

**RANCANG BANGUN APLIKASI PEMBELAJARAN SENSOR
MENGUNAKAN *AUGMENTED REALITY* UNTUK
MODUL PRAKTIKUM MIKROKONTROLER DAN ANTARMUKA
D3 TEKNOLOGI TELEKOMUNIKASI**

***DESIGN AND IMPLEMENTATION OF SENSOR APPLICATIONS LEARNING USING
AUGMENTED REALITY FOR
MICROCONTROLLER AND INTERFACE LABORATORY WORK MODULES OF
D3 TELECOMMUNICATION TECHNOLOGY***

Firman Subagja¹, Denny Darlis², Atik Novianti³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

firmansubagjaa@student.telkomuniversity.ac.id¹, denny.darlis@tass.telkomuniversity.ac.id²,
atiknovianti.staff.telkomuniversity.ac.id³

Abstrak

Praktikum Mikrokontroler dan Antarmuka ini mengarahkan pada modul praktik yang diisi dengan materi dalam pengenalan macam - macam jenis mikrokontroler dan sensor beserta dengan langkah-langkah pelaksanaannya, namun masalah pada setiap mahasiswa yang mengambil mata kuliah mikrokontroler dan antarmuka mengalami kesulitan dan membedakan pin dalam salah satu rangkaian mikrokontroler dengan modul sensor. Maka dari itu salah satunya dengan memanfaatkan teknologi *augmented reality* sebagai media pembelajaran pada kegiatan praktikum. Pada Proyek Akhir ini dibuat aplikasi dengan menggunakan teknologi *augmented reality* salah satunya menggunakan *smartphone android* sebagai media pembelajaran pada modul praktikum mikrokontroler dan antarmuka. Aplikasi ini akan menampilkan sebuah objek 3D berupa modul sensor sebanyak 6 buah modul dengan mengarahkan kamera *smartphone* pada *marker* yang telah ditentukan. *Marker* tersebut berupa gambar yang sudah terdaftar pada *database Vuforia* untuk titik *target* memvisualisasikan objek 3D. Dengan dibuatnya aplikasi ini dapat memudahkan para mahasiswa yang belum mengambil maupun sudah mengambil mata kuliah Mikrokontroler dan Antarmuka untuk memahami fungsi kerja dan penjaluran kabel wiring pada setiap rangkaian modul sensor dengan mikrokontroler.

Kata kunci : *Augmented reality, Android, Smartphone, Vuforia, MOS, sensor, Marker*

Abstract

This Microcontroller and Interface Practicum leads to a practical module filled with material in the introduction of various types of microcontrollers and sensors along with the implementation steps, but the problem is that every student who takes the microcontroller and interface course has difficulty and distinguishes the pins in one of the circuits. microcontroller with sensor module. Therefore, one of them is by utilizing augmented reality technology as a learning medium in practical activities. In this final project, an application is made using augmented reality technology, one of which uses an android smartphone as a learning medium in the microcontroller and interface practicum module. This application will display a 3D object in the form of 6 sensor modules by directing the smartphone camera at a predetermined marker. By making this application, it can make it easier for students who have not taken or have taken Microcontroller and Interface courses to understand the work function and wiring of the wiring in each series of sensor modules with a microcontroller.

Keyword : *Augmented reality, Android, Smartphone, Vuforia, MOS, sensor, Marker.*

1. PENDAHULUAN

Praktikum merupakan salah satu kegiatan pembelajaran yang wajib dilaksanakan oleh mahasiswa yang sedang mengambil salah satu mata kuliah yang membutuhkan pembelajaran dengan praktik dengan tujuan untuk memberikan kesempatan untuk mahasiswa dalam melakukan penyelidikan, pengaplikasian, pengujian serta pembuktian ilmiah dalam mata kuliah tertentu. Kegiatan praktikum ini membutuhkan pengamatan dan penggunaan

pada alat-alat praktikum. Peserta praktikum atau disebut juga praktikan akan dibekali dengan sebuah modul praktikum yang berisi tentang materi praktikum disertai dengan langkah pelaksanaannya. Modul praktikum ini dapat berupa buku teks atau dalam bentuk softfile seperti e-book [1]. Berdasarkan dari praktikum pada mata kuliah mikrokontroler dan antarmuka di D3 Teknologi Telekomunikasi, sering kali mahasiswa mengalami kesulitan dalam melakukan percobaan merangkai komponen dari salah satu mikrokontroler dengan beberapa sensor salah satunya yaitu sensor kelembapan udara DHT11 yang tidak memiliki keterangan pin pada sensor sehingga mahasiswa sering mengalami tidak terbacanya nilai derajat kelembapan udara karena kesalahan wiring kabel antara pin sensor dengan pin pada mikrokontroler.

Perkembangan teknologi pada abad ke-21 ini memungkinkan pada pembelajaran pada modul praktikum ini dapat dikemas dalam yang bentuk yang menarik dan mudah dipahami sehingga dapat menarik minat dan memudahkan pada mahasiswa dalam memahami materi praktikum. Salah satunya dengan memanfaatkan teknologi *augmented reality* yang saat ini telah banyak digunakan dalam bidang, salah satunya sebagai media pembelajaran.

Augmented reality (AR) merupakan teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi maupun tiga dimensi lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut kedalam waktu nyata. Dengan dasar pemikiran untuk menggabungkan dunia maya dan dunia nyata, banyak diperoleh ide-ide untuk memudahkan seorang dalam menciptakan visualisasi yang lebih bagus, efisien dan imajinatif terutama untuk bidang pendidikan yang membutuhkan visualisasi yang baik dalam pembelajaran di modul praktikum.

Pada beberapa bidang sistem pembelajaran memerlukan objek dan animasi 3D untuk dapat lebih memahami dengan jelas materi disampaikan dan lebih menarik. Beberapa penelitian telah melakukan penerapan teknologi *augmented reality* sebagai media pembelajaran. Terkait dengan permasalahan tersebut, pada penelitian sebelumnya yaitu jurnal “Aplikasi *Augmented reality* Untuk Modul Praktikum Aplikasi Mikrokontroler Dan Antarmuka D3 Teknologi Telekomunikasi” oleh Fadilla Nadifa Qolbi, Denny Darlis, Gandeva Bayu Satrya [2]. Yang membuat aplikasi berbasis *augmented reality* untuk pembelajaran khususnya jenis – jenis mikrokontroler untuk praktikan yang sedang mengambil mata kuliah mikrokontroler dan antarmuka D3 Teknologi Telekomunikasi. Dalam penelitian ini membuat aplikasi berbasis *augmented reality* untuk mempelajari macam – macam jenis mikrokontroler berupa Arduino Uno, NodeMCU, STM32, Komunikasi Serial pada rangkai SPI dan komunikasi Serial pada rangkaian I2C.

