and Computing, Culture and Computing 2011*, 147–148. <https://doi.org/10.1109/Culture-Computing.2011.64>
- Landau, M. J., Choo, B. Y., & Beling, P. A. (2016). Simulating Kinect Infrared and

- Depth Images. *IEEE Transactions on Cybernetics*, 46(12), 3018–3031. <https://doi.org/10.1109/TCYB.2015.2494877>
- Liu, K., Chen, C., Jafari, R., & Kehtarnavaz, N. (2014). Fusion of inertial and depth sensor data for robust hand gesture recognition. *IEEE Sensors Journal*, 14(6), 1898–1903. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2014.2306094>
- Liu, Y., Zhang, L., & Zhang, S. (2012). A hand gesture recognition method based on multi-feature fusion and template matching. *Procedia Engineering*, 29, 1678–1684. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.01.194>
- Mahesh Kumar, K., & Rama Mohan Reddy, A. (2016). A fast DBSCAN clustering algorithm by accelerating neighbor searching using Groups method. *Pattern Recognition*, 58, 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2016.03.008>
- Mattingly, W. A., Chang, D. J., Paris, R., Smith, N., Blevins, J., & Ouyang, M. (2012). Robot design using unity for computer games and robotic simulations. *Proceedings of CGAMES'2012 USA - 17th International Conference on Computer Games: AI, Animation, Mobile, Interactive Multimedia, Educational and Serious Games*, 56–59. <https://doi.org/10.1109/CGames.2012.6314552>
- Morariu, V. I., Harwood, D., & Davis, L. S. (2013). Tracking people's hands and feet using mixed network AND/OR search. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 35(5), 1248–1262. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2012.187>
- Nguyen-Dinh, L. Van, Roggen, D., Calatroni, A., & Tröster, G. (2012). Improving online gesture recognition with template matching methods in accelerometer data. *International Conference on Intelligent Systems Design and Applications, ISDA*, 831–836. <https://doi.org/10.1109/ISDA.2012.6416645>
- Noonan, P. J., Ma, J., Cole, D., Howard, J., Hallett, W. A., Glocker, B., & Gunn, R. (2016). Simultaneous multiple kinect v2 for extended field of view motion tracking. *2015 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference, NSS/MIC 2015*, 6–9. <https://doi.org/10.1109/NSSMIC.2015.7582070>
- Paper, C., Capecci, M., Ceravolo, M. G., Ferracuti, F., Iarlori, S., & Sector, C. (2018). Accuracy evaluation of the Kinect v2 sensor during dynamic movements in a rehabilitation scenario Accuracy evaluation of the Kinect v2 sensor during dynamic movements in a rehabilitation scenario, (March), 5409–5412. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2016.7591950>
- Pires, F. A., Santos, W. M., De O. Andrade, K., Caurin, G. A. P., & Siqueira, A. A. G. (2014). Robotic Platform for Telerehabilitation studies based on unity game engine. *SeGAH 2014 - IEEE 3rd International Conference on Serious Games and Applications for Health, Books of Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/SeGAH.2014.7067094>
- Rauschenberger, M., Schrepp, M., Perez-Cota, M., Olschner, S., & Thomaschewski,

