

Analisis Penerapan Teknik *Viseme-Based Method* pada Animasi *Ficusia*

Adric Filbert , Selly Artaty Zega

Informatics Engineering Department, Politeknik Negeri Batam
Animation Study Program, Politeknik Negeri Batam

Article Info

Article history:

Received Nov 8th, 2024

Revised Nov 26th, 2024

Accepted Nov 28th, 2024

Keyword:

Animasi 3D

Blender

Lip-Sync

Viseme-based method

ABSTRACT

Berdasarkan wawancara dengan tim animator *Ficusia* dan profesional dari Infinite Frameworks Studios, ditemukan bahwa gerakan bibir dan dagu pada *Ficusia* terlalu cepat, sehingga terlihat kurang realistis. Penelitian ini bertujuan meningkatkan kualitas animasi *lip-sync* dalam *Ficusia* menggunakan *viseme-based method*, yang memungkinkan gerakan bibir dan dagu lebih natural. *Viseme-based method* dipilih karena lebih cocok untuk animasi 3D, menghasilkan gerakan bibir yang halus dan terintegrasi dengan ekspresi wajah dibandingkan metode *phoneme-based* yang cenderung kaku. Pendekatan kualitatif studi kasus dilakukan pada episode pertama *Ficusia*, yang memiliki adegan dengan bentuk mulut manusia dominan. Data primer diambil dari wawancara dengan animator dan supervisor berpengalaman, sementara data sekunder berasal dari literatur seperti *Animation Survival Kit* dari Richard William dan *Stop Staring, facial modeling and animation done right* dari Por Jason Osipa. Hasil menunjukkan bahwa *viseme-based method* dapat meningkatkan kualitas *lip-sync*, menciptakan animasi yang lebih natural, dan memperbaiki integrasi antara gerakan bibir dan ekspresi karakter. Metode ini dinilai efektif oleh profesional animasi dan diharapkan menjadi referensi untuk produksi animasi 3D dengan *lip-sync* yang realistis.

Copyright © 2024 Journal of Applied Multimedia and Networking.
All rights reserved.

1. INTRODUCTION

Lip-sync atau *lip synchronization* adalah pencocokan gerakan bibir dengan audio yang memainkan peran penting dalam animasi untuk menciptakan ilusi karakter yang hidup dan dialog yang natural (Hoon & Shahrudin, 2019; Shukurov, 2024). Ketidaksiharian *lip-sync*, meskipun terlihat sederhana, dapat langsung terlihat oleh penonton dan berpotensi menurunkan kualitas animasi (Hoon & Shahrudin, 2019). Beberapa animasi terkenal, seperti *The Forces of Evil* dan *My Little Pony* dan *Mr Bean*, menjadi contoh bagaimana *lip-sync* yang baik dapat mendukung narasi dan kepribadian karakter (Aneja & Li, 2019).

Di Indonesia, salah satu karya animasi lokal yang menerapkan *lip-sync* adalah *Ficusia*, animasi kampanye anti-narkoba yang diproduksi oleh 69 mahasiswa Politeknik Negeri Batam, bekerja sama dengan Yayasan Cinderella dan Digiars Studios (Alfi & Prasetya, 2023). Animasi ini terdiri dari tiga episode dan mengangkat cerita tentang pohon bernama *Ficusia* yang terobsesi dengan biji Cuta demi meningkatkan produksi *spirit fruits* untuk menarik perhatian Flowna (Hidayah & Zega, 2023). *Ficusia* menjadi objek penelitian karena kualitas animasi lokal yang terus meningkat namun masih menghadapi tantangan dalam memenuhi standar internasional, termasuk pada aspek *lip-sync*.

Hasil wawancara dengan tim department animasi *Ficusia* menunjukkan bahwa kualitas *lip-sync* dalam animasi masih dapat ditingkatkan untuk bersaing lebih baik secara internasional. Dua lead animator, Tegar Rianda dan Aya, *middle animator* Gerson, dan bersama empat *junior animator* lainnya (Dimas, Wenny, Aldo Faiz Sitompul, dan Afdol), menyebutkan bahwa kurangnya pengalaman menjadi faktor utama yang mempengaruhi hasil animasi *lip-sync*. Wawancara lanjutan dengan tim profesional dari Infinite Frameworks Studios memberikan masukan lebih lanjut. Dinar Donianto dan Wahkid Joko Sayekti, yang masing-masing menjabat sebagai lead animator dan assistant supervisor, serta supervisor Denis James Deegan dan Phil Mitchell, menjelaskan bahwa meskipun bentuk mulut pada animasi *Ficusia* sudah cukup akurat, gerakan bibir dan dagu masih terlalu cepat. Hal ini membuat gerakan terlihat kurang natural dan memerlukan penyesuaian.

Meskipun demikian, hasil wawancara menemukan bahwa baik profesional maupun animator *Ficusia* tidak mengetahui nama ilmiah teknik *lip-sync* yang digunakan. Oleh karena itu, untuk meningkatkan animasi *lip-sync* *Ficusia*, ditemukan nama ilmiah metode yang umum digunakan dalam membuat animasi *lip-sync*.

Setelah mengkaji literatur dan teknik yang digunakan dalam industri, ditemukan dua pendekatan utama dalam pembuatan *lip-sync*: *phoneme-based method* dan *viseme-based method* (Shukurov, 2024; Nakada, dkk, 2024). Kedua metode tersebut pun dibandingkan untuk mengetahui metode mana yang cocok dalam pembuatan animasi *lip-sync* 3D.

Phoneme-based method mencocokkan bentuk mulut dengan setiap fonem dalam dialog (Nakada, 2024). Metode ini cocok untuk animasi 2D karena dapat mengurangi jumlah gambar unik yang diperlukan, sehingga menghemat biaya produksi (Osipa, 2010). Namun, metode ini sering menghasilkan gerakan bibir dan dagu yang terlalu besar dan kaku, sehingga kurang realistis dalam animasi 3D (Osipa, 2010). Sebaliknya, *viseme-based method* mengutamakan gerakan bibir yang selaras dengan ekspresi wajah dan karakter (Hoon & Shaharuddin, 2019). Metode ini menghasilkan bentuk mulut yang lebih natural dengan fokus pada *blending* antara bibir, ujung mulut, dan dagu (Osipa, 2010; Hoon & Shaharuddin, 2019).

Pendekatan *viseme-based method* dipilih karena lebih sesuai untuk animasi 3D (Osipa, 2010; Hoon & Shaharuddin, 2019; Muhammad, 2023), seperti yang terdapat pada Ficusia. Wawancara dengan animator profesional di Infinite menunjukkan bahwa *viseme-based method* sesuai dengan pemahaman profesional tentang pembuatan *lip-sync*. Metode ini memungkinkan penyederhanaan gerakan bibir agar tetap terlihat wajar (Hoon & Shaharuddin, 2019). Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif studi kasus, karena permasalahan mengandalkan pendapat dan solusi dari narasumber profesional. Pendekatan ini memungkinkan analisis mendalam mengenai penerapan metode pada adegan-adegan tertentu serta penilaian efektivitasnya berdasarkan masukan dari narasumber profesional. Adapun fokus riset mencakup identifikasi *shot* yang perlu ditingkatkan dalam *lip-sync*, kriteria animasi *lip-sync* yang realistis, penerapan *viseme-based method* untuk meningkatkan kualitas animasi, dan pandangan profesional dari Infinite Frameworks Studios terhadap hasil yang dikerjakan dengan metode ini.