Berdasarkan pada penelitian sebelumnya maka pada Proyek Akhir ini bertujuan untuk menerapkan teknologi *Augmented reality* (AR) sebagai media pembelajaran sensor pada mikrokontroler, sehingga mempermudah para praktikan D3 Teknologi Telekomunikasi yang mengambil Mata Kuliah Mikrokontroler dan antarmuka untuk mempelajari berbagai macam, fungsi, dan contoh sensor pada sensor.

2. DASAR TEORI

2.1 *Augmented reality* (AR)

Teknologi *augmented reality* ini dapat menambahkan informasi tertentu ke dalam dunia maya dan menampilkan informasi tersebut ke dalam dunia nyata dengan bantuan perlengkapan seperti webcam, komputer, smartphone Android, maupun kacamata khusus. Pengguna di dalam dunia nyata tidak dapat melihat objek dunia maya secara langsung. Sehingga untuk mengidentifikasi objek diperlukan prantara berupa komputer dan kamera yang nantinya akan menambahkan objek maya ke dalam dunia nyata [1].

2.2 Unity 3D

Unity 3d adalah perangkat lunak game engine untuk membangun permainan 3D. Game engine merupakan komponen yang dibalik layar setiap video game. Mesh merupakan bentuk dasar dari objek 3D. Pembuatan mesh tidak dilakukan untuk Unity Sementara *GameObjects* adalah konten untuk semua komponen lainnya. Semua objek dalam permainan disebut *game objects*. Javascript dan C# merupakan bahasa pemrograman yang dipakai dalam pengembangannya, kemudahan keterhubungan antara objek yang sedang dikembangkan dan script pemrograman menjadikan pilihan yang baik bagi pengembang yang memiliki keterbatasan waktu namun memiliki segudang ide.

Salah satu keuntungan terbesar menggunakan Unity 3D adalah dukungan multiplatform yang luas. Dengan dukungan multiplatform yang dihasilkan dari aplikasi Unity3D, menjadikan pengembangan aplikasi menjadi fleksibel dan portable, karena aplikasi yang akan dihasilkan dapat dijalankan pada perangkat sesuai dengan yang diinginkan salah satunya yaitu Android [1].

2.3 Microsoft Visual Studio Code

Visual Studio Code merupakan sebuah aplikasi editor code open source yang dikembangkan oleh Microsoft untuk sistem operasi Windows, Linux, dan MacOS. Visual Code memudahkan dalam penulisan code yang mendukung beberapa jenis pemrograman, seperti C++, C#, Java, Python, PHP, GO. Visual Code memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi jenis bahasa pemrograman yang digunakan dan memberi variasi warna sesuai

dengan fungsi dalam rangkaian code tersebut. Visual Studio Code juga telah terintegrasi ke Github. Selain itu fitur lainnya adalah kemampuan untuk menambah ekstensi dimana para pengembang dapat menambah ekstensi untuk menambah fitur yang tidak ada di Visual Studio Code [2].

2.3 Fritzing

Fritzing adalah suatu software atau perangkat lunak gratis yang digunakan oleh desainer, seniman, dan para penghobi elektronika untuk perancangan berbagai peralatan elektronika. Antarmuka fritzing dibuat seinteraktif dan semudah mungkin agar bisa digunakan oleh orang yang minim pengetahuannya “Tentang” simbol dari perangkat elektronika. Di dalam fritzing sudah terdapat skema siap pakai dari berbagai mikrokontroler Arduino serta shieldnya. Software ini memang khusus dirancang untuk perancangan dan pendokumentasian “Tentang” produk kreatif yang menggunakan mikrokontroler Arduino[3].

2.4 Vuforia

Vuforia merupakan sebuah Software Development Kit SDK yang dikeluarkan oleh Qualcomm, untuk pengembangan aplikasi di bidang computer vision. Khususnya teknologi Virtual Reality dan *Augmented reality*. Teknologi yang diusung oleh Qualcomm sebagai pengembangan adalah dari sisi pembuatan target, penempatan target *marker*, dan konfigurasi SDK dasar dari teknologi *Augmented reality* [1].

2.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil (“special purpose computers”) Di dalam satu IC yang berisi CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan paralel, Port input/output, ADC, Mikrokontroler digunakan untuk suatu tugas dan menjalankan suatu program. Mikrokontroler dapat kita gunakan untuk suatu tugas dan menjalankan suatu program. Mikrokontroler dapat kita gunakan untuk berbagai aplikasi misalnya untuk pengendalian, otomasi industri, akuisisi data, telekomunikasi, dan lain – lain. Keuntungan menggunakan mikrokontroler yaitu harganya murah, dapat diprogram berulang kali, dan dapat kita program sesuai dengan keinginan kita[4].

2.6 Sensor

Sensor adalah detektor yang memiliki kemampuan untuk mengukur dan monitoring beberapa jenis kualitas fisik yang terjadi, seperti tekanan dan cahaya. Sensor kemudian akan dapat mengkonversikan pengukuran menjadi sinyal bahwa seseorang akan dapat membaca. Sebagian besar sensor yang digunakan saat ini benar-benar akan dapat berkomunikasi dengan perangkat elektronik yang akan melakukan pengukuran dan perekaman [5].

2.6.1 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik tipe HC-SR04 merupakan perangkat yang digunakan untuk mengukur jarak dari suatu objek. Kisaran jarak yang dapat diukur sekitar 2-450 cm. Perangkat ini menggunakan dua pin digital untuk mengkomunikasikan jarak yang terbaca. Prinsip kerja sensor ultrasonik ini bekerja dengan mengirimkan pulsa ultrasonik sekitar 40 KHz, kemudian dapat memantulkan pulsa echo kembali, dan menghitung waktu yang diambil dalam mikrodetik. Sensor ini dapat memcui pulsa secepat 20 kali per detik dan itu bisa tentukan objek hingga 3 meter[6].

2.6.2 Sensor DHT11

DHT11 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembapan udara di sekitarnya. Sensor ini sangat mudah digunakan bersama dengan Arduino. Memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi disimpan dalam OTP program memory, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka modul ini menyertakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya[5].

2.6.3 Sensor TCS3200

TCS3200 merupakan konverter yang diprogram untuk mengubah warna menjadi frekuensi, yang tersusun atas konfigurasi fotodiode silikon dan konverter arus ke frekuensi dalam IC CMOS monolithic yang tunggal. Keluaran dari sensor ini adalah gelombang kotak (duty cycle 50%) dengan frekuensi yang berbanding lurus dengan intensitas cahaya (irradiance)[7].

