
ANALISIS KETINGGIAN MODEL PERMUKAAN DIGITAL PADA DATA LiDAR (*LIGHT DETECTION AND RANGING*) (Studi Kasus: Sei Mangkei, Sumatera Utara)

Agung Budi Cahyono, Novita Duantari

Departemen Teknik Geomatika FTSP-ITS, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111

Email : agungbc@geodesy.its.ac.id

Abstrak

Model Permukaan Digital (DTM) adalah gambaran model relief rupabumi tiga dimensi (3D) yang menyerupai keadaan sebenarnya di dunia nyata (*real world*). Terdapat beberapa sumber data dalam pembentukan DTM, salah satu sumber data yang digunakan untuk membuat data ini adalah menggunakan data LiDAR (*Light Detection and Ranging*). Salah satu metode untuk pembentukan DTM dengan data LiDAR adalah menggunakan *Triangular Irregular Network (TIN)*. Untuk membandingkan digunakan metode fotogrametri melalui *stereoplotting* data foto udara. Ketinggian yang dihasilkan dari kedua data kemudian dilakukan analisis perbedaan ketinggiannya. Penelitian ini mengambil studi kasus di daerah Sei Mangkei, Sumatera Utara. Sei Mangkei merupakan salah satu desa yang ada di Kecamatan Bosar Maligas, Kabupaten Simalungun, Provinsi Sumatera Utara, Indonesia. Metodologi yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengolahan masing-masing data yaitu data LiDAR dan foto udara hingga mendapatkan data ketinggian dan kontur. Dari ketinggian dan kontur yang dihasilkan, kemudian dilakukan analisis perbandingan hasil yang diperoleh. Hasil penelitian ini menunjukkan kontur data LiDAR tergantung pada model TIN yang dihasilkan. Kontur LiDAR lebih rapat dan menampilkan banyak titik hasil perekaman LiDAR yang tidak semua diperlukan. Sedangkan, kontur data foto udara sangat tergantung pada pembuatan *breakline* dan *masspoint* pada proses *stereoplotting* sehingga hanya kontur yang diperlukan saja yang tergambar. Hal tersebut membuat kontur dari foto udara lebih mudah polanya. Pengambilan sampel menghasilkan selisih rata-rata paling besar atau perbedaan yang signifikan antara data LiDAR dan foto udara yaitu vegetasi sebesar 0,640 m. Sedangkan, untuk jalan memiliki rata-rata paling kecil sebesar 0,218 m karena jalan termasuk area yang terbuka sehingga mudah untuk menentukan *ground* atau tanah.

Kata Kunci : Model Permukaan Digital, LiDAR, kontur, ketinggian

PENDAHULUAN

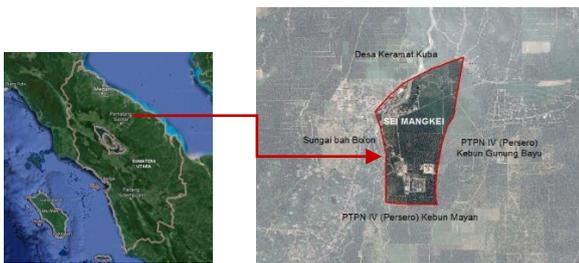
Model Permukaan Digital suatu tempat dapat digambarkan dengan *Digital Terrain Model (DTM)*. *Digital Terrain Model (DTM)* adalah gambaran model relief rupabumi tiga dimensi (3D) yang menyerupai keadaan sebenarnya di dunia nyata (*real world*) divisualisasikan dengan bantuan teknologi komputer grafis dan teknologi *virtual reality* (Mogal 1993 lihat juga dalam Purwanto 2015). DTM (*Digital Terrain Model*) adalah deskripsi digital dari permukaan medan dari poin 3D. DTM dibentuk dari DSM dimana nilai elevasi berada pada *bare-earth*. DTM secara singkat merupakan DEM yang telah ditambah dengan unsur-unsur seperti *breaklines* dan pengamatan selain data asli (Sari 2016). Terdapat beberapa sumber data dalam pembentukan DTM. Contoh sumber data yang digunakan untuk membuat data DTM yaitu dengan menggunakan data foto udara

