

## IMPLEMENTASI VIRTUAL PERANGKAT SISTEM KOMUNIKASI SELULER BERBASIS AUGMENTED REALITY

*Virtual Implementation Cellular Communication System Device Based on Augmented reality*

Adi Tri Putra Sitorus<sup>1</sup>, Tri Nopiani Damayanti<sup>2</sup>, Gandeve Bayu Satrya<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi D3 Teknologi Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[adisitorus@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:adisitorus@student.telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup>[damayanti@tass.telkomuniversity.ac.id](mailto:damayanti@tass.telkomuniversity.ac.id),

<sup>3</sup>[gandevabs@tass.telkomuniversity.ac.id](mailto:gandevabs@tass.telkomuniversity.ac.id)

### Abstrak

*Augmented reality* (AR) merupakan teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi maupun tiga dimensi ke dalam lingkungan nyata tiga dimensi lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut ke dalam waktu nyata. Sistem Komunikasi Seluler merupakan salah satu jenis komunikasi bergerak dengan perkembangan teknologi yang pesat. Pembelajaran sistem komunikasi seluler memiliki beberapa materi yang memerlukan beberapa visualisasi agar dapat memahami perangkat sistem komunikasi seluler karena cukup sulit untuk dapat memahami dan mempelajari perangkat tersebut karena akses untuk dapat melihat perangkat tersebut tidak mudah karena dibatasi.

Pada proyek akhir ini dibuat sebuah aplikasi yang dapat menampilkan bentuk objek 3D Virtual dari perangkat sistem komunikasi seluler yaitu RRU (*Remote Radio Unit*), BSC (*Base Station Controller*), RNC (*Radio Network Controller*) dan MSC (*Mobile Switching Center*) yang didesain menggunakan aplikasi Blender berbasis *Augmented reality* menggunakan *software* Unity yang dapat dipasang pada *smart phone Android*. Aplikasi ini dibuat sebagai media pembelajaran pengenalan perangkat sistem komunikasi seluler.

Aplikasi ini dapat menampilkan perangkat yaitu RRU (*Remote Radio Unit*), BSC (*Base Station Controller*), RNC (*Radio Network Controller*) dan MSC (*Mobile Switching Center*) dalam bentuk tiga dimensi yang telah dibuat menggunakan aplikasi Blender dengan cara merekam *Marker* yang telah ditentukan menggunakan kamera pada *smart phone Android*. Ketika kamera merekam *Marker* maka sistem pada aplikasi melakukan *tracking* dan menyesuaikan *Marker* dengan objek 3D. Dari hasil pengujian yang dilakukan, sudut dan jarak kamera untuk melakukan scan terhadap *marker* adalah 30° sampai 45° dan 20 cm sampai 30 cm, serta *delay* aplikasi dalam menampilkan objek 3D yang paling kecil adalah 0.612 s pada siang hari, karena melakukan *tracking* dengan cahaya yang maksimum. Berdasarkan hasil pengujian kelayakan aplikasi secara subyektif terhadap mahasiswa didapatkan hasil MOS di atas 4, dari skala 1 hingga 5 yang termasuk dalam kategori baik. Sehingga disimpulkan aplikasi ini, dapat digunakan sebagai media pembelajaran pengenalan perangkat sistem komunikasi seluler.

**Kata kunci :** *Augmented reality, Virtual, Pembelajaran, Sistem komunikasi seluler.*

### Abstract

*Augmented reality* (AR) is a technology that combines two-dimensional and three-dimensional virtual objects into a three-dimensional real environment and then projects these virtual objects into real time. The Cellular Communication System is one type of mobile communication with rapid technological developments. Learning cellular communication systems has some material that requires some visualization in order to understand cellular communication system devices because it is quite difficult to understand and study these devices because access to see these devices is not easy because they are limited.

In this final project an application is made that can display 3D virtual objects from cellular communication system devices, namely RRU (*Remote Radio Unit*), BSC (*Base Station Controller*), RNC (*Radio Network Controller*) and MSC (*Mobile Switching Center*) which are designed to use *Augmented reality* based Blender application using Unity software that can be installed on *Android smart phones*. This application was created as a learning medium for the introduction of cellular communication system devices.

This application can display devices, namely RRU (*Remote Radio Unit*), BSC (*Base Station Controller*), RNC (*Radio Network Controller*) and MSC (*Mobile Switching Center*) in three-dimensional form

that has been created using the Blender application by recording a predetermined Marker use the camera on an Android smart phone. When the camera records the marker, the system in the application tracks and adjusts the marker to the 3D object. From the results of the tests carried out, the angle and distance of the camera to scan the maker is 30 to 45 and 20 cm to 30 cm, and the application delay in displaying the smallest 3D object is 0.612 s during the day, due to tracking with maximum light. . Based on the results of subjective application feasibility testing for students, the MOS results are above 4, from a scale of 1 to 5 which is in the good category. So it can be concluded that this application can be used as a learning medium for the introduction of cellular communication system devices.

**Keywords:** *Augmented reality, Virtual, Learning, Cellular communication systems.*

## 1. Pendahuluan

Perkembangan sistem komunikasi analog ke digital telah meningkatkan kinerja sistem menjadi lebih baik, hal ini didorong oleh kemajuan sosial ekonomi masyarakat menuntut adanya mobilitas dari manusia yang semakin tinggi. Dan juga dilandaskan oleh adanya kendala dalam pengembangan sistem *wireline* akibat kondisi alam, maka dikembangkan sistem komunikasi seluler *wireless*. Pada sistem komunikasi *wireline* transmisi sinyal melalui kabel dan pada sistem komunikasi *wireless* melalui propagasi udara. Baik sistem komunikasi analog ataupun digital, kedua sistem komunikasi tersebut sama-sama terdiri dari beberapa perangkat yang berfungsi untuk menjalankan teknologi tersebut. Perkembangan teknologi nirkabel (*wireless*) saat ini telah mencapai generasi keempat (4G) berbasis LTE (*long Term Evolution*).<sup>[1]</sup>