Data primer diambil dari wawancara dengan Wahkid Joko Sayekti dan Danar Donianto, lead animator Infinite Frameworks Studios dengan pengalaman masing-masing 6 tahun 4 bulan dan 8 tahun 1 bulan dan Denis James Deegan serta Phil Mitchell yang merupakan supervisor dengan pengalaman lebih dari 20 tahun dan merupakan teman dari Richard William dan Jason Osipa. Data sekunder akan berasal dari buku *Richard William Animation Survival Kit*, *Stop Staring: Facial Modeling and Animation Done Right* dari Jason Osipa. Berdasarkan kedua data primer dan data sekunder, penulis akan mengintegrasikan pernyataan yang relevan sebelum mengimplementasikannya pada animasi "Ficusia" menggunakan aplikasi *Blender* menggunakan komputer di gedung *techno* Polibatam lantai 3..

Penelitian ini akan menggunakan aplikasi *Blender* pada episode pertama *Ficusia*, yang dipilih berdasarkan hasil observasi bersama Wahkid karena memiliki adegan dengan karakter dengan bentuk mulut manusia paling dominan dibandingkan dua episode lainnya. Setelah itu, terjadi pemilihan *shot*, perbaikan berdasarkan literatur, meminta pendapat narasumber dari wawancara, revidi animasi kedua kalinya, dan terakhir pengambilan kesimpulan. Penelitian ini bertujuan meningkatkan kualitas animasi *lip-sync* dalam Ficusia menggunakan *viseme-based method*. Parameter peningkatan *lip-sync* ficusia akan berdasarkan kriteria yang ditemukan dari literatur dan wawancara kepada profesional. Penelitian ini diharapkan memperkaya literatur tentang animasi, terutama terkait *lip-sync*, dan menjadi referensi animator 3D Ficusia kedepannya supaya dapat menghasilkan animasi *lip-sync* yang lebih baik untuk bersaing lebih baik secara internasional.

1. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Lip-sync*

Lip-sync atau *lip synchronization* merupakan istilah teknis dari pencocokan gerakan bibir dengan audio atau pengucapan vokal yang telah direkam sebelumnya (Hoon & Shaharuddin, 2019). *Lip-sync* memainkan peran yang penting dalam animasi untuk membuat karakter terasa hidup, dan memastikan karakter berbicara secara natural (Shukurov, 2024). Meskipun terlihat sederhana, *lip-sync* yang tidak tersinkron dengan baik dapat dilihat jelas oleh siapapun (Hoon & Shaharuddin, 2019). Pengerjaan *lip-sync* umumnya dilakukan secara manual dengan menyambungkan bentuk mulut dengan fonem yang diucapkan (Chen, dkk, 2010).

Cara pengerjaan *lip-sync* dan kriteria bersifat subjektif dan tidak ada jawaban pasti untuk menghasilkan *lip-sync* yang realistis (Osipa, 2010). Meskipun demikian, ditemukan beberapa kriteria untuk menentukan apakah animasi *lip-sync* yang sudah dibuat realistis berdasarkan literatur dan wawancara :

1. Terdapat *ease in* dan *ease out*, *timing* bagus, serta terasa *squash and stretch* (William, 2001; Wahkid, komunikasi pribadi, 2024; Denis, komunikasi pribadi, 2024)
2. Bentuk mulut berbeda atau asimetri (Osipa, 2010; Danar, komunikasi pribadi, 2024; Denis, komunikasi pribadi, 2024)

3. Ekspresi karakter terbaca (William, 2001; Danar, komunikasi pribadi, 2024; Phil, komunikasi pribadi, 2024)
4. Integrasi elemen wajah lainnya (William, 2001; Osipa, 2010; Phil, komunikasi pribadi; 2024)

2.2 Viseme-Based Method

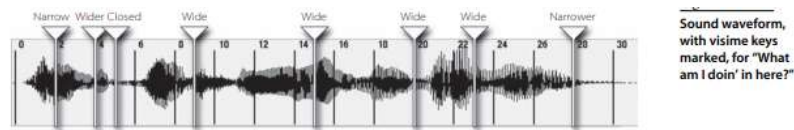
Viseme-based method adalah metode yang mengutamakan gerakan mulut yang terhubung dengan ekspresi wajah dan karakter sehingga menciptakan percakapan yang lebih alami dan ekspresif, ketimbang mengikuti aturan fonem secara ketat (Hoon & Shahrudin, 2019). *Viseme-based method* akan menyederhanakan beberapa bentuk mulut menjadi satu yang disebut *viseme* seperti bentuk mulut M, B, P yang dibuat dalam 1 pose mulut saja dan membaurkan pose mulut sebelum dan sesudah dengan berfokus di ujung mulut dan dagu (Osipa, 2010). *Viseme-based method* dianggap sebagai metode yang dapat menghasilkan animasi *lip-sync* yang realistis untuk animasi 3D (Chen, dkk, 2010; Osipa, 2010; Hoon & Shahrudin, 2019).

Viseme sendiri berarti representasi visual atau bentuk mulut dari fonem, sedangkan fonem adalah unit terkecil dari suara dalam sebuah bahasa yang dapat membedakan satu kata dari kata lainnya (Shukurov, 2024). *Viseme-based method* menyatakan kalau mulut manusia malas, sehingga manusia cenderung berbicara dengan usaha yang lebih kecil dan tidak selalu membuat bentuk mulut secara kontras seperti aturan bentuk mulut untuk setiap fonem (Osipa, 2010). Di dalam pembuatan *lip-sync* dengan metode *viseme-based method* menyederhanakan bentuk mulut menjadi beberapa aturan. Berikut aturan gabungan Por Jason Osipa dan Richard William :

- **B/M/P**: Mulut tertutup dengan ujung yang menyesuaikan huruf sebelum dan sesudahnya. Suara ini wajib dibuat, dengan bibir yang bisa berputar ke belakang untuk penekanan. Lebar mulut dapat melebar atau menyempit sesuai konteks
- **EE (melebar)**: Ujung mulut melebar dari bentuk sebelumnya. Lebar mulut bisa berubah, menyesuaikan dengan bentuk mulut sebelum dan sesudahnya.
- **F/V**: Bibir bawah menggulung ke belakang, bibir atas sedikit naik untuk menampakkan gigi atas. Bentuk ini harus selalu terlihat jelas dalam dialog.
- **O/U**: Bibir menggulung ke depan, ujung mulut mengecil. U lebih oval dan kecil dibanding O. Lebar mulut harus maksimal untuk terbaca jelas, kecuali dalam kalimat tertentu. Bentuk ini tidak terpengaruh ekspresi.
- **SH/CH**: Ujung mulut melebar dari bentuk sebelumnya, menampakkan gigi dengan proporsi 70% gigi atas dan 30% gigi bawah, dengan dagu tertutup. Lebar mulut menyesuaikan konteks.
- **Th**: Ujung mulut menyesuaikan bentuk sebelumnya, dengan dagu lebih rendah kecuali setelah M, dan tidak tertutup sepenuhnya.

