

BAB IV

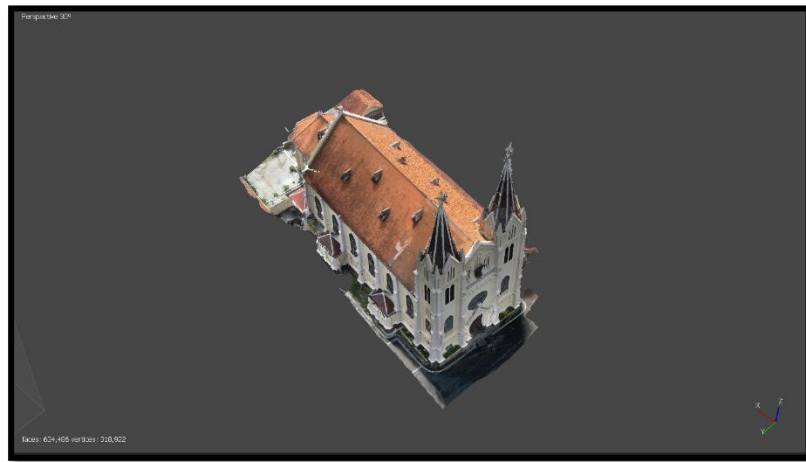
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pelaksanaan penelitian, telah dilakukan serangkaian proses pengolahan data dan menghasilkan data-data yang digunakan dalam pembahasan di penelitian ini, hasil yang diperoleh (terlampir) adalah sebagai berikut:

- A. Hasil 3D Bangunan Gereja
- B. Hasil *Point Cloud*
- C. Pengukuran Manual pengukuran dengan menggunakan Meteran dan Duka *laser*

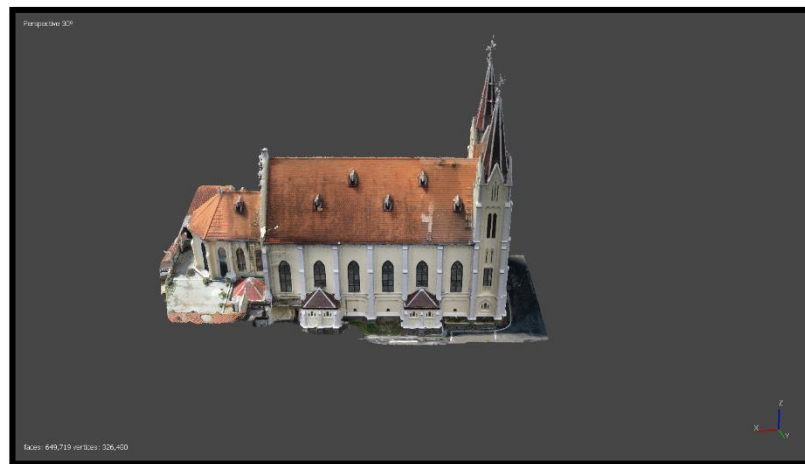
4.1 Hasil 3D Bangunan Gereja

Pengolahan foto udara pada penelitian ini dilakukan menggunakan *Software Agisoft Meta Shape*. Data foto diambil dengan menggunakan *Drone* Mavic 2 Pro dan Mavic Air 2 dengan jumlah foto yang diambil dengan total sebanyak 706 foto yang kemudian akan diolah untuk menjadikan 3D model.



Gambar 4. 1 3D Tampak Atas Bangunan

Data yang sudah selesai diolah menggunakan *software Agisoft Meta Shape* pada gambar 4.1 memberikan hasil 3D terhadap bangunan Gereja tampak atas yang menyerupai dengan bentuk aslinya di lapangan.



