



## **Pemodelan 3 Dimensi Candi Kedulan Menggunakan Terrestrial Laser Scanner**

### ***Three Dimensional Model of Kedulan Tample Using Terrestrial Laser Scanner***

**Aditya Firman Pramudya**

<sup>1</sup>Teknik Geomatika, Fakultas Teknologi Mineral, Jl. Ring Road Utara No, 104, Yogyakarta, 55283.

\*Corresponding Author: adiitia00@gmail.com

---

**Article Info:**

Received: 13-04-2022

Accepted: 25-04-2022

Published: 30-04-2022

**Kata kunci:**

Tiga dimensi, TLS, Candi Kedulan

**Keywords:**

Three dimensional, TLS, Kedulan Temple

**Abstrak:** Perkembangan teknologi dalam survey pemetaan pada masa kini berkembang sangat cepat. Dimulai dengan alat-alat yang bersifat manual dan konvensional, sekarang banyak teknologi survey pemetaan yang bersifat otomatis dan canggih. Salah satunya yang berkembang saat ini adalah teknologi untuk survey suatu obyek tiga dimensi, yakni terrestrial laser scanner. *Terrestrial Laser Scanner* (TLS) adalah suatu teknologi metode pengukuran *ground based* yang mampu memberikan visual hasil dokumentasi dalam model 3 dimensi (3D) dengan proses akuisisi data yang efektif dan perekamannya secara realtime, aktual, dan dimensional. Penelitian ini menggunakan data *Terrestrial Laser Scanner* di Candi Kedulan, Dusun Kedulan, Desa Tirtomartani, Kecamatan Kalasan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Tujuan penelitian ini untuk melakukan pemodelan 3 dimensi pada Candi Kedulan. Dengan menggunakan TLS, kami berharap dapat mempersentasikan Candi Kedulan dengan tingkat kedetailan yang cukup tinggi.

**Abstract:** *The development of technology in mapping surveys is currently growing very fast. Starting with manual and conventional tools, now many mapping survey technologies are automated and sophisticated. One of them that is currently developing is technology for surveying a three-dimensional object, namely a terrestrial laser scanner. Terrestrial Laser Scanner (TLS) is a ground-based measurement method technology that is able to provide visual documentation of the results in a 3-dimensional (3D) model with an effective data acquisition process and real-time, actual, and dimensional recording. This research uses Terrestrial Laser Scanner data in Kedulan Temple, Kedulan, Tirtomartani, Kalasan, Sleman Regency, Special Region of Yogyakarta. The purpose of this research is to perform 3D modeling on Kedulan Temple. By using TLS, we hope to be able to present Kedulan Temple with a fairly high level of detail.*

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dalam survey pemetaan pada masa kini berkembang sangat cepat. Dimulai dengan alat-alat yang bersifat manual dan konvensional, sekarang banyak teknologi survey pemetaan yang bersifat otomatis dan canggih. Salah satunya yang berkembang saat ini adalah teknologi untuk survey obyek 3 dimensi, yakni *terrestrial laser scanner*. *Terrestrial Laser Scanner* (TLS) adalah suatu alat pengukuran *ground based* yang mampu memberi hasil dokumentasi dalam model 3 dimensi (3D) dengan proses akuisisi data yang efektif dan perekamannya secara *realtime*, aktual, dan *dimensional* (Leonardo, 2008). Alat TLS merekam sudut horizontal, sudut vertikal, dan jarak TLS terhadap obyek yang kemudian ditransformasikan menjadi koordinat kartesi 3 dimensi dan hasilnya berupa kumpulan titik-titik awan atau yang biasa disebut *point clouds*.

*Point clouds* digunakan sebagai kerangka dasar acuan 3 dimensi baik untuk pembuatan model 3 dimensi seperti *Digital Elevation Model* (DEM), *Digital Surface Model* (DSM), *modelling* atau *meshing*. Pentingnya peran *point clouds* ini mengartikan pentingnya mengetahui ketelitian dari pengukuran *point clouds*, karena semakin baik ketelitian dari *point clouds* yang didapat maka semakin baik pula hasil model 3 dimensi yang dibuat. Data *point clouds* dapat diperoleh dengan berbagai macam cara, antara lain teknologi LiDAR (*Light Detection and Ranging*), dari data foto udara hasil Akuisisi *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dan teknologi *Terrestrial Laser Scanner* (TLS).

