

## APLIKASI FOTOGRAMETRI JARAK DEKAT UNTUK PEMODELAN 3D GEREJA BLENDUK SEMARANG

Ryandana Adhiwuryan Bayuaji, Andri Suprayogi, Bandi Sasmito<sup>\*)</sup>

Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudarto SH, Tembalang, Semarang, Telp. (024) 76480785, 76480788  
e-mail: [geodesi@undip.ac.id](mailto:geodesi@undip.ac.id)

### ABSTRAK

Fotogrametri jarak dekat merupakan salah satu bidang penerapan fotogrametri. Fotogrametri jarak dekat dapat digunakan untuk perekaman objek yang berjarak kurang dari 100 meter. Fotogrametri jarak dekat biasanya digunakan dalam pemodelan 3D bangunan, kendaraan atau jembatan.

Dalam tugas akhir ini, metode fotogrametri jarak dekat digunakan untuk pemodelan 3D Gereja Blenduk Semarang dengan kamera digital non metrik. Kamera yang digunakan harus melalui proses kalibrasi untuk mengetahui parameter internal kamera. Proses kalibrasi dan pengolahan data dalam tugas akhir ini menggunakan perangkat lunak *PhotoModeler Scanner v.7 2013*. Tahap pemodelan bangunan terdiri dari *marking* dan *referencing*, proses hitungan dan pembuatan model 3D, transformasi koordinat 3D dan visualisasi model 3D.

Hasil akhir dalam penelitian ini adalah model 3 dimensi Gereja Blenduk Semarang. Pengujian hasil pengolahan model 3D dilakukan dengan membandingkan hasil nilai jarak yang diikatkan dari pengukuran *Electronic Total Station*, nilai standar deviasi dari perbandingan jarak antara model dengan *Electronic Total Station* sebesar 0,0896 meter.

**Kata Kunci** : Fotogrametri Jarak Dekat, Pemodelan Bangunan Bersejarah, Kamera Digital Non Metrik, *PhotoModeler Scanner V.7 2013*, *Missing Line Measurment*.

### ABSTRACT

*Close range photogrammetry is a one of photogrammetry applications. It can be used for the object measurement that is less than 100 meters. It also usually used in 3D modeling of buildings, vehicles or bridges.*

*In this final task, close range photogrammetry method was used for 3D modeling of 1st temple in Blenduk Church using non-metric digital camera. Initially, the camera must through of calibration process to determine the camera internal parameters. The process of calibration and data processing in this final task are using PhotoModeler Scanner 2013 software. Phase of buildings modeling contain of marking and referencing, calculating and 3D modeling, transformation of 3D coordinate and visualization of 3D models.*

*The final results in this research is 3D model of Blenduk church. Testing of the results in 3D modelling processing was done by comparing the value of the measurement distance from Electronic Total Station, standard deviation of the distance comparisons between model and Electronic Total Station measurement is 0,0896 meters.*

**Keyword:** *Close range photogrammetry, Building Modeling, Non-Metric Digital Camera, PhotoModeler Scanner 2013, Missing Line Measurment.*

<sup>\*)</sup> Penulis Pananggung Jawab

## I. PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Pentingnya bangunan bersejarah di kota besar seperti Semarang ini memang sangat besar, bangunan bersejarah yang masih layak biasanya dapat difungsikan untuk berbagai kepentingan, antara lain difungsikan sebagai museum, kantor instansi, objek wisata dan penelitian, dan lain lain. Oleh sebab itu perlu dilakukan pelestarian, guna menjaga bangunan bangunan bersejarah tersebut agar tidak rusak dan hilang keberadaannya oleh zaman.

Dalam kaitannya dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis, langkah rekonstruksi dan konservasi merupakan langkah penting yang dapat dilakukan untuk upaya pelestarian bangunan bersejarah di kota Semarang. Dua langkah tersebut biasanya mengacu pada dokumentasi bangunan tersebut.

Mengingat langkah langkah tersebut dapat dilakukan dengan Pemanfaatan *3D Laser Scanner*, karena memberikan ketelitian sangat tinggi untuk pendokumentasian suatu bangunan bersejarah, namun teknologi ini memerlukan biaya yang sangat mahal. Dengan menggunakan metode fotogrametri jarak dekat (*Close Range Photogrammetry*) diharapkan mampu untuk menekan biaya yang mahal tersebut. Metode fotogrametri jarak dekat mempunyai konsep yang sama dengan konsep dasar fotogrametri aerial, yang membedakannya adalah kajian objek yang diteliti. Metode fotogrametri jarak dekat dapat digunakan jika jarak antara objek dengan kamera kurang dari 100 meter (Atkinson 1996).

Untuk mendukung upaya pelestarian pada bangunan bersejarah di kota Semarang diharapkan dengan metode fotogrametri jarak dekat dapat digunakan dan dimanfaatkan.

### I.2 Perumusan Masalah

- Apakah kamera non metrik dapat digunakan untuk pekerjaan fotogrametri jarak dekat.
- Apakah metode fotogrametri jarak dekat (*Close Range Photogrammetry*) dapat menjadi alternatif dalam pendokumentasian bangunan.
- Seberapa besar ketelitian metode fotogrametri jarak dekat jika dibandingkan dengan metode *Electronic Total Station (ETS)*.

