

PEMBANGUNAN APLIKASI ANDROID UNTUK VISUALISASI 3D SCANNER

¹Maryan Yodi Bimaputra, ²Marlindia Ike Sari, ³Fitri Susanti

^{1 2 3} Prodi D3 Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Terapan, Telkom University
¹maryan@student.telkomuniversity.ac.id, ²ike@tass.telkomuniversity.ac.id,
³fitri.susanti@tass.telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Aplikasi 3D scanner merupakan aplikasi yang dijalankan di sistem operasi Android. Aplikasi ini berguna untuk menjalankan alat pemindai 3 dimensi dan menampilkan hasil visualisasi dari alat tersebut. Pada pembuatan alat pemindai 3 dimensi sebelumnya, penggunaan alat 3D scanner ini diaktifkan melalui Laptop dan hasil visualisasinya ditampilkan dilaptop. Oleh sebab itu diperlukan pengembangan alat 3D Scanner ini pada bagian penggunaannya dengan kualitas yang sama, maka terciptalah aplikasi yang dinamakan 3D Scanner. Aplikasi ini menggunakan konektivitas Bluetooth HC-05 sebagai alat penghubung dari aplikasi ke Alat 3D Scanner, adapun data yang didapat pada proses pemindai adalah berupa jarak dari infrared ke objek, dan data tersebut diolah lalu divisualisasikan menggunakan Matlab. Dengan adanya pembuatan Aplikasi tersebut penggunaan alat pemindai 3 dimensi bisa dijalankan melalui perangkat bersistem operasi Android serta hasil Visualisasi akan ditampilkan di dalam Aplikasi dalam bentuk gambar plot (titik).

Kata Kunci: Aplikasi Android, 3D Scanner, App inventor, Matlab.

Abstract

3D scanner application is an application that runs on the Android operating system. This app is useful for running 3-dimensional scanners and displaying visualization results from the tool. In the manufacture of 3-dimensional scanner before, the use of 3D scanner tool is enabled via Laptop and the visualization results are displayed on the laptop. Therefore it is necessary to develop this 3D Scanner tool in its use with the same quality and easy-to-use way of working, then create an application called 3D Scanner. This application uses Bluetooth connectivity HC-05 as the interface of the application to 3D Scanner Tool, while the data obtained on the scanner process is a distance from the infrared to the object, and the data is processed and visualized using Matlab. With the creation of the Application use of 3-dimensional scanner will be easy to use and Visualization results will be displayed in the Application in the form of plot drawing (dots).

Keywords: Android Application, 3D Scanner, App inventor, Matlab.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Aplikasi 3D Scanner merupakan perangkat lunak yang bekerja pada sistem operasi Android yang berguna untuk menjalankan alat 3D Scanner. Sebelum terciptanya aplikasi dari alat 3D Scanner ini, alat ini diaktifkan melalui perangkat komputer (PC) dan hasil visualisasi ditampilkan melalui aplikasi Matlab melalui Komputer dengan spesifikasi yang tinggi.

Seiring dengan tingginya tingkat kebutuhan alat tersebut serta banyaknya minat akan 3D scanner dalam kehidupan sehari-hari, tetapi akan hal tersebut terdapat

permasalahan yaitu penggunaan alat yang terlalu sulit. Oleh sebab itu diperlukan pengembangan alat 3D Scanner pada bagian penggunaannya dengan kualitas yang sama, sehingga dapat memenuhi kebutuhan tersebut dan juga tidak mengeluarkan biaya yang terlalu mahal.

Dengan adanya permasalahan tersebut terdapat sebuah ide untuk mengembangkan alat 3D Scanner dengan menggunakan aplikasi yang berjalan pada sistem operasi Android yang dihubungkan melalui koneksi Bluetooth untuk menjalankan alat tersebut. Sistem yang akan dibuat selanjutnya adalah dengan menggabungkan alat dengan konektivitas Bluetooth

melalui aplikasi Android sebagai penghubung antara pengguna (User) dengan alat (Hardware) serta hasil dari scanner di plot ke dalam aplikasi Android menggunakan Matlab Mobile.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada proyek akhir ini adalah bagaimana cara menjalankan serta menampilkan hasil visualisasi alat 3D Scanner dengan menggunakan aplikasi bersistem operasi Android

1.3 Tujuan

Tujuan pembuatan Proyek Akhir ini adalah membuat aplikasi untuk menjalankan serta menampilkan hasil visualisasi alat 3D Scanner antara pengguna dengan alat tersebut menggunakan aplikasi dengan sistem operasi Android.