dan data LiDAR (*Light Detection and Ranging*). Foto Udara adalah citra fotografi hasil perekaman dari sebagian permukaan bumi yang diliput dari pesawat udara pada ketinggian tertentu menggunakan kamera tertentu. Sedangkan, LiDAR adalah teknologi yang menerapkan sistem penginderaan jauh sensor aktif untuk menentukan jarak dengan menembakkan sinar laser yang dipasang pada wahana pesawat udara survei kecil atau helikopter. Salah satu metode untuk pengolahan data foto udara untuk menghasilkan DTM yaitu dengan cara *stereoplotting*. *Stereoplotting* adalah metode pengumpulan data vektor yang memiliki nilai ketinggian (*z*) yang dapat dilakukan dengan cara otomatis atau interaktif. *Stereoplotting* interaktif dilakukan dengan cara digitasi 3D pada foto udara stereo (Melasari 2014). Sedangkan, pembentukan DTM dengan data LiDAR berdasarkan *Triangular Irregular Network (TIN)* (Axelsson, 2000 dalam

Rahmayudi, 2016). Ketinggian yang dihasilkan dari kedua data tersebut belum tentu sama. Hal tersebut dikarenakan pengolahan kedua data tersebut juga berbeda. Penelitian ini mengambil studi kasus di daerah Sei Mangkei, Sumatera Utara. Sei Mangkei merupakan salah satu desa yang ada di Kecamatan Bosar Maligas, Kabupaten Simalungun, Provinsi Sumatera Utara, Indonesia. Pemilihan daerah Sei Mangkei, Sumatera Utara didasarkan karena daerah ini memiliki jenis topografi wilayah yang variatif. Jenis topografi wilayah tersebut bukan hanya sawah akan tetapi juga berupa berkebunan terutama perkebunan kelapa sawit dan hutan (Perkasa 2014). Dalam penelitian ini akan dianalisis kontur yang dihasilkan oleh data LiDAR dan foto udara, serta menghitung dan menganalisis perbedaan dari hasil keduanya sehingga diketahui perbedaan ketinggian yang dihasilkan oleh data LiDAR dan foto udara khususnya untuk daerah Sei Mangkei, Sumatera Utara.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi penelitian ini di Sei Mangkei, Sumatera Utara dengan koordinat $3^{\circ}7'17.598''$ LU - $3^{\circ}10'47.7696''$ LU dan $99^{\circ}19'38.6436''$ BT - $99^{\circ}21'43.9776''$ BT. Sei Mangkei merupakan salah satu desa yang ada di Kecamatan Bosar Maligas, Kabupaten Simalungun, Provinsi Sumatera Utara, Indonesia seperti ditunjukkan oleh gambar berikut:



Gambar 1. Lokasi Penelitian
(Sumber : Google Earth 2017)

Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Digital Surface Model* LiDAR Sei Mangkei, Sumatera Utara NLP 0719-1242C, *Digital Terrain Model* LiDAR Sei Mangkei, Sumatera Utara NLP

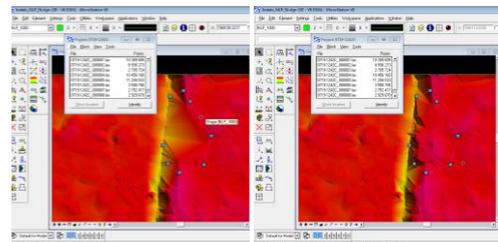
0719-1242C serta foto udara Sei Mangkei, Sumatera Utara NLP 0719-1242C (format .tif).