### I.3 Ruang Lingkup Permasalahan

- Bangunan bersejarah yang dimaksud adalah bangunan bersejarah Gereja Blenduk di kawasan kota lama, Semarang, Jawa Tengah.
- Proses kalibrasi kamera menggunakan perangkat lunak *PhotoModeler Scanner 2013*.
- Perbandingan ketelitian data ukuran menggunakan data hasil pengukuran *Electronic Total Station (ETS)*.

### I.4 Tujuan Penelitian

- Menerapkan metode fotogrametri jarak dekat menggunakan kamera digital non metrik untuk pemodelan bangunan Gereja Blenduk Semarang.
- Analisa ketelitian metode fotogrametri jarak dekat dengan hasil pengukuran *Electronic Total Station (ETS)*.

### I.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari hasil penelitian ini, diharapkan mampu untuk membantu dalam proses pekerjaan dalam rangka pelestarian bangunan- bangunan bersejarah di kota Semarang maupun dalam pekerjaan-pekerjaan lainnya

### I.6 Metodologi Penelitian

#### 1. Persiapan

Tahap awal penelitian ini meliputi kegiatan studi literatur, tahap lain yang perlu dilakukan adalah suvey lokasi dan objek yang diteliti serta persiapan alat-alat yang akan digunakan pada saat dilapangan.

#### 2. Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data merupakan proses lanjutan dari tahap persiapan. Dalam tahap ini, segala data yang telah direncanakan dikumpulkan untuk nantinya akan diolah. Data yang dimaksud adalah foto objek, titik kontrol dan titik sekutu objek yang diteliti.

#### 3. Pengolahan Data

Pengolahan data dimulai dari *marking* dan *referencing* yang dilakukan dengan menggunakan *software PhotoModeler Scanner 2013* dan selanjutnya proses permodelan objek menjadi 3D dan memasukan titik koordinat. Titik koordinat terdiri dari titik kontrol dan titik sekutu bangunan. Untuk proses *editing* dilakukan pada *software google sketchup 2015* sehingga formatnya harus di *export* dalam bentuk *.3ds*

#### 4. Marking dan Referencing

Proses penandaan titik-titik obyek dan mengidentifikasi titik yang sama pada foto yang berbeda. Untuk membentuk suatu model 3D diperlukan titik-titik yang sama minimal pada dua buah foto yang berbeda..

#### 5. Analisa dan Kesimpulan

Pada hasil akhir ini dilakukan analisa tentang ketelitian penggunaan metode fotogrametri jarak dekat, perbandingan ketelitian menggunakan hasil ukuran *Electronic Total Station (ETS)*.

### I.7 Bangunan Bersejarah Gereja Blenduk

Semarang merupakan kota pantai yang memiliki kawasan kota lama dengan banyak terdapat bangunan-bangunan kuno peninggalan zaman Belanda, dimana kawasan kota lama Semarang ini dahulunya dikelilingi benteng *Vijf Hoek* untuk keamanan kawasan. Salah satu pintu masuk utama benteng dibuat melewati *De Zuider Por* (sekarang

bernama jembatan Berok) dengan akses jalan utama yang dinamai *Heeren Straat* yang sekarang dikenal dengan nama jalan Letjend. Suprpto. Kawasan kota lama Semarang sering juga disebut dengan istilah *Out Stadt*, karena dahulu kondisi geografisnya kelihatan terpisah dari kondisi di sekitarnya dan nampak seperti kota tersendiri. Sehingga pernah mendapat julukan "*Little Netherland*".

Salah satu bangunan kuno yang ada berupa bangunan peribadatan agama Kristen Protestan yang bernama gereja Immanuel dan sangat dikenal dengan sebutan gereja Blenduk.

Gereja yang dibangun pada tahun 1753 dan mengalami beberapa kali proses pembangunan ini, tampil dengan gaya neo klasik yang berbeda dengan bangunan-bangunan lain di kota lama dan terlihat lebih menonjol karena bentuknya yang lebih kontras. Bangunan ini berada di tepi jalan Letjend. Suprpto (dulu bernama *Heeren Straat*) dengan posisi frontal terhadap jalan Kasuari (dulu bernama *Kerk Straat* atau jalan Gereja).

Gereja ini mula-mula dibangun oleh bangsa Portugis tahun 1753 masih dalam bentuk sederhana, kemudian diperbaiki dan dikembangkan oleh Belanda 13 yang waktu itu berkuasa di Indonesia dengan arsitek H.P.A. de Wilde dan W. Westmaas pada tahun 1894-1895 menjadi bentuk seperti sekarang. (Moedjiono, 2011)

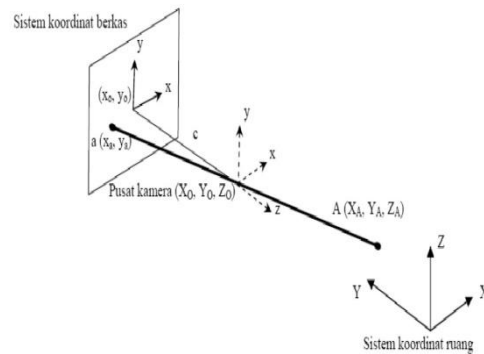
Posisi Gereja Blenduk itu sendiri terletak di wilayah yang strategis di pusat kota lama Semarang. Secara geografis Gereja Blenduk terletak pada  $6^{\circ} 58' 5,53''$  lintang selatan dan  $110^{\circ} 25' 39''$  bujur timur.