Perkembangan dari teknologi seluler menuntut seorang teknisi harus mengetahui perangkat yang digunakan dalam sistem komunikasi seluler, media belajar merupakan hal yang sangat berpengaruh dalam proses pembelajaran, perkembangan media pembelajaran dengan AR dapat membantu teknisi ataupun mahasiswa lebih mudah untuk mengenal dan melihat perangkat secara virtual karena memiliki tampilan yang lebih menarik dan inovatif.<sup>[2]</sup>

*Augmented reality* (AR) merupakan teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi maupun tiga dimensi ke dalam lingkungan nyata tiga dimensi lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut ke dalam waktu nyata. Dengan dasar pemikiran untuk menggabungkan dunia maya dan dunia nyata, banyak ide-ide untuk memudahkan seseorang dengan menciptakan visualisasi yang lebih bagus, efisien dan imajinatif terutama untuk bidang pendidikan yang membutuhkan visualisasi yang bagus dalam pembelajaran karena materi yang sulit untuk dipahami seperti pembelajaran pengenalan Perangkat Praktikum laboratorium sistem komunikasi seluler. Keterbatasan waktu dan akses praktikan dalam menggunakan lab dan perangkat praktikum membuat beberapa praktikan susah untuk mengenal perangkat praktikum yang ada di laboratorium sistem komunikasi seluler.

Proyek akhir ini bertujuan untuk membuat aplikasi media pembelajaran perangkat sistem komunikasi seluler dengan menggunakan teknologi AR. Aplikasi media pembelajaran ini akan menampilkan objek 3D dari perangkat sistem komunikasi seluler yaitu RRU, BSC, RNC dan MSC dalam sebuah *marker* yang direkam oleh kamera *smart phone Android* yang disertai dengan deskripsi singkat dari masing-masing perangkat.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Augmented Reality

*Augmented reality* merupakan penggabungan dari benda nyata dan maya pada lingkungan sebenarnya, teknologi ini menawarkan kita untuk berinteraksi dengan benda nyata (*Physical real*) dengan memodifikasi bentuk real menjadi digital yang berisi informasi, yang dapat ditampilkan pada layar komputer ataupun *Android*. Teknologi ini dapat di dibayangkan seperti pada saat membaca sebuah cerita, ada sebuah objek visual yang muncul di halaman buku cerita yang kita baca, hal tersebut terlihat seperti hiasan gambar di layar presentasi kita, namun bedanya objek visual tersebut berada dilingkungan nyata yang dapat memunculkan daya tarik baru pada saat membaca sebuah buku.<sup>[3]</sup>

### 2.2 Marker

AR bekerja dengan melakukan pengolahan data dan informasi terhadap objek yang terdeteksi bentuk, pola serta ukurannya dan kemudian menampilkannya kepada pengguna. Terdapat 2 metode yang digunakan pada AR, yaitu *marker based module* dan *marker less*.

*Marker based module* adalah *Software Development Kit* (SDK) AR yang paling umum digunakan untuk membangun aplikasi AR berbasis penanda. Setiap produk virtual dihubungkan dengan penanda tertentu. Algoritme dalam AR SDK dapat mengekstraksi fitur geometris dari *marker* yang ditentukan dan mencocokkan objek visual yang sesuai. Kemudian *marker* berfungsi sebagai referensi untuk menampilkan produk yang sesuai di layar.<sup>[4]</sup>

### 2.3 Unity

Unity adalah aplikasi mesin *game* berkualitas profesional yang digunakan untuk membuat *video game* yang dapat digunakan di berbagai platform. Aplikasi ini menyediakan sejumlah besar fitur yang berguna dibanyak *game* dengan tambahan aset seni khusus untuk *game* tersebut Unity memiliki simulasi fisika, peta, *screen space ambient occlusion* (SSAO), dan bayangan dinamis. Banyak mesin *game* yang juga membanggakan fitur-fitur tersebut, tetapi Unity memiliki dua keunggulan utama dibandingkan alat pengembangan *game* lainnya yang serupa yaitu alur kerja visual yang sangat produktif, dan dukungan lintas platform tingkat tinggi.<sup>[5]</sup>

### 2.4 RRU (Remote Radio Unit)

RRU merupakan perangkat yang berhubungan langsung dengan BBU dan antena. Umumnya, RRU dipasang di atas menara yang bedekatan atau bersamaan dengan antena. Pada sisi *uplink*, RRU berfungsi untuk mengubah sinyal optik menjadi sinyal radio kemudian ditransmisikan menggunakan kabel *feeder* ke antena sedangkan pada sisi *downlink*, RRU berfungsi untuk mengubah sinyal radio menjadi sinyal optik kemudian ditransmisikan melalui kabel serat optik ke BBU.<sup>[6]</sup>

### 2.5 BSC (Base Station Controller)

BSC adalah perangkat yang berfungsi untuk mengontrol BTS dalam sebuah cakupan, manajemen sumber radio pada BTS, mengontrol *traffic*, dan mengatur *handover*. BSC terdiri dari beberapa bagian, diantaranya: Rak adalah lemari besi yang berfungsi untuk menempatkan bagian-bagian dari BSC, seperti *power supply*, *shelf* dan *module* dan *Power supply* adalah bagian yang berfungsi untuk menyediakan energi listrik untuk BSC. Arus listrik yang masuk ke dalam *power supply* berupa arus AC kemudian diubah menjadi arus DC.<sup>[6]</sup>

