KAJIAN KETELITIAN MODEL 3D PADA HASIL PEMODELAN MENGGUNAKAN DEPTH CAMERA DENGAN BANTUAN PERANGKAT LUNAK SCENE CAPTURE DAN SCENECT

(Studi Kasus Objek Box dan Kendi)

Farid, Rohman[1]. Tjahjadi M. Edwin[1], Yulianandha Adkha[1]

[1]Jurusan Teknik Geodesi S-1 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang,
Jalan Bendungan Sigura-gura No. 2 Lowokwaru, Kecamatan Sumbersari, Kota Malang
rfarid99@gmail.com

KATA KUNCI: Pemodelan 3D, *Depth camera*, *scene capture*, *scenect*, *point cloud*, Geometri

ABSTRAK

Depth camera memerlukan perangkat lunak tambahan untuk melakukan proses perekaman data. Software yang dapat digunakan yaitu Scene Capture dan Scenect, namun kedua software tersebut belum diketahui software mana yang terbaik antara keduanya yang mampu menghasilkan kualitas data yang baik untuk pembuatan model tiga dimensi yang teliti. Untuk menguji ketelitian datanya maka dilakukan pembuatan model tiga dimensi dari masing-masing data tersebut dan melakukan pengujian melalui sampel jarak dengan data ukuran langsung sebagai data validasi. Metode yang digunakan untuk melihat ketelitian tersebut menggunakan RMSE (root mean square error).Jumlah point cloud hasil perekaman menggunakan bantuan software scenect sebesar 1223612 point, sedangkan jumlah point cloud hasil perekaman menggunakan bantuan software scene capture sebesar 3154488 point. Nilai RMSE model tiga dimensi yang dihasilkan baik pada bidang datar dan tidak datar pada software scene capture sebesar 3 milimeter sedangkan pada software scenect sebesar 4 milimeter. Dilihat dari desain model tiga dimensi yang sudah jadi antar keduanya sudah sesuai bentuk asli, namun terdapat ketidak sesuaian pada ujung kendi dikarenakan kurangnya retro dan point cloud pada sisi tersebut. Point cloud yang dihasilkan dari software scene capture mempunyai jumlah point cloud yang lebih banyak dibandingkan dengan menggunakan software scenect. Ditinjau dari ketelitian jarak antar retro, model tiga dimensi hasil dari data software scene capture lebih akurat baik pada bidang datar maupun yang tidak datar dibandingkan dengan model tiga dimensi dari data software scenect.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi pembuatan model tiga dimensi sangat berkembang saat ini, model tiga dimensi mempunyai banyak manfaat seperti inventarisasi dan dokumentasi suatu objek, analisis objek, perhitungan volume, dan manfaat lainya. Metode yang teruji untuk pembuatan model tiga dimensi ini yaitu laser scanner, dimana laser scanning mampu merekam kedetilan objek hingga 5000 titik/detik, namun laser scanner relatif mahal jika dimanfaatkan untuk memodelkan objek yang berukuran relatif kecil (Andaru, 2010). Pembuatan model tiga dimensi dengan biaya yang murah dengan ketelitian yang sesuai pekerjaan tentunya sangat dibutuhkan untuk efisiensi anggaran. Alternatif pembuatan model tiga dimensi dengan biaya yang murah bisa menggunakan metode scanning dengan depth camera pada Kinect XBOX 360. Dalam proses perekaman datanya, depth camera pada alat tersebut memerlukan perangkat lunak tambahan. Software yang dapat digunakan yaitu Scene Capture dan Scenect, namun kedua software tersebut belum diketahui software mana yang terbaik antara keduanya yang mampu menghasilkan ketelitian data yang baik pada saat perekaman. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian ini untuk mengetahui software yang paling baik untuk perekaman data sehingga dapat menghasilkan model tiga dimensi yang diharapkan.

Scene capture dan scenect merupakan produk keluaran dari perusahaan faro. Scene capture merupakan perangkat lunak yang dapat digunakan untuk beberapa alat scanning seperti, FARO Freestyle3D, Freestyle3D X, Freestyle3DObjects, ASUS Xtion Pro, Primesense Carmine, Orbbec Astra and Astra S, Microsoft Kinect for Windows and XBOX, Microsoft Kinect One, Intel R200, F200 and SR300. Sementara scenect hanya dapat digunakan untuk tiga buah alat scanning yaitu, Microsoft Kinect untuk Xbox, Microsoft Kinect untuk Windows dan Asus Xtion PRO Live.