1.4 Batasan Masalah

Agar penulisan proyek akhir ini lebih terarah, maka diperlukan adanya batasan masalah yaitu :

1. Aplikasi bekerja pada sistem operasi Android Versi 4.1 (JellyBean) ke atas.
2. Aplikasi terhubung melalui koneksi bluetooth.
3. Aplikasi menjalankan alat 3D Scanner.
4. Hasil dari scan yang didapat, divisualisasikan menggunakan Matlab atau aplikasi Matlab Mobile berupa gambar (plot).
5. Sesi visualisasi pada Matlab mobile hanya diberikan waktu kurang dari 4 menit.
6. Ukuran objek yang di-scan tidak lebih dari 5,5 cm.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 3D Scanning

3D Scanning adalah cara membuat objek berbentuk tampilan 3 dimensi yang biasa menggunakan 3D infrared scanning ataupun 3D laser scanning. Sistem ini langsung bisa diimplementasikan ke 3D printing untuk mencetak bentuk objek 3 dimensi. Cara kerja pada 3D Scanning yaitu dengan menampung informasi jarak pada objek yang discan(pindai), setelah terkumpul data tersebut disusun hingga menjadi sebuah data model objek yang utuh [1].

2.2 Visualisasi

Visualisasi merupakan hasil plot dari data koordinat yang didapat dari gerak motor dan data jarak dari Infrared koordinat, yang dari hasil tersebut kemudian divisualisasikan menggunakan Matlab sehingga akan terbentuk objek 3D yang diperoleh dari hasil scanner terhadap objek [2].

2.3 Android

Android merupakan salah satu operasi sistem pada perangkat mobile. Dalam pengembangan aplikasi android menggunakan platform java sebagai bahasa pemrogramannya. Google bekerjasama dengan lebih dari 47 perusahaan lain yang tergabung dalam OHA yaitu (Open Handset Alliance) untuk membuat standar pada perangkat mobile [3].

Dan untuk menjalankan aplikasi yang dibuat ini, dibutuhkan Versi Standar Android pada umumnya. Sistem pemindai 3 Dimensi ini menggunakan Versi umumnya Android yaitu 4.1 (JellyBean) dan Versi seterusnya.

2.4 Bluetooth

Bluetooth merupakan chip radio yang dimasukkan ke dalam komputer, printer, handphone dan sebagainya [4]. Chip bluetooth ini dirancang untuk menggantikan kabel. Informasi yang biasanya dibawa oleh kabel dengan bluetooth ditransmisikan pada frekuensi tertentu kemudian diterima oleh chip bluetooth kemudian informasi tersebut diterima oleh komputer, handphone dan sebagainya.

2.4.1 Bluetooth HC-05

HC-05 Adalah sebuah modul bluetooth SPP (Serial Port Protocol) yang mudah digunakan untuk komunikasi serial wireless (nirkabel) yang mengkonversi port serial ke bluetooth pada Gambar 2.1. HC-05 menggunakan modulasi bluetooth V2.0 + EDR (Enhanced Data Rate) 3 Mbps dengan memanfaatkan gelombang radio berfrekuensi 2,4GHz. Modul ini dapat digunakan sebagai slave maupun master. HC05 memiliki dua mode konfigurasi, yaitu AT mode dan Communication mode. AT mode berfungsi untuk melakukan pengaturan konfigurasi dari HC-05. Sedangkan Communication mode berfungsi untuk melakukan komunikasi bluetooth dengan piranti lain. Dalam

penggunaannya, HC-05 dapat beroperasi tanpa menggunakan driver khusus [3]. Dan berikut modul Bluetooth HC-05 :



Gambar 2. 1 Bluetooth HC-05

2.5 MIT App Inventor

App Inventor adalah sebuah tool untuk membuat aplikasi android, yang menyenangkan dari tool ini adalah karena berbasis visual block programming, dapat membuat aplikasi tanpa kode satupun. Disebut visual block programming, karena menggunakan, menyusun dan dragdrops “blok” yang merupakan simbol-simbol perintah dan fungsi tertentu dalam membuat aplikasi, dan secara sederhana bisa menyebutnya tanpa menuliskan kode program [5].