Bentuk mulut yang tidak disebutkan dapat disesuaikan dengan aturan bentuk mulut di atas dikarenakan satu *visemes* dapat mewakili beberapa kata (Osipa, 2010). Contoh bentuk mulut A dapat mengikuti aturan dari EE, tetapi dagu lebih terbuka dan kornek mulut lebih menyempit (Osipa, 2010). *Viseme-based method* menyatakan penting untuk memahami dimana bentuk mulut absolut seperti P, O, dan bentuk mulut mana yang dapat disesuaikan di bagian kornek mulut ataupun dagu sesuai dengan huruf sebelum dan sesudah. (Osipa, 2010; William, 2001). Adapun tahapan pembuatan *lip-sync viseme-based method* berdasarkan literatur dari Osipa dan Richard william yaitu :

- **Menentukan ekspresi**
Ekspresi karakter dapat ditentukan berdasarkan *storyboard* atau suara ketika karakter berbicara (Osipa, 2010). Adapun ciri-ciri dari ekspresi menurut Osipa berdasarkan *Building stylized brow shapes* :
 - **Bahagia**: Fokus pada gerakan naik di sudut bibir dan kerutan kecil di sekitar mata.
 - **Sedih**: Posisi bibir turun, alis melengkung ke atas, dan kelopak mata bawah sedikit terangkat.
 - **Marah**: Alis menyatu dan menurun, mata menyipit, dan bibir mungkin ditekan.
 - **Takut**: Mata terbuka lebar, alis terangkat, dan bibir terbuka dengan tegang.
 - **Terkejut**: Mata sangat terbuka, alis terangkat tinggi, dan mulut terbuka lebar.
 - **Jijik**: Hidung mengerut, bibir atas terangkat, dan ekspresi asimetris sering digunakan.
- **Menyesuaikan viseme dengan fonem dan animasi ekspresi secara keseluruhan**
Untuk menyesuaikan *viseme* dengan *fonem*, diperlukan penentuan *viseme* di dalam dialog. Berikut gambaran bagaimana menentukan *viseme* untuk dialog karakter berdasarkan *waveform* dari audio.

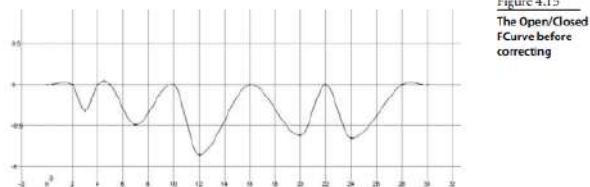


Gambar 1. Menentukan viseme dalam dialog (Sumber: [Stop Staring : Facial modeling and animation done right](#))

Di dalam kata “*What*” misalnya, terdapat fonem OO-UH-T, dikarenakan bentuk O dan T merupakan absolut, maka yang dapat UH akan bersifat *narrow* sebelum *wider* di huruf T. Ekspresi dapat dianimasikan secara sederhana dimana bagian hidung ke atas wajah akan bergerak kebalikan dengan bagian bawah wajah (Osipa, 2010)

- **Menyederhanakan gerakan ujung mulut dan dagu**

Penyederhanaan bentuk mulut dan dagu berdasarkan aturan sederhana dari Osipa yaitu *narrow* dan *wide* di kornek mulut serta *squash and stretch* untuk dagu. Tidak semua fonem di dalam dialog itu penting (Osipa, 2010; William, 2001). Oleh karena itu, pada tahap ini animator perlu menyederhanakan gerakan kornek dan dagu mulut untuk menunjukkan bentuk mulut yang penting dalam dialog dan menyesuaikan sisanya yang dapat *diblend* seperti A dan E (Osipa, 2010). Adapun penghalusan dapat dibuat di *viewport* atau berdasarkan *graph editor* (Osipa, 2010).



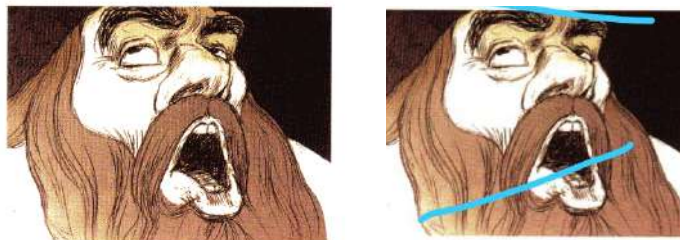
Gambar 2. Menentukan viseme dalam dialog (Sumber: [Stop Staring : Facial modeling and animation done right](#))

- **Mengerjakan Gigi dan lidah**

Gigi di dalam karakter harus terlihat sinkron dengan dagu karakter dimana hanya gigi bawah yang dapat bergerak sesuai dengan dagu karakter (William, 2001). Adapun karakter cenderung menunjukkan gigi atas sepanjang bicara, atau gigi bawah sepanjang berbicara, atau rasio 70:30 (William, 2001). Lidah harus bergerak cepat dan cenderung tidak memerlukan *ease in* dan *ease out* (William, 2001; Osipa, 2010).

- **Membuat asimetri**

Asimetri dapat dibuat dalam ekspresi ataupun mulut (William, 2001). Penentuan asimetri dapat berdasarkan antar kornek mulut, bibir yang tidak segaris, dan alis yang memiliki kenaikan yang berbeda untuk ekspresi (William, 2001; Osipa, 2010). Alasan pembuatan asimetri berada di akhir karena asimetri bertujuan untuk memperjelas suatu ekspresi dan terkadang tidak diperlukan atau dikecilkan (Osipa, 201).



Gambar 3. Membuat asimetri (Sumber: [Animation Survival Kits](#))

2.3 Blender

Blender adalah perangkat lunak *open source* untuk pembuatan grafik 3D yang mendukung seluruh proses produksi 3D, termasuk pemodelan, rigging, animasi, simulasi, rendering, compositing, dan tracking gerakan, bahkan pengeditan video dan pembuatan game (Blain, 2019). Blender digunakan oleh profesional dan pencinta animasi 3D di berbagai industri, termasuk film, animasi, efek visual, seni, pencetakan 3D, aplikasi interaktif, dan video game (Blain, 2019). Artist 3D pada umumnya mengandalkan aplikasi khusus untuk tahap tertentu, seperti *zbrush* untuk *modelling*, *maya* untuk animasi, *nuke* untuk *compositing* dan sebagainya. Blender dapat melakukan semua hal tersebut di dalam satu aplikasi (Mullen, 2011).