Lokasi penelitian ini di Candi Kedulan, Dusun Kedulan, Desa Tirtomartani, Kecamatan Kalasan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Tujuan penelitian ini untuk merepresentasikan Candi Kedulan dalam bentuk tiga dimensi, dengan menggunakan TLS sehingga didapat ketelitian yang cukup tinggi.

### 1.2 Tinjauan Pustaka

*Terrestrial Laser Scanner* (TLS) merupakan suatu peralatan penangkapan gambar (*image*) aktif yang secara cepat dapat memperoleh kumpulan dari titik-titik tiga dimensi dari suatu objek maupun permukaan (Lichti, dkk 2005). Hasil dari penyimpanan ini akan memperoleh suatu data yang dinamakan *point cloud*. *Point cloud* adalah kumpulan titik-titik 3 dimensi yang memiliki koordinat (*Easting*, *Northing*, dan Elevasi) dalam suatu sistem koordinat yang sama. Kelebihan alat TLS dibandingkan dengan alat ukur konvensional lainnya yaitu pengambilan data lebih cepat dan kualitas hasil pengukuran yang jauh lebih akurat. Pada proses pengambilan data dan pengukuran juga dapat dilakukan dari jarak yang cukup jauh sehingga efisiensi dan keselamatan pekerja dapat terjamin.

*Point Cloud* yang merupakan sekumpulan data titik-titik dalam sistem koordinat. Data-data titik ini digunakan untuk membuat model *Computer Aided Design* (CAD) 3 dimensi. *Point clouds* digunakan sebagai kerangka dasar acuan 3 dimensi baik untuk pembuatan model 3 dimensi seperti *Digital Elevation Model* (DEM), *Digital Surface Model* (DSM), *modelling* atau *meshing*. Pentingnya peran *point clouds* ini mengartikan pentingnya mengetahui ketelitian dari pengukuran *point clouds*, karena semakin baik ketelitian dari *point clouds* yang didapat maka semakin baik pula hasil model 3 dimensi yang dibuat. Data *point clouds* dapat diperoleh dengan berbagai macam cara, antara lain teknologi LiDAR (*Light Detection and Ranging*), dari data foto udara hasil akuisisi *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dan teknologi *Terrestrial Laser Scanner* (TLS).

Metode *cloud to cloud* merupakan suatu metode akuisisi data *terrestrial laser scanner* dengan titik ikat yang digunakan untuk registrasi didapat dari titik-titik objek hasil perekaman sehingga pada saat perekaman target tidak perlu pemasangan target. Metode ini pada dasarnya menggabungkan beberapa data hasil *scan world*. *Scan world* berupa kumpulan data *point cloud* yang di selaraskan dengan sistem koordinat, dengan menentukan *point cloud* yang sama dan terekam pada data *scan world* yang akan digabungkan. Metode ini dapat menghasilkan registrasi yang baik jika saat penyisipan antara dua *scan world* yang akan diregistrasi harus mempunyai overlap area umumnya 30%-40% (Quintero., dkk, 2008). Cara untuk mengidentifikasi *point cloud* dengan mudah, yaitu dengan cara menggunakan pojok-pojok bangunan. Kelebihan metode *cloud to cloud* adalah apabila hasil registrasi

memiliki ketelitian yang kurang maka dapat diulang lagi dengan menggunakan titik ikat yang lain tanpa harus melakukan pengukuran kembali. Selain itu, dengan registrasi metode *cloud to cloud* maka lebih efisien dalam hal waktu dan biaya, karena pada saat melakukan pengukuran tidak memerlukan identifikasi target sehingga waktu yang dibutuhkan lebih singkat.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Untuk dapat memperoleh data *point clouds* dengan TLS pada Candi Kedulan.
2. Untuk dapat merepresentasikan hasil tiga dimensi dengan data *point clouds* dengan menggunakan aplikasi CloudCompare.

## 2. Alat, Bahan dan Metode

### 2.1 Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan antara lain :

1. Terrestrial Laser Scanner

*Terrestrial laser scanner* yang didapat secara langsung dengan melakukan pengukuran. Data yang didapat berupa *point clouds*. TLS yang digunakan adalah GLS-1500 TOPCON yang memiliki spesifikasi sebagai berikut.