**I.8 Fotogrametri Jarak Dekat**

Fotogrametri adalah seni, ilmu, dan teknologi untuk memperoleh informasi terpercaya tentang obyek fisik dan lingkungan melalui proses perekaman, pengukuran, dan interpretasi gambaran fotografik, dan pola radiasi tenaga elektromagnetik yang terekam. (Wolf, 1993)

Fotogramteri terrestrial (Wolf, 1993) merupakan cabang ilmu fotogrametri dengan meletakkan kamera pada permukaan bumi. Kamera dapat dipegang dengan tangan, dipasang pada kaki kamera atau dipasang pada menara ataupun dengan alat penyangga lain yang dirancang secara khusus. Istilah "fotogrametri jarak dekat" pada umumnya digunakan untuk foto terrestrial yang mempunyai jarak objek sampai dengan 100 meter (Atkinson 1996).

Dalam bidang geodesi, metode fotogrametri jarak dekat ini banyak dimanfaatkan karena dapat memberikan informasi jarak, luas, volume. Dari hasil pengukuran dengan metode fotogrametri jarak dekat dapat diperoleh koordinat tiga dimensi dalam sistem foto.



**Gambar 1.1.** Prinsip kondisi kesegarisian berkas sinar atau kondisi kolinearitas

**I.9 Kalibrasi Kamera**

Kalibrasi kamera adalah proses menentukan parameter internal dari sebuah kamera. Parameter internal dibutuhkan untuk dapat merekonstruksi ulang berkas-berkas sinar pada saat pemotretan dan untuk mengetahui besarnya kesalahan sistematik dari sebuah kamera.

Proses kalibrasi ini dilakukan untuk mencari parameter intrinsik dan parameter ekstrinsik menggunakan *image* 2D suatu objek, yang dikorespondensikan dengan koordinat 3D objek tersebut, dengan kata lain korespondensi ini merupakan transformasi antar sistem koordinat. Beberapa parameter tersebut antara lain, *focal length*, titik pusat koordinat, resolusi, rotasi kamera, diforsi lensa. Untuk keperluan fotogrametri teliti posisi tanda tepi, bersama-sama dengan titik tengah foto, panjang fokus dan diforsi lensa harus ditentukan dengan cara kalibrasi kamera.

**I.10 Pemodelan Tiga Dimensi**

Dari dua buah foto yang bertampalan yang dihasilkan dari dua posisi pemotretan yang berbeda, akan dapat dibentuk sebuah model tiga dimensi. Model ini direpresentasikan oleh titik-titik tiga dimensi (x, y, z). Untuk dapat membentuk model tiga dimensi tersebut diperlukan suatu proses hitungan fotogrametri seperti orientasi dalam, orientasi luar, dan orientasi absolut. Fotogrametri jarak dekat merupakan teknik untuk mendapatkan informasi geometri seperti posisi, ukuran dan bentuk dari suatu obyek yang telah diambil gambarnya dalam bentuk foto.

**I.11 Tekstur**

Permasalahan pemetaan tekstur (*texture mapping*) sangat erat kaitannya dengan masalah pendaratan permukaan tiga dimensi ke dalambidang planar, karena pada umumnya tekstur yang ada berupa gambar 2D. Sehingga untuk memetakan tekstur tersebut dibutuhkan suatu metode untuk mendatarkan permukaan 3D menjadi bidang planar sehingga tekstur dapat dengan mudah dipetakan. Pada konteks pemetaan permukaan bumi, hal ini dikenal

sebagai “*map maker problem*”, yaitu bagaimana cara menggambarkan permukaan bola dunia ke dalam suatu lembaran peta. Telah ditunjukkan oleh Gauss (1828) bahwasanya pemetaan isometri antara dua permukaan dengan lekukan yang berbeda adalah hal yang tidak mungkin. Dengan kata lain, tidaklah mungkin memetakan permukaan dengan lekukan-lekukan yang kompleks kedalam bidang planar tanpa terjadinya distorsi. Hingga saat ini hanya solusi pendekatan yang dimungkinkan untuk dilakukan. Oleh karena itu algoritma pendataran permukaan (*surface flattening*) hanya bertujuan pada meminimalan distorsi geometri, tetapi tidak bisa mencegah terjadinya distorsi itu sendiri.