Gambar 3. Contoh layout dari Blender (Sumber: doc.Adric Filbert)

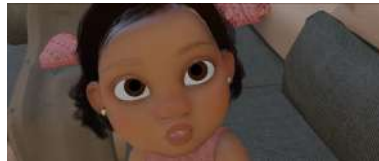
2.4 Ficusia

Sebelum memulai penelitian menggunakan animasi Ficusia, diperlukan reduksi untuk menentukan *episode* dan *shot* mana yang memerlukan *lip-sync* yang natural. Adapun tahapan yang dilakukan yaitu :

- Menentukan episode yang memiliki *shot close up*, *extreme close up*, dan *medium close up shot* terbanyak karena pengaruh akting wajah di jenis *shot* tersebut sangat penting termasuk *lip-sync* (Heidrich,2012).
- Menentukan *shot* yang memiliki karakter manusia atau *Ficusia*
- Animasi *lipsync shot* yang tidak sesuai dengan kriteria *lip-sync* yang bagus berdasarkan tinjauan pustaka 2.1

Berdasarkan hasil observasi bersama Wahkid, *episode* 1 memiliki *shot* yang paling banyak yang memenuhi kriteria 1 dan 2. Adapun penyajian data atau *shot* yang akan diambil setelah mereduksi *episode* 1 menggunakan kriteria kedua dan ketiga dan observasi bersama keempat narasumber *infinite* dan approval dari Tegar Rianda *lead digiars* yaitu :

1. SC01_SH07_ANM (Uci)



Gambar 4. SC01_SH07_ANM (Sumber: Google Drive Polibatam)

Kekurangan :

- Animasi mulut terlalu banyak gerak di kornner dan dagu (Damar, Wahkid, Denis, Phil)
- Beberapa dagu dan ujung mulut tidak *ease out* dengan baik (Wahkid, Damar, Denis, Phil)
- Bentuk mulut masih bisa di *push* untuk menunjukkan ekspresi lebih jelas (Damar)
- Lidah dan elemen lain kurang dimainkan (Wahkid, Damar, Denis, Phil)

2. SC01_SH08_ANM (Uci)



Gambar 5. SC01_SH08_ANM (Sumber: Google Drive Polibatam)

Kekurangan :

- Animasi mulut terlalu banyak gerak di kornner dan dagu (Damar, Wahkid, Denis, Phil)
- Beberapa dagu dan ujung mulut tidak *ease out* dengan baik (Wahkid, Denis, Phil)
- Bentuk mulut masih bisa di *push* untuk menunjukkan ekspresi lebih jelas (Damar)
- Lidah dan elemen lain kurang dimainkan (Wahkid, Damar, Denis, Phil)

3. SC01_SH12_ANM (Ayah Uci)



Gambar 6. SC01_SH12_ANM (Sumber: Google Drive Polibatam)

Kekurangan :

- *Timing* mulut terlalu lambat pas O (Denis, Phil, Wahkid)
 - Bentuk mulut masih bisa di *push* untuk menunjukkan ekspresi lebih jelas (Danar)
 - Pas “Kok” knya tidak terasa (Denis, Phil)
 - Lidah dan elemen lain kurang dimainkan (Wahkid, Danar, Denis, Phil)
4. SC04_SH16_ANM (Ficusia dan burung bernama Deka)



Gambar 7. SC04_SH16_ANM (Sumber: Google Drive Polibatam)

Kekurangan :

- Animasi mulut terlalu banyak gerak di kornet dan dagu (Danar, Wahkid, Denis, Phil)
- Bentuk mulut masih bisa di *push* untuk menunjukkan ekspresi lebih jelas (Danar)
- Beberapa dagu dan ujung mulut tidak *ease out* dengan baik (Wahkid, Denis, Phil, Danar)
- Lidah dan elemen lain kurang dimainkan (Wahkid, Danar, Denis, Phil)

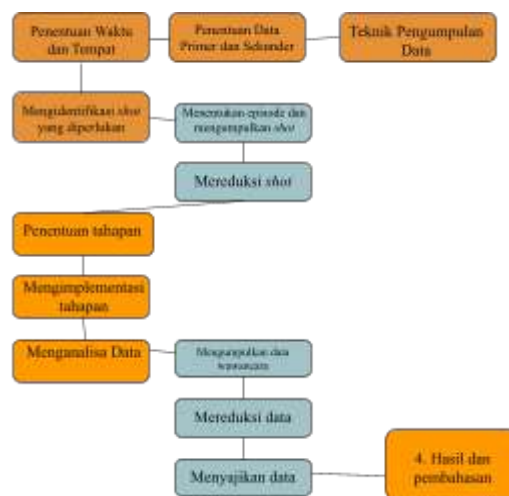
2. RESEARCH METHOD

Penelitian akan menggunakan kualitatif studi kasus untuk menganalisa pengaruh *viseme-based method* terhadap animasi *lip-sync* Ficusia dan pengambilan kesimpulan berdasarkan pendapat narasumber. Kualitatif studi kasus adalah studi tentang objek, situasi atau kondisi individu atau kelompok (Poltak & Widjaja, 2024). Metode kualitatif yang diterapkan dalam penelitian ini dapat menggambarkan penerapan *viseme-based method* berdasarkan tinjauan Pustaka kedalam *lip-sync* film serial animasi Ficusia episode 1 yang telah dikembangkan sehingga animasi *lip-sync* menjadi lebih hidup dan menarik.

Proses penelitian meliputi:

1. Penentuan data primer dan sekunder
2. Penentuan waktu dan tempat
3. Mengidentifikasi shot yang diperlukan
4. Penentuan tahapan
5. Mengimplementasi tahapan
6. Menganalisa Data

Metode kualitatif studi kasus akan mulai dilakukan di tahapan ketiga, empat, dan 6 untuk menemukan jawaban di setiap di permasalahan tersebut. Adapun unit analisis dalam penelitian ini adalah *shot*. Setiap *shot* yang dianalisis dalam film animasi Ficusia akan dideskripsikan atau dijelaskan kekurangan yang ada berdasarkan hasil wawancara. Kemudian tahapan diaplikasikan kedalam *shot* yang bermasalah lalu meminta pendapat ahli mengenai hasil pengerjaan. Penelitian ini berfokus pada peningkatan kualitas animasi *lip-sync* Ficusia dengan menggunakan *viseme-based method* yang diukur peningkatannya berdasarkan kriteria tinjauan pustaka 2.1.



Gambar 8. Flowchart metode kualitatif studi kasus (Sumber: doc.Adric Filbert)

3.1 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan Data akan berdasarkan 3 hal :

3.1.1 Observasi

Observasi akan dilakukan di Politeknik Negeri Batam untuk analisis perbedaan sebelum dan sesudah menerapkan *viseme-based method* dan *Infinite Studios Batam* untuk menentukan kriteria *shot* dan *episode* yang akan digunakan untuk penerapan *viseme-based method*.

3.1.2 Wawancara

Wawancara akan dilakukan bersama narasumber dari Infinite frameworks Studios yang memiliki pengalaman minimal diatas 5 tahun untuk mendapatkan informasi yang valid

3.1.3 Perekaman

Perekaman akan dilakukan untuk dokumentasi pengerjaan, mengambil data dari hasil wawancara, dan menganalisa sebelum dan sesudah penerapan *viseme-based method*

3.2 Penentuan Data Primer dan Sekunder

Data primer akan berasal dari wawancara animator profesional Infinite Frameworks Studios: Wahkid Joko Sayekti dan Danar Donianto (lead animators), serta Denis James Deegan dan Phil Mitchell (supervisors). Data sekunder diambil dari literatur seperti *Animation Survival Kit* dan *Stop Staring*.