System Performance	
Maximum Range at Specified Reflectivity	90% reflectivity: 1100' (330m) 18% reflectivity: 500' (150m)
Minimum Range	3.28' (1m)
Single Point Accuracy	0.16" at 500' (4mm at 150m)
Dual Axis Compensators	Vertical Angle: 6" Accuracy Horizontal Angle: 6" Accuracy
Laser Scanning System	
Type	Pulsed
Color:	Invisible (eye-safe laser)
Laser Class	Class 1
Scan Rate	30,000 points per second
Scan Density (Resolution)	Spot Size: 0.24" at 130' (6mm at 40m) Maximum Sample Density: 0.04" at 328' (1mm at 100m)
Field-of-View (Per scan)	Horizontal: 360 degrees maximum Vertical: 70 degrees maximum
Color Digital Imaging	2.0 megapixels digital camera

Gambar 1. Spesifikasi GLS-1500

(Sumber: topconcare.com)

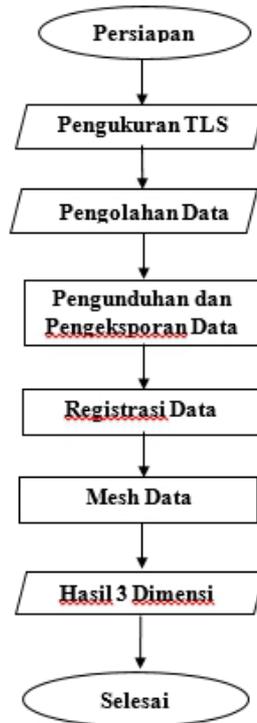
2. Autodesk Recap

Autodesk Recap digunakan untuk melakukan pengolahan data mentah dari TLS (.clr) yang berfungsi untuk mengubah format data ke LAS cloud (.las) atau E57 (.e57).

3. Software aplikasi CloudCompare

Aplikasi CloudCompare digunakan untuk melakukan pengolahan data *point cloud* agar menjadi bentuk tiga dimensi.

## 2.2 Metode



Gambar 2. Alur Penelitian

### Pengukuran TLS

Kegiatan pengukuran yang diperlukan untuk membuat pemodelan tiga dimensi membutuhkan beberapa alat antara lain; *Terrestrial Laser Scanner* dan statif yang digunakan untuk mendirikan alat di lapangan. Pada tahap ini cara langkah pengukuran cukup mudah yaitu dengan meletakkan alat di beberapa bagian sisi bangunan agar seluruh objek yang diinginkan dapat dimodelkan. Karena tujuannya hanya untuk mendapat model 3 dimensi, sehingga yang diperlukan hanya scanning dan tidak memerlukan backsight. Sebelum dilakukan pengukuran, pertama menentukan titik terlebih dahulu, terdapat 5 titik yang dipakai, titik yang dipilih cukup berdasarkan cakupan area yang dapat terlihat semua sisi bangunan.



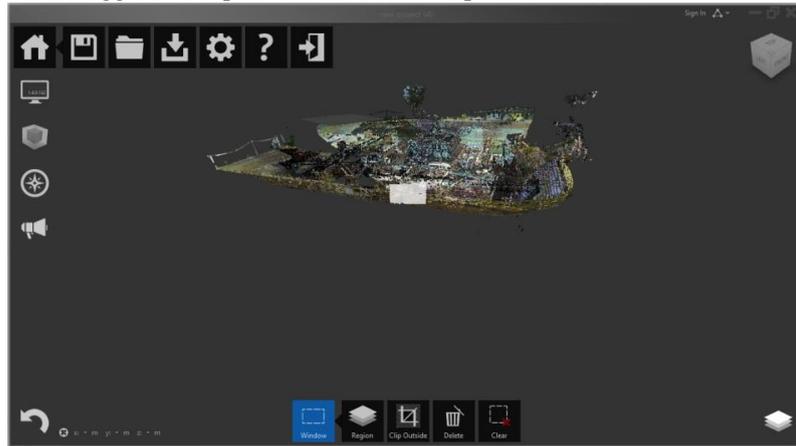
Gambar 3. Lokasi Penelitian (Sumber: Google Earth)

## Pengolahan Data

Pengolahan data menggunakan computer dengan software CloudCompare. Kegiatan yang dilakukan berupa pengunduhan data, pengeksporan data, registrasi data, dan *mesh data*.