### 2.6 RNC (Radio Network Controller)

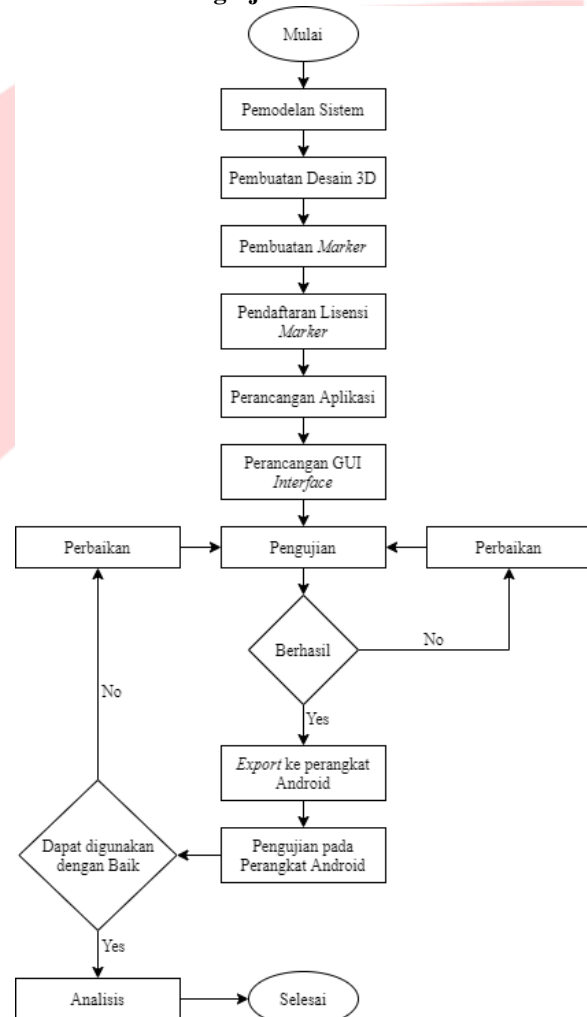
RNC adalah perangkat yang berfungsi untuk mengontrol NodeB dalam sebuah cakupan, manajemen sumber radio pada NodeB, mengontrol trafik, dan mengatur *handover*. Sama seperti BSC, RNC juga terdiri dari bagian-bagian seperti rak, *power supply*, fan, *shelf*, dan *module*.<sup>[6]</sup>

### 2.7 MSC (Mobile Switching Center)

MSC adalah perangkat yang berfungsi untuk melakukan proses routing dan switching jaringan untuk layanan *circuit switched*. Sama seperti BSC dan RNC, MSC juga terdiri dari bagian-bagian seperti rak, *power supply*, fan, *shelf*, dan *module*.<sup>[6]</sup>

## 3 Perancangan dan Simulasi

### 3.1 Flowchart Pergerjaan

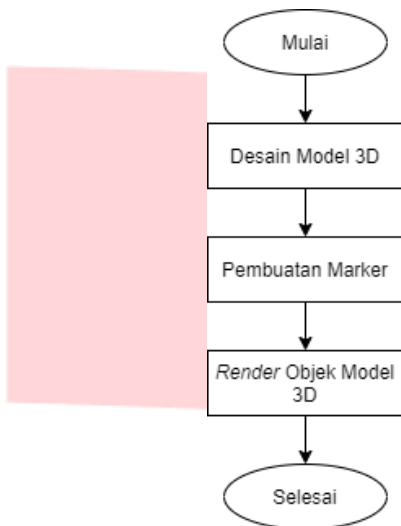


Gambar 3.1 Flowchart Metode Pengerjaan

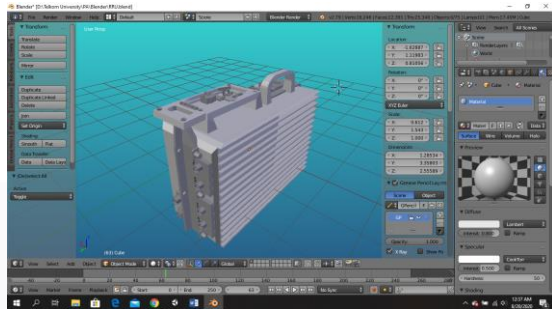
### 3.2 Pembuatan Model 3D

Pembuatan Modelan 3D adalah langkah pertama yang diambil dalam pembuatan proyek akhir ini. Model 3D ini yang nantinya ditampilkan pada *Smart phone Android* melalui kamera yang telah berhasil mendeteksi *Marker* pada suatu bidang. Model 3D dibuat dengan menggunakan *software* modelling yaitu Blender. Setelah model 3D selesai dibuat kemudian dilakukan rendering agar model siap digunakan di *software* unity.

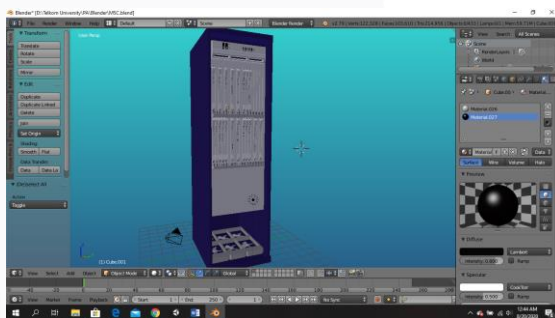




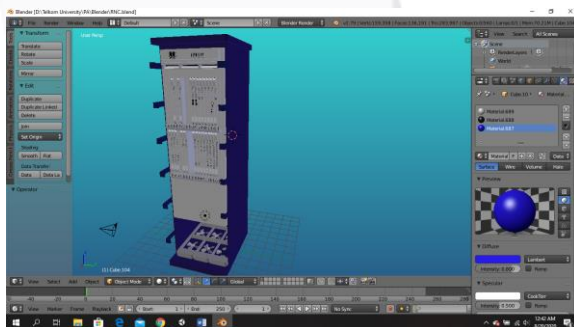
Gambar 3.2 Alur Pembuatan Marker Dan Desain 3D