**I.12 Penelitian Terdahulu**

Rujukan penelitian terdahulu yang digunakan adalah skripsi dari Didik, P Akhmad, mahasiswa program studi Teknik Geodesi fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang, dengan judul Aplikasi fotogrametri jarak dekat untuk pemodelan 3D candi gedong songo. Penelitian tersebut dilakukan di objek wisata Candi Gedung Songo Semarang pada tahun 2012. Alat yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah dengan menggunakan kamera Canon EOS 500D dan alat ukur Total Station Nikon Nivo 5 C serta pita ukur. Dalam penelitiannya hasil analisis perbandingan koordinat menunjukkan bahwa pergeseran titik berkisar antara 0,000 meter hingga 0,11906 meter dengan RMS ± 0,087. Sedangkan untuk hasil perbandingan jarak dengan alat ukur *electronic total station* memiliki nilai rata rata selisih sebesar 0,118 meter dengan RMS ±0,130, sedangkan untuk perbandingan dengan pita ukur memiliki rata rata selisih 0,085 dengan RMS ±0,099.

Penelitian selanjutnya merupakan skripsi dari Defry Mulia dan Hepi Hapsari, mahasiswa dan mahasiswi dari Jurusan Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) pada tahun 2014 dengan judul tugas akhir “Studi Fotogrametri Jarak Dekat (*Close Range Potogrammetry*) Dalam Penentuan Suatu Objek”. Dalam penelitian tersebut dilakukan di Surabaya, dengan wilayah yang dianalisa adalah gundukan berumput bagian pintu masuk perumahan Pakuwon Sukolilo dan objek lemari, menggunakan kamera Canon EOS 5D mark II. Dari penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu Penentuan volume suatu objek dengan metode fotogrametri rentang dekat (CRP) merupakan alternatif yang kurang akurat untuk objek yang tidak beraturan. Setelah melakukan perbandingan dengan metode thacymetri (ETS) dan roll meter diketahui bahwa, Waktu pengukuran lemari metode CRP adalah 30menit dan metode rol meter adalah 20 menit, Jumlah personil pengukuran CRP adalah 1 orang dan personil ETS dan rol meter adalah 2 orang. Spesifikasi computer

yang dibutuhkan CRP lebih tinggi daripada thacymetri.

**II. DATA DAN METODE**

**II.1 Persiapan**

Pada tahap ini dilakukan tahapan persiapan peralatan, kalibrasi kamera dan pengumpulan data yang berkaitan dengan pembuatan model 3D Bangunan Gereja Blenduk Semarang. Data yang digunakan adalah data hasil kalibrasi kamera, data foto Bangunan, data pengukuran *electronic total station*. Sedangkan alat penunjang yang digunakan terdiri dari laptop, *electronic total station*, kamera *Digital Single lens Reflex* dan perangkat lunak yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

**II.2 Lokasi Penelitian**

Dalam penelitian ini, objek yang digunakan adalah bangunan bersejarah Gereja Blenduk, yang terdapat di kota Semarang. Tepatnya terletak di terletak di jalan Letjen Suprpto no 32 Semarang. Kawasan tersebut memiliki lalu lintas yang cukup padat, dengan lingkungan sekitar merupakan bangunan – bangunan kuno di kawasan Kota Lama Semarang. Secara geografis Gereja Blenduk terletak pada 6° 58’ 5,53” lintang selatan dan 110° 25’ 39” bujur timur.



**Gambar 2.1.** Posisi gereja Blenduk Semarang (Google earth)

**II.3 Data Penelitian**

Data yang dibutuhkan merupakan data digital dan data pengukuran di lapangan. Berikut data yang dibutuhkan secara terperinci :

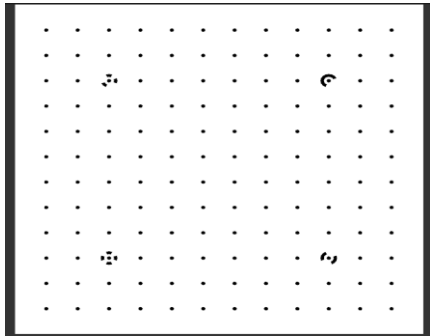
**Tabel 2.1.** Data Penelitian

| No. | DATA                                       | SUMBER DATA       | JENIS DATA       |
|-----|--|-------------------|------------------|
| 1   | Data kalibrasi kamera                      | Pengaturan kamera | Digital          |
| 2   | Foto Candi I                               | Survey lapangan   | Digital          |
| 3   | Pengukuran <i>Electronic Total Station</i> | Survey lapangan   | Teks dan Digital |



**II.4 Kalibrasi Kamera**

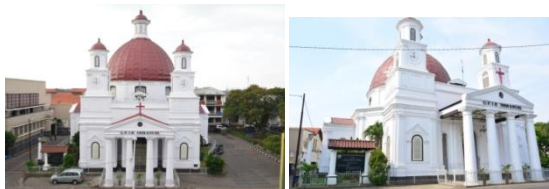
Proses kalibrasi kamera menggunakan menu yang sudah ada pada perangkat lunak *PhotoModeler Scanner*. Prinsip hitungan parameter internal kamera secara analitis menggunakan metode *Self Calibration Bundle Adjustment* terhadap titik target pada bidang kalibrasi. Dalam penelitian ini menggunakan bidang kalibrasi 12x12 untuk mengantisipasi jika jumlah foto lebih dari 8 lembar foto.