3.3 Penentuan Waktu dan Tempat

Wawancara dilakukan di Infinite Frameworks Studios sesuai jadwal narasumber, sedangkan proses produksi dilakukan di ruang Galang, Gedung Techno Polibatam. Penelitian berlangsung dari 20 Oktober hingga 28 November 2024.

3.4 Mengidentifikasi Shot yang Diperlukan

Identifikasi *shot* dan revisi akan berdasarkan tinjauan pustaka 2.4 yaitu *shot* SC01_SH07_ANM, SC01_SH08_ANM, SC01_SH12_ANM dan SC04_SH16_ANM.

3.5 Penentuan Tahapan Pembuatan Lip-Sync

Penentuan tahapan akan berdasarkan Tinjauan pustaka 2.2 :

- Menentukan ekspresi
- Menyesuaikan *viseme* dengan *fonem* dan animasi ekspresi secara keseluruhan
- Menyederhanakan gerakan ujung mulut dan dagu
- Mengerjakan Gigi dan lidah
- Membuat asimetri

3.6 Mengimplementasi Tahapan

Implementasi tahapan akan dilakukan di blender 2.9. Adapun file dokumentasi dan animasi diletakkan di dalam [Gdrive](#) dan [Youtube](#).

3.6.1 Menentukan ekspresi

Ekspresi akan ditentukan dari suara karakter berdasarkan hasil observasi. Adapun ekspresi untuk setiap *shot* yaitu :

- SC01_SH07_ANM = Senang
- SC01_SH12_ANM = Senang
- SC01_SH08_ANM = Senang ke sedih
- SC04_SH16_ANM = Senang

3.6.2 Menyesuaikan *viseme* dengan *fonem* dan animasi ekspresi secara keseluruhan

Berdasarkan tinjauan pustaka 2.2, penyesuaian *viseme* dengan audio dapat diambil dari besaran *waveform* di dalam audio tersebut. Contoh yang digunakan adalah *shot* SC01_SH07_ANM



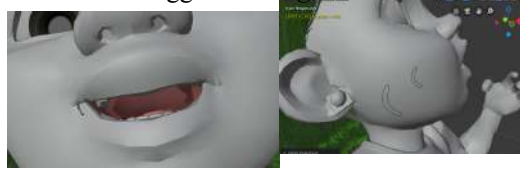
Gambar 9. Hasil analisis penentuan *viseme shot* SC01_SH07_ANM (Sumber: doc.Adric Filbert)

Hasil analisis tersebut kemudian dijadikan panduan mengenai apakah di dalam *fonem* tersebut perlu kornek mulut yang melebar atau menyempit, ataupun mulut yang harus ditutup. Setelah identifikasi, perbaikan animasi kemudian dilanjutkan dengan membuat bentuk mulut sesuai dengan aturan *viseme* di tinjauan 2.2 dan pengaturan *wide* dan *narrow* berdasarkan hasil identifikasi. Animasi ekspresi akan sesuai dengan aturan Osipa dimana bagian hidung ke atas wajah akan bergerak kebalikan dengan bagian bawah wajah.

3.6.3 Menyederhanakan gerakan ujung mulut dan dagu

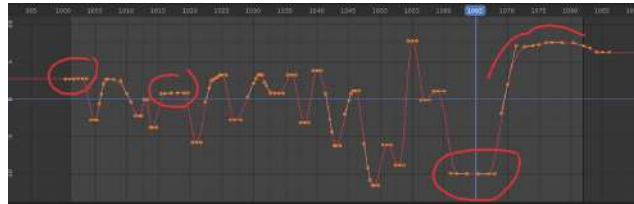
Berdasarkan hasil penentuan *viseme* tersebut, animasi *lip-sync* kemudian diperhalus di bagian kornek dan dagu untuk menciptakan *ease in*, *ease out*, *timing*, serta *squash and stretch* yang bagus. Adapun

penyederhanaan gerakan akan menggunakan *rig* di korner mulut dan *rig* di dagu untuk mengatur *wide* dan *narrow*.



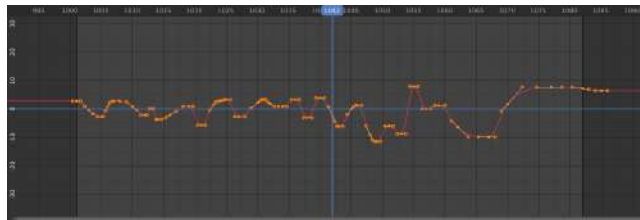
Gambar 10. Gambar rig korner mulut (Kiri) dan dagu (Kanan)(Sumber: doc.Adric Filbert)

Pengaturan akan menggunakan kontrol bernama *grab* di *Blender* di *pose mode* untuk korner mulut, dan *rotate* untuk membuka atau menutup dagu.



Gambar 11. Contoh rotasi yang tidak halus di dagu *shot* SC01_SH07_ANM (Sumber: doc.Adric Filbert)

Berdasarkan gambar, hasil animasi masih terdapat gerakan yang tidak *ease out* atau *ease in* dengan baik dikarenakan hasil grafik ada yang lurus ataupun tidak melengkung secara halus. Oleh karena itu, grafik akan diperbaiki dengan mengatur sedemikian rupa untuk menghasilkan grafik yang halus dan melengkung, sehingga animasi terasa halus. Berikut hasil perbaikan setelahnya.



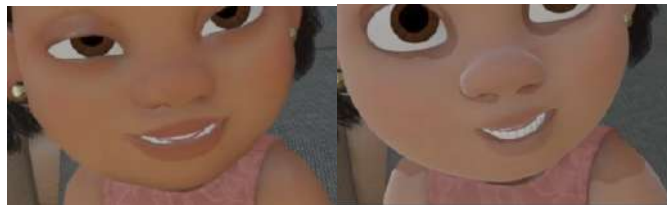
Gambar 12. Contoh rotasi yang halus di dagu *shot* SC01_SH07_ANM (Sumber: doc.Adric Filbert)

3.6.4 Mengerjakan gigi dan lidah



Gambar 13. *Rig* gigi Uci (Sumber: doc.Adric Filbert)

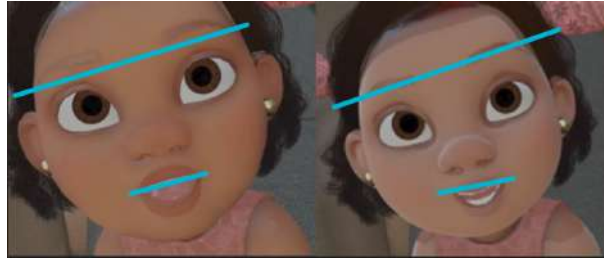
Pengerjaan gigi dan lidah dilakukan dengan menggunakan *rig* gigi atas dan bawah di karakter. Pengerjaan akan menggunakan *grab* untuk menaikkan atau menurunkan gigi sesuai dengan rasio 70:30 ataupun sesuai dengan teori Richard William. Adapun gambar dibawah menunjukkan sebelum dan sesudah, dimana untuk kata “ga” dari “juga” dibuat menunjukkan gigi bawah lebih banyak dan tidak tertutup dengan bibir bawah sehingga tampak melengkung dengan baik.



