



## Evaluasi Topografi Hasil *Light Detection and Ranging (LiDAR)* Dengan Terrestrial Untuk *Basemap Building Information Modelling (BIM)*

### *Topographic Evaluation of Light Detection and Ranging (LiDAR) Results with Terrestrial for Basemap Building Information Modeling (BIM)*

Dessy Apriyanti<sup>1</sup>, Yafi Javier Dzaikra<sup>1</sup>, Alma Ashfia Muspara<sup>1</sup>, dan Nezha Sarfina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Teknik Geomatika, Fakultas Teknologi Mineral, Jalan Tambak Bayan No. 2, Sleman, 55281

\*Corresponding Author: 117180022@student.upnyk.ac.id

---

#### Article Info:

Received : 26-03-2022

Accepted : 03-04-2022

Published: 30-04-2022

**Kata kunci:** *point density*, BCAL, galian timbunan,

**Keywords:** *Point Density*, BCAL, Cut and Fill

**Abstrak:** Dalam bidang konstruksi keilmuan teknik geomatika dapat mengambil andil besar dalam penerapan ilmunya salah satunya dalam perencanaan jalan tol. Pekerjaan ini sangat berkaitan dengan perhitungan volume galian dan timbunan yang mana dalam perencanaannya harus seefisien mungkin dalam mengambil keputusan penggunaan tanah galian maupun timbunan agar dapat menekan biaya yang dibutuhkan. Bersama PT. Hutama karya menggunakan teknologi pengukuran LiDAR merencanakan perhitungan volume galian timbunan yang dibandingkan dengan pengukuran terrestrial untuk *Basemap* yang digunakan dalam BIM (*building information model*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah *point density* data LiDAR dapat mempengaruhi perhitungan volume galian dan timbunan serta mengetahui perbedaan nilai harga satuan galian dan timbunan dari masing - masing data pengukuran topografi dan data pengukuran LiDAR. Metode yang digunakan dalam penelitian untuk mengetahui pengaruh *point density* dengan melakukan pengurangan *point density* pada software envi dengan tools BCAL (*boise center aerospace laboratory*) yang memiliki *point density* 25%, 50%, dan 75%. Sedangkan untuk mengetahui perbedaan nilai harga satuan galian timbunan didapatkan dari perhitungan *compute materials* dan perhitungan volume. Hasil yang didapatkan adalah *Point Density* yang dihasilkan oleh LiDAR berpengaruh terhadap perhitungan volume galian dan timbunan serta harga satuan galian dan timbunan data LiDAR dan Terrestriis didapatkan selisih perbedaan harga satuan volume sebesar Rp. 20.889.118.800.

**Abstract:** *In the field of scientific construction, geomatics engineering can take a big role in the application of knowledge, one of which is in toll road planning. This work is closely related to the calculation of the volume of cut and fill which in its planning must be as efficient as possible in making decisions on the use of cut and fill land in order to reduce the required costs. Together with PT. Hutama Karya uses LiDAR measurement technology to calculate the volume of the cut and fill compared to terrestrial measurements for the Basemap used in the BIM (building information model). The purpose of this study was to determine whether the point density of LiDAR data can affect the calculation of the volume of cut and fill and to determine the difference in the unit price of cut and fill of each topographic measurement data and LiDAR measurement data. The method used in this study is to determine the effect of point density is reduce the point density on the envi software with the tools of BCAL (boise center aerospace laboratory) to point density of 25%, 50%, and 75%. Meanwhile, to find out the difference in the unit price of the cut and fill, it is obtained from the calculation of compute materials and volume calculations. The results obtained are he Point Density generated by LiDAR affects the calculation of the volume of cut and fill as well as for the unit price of cut and fill of LiDAR and Terrestriis data, the difference in the unit price of volume is Rp. 20,889,118,800.*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Keilmuan Teknik Geomatika dapat di terapkan di berbagai bidang salah satunya pada bidang konstruksi. PT. Utama Karya (Persero) merupakan salah satu perusahaan yang bergerak pada bidang konstruksi. PT. Utama Karya (Persero) khususnya Divisi Perencanaan Jalan Tol memiliki pekerjaan yang erat kaitannya dengan bidang keilmuan Teknik Geomatika. Salah satu pekerjaan yang saat ini ada pada Divisi Perencanaan Jalan Tol PT. Utama Karya (Persero) adalah rencana penggunaan *Light Detection and Ranging* (LiDAR) untuk *Basemap Building Information Modelling* (BIM). Pekerjaan ini terkait dengan perhitungan volume galian dan timbunan berdasarkan Data LiDAR dan Terrestrial untuk *Basemap* BIM.