Untuk peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi perangkat Keras (*Hardware*) seperangkat komputer *workstation* dengan spesifikasi minimal setara dengan i7, 64bit, 8GB RAM, 2TB internal harddisk dengan monitor 120Hz, 3D glasses dan 3D mouse. Sedangkan perangkat lunak (*Software*) yang digunakan adalah untuk pengolahan data LiDAR dan stereoplottting data foto udara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Klasifikasi Data LiDAR

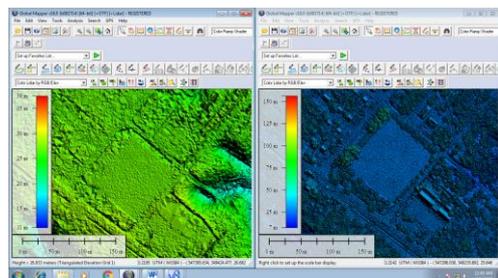
Data LiDAR harus dilakukan proses klasifikasi dahulu dikarenakan proses klasifikasi berguna untuk memperbaiki hasil data perekaman LiDAR yang kurang bagus. Perbedaan sebelum dan sesudah klasifikasi dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Perbedaan Sebelum dan Sesudah Klasifikasi

Analisis Model *Triangulated Irregular Network* (TIN)

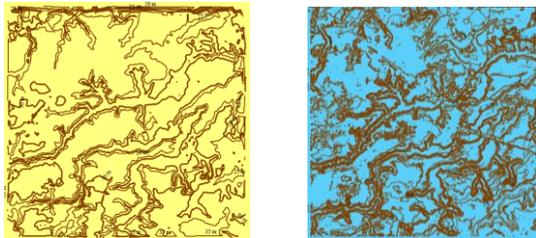
Pembuatan model TIN menggunakan dua data yaitu data DSM dan DTM. Perbedaan model TIN dari DSM dan DTM dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. TIN DTM dan DSM

Analisis Perbandingan Kontur Foto Udara dan LiDAR

Kontur dapat dihasilkan dari pengolahan data LiDAR dan foto udara. Gambar 3 adalah gambar hasil kontur data foto udara dan LiDAR.



(a) Kontur Foto (b) Kontur LiDAR
Gambar 3. Perbandingan Kontur Foto dan LiDAR

Berdasarkan gambar 3. (a) dan 3. (b) secara garis besar kedua kontur tersebut tidak memiliki perbedaan yang sangat signifikan. Perbedaan dari kedua kontur tersebut dijelaskan pada tabel di bawah ini:

Tabel 2. Perbedaan Kontur LiDAR dan Foto Udara

No	Parameter Perbedaan	Gambar	Penjelasan
1	Kerapatan		Hasil dari pengolahan kedua data memiliki perbedaan yaitu kerapatan kontur yang dihasilkan. Pada kontur LiDAR kontur yang dihasilkan lebih rapat apabila dibandingkan dengan kontur foto udara Hal tersebut dikarenakan kontur yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh proses pembuatan masspoint dan breakline pada saat stereoplotting.

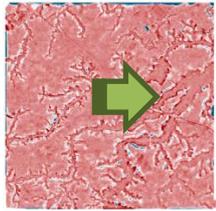
2 Objek yang berkontur

3 Kontur yang dihasilkan

Berdasarkan kedua data disamping terdapat perbedaan yang cukup signifikan. Perbedaan tersebut yaitu pada data LiDAR terdapat kontur pada bangunan 3 sedangkan pada kontur foto udara tidak ada. Gambar disamping merupakan salah satu perbedaan kontur yang dihasilkan dari data foto udara dan LiDAR. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa hasil kontur foto udara sangat tergantung pada proses *stereoplotting*. Oleh karena pada foto bagian atas tidak dibuat titik-titik *masspoint* maka kontur yang dihasilkan tidak membentuk secara sempurna.