**Gambar 2.2.** Bidang Kalibrasi ukuran 12x12 (*photodeler*)

**II.5 Pemotretan Obyek**

Pemotretan obyek gereja Blenduk dilakukan secara teratur, mengitari bangunan objek secara detail dan sebaiknya foto yang diambil, antara foto satu dengan foto selanjutnya bertampalan agar dapat diproses dengan baik di perangkat lunak. Jarak antar kamera tidak teratur atau bebas dengan syarat sudut pengambilan antara kamera minimal 45<sup>0</sup> dan tidak lebih dari 100 m.



**Gambar 2.3.** Foto Pemotretan Gereja Blenduk

**II.6 Pengukuran Kerangka Dasar dan Titik Detail**

Pekerjaan pada tahap ini yaitu melakukan pengukuran kerangka dasar dan titik detail menggunakan *Electronic Total Station*. Pengukuran ini digunakan sebagai pengikatan terhadap koordinat tanah.

Cara pengukuran kerangka dasar menggunakan poligon. Berbagai bentuk poligon dibentuk dengan menyesuaikan bentuk medan pemetaan dan keberadaan titik referensi. Kerangka dasar ini digunakan untuk pengikatan titik detail yang kemudian digunakan untuk proses transformasi koordinat sebangun 3D.

Bentuk poligon yang digunakan dalam pengukuran ini adalah poligon tertutup dengan

koordinat lokal. Koordinat sebagai titik awal adalah P1 (1000,000 ; 1000,000 ;100,000).

**II.7 Pengukuran Sisi Bangunan**

Pengukuran sisi bangunan dilakukan sebagai data validasi model bangunan yang terbentuk. Sisi bangunan diukur menggunakan *electronic total station* dengan mode MLM(*Mising Line Measurment*), untuk dibandingkan dengan sisi dari model bangunan. Sisi bangunan yang diukur adalah dimensi bangunan yang meliputi lebar dan panjang bangunan. Pada penelitian ini sisi terluar bagian gedung dan bangunan inti yang diukur sebagai validasi data.

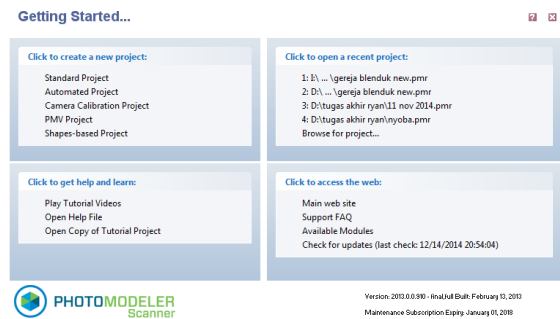
**II.8 Pemodelan 3D Menggunakan PhotoModeler Scanner 2014**

Perangkat lunak utama pada penelitian ini yang digunakan dalam pembentukan 3D adalah *PhotoModeler Scanner*, ini adalah perangkat lunak yang dibuat oleh *Eos System Inc.* yang tergabung dalam *Windows Corporation*.

Langkah kerja dalam pemodelan, dengan membuka menu awal.

*New Project*

Saat memulai menggunakan *PhotoModeler Scanner* maka perangkat lunak ini akan menampilkan *Getting Started*.



**Gambar 2.4.** Tampilan *Getting Started* untuk membuat *Project* baru

**Marking and Referencing**

Pada tahap ini dilakukan menandai titik-titik obyek dan mengidentifikasi titik yang sama pada foto yang berbeda. Untuk membentuk suatu model 3D diperlukan titik-titik yang sama minimal pada 3 buah foto yang berbeda.



**Gambar 2.5.** Tampilan proses *marking and referencing*

**Proses Pembentukan Model 3D Awal**

Setelah proses *Marking* dan *Referencing* selesai, selanjutnya dilakukan proses pembentukan model 3D awal. Perangkat lunak akan menghitung posisi 3D dari data kamera dan titik *Marking* yang ada pada foto. Perangkat lunak .



**Gambar 2.6.** Tampilan setelah proses 3D dilakukan

**II.9 Transformasi Koordinat 3D**

Koordinat model 3D yang dihasilkan belum memiliki ukuran sebenarnya, oleh karena itu diperlukan transformasi koordinat untuk mengubahnya menjadi ukuran sebenarnya. Transformasi koordinat ini menggunakan koordinat hasil pengukuran dengan *electronic total station*. Proses transformasi ini dilakukan pada sub menu *Scale/Rotate* kemudian memilih *Three Point* dan memasukkan koordinat tiga titik sekutu yang telah diperoleh.

| A...                                | V...                                | Name   | OP Id  | X (m)  | Y (m)  | Z (m)  |
|-------------------------------------|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | point1 | Pt-193 | 978.03 | 967.72 | 99.64  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | point2 | Pt-10  | 959.58 | 966.54 | 99.68  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | point3 | Pt-563 | 961.78 | 995.80 | 108.88 |

**Gambar 2.7.** Tampilan sub menu *3D Scale and Rotation*

**II.10 Visualisasi Model 3D**

Untuk mendapatkan visualisasi model tiga dimensi yang terbentuk berupa *shade surface* dan kerangka model, sub menu yang digunakan untuk visualisasi model 3D adalah *Open 3D View* yang terdapat pada menu *View* kemudian *Quality Texture*.

