PEMODELAN OBJEK MENGGUNAKAN 3D SCANNING

Arrizal komarayatna , John Adler
Jurusan Teknik Komputer Unikom, Bandung
Injection_black_list@yahoo.co.id, john.adler@email.unikom.ac.id

ABSTRAK

Teknologi pemindaian objek adalah teknologi yang menggabungkan kemampuan *hardware* untuk melihat objek dan kemampuan *software* yang digunakan untuk mengolah data yang diterima oleh *hardware* tersebut. Sistem ini akan menerima data gambar dua dimensi (2D) yang berupa garis tipis, lalu secara otomatis *software* akan mengolah garis tipis tersebut dan menjadikannya sebagai objek tiga dimensi (3D). Proses manufaktur tradisional meliputi desain, analisis dan uji prototipe membutuhkan waktu yang sangat lama dan secara ekonomis mahal. Sedangkan dengan cara *scanning 3D* maka proses desain, analisis dan simulasi dapat dilakukan secara bersamaan, terintegrasi dan sangat cepat. Kesalahan yang terjadi dapat langsung terlihat dan diperbaiki. Pembuatan 3D *Scanning* ini menggunakan metode *triangulasi laser* dengan menggunakan perangkat keras *webcam, line laser dan* motor *stepper.* Dimana posisi *line laser* ditembakan ke arah objek yang berputar dan *webcam* berfungsi menangkap pantulan sinar laser. Sedangkan motor *stepper* berguna untuk menggerakan piringan tempat wadah objek berputar. Kemudian hasil akan diproses oleh program *processing* yang akan menghasilkan *point cloud* yang selanjutnya diproses oleh program 3D *reshaper* untuk proses *meshing (*proses mengkuliti permukaan objek). Hasil dari pengujian alat ini akan mampu mengenali sesuatu objek dengan cukup baik asalkan objek tersebut mempunyai bahan yang tidak bisa memantulkan sinar dari laser dan memiliki tingkat kerumitan yang cukup tinggi, sedangkan pengujian terhadap objek bangun datar menghasilkan pemodelan yang cukup baik.

Kata kunci: pemodelan objek, *3D scanning, processing, point cloud, meshing.*

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya teknologi yang semakin maju dan kompetitif telah membawa dampak bagi bidang ilmu pengetahuan terutama pada bidang pemindaian objek dengan komputer. Teknologi pemindaian objek ini adalah teknologi yang menggabungkan kemampuan *hardware* untuk melihat objek dan kemampuan *software* yang digunakan untuk mengolah data yang diterima oleh *hardware* tersebut. Sistem pemindaian objek ini akan menerima data gambar dua dimensi (2D) yang berupa garis tipis yang diterima dari sinar laser, lalu secara otomatis *software* akan mengolah garis tipis tersebut dan menjadikannya sebagai objek tiga dimensi (3D). *Scanning 3D* adalah proses menangkap informasi digital tentang bentuk objek dengan peralatan yang menggunakan laser atau cahaya untuk mengukur jarak antara *scanner* dan objek. *Scanning 3D* juga dikenal sebagai pencitraan 3D, *Laser Scanning*. *Scanning 3D* dapat menangkap data objek yang sangat kecil sampai pesawat ukuran penuh dan bangunan. Hal ini dapat digunakan untuk kebutuhan modifikasi, manufaktur, monitoring yang dibantu komputer, atau hanya menyimpan informasi bentuk objek untuk kebutuhan di masa depan.