### 1 Pengunduhan dan pengeksporan data

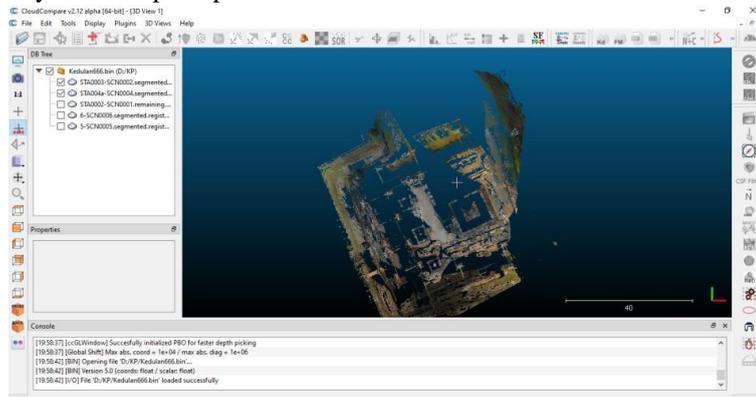
Mengunduh data adalah proses kegiatan untuk mengambil data yang telah diperoleh, sedangkan mengekspor data adalah proses merubah bentuk suatu file agar dapat digunakan di aplikasi lain. Pada kegiatan ini mengekspor data diperlukan karena hasil dari alat secara langsung tidak dapat diolah menggunakan aplikasi CloudCompare dalam bentuk file .clr, untuk melakukan ekspor data kami menggunakan aplikasi Autodesk Recap.



Gambar 4. Proses Pengunduhan dan pengeksporan data

### 2 Registrasi Data

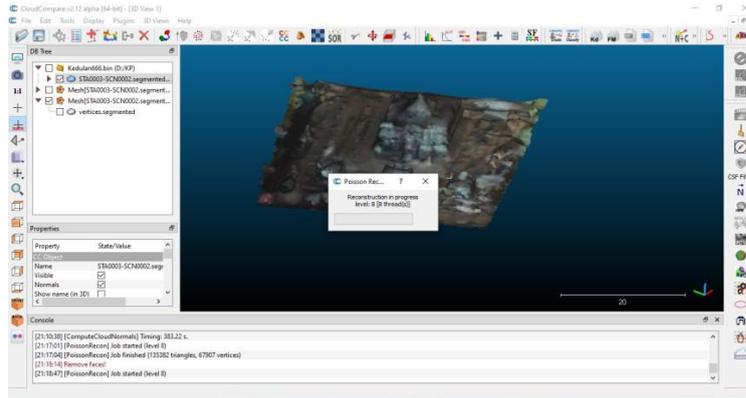
Merupakan proses penggabungan data agar dapat dibentuk 3 dimensi. Penggabungan data tersebut dilakukan dengan metode *Cloud to Cloud* yang berarti mencocokkan *point cloud* pada bagian sisi pojok bangunan agar terlihat simetris. Setelah selesai menyatukan data dan cocok, langkah selanjutnya adalah segmentasi. Segmentasi dilakukan agar *point cloud* menjadi satu kesatuan yang artinya tidak dapat dipisahkan.



Gambar 5. Proses Registrasi data

### 3 Mesh Data

*Mesh data* dilakukan agar objek terlihat solid. Langkah yang perlu dilakukan adalah melakukan *normal compute* hal ini diperlukan agar dapat membantu menghilangkan sedikit *noise* dan mempertajam objek. Setelah dilakukan *normal compute* tahap selanjutnya dilakukan *poisson reconstruction* yang dimana parameter utamanya adalah *octree depth level* yang berarti semakin tinggi levelnya maka semakin baik permukaannya tetapi waktu yang dibutuhkan untuk proses juga semakin lama, berlaku juga pada kapasitas memori penyimpanan data, semakin tinggi level semakin besar memori penyimpanan yang dibutuhkan. Dalam tahap *poisson reconstruction* level yang dipakai adalah level 15. Level 15 dipilih karena ketajaman dan bentuk dari objek sudah cukup baik. Jika terdapat objek yang menggelembung dapat diatur dengan *Scalar Fields*.