LiDAR adalah suatu sistem jarak jauh yang menggunakan properti cahaya yang tersebar untuk menemukan jarak dan informasi suatu objek dari target yang dituju (Fikri, 2019). Hasil dari perekaman LiDAR adalah *point cloud* berupa koordinat x,y, dan z yang merepresentasikan kumpulan titik-titik yang terukur di permukaan bumi. Kerapatan *point cloud* LiDAR yaitu *point density* ditentukan berdasarkan tinggi terbang dan kecepatan terbang. *Point density* merupakan kerapatan titik data LiDAR untuk menentukan jumlah titik per area dimana permukaan bumi diambil sampelnya, sehingga semakin tinggi *point density* semakin teliti hasil yang didapatkan. *Point cloud* LiDAR dapat dijadikan sumber data dalam pembuatan *Digital Terrain Model* (DTM). DTM yang dihasilkan oleh pengukuran LiDAR memiliki kerapatan titik yang tinggi sehingga mampu merepresentasikan permukaan bumi lebih detail jika dibandingkan pengukuran secara terestris. *Point cloud* hasil LiDAR mampu memodelkan berbagai macam kondisi di permukaan bumi, kemudian dapat digunakan untuk memodelkan dan mengukur adanya galian dan timbunan pada suatu pekerjaan.

Pada suatu proyek konstruksi, pekerjaan pengukuran galian dan timbunan tanah (*cut and fill*) hampir tidak pernah dapat dihindarkan, hal tersebut diakibatkan adanya perbedaan letak permukaan tanah asli dan permukaan tanah rencana yang disebabkan topografi daerah yang berbeda-beda. Dalam pembuatan *base map* BIM, pekerjaan pengukuran volume galian dan timbunan memiliki peran yang sangat penting karena menjadi pondasi awal dalam suatu proyek, oleh karena itu perhitungan volume galian harus dilakukan seteliti mungkin. Keseimbangan volume galian dan timbunan sedapat mungkin menggunakan tanah yang terdapat pada lokasi pekerjaan diperuntukkan efisiensi dari segi biaya agar dapat ditingkatkan. Oleh karena itu, akan dibahas mengenai topik penelitian yang berjudul "Evaluasi Volume Galian dan Timbunan Berdasarkan Data Topografi LiDAR dan Terrestrial untuk *Basemap* BIM" sebagai bahan pertimbangan perusahaan PT. Utama Karya dalam pembuatan *basemap* BIM.

### 1.2. Tinjauan Pustaka

Fotogrametri merupakan proses untuk memperoleh informasi mengenai objek melalui pengukuran yang dibuat dalam hasil foto baik daru udara maupun dari permukaan tanah (Mulia, 2014). Menurut keilmuan bidang geomatika, fotogrametri dapat digunakan untuk pembuatan peta dasar atau *basemap*. Salah satu bidang fotogrametri yang dapat digunakan yaitu teknologi *Light Detection and Ranging* (LiDAR). LiDAR merupakan suatu sistem sensor aktif yang menggunakan cahaya laser untuk mengukur ketinggian

(Haugerud, 2001).

Konsep pengukuran LiDAR yaitu dengan sensor menembakan sinar laser pada target di permukaan bumi kemudian sinar laser dipantulkan kembali ke sensor (Putra, 2016). LiDAR menghasilkan beberapa data diantaranya adalah data *point cloud* LiDAR yang merepresentasikan nilai ketinggian (X,Y,Z) dan citra ortofoto yang diperoleh bersamaan pada saat perekaman data LiDAR (Julian, 2019). *Point cloud* (X,Y,Z) yang dihasilkan oleh LiDAR merupakan kumpulan titik-titik yang terukur, *point cloud* inilah yang kemudian digunakan untuk pembuatan volume galian dan timbunan yang erat kaitannya dengan *basemap* BIM.

Pada suatu proyek konstruksi, pekerjaan galian dan timbunan tanah (*cut and fill*) hampir tidak pernah dapat dihindarkan. Pekerjaan galian dan timbunan dilakukan karena adanya perbedaan letak permukaan tanah asli dan permukaan tanah rencana yang disebabkan topografi daerah yang berbeda-beda (Rizqy, 2021). Perhitungan volume dari pekerjaan galian dan timbunan dapat dilakukan dengan berbagai metode.

Metode perhitungan yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Section* cara *Average End Area*. Metode ini merupakan salah satu metode perhitungan volume yang menggunakan irisan vertikal sama rata dengan interval tertentu (Lama, 2019). Metode ini dipilih karena banyak digunakan untuk pekerjaan tanah yang bersifat memanjang seperti perencanaan jalan raya atau jalan tol.