2.5.1 MIT App Inventor

App Inventor merupakan aplikasi web sumber terbuka sebuah tools untuk membuat aplikasi android yang dikembangkan oleh Google, dan saat ini dikelola oleh Massachusetts Institute of Technology (MIT).

App Inventor memungkinkan pengguna baru untuk memprogram komputer untuk menciptakan aplikasi perangkat lunak bagi sistem operasi Android. App Inventor menggunakan antarmuka grafis, yang memungkinkan pengguna untuk men-drag-and-drop obyek visual untuk menciptakan aplikasi yang bisa dijalankan pada perangkat android.

2.6 Matlab

Matlab (Matrix Laboratory) adalah sebuah lingkungan komputasi numerikal dan bahasa pemrograman komputer generasi keempat. Dikembangkan oleh The MathWorks, MATLAB memungkinkan manipulasi matriks, pem-plot-an fungsi dan data, implementasi algoritma, pembuatan antarmuka pengguna, dan pengantarmukaan dengan program dalam bahasa lainnya. Meskipun hanya bernuansa numerik, sebuah kotak kakas (toolbox) yang menggunakan mesin simbolik MuPAD, memungkinkan akses terhadap kemampuan aljabar computer.

MATLAB (yang berarti "matrix laboratory") diciptakan pada akhir tahun 1970-an oleh Cleve Moler,

yang kemudian menjadi Ketua Departemen Ilmu Komputer di Universitas New Mexico. Ia merancang untuk memberikan akses bagi mahasiswa dalam memakai LINPACK dan EISPACK tanpa harus mempelajari Fortran. Karyanya itu segera menyebar ke universitas-universitas lain dan memperoleh sambutan hangat di kalangan komunitas matematika terapan. Jack Little, seorang insinyur, dipertemukan dengan karyanya tersebut selama kunjungan Moler ke Universitas Stanford pada tahun 1983. Menyadari potensi komersialnya, ia bergabung dengan Moler dan Steve Bangert. Mereka menulis ulang MATLAB dalam bahasa pemrograman C, kemudian mendirikan The MathWorks pada tahun 1984 untuk melanjutkan pengembangannya. Pustaka yang ditulis ulang tadi kini dikenal dengan nama JACKPAC. Pada tahun 2000, MATLAB ditulis ulang dengan pemakaian sekumpulan pustaka baru untuk manipulasi matriks, LAPACK [6].

2.6.1 Matlab Mobile

MATLAB Mobile adalah Sebuah Aplikasi yang ringan yang bisa dijalankan di Sistem Operasi Android atau iOS yang terhubung ke sesi MATLAB yang berjalan di Cloud MathWorks atau di komputer Anda. Dari perangkat Android Anda, Anda dapat menjalankan skrip, membuat angka, dan melihat hasilnya [6].

3. ANALISIS DAN PERANCANGAN

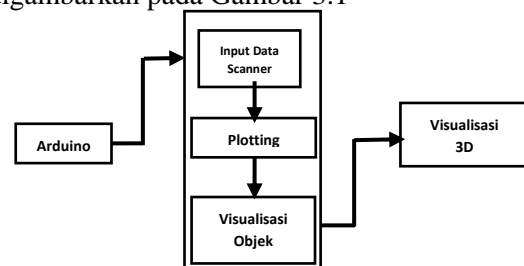
3.1 ANALISIS

3.1.1 Gambaran Sistem Saat Ini

Saat ini sistem masih di jalankan melalui laptop/PC dan objek yang di-scan divisualisasikan menggunakan Matlab dan ditampilkan di Layar laptop/PC.