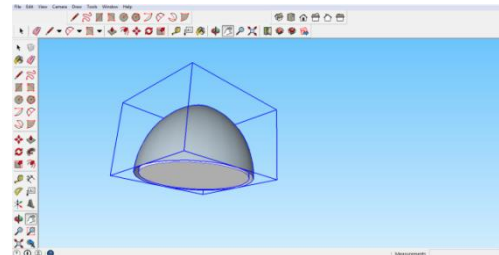


**Gambar 2.8.** Tampilan sisi depan model 3D dengan *Quality Texture*

**II.11 Proses Pembuatan Kubah dan Pilar pada Model 3D**

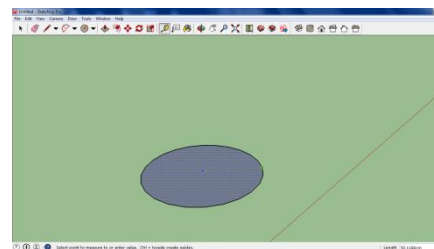
Pada proses ini adalah pembuatan kubah dari bagian atas Gereja Blenduk, dikarenakan keterbatasan perangkat dan lokasi, maka proses pembuatan kubah dilakukan pada perangkat lunak lain, yaitu dengan software *Google Sketchup 2015*. Pertama hasil model yang telah terbentuk di photomodeler, di *export* dengan format *.3ds*, karena dengan format tersebut maka tekstur pada model yang telah dibentuk pada photomodeler dapat terekspor. Kemudian membuka perangkat *Google Sketchup 2015* dan import file tersebut untuk melakukan proses editing.

pembuatan kubah dengan cara membuat lingkaran dengan menu *tools cirle* dengan ukuran atau dimensi yang menyesuaikan dimensi bangunan utama pada model, kemudian membuat *vertical line* pada pusat lingkaran. Membuat garis lengkung antara titik atas garis vertikal hingga pada bagian sisi lingkaran dengan sub menu *tools arc*, kemudian tarik garis tersebut dengan sub menu *follow me*.



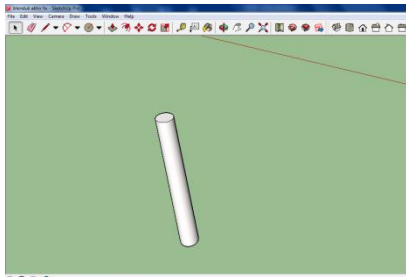
**Gambar 2.9.** Model kubah di *sketchup 2015*

Selanjutnya dilakukan pembuatan pilar pada model gedung, dengan proses pembuatan lingkaran dengan menu *tools cirle* dengan radius 50 cm.



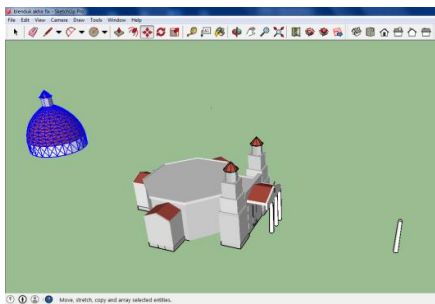
**Gambar 2.10.** Tampilan lingkaran dengan menu *tools cirle*

Kemudian bidang lingkaran ditarik ke atas sehingga membentuk seperti tabung dengan sub menu *push/pull* dengan tinggi 850 cm. Namun diameter pada lingkaran bagian atas pilar sedikit diperkecil sehingga bagian atas pilar sedikit mengkerucut.



Gambar 2.11. Tampilan bentuk pilar

Setelah model kubah dan pilar dibuat, kemudian digabungkan dengan model gedung inti bangunan menggunakan sub menu *move* dengan menyesuaikan posisi yang ada pada model bangunan inti.



Gambar 2.12. Proses penggabungan kubah dan pilar dengan model gedung

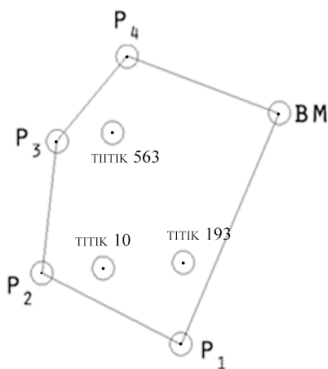
II.12 Tekstur Mapping

Tekstur mapping merupakan menu untuk memberikan tekstur pada model sehingga model bangunan tersebut nampak seperti pada bangunan sebenarnya. Proses ini dapat dilakukan dengan memilih menu *view* → *face style* → kemudian pilih *shaded with texture*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

III.1 Evaluasi Pengukuran Poligon

Pengukuran poligon menggunakan *electronic total station* yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan koordinat lokal dengan koordinat di titik awal X,Y,Z yaitu 1000,000 ; 1000,000 ; 100,000.