Beberapa hal yang diamati dalam peneltian ini yaitu kualitas geometri model tiga dimensi dan kerapatan point cloud dari dua buah model tiga dimensi, yaitu hasil dari data perekaman dengan software scenect dan scene capture. Selanjutnya data yang digunakan untuk uji validasi yaitu menggunakan data ukuran sampel jarak antar retro.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari latar belakang tersebut yaitu bagaimana ketelitian geometris dari data hasil perekaman dari software scene capture dan scenect setelah diolah menjadi model tiga dimensi?

1.3. Tujuan dan Manfaaat Penelitian

Berikut merupakan tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui ketelitian geometris dari data hasil

perekaman data dari software scene capture dan scenect setelah diolah menjadi model tiga dimensi.
Manfaat dari penelitian ini yaitu dapat memberikan informasi kepada pengguna depth camera, tentang software yang tepat untuk perekaman datanya sehingga menghasilkan model tiga dimensi yang teliti secara geometri.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: 1). Data yang dianggap benar dalam penelitian ini yaitu pengukuran pada obyek secara langsung menggunakan penggaris. 2). Uji kualitas data hanya mencakup perbandingan beberapa sampel jarak antar retro dari model tiga dimensi yang sudah diolah antara hasil perekaman data dengan software scene capture dan scenect dengan data ukuran langsung. 3). Dalam penelitian ini software scene capture dan scenect digunakan untuk perekaman data. 4). Pada penelitan ini menggunakan sensor depth camera pada alat Kinect xbox 360. 5). Data penelitian yang diolah dan diteliti yaitu point cloud hasil dari perekaman pada depth camera dengan alat Kinect xbox360. 6). Tidak melakukan pembahasan terkait pengaruh intensitas cahaya dari Kinect Xbox 360. 7). Obyek penelitian yaitu sebuah kendi dan kubus kayu. 8). Lokasi penelitian berada di ruang sidang lantai dua gedung teknik geodesi ITN Malang.

1.5. Sistematika Penulisan

Bab I Pendahuluan Bab ini menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan. 2). Bab II Dasar Teori Bab ini menjelaskan tentang teori-teori yang berhubungan dengan topik penelitian. 3). Bab III Metodologi Penelitian Bab ini menguraikan bahan dan alat yang digunakan dalam melakukan penelitian, tahapan penelitian, jadwal penelitian, dan diagram alir proses penelitian. Bab IV Hasil dan Pembahasan Bab ini berisikan uraian mengenai hasil dan analisis dari penelitian. Bab V Kesimpulan dan Saran Bab ini berisi tentang kesimpulan yang didapat dari penelitian, serta saran dalam dalam melakukan penelitian.

2. DASAR TEORI

2.1 Kepresisian dan Keakurasian

1. Kepresisian didefinisikan sebagai tingkat kedekatan hasil pengukuran yang berulang terhadap obyek yang sama. Jika hasil pengukuran yang berulang itu berdekatan maka disebut memiliki ketelitian yang tinggi, jika hasil itu terpaut jauh, maka disebut memiliki ketelitian yang rendah. Tingkat ketelitian yang tinggi umumnya mencerminkan tingkat kehati-hatian dan penanganan yang tinggi dalam penggunaan alat dan prosedur yang digunakan dalam pengukuran. Ketelitian diindikasikan dengan penyebaran dari distribusi kemungkinan. Semakin kecil distribusinya maka ketelitiannya juga semakin tinggi, demikian juga sebaliknya. Ukuran yang biasanya adalah standar deviasi. Semakin tinggi ketelitian maka semakin kecil nilai standar deviasinya, demikian juga sebaliknya.
Nilai presisi dapat ditunjukan dengan nilai standar deviasi pengukuran. Cara menghitung simpangan baku seperti pada persamaan 1 berikut :

$$\sigma = \sqrt{(\Sigma(xi - x)^2/n} \quad \text{….....……..(1)}$$

Keterangan :
σ = simpangan baku
xi = nilai ukuran ke-i
x = nilai rerata hasil ukuran
n = jumlah ukuran