- J. (2013). Efficient Measurement of the User Experience of Interactive Products. How to use the User Experience Questionnaire (UEQ). Example: Spanish Language Version. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 2(1), 39. <https://doi.org/10.9781/ijimai.2013.215>
- Ren, Z., Yuan, J., Meng, J., & Zhang, Z. (2013). Robust part-based hand gesture recognition using kinect sensor. *IEEE Transactions on Multimedia*, 15(5), 1110–1120. <https://doi.org/10.1109/TMM.2013.2246148>
- Samoil, S., & Yanushkevich, S. N. (2016). Multispectral hand recognition using the Kinect v2 sensor. *2016 IEEE Congress on Evolutionary Computation, CEC 2016*, 4258–4264. <https://doi.org/10.1109/CEC.2016.7744331>
- Shen, J., Hao, X., Liang, Z., Liu, Y., Wang, W., & Shao, L. (2016). Real-Time Superpixel Segmentation by DBSCAN Clustering Algorithm. *IEEE Transactions on Image Processing*, 25(12), 5933–5942. <https://doi.org/10.1109/TIP.2016.2616302>
- Starzyk, J. A., & Raif, P. (2013). Cognitive agent and its implementation in the blender game engine environment. *Proceedings of the 2013 IEEE Symposium on Computational Intelligence for Human-Like Intelligence, CIHLI 2013 - 2013 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence, SSCI 2013*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/CIHLI.2013.6613258>
- Stommel, M., Beetz, M., & Xu, W. (2014). Inpainting of missing values in the kinect sensor's depth maps based on background estimates. *IEEE Sensors Journal*, 14(4), 1107–1116. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2013.2291315>
- Study, C. (2017). Community-Based User Experience : Evaluating the Usability, *60(2)*, 214–231. <https://doi.org/10.1109/TPC.2017.2656698>
- Sun, L., Liu, G., & Liu, Y. (2014). 3D hand tracking with head mounted gaze-directed Camera. *IEEE Sensors Journal*, 14(5), 1380–1390. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2013.2295268>
- Tomo, T. P., Enriquez, G., & Hashimoto, S. (2015). Indonesian puppet theater robot with gamelan music emotion recognition. *2015 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics, IEEE-ROBIO 2015*, 1177–1182. <https://doi.org/10.1109/ROBIO.2015.7418931>
- Wang, C., Liu, Z., & Chan, S. C. (2015). Superpixel-Based Hand Gesture Recognition With Kinect Depth Camera. *IEEE Transactions on Multimedia*, 17(1), 29–39. <https://doi.org/10.1109/TMM.2014.2374357>
- Wen, L., Lei, Z., Lyu, S., Li, S. Z., & Yang, M. (2016). on Hypergraphs for Multi-Object Tracking, *38(10)*, 1983–1996.
- Wu, F., Xiong, Z., Zhang, Y., Wang, J., & Wang, Z. (2015). FPGA Design and Implementation of Kinect-Like Depth Sensing. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 26(6), 1175–1186. <https://doi.org/10.1109/tcsvt.2015.2450176>

- Wu, X., Mao, X., Chen, L., Xue, Y., & Rovetta, A. (2015). Depth image-based hand tracking in complex scene. *Optik*, 126(20), 2757–2763. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2015.07.027>
- Xiaopeng Ning, & Guodong Guo. (2012). Assessing Spinal Loading Using the Kinect Depth Sensor: A Feasibility Study. *IEEE Sensors Journal*, 13(4), 1139–1140. <https://doi.org/10.1109/jsen.2012.2230252>
- Yang, L., Zhang, L., Dong, H., Alelaiwi, A., & Saddik, A. El. (2015). Evaluating and improving the depth accuracy of Kinect for Windows v2. *IEEE Sensors Journal*, 15(8), 4275–4285. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2015.2416651>
- Zhang, X., Li, W., Ye, X., & Maybank, S. (2015). Robust hand tracking via novel multi-cue integration. *Neurocomputing*, 157, 296–305. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2015.01.002>
- Zhong, H., & Xiao, J. (2015). Apply technology acceptance model with big data analytics and unity game engine. *Proceedings of the IEEE International Conference on Software Engineering and Service Sciences, ICSESS, 2015-Novem*, 19–24. <https://doi.org/10.1109/ICSESS.2015.7338998>
- Zhou, F., Ji, Y., & Jiao, R. J. (2014). Prospect-theoretic modeling of customer affective-cognitive decisions under uncertainty for user experience design. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 44(4), 468–483. <https://doi.org/10.1109/THMS.2014.2318704>
- Zhou, Y., Jiang, G., & Lin, Y. (2016). A novel finger and hand pose estimation technique for real-time hand gesture recognition. *Pattern Recognition*, 49, 102–114. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2015.07.014>