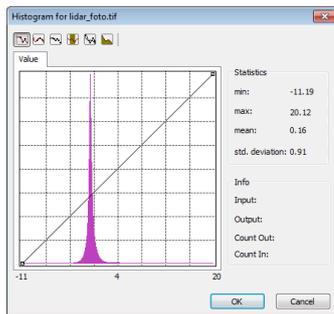
Berdasarkan tabel di atas dapat diambil kesimpulan bahwa kontur data LiDAR tergantung pada Model TIN yang dihasilkan. Sedangkan, untuk kontur data foto udara sangat tergantung pada pembuatan *breakline* dan *masspoint* pada proses *stereoplotting*.

Pada penelitian ini dilakukan *overlay* hasil pembuatan kontur data LiDAR dan foto udara. Hasil *overlay* tersebut bertujuan untuk memperoleh gambaran perbedaan ketinggian antara kedua data yang dihasilkan. Hasil *overlay* dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



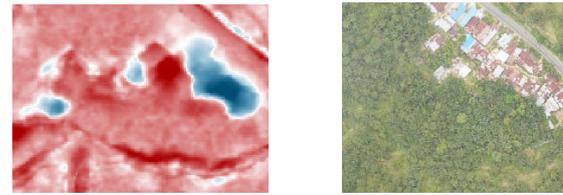
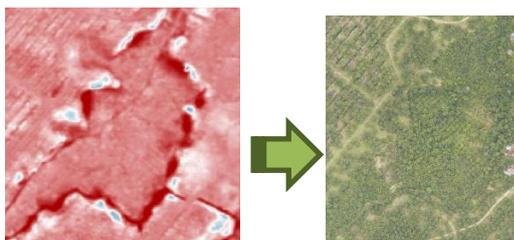
Gambar 4. Overlay Data LiDAR dan Foto Udara

Perbedaan warna pada hasil *overlay* menunjukkan perbedaan ketinggian dari dua data. Warna yang semakin merah menunjukkan bahwa data foto udara mempunyai ketinggian yang lebih tinggi dibandingkan dengan data LiDAR. Sebaliknya, warna yang semakin biru menunjukkan bahwa data LiDAR mempunyai ketinggian yang lebih tinggi. Sedangkan, semakin cerah/putih warna hasil *overlay* menunjukkan bahwa terdapat sedikit perbedaan antara kedua data tersebut. Hasil dari perbedaan ketinggian *overlay* di atas digambarkan ke dalam histogram di bawah ini:



Gambar 5. Histogram Perbedaan Ketinggian

Histogram tersebut menggambarkan grafik perbedaan ketinggian hasil *overlay* data. Perbedaan ketinggian maksimal sebesar 20,12 m dan minimal (-11,19) m. Tanda minus (-) menunjukkan bahwa data ketinggian foto udara lebih tinggi dibandingkan dengan data LiDAR.



Gambar 6. Perbedaan Ketinggian Terbesar

Selain itu, juga dilakukan analisis perbedaan kontur yang dihasilkan keseluruhan. Oleh karena kontur merupakan salah satu komponen dalam peta maka kontur yang baik akan mendukung adanya peta yang baik pula. Sebuah peta yang baik tentunya memiliki syarat yang harus dipenuhi. Jika dilihat hasil akhir kontur yang dibentuk dari kedua data secara garis besar memang sama. Namun, apabila diteliti kedua hasil kontur tersebut memiliki perbedaan. Berdasarkan syarat peta di atas, tentunya terlihat jelas kontur dari data foto udara lebih memenuhi syarat dibandingkan dengan kontur LiDAR. Kontur yang dihasilkan oleh foto udara lebih sederhana dan tidak membingungkan. Selain itu, kontur hasil LiDAR masih terdapat titik-titik yang tidak perlu ditampilkan. Hal tersebut dapat menyebabkan pengguna sulit untuk mengerti kontur yang disajikan. Serta, jelas terlihat bahwa kontur hasil data foto udara lebih rapi dan bersih.

