

IMPLEMENTASI NATURAL FEATURE TRACKING PADA PENGENALAN MAMALIA LAUT BERBASIS AUGMENTED REALITY

Iyan Mulyana¹⁾, M. Iqbal Suriansyah²⁾, Juliyana Akbar³⁾

^{1),2),3)}Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan

Jl. Pakuan, Tegallega, Bogor Tengah, Kota Bogor, Jawa Barat 16143

Email : iyandelon@yahoo.com¹⁾, mohamad.iqbal@unpak.ac.id²⁾, juliyanaakbar97@gmail.com³⁾

Abstrak

Pengenalan hewan mamalia laut selama ini dikenal menggunakan media buku atau internet yang umumnya menampilkan teks dan gambar. Namun cara yang demikian dianggap kurang menarik dan interaktif. Dengan pemanfaatan teknologi yang sudah banyak diterapkan pada saat ini *Augmented Reality* merupakan teknologi yang tepat untuk memberikan informasi kepada penggunanya dengan penyampaian yang menarik, interaktif, dan *real time*. Oleh karena itu, dirancanglah suatu implementasi *natural feature tracking* pada pengenalan mamalia laut berbasis *augmented reality* sebagai wujud dan pemanfaatan teknologi yang tepat, berguna dan bermanfaat.

Proses perancangan dan implementasi untuk mendeteksi marker pada aplikasi ini menggunakan metode *Natural Feature Tracking*, yaitu proses pendeteksian dengan melacak titik-titik sudut pola pada gambar. Marker sebelumnya di daftarkan terlebih dahulu ke website *vuforia* untuk di kenali *feature* dan diberikan rating. Untuk menguji pendeteksian marker dilakukan pengujian uji coba *kompabilitas* dengan pengujian intensitas cahaya pada kondisi luar ruangan dan dalam ruangan dengan jarak antara kamera pada marker yang berbeda. Hasilnya pada beberapa perangkat android yang memiliki spesifikasi rendah ketika cahaya redup dalam ruangan proses pendeteksian lambat dan jarak yang terlalu dekat tidak dapat memproses objek. Dengan demikian, kemampuan deteksi marker pada suatu target gambar begitu berpengaruh dengan kondisi cahaya dan hasil rating pada suatu target gambar yang diberikan *vuforia*.

Kata kunci: *Pengenalan mamalia laut, augmented reality, vuforia.*

1. Pendahuluan

Perairan Indonesia dikenal memiliki keragaman hewan laut, dan juga merupakan jalur migrasi dari berbagai jenis spesies laut yang terancam punah dan dilindungi, salah satunya yaitu mamalia laut. Pengetahuan masyarakat akan hewan khas yang mulai langka tersebut menjadikan kurangnya kesadaran masyarakat untuk ikut menjaga kelestariannya. Pengenalan hewan mamalia laut selama ini menggunakan media buku atau internet yang umumnya menampilkan teks dan gambar. Namun cara yang demikian dianggap kurang menarik dan interaktif.

Perkembangan teknologi yang cukup pesat pada saat ini begitu berpengaruh dan menjadi suatu hal yang berguna, terutama dengan adanya alat bantu sebagai penopang untuk memenuhi kebutuhan dan mempermudah interaksi dalam memberikan suatu informasi. *Augmented Reality* merupakan perkembangan teknologi yang sudah banyak diterapkan pada saat ini. Pada umumnya penerapan teknologi ini bertujuan untuk memberikan suatu informasi kepada penggunanya dengan penyampaian yang menarik, interaktif dan *real time*. Sehingga teknologi tersebut dapat digunakan sebagai media informasi dan media presentasi.

Sistem *Augmented Reality* bekerja dengan cara menganalisis objek yang ditangkap melalui kamera, kemudian melakukan *tracking* terhadap pola yang berada di dalam *marker* sebagai penanda untuk dapat menampilkan informasi atau objek 3D. Proses perancangan dan implementasi untuk mendeteksi marker pada aplikasi ini menggunakan metode *Natural Feature Tracking*, yaitu proses pendeteksian dengan melacak titik-titik sudut pola pada gambar.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka dari itu perlu dibangun sebuah “Implementasi *Natural Feature Tracking* Pada Pengenalan Mamalia Laut Berbasis *Augmented Reality*”. Hal tersebut dibuat untuk pengetahuan keragaman jenis mamalia laut bagi masyarakat, dan tentunya dapat digunakan sebagai informasi yang berguna dengan pemanfaatan teknologi *augmented reality*.