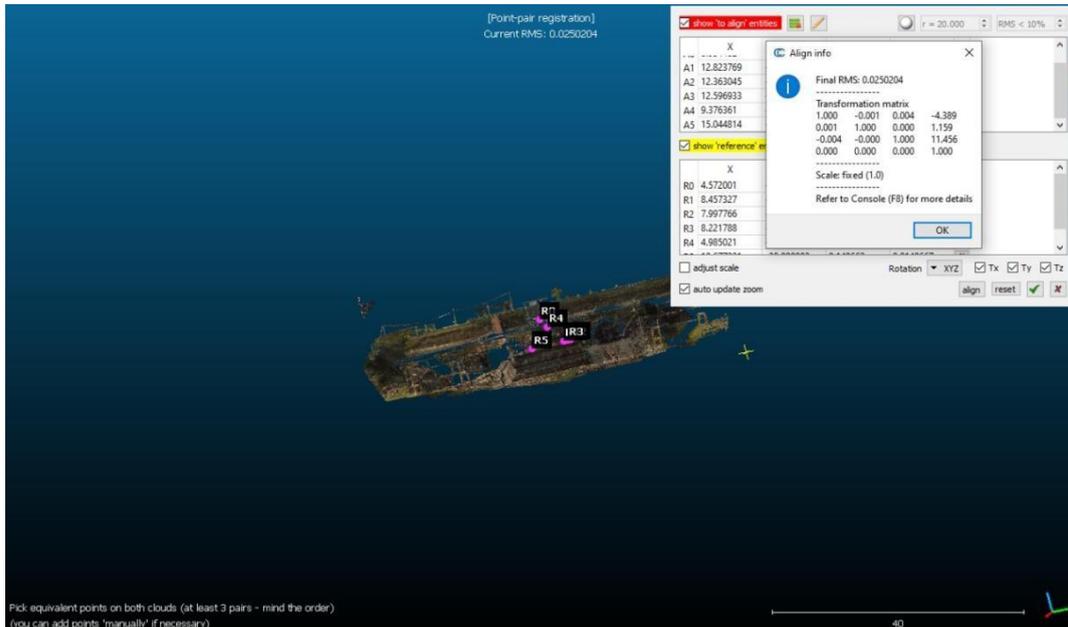
Gambar 6. Proses Mesh data

### 3. Hasil dan Pembahasan

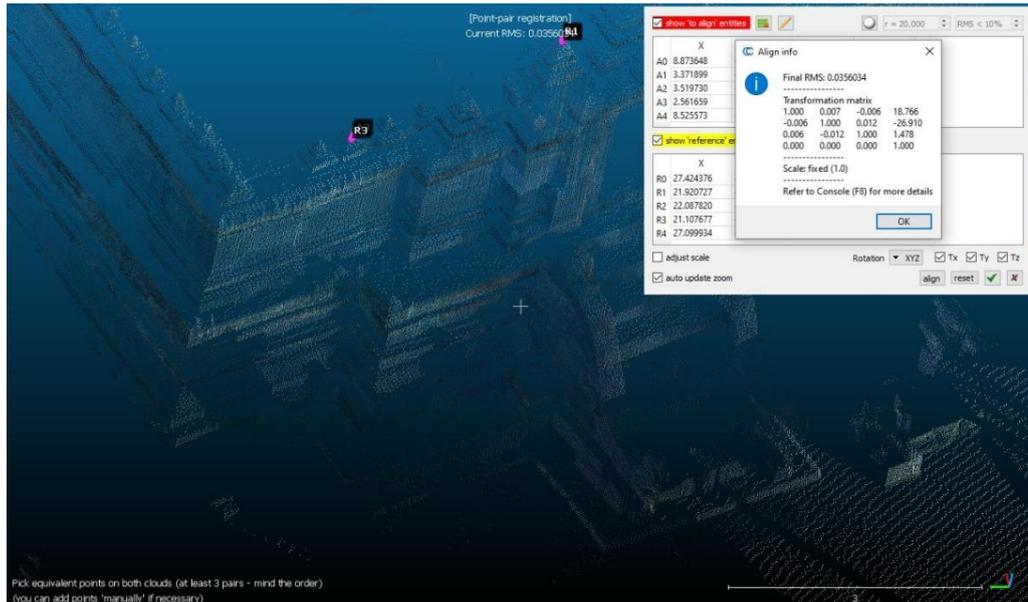
#### 3.1 Hasil Registrasi Data

Hasil registrasi data yang dilakukan dengan menyatukan atau menggabungkan *point clouds* dari bagian-bagian objek agar terbentuk tiga dimensi. Untuk hasil dari registrasi data sebagai berikut :