3.1.2 Blok Diagram

Blok Diagram Sistem pada saat ini dapat digambarkan pada Gambar 3.1



Gambar 3. 1 Blok Diagram

Pada Gambar 3.1 yaitu rancangan desain blok diagram usulan yang dibangun pada Proyek Akhir ini. Pada gambar di atas terdapat input-an berupa data dari arduino yang sebelumnya data tersebut scan-an dari infrared. Setelah data diperoleh dari arduino kemudian pada Matlab proses nya yaitu, input data scanner kemudian setelah data masuk semua kemudian data di-plot agar berbentuk seperti objek yang di-scan, setelah selesai di-plot kemudian data akan divisualisasikan sehingga menjadi objek berbentuk 3D yang akan di-output-kan, dan pada output-nya yaitu gambar bentuk 3D yang sudah di-scan oleh infrared.

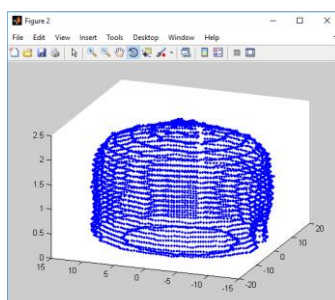
3.1.3 Cara Kerja Sistem

1. Untuk menjalankan sistem ini kita harus menekan tombol “Mulai” pada menu yang sudah di buat di Matlab,
2. Jika sistem sudah berjalan, sensor inframerah akan mendeteksi objek dan data objek dikirim ke Arduino,
3. Setelah data diterima dari arduino, kemudian data akan dikirim ke Matlab.
4. Kemudian pada Matlab, data akan di-plot sehingga membentuk objek dengan menggabungkan titik-titik data tersebut.
5. Setelah data sudah di-plot, langkah berikutnya yaitu data akan divisualisasikan, sehingga menjadi bentuk gambar 3D digital.

Dan berikut hasil contoh gambar keluaran (Output) dari sistem 3D scanner dengan menggunakan Matlab melalui PC/Laptop :



Gambar 3. 2 Contoh objek Silinder



Gambar 3. 3 Contoh Hasil visualisasi Objek Silinder

3.1.4 Analisis Kebutuhan Sistem

kebutuhan sistem yang diperlukan pada sistem saat ini antara lain:

3.1.4.1 Analisis pengguna Sistem

1. Pengguna dapat scan benda 3 Dimensi,
2. Pengguna hanya dapat mengirim data jarak yang di peroleh dari inframerah,
3. Pengguna hanya dapat mengetahui data digital berupa Visualisasi Gambar 3 Dimensi.

3.1.4.2 Analisis Kebutuhan Fungsional

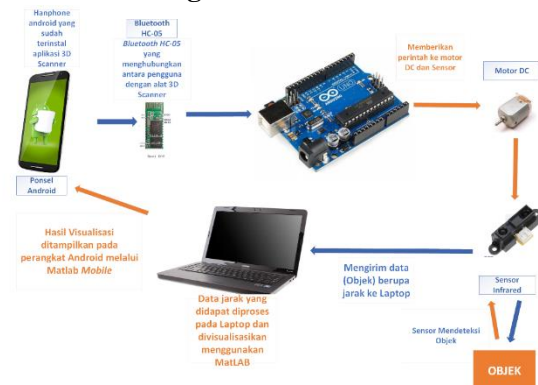
1. Proses yang dilakukan yaitu input – proses – output,
2. Input berupa objek ke inframerah,
3. Output berupa Visualisasi gambar 3 Dimensi.

3.2 Perancangan

3.2.1 Gambaran Sistem Usulan

Gambaran perancangan sistem usulan pada Proyek Akhir ini yaitu pembuatan Aplikasi 3D Scanner yang berkerja pada Sistem Operasi Android versi 4.1 (Jellybean) keatas. Untuk penggunaan Aplikasi 3D Scanner ini, diperlukan modul Bluetooth HC-05 untuk menghubungkan antara pengguna (User) dengan Alat melalui Aplikasi tersebut dan didalam aplikasi tersebut terdapat menu untuk menjalankan alat serta menu visualisasi yaitu untuk menjalankan visualisasi pada aplikasi matlab mobile serta menampilkan hasil gambar dari alat 3D Scanner dan hasil visualisasi menggunakan fungsi plot.