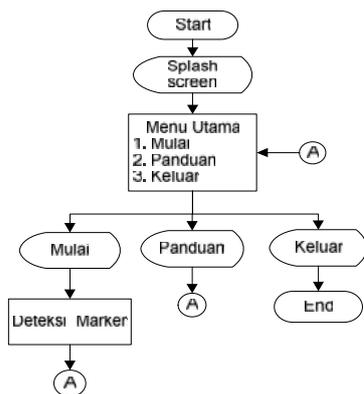
Sehubungan dengan tema yang diambil, disini penelitian membatasi ruang lingkup sebagai berikut : Aplikasi ini dibangun menggunakan software *Adobe Photoshop CC 2017* untuk membuat design marker, *Audacity* untuk pengolahan audio, dan untuk pembagunan *augmented reality* menggunakan *Unity 3D* dengan library *Vuforia SDK* dan *Android SDK*. Aplikasi ini dapat berjalan pada *smartphone* yang memiliki sistem operasi *Android*. Output yang dihasilkan saat kamera membaca marker menampilkan objek 3D hewan mamalia laut dengan penjelasan mengenai informasi berupa audio.

Adapun manfaat dari aplikasi ini dapat memberikan suatu informasi kepada masyarakat tentang pengetahuan jenis keragaman hewan mamalia laut yang dapat lebih mudah dipahami dan dimengerti dengan media yang menarik, komunikatif dan interaktif menggunakan teknologi *augmented reality*.

2. Pembahasan

Augmented Reality merupakan teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi dan ataupun tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata tiga dimensi lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata[1]. Proses aplikasi Augmented Reality dimulai dari pengambilan gambar marker dengan kamera atau webcam. Marker tersebut dikenali berdasarkan feature yang dimiliki, kemudian masuk ke dalam object tracker yang disediakan oleh Software Development Kit (SDK). Di sisi lain, marker tersebut telah didaftarkan dan disimpan ke dalam database. Object tracker selanjutnya akan melacak dan mencocokkan marker tersebut agar dapat menampilkan informasi yang sesuai. Hasil keluaran pelacakan marker segera ditampilkan ke dalam layar komputer dan layar ponsel cerdas. Informasi yang ditampilkan melekat pada marker bersangkutan secara real time[2]. Qualcomm sebagai salah satu pengembang Augmented Reality melakukan proses pendeteksian marker menggunakan pengenalan pola gambar. Metode yang digunakan dalam QCAR adalah Natural Features Tracking dengan metode *FAST Corner Detection* yaitu pendeteksian dengan mencari titik-titik (interest point) atau sudut-sudut (corner) pada suatu gambar[3].

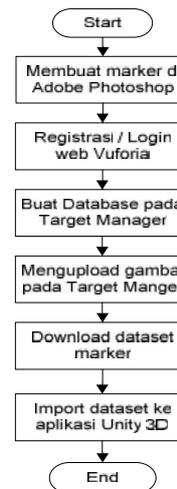
Aplikasi ini bertujuan menampilkan informasi secara real time berupa objek 3D maupun audio pada smartphone yang berbasis android. Konsep pada saat pertama kali pengguna menggunakan aplikasi, nantinya akan menuju ke halaman *splash screen* yang berisi logo aplikasi dan *loading* sebelum menuju ke halaman menu utama. Halaman menu utama terdiri dari 3 button yakni mulai, panduan, keluar. Berikut ini gambaran *flowchart* aplikasi augmented reality yang akan dibuat dapat ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Aplikasi Augmented Reality