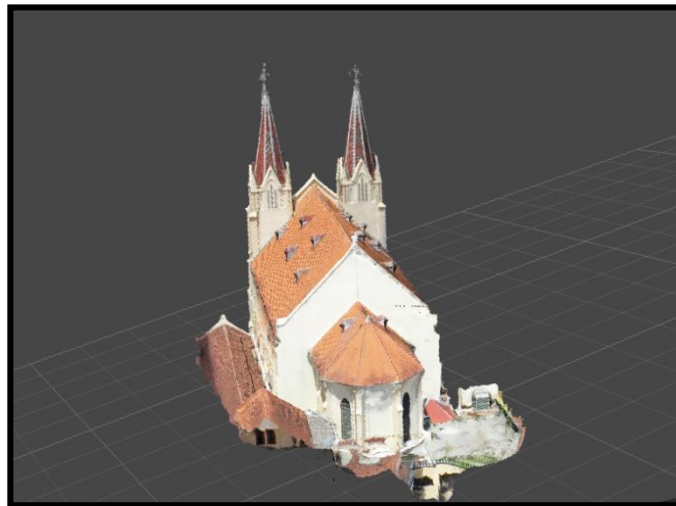
Gambar 4. 2 3D Tampak Bangunan Gereja Samping Kanan

Data yang sudah selesai diolah menggunakan *software* Agisoft Metashape pada gambar 4.2 memberikan hasil 3D sisi sebelah kanan terhadap bangunan Gereja yang menyerupai dengan bentuk aslinya di lapangan.



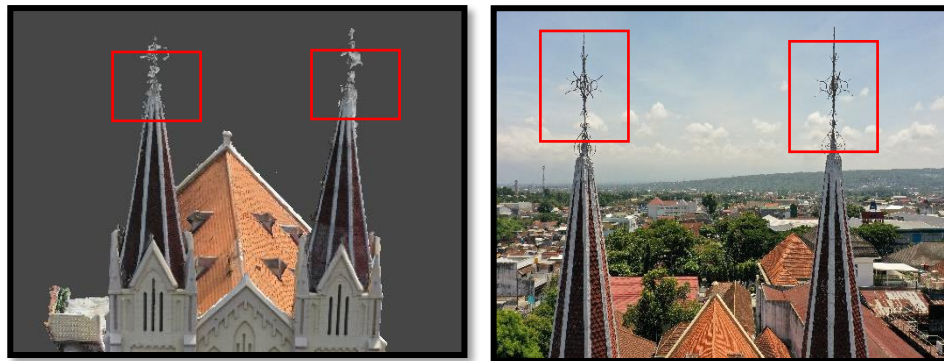
Gambar 4. 3 3D Tampak Bangunan Gereja Samping Kiri

Data yang telah diproses menggunakan perangkat lunak Agisoft Metashape menunjukkan bahwa hasil 3D pada sisi kiri gambar 4.3 tidak akurat dibandingkan dengan kondisi lapangan. Hal ini disebabkan oleh adanya objek bangunan lain yang menghalangi saat pengambilan data.



Gambar 4. 4 3D Tampak Bangunan Gereja Belakang

Sisi tampak belakang yang ditampilkan pada gambar 4.4 menunjukkan ketidaksesuaian dengan kondisi lapangan. Hal ini disebabkan karena kedekatan bangunan dengan bangunan lain saat pengambilan data.

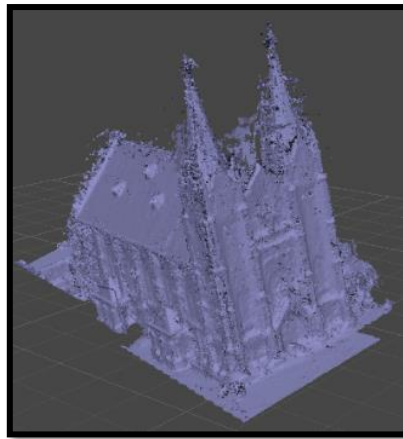


Gambar 4. 5 3D Tampak 2 Menara 3D dan asli.

Meskipun kedua menara kiri dan kanan gereja menampilkan kenampakan 3D yang cukup baik, antenna pada menara sebelah kiri tidak terbentuk dengan sempurna akibat cahaya yang bias saat pengambilan data. Sementara itu, antenna pada menara sebelah kanan sudah tampak cukup jelas.

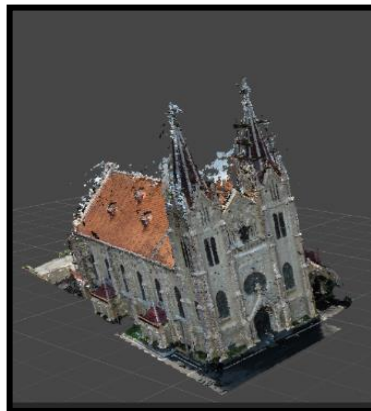
4.2 Hasil *Point Cloud*

Point cloud yang dihasilkan merupakan sekumpulan titik dalam ruang tiga dimensi yang merepresentasikan permukaan objek berdasarkan foto udara. Proses rekonstruksi point cloud dilakukan melalui tahapan *align photos* dan *build dense cloud* di Agisoft Metashape. Tampilan gambar 4.6 *point cloud solid* yang lebih padat memberikan kesan menyerupai model permukaan, sehingga mempermudah dalam melihat kontur dengan terbentuk serta mendukung proses pembuatan mesh untuk model digital.



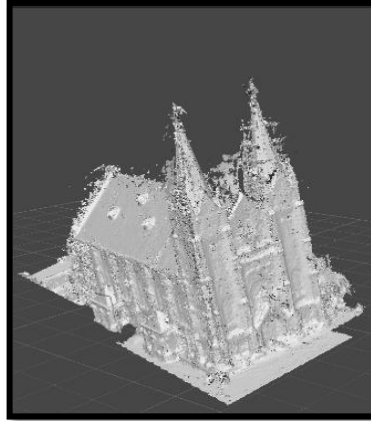
Gambar 4. 6 Hasil Visualisasi *Point Cloud Solid*

Pada gambar 4.7, point cloud yang dihasilkan menunjukkan tingkat kepadatan yang tinggi dan warna yang sesuai dengan data asli yang digunakan. Warna dari citra udara diterapkan pada setiap titik dalam point cloud, menghasilkan tampilan yang lebih realistis. Ini memberikan keuntungan dalam interpretasi visual, seperti dalam mengidentifikasi jenis vegetasi atau material permukaan.



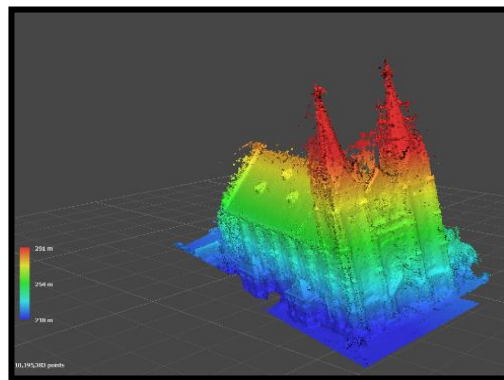
Gambar 4. 7 Hasil Visualisasi *Point Cloud Colors*

point cloud classification gambar 4.8 merupakan proses pengelompokan titik-titik berdasarkan jenis permukaan yang diwakilinya, seperti bangunan (*Buildings*). Klasifikasi ini dapat dilakukan secara otomatis menggunakan algoritma atau secara manual untuk membedakan antara permukaan tanah dan struktur lainnya.



Gambar 4. 8 Hasil Visualisasi *Point Cloud Classes*

Point cloud elevation pada gambar 4.9 menampilkan distribusi ketinggian permukaan dengan skema warna yang merepresentasikan perbedaan elevasi. Warna cerah biasanya menunjukkan area dengan ketinggian lebih tinggi, sementara warna gelap menandakan daerah yang lebih rendah. Representasi ini berguna untuk menganalisis topografi lahan serta mendeteksi perbedaan elevasi yang signifikan..



Gambar 4. 9 Hasil Visualisasi *Point Cloud Elevation*

4.3 Hasil Pengukuran di Lapangan

Hasil dari proses ini digunakan untuk mengetahui bentuk 3D dan kondisi nyata objek, dengan menggunakan meteran dan dukungan laser untuk menilai ketepatan model terhadap kondisi lingkungan. Semakin akurat model

yang dihasilkan, semakin baik perbandingan antara model dan kenyataan. Proses ini juga mempermudah pemantauan perubahan, seperti pembangunan baru, seiring berjalannya waktu.

Tabel 4. 1 Hasil Data di Lapangan

No	Objek	Tinggi (m)	Panjang (m)	Lebar (m)
1	Fasad Bangunan Utama + Menara depan	31.00	4.65	13,96
2	Fasad Bangunan Utama Tampak Samping kanan	13.00	28,13	-

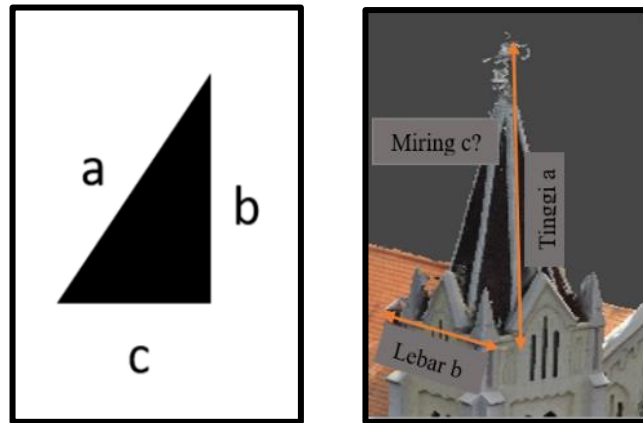


Gambar 4. 10 Fasad Bangunan Utama Menara depan



Gambar 4. 11 Fasad Bangunan Samping kanan

Untuk mengukur tinggi bangunan utama hingga menara gereja, Total tinggi menara dihitung dengan menjumlahkan tinggi dari bangunan utama, tinggi pondasi tiang menara, serta tinggi menara utama hingga puncak. Karena lebar menara belum diketahui, rumus Pythagoras digunakan untuk menentukan tinggi total tersebut berdasarkan informasi yang tersedia.



Gambar 4. 12 Lebar Bangunan Menara

Jika yang dicari adalah lebar menara (b) dan kita memiliki panjang kemiringan (c), = **13,19 m**

Pengukuran fasad depan bangunan di lapangan dilakukan untuk memperoleh data ukur secara langsung. Berikut adalah hasil pengukuran lebar dan tinggi dari masing-masing objek pada tabel 4.2 dan gambar 4.13, gambar 4.14 dan gambar 4.15 sebagai berikut :

Tabel 4. 2 Hasil Data Ukuran Fasad Depan di Lapangan

No	Objek	Lebar (m)	Tinggi (m)
1	Fasad Depan Kiri	4.76	2.85
2	Fasad Tengah Pintu	4.40	2.85
3	Fasad Depan Kanan	4.80	2.85
4	Jendela Depan Kiri	1.42	3.99
5	Jendela Samping Kanan	0.92	2.85
6	Pintu Gereja	2.25	2.70



Gambar 4. 13 Fasad Depan Gereja



Gambar 4. 14 Jendela Depan dan Samping Kanan



Gambar 4. 15 Pintu Gereja

Pengukuran fasad sisi kanan bangunan di lapangan dilakukan untuk memperoleh data ukur secara langsung. Berikut adalah hasil pengukuran lebar dan tinggi dari masing-masing objek pada tabel 4.3 dan gambar 4.16 gambar 4.17, gambar 4.18, gambar 4.19, gambar 4.20, gambar 4.21, gambar 4.22 sebagai berikut :

Tabel 4. 3 Hasil Data Ukuran Fasad Samping Kanan di Lapangan

No	Objek	Lebar (m)	Tinggi (m)
1	Fasad 1 Bangunan Kanan	3.54	4.33
2	Fasad 2 Bangunan Kanan	4.40	4.33
3	Fasad 3 Bangunan Kanan	3.50	4.33
4	Fasad 4 Bangunan Kanan	3.24	4.33
5	Fasad 5 Bangunan Kanan	4.56	4.33
6	Fasad 6 Bangunan Kanan	3.63	4.33
7	Fasad 7 Bangunan Kanan	3.23	4.33



Gambar 4. 16 Fasad 1 Bangunan Kanan



Gambar 4. 17 Fasad 2 Bangunan Kanan+



Gambar 4. 18 Fasad 3 Bangunan Kanan



Gambar 4. 19 Fasad 4 Bangunan Kanan



Gambar 4. 20 Fasad 5 Bangunan Kanan



Gambar 4. 21 Fasad 6 Bangunan Kanan



Gambar 4. 22 Fasad 6 Bangunan Kanan

4.4 Hasil *Ground Sampling Distance*

GSD atau *Ground Sampling Distance* adalah ukuran resolusi piksel dari hasil foto udara, baik foto udara dengan kamera metrik maupun foto udara dengan kamera non metrik. Nilai GSD ini sering dijadikan salah satu patokan kualitas foto udara yang dihasilkan. Dengan menetapkan nilai GSD, maka *user* mensyaratkan tinggi terbang dan resolusi kamera dengan parameter yang sudah sangat jelas. Berikut ini merupakan tabel valid dari hasil pemotretan udara di lapangan dengan menggunakan *Drone Mavic 2 Pro* yang diolah dengan *Agisoft Meta Shape*:

Tabel 4. 4 *Report Camera* dari Agisoft Metashape

Camera Model	Resolution	Focal Length	Pixel Size	Precalibrated
FC3170 (4.5 mm)	8000 x 6000	4.5 mm	0.811 x 0.811 μm	No
L1D-20c (10.26 mm)	5472 x 3078	10.26 mm	2.53 x 2.53 μm	No

Dari hasil data pemotretan foto udara didapatkan data survey dari Agisoft Methashape sebagai berikut:

- *Flying Altitude*: 14.4 m
- *Coverage Area*: 137984 m²
- *Ground Resolution*: 0.0590 m/pix m/pix

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui nilai dari *Ground Sampling Distance* adalah 0,002 cm/pix dan 0,0035 cm/pix, sedangkan nilai dalam

report software agisoft metashape diperoleh 1,04 cm/pix. Hasil tersebut memiliki selisih sebesar 0,0027 cm/pix.

4.5 Ketelitian Jarak

Pengujian ketelitian jarak foto udara dilakukan dengan membandingkan jarak pada *orthophoto* dan jarak sebenarnya di lapangan menggunakan meteran. Berikut ini adalah hasil perbandingan fasad tampak tengah depan bangunan pada gambar 4.23 jarak pada *orthophoto* sebesar 4.52 m, sedangkan pengukuran jarak di lapangan sebesar 4.40 m, dengan total selisih sebesar 0.12 m



Gambar 4. 23 Jarak pada *Orthophoto* dan Jarak Dilapangan

Berikut ini merupakan hasil perbandingan salah satu fasad tampak samping kanan pada gambar 4.24 bangunan jarak pada *orthophoto* sebesar 4.64 m sedangkan dengan pengukuran jarak di lapangan sebesar 4.56 m dengan total selisih 0.08 m.



Gambar 4. 24 Jarak pada *Orthophoto* dan Jarak Dilapangan

Berikut ini merupakan hasil perbandingan salah satu fasad jendela samping kanan pada gambar 4.25 bangunan jarak pada *orthophoto* sebesar 1.02 m sedangkan dengan pengukuran jarak di lapangan sebesar 0.92 m dengan total selisih 0.1 m.



Gambar 4. 25 Jarak pada *Orthophoto* dan Jarak Dilapangan

Berikut ini merupakan hasil perbandingan salah satu fasad jendela depan pada gambar 4.26 bangunan jarak pada *orthophoto* sebesar 1.43 m sedangkan dengan pengukuran jarak di lapangan sebesar 1.42 m dengan total selisih 0.01 m.



Gambar 4. 26 Jarak pada *Orthophoto* dan Jarak Dilapangan

4.6 Ketelitian *Horizontal* dan *Vertical*

Pengujian ketelitian posisi horizontal dilakukan dengan membandingkan perbedaan koordinat (X, Y) antara titik pada *orthophoto* dan titik uji di lapangan pada permukaan bangunan. Akurasi pengukuran dievaluasi menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE), yang digunakan untuk menggambarkan tingkat ketelitian serta mengidentifikasi sumber

kesalahan, baik yang berasal dari proses pengambilan data, pengolahan data, maupun faktor kesalahan dari peneliti.

Tabel 4. 5 Ketelitian Posisi

No	Objek	di Lapangan (m)		di Model 3D (m)					
		XLebar	XTinggi	XLebar	XTinggi	X (m)	Y (m)	X ² (m) ²	Y ² (m) ²
1	Fasad Depan	13.96	2.85	14.50	4.02	-0.54	-1.17	0.29160000	1.36890000
2	Fasad Samping Kanan	28.13	4.33	29.70	4.32	-1.57	0.01	2.46490000	0.00010000
3	Pintu Depan Gereja	2.25	2.70	2.27	2.65	-0.02	0.05	0.00040000	0.00250000
4	Jendela Depan Kiri	1.42	3.99	1.33	3.92	0.09	0.07	0.00810000	0.00490000
5	Jendela Samping Kanan	0.92	2.85	1.01	2.84	-0.09	0.01	0.00810000	0.00010000
								Jumlah	2.77310000
								Mean	0.55462000
								MSE	0.55462
								RMSE	0.74472814