2.6.4 Sensor LDR

LDR (Light Dependent Resistant) merupakan sensor yang dapat mendeteksi perubahan warna yang didasarkan intensitas pencahayaan dari warna tersebut, kemudian dikonversikannya dalam bentuk tegangan searah, tetapi

teganan searah yang dihasilkan hanya akan membedakan dengan logika 0 dan logika 1, ketika perbedaan warnanya lebih dari dua kemungkinan maka diperlukan sistem tambahan yang digunakan untuk mengenali perbedaan tegangan tersebut[8].

2.6.5 Sensor Gas MQ-2

Sensor MQ-2 merupakan sensor yang dapat mendeteksi beberapa jenis gas yang mudah terbakar seperti butana, metana, LPG, propana, alkohol, hidrogen dan dapat mendeteksi PPM asap MQ-2[9].

2.6.6 Sensor Air Water Level

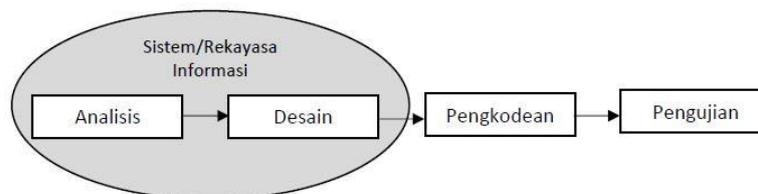
Water level adalah sebuah sensor yang berfungsi sebagai pendeteksi ketinggian air dengan output analog lalu diolah menggunakan sebuah mikrokontroler. Cara kerja pada sensor water level adalah pembacaan resistansi yang dihasilkan dari air yang mengenai garis permukaan lempengan pada sensor water level. Semakin banyak air yang mengenai pada garis permukaan lempengan. Maka nilai resistansinya akan semakin kecil dan sebaliknya.

2.7 BreadBoard

Breadboard merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk membuat rangkaian elektronik bersifat sementara dengan tujuan uji coba sebelum disolder ke papan yang sebenarnya. Dengan memanfaatkan breadboard ini, komponen-komponen elektronik yang dipakai tidak akan rusak dan dapat digunakan kembali untuk membuat proyek rangkaian yang lain.

2.8 Model Waterfall

Model waterfall atau air terjun menyediakan pendekatan alur hidup perangkat lunak secara sekuensial atau terurut dimulai dari analisis, desain, pengkodean dan pengujian. Berikut adalah gambar pengembangan waterfall[10].



Gambar 2. 1 Model Waterfall

Pada gambar 2. 13 model waterfall ini membuat analisis dari aspek analisis kebutuhan. Analisis kebutuhan adalah proses untuk merepresentasikan sebuah simulasi rangkaian yang dapat diterjemahkan ke dalam data, arsitektur, antarmuka dan komponen.

Pada Desain arsitektur system merupakan tahap penggambaran alur kerja sistem yang akan dibangun. Tahap perancangan arsitektur sistem dibuat menggunakan pemodelan Unified Modeling Language (UML). UML merupakan bahasa virtual untuk pemodelan alur kerja pengembangan sistem perangkat lunak yang berorientasi objek dengan menggunakan diagram dan teks- teks penghubung.

Pada aspek pengkodean Berdasarkan desain yang telah dibuat kemudian diimplementasikan ke dalam program aplikasi yang sudah dibuat.

Pada aspek pengujian dilakukan dengan mengeksekusi program dengan tujuan untuk menemukan kesalahan – kesalahan didalamnya. Pengujian dilakukan dengan sasaran sudut pandang pengguna aplikasi. Aplikasi ini dijalankan di smartphone

3. PERANCANGAN DAN SIMULASI

Paparan dalam artikel dituliskan sesuai dengan kaidah penulisan artikel ilmiah yang baik. Pada dasarnya, artikel terdiri dari bagian pendahuluan, metodologi, isi (hasil penelitian dan analisis/pembahasan), kesimpulan, dan daftar pustaka.

3.1 Blok Diagram Sistem

Gambaran umum dari perancangan yang akan dibuat adalah sebagai berikut :



Gambar 3. 1 Skema Perancangan

Bentuk perangkat yang akan dibuat berupa aplikasi *augmented reality* untuk memvisualisasikan objek 3D berupa rangkaian yang sudah terhubung antara mikrokontroler dengan sensor serta rangkaian sistem yang digambarkan di dalam buku modul pada praktikum mikrokontroler dan antarmuka. Saat praktikum, mahasiswa dapat membaca modul praktikum terlebih dahulu untuk mengetahui materi apa yang akan dijelaskan. Di dalam buku modul terdapat gambar mengenai perangkat yang akan digunakan serta rangkaian sistemnya. Gambar ini telah dilengkapi dengan berupa *marker AR* yang diintegrasikan dengan Vuforia, sehingga mahasiswa dapat memvisualisasikan perangkat atau rangkaian menggunakan aplikasi *augmented reality* yang telah diinstalasi di *smartphone* berbasis android dengan mengarahkan pada gambar *marker*.

3.2 Deskripsi *Hardware* dan *Software*

Beberapa *hardware* dan *software* yang digunakan adalah sebagai berikut :

3.2.1 *Hardware*

Beberapa *hardware* yang digunakan dalam pengerjaan Proyek Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Perangkat Komputer

Perangkat komputer yang digunakan sebagai sarana pengembangan aplikasi dalam proyek akhir ini. Spesifikasi dari perangkat komputer yang digunakan adalah sebagai berikut.

Tabel 3. 1 Spesifikasi Komputer

Spesifikasi Laptop Acer Swift 3 (SF314-56G)	
Prosesor	Intel(R) Core(TM) i5-8250 CPU @ 1.60GHz (8 CPUs)
RAM	8192 MB
Sistem Operasi	Windows 10 Pro 64-bit (10.0, Build 19041)

2. Perangkat *Smartphone*

Adapun Spesifikasi untuk *smartphone* berbasis android yang digunakan sebagai sarana pengujian aplikasi *augmented reality* adalah sebagai berikut.

Tabel 3. 2 Spesifikasi *Smartphone*

Spesifikasi <i>Smartphone</i> Asus Zenfone Max Pro (M1ZB601KL)	
Kamera utama	16 MegaPixel + 5 MegaPixel

Sistem Operasi Android	Android 10
Prosesor	<i>Qualcomm Snapdragon 636</i>
Memori	64 GB / 4 GB RAM

3.2.2 Software

Beberapa *hardware* yang digunakan dalam pengerjaan Proyek Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Unity3D

Unity3D ini berperan sebagai aplikasi utama yang akan digunakan dalam pembuatan aplikasi *augmented reality*. Versi aplikasi unity yang digunakan adalah Unity 2019.4.22f1 (64-bit) dimana telah dipasang dengan plugin dari website Vuforia. Pada proses pembuatan aplikasi dibutuhkan berbagai komponen, seperti objek 3D dan *marker*. Komponen – komponen tersebut lalu digabungkan menjadi assets Unity3D. Assets Unity3D ini digunakan untuk membuat aplikasi dengan memanfaatkan SDK Android yang berfungsi untuk build aplikasi sehingga dapat digunakan pada perangkat android.