Analisis Titik Sampel

Penjelasan di bawah ini merupakan hasil dari pengambilan sampel yang dilakukan. Jenis area sampel yang diambil titik sampelnya dikelompokkan menjadi lima kelompok tutupan lahan yaitu tanah kosong, vegetasi, sungai/perairan, jalan, dan bangunan. Setiap jenis tutupan lahan di ambil pada tiga sampel area yang terdiri dari beberapa titik masing-masing areanya.

a. Sungai atau Perairan

- Sampel 1

Hasil perbedaan ketinggian beberapa titik pada area sampel 1 digambarkan dalam grafik di bawah ini:



Gambar 7. Perbedaan Ketinggian LiDAR dan Foto Udara pada Perairan 1

Dari 42 titik tersebut perbedaan ketinggian terbesar yaitu 1,640 m dan terkecil yaitu 0,023 m dengan rata-rata ketinggian yaitu 0,579 m.

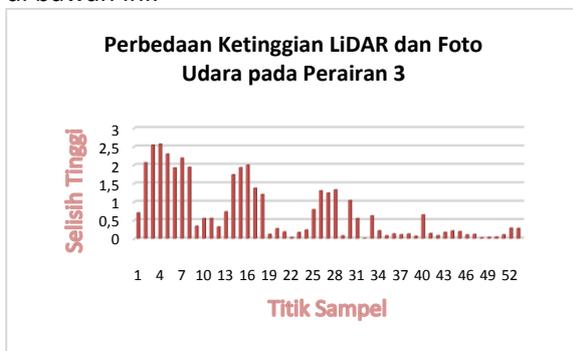
- Sampel 2
Hasil perbedaan ketinggian beberapa titik pada area sampel 2 digambarkan dalam grafik di bawah ini:



Gambar 8. Perbedaan Ketinggian LiDAR dan Foto Udara pada Perairan 2

Perbedaan ketinggian terbesar yaitu 0,745 m dan terkecil yaitu 0,001 m. Rata-rata ketinggian untuk area ini sebesar 0,239 m.

- Sampel 3
Hasil perbedaan ketinggian beberapa titik pada area sampel 3 digambarkan dalam grafik di bawah ini:

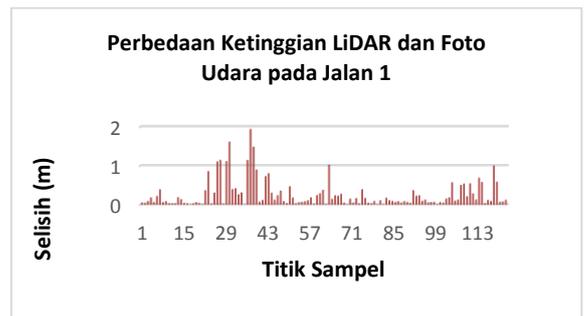


Gambar 9. Perbedaan Ketinggian LiDAR dan Foto Udara pada Perairan 3

Perbedaan ketinggian terbesar yaitu 2,569 m dan terkecil yaitu 0,009 m. Rata-rata ketinggian untuk area ini sebesar 0,719 m.

b. Jalan

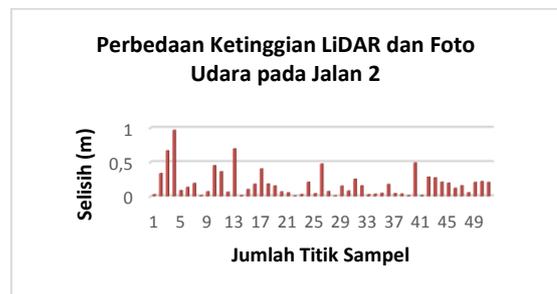
- Sampel 1
Pengambilan sampel pada jalan 1 terdiri dari 122 titik. Dari 122 titik tersebut grafik perbedaan ketinggian antara data LiDAR dan foto udara tergambar pada grafik di bawah ini:



Gambar 10. Perbedaan Ketinggian LiDAR dan Foto Udara pada Jalan 1

Perbedaan ketinggian terbesar sebesar 1,937 m dan terkecil sebesar 0 m yang artinya ketinggian yang sama. Rata-rata selisih ketinggian pada area sampel ini sebesar 0,262 m.