### 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh *point density* data LiDAR terhadap perhitungan volume galian dan timbunan serta untuk mengetahui perbedaan nilai harga satuan galian dan timbunan terhadap data topografi dan data LiDAR.

## 2. BAHAN DAN METODE

### 2.1 Bahan

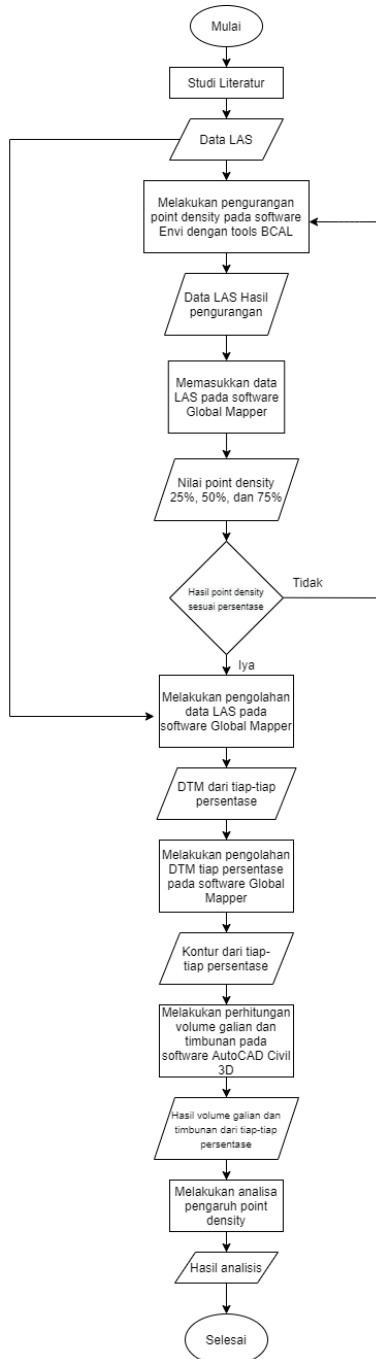
Bahan yang dibutuhkan pada penelitian ini terdiri dari beberapa data yang diperoleh dari PT Utama Karya Persero. Bahan yang dibutuhkan diantaranya adalah data LAS daerah Pekanbaru – Bangkinang yang diakuisisi melalui pengukuran LiDAR UAV. Data topografi dan *plan profile* daerah Pekanbaru – Bangkinang yang diakuisisi melalui pengukuran terestris. Data DTM daerah Pekanbaru – Bangkinang yang digunakan untuk perhitungan volume galian dan timbunan pengukuran LiDAR. Data kontur daerah Pekanbaru – Bangkinang yang digunakan untuk perhitungan volume galian dan timbunan pengukuran terestris.

### 2.1 Peralatan

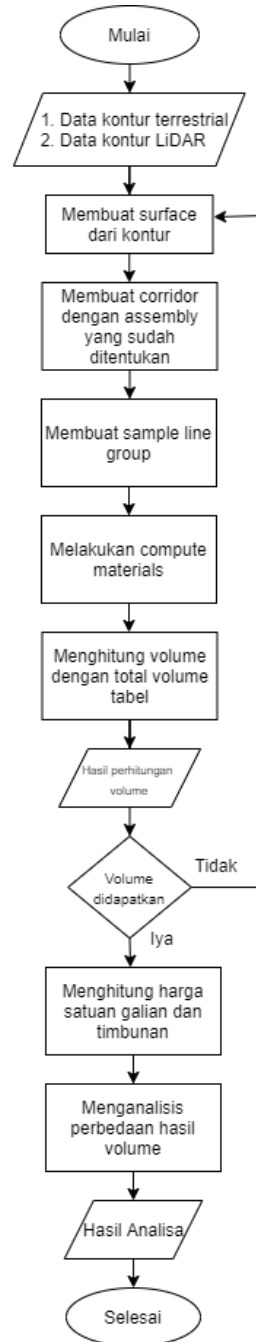
Peralatan yang dibutuhkan pada penelitian ini terdiri dari beberapa peralatan. Peralatan yang dibutuhkan adalah komputer dengan spesifikasi intel 10700KF, VGA 3070, RAM 32 GB. Perangkat lunak AutoCAD Civil 3D untuk perolehan data galian dan timbunan. LiDAR sensor *Yellowscan Surveyor Ultra* dengan spesifikasi *scanner* jenis *Velodyne VLP-32*, *Precision 10 centimeter*, *accuracy 5 centimeter*, dan *shots per second 600.000*.