3.2.2 Blok Diagram



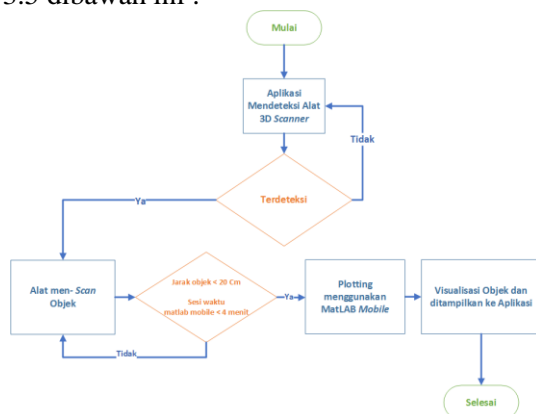
Gambar 3. 4 Blok Diagram

3.2.3 Cara Kerja

Cara kerja Aplikasi ini yaitu pengguna harus menggunakan konektivitas Bluetooth dan Aplikasi 3D Scanner yang sudah terinstall pada Sistem Operasi Android yang berguna untuk menjalankan alat 3D Scanner dan Ketika pengguna menekan tombol “menjalankan alat” pada aplikasi 3D scanner maka alat 3D Scanner akan berjalan. Serta jarak objek yang di Scan tidak lebih dari 20 cm, untuk hasil terbaik pada visualisasi terdapat pada jarak 8 cm.

Untuk hasil visualisasi-nya menggunakan Matlab Mobile yang sudah terinstall pada Sistem Operasi Android/iOS, dan cara penggunaannya yaitu dengan cara menghubungkan Matlab Mobile ke sesi Matlab yang berjalan pada Komputer (dengan sesi waktu kurang dari 4 menit dalam satu kali proses scan) menggunakan konektivitas pribadi satu jaringan (hotspot). Pada proses visualisasi ini, Matlab akan menampilkan hasil visualiasi ketika seluruh proses Scan sudah selesai. Kemudian hasil visualisasi tersebut diploting dan dapat dilihat melalui aplikasi Matlab Mobile atau Aplikasi 3D Scanner dengan menekan tombol “visualisasi” pada menu utama.

Berikut Flowchart dapat dilihat pada gambar 3.5 dibawah ini :



Gambar 3. 5 Flowchart Sistem Usulan

3.2.4 Spesifikasi Sistem

Terdapat kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan Aplikasi pemindai benda 3 dimensi, spesifikasinya adalah sebagai berikut.

Tabel 3. 1 Spesifikasi Sistem

Jenis	Keterangan
Laptop	Processor : Intel atau AMD X86-64 Harddisk : 50 GB RAM : 4 GB
Sistem Operasi	Windows 8.1

3.2.4.1 Perangkat Keras

Tabel 3. 2 kebutuhan perangkat keras

Hardware	Kegunaan
Ponsel <i>Android</i> Version 4.1 Keatas	Sebagai sistem operasi untuk menjalankan Aplikasi.
<i>Module Bluetooth HC-05</i>	Sebagai penghubung antara pengguna dengan Alat.

3.2.4.2 Perangkat Lunak

Tabel 3. 3 kebutuhan perangkat lunak

Software	Versi	Kegunaan
Arduino IDE	1.8.1	Sebagai aplikasi untuk penulisan program pada mikrokontroller arduino
<i>MITapp Invertor</i>	ai2 (Verison 2)	Sebagai aplikasi untuk membuat program pada aplikasi Android.

Matlab	R2017a 9.2	Sebagai aplikasi untuk mem-plotting dan memvisualisasi hasil <i>scan</i> ke dalam bentuk 3D.
Matlab <i>Mobile</i>	4.2.0	Sebagai Aplikasi untuk menampilkan hasil Visualisasi ke perangkat Android.

4. PENGUJIAN

Pada tahap pengujian dijelaskan tentang proses pengujian terhadap aplikasi yang dibuat.

4.3.1 Pengujian Visualisasi

Untuk menjalankan Aplikasi 3D Scanner, pertama pengguna harus masuk ke Aplikasi Matlab Mobile dan hubungkan Matlab Mobile dengan sesi Matlab pada komputer yang terintegrasi ke alat 3D Scanner. Sesi waktu yang diberikan kepada Matlab Mobile untuk memproses visualisasi dari hasil scan kurang dari 4 menit. Cara ini berguna juga untuk menampilkan hasil visualisasi pada perangkat Android.