- Sampel 2
Pengambilan sampel pada jalan 2 terdiri dari 51 titik. Dari 51 titik tersebut grafik perbedaan ketinggian antara data LiDAR dan foto udara tergambar pada grafik di bawah ini:



Gambar 11. Perbedaan Ketinggian LiDAR dan Foto Udara pada Jalan 2

Perbedaan ketinggian terbesar sebesar 0,966m dan terkecil sebesar 0,009 m. Rata-rata selisih ketinggian pada area sampel ini sebesar 0,186 m.

- Sampel 3
Pengambilan sampel pada jalan 3 terdiri dari 40 titik. Dari 40 titik tersebut grafik perbedaan ketinggian antara data LiDAR dan foto udara tergambar pada grafik di bawah ini:

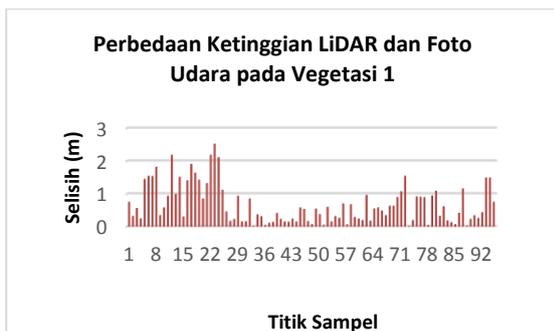


Gambar 12. Perbedaan Ketinggian LiDAR dan Foto Udara pada Jalan 3

Perbedaan ketinggian terbesar sebesar 1,734 m dan terkecil sebesar 0,008 m. Rata-rata selisih ketinggian pada area sampel ini sebesar 0,206 m.

c. Vegetasi

- Sampel 1
Pengambilan sampel pada vegetasi 1 terdiri dari 95 titik. Dari 95 titik tersebut grafik perbedaan ketinggian antara data LiDAR dan foto udara tergambar pada grafik di bawah ini:



Gambar 13. Perbedaan Ketinggian LiDAR dan Foto Udara pada Vegetasi 1

Perbedaan ketinggian terbesar sebesar 2,517 m dan terkecil sebesar 0,014 m. Rata-rata selisih ketinggian pada area sampel ini sebesar 0,665 m.

- Sampel 2
Pengambilan sampel pada vegetasi 2 terdiri dari 29 titik. Dari 29 titik tersebut grafik

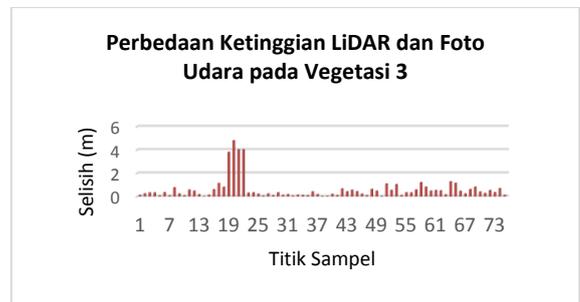
perbedaan ketinggian antara data LiDAR dan foto udara tergambar pada grafik di bawah ini:



Gambar 14. Perbedaan Ketinggian LiDAR dan Foto Udara pada Vegetasi 2

Perbedaan ketinggian terbesar sebesar 2,058 m dan terkecil sebesar 0,112 m. Rata-rata selisih ketinggian pada area sampel ini sebesar 0,663 m.

- Sampel 3
Pengambilan sampel pada vegetasi 3 terdiri dari 75 titik. Dari 75 titik tersebut grafik perbedaan ketinggian antara data LiDAR dan foto udara tergambar pada grafik di bawah ini:

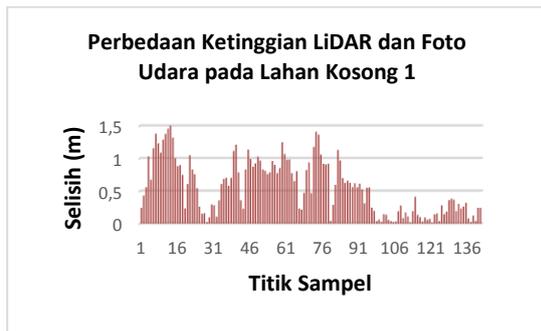


Gambar 15. Perbedaan Ketinggian LiDAR dan Foto Udara pada Vegetasi 3

Perbedaan ketinggian terbesar sebesar 4,794 m dan terkecil sebesar 0,006 m. Rata-rata selisih ketinggian pada area sampel ini sebesar 0,592 m.

d. Lahan Kosong

- Sampel 1
Pengambilan sampel pada lahan kosong 1 terdiri dari 141 titik. Dari 141 titik tersebut grafik perbedaan ketinggian antara data LiDAR dan foto udara tergambar pada grafik di bawah ini:



Gambar 16. Perbedaan Ketinggian LiDAR dan Foto Udara pada Lahan Kosong 1

Perbedaan ketinggian terbesar sebesar 1,499 m dan terkecil sebesar 0,012 m. Rata-rata selisih ketinggian pada area sampel ini sebesar 0,556 m.

- Sampel 2

Pengambilan sampel pada vegetasi 2 terdiri dari 22 titik. Dari 22 titik tersebut grafik perbedaan ketinggian antara data LiDAR dan foto udara tergambar pada grafik ini:



Gambar 17. Perbedaan Ketinggian LiDAR dan Foto Udara pada Lahan Kosong 2

Perbedaan ketinggian terbesar sebesar 0,377 m dan terkecil sebesar 0,006 m. Rata-rata selisih ketinggian pada area sampel ini sebesar 0,140 m.

- Sampel 3

Pengambilan sampel pada vegetasi 3 terdiri dari 35 titik. Dari 35 titik tersebut grafik perbedaan ketinggian antara data LiDAR dan foto udara tergambar pada grafik di bawah ini:



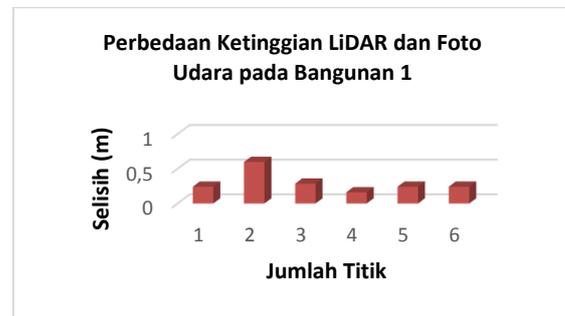
Gambar 18. Perbedaan Ketinggian LiDAR dan Foto Udara pada Lahan Kosong 3

Perbedaan ketinggian terbesar sebesar 2,043 m dan terkecil sebesar 0,019 m. Rata-rata selisih ketinggian pada area sampel ini sebesar 0,527 m.

e. **Bangunan**

- Sampel 1

Pengambilan sampel pada jalan 1 terdiri dari 6 titik. Dari 6 titik tersebut grafik perbedaan ketinggian antara data LiDAR dan foto udara tergambar pada grafik di bawah ini:

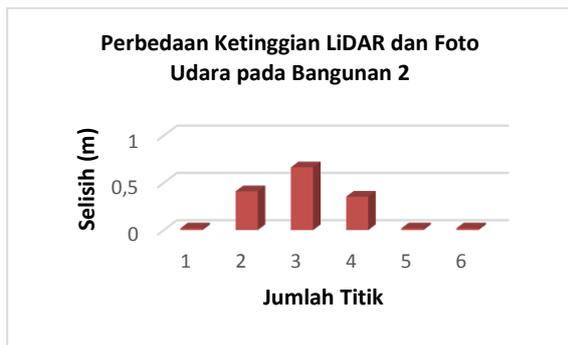


Gambar 19. Perbedaan Ketinggian LiDAR dan Foto Udara pada Bangunan 1

Perbedaan ketinggian terbesar sebesar 0,599 m dan terkecil sebesar 0,161 m. Rata-rata selisih ketinggian pada area sampel ini sebesar 0,295 m.