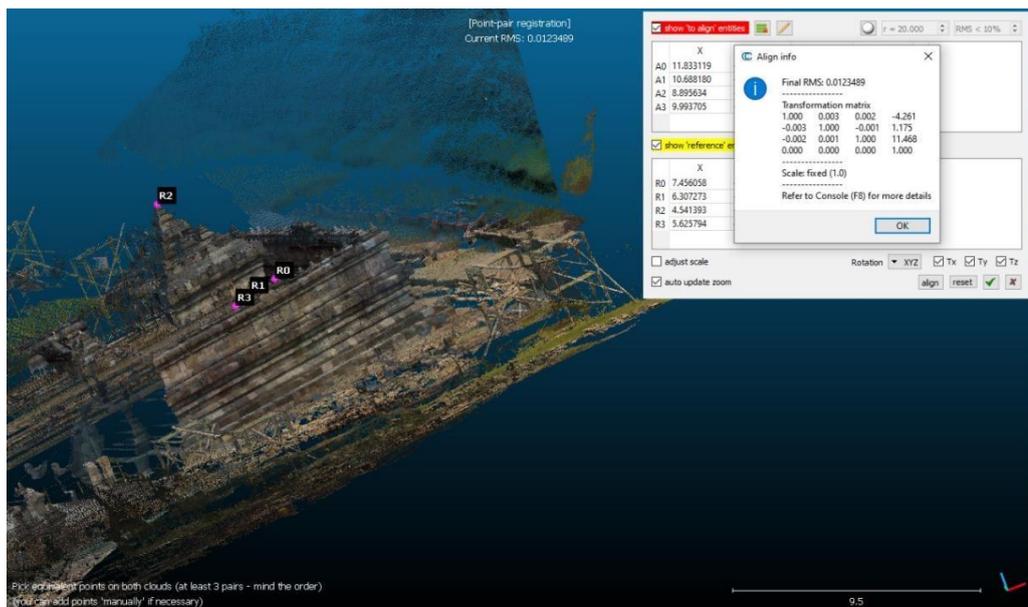
1. Titik 1 dan titik 2 diperoleh Final RMS = 0.0250204
2. Titik 4 dan titik 5 diperoleh Final RMS = 0.0356034
3. Hasil titik 1, 2 dengan titik ke 3 diperoleh Final RMS = 0,0123489
4. Hasil titik 1, 2, 3 dengan titik ke 4, 5 diperoleh Final RMS = 0,0353849



Gambar 7. Hasil Registrasi Data Titik 1 dan 2



Gambar 7. Hasil Registrasi Data Titik 4 dan 5



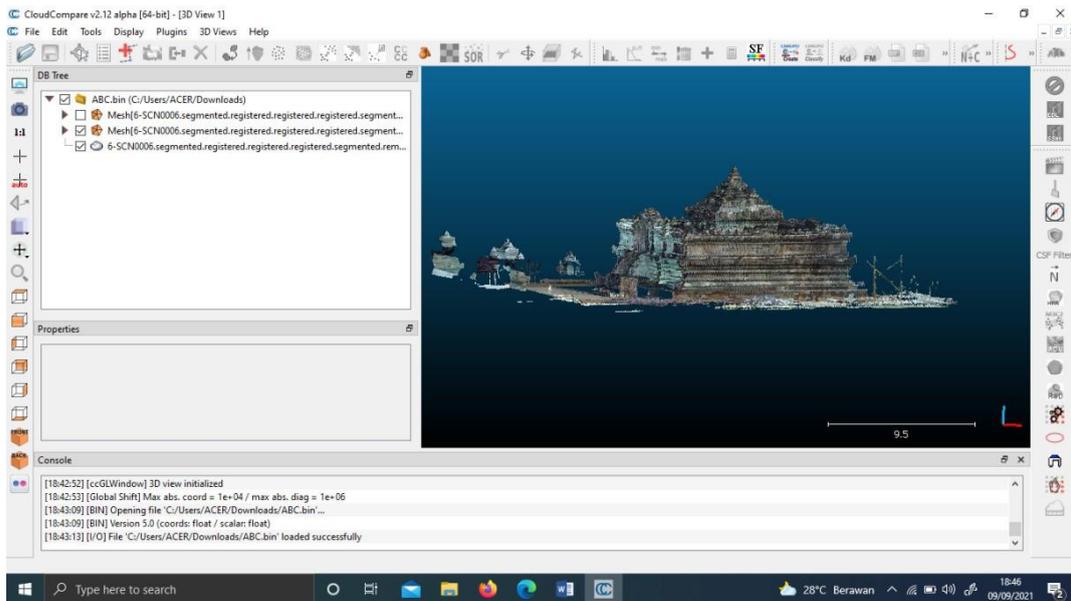
Gambar 9. Hasil Registrasi Data Titik 1, 2, dan 3