II. TEORI PENUNJANG

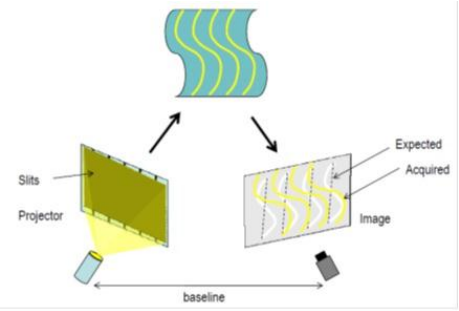
2.1 3D *Scanning*

Tujuan dari *scanner 3D* biasanya untuk membuat *point cloud* untuk sampel geometris pada permukaan objek . Titik-titik ini kemudian dapat digunakan untuk memperkirakan bentuk objek (proses yang disebut rekonstruksi). Jika informasi warna dikumpulkan pada setiap titik , maka warna pada permukaan objek juga dapat ditentukan. "Gambaran" yang diproduksi oleh *scanner 3D* menjelaskan jarak ke permukaan di setiap titik dalam gambar. Hal ini memungkinkan posisi tiga dimensi dari setiap titik dalam gambar untuk di identifikasi. Untuk kebanyakan situasi, pemindai secara tunggal tidak akan menghasilkan model yang lengkap dari objek. Beberapa *scanning*, bahkan ratusan dari berbagai arah yang biasanya diperlukan untuk mendapatkan informasi tentang semua sisi objek. Secara umum, perangkat yang menangkap informasi 3D disebut sebagai

scanner 3D. Ada banyak metode yang berbeda untuk menangkap pengukuran 3D dari segi komponen yang di gunakan dan dengan demikian, ada beberapa jenis *scanner* yaitu:

2.1.1 *White Light Scanning*

White Light Scanning (*Structured Light Scanning*) digunakan untuk menggambarkan berbagai perangkat pemindaian 3D. Teknik dasarnya adalah untuk memproyeksikan pola yang dikenali oleh cahaya (biasanya putih) dan menggunakan sensor (kamera biasanya *charge coupled device*) untuk menangkap gambar dari objek.



Gambar 1. Diagram sistem *structured light scanning*

Pada gambar 1 dijelaskan bagaimana cara kerja sistem *structured light scanning* sebuah cahaya di tembakan pada layar *projector* yang berpola dan akan menghasilkan bayangan yang berpola juga yang selanjutnya akan di tangkap oleh sebuah *camera* dan *baseline* adalah jarak konstan antara *projector* dan *camera*.

2.1.2 *Photogrammetry*

Photogrammetri adalah teknologi berbasis pada standar fotografi dan geometri proyektif. Prinsip *photogrammetri* adalah mengambil beberapa gambar dari objek secara manual atau otomatis. Poin dapat ditambahkan secara otomatis atau manual untuk membuat pengukuran 3D dari unsur-unsur yang diinginkan dari objek.

2.1.3 *Machine Vision*

Machine Vision umumnya digunakan untuk mendeteksi dua dimensi informasi, seperti *barcode* untuk memilah paket. Di mana sepasang sensor ditempatkan pada jarak yang diketahui dari objek untuk mengambil dua gambar secara bersamaan. Gambar yang dihasilkan digabung untuk menciptakan titik korespondensi antara gambar. Pergeseran posisi dari pencocokan poin dikenal sebagai perbedaan posisi dan dengan menghitung perbedaan dari setiap titik dari dua gambar tersebut pengukuran *3D* dari seluruh bagian dapat dibuat.

2.1.4 *Coordinate Measuring Machine*

Coordinate Measuring Machine lebih sering disebut sebagai CMMS(*Coordinate Measuring Machine System)* berfungsi untuk mengukur perangkat yang menggunakan probe yang bergerak. Posisi probe dilacak dengan serangkaian *encoders* di tiap poros mesin. *Encoders* ini, disebut sebagai pita ukur digital karena dapat melacak gerakan pengukuran probe sampai ukuran nanometer.

2.1.5 *Desctructive Slicing*

Desctructive slicing adalah sebuah proses dimana beberapa gambar yang diambil dari sebuah objek di lokasi yang tetap atau irisan tipis dari objek yang dihapus di antara masing-masing gambar. Jarak ke objek dikontrol secara tepat, sehingga skala masing-masing gambar diketahui. Setelah mengiris semua jalan yang dilalui objek, gambar akan menumpuk dalam *software capture* yang akan menghasilkan model 3D objek.