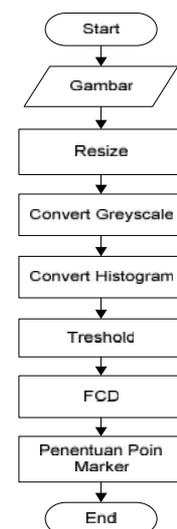
Pada gambar 1 menunjukkan saat memilih menu mulai, aplikasi akan melakukan proses deteksi marker dan mengaktifkan fitur kamera belakang. Kemudian pada menu panduan, terdapat informasi petunjuk penggunaan aplikasi berupa teks. Pada menu keluar, user akan meninggalkan aplikasi. Aplikasi augmented reality ini memerlukan marker sebagai media untuk menampilkan informasi berupa objek 3D dan audio. Berikut ini

flowchart pembuatan marker dapat ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Pembuatan Marker

Pada gambar 2 langkah pertama dalam pembuatan gambar menjadi marker ini menggunakan Adobe Photoshop CC 2017, setelah itu akan dilakukan proses dengan cara mengunggah gambar ke *website developer vuforia*. Untuk gambar yang akan dijadikan marker, aturan yang telah ditentukan dari vuforia yaitu file menggunakan format .jpeg atau .png dan ukuran file maksimal 2MB dengan warna RGB atau grayscale (bukan CMYK). Setelah marker berhasil dibuat, proses selanjutnya adalah mendownload dataset dari marker tersebut. Dataset nantinya akan diimport ke dalam Unity 3D sebagai inisialisasi image target terhadap objek. Berikut merupakan flowchart alur proses pembuatan marker dapat ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Alur Proses Pembuatan Marker

Pada gambar 3 terdapat 5 proses yang dilakukan untuk pembuatan marker yaitu :

1. Resize

Tahap pertama yang dilakukan setelah kita mengunggah gambar ke vuforia maka sistem akan secara otomatis memperkecil gambar menjadi ukuran 320x320 pixel.

2. Grayscale

Grayscale merupakan proses merubah gambar menjadi monokrom dengan nilai intensitas 0 untuk hitam, 255 untuk putih, dan abu-abu untuk nilai yang berada pada rentang nilai 0 sampai 255. Dimana rumus secara garis besarnya adalah $\text{new pixel} = (\text{Red} + \text{Green} + \text{Blue}) / 3$.

3. Histogram

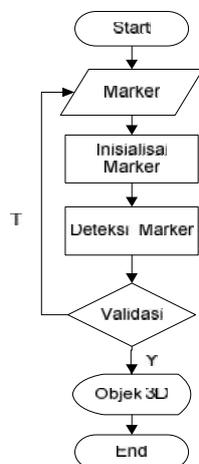
Histogram merupakan suatu proses perataan derajat keabuan pada gambar.

4. Threshold

Dalam library vuforia sebelum objek di convert kedalam point – point marker yang dapat menghasilkan titik sudut marker, marker diubah kedalam bentuk threshold. Proses threshold ini yang menjadi acuan untuk proses selanjutnya, yaitu proses penentuan titik sudut pada marker.

5. Penentuan titik sudut marker

Penentuan titik sudut pada marker ini menggunakan algoritma *FAST Corner Detection*. Gambar hasil proses threshold kemudian di proses untuk menentukan letak titik point pada marker. Letak koordinat titik pada marker tersebut yang nantinya menentukan keunikan setiap gambar pada objek-objek augmented reality. Hasil dari penentuan sudut marker akan ditandai dengan *feature*, banyaknya *feature* dapat mempengaruhi hasil *rating* yang diberikan vuforia [4].

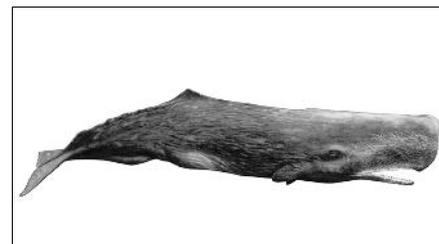


Gambar 4. Flowchart Proses Pendeteksian Marker

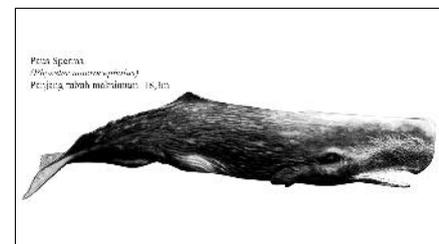
Pada gambar 4 proses dimulai ketika user menunjukan marker pada kamera, kemudian kamera akan menginisialisasi marker yang sebelumnya telah dibuat. Proses deteksi marker dilakukan dengan pencocokan dataset yang telah disimpan dalam *library vuforia*. Apabila dataset sesuai dengan marker maka objek 3D dan audio akan muncul, jika tidak cocok maka proses akan terus dilakukan sesuai dengan marker yang ada.