### 3.2 Hasil Mesh Data

Pengolahan data yang terakhir yaitu dengan melakukannya *mesh data*. Hal ini membuat objek terlihat solid dan tidak adanya *cloud point*.

### 3.3 Hasil 3 Dimensi

Hasil berupa 3 dimensi dari registrasi data menggunakan metode *cloud to cloud* dengan mencocokkan sisi bangunan dengan sisi lain untuk mendapatkan pendekatan *point clouds* yang sesuai, tetapi masih jauh dari kata sempurna dikarenakan ketika di dalam pengukuran terdapat objek-objek yang mengganggu sehingga terdapat beberapa data yang bisa dikatakan kosong atau berlubang serta terdapat perbedaan warna pada satu data hal ini mungkin bisa terjadi karena pengukuran terjadi pada siang hari (Kajat Muntalib dan Harintaka, 2016)



Gambar 10. Hasil 3 Dimensi

#### 4. Kesimpulan

1. Pemodelan 3 dimensi menggunakan *Terrestrial Laser Scanner* GLS-1500 Topcon mendapatkan ketelitian yang sangat baik, pada penelitian ini jarak diantara *point cloud* di set pada 5 mm sehingga mendapatkan bentuk objek yang cukup baik.
2. Terdapat 1 titik yaitu titik ke 4 warna dari objeknya berbeda dengan objek lain atau bisa dikatakan tidak sesuai warna dengan keadaan aslinya warna yang dihasilkan adalah warna putih yang mungkin berarti kesalahan terdapat dari pemantulan cahaya yang terlalu berlebihan.
3. Proses registrasi menggunakan metode *cloud to cloud* sangat efisien dan cepat. Didapati hasil dari registrasi data yaitu :
  1. Titik 1 dan titik 2 diperoleh Final RMS = 0.0250204
  2. Titik 4 dan titik 5 diperoleh Final RMS = 0.0356034
  3. Hasil titik 1, 2 dengan titik ke 3 diperoleh Final RMS = 0,0123489
  4. Hasil titik 1, 2, 3 dengan titik ke 4, 5 diperoleh Final RMS = 0,0353849

#### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih sebesar besarnya untuk kepada rekan-rekan yang membantu penelitian ini dan juga terima kasih kepada Jurusan Teknik Geofisika Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta yang sudah memberi kesempatan kami untuk melakukan penelitian ini.

#### Daftar Pustaka

CloudCompare. (2015). CloudCompare v2.6.1 User Manual.

Hutagalung, Alvatara Partogi. (2017). Analisis Ketelitian Data Pemodelan 3 Dimensi Dengan Metode Traverse Dan Metode Cloud To Cloud Menggunakan Terrestrial Laser Scanner. Semarang : Jurnal Geodesi Undip. Vol 6 , No. 4

Muntalib Kajab, Harintaka. (2016). Pengaruh Warna Dan Jenis Material Target Terhadap Hasil Pengukuran Terrestrial Laser Scanning Leica Scanstation C10 (Skripsi, Universitas Gadjah Mada).

Pitto Yuniar Maharsayanto, dkk. (2013). Aplikasi Terrestrial Laser Scanner Untuk Permodelan Tampak Muka Bangunan (Studi Kasus: Gedung PT. Almega Geosystems Kelapa Gading-Jakarta). Aplikasi Terrestrial Laser Scanner Untuk Permodelan Tampak Muka Bangunan (Studi Kasus: Gedung PT. Almega Geosystems Kelapa Gading-Jakarta), 1-13

Waljiyanto dan Chintya Ni Putu Praja. (2020). Permodelan Tiga Dimensi (3d) Bangunan Cagar Budaya Menggunakan Data Point Cloud Studi Kasus Di Gedung Perpustakaan Sekolah Vokasi UGM, Yogyakarta. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada, Teknik Geomatika/Teknologi Kebumihan/Sekolah Vokasi.