2. Kakurasian adalah tingkat kedekatan dari suatu hasil pengukuran terhadap nilai yang benar. Ketepatan tidak hanya merupakan akibat dari kesalahan acak, tetapi juga bias yang ada karena kesalahan sistematik yang tidak terkoreksi. Jika yang terjadi bias, maka standar deviasi juga dapat digunakan sebagai ukuran ketepatan.
Nilai akurasi ditunjukan dengan nilai RMSE (root mean square eror). Untuk menentukan nilai RMSE digunakan rumus persamaan 2 sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{(\Sigma(xi - \mu)^2/n} \quad \text{....……..(2)}$$

Keterangan :
xi = nilai ukuran ke-i
μ = nilai ukuran yang dianggap benar
n = jumlah ukuran

2.2 Kinect

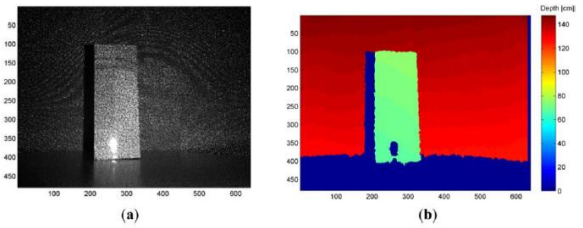
Kinect merupakan sebuah alat yang diproduksi oleh microsoft, digunakan untuk mendeteksi gerakan dan suara yang diguakan pada konsol permainan Xbox 360 dan Xbox one. Microsoft merilis Kinect software development kit pada tanggal 16 Juni 2016, digunakan oleh para pengembang piranti lunak untuk mengembangkan aplikasi yang menggunakan Kinect. Setelah itu Kinect banyak digunakan dalam penelitian computer vision. Kinect versi 1 memiliki beberapa fitur utama yang meliputi:
1. Raw sensor stream yang dapat digunakan untuk mengakses informasi dari depth sensor, color camera sensor, dan microphone array.
2. Skeletal tracking yang dapat digunakan untuk mendeteksi skeleton dari pengguna yang berada dalam jangkauan jarak pandang Kinect.
3. Advanced audio capabilities yang memiliki beberapa kegunaan utama seperti effective noise suppression, acoustic echo cancellation, beamforming, dan source locatization (Alexander dkk, 2017)

Gambar 1. Kinect XBOX 360

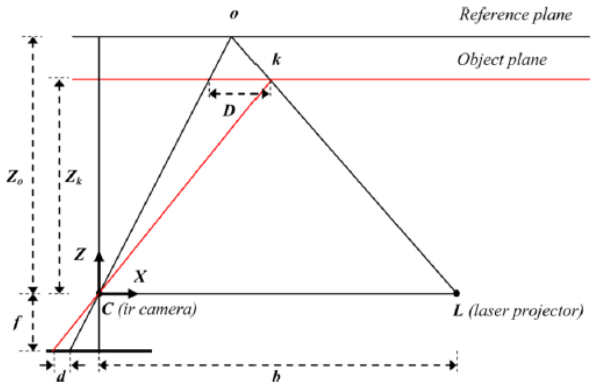
Kinect memiliki batasan-batasan penggunaan tertentu agar penggunaan sensor kamera yang ada padanya dapat bekerja secara optimum. Batasan-batasan tersebut adalah:
1. Sudut pandang horizontal sebesar 57 derajat.
2. Sudut pandang vertikal sebesar 43 derajat.
3. Berada pada suhu ruangan 50 sampai dengan 350 derajat Fahrenheit.
4. Jarak pengguna yang berada pada 1,2 sampai dengan 4 meter untuk standard mode (0,4 sampai dengan 3 meter untuk near mode).
5. Jangkauan depth yang dihasilkan berada pada jangkauan 400 mm untuk near mode sampai 8000 mm untuk standard mode.

2.3 Proses Pengukuran Kinect

Khoshelham dkk (2012) menerangkan bahwa pengukuran kedalaman (*depth)* pada *Kinect* merupakan proses triangulasi. Sumber laser memancarkan sinar tunggal yang dibagi menjadi beberapa sinar oleh kisi difraksi untuk menciptakan pola yang konstan dari suatu obyek yang diproyeksikan dalam sebuah bidang. Pola tersebut ditangkap oleh kamera inframerah dan berkorelasi dengan pola referensi. Pola referensi diperoleh dengan menangkap obyek pada jarak yang telah diketahui oleh sensor dan disimpan dalam memori sensor. Ketika obyek diproyeksikan pada obyek yang jarak kesensornya lebih kecil atau lebih besar dari referensi, posisi dari obyek pada gambar inframerah akan bergeser ke arah *baseline* antara proyektor laser dan pusat perspektif kamera inframerah. Pergeseran ini diukur untuk semua obyek dengan korelasi gambar sederhana yang akan menghasilkan sebuah gambar disparitas.