- Sampel 2

Pengambilan sampel pada bangunan 2 terdiri dari 6 titik. Dari 6 titik tersebut grafik perbedaan ketinggian antara data LiDAR dan foto udara tergambar pada grafik di bawah ini:



Gambar 20. Perbedaan Ketinggian LiDAR dan Foto Udara pada Bangunan 2

Perbedaan ketinggian terbesar sebesar 0,665 m dan terkecil sebesar 0,019 m. Rata-rata selisih ketinggian pada area sampel ini sebesar 0,248 m.

Kelima jenis tutupan lahan tersebut kemudian dibandingkan rata-rata keseluruhan yang dihasilkan. Perbandingan tersebut dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 3. Perbandingan Titik Sampel

No	Jenis Tutupan Lahan	Rata-rata Sampel	Rata-rata Keseluruhan Masing-masing Sampel
1	Sungai	0,579	0,512
		0,239	
		0,718	
2	Jalan	0,263	0,218
		0,186	
		0,206	
3	Vegetasi	0,666	0,640
		0,663	
		0,592	
4	Lahan Kosong	0,556	0,408
		0,142	
		0,5266	
5	Bangunan	0,295	0,255
		0,248	
		0,221	

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa sampel yang mempunyai selisih rata-rata paling besar atau perbedaan yang signifikan antara data LiDAR dan foto udara yaitu vegetasi sebesar 0,640 m. Jika melihat data yang diuji, angka tersebut menjadi logis karena titik sampel bukan

merupakan area terbuka. Hal tersebut dapat terjadi karena pada waktu proses perekaman LiDAR dan proses stereoplotting area tertutup oleh vegetasi. Sedangkan, untuk jalan memiliki rata-rata paling kecil sebesar 0,218 m karena jalan termasuk yang terbuka sehingga mudah untuk menentukan ground atau tanah.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- Kontur data LiDAR tergantung pada Model TIN yang dihasilkan. Kontur LiDAR lebih rapat dan menampilkan banyak titik hasil perekaman LiDAR yang tidak semua diperlukan
- Kontur data foto udara sangat tergantung pada pembuatan breakline dan masspoint pada proses stereoplotting sehingga hanya kontur yang diperlukan saja yang tergambar. Hal tersebut membuat kontur dari foto udara lebih mudah untuk dipahami
- Sampel yang mempunyai selisih rata-rata paling besar atau perbedaan yang signifikan antara data LiDAR dan foto udara yaitu vegetasi sebesar 0,640 m. Sedangkan, untuk jalan memiliki rata-rata paling kecil sebesar 0,218 m karena jalan termasuk area yang terbuka sehingga mudah untuk menentukan *ground* atau tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Axelsson, P. 2000. DEM Generation From Laser Scanner Data Using Adaptive TIN Models. IAPRS, Vol. XXXIII, B4, Amsterdam, Netherlands:111–118.
- Badan Informasi Geospasial. (2014). Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial No. 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar.
- Indradi & Tullus S. (2014). Modul Kartografi. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional.
- Melasari, I. (2014). Kajian Akurasi Dem Hasil Stereoplotting pada Foto Udara Format Medium. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Perkasa, W. Juni 2014. Perkembangan Kawasan Ekonomi Khusus Sei Mangkei . <URL: <http://www.seimangkei.com/2014/06/per>

kembangan-kawasan-ekonomi-khusus-sei-mangkei.html>. Dikunjungi pada tanggal 21 Desember 2016, jam 13.00.

Purwanto, T. H. (2015). Digital Terrain Modelling. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

Rahmayudi, A., & Rizaldy, A. (2016). Comparison of Semi Automatic DTM from Image Matching with DTM from LIDAR. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences Volume XLI-B3. Prague: Czech Republic.

Sari, D. R. (2016). Analisa Geometrik True Orthophoto data LiDAR. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.