Gambar 14. Gambar gigi sebelum dan sesudah (Sumber: doc.Adric Filbert)

3.6.5 Membuat asimetri

Pengerjaan asimetri akan dilakukan dengan *rig* mulut secara keseluruhan dan alis, dimana asimetri akan dibuat tidak begitu terlihat namun tetap ada. Alasan asimetri tidak dibuat terlalu mencolok dikarenakan animasi Ficusia berdasarkan hasil wawancara ke Gerson bersifat realistis dan bukan kartunis dan berdasarkan Osipa, asimetri tidak perlu dipaksakan harus ada atau ekstrim sesuai dengan ucapan di tinjauan pustaka 2.2. Berikut hasil pengerjaan asimetri pada karakter Uci.



Gambar 15. Asimetri sebelum (kiri) dan sesudah (kanan) (Sumber: doc.Adric Filbert)

Gambar diambil dari suara“Pin” dari kata “Siapin” pada frame 42. Dari gambar, terlihat bahwa animasi sebelum memiliki garis alis yang sejajar dengan mulut, berbeda dengan gambar di kanan yang memiliki sedikit asimetri sehingga garis alis tidak sejajar dengan mulut. Bagian bibir dibuat sedemikian rupa sehingga membuat garis yang berbanding terbalik dengan alis. Gigi atas dan bawah juga menyesuaikan rotasi dengan asimetri mulut secara keseluruhan sehingga sinkron dengan dagu.

3.7 Menganalisa Data

Teknik analisis data akan menggunakan analisis tematik. Analisis tematik adalah cara untuk analisis data yang bertujuan mengidentifikasi sebuah pola dan menemukan suatu tema menggunakan data yang sudah dikumpulkan oleh peneliti (Ramdhani, dkk, 2024). Di dalam penelitian ini, penulis akan meneliti data hasil wawancara untuk mengetahui apakah *viseme-based method* dapat menghasilkan animasi *lip-sync* yang lebih realistis dan apa yang dapat ditingkatkan lagi berdasarkan komentar yang menghasilkan tema yang relevan Tema akan menggunakan kriteria di Tinjauan Pustaka 2.1.

3.7.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data akan menggunakan hasil wawancara kepada narasumber Infinite Frameworks Studios. Adapun hasil wawancara disajikan dalam [lampiran](#).

3.7.2 Mereduksi Data

Reduksi data adalah proses analisis untuk memilih, memusatkan perhatian, menyederhanakan, mengabstraksikan serta mentransformasikan data yang muncul dari catatan-catatan lapangan (Nur & Saihu, 2024). Berdasarkan wawancara tersebut, data akan direduksi dengan merangkum hasil wawancara menjadi beberapa tema sesuai dengan kriteria *lip-sync* realistis dari tinjauan pustaka 2.1

Tabel 1. Reduksi Wawancara Pertama

| Reduksi 1 | | | |
|-----------|--|--|--|
| No | Tema | Kode | Sebelum |
| 1 | Terdapat ease in dan ease out, timing bagus, serta terasa squash and stretch | Secara timing, ease in dan lainnya dah oke.(Danar) + <i>I'm not noticing it</i> (Denis) + <i>I agree with what Denis said</i> (Phil) + Overall animasi yang kamu buat lebih bagus, tidak ada hardstop atau popping di mulut terutama di shot 16. Cuma ya, shot 08 dan 12 masih bisa ditingkatkan, dimana 08 masih terlalu popping sedikit di jaw (Wahkid) - | Animasi mulut terlalu banyak gerak di kornner dan dagu (Danar, Wahkid, Denis, Phil) - Beberapa dagu dan ujung mulut tidak ease out dengan baik (Wahkid, Danar, Denis, Phil) - |
| 2 | Bentuk mulut berbeda atau asimetri | Shot 12 bisa perjas lagi Onya, 07 dapat buat mulut istirahat sehabis kata Ibu (Wahkid) - Tapi <i>jawnya</i> bisa diangkat lagi biar ngomongnya jelas (shot 16) (Wahkid) - You got it on yours (Denis) + Same as Denis (Phil) + Tapi secara mouth shape terkadang terlalu over (Danar) - | Bentuk mulut masih bisa di push untuk menunjukkan ekspresi lebih jelas (Danar) - |
| 3 | Ekspresi karakter terbaca | <i>Being let down by the fact the eyes are not working</i> (Phil) - Denis menyetujui pernyataan Phil - Selain itu tidak ada (Wahkid) + Om botak itu ekspresinya kurang terbaca (Danar) - | Bentuk mulut masih bisa di push untuk menunjukkan ekspresi lebih jelas (Danar) - |
| 4 | Integrasi dengan elemen wajah lainnya | <i>You're gonna look at the whole face</i> (Phil) - Denis menyetujui pernyataan Phil - Selain itu tidak ada. (Wahkid) + Kamu masih bisa mainin juga ekspresi, di push biar sinkron sama mulutnya lebih (Danar) + | Lidah dan elemen lain kurang dimainkan (Wahkid, Danar, Denis, Phil) - |

Tabel 2. Reduksi Wawancara Kedua

| Reduksi 2 | | | |
|-----------|------|------|---------|
| No | Tema | Kode | Sebelum |

| | | | |
|---|--|---|--|
| 1 | Terdapat ease in dan ease out, timing bagus, serta terasa squash and stretch | Dah ok dric, semuanya much better. (Wahkid) + I think they look cool (Denis) + looks great, particularly the last shot (Phil) + Danar menyetujui pernyataan Denis dan Phil | Secara timing, ease in dan lainnya dah oke.(Danar) + <i>I'm not noticing it, and on the other version the shapes, some are missing</i> (Denis) + <i>I agree with what Denis said</i> (Phil) + Overall animasi yang kamu buat lebih bagus, tidak ada <i>hardstop</i> atau <i>popping</i> di mulut terutama di shot 16. Cuma ya, shot 08 dan 12 masih bisa ditingkatkan, dimana 08 masih terlalu <i>popping</i> sedikit di jaw (Wahkid) - |
| 2 | Bentuk mulut berbeda atau asimetri | Dah ok dric, semuanya much better. (Wahkid) + I think they look cool (Denis) + looks great, particularly the last shot (Phil) + Danar menyetujui pernyataan Denis dan Phil | Shot 12 bisa perelas lagi Onya, 07 dapat buat mulut istirahat sehabis kata Ibu (Wahkid) - Tapi <i>jaw</i> nya bisa diangkat lagi biar ngomongnya jelas (shot 16) (Wahkid) - <i>You got it on yours</i> (Denis) + <i>Same as Denis</i> (Phil) + Tapi secara mouth shape terkadang terlalu over (Danar) - |
| 3 | Ekspresi karakter terbaca | Dah ok dric, semuanya much better. (Wahkid) + I think they look cool (Denis) + looks great, particularly the last shot (Phil) + Danar menyetujui pernyataan Denis dan Phil + | Being let down by the fact the eyes are not working (Phil) - - Denis menyetujui pernyataan Phil - Selain itu tidak ada (Wahkid) + Om botak itu ekspresinya kurang terbaca (Danar) - |
| 4 | Integrasi dengan elemen wajah lainnya | Dah ok dric, semuanya much better. (Wahkid) + I think they look cool (Denis) + eyes are alive (Phil) + Danar menyetujui pernyataan Denis dan Phil + | You're gonna look at the whole face (Phil) - Denis menyetujui pernyataan Phil - Selain itu tidak ada. (Wahkid) + Kamu masih bisa mainin juga ekspresi, di push biar sinkron sama mulutnya lebih (Danar) + |