Gambar 2. Gambar inframerah dari pola *speckle* yang diproyeksikan pada *scene* yang sederhana (a), hasil *depth image* (b) (Khoshelham, 2012)



Gambar 3. Hubungan antara kedalaman *(depth)* relative dan pengukuran disparatis (perbedaan) (Khoshelham, 2012)

Dimana :

o = Proyeksi objek pada bidang referensi
k = Titik objek
d = Perbedaan pengamatan
b = Panjang dasar (*baseline)*
D = Perpindahan dari titik ***k*** dalam ruang objek
f = Panjang fokus kamera inframerah
Z_o = Jarak kamera terhadap proyeksi objek pada bidang referensi
Z_k = (*depth)* dari titik ***k*** dalam ruang objek
X = Sumbu X kamera
Z = Sumbu Z kamera

Pada Gambar 2.6 dapat dilihat hubungan antara jarak titik obyek k ke sensor relatif terhadap bidang referensi dan diukur besar disparitas d. Untuk mendapatkan koordinat 3D dari titik obyek perlu mempertimbangkan origin sistem koordinat depth dipusat perspektif kamera inframerah. Sumbu Z orthogonal terhadap bidang gambar ke arah obyek, sumbu X tegak lurus terhadap sumbu Z kearah baseline b antara pusat kamera inframerah dan proyektor laser, dan sumbu Y orthogonal terhadap sumbu X dan sumbu Z mengikuti kaedah sistem koordinat tangan kanan.

Asumsikan bahwa sebuah obyek pada bidang referensi pada jarak Zo ke sensor, dan Speckle pada obyek yang di rekam pada bidang gambar dari kamera inframerah. Jika obyek k digeser mendekati atau menjauhi sensor, lokasi dari Speckle pada bidang gambar akan dipindahkan kearah X. Hal ini diukur dalam ruang gambar sebagai perbedaan sesuai dengan titik k dalam ruang obyek. Dengan demikian berdasarkan konsep segitiga sebangun, maka didapat persamaan 3 dan persamaan 4 berikut.

$$\frac{D}{b} = \frac{Z_o - Z_k}{Z_o} \quad \text{.....(3)}$$

dan,

$$\frac{d}{f} = \frac{D}{Z_k} \quad \text{.....(4)}$$

Dimana :

Z_k = kedalaman (*depth)* dari titik ***k*** dalam ruang objek,
b = panjang dasar (*baseline)*,
f = panjang fokus kamera inframerah,
D = perpindahan dari titik ***k*** dalam ruang objek,
d = perbedaan yang diamati dalam ruang gambar.

Mencari nilai Zk dengan melakukan subtitusi nilai D pada persamaan 3 ke persamaan 4 sehingga didapat persamaan 5

$$Z_k = \frac{Z_o}{1 + \frac{Z_o}{fb} d} \quad \text{.....(5)}$$

dimana:

Z_k = (*depth)* dari titik ***k*** dalam ruang objek ,

Z_o = Jarak kamera terhadap proyeksi objek pada bidang referensi,

d = perbedaan yang diamati dalam ruang gambar,

b = panjang dasar (*baseline),*

f = panjang fokus kamera inframerah.

Berdasarkan nilai Z dan f dapat mendefinisikan skala pencitraan pada saat itu, sehingga koordinat planimetris X dan Y dari setiap titik dapat dihitung dari koordinat citra dan skala dengan persamaan 6 dan persamaan 7 sebagai berikut :

$$X_k = -\frac{Z_k}{f}(x_k - x_0 - \delta x) \text{.....(6)}$$

$$Y_k = -\frac{Z_k}{f}(y_k - y_0 - \delta y) \text{.....(7)}$$

dimana,

x_k, y_k = koordinat citra dari titik ***k***,

x_0, y_0 = koordinat titik utama *(principle point),*

$\delta x, \delta y$ = koreksi distorsi lensa.