2.1.6 3D CT Atau Mri *Scanning*

3D CT atau MRI *scan* diperoleh dengan menumpukan serangkaian CT (*computed tomography*) atau MRI (*Magnetic Resonance Imaging*) *scan* pada satu sama lain dalam perangkat lunak. Hal ini biasanya dilakukan dengan tepat untuk mengontrol langkah-langkah di setiap CT *sectional scan* atau MRI. Data yang dihasilkan adalah model 3D dari objek dan berisi semua pengukuran fisik.

2.1.7 *Theodolite*

Sebuah perangkat Theodolite adalah sebuah teleskop yang dipasang pada dua buah sumbu yang berputar. Sudut suatu benda dipindai dan dengan mengambil pengukuran sudut dari berbagai lokasi, jarak ke objek dapat diperoleh. *Theodolites* modern dikendalikan secara otomatis oleh komputer untuk mengukur target.

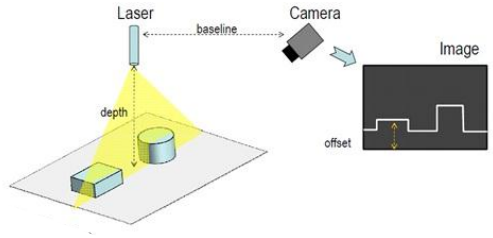
2.1.8 *Trackers*

Trackers adalah kelas *scanning* 3D yang bekerja dengan melacak posisi alat ukur.

Beberapa teknik digunakan untuk memindai termasuk laser, posisi magnet dan posisi optik. Berbagai metode untuk memindai posisi dari perangkat *3D scanning*, merekam posisi setiap kali pemindaian diambil baik dengan menyentuh objek atau dengan menggunakan teknologi pemindaian non-kontak.

2.1.1 3D *Laser Scanning*

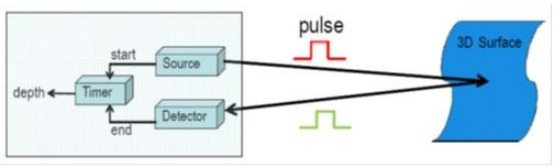
3D Laser Scanning atau *Laser Scanner 3D* umumnya dapat dikategorikan menjadi tiga kategori utama yaitu *triangulasi laser*, *Time of flight laser scanner* dan pergeseran fasa. Selain itu ada berbagai teknologi laser scanning lain yang *hybrid* atau kombinasi dari teknologi pemindaian 3D lainnya seperti *accordion fringe interferometry* atau *conoscopic holography*. *Triangulasi Laser* dilakukan dengan memproyeksikan garis laser atau titik ke sebuah objek dan kemudian menangkap refleksinya dengan sensor yang terletak pada jarak yang dikenal dari sumber laser.



Gambar 2. Diagram sistem *triangulasi laser*

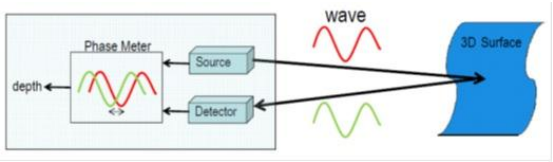
Pada gambar 2 dijelaskan bagaimana cara kerja sistem *triangulasi laser* sebuah laser ditembakan pada permukaan objek yang selanjutnya akan ditangkap oleh sebuah kamera, laser berfungsi untuk menandai permukaan objek dan memanfaatkan kamera untuk mencari lokasi dan kedalaman titik laser sedangkan *baseline* adalah jarak konstan antara *projector* dan kamera.

Time of flight laser scanner memancarkan pulsa cahaya laser yang terpantul dari objek yang akan dipindai. Refleksi yang dihasilkan dideteksi dengan sensor dan waktu yang berlalu antara pancaran dan deteksi menghasilkan jarak ke objek sejak kecepatan sinar laser terdeteksi.