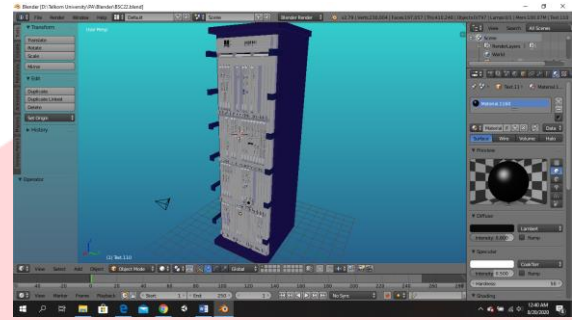
Gambar 3.3 Perancangan Objek 3D RRU



Gambar 3.4 Perancangan Objek 3D MSC



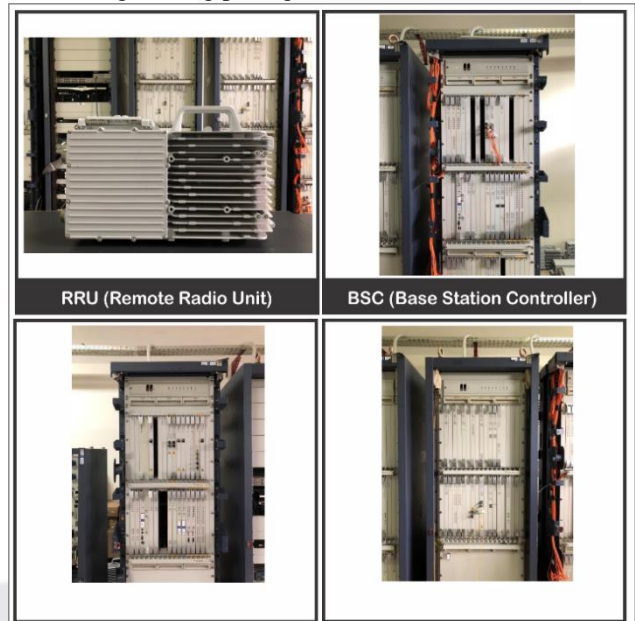
Gambar 3.5 Perancangan Objek 3D RNC



Gambar 3.6 Perancangan Objek 3D BSC

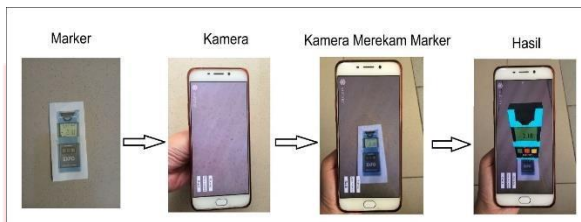
### 3.3 Marker

Marker adalah sebuah ilustrasi yang berupa gambar atau simbol tertentu yang dibuat sebagai wadah untuk memunculkan Mode 3D pada Augmented Reality. Marker dapat berupa gambar yang terdiri dari border berwarna hitam dan putih atau dapat berupa gambar suatu object. Pada proyek akhir kali ini akan digunakan empat buah Marker yang masing masing akan digunakan untuk memunculkan objek 3D dari perangkat sistem komunikasi seluler yaitu RRU (Remote Radio Unit), BSC (Base Station Controller), RNC (Radio Network Controller) dan MSC (Mobile Switching Center), serta akan digunakan untuk menampilkan nama bagian perangkat dan fungsinya dari masing-masing perangkat tersebut.



Gambar 3.7 Marker

Kemudian Marker tersebut akan di scan menggunakan kamera pada *smartphone android* yang kemudian akan menampilkan objek 3D dari alat ukur yang telah dibuat sebelumnya.



Gambar 3.8 Tampilan objek 3D pada Marker

### 3.4 Pembuatan Aplikasi Pada Unity

#### 3.4.1 Pembuatan GUI Interface

*Main Menu* merupakan antarmuka aplikasi yang berfungsi untuk memudahkan user dalam menggunakan aplikasi. Pada main menu ini terdiri dari beberapa tombol yang akan memudahkan *user* untuk menuju ke menu selanjutnya.



Gambar 3. 9 GUI Interface

#### 3.4.2 Hasil akhir Augmented Reality

Hasil akhir dari perancangan aplikasi ini berupa sebuah aplikasi yang dapat merekam sebuah marker yang kemudian digunakan untuk menampilkan objek 3D diatas marker ketika kamera merekam marker tersebut. Kemudian pada objek 3D terdapat beberapa tombol baian perangkat yang akan menampilkan penjelasan dari objek 3D tersebut ketika *user* menekan bagian objek yang ada pada objek 3D tersebut.



Gambar 3.10 Hasil Akhir Augmented Reality

#### 3.4.3 Spesifikasi Perangkat

Selain perangkat lunak, Perangkat keras menjadi perangkat utama yang menunjang sistem. Perangkat keras tersebut adalah *Smart phone Android*. Spesifikasi minimal perangkat yang dapat digunakan agar aplikasi dapat berjalan dengan baik adalah sebagai berikut:

- OS : Android 4.1 (jelly bean)
- RAM : 2 GB
- Camera : Back = 8 MP
- Resolution : 720 x 1280 pixels

## 4. Pengujian dan Analisa

### 4.1 Pengujian pada Aplikasi Augmented reality

Hasil akhir dari perancangan aplikasi ini berupa sebuah aplikasi *Augmented reality* pada *Smart phone Android*. Pengujian aplikasi *Augmented reality* dilakukan setelah menyelesaikan perancangan dan pembuatan aplikasi *Augmented reality* untuk mengetahui apakah aplikasi yang dibangun dapat dijalankan atau digunakan sesuai dengan perencanaan sebelumnya. Aplikasi ini dapat digunakan pada *smart phone Android* dengan menyesuaikan spesifikasi dan *Android* yang mendukung dalam penggunaan aplikasi *Augmented reality* yang dibangun. Pengujian dilakukan pada *smart phone Android* dengan spesifikasi berikut:

- Smart phone*: Vivo V5 Plus
- Versi *Android* : Android 7.1.2
  - RAM : 4G
  - Kamera : 13 MP
  - Ukuran layar : 5.5 inci

### 4.2 Pengujian pada Main Menu

Pada main menu yang merupakan menu utama aplikasi, terdapat empat tombol yang akan diuji untuk mengetahui tingkat validasi fungsi dari setiap tombol. Pengujian pada main menu dilakukan dengan menekan tombol untuk menjalankan fungsi tombol dari masing-masing menu.

Tabel 4. 1 Pengujian Main Menu

Komponen Pengujian	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Kesimpulan
Main Menu	Pengguna membuka aplikasi	Tampilan <i>Splash screen</i> lalu tampil Main Menu aplikasi.	Valid
	Pengguna menekan tombol <i>Start</i>	Tampil halaman materi sistem komunikasi seluler yang pertama.	Valid
	Pengguna menekan tombol <i>Info</i>	Tampil halaman menu info yang berisi biodata pembuat aplikasi.	Valid
	Pengguna menekan tombol <i>Help</i>	Tampil halaman menu <i>Help</i> yang berisi cara penggunaan aplikasi.	Valid
	Pengguna menekan tombol <i>Exit</i>	Menutup aplikasi dan pengguna keluar dari aplikasi.	Valid

Pengujian pada main menu dilakukan untuk membuktikan menu pada aplikasi ini valid dan sesuai dengan yang diharapkan. Setiap tombol pada main menu ini valid dan berfungsi dengan baik. Pengujian ini valid terbukti dengan ketika pengguna masuk kemenu *Start* maka otomatis akan mengakses kamera untuk melakukan *scan Marker*.