3.7.3 Penyajian Data

Tabel 3. Peningkatan Kualitas *Lip-Sync* Percobaan Pertama

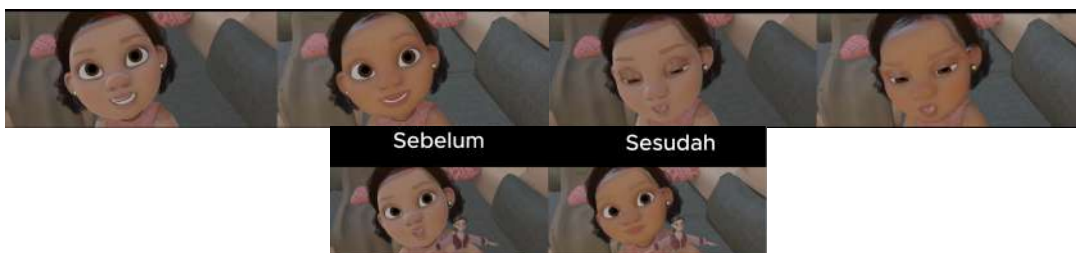
| Penyajian Data 1 | | | | |
|------------------|--|--|---------------------------|---------------------------------------|
| Shot | Kriteria | | | |
| | Terdapat ease in dan ease out, timing bagus, serta terasa squash and stretch | Bentuk mulut berbeda atau asimetri | Ekspresi karakter terbaca | Integrasi dengan elemen wajah lainnya |
| SC01_SH07_ANM | Bagus (++++) | Mulut perlu istirahat di akhir (- + + -) | Kurang terbaca (----) | Kurang terbaca (----) |
| SC01_SH08_ANM | Ada popping sedikit (-+++) | Bagus (+++-) | Kurang terbaca (----) | Kurang terbaca (----) |
| SC01_SH12_ANM | Ada popping sedikit (-+++) | Kurang di O (- + + -) | Kurang terbaca (----) | Kurang terbaca (----) |
| SC04_SH16_ANM | Bagus (++++) | Jaw angkat (- + -) | Kurang terbaca (----) | Kurang terbaca (----) |

Tabel 4. Peningkatan Kualitas *Lip-Sync* Percobaan Kedua

| Penyajian Data 2 | | | | |
|------------------|--|------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| Shot | Kriteria | | | |
| | Terdapat ease in dan ease out, timing bagus, serta terasa squash and stretch | Bentuk mulut berbeda atau asimetri | Ekspresi karakter terbaca | Integrasi dengan elemen wajah lainnya |
| SC01_SH07_ANM | Bagus (++++) | Bagus (++++) | Bagus (++++) | Bagus (++++) |
| SC01_SH08_ANM | Bagus (++++) | Bagus (++++) | Bagus (++++) | Bagus (++++) |
| SC01_SH12_ANM | Bagus (++++) | Bagus (++++) | Bagus (++++) | Bagus (++++) |
| SC04_SH16_ANM | Bagus (++++) | Bagus (++++) | Bagus (++++) | Bagus (++++) |

3. RESULTS AND ANALYSIS

Berdasarkan hasil wawancara untuk percobaan pertama, ditemukan bahwa animasi *lip-sync* menggunakan *viseme-based method* memiliki peningkatan di *ease in*, *ease out*, *timing*, dan *squash and stretch* serta bentuk mulut. Akan tetapi masih kurang secara ekspresi dan integrasi antar elemen wajah lainnya. Dikarenakan tujuan dari penelitian adalah untuk meningkatkan kualitas animasi *lip-sync* Ficusia menggunakan *viseme-based method*, dilakukan percobaan kedua kalinya dan berfokus pada bagian yang kurang dengan menggunakan metode yang sama seperti percobaan pertama.



Gambar 16. Atas untuk integrasi (Kiri sebelum, kanan sesudah), bawah untuk ekspresi (Sumber: doc.Adric Filbert)

Integrasi wajah diperbaiki berdasarkan teori Osipa dimana bagian hidung ke atas wajah akan bergerak kebalikan dengan bagian bawah wajah. Sedangkan ekspresi diperbaiki dengan menaikkan ujung mulut supaya lebih terlihat bahagia. Hasil kedua menunjukkan hasil yang positif dengan semua kriteria *lip-sync* animasi tercapai dan terdapat peningkatan di integrasi wajah serta ekspresi.

4. CONCLUSION

Hasil wawancara kedua menyimpulkan bahwa *viseme-based method* berhasil meningkatkan kualitas animasi *lip-sync* dibandingkan animasi sebelumnya. Meskipun terdapat kekurangan pada arah mata seperti yang disampaikan oleh Phil, kualitas animasi *lip-sync* secara keseluruhan telah disetujui oleh narasumber. Beberapa kriteria seperti *ease-in* dan *ease-out*, *timing* yang lebih baik, penggunaan *squash and stretch*, bentuk mulut yang asimetris, ekspresi karakter yang lebih terbaca, serta integrasi elemen wajah menunjukkan peningkatan setelah perbaikan menggunakan *viseme-based method*, sesuai dengan hasil wawancara. Adapun cara untuk meningkatkan kualitas animasi menggunakan *viseme-based method* yaitu :

4.1 Menentukan ekspresi

Ekspresi karakter dapat ditentukan berdasarkan *storyboard* atau suara ketika karakter berbicara seperti yang dilakukan pada penelitian ini. Adapun ekspresi yang dipakai untuk *shot* penelitian ini lebih ke bahagia dan sedih yang dipilih berdasarkan hasil observasi dan literatur Osipa yang menyatakan :

- **Bahagia** : Fokus pada gerakan naik di sudut bibir dan kerutan kecil di sekitar mata.
- **Sedih** : Posisi bibir turun, alis melengkung ke atas, dan kelopak mata bawah sedikit terangkat.