Gambar 3. Diagram sistem *Time of flight laser scanner*

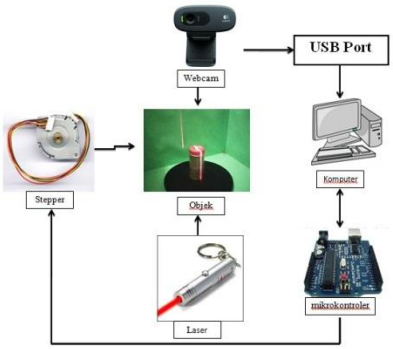
Pergeseran fasa laser *scanner* bekerja dengan membandingkan pergeseran fasa pantulan sinar laser ke fasa standar, yang juga ditangkap untuk di bandingkan. Hal ini mirip dengan teknik *Time of flight* kecuali bahwa fasa sinar laser yang dipantulkan dapat memperhalus jarak deteksi, mirip dengan *vernier scale* pada sebuah caliper.



Gambar 4. Diagram sistem Pergeseran fasa *laser scanner*

III. PERANCANGAN SISTEM

Perancangan sistem merupakan rancangan bagaimana alat dapat bekerja dengan sistematis.



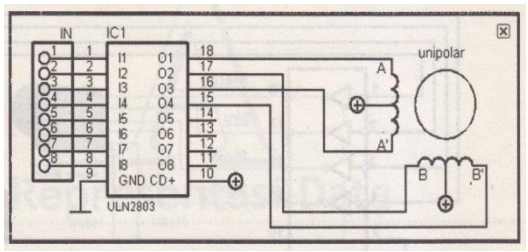
Gambar 5 . Blok diagram sistem

Dari gambar 5 di atas, modul laser berperan untuk menandai objek yang akan di *capture* oleh *webcam*, sedangkan mikrokontroler bertugas untuk memberikan perintah kepada motor *stepper* yang berfungsi untuk menggerakan piringan tempat wadah objek berputar. Kemudian komputer akan mengolah informasi yang telah di hasilkan oleh *webcam*.

Webcam berfungsi sebagai penerima dari sistem ini, *webcam* diletakan berhadapan dengan objek yang akan dipindai.

Modul Penggerak modul penggerak digunakan untuk menggerakan piringan

(*platter)*, modul penggerak terdiri dari motor *stepper* unipolar 4 phase, ic *driver* tipe uln2803.



Gambar 6. Skematik modul penggerak

Modul Laser berfungsi sebagai sumber cahaya yang berperan untuk menandai objek yang akan di*capture* oleh *webcam.*

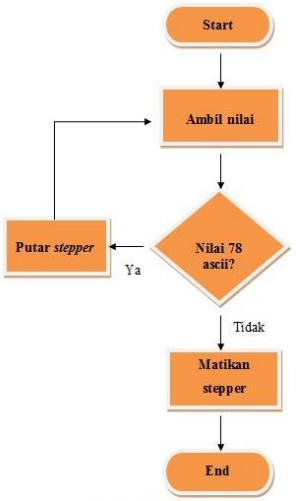
Mikrokontroler ATMEGA32u4 berfungsi sebagai pengolah data serta mengontrol *webcam* dan *stepper*.

Tabel 1. Penggunaan pin I/O ATMEGA32u4

No pin	**Fungsi**	***Keterangan***
8	*I/O*	Kendali gerak stepper
9	*I/O*	Kendali gerak stepper
10	*I/O*	Kendali gerak stepper
11	*I/O*	Kendali gerak stepper

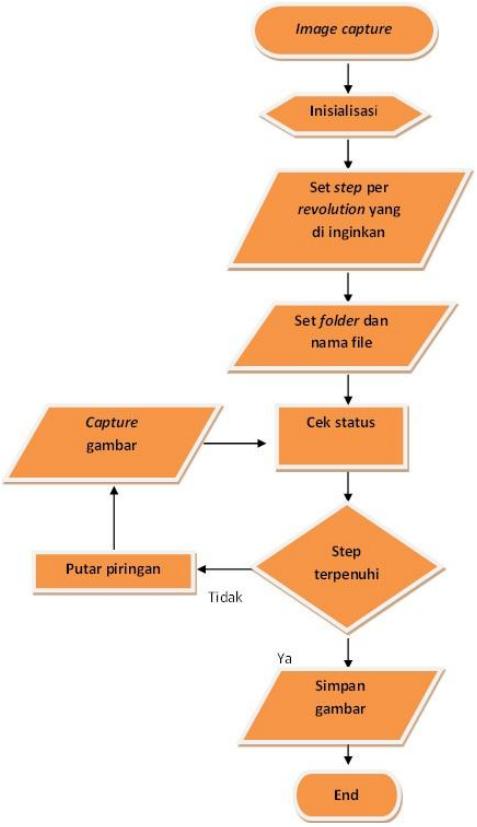
Perancangan perangkat lunak pada pembuatan alat ini sistem akan memindai objek menggunakan *laser*, pemindaian dilakukan dengan memutar objek sebesar 360^{O}. Proses pemindaian setiap derajatnya akan ditangkap dan hasilnya akan disimpan di dalam komputer, proses pemindaian akan menggunakan program bernama *processing*. Setelah seluruh gambar tersimpan maka akan dilakukan pemrosesan gambar oleh 3Dreshaper, kemudian gambar akan direkonstruksi menjadi bentuk objek tiga dimensi.