## 2.2 Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 17 Juni 2021 – 21 Juli 2021 yang dilaksanakan secara *online* sesuai dengan kesepakatan dengan divisi perencanaan jalan tol PT. Hutama Karya. Dengan menggunakan data LIDAR yang berupa Digital Terrai Model yang diberikan oleh PT Hutama Karya untuk digunakan pada penelitian. Adapun prosedur penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 1** dan **Gambar 2**. Dalam penelitian ini di bagi menjadi dua proses pelaksanaan, dimana Gambar 1 merupakan prosedur pengurangan *point density* sedangkan pada Gambar 2 merupakan prosedur perhitungan harga volume.



**Gambar 1.** Prosedur penelitian pengurangan *Point Density*

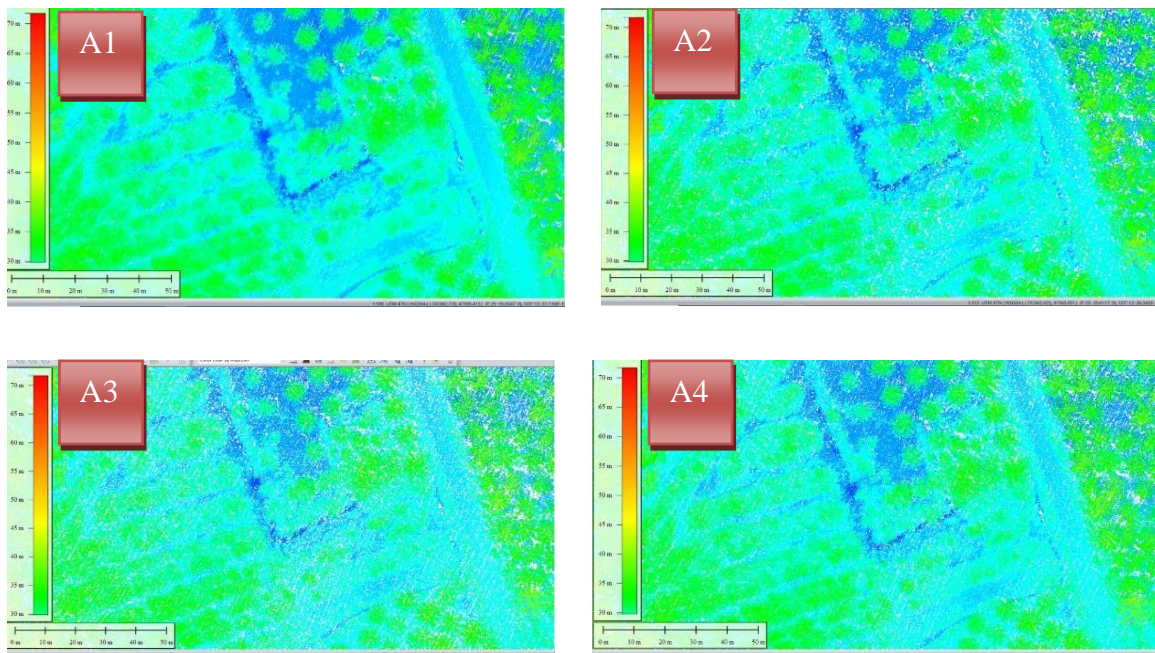


**Gambar 2.** Prosedur penelitian perhitungan Harga Volume

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Analisis Pengaruh *Point Density* data LiDAR terhadap perhitungan Volume Galian dan Timbunan