**4.3 Pengujian pada Menu Start**

Pengujian pada menu *start* dilakukan untuk membuktikan fungsi dari menu *start* dapat berjalan dengan baik dan berjalan sesuai dengan

fungsi menu tersebut. Pengujian dilakukan dengan cara menekan tombol *start* dan tombol-tombol sub menu yang ada di menu *start*.

Tabel 4. 2 Pengujian Menu Start

Komponen Pengujian	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Kesimpulan
Menu Start	Pengguna menekan tombol <i>Start</i>	Tampil halaman materi sistem komunikasi seluler yang pertama.	Valid
	Pengguna menekan tombol <i>Next</i> pada halaman materi sistem komunikasi seluler pertama.	Tampil halaman materi sistem komunikasi seluler yang kedua.	Valid
	Pengguna menekan tombol <i>Next</i> pada halaman materi sistem komunikasi seluler pertama.	Membuka tampilan kamera.	Valid
	Pengguna menekan tombol <i>Home</i>	Kembali ketampilan Main Menu	Valid
	Pengguna menekan tombol <i>Kuis</i>	Tampil halaman kuis pertama.	Valid

**1.4 Pengujian Objek 3D**

Pada saat kamera belum menangkap adanya *marker* saat melakukan *scan* maka akan muncul perintah *scan marker* pada pojok kiri layar *hand phone*, dan pada saat kamera mendeteksi adanya *marker* yang telah ditentukan, maka akan muncul objek 3D yang sesuai dengan *marker* yang di *scan* dan perintah *scan marker* akan berganti menjadi nama objek 3D yang ditampilkan. Objek 3D yang ditampilkan terdiri atas beberapa bagian yang memiliki nama dan fungsi yang berbeda beda. Objek tersebut diprogram untuk dapat menampilkan nama dan fungsi dari bagian objek yang ditekan. Tidak hanya menampilkan nama dan fungsi, bagian dari objek yang ditekan tersebut juga berubah warna menjadi merah transparan pada saat ditekan.

Tabel 4. 3 Pengujian Objek 3D

Komponen Pengujian	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Kesimpulan
Objek 3D	Pengguna tidak mengarahkan kamera ke <i>marker</i>	Muncul perintah <i>Scan Marker</i> .	Valid
	Pengguna mengarahkan kamera ke <i>marker</i> RRU	Perintah <i>Scan marker</i> berganti menjadi RRU dan muncul objek 3D RRU diatas <i>marker</i> .	Valid
	Pengguna menekan <i>sala satu</i> bagian perangkat RRU.	Muncul tampilan deskripsi perangkat yang ditekan dan bagian objek yang ditekan berubah warna.	Valid
	Pengguna mengarahkan kamera ke	Perintah <i>Scan marker</i> berganti menjadi	Valid

<i>marker</i> BSC	BSC dan muncul objek 3D BSC diatas <i>marker</i> .	
Pengguna menekan <i>sala satu</i> bagian perangkat BSC.	Muncul tampilan deskripsi perangkat yang ditekan dan bagian objek yang ditekan berubah warna.	Valid
Pengguna mengarahkan kamera ke <i>marker</i> MSC	Perintah <i>Scan marker</i> berganti menjadi MSC dan muncul objek 3D MSC diatas <i>marker</i> .	Valid
Pengguna menekan <i>sala satu</i> bagian perangkat MSC.	Muncul tampilan deskripsi perangkat yang ditekan dan bagian objek yang ditekan berubah warna.	Valid
Pengguna mengarahkan kamera ke <i>marker</i> RNC	Perintah <i>Scan marker</i> berganti menjadi RNC dan muncul objek 3D RNC diatas <i>marker</i> .	Valid
Pengguna menekan <i>sala satu</i>	Muncul tampilan deskripsi	Valid

	bagian perangkat RNC.	perangkat yang ditekan dan bagian objek yang ditekan berubah warna.	
	Pengguna menekan tombol <i>Down</i>	Tampilan deskripsi dikeluarkan dan bagian objek yang berubah warna kembali ke warna perangkat.	Valid

Pengujian yang dilakukan pada Objek 3D valid, semua tombol dari bagian objek berfungsi dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan.

**1.5 Pengujian Menu Info**

Pengujian pada menu Info dilakukan untuk membuktikan fungsi dari menu Info dapat berjala dengan baik dan berjalan sesuai dengan fungsi menu tersebut. Pengujian dilakukan dengan menekan tombol Info yang ada pada main menu.

Tabel 4. 4 Pengujian Menu *Info*

Komponen Pengujian	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Kesimpulan
Menu <i>Info</i>	Pengguna menekan tombol <i>Info</i>	Tampil halaman menu info yang berisi biodata pembuat aplikasi.	Valid
	Pengguna menekan tombol Kembali	Kembali ketampilan Main Menu.	Valid

Pengujian yang dilakukan pada menu Info valid, tombol info berfungsi dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan.

**1.6 Pengujian Menu Help**

Pengujian pada menu *Help* dilakukan untuk membuktikan fungsi dari menu *Help* dapat berjala dengan baik dan berjalan sesuai dengan fungsi menu tersebut. Pengujian dilakukan dengan menekan tombol *Help* yang ada pada main menu.

Tabel 4. 5 Pengujian Menu *Help*

Komponen Pengujian	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Kesimpulan
Menu <i>Help</i>	Pengguna menekan tombol <i>Help</i>	Tampil halaman menu <i>Help</i> yang berisi cara penggunaan aplikasi.	Valid
	Pengguna menekan tombol <i>download</i>	Beralih ke <i>download marker</i> yang ada di google drive.	Valid
	Pengguna menekan tombol <i>start</i>	Beralih ke youtube untuk menonton demo penggunaan aplikasi.	Valid
	Pengguna menekan tombol kembali	Kembali ketampilan Main Menu.	Valid

Pengujian yang dilakukan pada menu *Help* valid, tombol *Help* dan *sub* menu yang ada pada menu *Help* berfungsi dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan.