2.4 Scene Capture

Scene capture merupakan sebuah perangkat lunak yang di keluarkan oleh perusahaan FARO, yaitu Perusahaan yang bergerak dibidang teknologi pengukuran tiga dimensi, pencitraan, dan realisasi teknologi yang mencakup manufaktur, konstruksi, teknik, dan keselamatan public. Aplikasi Scene capture dirancang khusus untuk penggunaan di tablet. Scene capture dapat mendeteksi pelat penanda selama pemindaian dan pemrosesan untuk meningkatkan hasil registrasi . Software ini juga dapat melakukan interpolasi pada saat perekaman point cloud. (www.faro.com).

2.5 Scenect

Seperti Scene capture, scenect juga dikeluarkan oleh FARO. Perangkat lunak ini menyediakan banyak pemilihan bagi pemakainya, seperti pemindaian untuk pencetakan 3D, pemodelan, pembuatan prototype, grafis dan desain game. Berikut karakteristik dari perangkat lunak ini (www.faro.com):

3. METODOLOGI PENELITIAN

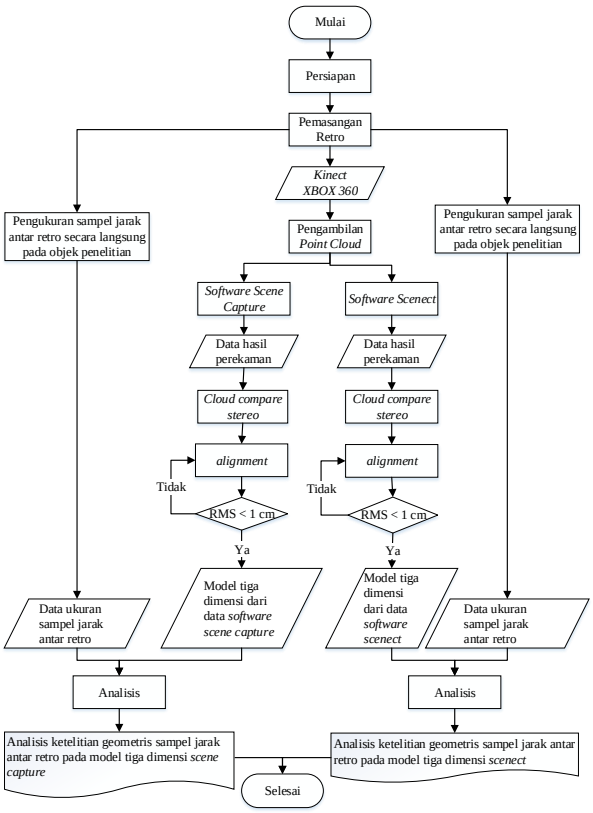
3.1 Lokasi

Lokasi penelitian berada di ruang studio lantai dua gedung geodesi Kampus ITN 1, tepatnyadi di jalan sigura-gura no 2 Kecamatan Lowokwaru Kota Malang Jawa Timur.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam melakukan penelitian ini yaitu sebagai berikut : untuk alatnya yaitu 1). Laptop. 2). Kinect XBOX 360. 3). Penggaris. 4). Software Scene Capture. 5). Software Scenect. 6). Software Cloud compare stereo. 7). Software Microsoft word. Bahan yang digunakan yaitu : 1). Kendi. 2). Retro. 3). Kubus kayu.

3.3 Tahapan Penelitian



Gambar 4. Diagram alir

3.4 Pelaksanaan Pekerjaan

Proses pelaksanaan pekerjaan yaitu sebagai berikut :

1. Persiapan

a. Melakukan studi literatur sebagai landasan teori untuk berjalannya penelitian.

b. Menentukan objek yang sesuai untuk penelitian, pada penelitian ini objek penelitiannya yaitu sebuah kendi kan kubus kayu

c. Mempersiapkan alat dan bahan

2. Pemasangan retro

Peletakan retro dibuat merata pada setiap sisi objek yang akan dilakukan pemodelan tiga dimensi yang bertujuan untuk memudahkan pengolahan. retro yang digunakan berupa stiker dengan bentuk persegi dengan ukuran 1,5 x 1,5 sentimeter dengan sebuah titik yang berada ditengah dengan diameter 0,5 sentimeter.

3. Pegukuran Sampel Jarak Antar Retro

Pengukuran sampel jarak antar retro dilakukan secara langsung pada retro yang sudah terpasang, pengukuran ini menggunakan penggaris

4. Perekaman Data Point Cloud

Pengambilan data menggunakan Kinect XBOX 360 dengan bantuan perangkat lunak masing-masing dengan scene capture dan scenect. Objek yang yang dijadikan penelitian yaitu sebuah kotak dan kendi yang dipasangi oleh retro

5. Pengolahan Data dengan Cloud Compare.

Data hasil perekaman poin cloud melalui perangkat lunak Scenct dan Scene capture diolah menggunakan software cloud compare stereo. Disini dilakukan proses alignment dimana RMSE nya harus kurang dari 1 sentimeter.

6. Analisis

Pada proses ini, disini membandingkan akurasi model tiga dimensi yang sudah diolah. Penelitian ini menghasilkan dua buah model tiga dimensi, yaitu dua buah yang menggunakan Kinect XBOX 360 dengan software akuisisi data yang berbeda yaitu scene capture dan scenct. Untuk uji geometri sendiri dilakukan pengukuran sampel jarak antar retro sebanyak 30 sampel pada permukaan datar dan pemrmukaan yang tidak datar.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis hasil data perekaman

Terdapat dua buah data hasil perekaman, yaitu menggunakan Scene capture dan menggunakan scenec

Tabel 1. Jumlah point cloud perekaman

No	**Software**	**Jumlah *Point Cloud***
1	Scenect	1223612
2	Scene capture	3154488

software scene capture mempuyai jumlah perkaman point cloud yang lebih banyak dibandingkan dengan software scenect. Banyaknya jumlah point cloud yang dihasilkan pada perekaman menggunakan software scene capture dikarenakan software ini dapat melakukan interpolasi point cloud pada saat perekman sehingga point cloud yang dihasilkan menjadi lebih banyak.

4.2 Analisis kerapatan point cloud

1. Pada bidang datar

Nilai rata-rata jarak antar poin cloud dari 15 sampel pada bidang datar, yaitu untuk perekaman menggunakan perangkat lunak scane capture sebesar 0.0007 meter atau 0.7 milimeter sedangkan nilai rata-rata jarak antar point cloud hasil data perekaman menggunakan perangkat lunak scenect sebesar 0.0015 meter atau 1.5 milimeter.

2. Pada bidang lengkung

Nilai rata-rata jarak antar poin cloud dari 15 sampel pada bidang lengkung, yaitu untuk perekman menggunakan perangkat lunak scane capture sebesar 0.0006 meter atau 0.6 milimeter sedangkan nilai rata-rata jarak antar point cloud hasil data perekaman menggunakan perangkat lunak scenect sebesar 0.0015 meter atau 1.5 milimeter.

4.3 Analis perbandingan jarak

1. Pada bidang datar

Tabel 2. Nilai perbandingan jarak pada bidang datar

No`	Jarak ukuran langsung (cm)	Jarak pada model		Selisih	
		Scenect (cm)	Scene capture (cm)	Scenect (cm)	Scene capture (cm)
1	13.1	13.6	13.2	0.5	0.1
2	10.9	11.5	11	0.6	0.1
3	15.6	16.1	15.8	0.5	0.2
4	14.8	14.8	14.8	0	0
5	13.1	13.4	13.3	0.3	0.2
.					
.					
30	13.7	13.9	13.9	0.2	0.2
Nilai RMSE				0.4	0.3
Nilai SD				0.2	0.2

Dengan melihat data tersebut dapat diketahui bahwa jarak antar retro pada model tiga dimensi dengan permukaan datar lebih teliti menggunakan data software scene capture dimana mempunyai nilai RMSE paling kecil. Berikut merupakan grafik selisih jarak pada bidang datar pada model dari data software scenect dan scene capture.

2. Pada bidang tidak datar

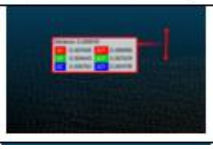
Tabel 3. Nilai perbandingan jarak pada bidang tidak datar

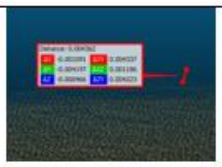
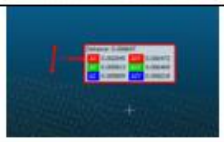
No	Jarak ukuran langsung (cm)	Jarak pada model		Selisih	
		Scenet (cm)	Scene capture (cm)	Scenet (cm)	Scene capture (cm)
1	14.9	14.8	14.9	0.1	0
2	9.4	9.4	9.2	0	0.2
3	14	14	14	0	0
4	24.4	24.1	24.8	0.3	0.4
5	12.8	12.4	12.7	0.4	0.1
.					
.					
30	6.6	6.7	6.7	0.1	0.1
Nilai RMS				0.4	0.3
Nilai SD				0.3	0.2

Dengan melihat data tersebut dapat diketahui bahwa jarak antar retro pada model tiga dimensi dengan permukaan yang tidak datar lebih teliti menggunakan data *software scene capture* dimana mempunyai *root mean squared error* yang paling kecil. Berikut merupakan grafik selisih jarak pada bidang datar pada model dari data *software scenect* dan *scene capture*.

4.4 Analisis *noise*

Tabel 4. Nilai perbandingan noise

No	Software	Tampilan pengukuran	Jarak
1	*Scenect*		Minimum
2	*Scenect*		Maksimum

3	*Scene capture*		Minimum
4	*Scene capture*		Maksimum

Dari data tersebut, jika dilihat dari nilai noise maksimumnya diketahui bahwa model dari software scene capture mempunyai jarak titik noise yang relatif sama. sehingga model 3d software scene capture dan scenect mempunyai tingkat kesalahan noise yang sama.

4.5 Analisis kesesuaian bentuk model 3d

Perbandingan dari kesesuaian bentuk, telihat pada gambar nomor 1, bahwa model tiga dimensi dari data software scenect pada ujung kendi bentuknya kurang sesuai dengan kenampakan objek aslinya kemungkinan disebabkan kurangnya retro pada area tersebut. Kemudian pada gambar no 5 diujung kendi pada masing-masing software terdepat kekurangan point cloud karena posisi permukaannya sulit terekam jika direkam dari samping.

5. PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

1. Point cloud yang dihasilkan dari software scene capture mempunyai jumlah point cloud yang lebih banyak dibandingkan dengan menggunakan software scenect hal ini dikarenakan software scene capture dapat melakukan interpolasi point cloud sehingga jumlah point cloudnya lebih banyak.
2. Ditinjau dari ketelitian jarak antar retro, model tiga dimensi hasil dari data software scene capture lebih akurat baik pada bidang datar maupun yang tidak datar dibandingkan dengan model tiga dimensi dari data software scenect.
3. Model tiga dimensi hasil dari data scenect dan scene capture secara keseluruhan memiliki bentuk yang serupa dengan objek aslinya , namun pada data software scenect terdapat sidikit perbedaan pada ujung kendi yang disebabkan karena kurangnya retro dan point cloud pada posisi tersebut.

5.2 SARAN

1. Dalam penelitian ini disarankan menggunakan laptop yang memiliki spesifikasi sesuai dengan ketentuan softwarenya, sehingga pada saat penggunaan software menjadi lebih lancar.
2. Pada proses perekman data, seharusnya lebih diperbanyak jumlah perekmannya agar objek yang kecil dapat terbentuk dengan sempurna pada saat proses pengolahan.
3. Memastikan bahwa pencahayaan pada saat perekaman tidak berubah-ubah agar datanya semakin bagus.
4. Lebih teliti pada saat proses alignment dan pengukuran objek baik pada model tiga dimensi dan objek secara langsung, karena kemampuan mata mempengaruhi proses tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Adinaningrum, A., 2015. Analisis Perbandingan Akurasi Hasil Pemodelan 3d Antara Pemotretan Pola Grid Dengan Pola Roi (Region Of Interest). Skripsi. Program Studi Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Agustina, Dita Dwi., 2018. Penerapan Teknik Fotogrametri Jarak Dekat Dalam Pembuatan Model Tiga Dimensi dan Replika Relief Candi Borobudur. Skripsi. Program Studi Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Allard Pierre-Hugues dan Lavoie, J.A., 2014. Differentiation of 3D scanners and their positioning method when applied to pipeline integrity. Jurnal. Weimar. Jerman.

Alexander A., Erwin, Widodo B., (2017). Pengembangan sistem klasifikasi ukuran Pakaian menggunakan metode body Measurement dan fuzzy logic berbasis Sensor Kinect. Journal of Computer Science and Information Systems, Bina Nusantara University, Jakarta.

Anderson A. S. Souza, Rosiery Maia and Luiz M. G. Gonçalves (2012). 3D Probabilistic Occupancy Grid to Robotic Mapping with Stereo Vision, Current Advancements in Stereo Vision, Dr. Asim Bhatti (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/49050.

Andaru R., (2010). Kombinasi Data Laser Scanning dan Fotogrametri Digital untuk Pemodelan Tiga Dimensi Candi Borobudur. Thesis. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Andrei, Constantin-Octavian. 2006. 3D affine coordinate transformations. Master's of Science Thesis in Geodesy No. 3091, School of Architecture and the Built Environment Royal Institute of Technology (KTH). Stockholm, Sweden.

Asbintar, S.P., (2016). Kajian Keandalan Depth Camera untuk Membuat Model Candi dan Kawasan Sekitarnya. Thesis. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Budhimeida, Reza Alimarda., 2018. Aplikasi Fotogrametri Jarak Dekat untuk Pemodelan Tiga Dimensi Objek Candi Menggunakan Zed Depth Camera (Studi Kasus: Candi Ijo). Skripsi. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Catuhe, D., (2012). Programming with the Kinect for Windows Software Development Kit. Microsoft Press, United States of America.

ESRI, 2006. A to Z GIS. ESRI Press, Redlands.

Faro, 2019. Scenect. URL: https://www.faro.com/scenect/scenect diakses pada 3 Maret 2019.

Faro, 2019. Scene Capture, URL https://www.faro.com/en-sg/products/construction-bim/faro-scanner-freestyle3d-x/software/

Gilang, A. 2009. Analisis Geometri Data Objek Tiga Dimensi Menggunakan Fotogrametri Rentang Dekat, Terrestrial Laser Scanner, Dan Electronic. Skripsi. Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Hendawan S., 2012. Pengukuran Jarak Berdasarkan Ekstraksi Nilai Hue Pada Citra Depth Menggunakan Sensor Kinect. Jurnal. Politeknik Negeri Batam, Batam.

Khoshelham , K., & Elberink , S. O. (2012). Accuracy and Resolution of Kinect Depth Data for Indoor Mapping Applications . sensors , 1438 - 1454.

Lohani, B., 1996. Airborne Altimetric LIDAR: Principle, Data Collection, Processing and Applications. Department of Civil Engginering, India.

Lizhang, 2018. Projection Defocus Analysis for Scene Capture and Image Display. Journal. Columbia University, Columbia.

Mathe, Z., (2011). Inside Kinect: Skeletal Tracking Deep Dive, Microsoft Kinect DeveloperSummit,URL:http://www.microsoft.com/download/en/confirmati on. aspx?id=26098 , Akses tanggal 15 maret 2019

Michael, Edward and Gordon Gracie. 1981. Analysis Adjustmentof Survey Measurement. New York : Van Nostrand Reinhold Company.

Nurabriansyah, Rahman., 2018. Analisis Perbandingan Model Tiga Dimensi Benda Cagar Budaya Menggunakan Kamera DSLR DAN Zed Dept Camera (Studi Kasus : Candi Gebang). Skripsi. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Pfeifer, N., 2007. Overview of TLS System, Overall Processing and Applications. Ljubljana, Slovenia: ISPRS Summer School.

Sarinurrohman, 2006. Pemodelan Tiga Dimensi Objek Dengan Bentuk Geometris Sederhana Menggunakan Teknik Fotogrametri Jarak Dekat. Skripsi. Jurusan Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Sancakapranaw, 2019, Cara Kerja Kinect, URL : http://sancakapranaw.mhs.narotama.ac.id/2015/10/17/cara-kerja-kinect/ diakses pada 3 Maret 2019

Sitek dkk. 2006. Tomographic Reconstruction Using an Adaptive Tetrahedral Mesh Defined by a Point clouds, IEEE Trans. Med.

Wolf, P. R., 1993. Elements of Photogrammetry with Air Photo Interpretation and Remote Sensing , Second Edition. Mcgraw-Hill Publisher, United States.

Zedfu, 2013 E3 modelling. https//support.stereolabs.com/hc/en-us/articles/213074149-ZEDfu-Best-Practices Diakses 16 Maret 2019