2. Blender

Blender ini berperan sebagai aplikasi desain untuk membuat objek 3D yang akan dijadikan sebagai objek pada aplikasi AR. Versi yang digunakan adalah Blender 2.9.

3. Vuforia

Vuforia ini berperan sebagai database untuk membuat image target. Vuforia berfungsi untuk menyimpan *marker* dengan mengunggah objek yang akan dijadikan *marker* pada website Vuforia. Versi plugin yang digunakan adalah Vuforia 9.8.

4. Microsoft Visual Code

Microsoft Visual Studio Code ini berperan sebagai aplikasi yang digunakan dalam pembuatan script untuk aplikasi Unity3D. Script yang dibuat menggunakan Bahasa pemrograman C#. Versi aplikasi yang digunakan adalah Microsoft Visual Studio Code 1.57.1.0.

3.3 Target Modul Sensor

Target modul sensor yang akan ditampilkan pada aplikasi *augmented reality* sebanyak 6 buah modul sensor sebagai berikut.

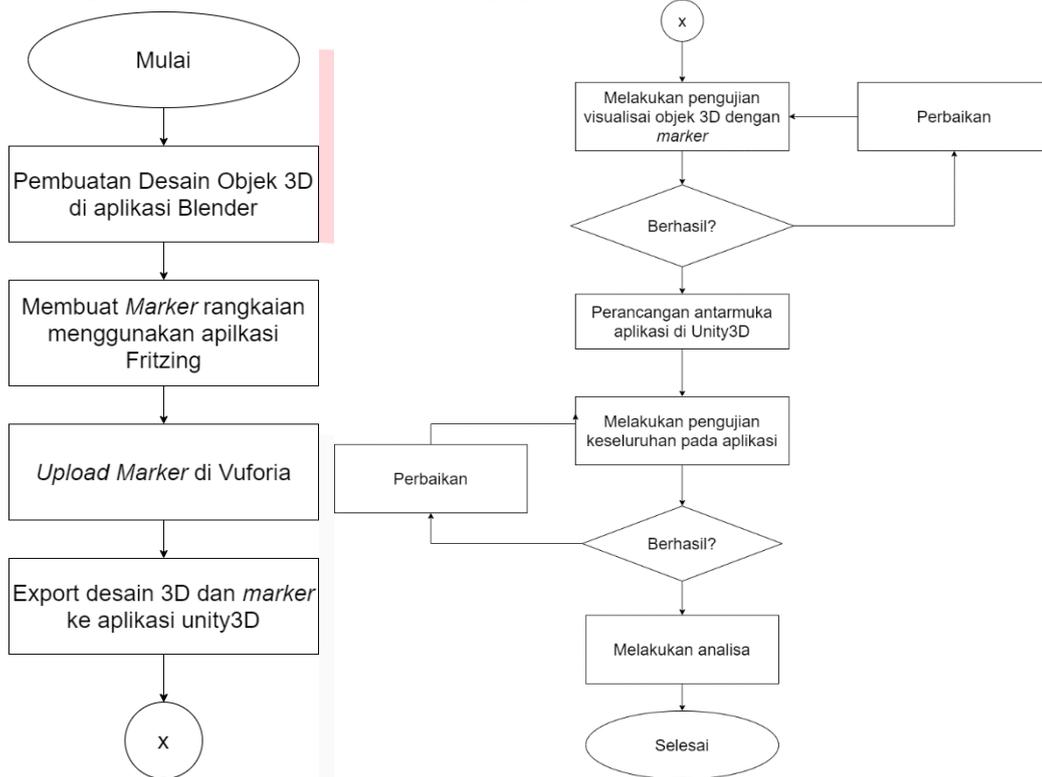
Tabel 3. 3 Target Modul Sensor

No	Modul Sensor
1.	Mikrokontroler Arduino Uno
2.	Modul Sensor Suhu & Temperatur DHT11
3,	Modul Sensor Air <i>Water Level</i>
4.	Modul Sensor Warna TCS3200

5.	Modul Sensor Gas MQ-2
6.	Modul Sensor Ultrasonik HC-SR04
7.	Modul Sensor Cahaya LDR

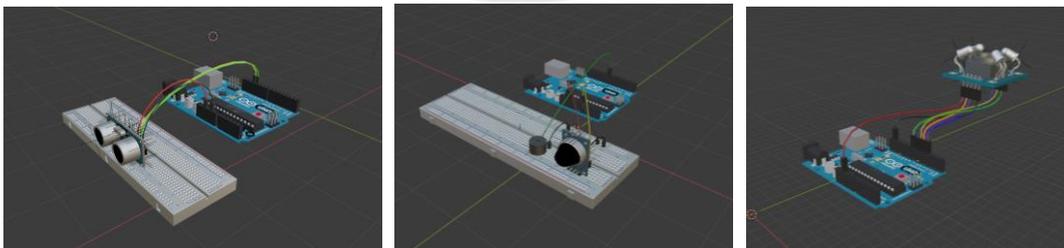
3.4 Tahapan Perancangan

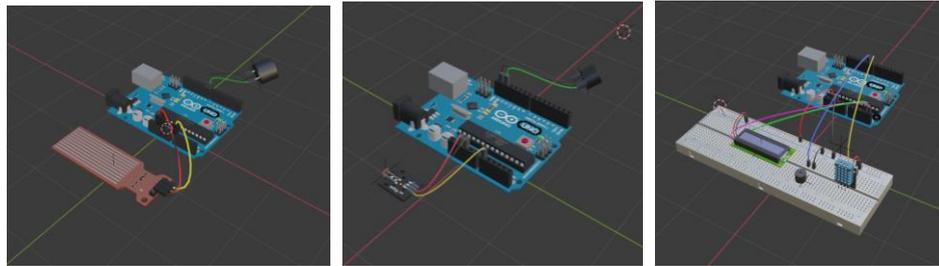
Pada tahapan perancangan ini akan dijelaskan berupa gambar *flowchart* yang akan direncanakan.



Gambar 3. 2 Flowchart Perancangan Model Sistem

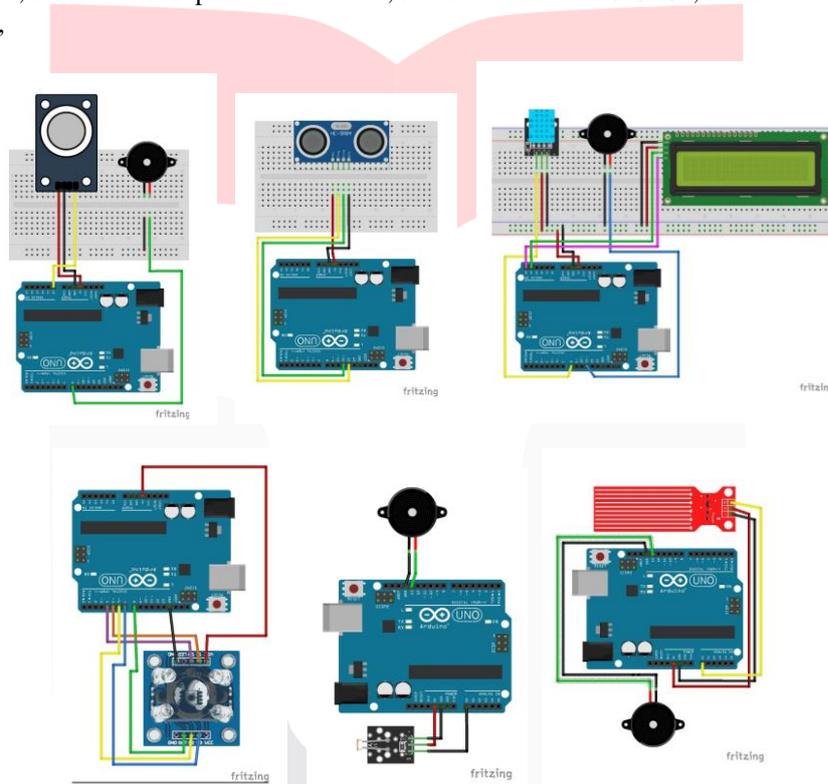
Pada gambar 3. 2 dijelaskan secara lengkap dimana tahap pertama melakukan perancangan objek 3 dimensi berupa sensor dan mikrokontroler menggunakan aplikasi Blender 3D. Objek 3 dimensi sensor yang akan didesain yaitu sensor gas MQ-2, sensor kelembapan udara DHT11, sensor warna TCS3200, sensor cahaya LDR, sensor ultrasonik HC-SR04, dan sensor waterlevel, kemudian objek sensor tersebut dihubungkan dengan mikrokontroler dengan menggunakan Arduino Uno.





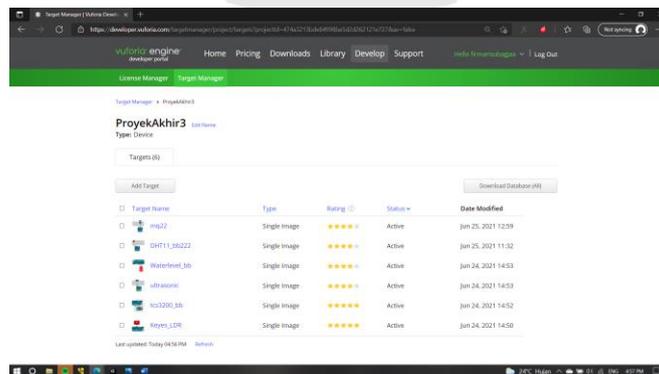
Gambar 3. 3 Mendesain Objek 3D Rangkaian Sensor Menggunakan Aplikasi Blender

Pada tahap kedua melakukan pendesainan gambar 2 dimensi yang akan dibuat sumber visualisasi dengan menggunakan aplikasi Fritzing untuk mendesain rangkaian sensor dengan mikrokontroler yaitu sensor gas MQ-2, Sensor air water level, sensor kelembapan udara DHT11, sensor ultrasonik HC-SR04, sensor warna TCS3200, dan sensor cahaya LDR,



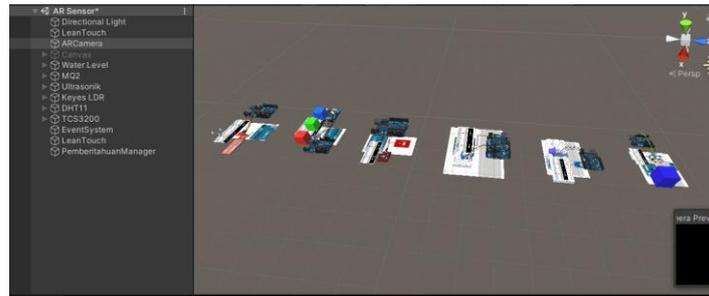
Gambar 3. 4 Mendesain Marker Rangkaian Sensor

Pada tahap ketiga, hasil dari pembuatan gambar *marker* rangkaian sensor disimpan ke database di website Vuforia untuk mendaftarkan *marker* dan mendapatkan license key untuk menghubungkan aplikasi tersebut ke database Vuforia.



Gambar 3. 5 Menyimpan Marker di Database Vuforia

Pada tahap keempat, semua objek 3D dan *Marker* yang sudah terdaftar di database Vuforia dan sudah membuat license di Vuforia digabungkan di aplikasi Unity3D dan sesuaikan gambar *Marker* dengan objek 3D rangkaian sensor yang sudah dibuat.



Gambar 3. 6 Menambahkan Marker dan Objek 3D kedalam Unity

Pada tahap kelima, jika sudah disesuaikan gambar *Marker* dengan objek 3D di Unity3D maka melakukan pengujian dengan membuat aplikasi beta untuk mengetahui apakah *Marker* tersebut dapat memvisualisasikan objek 3D rangkaian sensor tanpa kendala? Apabila *Marker* tersebut tidak dapat memvisualisasikan objek 3D maka melakukan perbaikan pada *Marker* dan apabila *Marker* tersebut dapat memvisualisasikan objek 3D tersebut maka melanjutkan untuk perancangan selanjutnya.

Pada tahap keenam, melakukan perancangan tampilan antarmuka aplikasi yang berupa antarmuka splashscreen, loadingscreen, menu utama, kamera AR, “Panduan”, “Tentang”, dan keluar.

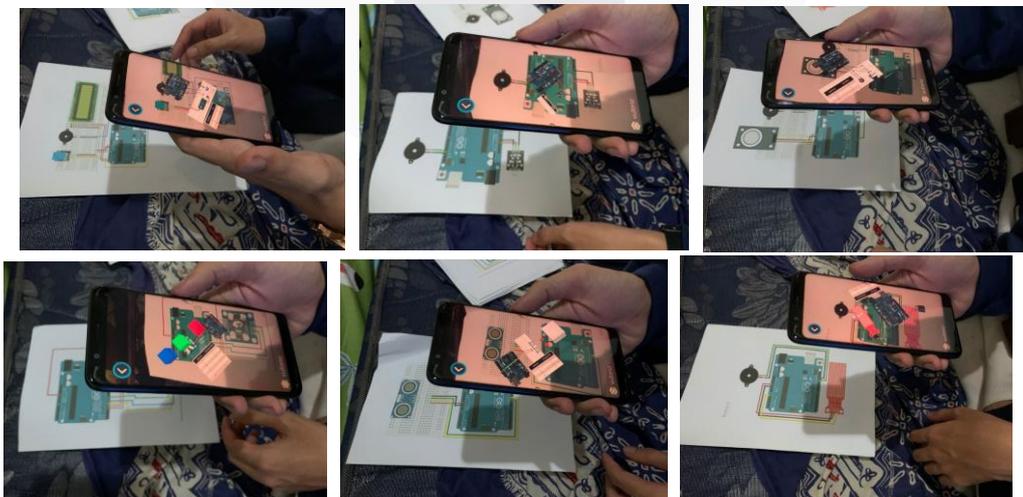
Pada tahap ketujuh, melakukan pengujian pada aplikasi AR untuk mengetes berupa melakukan pengujian fungsionalitas pada tampilan menu utama, pengujian visualisasi objek 3D pada *Marker*, dan pengujian *Marker* Recognition apabila salah satunya mengalami bug maka akan melakukan pengecekan dan apabila berhasil maka akan dilanjutkan dengan tahap terakhir dengan melakukan penganalisaan pada aplikasi AR yang sudah dibuat dengan membuat survei menggunakan Google Form untuk meminta pendapat kepada orang untuk mencoba menggunakan aplikasi AR dalam aspek kualitas objek 3d dalam aplikasi dan aspek kelayakan fitur dalam aplikasi.

4. PENGUJIAN APLIKASI DAN SISTEM

Pengujian aplikasi dan sistem ini akan dilakukan implementasi dan pengujian terhadap aplikasi yang telah dibangun. Tahap implementasi kedalam bahasa pemrograman dilakukan setelah melakukan analisis dan perancangan. Kemudian dilakukan tahap pengujian dimana aplikasi yang telah dibangun akan diuji untuk mengetahui apakah sistem suda dapat berjalan sesuai dengan tujuannya atau tidak.

4.2 Implementasi Aplikasi

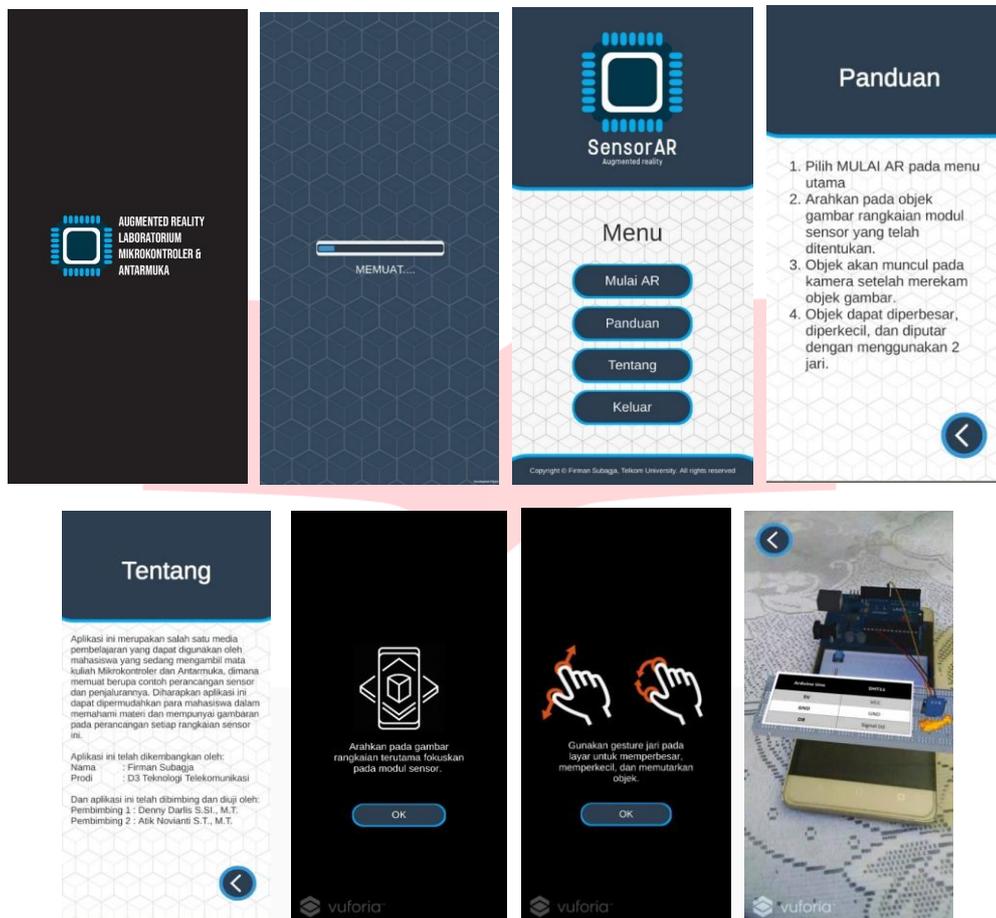
Implementasi dari aplikasi AR yang dibuat adalah dapat menampilkan objek 3D sensor yang dibuat berupa sensor kelembapan udara DHT11, sensor cahaya LDR, sensor gas MQ2, sensor TCS3200, sensor ultrasonic HC-SR04, dan sensor air *water level*.



Gambar 4. 1 Implementasi Objek 3D Pada Aplikasi AR

4.3 Implementasi Antarmuka

Pada tahap ini dilakukan penerapan hasil perancangan antarmuka ke dalam sistem yang terdiri dari *Splashscreen*, *Loading*, Menu Utama, “Panduan”, “Tentang”, tata cara penggunaan pada kamera AR dan Tampilan *augmented reality* yang dibangun dengan menggunakan perangkat lunak.



Gambar 4. 2 Implementasi Antarmuka Aplikasi

4.4 Pengujian

Pengujian sistem dilakukan dengan tujuan untuk menemukan kesalahan atau kekurangan pada perangkat lunak yang telah dibangun. Pengujian bermaksud untuk mengetahui perangkat lunak yang dibuat memenuhi kriteria yang sesuai dengan tujuan perancangan perangkat lunak atau tidak.

4.4.1 Pengujian Fungsionalitas Tampilan Menu Utama

Pengujian tampil menu merupakan pengujian fungsionalitas untuk menampilkan menu yang telah diterapkan dalam aplikasi, seperti terlihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Pengujian Tampilan Menu Utama

No.	Nama Pengujian	Aksi	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1.	Menu Utama	Memilih <i>button</i> "Mulai AR"	Masuk ke tampilan <i>augmented reality</i>	Masuk ke dalam tampilan <i>augmented reality</i>	Berhasil
2.		Memilih <i>Button</i> "Panduan"	Masuk ke tampilan "Panduan"	Masuk ke dalam tampilan "Panduan"	Berhasil
3.		Memilih <i>Button</i> "Tentang"	Masuk ke tampilan "Tentang"	Masuk ke dalam tampilan "Tentang"	Berhasil
4.		Memilih <i>Button</i> Keluar	Keluar dari aplikasi AR	Keluar dari aplikasi AR	Berhasil

Berdasarkan Tabel 4.1 diperoleh bahwa pengujian fungsionalitas pada tampilan menu utama berhasil 100%. Hal ini menyatakan bahwa pada saat melakukan pengujian, hasil yang diharapkan sesuai saat di uji coba. Pada saat memilih *button* "Panduan" maka aplikasi akan masuk ke dalam tampilan "Panduan". Pada saat memilih *button* "Mulai AR" maka aplikasi akan masuk ke dalam tampilan kamera *augmented reality*. Pada saat memilih *button* "Tentang" maka aplikasi masuk ke dalam tampilan "Tentang". Dan pada saat pengguna memilih *button* "Keluar" maka akan menutup aplikasi AR yang sudah digunakan.

4.4.2 Pengujian Visualisasi Objek 3D Pada *Marker*

Pengujian *Marker* dilakukan untuk mengetahui apakah setiap *Marker* yang di tunjukan mengalami kesalahan atau tidak, hasil dari pengujian dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Marker Recognition

No	Nama Pengujian	Aksi	Hasil yang Diharapkan	Status
1.	Marker	Menunjukkan rangkaian sensor gas MQ-2	Menampilkan objek rangkaian sensor gas MQ-2	Berhasi
2.		Menunjukkan rangkaian sensor kelembapan udara DHT11	Menampilkan objek rangkaian sensor kelembapan udara DHT11	Berhasil
3.		Menunjukkan rangkaian sensor warna TCS3200	Menampilkan objek rangkaian sensor warna TCS3200	Berhasil
4.		Menunjukkan rangkaian sensor cahaya LDR	Menampilkan objek rangkaian sensor cahaya LDR	Berhasil
5.		Menunjukkan rangkaian sensor air <i>water level</i>	Menampilkan objek rangkaian sensor air <i>water level</i>	Berhasil
6.		Menunjukkan rangkaian sensor ultrasonik HC-SR04	Menampilkan objek rangkaian sensor ultrasonik HC-SR04	Berhasil

Berdasarkan Tabel 4.2 diperoleh bahwa Pengujian visualisasi objek 3D pada marker berhasil 100%. Hal ini menyatakan bahwa pada saat melakukan pengujian, hasil yang diharapkan sesuai saat di uji coba. Pada saat memilih *button* "Panduan" maka aplikasi akan masuk ke dalam tampilan "Panduan". Pada saat memilih *button* "Mulai AR" maka aplikasi akan masuk ke dalam tampilan kamera augmented reality. Pada saat memilih *button* "Tentang" maka aplikasi masuk ke dalam tampilan "Tentang". Dan pada saat pengguna memilih *button* "Keluar" maka akan menutup aplikasi AR yang sudah digunakan.

4.4.3 Pengujian *Marker Recognition*

Pengujian ini dilakukan pada salah satu *Marker* objek untuk memperhitungkan jarak dan sudut perangkat Android untuk menentukan kepekaan *Marker* pada kamera sehingga apakah *Marker* tersebut dapat terbaca dan dapat memunculkan objek atau tidak. Pengujian dilakukan pada didalam dan diluar ruangan dengan memperhatikan intensitas cahaya. Berikut adalah hasil dari pengujian yang telah dilakukan.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian *Marker Recognition*

Sudut	Jarak	Intensitas Cahaya		AR Dapat Ditampilkan
		Didalam Ruangan	Diluar Ruangan	
0°	10 cm	24 lux	590 lux	Ya
	20 cm	24 lux	703 lux	Ya
	30 cm	22 lux	745 lux	Ya
	40 cm	22 lux	483 lux	Ya
	50 cm	20 lux	598 lux	Ya
	60 cm	20 lux	619 lux	Ya
15°	10 cm	16 lux	675 lux	Ya
	20 cm	20 lux	1356 lux	Ya
	30 cm	12 lux	1547 lux	Ya
	40 cm	16 lux	1090 lux	Ya
	50 cm	10 lux	1439 lux	Ya
	60 cm	4 lux	1646 lux	Ya
30°	10 cm	6 lux	683 lux	Ya
	20 cm	6 lux	1996 lux	Ya

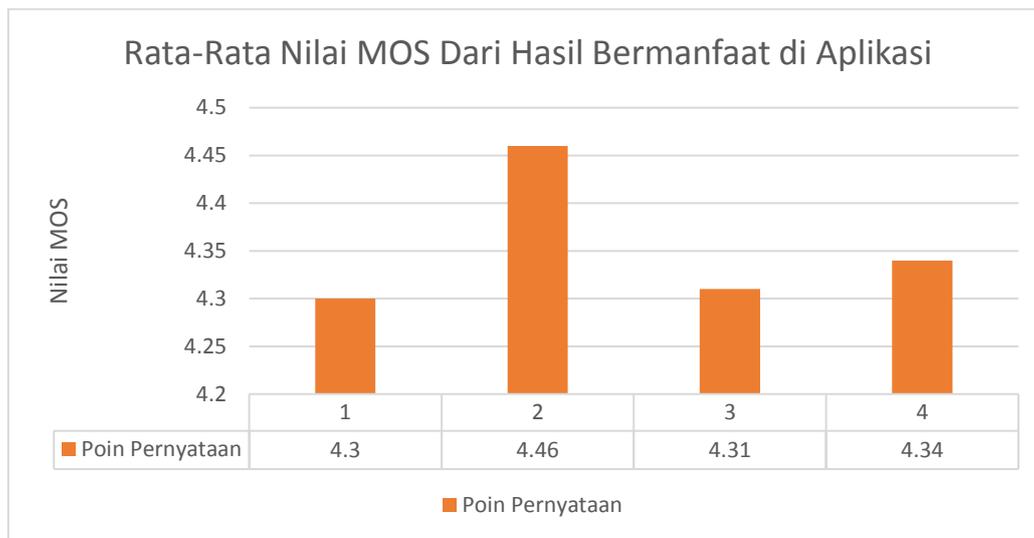
	30 cm	6 lux	2222 lux	Ya
	40 cm	6 lux	1613 lux	Ya
	50 cm	4 lux	1906 lux	Ya
	60 cm	2 lux	1932 lux	Ya
45°	10 cm	6 lux	1183 lux	Ya
	20 cm	6 lux	1923 lux	Ya
	30 cm	6 lux	2435 lux	Ya
	40 cm	6 lux	1790 lux	Tidak
	50 cm	4 lux	1998 lux	Tidak
	60 cm	2 lux	2126 lux	Tidak
Rata - rata		10 lux	1299 lux	

Berdasarkan pada Tabel 4.3, hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa melakukan uji coba gambar Marker untuk memunculkan objek 3D dapat dilakukan pada rentang sudut 0°-45° dan jarak ketinggian dari cm 10-60 cm dapat mendeteksi marker dengan baik, namun pada saat pada ketinggian 40-60 cm pada rentang sudut 45° tidak dapat memvisualisasikan objek 3D karena keterbatasan ruang tangkap kamera AR dengan marker. Dalam memperhatikan intensitas cahaya tempat pengambilan gambar *Marker*, rata-rata intensitas cahaya didalam ruangan adalah 10 lux karena paling stabil, sedangkan rata-rata intensitas cahaya diluar ruangan adalah 1299 lux karena lebih stabil.