**1.7 Pengujian Menu Exit**

Pengujian pada menu *Exit* dilakukan untuk membuktikan fungsi dari menu *Exit* dapat berjala dengan baik dan berjalan sesuai dengan fungsi menu tersebut. Pengujian dilakukan dengan menekan tombol *Exit* yang ada pada main menu.



Tabel 4. 6 Pengujian Menu *Exit*

Komponen Pengujian	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Kesimpulan
Menu <i>Exit</i>	Pengguna menekan tombol <i>Exit</i>	Menutup aplikasi dan pengguna keluar dari aplikasi.	Valid

20	1.18	0.99	0.91	0.91	0.79	0.956
30	1.58	0.72	0.98	0.85	1.24	1.074
40	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-

Pengujian yang dilakukan pada menu *Exit* valid, tombol *Exit* berfungsi dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan.

**1.8 Pengujian Delay Terhadap Jarak dan Sudut**

Setelah deteksi single *Marker* berhasil maka dilakukan pengujian terhadap jarak jangkauan kamera terhadap *Marker* untuk mengetahui kemampuan deteksi dari aplikasi terhadap *marker*. Untuk skenario ini dilakukan variasi terhadap jarak dan sudut pada kondisi didalam ruangan dan di luar ruangan.

Tabel 4. 7 Pengujian *Delay* Dalam Ruangan

Sudut	Jarak (cm)	Dalam Ruangan					Rata-rata
		Delay (s)					
		1	2	3	4	5	
0°	10	1.83	1.5	1.19	1.05	1.37	1.388
	20	1.24	0.98	1.57	1.25	1.65	1.338
	30	0.92	1.05	1.18	0.99	1.17	1.062
	40	-	-	-	-	-	-
15°	10	2.75	4.12	2.02	1.64	5.8	3.266
	20	1.77	1.44	1.32	0.98	1.05	1.312
	30	1.63	1.5	0.98	0.85	0.85	1.162
	40	-	-	-	-	-	-
30°	10	1.63	1.56	0.92	1.9	0.91	1.384
	20	1.1	0.84	0.72	0.78	1.05	0.898
	30	1.37	1.18	0.85	0.92	1.24	1.112
	40	-	-	-	-	-	-
45°	10	1.76	1.31	1.31	1.77	1.18	1.466

Tabel 4. 8 Pengujian *Delay* Luar Ruangan

Sudut	Jarak (cm)	Luar Ruangan					Rata-rata
		Delay (s)					
		1	2	3	4	5	
0°	10	0.85	0.85	0.72	0.92	0.66	0.8
	20	0.82	0.62	0.82	0.53	0.46	0.65
	30	0.72	0.46	0.92	0.59	0.99	0.736
	40	-	-	-	-	-	-
15°	10	0.79	0.52	0.72	0.52	0.52	0.614
	20	0.66	0.47	0.92	0.53	0.52	0.62
	30	0.72	0.59	0.72	0.79	0.91	0.746
	40	-	-	-	-	-	-
30°	10	0.98	0.85	2.15	1.18	0.85	1.202
	20	0.52	0.52	0.65	0.65	0.72	0.612
	30	1.11	0.98	0.52	0.98	0.59	0.836
	40	-	-	-	-	-	-
45°	10	1.04	0.98	0.92	0.92	0.65	0.902
	20	0.66	0.72	0.66	0.66	0.85	0.71
	30	0.98	1.24	0.85	1.04	0.92	1.006
	40	-	-	-	-	-	-
60°	10	-	-	-	-	-	-
	20	-	-	-	-	-	-
	30	-	-	-	-	-	-
	40	-	-	-	-	-	-

Pengukuran sudut deteksi ditujukan untuk mengetahui kemampuan kamera dalam melakukan *scan* dengan tingkat kemiringan

kamera yang berbeda-beda. Dalam pengujian ini diambil lima posisi sudut yang berbeda-beda dari sudut di mana kamera sejajar dengan *marker* hingga sudut di mana kamera tidak dapat lagi mendeteksi *marker* yaitu 0°, 15°, 30°, 45° dan 60°. Pengujian juga dilakukan berdasarkan jarak kamera dengan *marker* yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan *scan* kamera berdasarkan jarak. Pada pengujian ini diambil empat sampel jarak dari jarak terdekat kamera dengan *marker* di mana kamera masih dapat menangkap keseluruhan wilayah *marker* hingga jarak di mana kamera tidak dapat lagi mengenali *marker* yaitu 10cm, 20cm, 30cm dan 40cm.

Berikut hasil pengukuran yang didapatkan pada pengujian yang dilakukan, diperoleh hasil seperti di atas, pengambilan gambar *Marker* dengan sudut yang berbeda mempengaruhi *delay* tampil pada objek AR. Dari hasil pengujian di atas diketahui bahwa pengujian yang dilakukan di luar ruangan menghasilkan *scan* dengan *delay* yang lebih rendah dibanding *scan* yang dilakukan didalam ruangan, hal ini berarti, melakukan *scan* di luar ruangan lebih baik dibandingkan didalam ruangan. Hal ini dipengaruhi oleh pencahayaan di luar ruangan yang lebih memadai daripada pencahayaan didalam ruangan. Pernyataan kedua yang didapat dari pengujian adalah posisi melakukan *scan marker* yang paling baik adalah *scan* pada sudut 30° dan jarak kamera dengan *marker* adalah 20cm. hal ini diketahui dari hasil pengujian terkecil ada pada sudut dan jarak tersebut yaitu 0.898 s didalam ruangan dan 0.612 s di luar ruangan. Kedua rata-rata *delay* tersebut merupakan dua rata-rata *delay* terkecil pada masing masing tabel pengujian. Pernyataan ketiga dari hasil pengujian diketahui bahwa kamera tidak dapat mendeteksi *marker* pada jarak 40cm dengan kamera *hand phone* 13 MP. Sistem juga tidak dapat menangkap *marker* pada sudut 60° pada semua posisi (10cm - 40cm).