Diagram alur pergerakan *stepper* Algoritma ini akan melakukan pengecekan pada komunikasi serial di mikrokontroler, apabila ada data di komunikasi serial dan nilai nya 78 *ASCII* (‘N’) maka mikrokontroler akan memberikan nilai *high* untuk menggerakan stepper dan apabila data serial bernilai 70 *ASCII (‘*F*’)* maka mikrokontroler akan memberikan nilai *low* sehingga stepper tidak akan bergerak.



Gambar 7. *Flowchart* pergerakan stepper

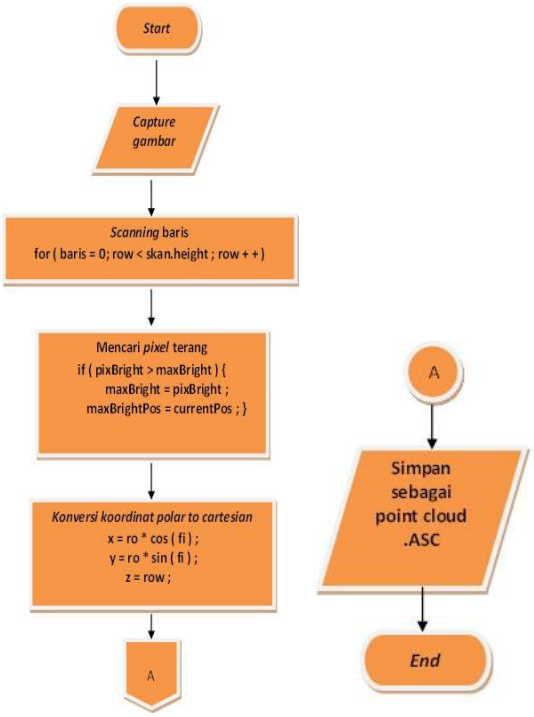
Diagram alur *image capturing* ini pada awalnya akan memberikan input berupa *step* per *revolution* yang akan digunakan, nilai *step* per *revolution* ini akan menentukan banyaknya jumlah gambar yang dihasilkan.



Gambar 8. *Flowchart image capture*

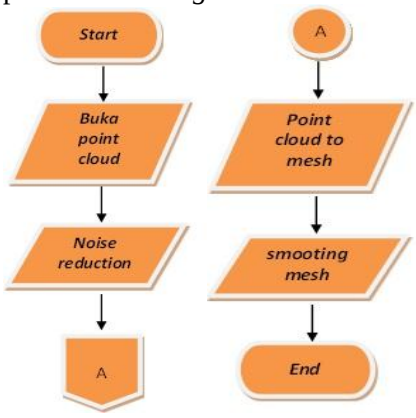
Pengolahan gambar ini akan membuat foto dan akan mencari *pixel* yang paling terang disetiap baris dan akan menyimpan foto tersebut, setelah menemukan *pixel* yang paling

terang disetiap baris maka program akan mencari jarak antara tengah gambar dan *pixel* yang terang disetiap baris yang akan menghasilkan koordinat polar dan selanjutnya koordinat polar tersebut akan di konversi ke dalam koordinat kartesian XYZ untuk di simpan sebagai *point cloud* file ASC.