Pertama buka aplikasi Matlab Mobile dan pilih menu "Connect to your Computer" dan isi DNS, password dan Port number Matlab Connector sesuai pada pembuatan konektivitas pada Matlab komputer sebelumnya.

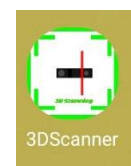


Gambar 4. 1 Konfigurasi Matlab Mobile

Jika sudah melakukan konfigurasi pada Matlab mobile, selanjutnya pilih file visualisasi dengan cara mengklik sub menu "Files - Matlab Bluetooth – processScanDistanceArdu.m" dan klik icon "Play" maka proses visualisasi telah dijalankan dengan sesi waktu kurang dari 4 menit.

4.3.2 Pengujian Aplikasi 3D Scanner

Pada tahap pengujian Aplikasi ini, pengguna bisa mengetahui cara kerja serta tampilan menu yang ada pada aplikasi 3D Scanner ini melalui sistem Operasi Android. Cara penggunaan aplikasi ini yaitu terlebih dahulu mengaktifkan konektivitas bluetooth yang ada pada telepon seluler. Lalu install aplikasi 3D Scanner ke dalam perangkat tersebut, setelah itu akan tampil ikon seperti Gambar dibawah ini, kemudian tekan ikon tersebut.



Gambar 4. 2 Ikon Aplikasi

Setelah itu aplikasi akan menampilkan layar pembuka dan untuk melanjutkan ke menu utama tekan "next" dan ketika tombol "next" di tekan maka akan notifikasi kalimat "Pastikan Bluetooth Anda telah Aktif".

Jika sudah maka akan tampil menu utama yang berisikan 4 (empat) buah tombol seperti pada gambar dibawah :



Gambar 4.3 Tampilan Menu Utama

Fungsi di setiap tombol tersebut, yaitu :

1. tombol pilih bluetooth

berfungsi untuk memilih perangkat bluetooth yang terhubung ke alat.

2. tombol menjalankan Alat

berfungsi untuk menjalankan Alat 3D Scanner.

3. tombol Visualisasi

berfungsi untuk menjalankan dan menampilkan visualisasi melalui Matlab Mobile.

4. tombol keluar

berfungsi untuk keluar dari aplikasi.

Dan apabila aplikasi belum terhubung pada Alat akan ada tulisan “Belum Terkoneksi” dan akan ada notifikasi bertulisan “anda belum terkoneksi ke sistem” apabila pengguna menekan tombol “menjalankan alat” dan “Visualisasi”.

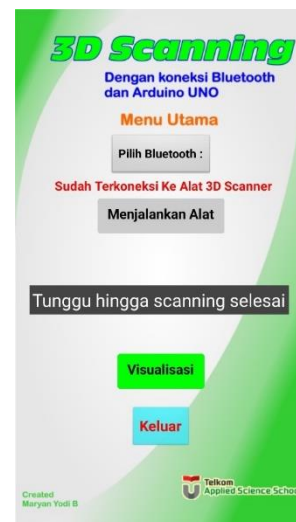
4.3.3 Pengujian Konektivitas

Pada tahap pengujian konektivitas ini aplikasi harus terhubung terlebih dahulu melalui konektivitas bluetooth untuk dapat menjalankan alat 3D Scanner ini, yaitu dengan mem-Pairing bluetooth pada aplikasi ke alat.

Untuk nama bluetooth pada alat 3D Scanner yaitu HC-05 dan dengan password : 1234. Jika sudah berhasil, langkah selanjutnya yaitu ke proses pengujian.