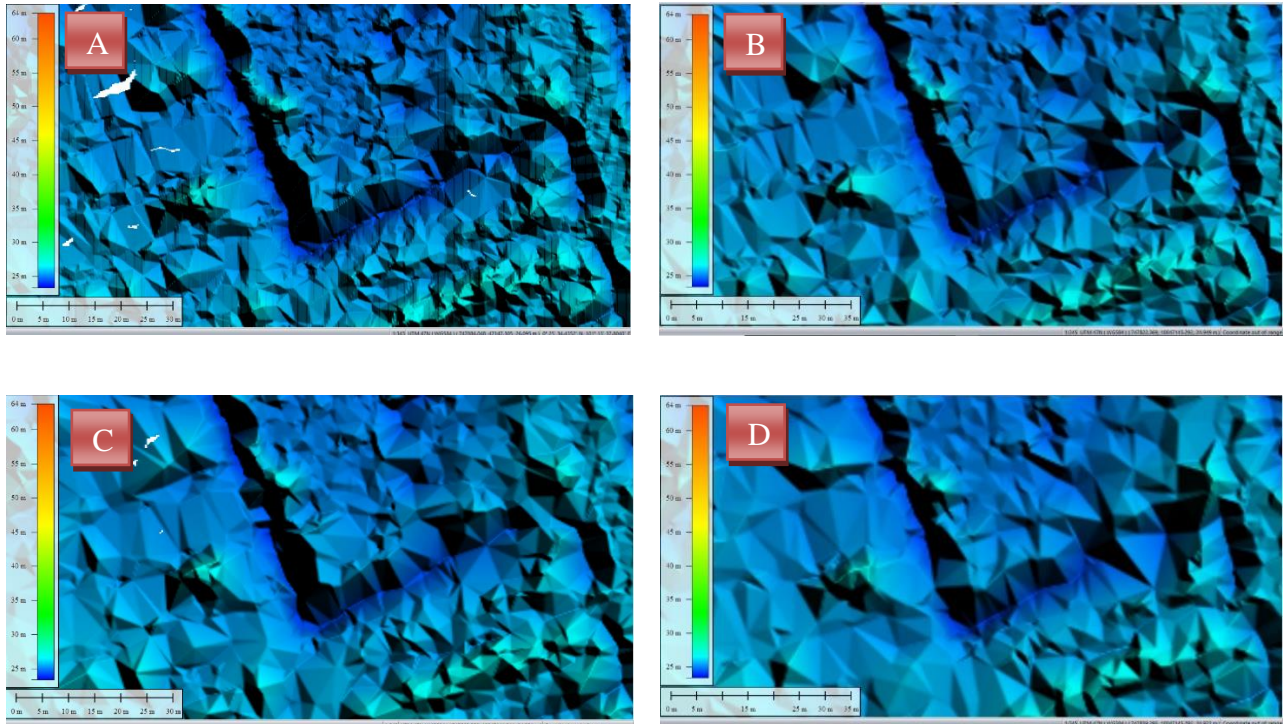
*Point Density* merupakan kerapatan titik data LiDAR untuk menentukan jumlah titik per area dimana permukaan bumi diambil sampelnya. *Point Density* menggambarkan jumlah titik di area tertentu dengan satuan dari *point density* yaitu *points/ m<sup>2</sup>*. Penentuan *point density* dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tinggi terbang dan kecepatan terbang dari LiDAR. Pada pembahasan ini akan dilakukan analisis mengenai *point density* yang dihasilkan oleh LiDAR jika dilakukan pengurangan sekian persen apakah akan berpengaruh terhadap hasil volume galian dan timbunan. Pengurangan *point density* pada setiap persennya dapat dilihat pada Gambar 3. Pada gambar A1 merupakan jumlah *point density* yang tidak dilakukan pengurangan, sedangkan untuk gambar A2 merupakan *point density* yang telah dilakukan pengurangan menjadi 25%, A3 dikurangkan menjadi 50%, dan A4 dikurangkan menjadi 75%.



**Gambar 3.** Perbandingan pengurangan *Point Density*.

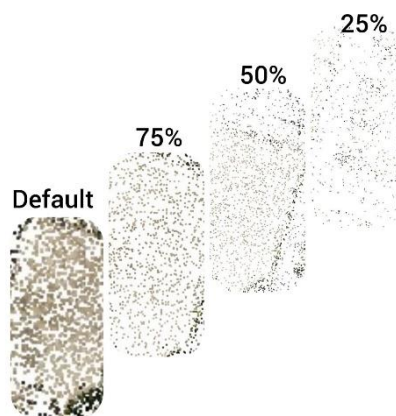
Pada penelitian ini dilakukan perbandingan pengaruh *point density* terhadap volume galian dan timbunan dengan membagi 4 bagian *point density* yaitu 100%, 75%, 50%, dan 25%. Penelitian ini dimulai dari pengurangan nilai *point density* (data LAS) pada *software* ENVI Classic 5.3 dengan menggunakan *tools* dari *Boise Center Aerospace Laboratory*. Tahap selanjutnya pembuatan *Digital Terrain Model* (DTM) dari masing masing data LAS tersebut menggunakan *software* Global Mapper 21.0. Pada Gambar 4 terlihat perbedaan DTM yang dihasilkan oleh pengurangan *point density*, gambar A merupakan gambar DTM *default*, Gambar B merupakan hasil DTM yang telah dilakukan pengurangan *point density* menjadi 75%, Gambar C dilakukan pengurangan *point density* menjadi 50%, dan Gambar D dilakukan pengurangan *point density* menjadi 25%.