Gambar 9. *Flowchart* pengolahan gambar

Proses *mesh* adalah proses membuat *point cloud (*titik koordinat*)* menjadi terlihat solid dengan membuat *point cloud* mempunyai kulit, proses *mesh* di mulai dengan mengurangi *noise* yang terjadi pada saat proses *scanning* dan selanjutnya tinggal melakukan proses *point cloud to mesh*, bila sudah objek akan terlihat telah memiliki kulit tapi masih terlihat kasar maka dilakukanlah proses *smoothing.*



Gambar 10. *Flowchart* proses *mesh*

IV. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Hasil Kerja Alat

Alat 3D *scanning* ini menggunakan stepper unipolar yang menghasilkan sudut 3,75^o per step nya, sehingga untuk memindai objek secara keseluruhan (360^o) dibutuhkan $\frac{360}{3,75}$ = 96 step untuk memindai objek.

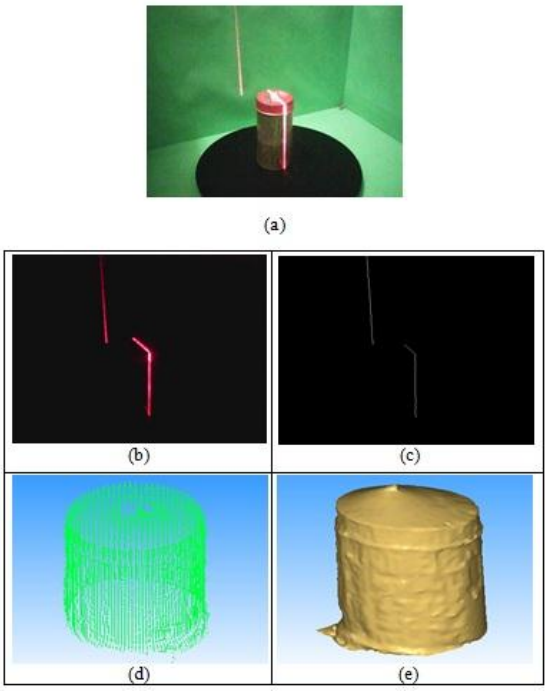
4.2 Data Hasil Percobaan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan Proses pemindaian objek dapat terpengaruh oleh sumber cahaya lain selain laser, oleh karena itu, proses pemindaian harus dilakukan di ruangan yang gelap tanpa adanya cahaya yang kasat mata atau dapat juga dilakukan di ruangan yang terang (ada sumber cahaya) tetapi sistem laser *scanner* harus ditutupi oleh kotak pelindung (*chamber*) untuk mencegah cahaya ruangan mengganggu proses pemindaian. Cahaya yang mendekati atau melampaui intensitas cahaya laser akan menimbulkan noise yang merusak hasil rekontruksi objek.

4.2.1 Pengujian Hasil Rekontruksi Terhadap Bentuk Dan Bahan Objek

Pengujian berikut membandingkan kualitas hasil rekontruksi terhadap bentuk objek yang akan dipindai.

Objek 1 (Tabung)