4.5 Pengujian Subjektif (*Mean Opinion Score (MOS)*)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pandangan mahasiswa terhadap kebutuhan serta kelayakan dari aplikasi AR yang dibuat sebagai media pembelajaran pada modul praktikum mikrokontroler dan antarmuka. Pengujian ini dilakukan dengan menyebar berupa kuesioner survei kepada mahasiswa D3 Teknologi Telekomunikasi dan diluar mahasiswa D3 Teknologi Telekomunikasi diperoleh reponded sebanyak 83 orang mahasiswa. Dengan 37 orang mahasiswa yang belum mengambil atau diluar bidang prodi yang tidak pernah mempunyai MK aplikasi mikrokontroler dan antarmuka dan 45 rang mahasiswa yang sudah mengambil MK aplikasi mikrokontroler dan antarmuka. Hasil dari kuisisioner berupa item-item pernyataan, apakah pengguna memperoleh informasi yang lebih jelas terhadap objek yang telah diberikan informasi tambahan. Kemudian dihitung rata-rata penilaian dari seluruh responden sehingga diperoleh nilai *Mean Opinion Score* dari media aplikasi tersebut.

Gambar 4. 3 Perhitungan Rata-Rata MOS dari Hasil Layak Aplikasi



Berdasarkan total dari hasil survei terdapat 82 responden mahasiswa D3 Teknologi Telekomunikasi dapat disimpulkan bahwa rata-rata perolehan (\overline{MOS}) bagi responden sebanyak 37 orang dari mahasiswa D3 Teknologi Telekomunikasi yang belum mengambil mata kuliah Mikrokontroler dan Antarmuka disisi aspek kualitas dalam penampilan objek 3D pada aplikasi sebesar 4.30 dan disisi aspek kelayakan dalam fitur pada aplikasi sebesar 4.46 dari skala 5 dapat dinyatakan bahwa aplikasi tersebut sangat bermanfaat. Sementara rata-rata perolehan (\overline{MOS}) bagi responden sebanyak 45 orang dari mahasiswa D3 Teknologi Telekomunikasi yang sudah mengambil mata kuliah Mikrokontroler dan Antarmuka disisi aspek kualitas dalam penampilan objek 3D pada aplikasi sebesar 4.31 dan aspek kelayakan dalam fitur pada aplikasi sebesar 4.34 dari skala 5 dapat dinyatakan bahwa aplikasi tersebut sangat bermanfaat.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian dan analisa yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil analisis pengujian fungsionalitas terhadap fitur-fitur dan objek 3D pada sistem aplikasi android *augmented reality* yang telah dibuat dapat disimpulkan bahwa semua fungsi dapat berjalan 100% sesuai dengan perancangan.
2. Hasil pengujian pembacaan *Marker* berdasarkan jarak dari 10 cm – 60 cm dapat memvisualisasikan objek 3D dengan baik dan untuk pengujian pembacaan *marker* berdasarkan sudut diperoleh rentang sudut dari 0° – 45° dapat memvisualisasikan objek dengan baik, namun pada saat jarak ketinggian 40 – 60 cm pada rentang sudut 45° tidak dapat memvisualisasikan objek 3D dengan baik karena keterbatasan luas tangkap kamera AR dengan *marker*.
3. Berdasarkan analisis dari hasil pengolahan kuesioner, diperoleh sebesar 10.51 dalam aspek kualitas dalam penampilan objek 3D dari skala 20 dapat dinyatakan bahwa aplikasi tersebut layak digunakan dan 18.63 dalam aspek kelayakan fitur pada aplikasi dari skala 20 dapat dinyatakan bahwa aplikasi tersebut sangat layak digunakan.

REFERENSI

- [1] B. Arifitama, "*Panduan*" *Mudah Membuat Augmented Reality*. Yogyakarta: ANDI (Anggota IKAPI), 2017.
- [2] N. A. Ramadhan, "RANCANG BANGUN DAN IMPLEMENTASI SISTEM INFORMASI SKRIPSI ONLINE BERBASIS WEB," 2019.
- [3] M. F. Prayuda, "Rancang Bangun Sistem Informasi Penjualan Pada Pt. Duta Perfume Berbasis Web Menggunakan Metode Sekuensial Linier," *J. Algoritm. Log. dan Komputasi*, vol. 3, no. 1, pp. 229–237, 2020, doi: 10.31219/osf.io/gd526.
- [4] A. Risal, *Mikrokontroler dan Interface*. Universitas Negeri Makassar, 2017.
- [5] F. Ahmad, D. D. Nugroho, and A. Irawan, "Rancang Bangun Alat Pembelajaran Microcontroller Berbasis

- Atmega 328 Di Universitas Serang Raya,” *J. PROSISKO*, vol. 2, no. 1, pp. 10–18, 2015.
- [6] S. Rafiuddin, *Dasar Dasar Teknik Sensor*. 2013.
- [7] F. Puspasari *et al.*, “Sensor Ultrasonik HCSR04 Berbasis Arduino Due untuk Sistem Monitoring Ketinggian,” pp. 2–5, 2019.
- [8] S. F. Athifa and H. H. Rachmat, “Evaluasi Karakteristik Deteksi Warna Rgb Sensor Tcs3200 Berdasarkan Jarak Dan Dimensi Objek,” *JETri J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 16, no. 2, p. 105, 2019, doi: 10.25105/jetri.v16i2.3459.
- [9] ali firdaus yulian mirza, “Light Dependent Resistant (Ldr) Sebagai,” *J. Jupiter*, vol. 8, no. 1, pp. 39–45, 2016.
- [10] A. Burhanudin, “Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality Pada Mata Pelajaran Dasar Elektronika di SMK Hamong Putera 2 Pakem,” *Pendidik. Tek. Mekatronika*, vol. 7, no. 3, pp. 266–274, 2017.