Setelah perancangan menggunakan flowchart, tahap selanjutnya pengumpulan bahan yang digunakan dalam pembuatan aplikasi. Bahan yang digunakan dalam

pembuatan didapat dari berbagai sumber dan kreatifitas sendiri. Diantaranya terdapat gambar hewan mamalia laut yang didapat dari *internet* dan diunduh untuk pembuatan marker atau sebagai bahan acuan pembuatan objek 3 dimensi. Gambar yang akan digunakan terlebih dahulu di *edit* menggunakan software *adobe photoshop* dengan menambahkan *contras*, *resize* dan penambahan *teks* sebagai informasi. Perubahan gambar setelah *edit* akan menghasilkan gambar yang memiliki kontras yang kuat dan memiliki banyak detail. Berikut ini merupakan bahan gambar dan perbedaannya :

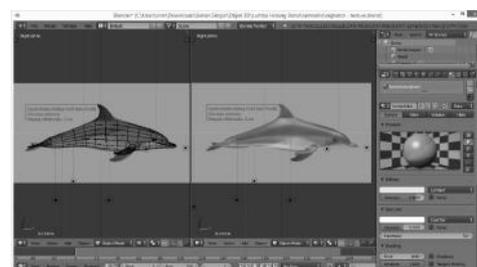


Gambar 5. Bahan Gambar Asli



Gambar 6. Bahan Gambar Setelah Edit

Selanjutnya, bahan yang digunakan yaitu objek 3 dimensi sebagai objek *augmented reality* yang akan tampil dilayar *smartphone*. Pada saat pembuatannya, gambar hewan mamalia laut yang sebelumnya telah dibuat akan digunakan sebagai bahan acuan pada saat pembentukan objek 3 dimensi. Objek 3 dimensi dibuat menggunakan software *blender*. Adapun format objek 3 dimensi yang digunakan berekstensi *.BLEND* dan kemudian akan di *export* berekstensi *.FBX*.



Gambar 7. Pembuatan Objek 3D

Adapun bahan yang digunakan lainnya yaitu *audio*, yang digunakan untuk penyampaian informasi hewan mamalia. Bahan data informasi mamalia laut didapat dengan proses wawancara kepada staff SeaWorld Ancol dan sumber lainnya seperti *blog* dan *youtube*. Kemudian dilakukan perekaman menggunakan data informasi yang ada dan dilakukan proses editing dengan software *audacity*. Terdapat audio lainnya yaitu *backsound* dari

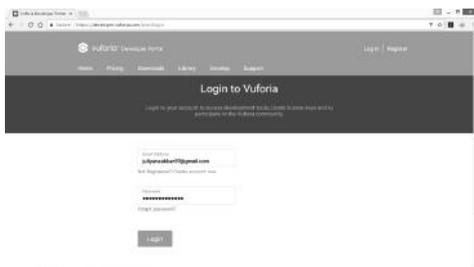
suara hewan mamalia laut. Adapun format audio yang digunakan berekstensi .MP3.



Gambar 8. Proses Pererekaman dan Edit Audio

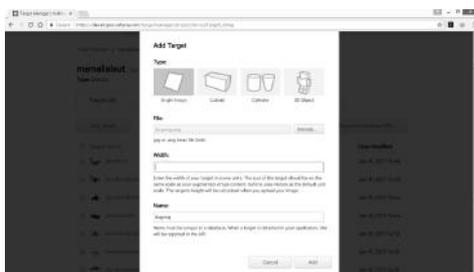
Tahap selanjutnya yaitu pembuatan marker dengan mengupload gambar pada website vuforia (www.developer.vuforia.com) sebagai penyedia fasilitas untuk menghasilkan dataset. Dataset ini nantinya akan dijadikan masukan pada sistem untuk mendeteksi gambar yang akan dijadikan marker. Berikut langkah-langkah pembuatannya:

1. Sebelum mendaftarkan marker, terlebih dahulu melakukan login atau registrasi akun pada website vuforia.



Gambar 9. Tampilan Halaman Login Vuforia

2. Langkah selanjutnya yaitu mengunggah gambar yang akan di jadikan target marker dengan format gambar yang berekstensi .JPG atau .PNG dengan maksimal size 2 MB, kemudian menentukan tipe target, memilih file gambar, mengisikan ukuran target dan nama target.



Gambar 10. Tampilan Proses Upload Gambar

3. Jika marker sudah dibuat maka bisa dilakukan pengecekan *feature* dan *rating* (bintang) pada *target manager*. Pemberian *feature* dan *rating* diproses oleh *vuforia*. Peringkat rating pada gambar berkisar antara 0 sampai 5. Semakin tinggi rating pada target gambar semakin kuat kemampuan deteksi dan pelacakannya. Rating nol menunjukkan bahwa target tidak dilacak sama sekali oleh sistem AR, sedangkan rating bintang 5 menunjukkan bahwa gambar mudah dilacak oleh sistem

AR. Vuforia mampu mengenali dan melacak target dengan menganalisa fitur berbasis kontras dari target yang terlihat oleh kamera. Baik atau tidaknya gambar dapat mempengaruhi proses pendeteksian *feature*. Dengan meningkatkan kontras atau memilih gambar yang mempunyai sudut dapat memberikan *feature* yang banyak, sehingga mudah pada saat pendeteksian. Berikut hasil proses perbandingan antara gambar asli dan yang memiliki kontras yang kuat, serta hasil *feature* dan *rating* pada *marker*.



Gambar 11. Hasil Pemberian Feature dan Rating

Pada gambar 11 dapat dilihat bahwa gambar asli tidak memiliki banyak *feature* dan pemberian rating hanya mendapat 2 bintang, sedangkan gambar yang telah di edit memiliki banyak *feature* dan mendapat rating 5 bintang. Target gambar (*marker*) dapat di download sebagai dataset dengan hasil file ekstensi .unitypackage atau .zip.

Setelah bahan dan marker sudah dibuat langkah selanjutnya yaitu pembuatan aplikasi menggunakan software Unity 3D. Terdapat 3 halaman yang dibuat yaitu : halaman splash screen, halaman menu utama, halaman isi menu mulai dan halaman menu panduan.



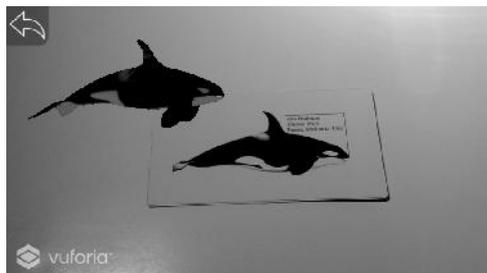
Gambar 12. Pembuatan Menu Utama Aplikasi

Setelah pembuatan, tahap selanjutnya akan menampilkan hasil dari rancangan desain aplikasi.



Gambar 13. Tampilan Menu Utama

Gambar 13 merupakan halaman menu utama yang memiliki 3 tombol untuk menuju 3 halaman berbeda, yaitu tombol mulai, tombol panduan, tombol keluar.



Gambar 14. Tampilan Isi Menu Mulai

Gambar 14 merupakan halaman isi menu mulai yang didalamnya secara otomatis mengaktifkan fitur kamera belakang perangkat smartphone. Pengguna mengarahkan marker ke kamera, kemudian sistem akan mendeteksi marker. Proses deteksi marker akan melakukan pengecekan feature yang terdapat pada gambar. Jika marker terdeteksi, objek 3 dimensi dan audio akan ditampilkan, apabila marker tidak terdeteksi maka tidak ada reaksi dari proses menampilkan objek apapun. Objek 3 dimensi dapat dipindahkan posisinya, diperbesar / diperkecil dan dapat melakukan rotasi menggunakan gesture 2 jari dengan fitur Leantouch yang terdapat pada asset store aplikasi Unity 3D.