Faktor lain yang mempengaruhi kinerja aplikasi AR ialah resolusi kamera *smart phone* yang digunakan pada saat melakukan *scan marker*, nilai *mega pixel* dari *smart phone* yang digunakan pada aplikasi AR ini 13 *mega pixel* semakin besar resolusi kamera maka akan semakin baik dalam melakukan *scan marker* saat menggunakan aplikasi. Resolusi kamera ini dibuktikan dengan melakukan pengujian menggunakan *smart phone* dengan resolusi 13 MP dan resolusi ini sesuai dengan spesifikasi perangkat pada saat pengujian Aplikasi. Resolusi kamera yang besar memudahkan pada saat *tracking marker* dengan mengarahkan kamera melakukan *scan* terhadap *marker* pada sudut 0°- 30° dan jarak sampai 30cm. *Marker* akan mudah dilacak dan objek akan ditampilkan dengan cepat serta *delay* lebih kecil.

### 1.9 Pengujian Subjektif Terhadap Pengguna

Pengujian subjek terhadap tingkat kebutuhan AR sebagai media pembelajaran pengenalan perangkat sistem komunikasi seluler dan manfaat konten aplikasi AR pada pengguna yang telah dibuat dilakukan untuk mengetahui aplikasi dapat membantu pengguna untuk memahami dan mengerti perangkat sistem komunikasi seluler yaitu RRU (*Remote Radio Unit*), BSC (*Base Station Controller*), RNC (*Radio Network Controller*) dan MSC (*Mobile Switching Center*). Pengujian dilakukan kepada dua puluh responden yang telah melakukan *install* aplikasi.

Tabel 4. 9 Parameter Penilaian MOS

Nilai	Keterangan
1	Sangat Tidak Setuju
2	Tidak Setuju
3	Netral
4	Setuju
5	Sangat Setuju

Sebelum melakukan perancangan aplikasi, dilakukan survei tingkat kebutuhan pada aplikasi media pembelajaran pengenalan perangkat sistem komunikasi seluler berbasis *Augmented Reality*. Hasil dari kuesioner berupa dua item pernyataan tingkat kebutuhan aplikasi dan enam item berupa tingkat persetujuan *responder* pada vitur yang ditawarkan. Setelah menggunakan aplikasi, *responder* diberikan kuesioner untuk diisi terkait tanggapan dari setiap *responder* terkait aplikasi AR tersebut. Hasil dari kuesioner berupa sembilan item pernyataan tingkat persetujuan dari *responder* terhadap aplikasi AR tersebut.

Tabel 4. 10 Hasil Pengujian MOS Tingkat kebutuhan aplikasi

Pernyataan	Bobot				
	1	2	3	4	5
1	0	0	0	8	4
2	0	0	0	10	2
3	0	0	0	9	3

4	0	0	0	9	3
5	0	0	0	9	3
6	0	0	0	9	3
7	0	0	0	9	3
8	0	0	1	9	2

Tabel 4. 11 Hasil Pengujian MOS Tingkat kepuasan penggunaan aplikasi

Pernyataan	Bobot				
	1	2	3	4	5
1	0	0	2	12	6
2	0	0	3	8	9
3	0	0	2	11	8
4	0	0	2	10	8
5	0	0	4	8	8
6	0	0	2	10	8
7	0	0	4	7	9
8	0	0	4	10	6
9	0	0	1	10	9

Penilaian dari seluruh responden dihitung nilai rata-ratanya menggunakan metode MOS (*Mean Opinion Score*) dengan parameter yang ditunjukkan pada tabel diatas. Aspek manfaat konten aplikasi sebagai media pembelajaran pengenalan perangkat sistem komunikasi seluler yang diukur dari sembilan pernyataan sebagai berikut:

1. Belum ada aplikasi pembelajaran pengenalan perangkat sistem komunikasi seluler berbasis *augmented reality* yang pernah saya temukan.
2. Aplikasi cepat dan mudah diinstall diperangkat *Android* saya.
3. Aplikasi mudah untuk dipahami penggunaannya.
4. Pengenalan perangkat sistem komunikasi seluler menjadi lebih mudah dengan aplikasi ini.
5. Aturan penyajian materi dalam aplikasi tidak membuat saya kebingungan.
6. Aplikasi ini baik karena dapat dijalankan secara *online* dan *offline*.
7. Kecepatan aplikasi dalam menampilkan data yang diminta sesuai.

8. Tampilan aplikasi menarik untuk dilihat.
9. Aplikasi ini dibutuhkan sebagai media pembelajaran pengenalan perangkat sistem komunikasi seluler.

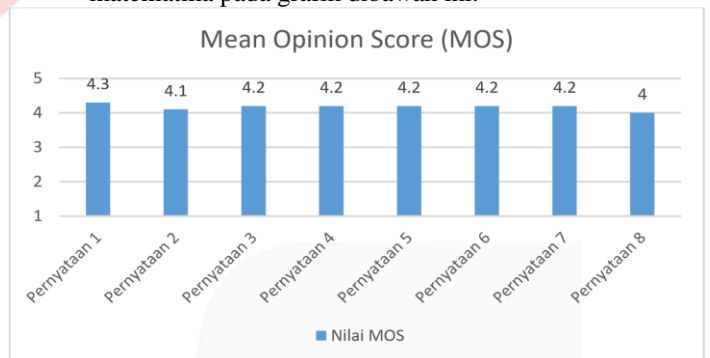
Secara matematis dapat dihitung dengan menggunakan rumusan dibawah [18]:

$$MOS = \frac{\sum_{i=1}^n X(i) \cdot K}{N}$$

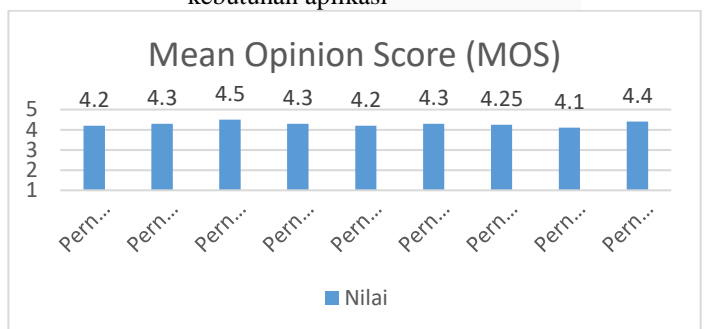
Dengan:

- X(i) = Nilai sample ke-i
- K = Jumlah bobot
- N = Jumlah pengamat

Sehingga nilai MOS pada setiap pernyataan dapat diperoleh hasil berdasarkan perhitungan matematika pada grafik dibawah ini.



Gambar 4. 1 MOS (*Mean Opinion Score*) Tingkat kebutuhan aplikasi



Gambar 4. 2 MOS (*Mean Opinion Score*) Tingkat kepuasan penggunaan aplikasi

Hasil yang diperoleh berdasarkan *survey* pada 12 orang *responder* yang merupakan asisten praktikum mata kuliah sistem komunikasi seluler yang ada di jurusan D3 Teknologi Telekomunikasi di Telkom University, didapatkan hasil bahwa 8 orang memilih setuju dan 4 orang memilih sangat setuju pada pernyataan pengenalan perangkat sistem komunikasi seluler merupakan materi yang membutuhkan media pembelajaran yang interaktif dan menarik. Semua *responder* setuju bahwa *Augmented Reality* merupakan teknologi yang layak diterapkan pada media pembelajaran ini. Dari *survey* didapat Hal-hal atau Vitor yang diperlukan di dalam media pembelajaran pengenalan perangkat sistem komunikasi seluler ini adalah: Menampilkan objek 3D dari

perangkat Sistem komunikasi Seluler, Menampilkan Fungsi dari Perangkat, Menampilkan nama dan fungsi dari bagian perangkat, Menunjukkan nama perangkat yang terhubung langsung dengan perangkat yang ditampilkan, Menampilkan Arsitektur Teknologi dari perangkat yang ditampilkan dan Menyediakan kuis pembelajaran. Aplikasi dibutuhkan sebagai media pembelajaran perangkat sistem komunikasi seluler, hal ini dibuktikan dari nilai MOS yang dihasilkan pada pernyataan 1 sampai pernyataan 8, di mana nilai MOS rata-rata diatas 4 dari maksimum nilai 5.

Hasil yang diperoleh berdasarkan *survey* pada 20 orang *responder* yang mencoba menggunakan aplikasi ini, didapatkan hasil bahwa 18 dari 20 *responder* belum pernah menemukan aplikasi pembelajaran pengenalan perangkat sistem komunikasi seluler, hal ini dapat dilihat pada nilai MOS pada pernyataan 1. 17 dari 20 *responder* juga setuju aplikasi ini cepat dan mudah diinstal disemua perangkat *Android*. Aplikasi ini layak digunaka sebagai media pembelajaran perangkat sistem komunikasi seluler, hal ini dibuktikan dari nilai MOS yang dihasilkan pada pernyataan 3 sampai pernyataan 5, di mana nilai MOS rata-rata diatas 4 dari maksimum nilai 5. Pada pernyataan 9 diketahui bahwa aplikasi pembelajaran pengenalan perangkat sistem komunikasi seluler ini dibutuhkan sebagai media pembelajaran, hal ini dibuktikan dari jumlah *responder* yang setuju pada pernyataan ini sebanyak 19 dari 20 *responder*.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

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

1. Pembuatan objek 3D pada aplikasi *Augmented reality* menggunakan aplikasi blender.
2. Pembuatan *marker* pada aplikasi *Augmented reality* menggunakan aplikasi CorelDraw dan menjadikan gambar perangkat bagian dari *marker*.
3. Aplikasi AR dibuat dengan Unity dengan memasukan *asset marker* dalam bentuk format *scene* ke dalam Unity serta membuat *User Interface* di Unity.
4. Setiap menu pada aplikasi dapat berjalan sesuai dengan fungsinya, yaitu main menu, Menu *Start*, Menu *Info*, Menu *Help* dan Menu *Exit*.
5. *Scan marker* dengan hasil terbaik dilakukan di luar ruangan dengan kemiringan sudut kamera terhadap *marker* adalah 30° dan jarak kamera dengan *marker* adalah 20cm.
6. Pengujian menggunakan *hand phone* dengan ukuran kamera 13 MP tidak dapat lagi melakukan

*scan marker* di luar jarak 10cm – 30cm dan sudut lebih dari 45°.

7. Aplikasi memberikan informasi pembelajaran tentang perangkat sistem komunikasi seluler RRU (*Remote Radio Unit*), BSC (*Base Station Controller*), RNC (*Radio Network Controller*) dan MSC (*Mobile Switching Center*) yang menampilkan bentuk perangkat dalam tampilan 3D, nama bagian perangkat dan juga fungsi dari setiap bagian perangkat. Aplikasi juga mempunyai sepuluh soal kuis pembelajaran.
8. Aplikasi ini dibutuhkan sebagai media pembelajaran pengenalan perangkat sistem komunikasi seluler yang ditunjukkan pada *survey* bahwa 19 dari 20 *responder* setuju pada pernyataan ini.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil pembangunan Proyek Akhir ini, dapat disampaikan beberapa saran untuk pengembangan selanjutnya yaitu:

1. Aplikasi dapat digunakan pada platform lain selain *Android* seperti IOS dan *Windows*.
2. Perangkat sistem komunikasi seluler yang ditampilkan dalam bentuk objek 3D mencakup keseluruhan perangkat sistem komunikasi seluler.

## Referensi

- [1] W. Gunawan, U. U. Kurniawan and H. G. Dwi, *Kosep Teknologi Seluler*, Bandung: Informatika Bandung, 2008.
- [2] U. M. W. Wahyudi, H. Wibawanto and W. Hardyanto, "Pengembangan Media Edukatif Berbasis *Augmented reality* untuk Desain Interior dan Eksterior," *Innovative Journal of Curriculum and Educational Technology*, 2017.
- [3] J. Grubert and R. Grasset, *Augmented reality for Android Application Development*, Birmingham: Packt Publishing, 2013.
- [4] J. C. P. Cheng, K. Chen and W. Chen, "COMPARISON OF *MARKER*-BASED AR AND *MARKER*LESS AR: A CASE STUDY ON INDOOR DECORATION SYSTEM," *Proc. Lean & Computing in Construction Congress (LC3)*, Vol. 2 (*CONVR*), 2017.
- [5] J. Hocking, *Unity In Action*, Manning, 2015.
- [6] Asisten Praktikum Sistem Komunikasi Seluler, MODUL PRAKTIKUM SISTEM KOMUNIKASI SELULER, Bandung: D3 TEKNIK TELEKOMUNIKASI FAKULTAS ILMU TERAPAN TELKOM UNIVERSITY, 2019.