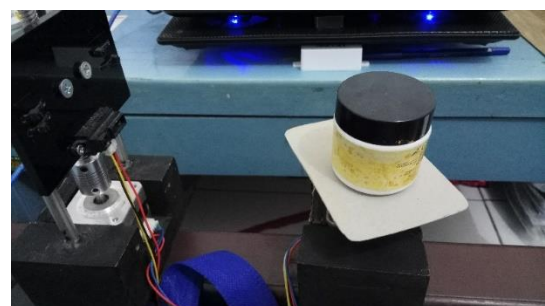
4.3.4 Pengujian Pemindaian

Pada tahap Pemindaian pengguna harus menekan tombol “Menjalankan Alat” pada menu utama aplikasi dan aplikasi akan menampilkan notifikasi “tunggu hingga scanning selesai” serta waktu respon alat dari aplikasi 3D Scanner yaitu antara 1 – 2 detik, contoh pengujian dapat dilihat pada Gambar dibawah:



Gambar 4.4 Pengujian Pemindaian

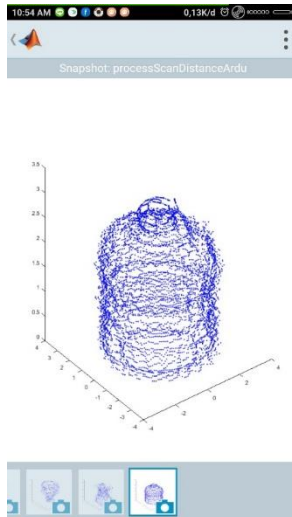
Dan alat 3D Scanner akan bergerak memindai objek dan alat akan berhenti sendiri apabila objek sudah tidak terdeteksi atau jarak objek lebih dari 20 cm, berikut alat yang sedang bergerak memindai objek dengan jarak 8,5 cm seperti pada Gambar dibawah :



Gambar 4.5 Alat bergerak memindai Objek

4.3.6 Hasil Pemindaian

Pada tahap ini hasil pemindaian akan menampilkan gambar, ketika alat telah selesai memindai objek secara keseluruhan maka Matlab Mobile akan menampilkan hasil visualisasi serta plotting berupa gambar dan contoh hasil pemindaian bisa dilihat pada gambar dibawah :



Gambar 4. 6 Tampilan data Pada Matlab Mobile

Dan apabila waktu pemindaian objek lebih dari 4 menit maka visualisasi pada Matlab akan berhenti bekerja dan akan menampilkan notifikasi pada Malab Mobile seperti Gambar dibawah :

```
>> processScanDistanceArdu
MATLAB operation interrupted. Operations
taking longer than 240 seconds are not
supported with MATLAB Mobile.
>>
```

Gambar 4. 7 Notifikasi pada Matlab Mobile

5. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari Pembangunan aplikasi android untuk visualisasi 3D scanner sebagai berikut:

1. Hasil visualisasi berupa gambar plot (titik) dan belum bisa ditampilkan secara bentuk 360° (derajat).
2. Pengguna bisa menjalankan alat 3D Scanner melalui aplikasi 3D Scanner yang berjalan pada sistem operasi Android.
3. Pengguna bisa melihat hasil visualisasi dari alat 3D Scanner melalui aplikasi Matlab Mobile.

4. Proses visualisasi pemindai 3 dimensi ini masih menggunakan Matlab dan perangkat komputer dengan spesifikasi minimum Processor Intel atau AMD x86-64 processor, RAM 4 GB, 2 GB ruang HDD untuk MATLAB.

6. Daftar Pustaka

- [1] S. B. ALAMSYAH, PEMBANGUNAN SISTEM MEKANIK PEMINDAI BENDA 3 DIMENSI, Bandung, 2017.
- [2] S. R. Rizaldi, Pembangunan Aplikasi dan Visualisasi Pemindai benda 3 Dimensi, Bandung, 2017.
- [3] E. R. W. M. Angger Dimas Bayu Sadewo, "Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer," Perancangan Pengendali Rumah menggunakan Smartphone Android dengan Konektivitas Bluetooth , pp. 415-425 , 2017.
- [4] L. W. S. Yulia, "JURNAL INFORMATIKA," STUDI DAN UJI COBA TEKNOLOGI BLUETOOTH SEBAGAI ALTERNATIF KOMUNIKASI DATA NIRKABEL, vol. 5, pp. 106-114, 2004.
- [5] M. M. A. M. Billy Hendrik, "jurnal-resource," PEMANFAATAN MIT APP INVENTOR 2 DALAM MEMBANGUN APLIKASI PENGONTROLAN KECEPATAN PUTARAN MOTOR LISTRIK , 2015.
- [6] M. Work's, "Matlab user's guide," The Math Work's inc, 1994. [Online]. Available: www.mathworks.com. [Accessed 25 june 2018].