Kesimpulan dari hasil pengujian ketelitian posisi *orthophoto* menunjukkan bahwa kesalahan posisi memiliki nilai yang besar dan melebihi ketentuan jika dibandingkan dengan standar ketelitian dalam keakuratan fotogrametri foto udara. Hal ini disebabkan oleh tidak adanya titik retro saat pengambilan data foto udara dan proses pengolahan, sehingga menyebabkan selisih yang signifikan pada *orthophoto*. Untuk analisis lebih lanjut, perbedaan ini dapat dihitung dengan menentukan faktor skala berdasarkan perbandingan antara jarak data ukur di lapangan dan model 3D.

Tabel 4. 6 Ketelitian Error Posisi

No	Objek	di Lapangan (m)		di Model 3D (m)					
		XLebar	XTinggi	XLebar	XTinggi	X (m)	Y (m)	X ² (m) ²	Y ² (m) ²
1	Fasad Depan	13.96	2.85	14.50	4.02	-0.54	-1.17	0.29160000	1.36890000
2	Fasad Samping Kanan	28.13	4.33	29.70	4.32	-1.57	0.01	2.46490000	0.00010000

Pada jumlah total 3 fasad depan 7 fasad samping kanan memiliki beberapa selisih seperti pada tabel 4.6.

Analisis terhadap fasad depan menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara nilai yang dihasilkan oleh model 3D Agisoft dan pengukuran di lapangan. Untuk nilai X, model 3D Agisoft mencatatkan nilai sebesar 14.50 m, yang menunjukkan selisih sebesar 0.54 m lebih tinggi dibandingkan dengan nilai X di lapangan yang tercatat sebesar 13.96 m. Sama halnya dengan $X^2 (m)^2$ yang mempunyai nilai 0.2916 hasil dari X(m) dipangkat 2. Hal ini mengindikasikan adanya potensi kesalahan dalam pemodelan atau pengukuran yang perlu diteliti lebih lanjut.

Sementara itu, untuk nilai Y, model 3D Agisoft juga menunjukkan nilai yang lebih tinggi, yaitu 4.02 m, dengan selisih sebesar 1.17 m dibandingkan dengan nilai Y di lapangan yang hanya 2.85 m. $Y^2 (m)^2$ yang mempunyai nilai besar 1.3689 hasil dari Y(m) dipangkat 2, Selisih ini menunjukkan bahwa terdapat ketidakakuratan yang lebih besar pada Y, dengan yang dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk kesalahan dalam pengambilan data, proses pemodelan, atau kondisi lingkungan saat pengukuran.

Analisis terhadap fasad samping kanan menunjukkan adanya perbedaan antara nilai yang dihasilkan oleh model 3D Agisoft dan pengukuran di lapangan. Untuk nilai X, model 3D Agisoft mencatatkan nilai sebesar 29.70 m, yang menunjukkan selisih sebesar 1.57 m lebih tinggi dibandingkan dengan nilai X di lapangan yang tercatat sebesar 28.13 m. $X^2 (m)^2$ yang mempunyai nilai besar 2.4649 hasil dari X(m) dipangkat 2, Selisih ini mengindikasikan adanya potensi kesalahan dalam pemodelan atau pengukuran yang perlu diteliti lebih lanjut untuk memahami penyebabnya.

Di sisi lain, untuk nilai Y, model 3D Agisoft menunjukkan nilai sebesar 4.32 m, yang hanya sedikit lebih rendah dibandingkan dengan nilai Y di lapangan yang tercatat sebesar 4.33 m, dengan selisih yang sangat kecil yaitu 0.01 m. Sama halnya dengan $Y^2 (m)^2$ yang mempunyai nilai 0.0001 hasil dari y(m) dipangkat 2. Meskipun selisih ini relatif kecil, hal ini tetap menunjukkan bahwa ada ketidakakuratan yang perlu diperhatikan, terutama dalam konteks akurasi pemodelan.