3. Pengujian

Ujicoba Kompabilitas

Uji coba kompabilitas merupakan uji coba yang dilakukan untuk mengetahui kompabilitas aplikasi terhadap beberapa perangkat *android* yang memiliki *type* berbeda. Tahap uji coba dilakukan pengujian intensitas cahaya dengan kondisi pada luar ruangan dan dalam ruangan dengan jarak antara kamera pada *marker* yang berbeda. Berikut hasil uji coba kompabilitas yang dilakukan pada tiga *smartphone android* yang berbeda-beda :

Tabel 1. Uji Coba Intensitas Cahaya dan Jarak Pada Luar Ruangan

Pengujian Intensitas Cahaya Luar Ruangan				
Smartphone	Jarak 10cm	Jarak 20cm	Jarak 30cm	Hasil
Xiaomi Redmi note 4X Spesifikasi : a. Ram 4GB Snapdragon 625 b. Size 5,3inches Resolution 1080 x 1920 pixels c. Android OS, 6.0 (Marshmallow) d. Octa-core 2.0 GHz Cortex-A53 e. Camera 13MP				Pengujian diluar ruangan dengan jarak yang berbeda tampil dengan cepat, objek 3D dan audio langsung tampil tanpa delay.
Samsung Galaxy J5 Spesifikasi : a. Ram 2GB Snapdragon 410 b. Size 5,2inches Resolution 720 x 1280 pixels c. Android OS, 6.0 (Marshmallow) d. Quad-core 1.2 GHz Cortex-A53 e. Camera 13MP				Proses deteksi pada beberapa marker dapat berjalan dengan cepat. Terdapat kekurangan jika kamera smartphone panas karna lamanya pemakaian, objek 3D tidak tampil pada beberapa marker tetapi audio berjalan lancar.
Andromax E2+ Spesifikasi : a. Ram 2GB Snapdragon 212 b. Size 4,3inches Resolution 480 x 854 pixels c. Android OS, 5.1 (Lollipop) d. Quad Core 1.3 GHz Cortex A7 e. Camera 5MP				Pengujian pada jarak 10cm terdapat delay selama 3detik, pada jarak yang lainnya dapat berjalan dengan lancar.

Tabel 2. Uji Coba Intensitas Cahaya dan Jarak Pada Dalam Ruangan

Pengujian Intensitas Cahaya Dalam Ruangan				
Smartphone	Jarak 10cm	Jarak 20cm	Jarak 30cm	Hasil
Xiaomi Redmi note 4X Spesifikasi : a. Ram 4GB Snapdragon 625 b. Size 5,3inches Resolution 1080 x 1920 pixels c. Android OS, 6.0 (Marshmallow) d. Octa-core 2.0 GHz Cortex-A53 e. Camera 13MP				Pengujian didalam ruangan dengan jarak yang berbeda tampil dengan lancar, objek 3D dan audio langsung tampil.
Samsung Galaxy J5 Spesifikasi : a. Ram 2GB Snapdragon 410 b. Size 5,2inches Resolution 720 x 1280 pixels c. Android OS, 6.0 (Marshmallow) d. Quad-core 1.2 GHz Cortex-A53 e. Camera 13MP				Pada jarak 10cm dan 20cm terdapat delay dengan rata-rata 3-5 detik untuk menampilkan objek 3D dan audio. Untuk jarak 30cm objek dapat berjalan lancar .
Andromax E2+ Spesifikasi : a. Ram 2GB Snapdragon 212 b. Size 4,3inches Resolution 480 x 854 pixels c. Android OS, 5.1 (Lollipop) d. Quad Core 1.3 GHz Cortex A7 e. Camera 5MP				Pengujian pada jarak 10cm objek 3D dan audio tidak tampil. Pada jarak 20cm terdapat delay selama 6 detik, pada jarak 30cm terdapat delay selama 3-4 detik.

Ujicoba Usability

Dalam tahap ini, dilakukan analisis pengujian dalam bentuk kuesioner yang terdiri dari 15 pertanyaan dan disebarkan kepada 30 responden siswa SMU (Sekolah Menengah Umum). Berdasarkan data yang dihasilkan dari kuesioner, dilakukan perhitungan menggunakan skala *Likert*. Kuesioner dibuat dari skala 1 sampai 4. Untuk menghitung skor maksimum tiap jawaban, dengan mengalikan skor dengan jumlah keseluruhan responden, yaitu skor dikali 30 responden. Presentase nilai skor maksimum ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai skor maksimum

Jawaban	Skor	Skor Maksimal (Skor *Jumlah Responden)
Sangat Setuju	4	120
Setuju	3	90
Cukup Setuju	2	60
Tidak Setuju	1	30

Setelah itu, dapat dicari persentase masing-masing jawaban dengan menggunakan rumus:

$$Y = \frac{TS}{\text{Skor Ideal}} \times 100\%$$

Dimana :

Y = Nilai Presentase

TS = Total skor responden = skor x responden

Skor ideal = skor x jumlah responden = 4 x 30 = 120

Kriteria skor untuk presentase dapat di tujukan pada tabel 4.

Tabel 4. Kriteria skor

Kategori Jawaban	Keterangan
0% - 40%	Tidak Setuju
41% - 60%	Cukup Setuju
61% - 80%	Setuju
81% - 100%	Sangat Setuju

Hasil dari setiap pertanyaan dilakukan perhitungan rata-rata secara keseluruhan. Berdasarkan dari nilai rata-rata presentase dapat disimpulkan, bahwa responden dengan nilai 80.99% setuju aplikasi ini layak di pakai untuk membantu masyarakat dalam memberikan suatu informasi tentang pengetahuan jenis keragaman hewan mamalia laut.

3. Kesimpulan

Aplikasi ini dapat digunakan pengguna / masyarakat dalam memberikan informasi tentang pengetahuan jenis keragaman hewan mamalia laut dengan informasi yang lebih menarik dan informatif. Aplikasi ini dapat digunakan pada beberapa perangkat android yang memiliki spesifikasi berbeda. Hasil pengujian pada smartphone yang memiliki spesifikasi rendah ketika proses pendeteksian pada cahaya yang redup dalam ruangan terjadi proses pendeteksian yang lambat serta jarak yang terlalu dekat tidak dapat memproses objek 3D dan audio. Jarak penggunaan aplikasi yang baik dapat

dilakukan pada jarak 20-30 cm. Pemilihan gambar yang memiliki kontras kuat dan memiliki banyak feature akan dengan mudah dilacak oleh sistem dan menghasilkan proses output dengan cepat.

Daftar Pustaka

- [1] Azuma, Ronald T. A Survey of Augmented Reality, In Presence: *Teleoperators and Virtual Environments* 6, 355-385, 1997.
- [2] Martono, Kurniawan Teguh. Augmented Reality sebagai Metafora Baru dalam Teknologi Interaksi Manusia dan Komputer. *Jurnal sistem komputer*, 1, 2011.
- [3] Fernando, Rentor M. Rancang Bangun Aplikasi Pengenalan Motif Batik berbasis Augmented Reality. Universitas Atma Jaya. Yogyakarta, 2012.
- [4] Irsyad, Syahrofi M. Aplikasi Augmented Reality Sebagai Media Simulasi Ikatan Kimia Berbasis Android Menggunakan Metode FAST Corner Detection. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang, 2016.

Biodata Penulis

Iyan Mulyana, memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom), Jurusan Ilmu Komputer di Universitas Pakuan lulus tahun 2003. Memperoleh gelar Magister Komputer (M.Kom) Program Pasca Sarjana Ilmu Komputer di Institut Pertanian Bogor, lulus tahun 2012. Saat ini sedang mengikuti Program Doktor Teknologi Informasi di Universitas Gunadarma serta menjadi Dosen di Universitas Pakuan.

M Iqbal Suriansyah, memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom), Jurusan Ilmu Komputer di Universitas Pakuan lulus tahun 20093. Memperoleh gelar Magister Komputer (M.Kom) Program Pasca Sarjana Ilmu Komputer di Institut Pertanian Bogor, lulus tahun 2015. Saat ini menjadi Dosen di Universitas Pakuan.