**Gambar 4.** Perbandingan hasil dari pengurangan point density.

Pengurangan point density tersebut dapat diilustrasikan pada Gambar 5 dengan didapatkan nilai *point density* sebesar 25.397 samples / m<sup>2</sup> untuk point density 75% , 16.934 samples / m<sup>2</sup> untuk point density 50%, dan 8.472 samples / m<sup>2</sup> untuk point density 25%. Sedangkan untuk *point density default* memiliki nilai point density 33.861 samples / m<sup>2</sup> . Pengurangan *point density* tersebut mengacu kepada algoritma yang dikembangkan oleh *Boise center aerospace laboratory* yaitu BCAL LiDAR tools 2013. Algoritma ini mengurangi file LAS (format data LiDAR) dengan persentase total point menggunakan pemilihan acak dari kumpulan point dengan ketinggian yang sama (Singh, 2015).



**Gambar 5.** Ilustrasi perbandingan hasil dari pengurangan *point density*.

Pada perbandingan Gambar 4 tersebut terlihat perbedaan DTM yang dihasilkan, bila diperhatikan lebih teliti, DTM yang dihasilkan tidak sedetail dengan hasil yang dihasilkan DTM dengan *point density default*. Semakin banyak *point density* yang kurang maka semakin tidak detail *Digital Terrain Model* yang

dihasilkan. Untuk membuktikan perbedaan tiap persentase *point density*, dari masing- masing DTM yang terbentuk kemudian dilakukan perhitungan volume galian dan timbunan menggunakan tabel perhitungan harga volume galian dan timbunan yang diperoleh dari PT. Utama Karya Persero. Perbandingan harga galian dan timbunan setiap DTM dapat dilihat pada **Tabel 1** sampai **Tabel 4**.

**Tabel 1.** Perhitungan Nilai Galian dan Timbunan *Point Density Default*

| Keterangan               | Volume (m <sup>3</sup> ) | Harga per m <sup>3</sup> | Total Harga                 |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Volume timbunan          | 1.375.330,95             |                          |                             |
| Volume galian            | 179.041,17               |                          |                             |
| Galian untuk ditimbun    | 116.376,7605             | Rp59.683,00              | Rp6.945.714.197,00          |
| Galian untuk dibuang     | 62.664,4095              | Rp40.435,00              | Rp2.533.835.398,00          |
| CBM                      | 1.258.954,19             | Rp131.511,00             | Rp165.566.324.415,00        |
| <b>Total Keseluruhan</b> |                          |                          | <b>Rp175.045.874.010,00</b> |

**Tabel 2.** Perhitungan Nilai Galian dan Timbunan *Point Density 75%*

| Keterangan               | Volume (m <sup>3</sup> ) | Harga per m <sup>3</sup> | Total Harga                 |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Volume timbunan          | 875.676,57               |                          |                             |
| Volume galian            | 368.650,52               |                          |                             |
| Galian untuk ditimbun    | 239.622,838              | Rp59.683,00              | Rp14.301.409.840,00         |
| Galian untuk dibuang     | 129.027,682              | Rp40.435,00              | Rp5.217.234.322,00          |
| CBM                      | 636.053,732              | Rp131.511,00             | Rp83.648.062.349,00         |
| <b>Total Keseluruhan</b> |                          |                          | <b>Rp103.166.706.511,00</b> |

**Tabel 3.** Perhitungan Nilai Galian dan Timbunan *Point Density 50%*

| Keterangan               | Volume (m <sup>3</sup> ) | Harga per m <sup>3</sup> | Total Harga                 |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Volume timbunan          | 875.719,87               |                          |                             |
| Volume galian            | 368.233,17               |                          |                             |
| Galian untuk ditimbun    | 239.351,5605             | Rp59.683,00              | Rp14.285.219.185,00         |
| Galian untuk dibuang     | 128.881,6095             | Rp40.435,00              | Rp5.211.327.880,00          |
| CBM                      | 636.368,3095             | Rp131.511,00             | Rp83.689.432.751,00         |
| <b>Total Keseluruhan</b> |                          |                          | <b>Rp103.185.979.816,00</b> |

**Tabel 4.** Perhitungan Nilai Galian dan Timbunan *Point Density 25%*

| Keterangan               | Volume (m <sup>3</sup> ) | Harga per m <sup>3</sup> | Total Harga                 |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Volume timbunan          | 876.200,50               |                          |                             |
| Volume galian            | 365.256                  |                          |                             |
| Galian untuk ditimbun    | 237.416,40               | Rp59.683,00              | Rp14.169.723.001,00         |
| Galian untuk dibuang     | 127.839,60               | Rp40.435,00              | Rp5.169.194.226,00          |
| CBM                      | 638.784,10               | Rp131.511,00             | Rp84.007.135.775,00         |
| <b>Total Keseluruhan</b> |                          |                          | <b>Rp103.346.053.002,00</b> |

Tabel diatas merupakan hasil dari perhitungan volume galian dan timbunan dari *point density* tiap bagian. Berdasarkan hasil tersebut dapat terlihat bahwa perbedaan *point density* memengaruhi perhitungan volume yang dihasilkan. Pada perhitungan tersebut terlihat bahwa ada perbedaan signifikan antara *default* dengan pengurangan *point density* yang dilakukan. Hal ini disebabkan oleh pengurangan *point density* dari *default* ke 75% , *default* ke 50%, dan *default* ke 25% (seperti ilustrasi Gambar 5). Maka dari itu diperoleh hasil volume galian dan timbunan *point density default* ke pengurangan 75% cukup signifikan, sedangkan pengurangan *point density* dari 25%, 50%, dan 75% tidak begitu signifikan.

Berdasarkan hasil analisis pengurangan point density yang dilakukan mempengaruhi hasil DTM yang didapatkan. Dimana hasil *Digital Terrain Model* tersebut digunakan pada proses perhitungan volume galian dan timbunan. Hal tersebut yang menyebabkan point density berpengaruh besar terhadap perhitungan volume galian dan timbunan. Hal ini disebabkan karena pada proses pengurangan *point density*, *sample point* per m<sup>2</sup> berkurang sesuai dengan algoritma yang digunakan sehingga menyebabkan aspek TIN menjadi lebih besar sehingga menghasilkan segitiga – segitiga yang lebih besar dan tidak alami yang mempengaruhi DTM dan kontur berbeda karena semakin kecil jumlah *sample point* yang digunakan semakin kecil pula ketelitian yang didapatkan sehingga volume yang didapatkan akan berbeda mengikuti *sample point* yang digunakan.

### 3.2 Perbandingan Nilai Harga Satuan dan Timbunan dari data Topografi LiDAR dan Terrestrial

Perhitungan volume galian dan timbunan didapatkan dari pengolahan DTM menjadi kontur dengan interval 1 meter pada software Global Mapper 21.0. Kemudian kontur yang didapat dilakukan pembuatan surface dari kontur tersebut, dilanjutkan dengan pembuatan *corridor* dengan *assembly* yang ditentukan (*Tipikal Main Road Slope 1:3*), melakukan *compute material* dan menghitung volume dengan menggunakan software Civil 3D 2018 sehingga didapatkan hasil volume galian dan timbunan data terrestrial dan LiDAR yang dapat dilihat pada **Tabel 5** dan **Tabel 6**.

**Tabel 5.** Perhitungan Nilai Galian dan Timbunan Data Terrestrial

| Keterangan               | Volume (m <sup>3</sup> ) | Harga per m <sup>3</sup> | Total Harga                 |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Volume timbunan          | 1.508.557,94             |                          |                             |
| Volume galian            | 75.515,56                |                          |                             |
| Galian untuk ditimbun    | 49.085,114               | Rp59.683,00              | Rp2.929.546.859,00          |
| Galian untuk dibuang     | 26.430,446               | Rp40.435,00              | Rp1.068.715.084,00          |
| CBM                      | 1.459.472,826            | Rp131.511,00             | Rp191.936.730.820,00        |
| <b>Total Keseluruhan</b> |                          |                          | <b>Rp195.934.992.763,00</b> |

**Tabel 6.** Perhitungan Nilai Galian dan Timbunan Data LiDAR

| Keterangan               | Volume (m <sup>3</sup> ) | Harga per m <sup>3</sup> | Total Harga                 |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Volume timbunan          | 1.375.330,95             |                          |                             |
| Volume galian            | 179.041,17               |                          |                             |
| Galian untuk ditimbun    | 116.376,7605             | Rp59.683,00              | Rp6.945.714.197,00          |
| Galian untuk dibuang     | 62.664,4095              | Rp40.435,00              | Rp2.533.835.398,00          |
| CBM                      | 1.258.954,19             | Rp131.511,00             | Rp165.566.324.415,00        |
| <b>Total Keseluruhan</b> |                          |                          | <b>Rp175.045.874.010,00</b> |

Setelah diketahui volume galian dan timbunan dari data LiDAR maupun Terrestrial kemudian data tersebut di hitung harga satuannya berdasarkan acuan dari PT. Utama Karya. Dari perhitungan tersebut didapatkan harga satuan volume galian dan timbunan data LiDAR dan Terrestrial yang ditunjukkan dari tabel diatas. Dimana tabel tersebut menunjukkan besar harga satuan dari volume data LiDAR sebesar Rp. 175.045.874.010,- Dan harga satuan volume dari data terrestrial sebesar Rp. 195.934.992.763,- . dari perhitungan tersebut didapatkan selisih harga satuan sebesar Rp. 20.889.118.800. sehingga dapat disimpulkan data perhitungan volume data terrestrial dan LiDAR menghasilkan harga yang berbeda.



#### 4. KESIMPULAN

*Point Density* yang dihasilkan oleh LiDAR berpengaruh terhadap perhitungan volume galian dan timbunan. Berdasarkan hasil analisis, pengurangan *point density* yang dilakukan memengaruhi hasil DTM yang didapatkan. Hasil DTM tersebut kemudian digunakan pada proses perhitungan volume galian dan timbunan. Hal tersebut yang menyebabkan *point density* berpengaruh besar terhadap perhitungan volume galian dan timbunan. Hal ini dikarenakan pada proses pengurangan *point density*, *sample point* per m<sup>2</sup> berkurang sesuai dengan algoritma yang digunakan sehingga menyebabkan aspek TIN menjadi lebih besar, sehingga menghasilkan segitiga – segitiga yang lebih besar dan tidak alami yang dapat mempengaruhi DTM dan kontur. Perbedaan ini dikarenakan semakin kecil jumlah *sample point* yang digunakan semakin kecil pula ketelitian yang didapatkan sehingga volume yang didapatkan akan berbeda mengikuti *sample point* yang digunakan.

Berdasarkan perhitungan pada software AutoCad Civil 3D didapatkan harga satuan volume galian dan timbunan data LiDAR dan Terrestri. Dari perhitungan yang sudah dilakukan, didapatkan selisih perbedaan harga satuan volume sebesar Rp. 20.889.118.800. Dengan perbedaan harga yang cukup signifikan dan data terrestrial merupakan data acuan pada perhitungan volume ini, sehingga disarankan untuk pemodelan BIM lebih baik menggunakan data hasil akuisisi Terrestrial, dikarenakan dalam pembuatan BIM dibutuhkan tingkat akurasi data yang tinggi.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada PT. Utama Karya yang mengizinkan kami bekerja sama dalam melakukan penelitian ini. Serta Kami ucapkan juga kepada Bu Monica Maharani, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing kami selama menjalankan penelitian ini dan juga tidak lupa kepada seluruh jajaran dosen Teknik geomatika serta teman – teman yang kami cintai.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Fikri, M., & Rivai, M. (2019). Sistem Penghindar Halangan dengan Metode LIDAR pada Unmanned Surface Vehicle. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2).  
<https://ejournal.its.ac.id/index.php/teknik/article/download/43153/5831>.
- Haugerud, R.A., & Harding, D.J. (2001). Some Algorithms for Virtual Deforestation (VDF) of LIDAR topographic survey data. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, XXXIV-3(W4), 211-217. <https://www.isprs.org/proceedings/xxxiv/3-w4/pdf/haugerud.pdf>.
- Julian, H.D., & Harintaka. (2019). Kajian Pemanfaatan Intensitas LiDAR untuk Meningkatkan Hasil Ekstraksi Bangunan Secara Otomatis Menggunakan Ortofoto di Wilayah Perkotaan. <http://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/178859>.
- Lama, A.R., Sai, S.S., & Mabur, A.Y. (2019). Analisis Ketelitian Perhitungan Volume Galian Menggunakan Gridding Dan Tanpa Gridding Pada Pekerjaan Bendungan. [http://eprints.itn.ac.id/1448/1/Jurnal%28Agustinus%20Raja%20Lama\\_1425054%29.pdf](http://eprints.itn.ac.id/1448/1/Jurnal%28Agustinus%20Raja%20Lama_1425054%29.pdf).
- Mulia, D., & Hapsari, H. (2014). Studi Fotogrametri Jarak Dekat dalam Pemodelan 3D dan Analisis Volume Objek. *Journal of Geodesy and Geomatics*, 10(1), 32-39. <https://iptek.its.ac.id/index.php/geoid/article/download/687/422>.

- Putra, I.W.K.E. (2016). Sistem Kerja Sensor Laser Pada LiDAR. *Jurnal Media Komunikasi Geografi*, 17(1), 59-70. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/MKG/article/view/8441/5554>.
- Rizqy, R.M., Martina, N., & Purwanto, H. (2021). Perbandingan Metode Konvensional dengan BIM Terhadap Efisiensi Biaya, Mutu, Waktu. *Construction and Material Journal*, 3(1), 15-24.
- Singh, K.K., Chen, G., McCarter, J.B & Meentemeyer, R.K. (2015). Effects of LiDAR point density and landscape context on estimates of urban forest biomass. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 101, 310-322. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2014.12.021>.