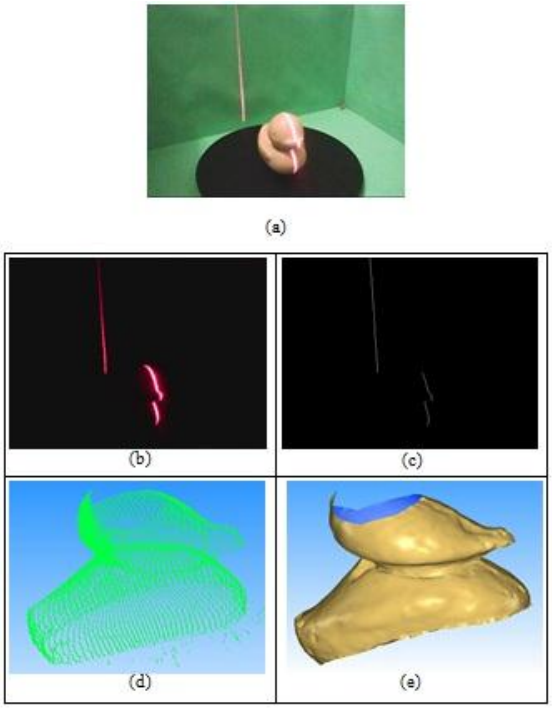


Gambar 11. Objek tabung

Dari hasil pengamatan tabung di atas terlihat bahwa

- Objek yang dipindai ini berbahan aluminium, objek ini dapat dipindai dengan cukup baik karena permukaan objek dapat memantulkan sinar laser dengan baik (a), proses saat scanning dan foto sesudah menjadi siluet (b-c).
- Pengaruh bentuk dan bahan objek tidak terlalu menghasilkan perbedaan yang signifikan terhadap hasil rekontruksi. Hal ini dapat dilihat dari hasil rekontruksi yang cukup baik karena *point cloud* dapat membentuk objek tabung (d).
- Permukaan objek yang berada di atas sedikit mengalami perubahan karena posisi sinar laser terlihat tidak datar pada saat proses *scanning* (e).

Objek 4 (Bebek plastik)

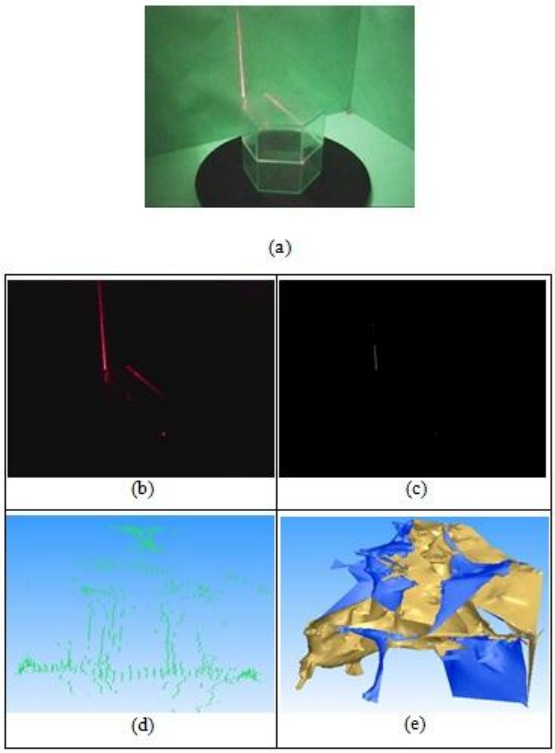


Gambar 12. Objek bebek

Dari hasil pengamatan bebek plastik di atas terlihat bahwa

- Objek yang dipindai ini berbahan plastic solid, objek ini dapat dipindai dengan cukup baik karena permukaan objek dapat memantulkan sinar laser dengan baik (a), proses saat scanning dan foto sesudah menjadi siluet (b-c).
- Pengaruh bentuk objek cukup mempengaruhi hasil rekontruksi. Hal ini dapat dilihat dari hasil rekontruksi yang kurang baik (d).
- Permukaan objek yang berada di atas tidak terkena sinar laser karena sudut penempatan laser yang tidak dapat menjangkau bagian atas objek bebek sehingga pada saat rekontruksi permukaan bagian atas tidak terrekontruksi dengan baik (e).

Objek 7 (Prisma segienam)