4.2 Menyesuaikan *viseme* dengan *fonem* dan animasi ekspresi secara keseluruhan

Penyesuaian *viseme* dengan *fonem* berdasarkan *waveform* dari audio *shot*. Hal ini ditentukan berdasarkan literatur Osipa yang menyatakan gelombang besar menandakan *wide* dan gelombang kecil menandakan *narrow*. Hal ini sama di huruf O, cuman dimulai dengan lebar kornek mulut yang lebih sempit daripada huruf A. Adapun ekspresi dikerjakan secara sederhana berdasarkan aturan Osipa yaitu bagian hidung ke atas wajah akan bergerak kebalikan dengan bagian bawah wajah.

4.3 Menyederhanakan gerakan ujung mulut dan dagu

Setelah membuat *viseme* dan membuat ekspresi, penyederhanaan bentuk mulut dan dagu berdasarkan aturan sederhana dari Osipa yaitu *narrow* dan *wide* di kornek mulut serta *squash and stretch* untuk dagu berdasarkan identifikasi yang dilakukan di tahap kedua. Bagian ini fokus untuk mencapai kriteria pertama yaitu *ease in*, *ease out*, *timing*, serta *squash and stretch* yang baik dan juga menyederhanakan gerakan mulut sesuai yang ditulis di literatur Osipa.

4.4 Mengerjakan Gigi dan lidah

Gigi di dalam karakter harus terlihat sinkron dengan dagu karakter dimana hanya gigi bawah yang dapat bergerak sesuai dengan dagu karakter (William, 2001). Adapun karakter cenderung menunjukkan gigi atas sepanjang bicara, atau gigi bawah sepanjang berbicara, atau rasio 70:30 (William, 2001). Lidah harus bergerak cepat dan cenderung tidak memerlukan *ease in* dan *ease out* (William, 2001; Osipa, 2010).

4.5 Membuat asimetri

Asimetri dapat dibuat dalam ekspresi ataupun mulut (William, 2001). Penentuan asimetri dapat berdasarkan antar kornek mulut, bibir yang tidak segaris, dan alis yang memiliki kenaikan yang berbeda untuk ekspresi (William, 2001; Osipa, 2010). Alasan pembuatan asimetri berada di akhir karena asimetri bertujuan untuk memperjelas suatu ekspresi dan terkadang tidak diperlukan atau dikecilkan (Osipa, 2010).

Penelitian selanjutnya dapat meneliti mengenai sinkronisasi animasi *lip-sync* dengan elemen tubuh lain atau mengembangkan *viseme-based method* yang mendukung integrasi wajah secara keseluruhan dengan menggunakan narasumber yang sama atau lebih untuk menjaga validitas informasi yang didapatkan. Adapun berdasarkan hasil wawancara kepada narasumber, ditemukan istilah diluar literatur bernama *popping* yang berarti *spacing* terlalu besar serta *hardstop* yang berarti transisi *ease out* yang kurang baik. Hal ini mendorong pentingnya *ease in*, *ease out*, serta *spacing* yang baik sesuai dengan literatur Osipa dan William. Kedua istilah juga dapat digunakan dalam penelitian selanjutnya untuk mereview kualitas suatu animasi.

REFERENCES

- [1] Williams R. *The Animator's Survival Kit*. Expanded ed. London: Faber & Faber; 2001.
- [2] Hidayah A. Penerapan Prinsip-Prinsip Animasi pada Film Serial Animasi "Ficusia" Episode 1. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer (DECA)* [Internet]. 2023;12(2):85–92. Available from: <https://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/DECA/article/view/6036/2174>
- [3] Blain J. *The Complete Guide to Blender Graphics: Computer Modeling and Animation*. 5th ed. Boca Raton: CRC Press; 2020. Available from: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9780429196522/complete-guide-blender-graphics-john-blain>
- [4] Chen. *Animating Lip-sync Characters*. 1st ed. 2010. Available from: https://www.academia.edu/110410717/Animating_Lip_Sync_Characters
- [5] Heiderich T. Cinematography techniques: The different types of shots in film [Internet]. Ontario: Ontario Media Arts; [cited 2024 Nov 24]. Available from: <https://oma.on.ca/en/contestpages/resources/free-report-cinematography.pdf>
- [6] Hoon LN, Shaharuddin SS. Accuracy Performance and Potentiality of Real-Time Avatar Lip-sync Animation in Different Languages. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)* [Internet]. 2019 Apr 1;7(6S2):57–66. Available from: https://www.researchgate.net/publication/343442180_Accuracy_Performance_and_Potentiality_of_Real-Time_Avatar_Lip_Sync_Animation_in_Different_Languages
- [7] Aneja D, Li W. Real-time Lip-sync for live 2D animation [Internet]. *arXiv preprint arXiv:1910.08685*; 2019. Available from: <https://arxiv.org/pdf/1910.08685>
- [8] Nelli N, Aliyyah NR. Implementasi Media Pembelajaran Pada Kurikulum Merdeka di Sekolah Menengah Pertama: Studi Analisis Tematik. 2024 Aug 8 [cited 2024 Nov 24];3(8):8541–52. Available from: <https://ojs.unida.ac.id/karimahtauhid/article/view/14412>
- [9] Nur MA, Saihu M. Pengolahan Data. *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi* [Internet]. 2024 [cited 2024 Nov 24];2(11):163–75. Available from: <https://jurnal.kolibi.org/index.php/scientica/article/view/2764>
- [10] Nakada K, Matsuda S, Tanaka Y, Sasaki H, Ueda T. Lip-Sync ML: Machine Learning-based Framework to Generate Lip-sync Animations in FINAL FANTASY VII REBIRTH. [Internet]. ResearchGate; 2023. Available from: http://www.jp.square-enix.com/tech/library/pdf/LipSyncML_SIGGRAPH_Talks_2024_abst.pdf
- [11] Shukurov S. Audio to viseme and viseme to lip sync using Azure. [Internet]. ResearchGate; 2023. Available from: https://www.researchgate.net/publication/380895958_Audio_to_viseme_and_viseme_to_lip_sync_using_azure
- [12] Alfi NF, Prasetya HY. Analisis Semiotika John Fiske Pesan Penggunaan Narkoba pada Film Animasi 3D "Ficusia". *DECA: Jurnal Desain Komunikasi Visual dan Multimedia*. 2023;12(3):75–85. Available from: <https://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/DECA/article/view/5271>
- [13] Muhammad Y. Unlocking the Power of Azure Audio-to-Viseme Conversion: Explained [Internet]. ResearchGate; 2023 [cited 2024 Nov 26]. Available from: https://www.researchgate.net/profile/Rakan-Alwabel-2/publication/385381042_Unlocking_the_Power_of_Azure_Audio_to_Viseme_Conversion_Explained/links/67225ea177f274616d5231d0/Unlocking-the-Power-of-Azure-Audio-to-Viseme-Conversion-Explained.pdf
- [14] https://polnebat-my.sharepoint.com/:f/g/personal/adric_filbert_students_polibatam_ac_id/E1YBAmPcuINOVfMBjvAeBVYB9jN86YRxQo-7hW8fHI-Qg?e=DU2qTs
- [15] Osipa J. *Stop staring: Facial modeling and animation done right*. 3rd ed. Indianapolis: Wiley; 2010