Gambar 3.1. Tampilan sketsa hasil pengukuran poligon

Tabel 3.1. Hasil pengukuran ETS koordinat titik titik poligon

| Titik | Y(m)     | X(m)    | Z(m)   |
|-------|----------|---------|--------|
| BM    | 1000     | 1000    | 100    |
| p1    | 950,143  | 977,430 | 99,686 |
| p2    | 965,462  | 945,589 | 99,541 |
| p3    | 993,912  | 949,063 | 99,330 |
| p4    | 1012,270 | 965,085 | 99,386 |

Hasil koordinat titik sekutu yang diperoleh dari pengukuran Elektronik Total Station

Tabel 3.2. Hasil pengukuran ETS koordinat titik titik sekutu

| Koordinat | X (m)   | Y(m)    | Z(m)    |
|-----------|---------|---------|---------|
| titik 193 | 978,034 | 967,724 | 99,639  |
| titik 10  | 959,584 | 966,537 | 99,679  |
| titik 563 | 961,78  | 995,802 | 108,878 |

III.2 Evaluasi Hasil Kalibrasi

Tabel 3.3. Hasil kalibrasi kamera Nikon D7100

| Parameter Orientasi          | Nilai(mm)   | Deviasi(mm) |
|------------------------------|-------------|-------------|
| Panjang Fokus                | 19.098      | 0.003       |
| Xp (posisi titik utama foto) | 11.994      | 0.002       |
| Yp (posisi titik utama foto) | 7.936       | 0.007       |
| K1 (Distorsi Radial)         | 8.295e-005  | 5.4e-007    |
| K2 (Distorsi Radial)         | -6.805e-009 | 2.9e-009    |
| K3 (Distorsi Radial)         | 0.000e+000  | 0.000e+000  |
| P1 (Distorsi Tangensial)     | 1.935e-005  | 1.2e-006    |
| P2 (Distorsi Tangensial)     | -1.215e-005 | 3.1e-006    |
| Average Photo Point Coverage |             | 80%         |

III.3 Hasil selisih pengukuran nilai koordinat sekutu

Tabel 3.4. Selisih nilai absis (m)

| no | id point | x (ETS) | x(Model) | Selisih |
|----|----------|---------|----------|---------|
| 1  | 193      | 978,03  | 978,03   | 0       |
| 2  | 10       | 959,58  | 959,58   | 0       |
| 3  | 563      | 961,78  | 961,89   | 0,119   |

**Tabel 3.5.** Selisih nilai ordinat

| no | id point | y (ETS) | y(Model) | Selisih (m) |
|----|----------|---------|----------|-------------|
| 1  | 193      | 967,72  | 967,72   | 0           |
| 2  | 10       | 966,53  | 966,53   | 0           |
| 3  | 563      | 995,8   | 995,52   | -0,273      |

**Tabel 3.6.** Selisih nilai z

| no | id point | z (ETS) | z (Model) | Selisih (m) |
|----|----------|---------|-----------|-------------|
| 1  | 193      | 99,639  | 99,639    | 0           |
| 2  | 10       | 99,679  | 99,679    | 0           |
| 3  | 563      | 108,87  | 108,78    | -0,089      |

**III.4 Analisis Perbandingan Jarak**

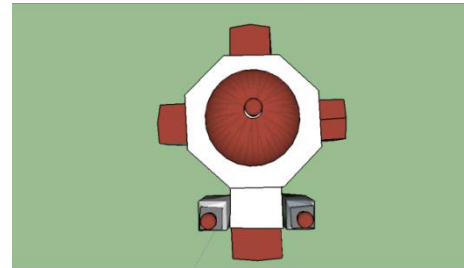
Analisis perbandingan jarak merupakan analisis dengan melakukan perbandingan antara panjang jarak yang dihasilkan melalui pengukuran langsung di lapangan yang dibandingkan dengan hasil ukuran melalui perangkat lunak *photomodeler 2013*.

**Tabel 3.7.** Perbandingan *Electronic Total Station* dengan model 3D

| sisi                   | jarak (m) |           | Δ  (m) |
|------------------------|-----------|-----------|--------|
|                        | Ets       | Model     |        |
| lebar bangunan         | 9,358     | 9,271     | 0,087  |
| lebar jendela`         | 1,275     | 1,256     | 0,019  |
| lebar pintu            | 1,940     | 1,780     | 0,159  |
| tinggi bangunan        | 9,194     | 9,066     | 0,128  |
| tinggi jendela depan   | 2,014     | 2,015     | 0,001  |
| tinggi menara bangunan | 10,649    | 10,649    | 0,274  |
| tinggi pintu samping   | 2,320     | 2,320     | 0,029  |
|                        |           | min       | 0,001  |
|                        |           | maks      | 0,274  |
|                        |           | $\hat{x}$ | 0,099  |
|                        |           | $\sigma$  | 0,089  |

**III.5 Hasil Model Akhir**

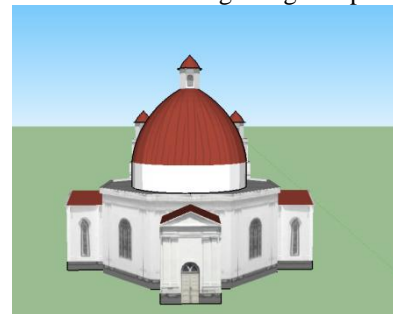
Setelah hasil proses pemodelan bagian bangunan gedung inti diperoleh, serta telah melalui proses pembuatan model kubah dan penyelesaian akhir maka diperoleh hasil model akhir.