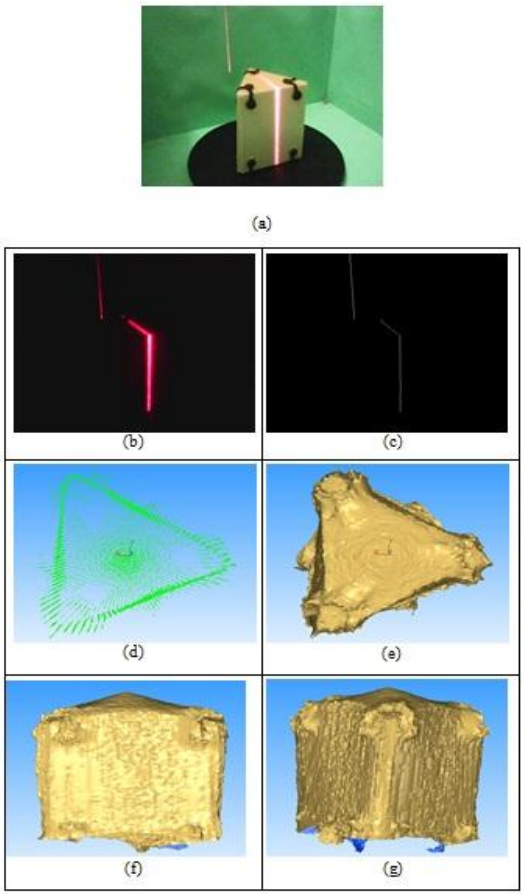
Gambar 13. Objek prisma segienam

Dari hasil pengamatan prisma segienam di atas terlihat bahwa

- Objek yang dipindai ini berbahan plastik yang tembus pandang, objek ini tidak dapat dipindai dengan cukup baik karena bahan objek tidak dapat memantulkan sinar laser dengan baik (a), proses saat scanning dan foto sesudah menjadi siluet (b-c).
- Pengaruh bahan objek sangat mempengaruhi hasil rekontruksi. Hal ini dapat dilihat dari hasil rekontruksi yang buruk (d).

- Permukaan objek tidak memantulkan cahaya laser sebaliknya permukaan objek menyerap cahaya laser (e).

Objek 8 (Prisma segitiga)



Gambar 14. Objek prisma segitiga

Dari hasil pengamatan prisma segitiga di atas terlihat bahwa

- Objek yang dipindai ini berbahan plastic solid, objek ini dapat dipindai dengan cukup baik karena permukaan objek dapat memantulkan sinar laser dengan baik (a), proses saat scanning dan foto sesudah menjadi siluet (b-c).
- Pengaruh bentuk dan bahan objek tidak terlalu menghasilkan perbedaan yang signifikan terhadap hasil rekontruksi. Hal ini dapat dilihat dari hasil rekontruksi yang cukup baik (e-g), karena *point cloud* dapat membentuk objek prisma segitiga (d).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari percobaan yang dilakukan terhadap 11 objek dipindai dipilih 4 objek yang mewakili bahan dan bentuk dari 7 objek yang lain. Alat 3D *scanning* ini mampu merekontruksi objek yang dipindai. Bentuk dan bahan sangat mempengaruhi detail dari permukaan objek yang direkontruksi, bila bahan objek terbuat dari sesuatu yang menyerap cahaya laser maka objek tidak akan terrekontruksi. Sudut penempatan antara *webcam* dan laser mempengaruhi hasil dari *scanning* karena pada objek tertentu ada bagian objek yang tidak tertangkap.

5.2 Saran

Untuk pengembangan alat ini disarankan untuk menggunakan *webcam* dua sisi untuk mencegah kehilangan informasi pantulan sinar laser, penempatan *webcam* dan *laser* sebaiknya *flexible*, menggunakan metode 3D *scanning* yang lebih baik dan disarankan *webcam* dan *laser* yang berputar mengelilingi objek untuk menghasilkan *point cloud* yang lebih sempurna.

VI. DAFTAR PUSTAKA

[1]. GSVideo library (http://gsvideo.sourceforge.net/), diakses 19 oktober 2013

[2]. Low cost 3D Laser Scanning Unit with application to Face Recognition (http://cs.technion.ac.il/~twerd/Undergrad-2005.pdf), diakses pada 19 oktober 2014

[3]. Syahrul, 2012, Mikrokontroler AVR ATMEGA8535. Bandung: Informatika.

[4]. Margolis,M,(2012).*Arduino cookbook, second edition.* O'Reilly Media Inc, USA.

[5]. http://warnercnr.colostate.edu/~lefsky/ispr/1133.pdf, diakses 19 0ktober 2014

[6]. http://makezine.com/projects/diy-3d-laser-scanner-using-arduino/, diakses 19 oktober 2014

[7]. http://sriyuli.wordpress.com/matematika-sd/menentukan-titik-pada-sistem-koordinat-kartesius/, diakses pada 20 oktober 2014