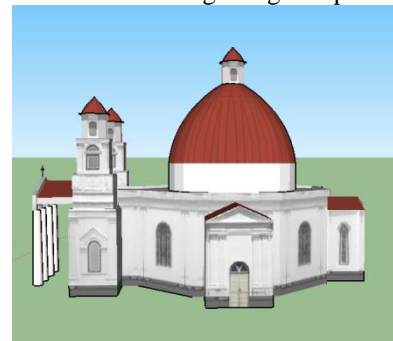
**Gambar 3.2.** Model 3D gedung tampak atas



**Gambar 3.3.** Model 3D gedung tampak depan

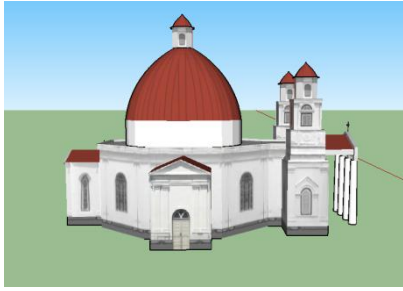


**Gambar 3.4.** Model 3D gedung tampak belakang



**Gambar 3.5.** Model 3D gedung tampak samping kiri





Gambar 3.6. Model 3D gedung tampak samping kanan

#### IV. PENUTUP

##### IV.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian tentang pemodelan bangunan dengan menggunakan metode fotogrametri jarak dekat maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Fotogrametri jarak dekat dengan menggunakan kamera digital non metrik dapat digunakan untuk pemodelan bangunan, namun perlu dilakukan kalibrasi kamera terlebih dahulu agar dapat diperoleh ketelitian geometri model 3D yang baik.
2. Metode fotogrametri jarak dekat juga dapat menghasilkan pemodelan 3 dimensi disamping dengan metode pengukuran lainnya, antara lain dengan metode *Electronic Laser Scanner 3D*, oleh sebab itu dengan metode fotogrametri jarak dekat dapat digunakan sebagai salah satu alternatif pendokumentasian bangunan yang digunakan sebagai acuan rekonstruksi dan konservasi.
3. Berdasarkan hasil analisis perbandingan koordinat menunjukkan bahwa pergeseran titik berkisar antara 0 meter hingga 0,119 meter, sedangkan untuk hasil perbandingan jarak dengan alat ukur *electronic total station* memiliki nilai rata rata selisih sebesar 0,099 meter, dengan nilai RMS sebesar  $\pm 0,089$ , hal ini dapat terjadi karena kesalahan dalam meletakkan titik pengukuran dilapangan dengan titik pada model 3D, namun model 3D yang dihasilkan dari metode ini adalah dalam bentuk model yang sederhana, bentuk detail pada bangunan atau objek tidak digambarkan secara mendetail pada setiap sisi objek, dikarenakan keterbatasan lokasi, waktu, dan metode itu sendiri.

##### IV.2 Saran

Beberapa saran yang ingin penulis sampaikan untuk pengembangan ilmu fotogrametri jarak dekat lebih lanjut antara lain:

1. Kalibrasi sebaiknya dilakukan pada bidang datar yang memiliki cahaya cukup agar memiliki hasil yang baik.
2. Hindari posisi pemotretan obyek yang menentang matahari karena dapat menimbulkan efek *flare* atau *backlight* sehingga foto atau gambar yang

dihasilkan tidak terlihat secara jelas, hal ini dapat mengganggu untuk melakukan proses selanjutnya.

3. Jarak pemotretan bangunan atau objek terhadap kamera sebaiknya diatur sedemikian rupa sehingga sisi bangunan dapat terpotret keseluruhan dalam satu *frame*.
4. Lakukan pemotretan obyek dari tempat yang lebih tinggi untuk menjangkau bagian yang tidak terlihat secara horisontal.
5. Saat melakukan pemotretan, usahakan tidak ada benda lain yang menutupi objek atau bangunan yang akan dipotret, sebab ini akan berpengaruh pada saat akan melakukan proses *Marking and Referencing* nantinya.
6. Proses *Marking and Referencing* pada setiap titik sebaiknya dilakukan sebanyak mungkin foto agar memiliki hasil akurasi yang tinggi. Karena titik yang hanya pada jumlah foto yang sedikit masih masuk dalam kategori *Weak* walaupun dapat membentuk 3D.
7. Transformasi koordinat sebaiknya menggunakan metode selain *Three point* yaitu dengan metode *Imported Objects section*.
8. Pengukuran dengan menggunakan *Electronic Total Station* sebaiknya menggunakan target berupa stiker reflektor untuk mengurangi kesalahan pada penempatan titik di obyek.

#### V. Daftar Pustaka

- Atkinson, K.B. 1996. *Close Range Photogrammetry and Machine Vision*. Whittles Publishing. Scotland, UK.
- Mulia, D dan Hapsari, H. (2014). Studi Fotogrametri Jarak Dekat (*Close Range Potogrammetry*) Dalam Penentuan Suatu Objek. Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya.
- Prasetyo, D. A. (2012). Aplikasi Fotogrametri Jarak Dekat Untuk Pemodelan 3D Candi Gedong Songo. Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang.
- Indriastjario, M. (2011). Mengenal Gereja Blenduk Sebagai *Landmark* Kota Semarang. Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang.
- Wolf, P. R. (1993). *Elemen Fotogrametri*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta