

Analisis Pengaruh Interval Jarak Profil Melintang untuk Perhitungan Volume dengan Metode Penampang Rata-rata

Ilham Alfin Azzumardi, Yanto Budisusanto, dan Yuwono

Departemen Teknik Geomatika, Insitut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: yanto_b@geodesy.its.ac.id

Abstrak—Pembangunan jalan raya selalu berhubungan erat dengan kegiatan survei topografi, pengerasan jalan raya, serta perhitungan volume untuk galian, dan timbunan material. Bentuk volume tanah galian dan timbunan digambarkan dalam sebuah profil sesuai dengan rencana perkerasan jalan. Profil melintang jalan ditentukan dengan interval jarak tertentu yang diberi tanda dengan notasi STA (*Station*). Terdapat perbedaan interval jarak antar STA di setiap instansi pelaksana proyek dan belum ada standardisasi mengenai hal tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh interval jarak antar STA untuk perhitungan volume material pada jalan raya menggunakan metode penampang rata-rata. Hasil perhitungan volume pada setiap interval akan dibandingkan dengan data yang dianggap benar. Data perhitungan volume yang dianggap benar adalah hasil perhitungan manual volume data profil interval STA 25 meter menggunakan perangkat lunak pengolah angka. Analisis perhitungan volume menggunakan metode paired sample T-test untuk menguji kelayakan penggunaan perubahan interval jarak antar STA dalam perhitungan volume, serta uji toleransi ASTM untuk menguji akurasi perhitungan volume masing-masing interval STA data topografi profil dengan batas toleransi sebesar 2,78%. Berdasarkan hasil paired sample T-test dengan tingkat kepercayaan 95%, diperoleh hasil bahwa data topografi profil dengan interval STA 25 meter, 50 meter, dan 100 meter layak digunakan untuk perhitungan volume. Namun pada uji ASTM hanya terdapat tiga jenis data yang memenuhi batas toleransi 2,78% yaitu data topografi profil interval STA 25 meter, perhitungan volume interval section 25 meter memiliki selisih volume cut sebesar 0,021% dan selisih volume fill sebesar 0,051%. Data topografi profil interval STA 25 meter, perhitungan volume interval section 50 meter memiliki selisih volume cut 1,187% dan selisih volume fill sebesar 0,847%. Serta pada data topografi profil interval STA 50 meter, perhitungan volume interval section 50 meter memiliki selisih volume cut sebesar 0,850% dan selisih volume fill sebesar 1,784%.

Kata Kunci—ASTM, Paired Sample T-test, Penampang Rata-Rata, Volume Cut, Volume Fill.

I. PENDAHULUAN

PEMBANGUNAN jalan berkaitan erat dengan pekerjaan galian dan timbunan material, diperlukan perhitungan volume tanah berdasarkan data survei topografi. Perhitungan volume berpengaruh pada besarnya biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan tanah [1]. Obyek yang ditentukan besar nilai volumenya dapat memiliki bentuk yang beraturan (geometris) seperti gudang dan kontainer, dan adapula yang memiliki bentuk tidak beraturan (non geometris) seperti endapan di laut, tanah galian dan timbunan, serta material pertambangan. Pada pekerjaan jalan raya, bentuk volume tanah galian dan timbunan digambarkan dalam sebuah profil sesuai dengan rencana perkerasan jalan untuk menunjukkan

pertimbangan pengangkutan material [2].

Dalam melakukan proses perhitungan volume material, terdapat berbagai metode seperti metode penampang rata-rata, kontur, dan *borrow pit*. Pada pekerjaan pembangunan jalan raya perhitungan volume umumnya menggunakan metode penampang rata-rata [3]. Jarak penampang atau profil melintang jalan ditentukan dengan interval jarak tertentu. Setiap posisi profil tersebut diberi tanda dengan notasi STA (*Station*). Sering kali terdapat perbedaan interval jarak antar STA di setiap instansi pelaksana proyek. Pada dokumen modul pelatihan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat perhitungan interval jarak STA pada pekerjaan jalan raya, kurang lebih setiap 100 meter [4]. Sedangkan pada dokumen modul pelatihan lainnya perhitungan interval jarak STA pekerjaan jalan raya yaitu berkisar antara 25-50 meter [5].

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh interval jarak antar STA untuk perhitungan volume menggunakan metode penampang rata-rata. Perhitungan tersebut menggunakan data topografi profil dengan interval setiap 25 meter, 50 meter, 100 meter. Analisis dilakukan menggunakan metode *paired sample T-test* untuk menguji kelayakan penggunaan perubahan interval jarak antar STA dalam perhitungan volume, caranya dengan menghitung nilai prosentase selisih rata-rata perhitungan volume pada setiap interval STA data profil. Serta uji toleransi ASTM (*American Society for Testing and Material*) digunakan untuk menguji akurasi perhitungan volume masing-masing interval STA data profil.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di kegiatan Pembangunan Jalan Lingkar Tuban STA 5+700 hingga STA 10+700 yang terletak di Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban, Jawa Timur dengan koordinat geografis 6° 56' 30,88" LS dan 112° 05' 24,99" BT hingga 6° 55' 47,89" LS dan 112° 02' 50,27" BT. Garis warna kuning pada Gambar 1 adalah lokasi penelitian.

B. Data dan Peralatan

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Data profil jalan raya interval STA 25 meter
2. Data profil jalan raya interval STA 50 meter
3. Data profil jalan raya interval STA 100 meter

Peralatan yang digunakan untuk pengolahan data pada



Gambar 3. Lokasi Penelitian.



Gambar 4. Diagram Alir Pembuatan Corridor.

penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Laptop/PC
2. Perangkat lunak pengolah data survei
3. Microsoft Office 365

C. Tahapan Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data pada penelitian ini secara umum terbagi menjadi dua. Pertama, tahapan pembuatan *corridor* sebagaimana yang tercantum pada Gambar 2. Kedua, tahapan perhitungan volume sebagaimana yang tercantum pada Gambar 3.

1) Plot data koordinat

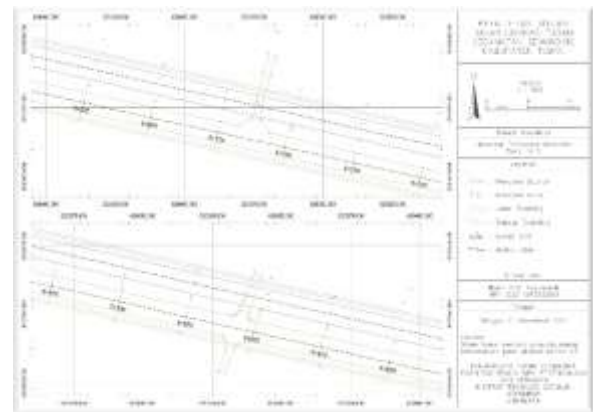
Plotting data koordinat berupa file .csv hasil pengukuran topografi jalan raya menggunakan perangkat lunak pengolah data survei dan perhitungan volume.

2) Pembuatan surface

Pembuatan model permukaan (surface) dari hasil plotting



Gambar 1. Diagram Alir Perhitungan Volume.



Gambar 2. Peta detail situasi Jalan Lingkar Tuban.

koordinat data pengukuran profil jalan raya dengan interval STA 25 meter, 50 meter, dan 100 meter.

3) Pembuatan alinyemen

Pembuatan alinyemen horizontal berdasarkan *centerline* jalan raya alinyemen vertikal berdasarkan data rencana elevasi jalan raya yang akan dibangun. Dimana pada tahap ini diperlukan penyesuaian elevasi eksisting jalan raya dengan elevasi rencana jalan raya pada *centerline* jalan.

4) Assembly jalan raya.

Pembuatan *assembly* jalan raya berdasarkan rencana susunan material *overlay* jalan raya yang akan dibangun. *Assembly* merupakan fungsi pada perangkat lunak pengolah data survei dan perhitungan volume untuk menyusun desain potongan melintang jalan. Sehingga dihasilkan gambar irisan melintang jalan raya seperti median jalan, badan jalan, dan saluran beserta lapisan material jalan raya.

Tabel 1.

Hasil perhitungan volume *cut and fill* pada perangkat lunak pengolah data survei

Volume	Data	Interval	Data	Interval	Data	Interval
	STA	25 m	STA	50 m	STA	100 m (m ³)
	(m ³)		(m ³)			
Interval Section 25 meter						
<i>Cut</i>	43.535,480		44.810,650		47.671,370	
<i>Fill</i>	16.843,420		15.255,950		13.620,900	
<i>Net Volume</i>	26.692,060		29.554,700		34.050,470	
Interval Section 50 meter						
<i>Cut</i>	44.042,930		43.896,270		47.059,970	
<i>Fill</i>	16.692,230		16.534,520		14.218,000	
<i>Net Volume</i>	27.350,700		27.361,750		32.841,970	
Interval Section 100 meter						
<i>Cut</i>	43.965,650		43.166,970		43.789,070	
<i>Fill</i>	18.538,920		18.348,630		17.839,850	
<i>Net Volume</i>	25.426,730		24.818,340		25.949,220	

Tabel 2.

Hasil perhitungan volume *cut and fill* pada perangkat lunak pengolah angka

Volume	Data Interval STA 25 meter (m ³)
<i>Cut</i>	43.526,460
<i>Fill</i>	16.834,850
<i>Net Volume</i>	26.691,610

5) Pembuatan *corridor*

Pembuatan *corridor* dimaksudkan untuk melihat hasil *assembly* jalan raya yang telah dibuat dan ditampilkan pada *centerline* sehingga dapat diketahui batas luasan jalan raya yang akan dibangun.

6) Pembuatan *section*

Pembuatan *section* untuk menampilkan potongan melintang pada setiap data dengan interval *section* tertentu dari rencana jalan yang telah dibuat. Pada setiap data profil dengan interval STA dilakukan perhitungan dengan interval *section* sebesar 25 meter, 50 meter, dan 100 meter. Interval *section* yang dimaksud adalah interval hasil penggambaran profil melintang dari data yang didapatkan, sedangkan interval STA adalah interval dari pengukuran topografi jalan raya.

7) Perhitungan volume

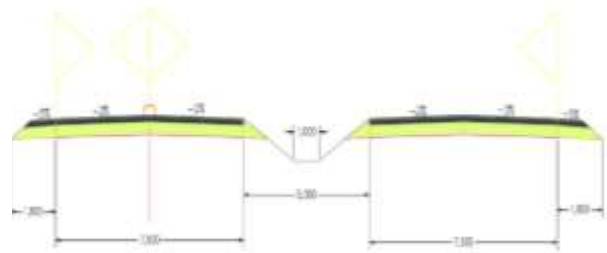
Tahap ini merupakan tahap inti dari penelitian ini, dimana dilakukan perhitungan volume *cut and fill* dari data koordinat profil jalan raya interval STA 25 meter, 50 meter, dan 100 meter menggunakan perangkat lunak pengolah data survei dan perhitungan volume dengan metode penampang rata-rata. Didapatkan total sembilan volume *cut and fill* untuk setiap data profil memiliki tiga nilai volume *cut and fill* yaitu interval 25 meter, 50 meter, dan 100 meter. Serta dilakukan perhitungan volume *cut and fill* secara manual menggunakan perangkat lunak pengolah angka dari data topografi dengan interval STA 25 meter sebagai data pembanding atau data yang dianggap benar dalam penelitian ini.

8) Analisis perbandingan volume

Perhitungan volume untuk setiap data profil dengan interval STA tertentu dianalisis terhadap data yang dianggap benar. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode *Paired sample T-test* dan uji toleransi ASTM (*American Society for Testing and Material*). Metode *Paired sample T-test* digunakan untuk menguji kelayakan data pada setiap interval STA untuk perhitungan volume dengan cara menghitung nilai prosentase selisih rata-rata perhitungan



Gambar 5. *Surface model* Jalan Lingkar Tuban.



Gambar 6. Desain Perkerasan Jalan.

volume pada setiap interval STA data profil. Sedangkan uji ASTM digunakan untuk menguji akurasi perhitungan volume masing-masing interval STA data profil.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Plotting Data

Hasil *plotting* data koordinat pengukuran topografi profil untuk *centerline* jalan mengikuti dengan topografi *eksisting* dari as jalan. Dari hasil *plotting* tersebut dilakukan penggambaran peta situasi jalan sebagaimana yang tercantum pada Gambar 4 sesuai pengambilan data yaitu jalan, saluran, dan topografi *eksisting* yang akan menjadi rencana jalan dan saluran.

B. Hasil Digital Terrain Model

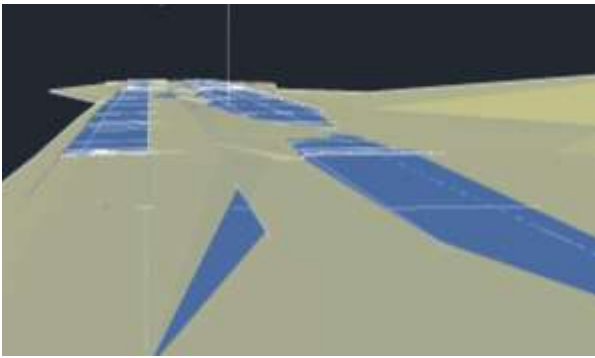
Digital Terrain Model (DTM) dibuat dengan menginterpolasikan titik hasil *plotting* data koordinat menggunakan metode *Triangular Interpolation Network* (TIN), sehingga didapatkan hasil yang direpresentasikan dengan garis kontur pada Gambar 5. Hasil DTM memiliki nilai elevasi yang bervariasi, dengan elevasi maksimum sebesar 67,000 meter, elevasi minimum sebesar 33,252 meter, dan elevasi rata-rata sebesar 51,793 meter. Nilai elevasi tersebut berdasarkan pada referensi *ellipsoid* WGS84.

C. Hasil Alinyemen

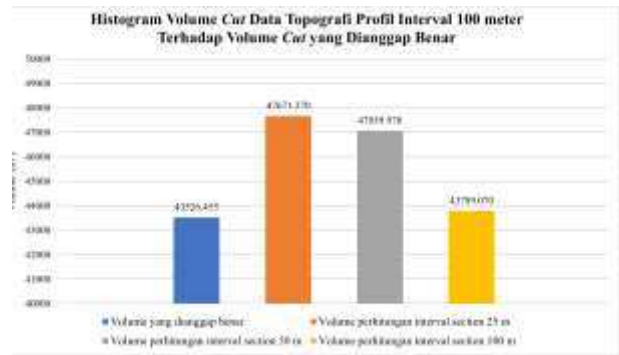
Terdapat dua hasil alinyemen, yaitu alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal. Pada alinyemen horizontal, dapat diketahui tipe tikungan jalan pada alinyemen horizontal adalah *curve* dengan parameter jari-jari *curve* 200 meter, panjang *curve* maksimum yaitu 36,011 meter, dan sudut tangen *curve* maksimum 10,3304°. Sedangkan pada alinyemen vertikal, diketahui dapat nilai perubahan *slope* maksimum sebesar 3,36%, perubahan *slope* minimum sebesar 0%, dan rata-rata perubahan *slope* sebesar 0,53%.

D. Hasil Assembly Jalan

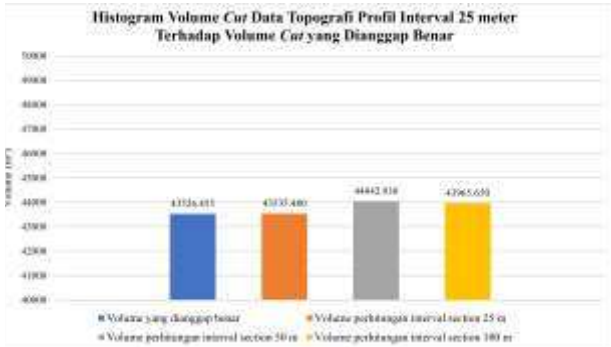
Assembly jalan raya dibuat berdasarkan pada rencana



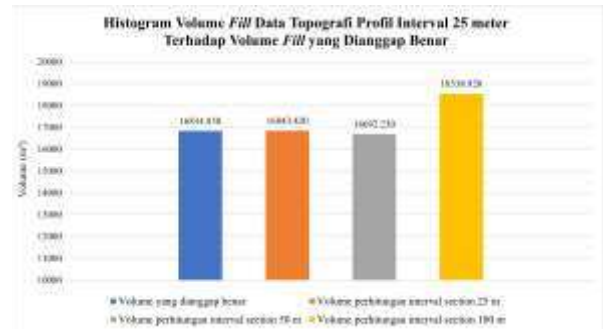
Gambar 10. Corridor Surface Jalan Lingkar Tuban.



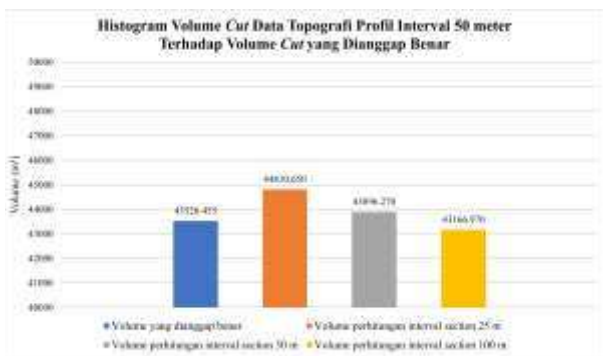
Gambar 7. Histogram volume *cut* data profil interval 100 meter terhadap volume *cut* yang dianggap benar.



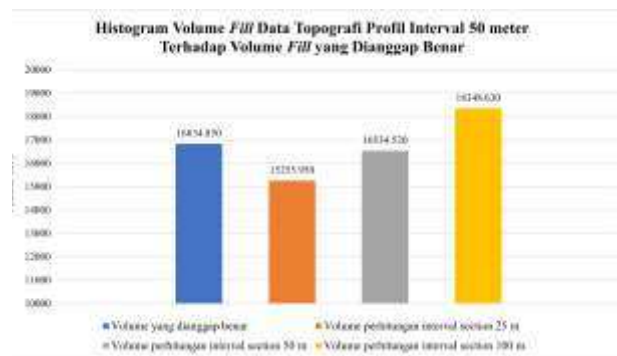
Gambar 11. Histogram volume *cut* data profil interval 25 meter terhadap volume *cut* yang dianggap benar.



Gambar 8. Histogram volume *fill* data profil interval 25 meter terhadap volume *fill* yang dianggap benar.



Gambar 12. Histogram volume *cut* data profil interval 50 meter terhadap volume *cut* yang dianggap benar.



Gambar 9. Histogram volume *fill* data profil interval 50 meter terhadap volume *fill* yang dianggap benar.

perkerasan jalan yang dapat dilihat pada Gambar 6 serta terdiri dari median jalan dengan lebar 5 meter, dua ruas badan jalan dengan lebar 7,5 meter, dan dua ruas bahu jalan dengan lebar 1,8 meter.

E. Hasil Corridor Surface

Pada tampilan hasil *corridor* yang dapat dilihat pada Gambar 7 dapat diketahui batas luasan jalan raya secara tiga dimensi sesuai dengan desain perkerasan jalan raya. Dimana, warna biru pada gambar merupakan permodelan tiga dimensi dari desain perkerasan jalan. Sedangkan warna krem merupakan permodelan tiga dimensi dari *surface eksisting*. Hasil permodelan *corridor* tersebut digunakan menjadi *surface target* untuk perhitungan volume *cut and fill*.

F. Hasil Perhitungan Volume

Perhitungan volume *cut and fill* menggunakan metode penampang rata-rata dilakukan dengan cara mengalikan luas rata rata dari irisan yang ada dengan jarak antara irisan awal dan akhir [6]. Berikut merupakan persamaan dalam menghitung volume menggunakan metode penampang rata-rata.

$$V = \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \times d \tag{1}$$

Keterangan:

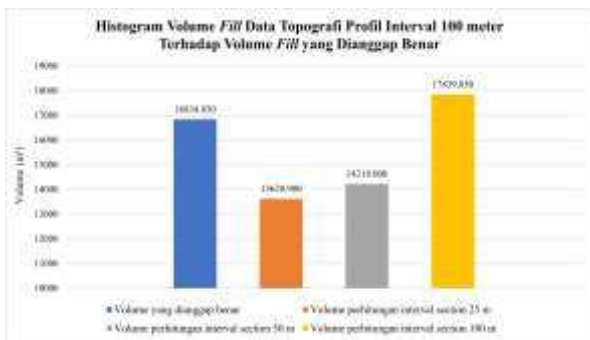
A : Luas penampang (m²)

d : Jarak antar penampang awal dan penampang akhir (m)

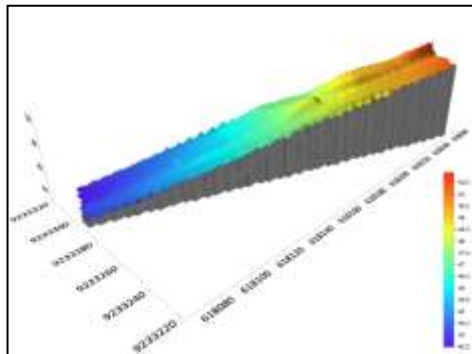
V : Volume penampang rata-rata (m³)

Hasil perhitungan volume *cut and fill* dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

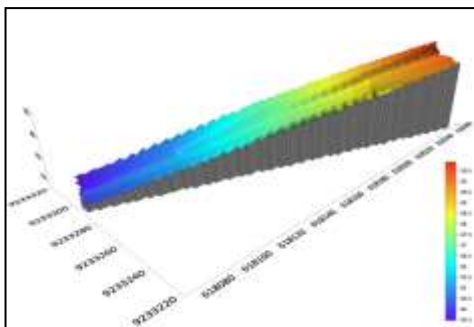
Dari perhitungan diperoleh sembilan hasil volume *cut and fill*. Pada setiap data, diberikan tiga penggunaan interval *section* 25 meter, 50 meter, dan 100 meter. Sehingga didapatkan rata-rata volume *cut and fill* pada setiap data topografi (profil memanjang dan melintang). Pada interval STA 25 meter diperoleh rata-rata volume *cut* sebesar 43.848,020 m³ dan rata-rata volume *fill* sebesar 17.358,190 m³. Pada interval STA 50 meter diperoleh rata-rata volume *cut* sebesar 43.957,963 m³ dan rata-rata volume *fill* sebesar 16.713,033 m³. Pada interval STA 100 meter diperoleh rata-rata volume *cut* sebesar 46.173,470 m³ dan rata-rata volume *fill* sebesar 15.226,250 m³.



Gambar 13. Histogram volume *fill* data profil interval 100 meter terhadap volume *fill* yang dianggap benar.



Gambar 14. Pemodelan 3D Data profil Interval STA 25 meter.



Gambar 15. Pemodelan 3D Data profil Interval STA 50 meter.

Pada Gambar 8 hingga 10 disajikan perbandingan volume *cut* hasil perhitungan terhadap volume *cut* yang dianggap benar. Selanjutnya pada gambar 11 hingga gambar 13 disajikan perbandingan volume *fill* hasil perhitungan terhadap volume *fill* yang dianggap benar. Histogram warna biru menunjukkan nilai volume yang dianggap benar, warna oranye menunjukkan nilai volume perhitungan interval *section* 25 meter, warna abu-abu menunjukkan nilai volume perhitungan interval *section* 50 meter, warna kuning menunjukkan nilai volume perhitungan interval *section* 100 meter.

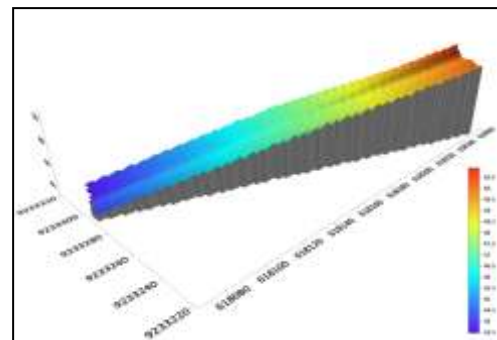
Dari penyajian histogram tersebut, dapat diketahui bahwa perubahan penggunaan interval *section* dengan interval yang tidak sama pada interval pengambilan data profil mengakibatkan nilai volume yang tidak sesuai. Sedangkan penggunaan interval *section* yang sama dengan interval pengambilan data profil memiliki nilai volume yang cenderung sesuai dengan volume yang dianggap benar.

G. Analisis Digital Terrain Model

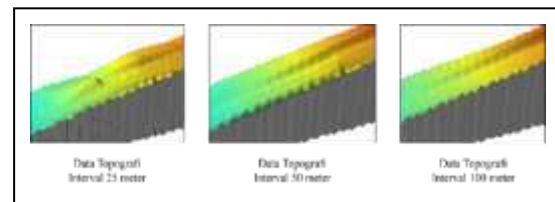
Pemodelan tiga dimensi pada DTM disajikan untuk menunjang analisis adanya perbedaan nilai volume yang dihasilkan pada setiap interval. Permodelan tiga dimensi dibuat menggunakan data profil dengan interval STA 25

Tabel 3.
Hasil Perhitungan *Paired sample T-test*

Data	t_{tabel}	t_{hitung}	Hasil
Volume <i>Cut</i>			
Interval STA 25 meter	4,303	2,037	Ho diterima
Interval STA 50 meter	4,303	2,190	Ho diterima
Interval STA 100 meter	4,303	2,196	Ho diterima
Volume <i>Fill</i>			
Interval STA 25 meter	4,303	1,136	Ho diterima
Interval STA 50 meter	4,303	2,720	Ho diterima
Interval STA 100 meter	4,303	3,454	Ho diterima



Gambar 16. Pemodelan 3D Data profil Interval STA 100 meter.



Gambar 17. Perbandingan model 3D interval.

meter, 50 meter, dan 100 meter. Untuk memperoleh visualisasi yang lebih jelas, data yang disajikan dalam permodelan 3D merupakan data pada STA 8+100 hingga STA 8+300. Pada gambar berikut disajikan permodelan 3D menggunakan data profil dengan tiga interval STA yang berbeda sebagaimana yang tercantum pada Gambar 14 - 17.

Berdasarkan model 3D tersebut, apabila dianalisis secara visual terdapat beberapa area yang memiliki perbedaan relief topografi yang cukup signifikan. Pada gradasi warna oranye-kuning-hijau memiliki perbedaan cukup signifikan dimana terdapat gundukan pada model 3D interval 25 meter sedangkan pada interval lainnya tidak terdapat gundukan. Dari tampilan yang disajikan. Selain itu relief topografi pada interval yang lebih pendek memiliki tekstur yang kasar sedangkan pada interval yang lebih panjang memiliki relief topografi yang relatif halus. Hal ini dikarenakan permodelan dilakukan menggunakan jumlah *sample point* yang berbeda-beda. Pada gambar 14 menggunakan jumlah *sample point* sebanyak 92 *sample*, pada gambar 15 menggunakan jumlah *sample point* sebanyak 51 *sample*, dan pada gambar 16 menggunakan jumlah *sample point* sebanyak 29 *sample*. Adanya perbedaan jumlah *sample point* yang digunakan akan mempengaruhi model interpolasi yang dihasilkan sebagaimana yang terlihat pada gambar 17.

H. Analisis *Paired sample T-test*

Paired sample T-test merupakan salah satu metode pengujian hipotesis terhadap data yang digunakan berpasangan. Hal yang sering ditemui pada kasus yang berpasangan adalah suatu objek penelitian yang diberi dua perlakuan yang berbeda. Walaupun menggunakan individu

Tabel 5.

Selisih Volume Perhitungan terhadap Volume yang Dianggap Benar

Data profil	Perlakuan Interval Section	Selisih volume perhitungan terhadap volume yang dianggap benar (m ³)
Volume Cut		
Interval STA 25 meter	25 m	9,025
	50 m	516,475
	100 m	439,195
Interval STA 50 meter	25 m	1.284,195
	50 m	369,815
	100 m	359.485
Interval STA 100 meter	25 m	4.144,915
	50 m	3.533,515
	100 m	262,615
Volume Fill		
Interval STA 25 meter	25 m	8,570
	50 m	142,620
	100 m	1.704,070
Interval STA 50 meter	25 m	1.578,900
	50 m	300,330
	100 m	1.513,780
Interval STA 100 meter	25 m	3.213,950
	50 m	2.616,850
	100 m	1.005,000

Tabel 4.

Prosentase Selisih Volume Perhitungan Terhadap Volume yang Dianggap Benar

Data profil	Perlakuan Interval Section	Prosentase selisih volume perhitungan terhadap volume yang dianggap benar (%)
Volume Cut		
Interval STA 25 meter	25 m	0,021
	50 m	1,187
	100 m	1,009
Interval STA 50 meter	25 m	2,950
	50 m	0,850
	100 m	0,826
Interval STA 100 meter	25 m	9,523
	50 m	8,118
	100 m	0,603
Volume Fill		
Interval STA 25 meter	25 m	0,051
	50 m	0,847
	100 m	10,122
Interval STA 50 meter	25 m	9,379
	50 m	1,784
	100 m	8,992
Interval STA 100 meter	25 m	19,091
	50 m	15,544
	100 m	5,970

yang sama, peneliti tetap memperoleh dua macam data sampel, yaitu data dari perlakuan pertama dan data dari perlakuan kedua, Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah dua sampel berpasangan mempunyai nilai rata-rata yang sama atau tidak [7]. Berikut merupakan persamaan untuk melakukan *paired sample T-test*.

$$t_{hitung} = \frac{D}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \tag{2}$$

Keterangan:

s : Standard deviasi (m³)

D : Rata-rata selisih pengukuran 1 dan 2 (m³)

n : Jumlah data

Interpretasi hasil pengujian menggunakan *paired sample T-test* dilakukan pada tingkat signifikansi (α) 5% atau tingkat kepercayaan 95% dan DoF (*degree of freedom*) atau derajat kebebasan n-1 atau 3-1. Sampel data yang digunakan untuk diuji adalah hasil perhitungan volume *cut and fill* dari data koordinat topografi jalan raya interval STA 25 meter, 50 meter, dan 100 meter menggunakan perangkat lunak pengolah data survei dengan metode penampang rata-rata. Hasil perhitungan volume tersebut akan dibandingkan dengan hasil perhitungan volume *cut and fill* secara manual dari data topografi dengan interval STA 25 meter sebagai data pembandingan atau data yang dianggap benar dalam penelitian ini.

Dari hasil perhitungan volume *cut and fill* pada setiap interval STA 25 meter, 50 meter, dan 100 meter dilakukan analisis *paired sample T-test* dengan hipotesis dan pengambilan keputusan sebagai berikut.

1) *Hipotesis*

H₀ : Penggunaan perubahan interval jarak antar STA untuk perhitungan volume tidak berbeda secara signifikan dan layak digunakan

H₁ : Penggunaan perubahan interval jarak antar STA untuk perhitungan volume berbeda secara signifikan dan tidak layak digunakan

2) *Pengambilan Keputusan*

t_{hitung} > t_{tabel} → Ho ditolak

t_{hitung} < t_{tabel} → Ho diterima

Karena nilai t_{hitung} < t_{tabel}, maka Ho diterima pada tingkat signifikansi 5% atau tingkat kepercayaan 95%. Sehingga perhitungan volume menggunakan data profil pada interval tersebut tidak memiliki perbedaan secara signifikan dan data profil pada interval tersebut layak digunakan untuk perhitungan volume (Tabel 3).

1. *Analisis Perhitungan Volume Cut and fill*

Toleransi merupakan suatu ukuran yang diizinkan dan diperbolehkan, dalam penelitian ini toleransi yang diperbolehkan adalah ± 2,78% yang mengacu pada spesifikasi yang ditetapkan oleh ASTM [8] Perbandingan dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan volume *cut and fill* dari data profil memanjang dan melintang jalan raya interval STA 25 meter, 50 meter, dan 100 meter menggunakan perangkat lunak pengolah data survei dan perhitungan volume dengan metode penampang rata-rata terhadap hasil perhitungan volume *cut and fill* menggunakan perangkat lunak pengolah angka dari data profil memanjang dan melintang dengan interval STA 25 meter sebagai data yang dianggap benar. Pada tabel 4 dan 5 disajikan selisih dan prosentase selisih hasil perhitungan volume *cut and fill*.

Berdasarkan hasil perbandingan perhitungan volume pada Tabel 4 dan 5, terdapat beberapa perhitungan volume tidak memenuhi standard toleransi berdasarkan ASTM diantaranya data profil interval STA 50 meter dengan perlakuan interval *section* 25 meter, serta data profil interval STA 100 meter dengan perlakuan interval *section* 25 meter dan 50 meter. Berdasarkan hasil tersebut juga, diketahui bahwa data profil interval STA 25 meter dengan perlakuan interval *section* 25 meter memiliki akurasi hasil volume yang terbaik apabila dibandingkan dengan data profil interval STA dengan perlakuan interval *section* lainnya dengan prosentase selisih volume *cut* sebesar 0,021% dan volume *fill* sebesar 0,051%.

IV. KESIMPULAN

A. *Kesimpulan*

Dari hasil penelitian ini dapat ditarik menjadi beberapa

kesimpulan sebagai berikut;(1)Berdasarkan perhitungan volume *cut and fill* menggunakan perangkat lunak pengolahan data survei diperoleh hasil pada interval STA 25 meter diperoleh rata-rata volume *cut* sebesar 43.848,020 m³ dan rata-rata volume *fill* sebesar 17.358,190 m³, pada interval STA 50 meter diperoleh rata-rata volume *cut* sebesar 43.957,963 m³ dan rata-rata volume *fill* sebesar 16.713,033 m³, serta pada interval STA 100 meter diperoleh rata-rata volume *cut* sebesar 46.173,470 m³ dan rata-rata volume *fill* sebesar 15.226,250 m³; (2)Berdasarkan hasil *Paired sample T-test* dengan tingkat kepercayaan 95%, diperoleh hasil bahwa data profil dengan interval STA 25 meter, 50 meter, dan 100 meter layak digunakan untuk perhitungan volume karena nilai $t_{hitung} < t_{tabel}$ serta tidak ada perbedaan yang signifikan; (3)Berdasarkan uji toleransi ASTM yaitu 2,78 % diperoleh tiga jenis data yang memenuhi toleransi yaitu data profil interval STA 25 meter, perhitungan volume interval *section* 25 meter memiliki selisih volume *cut* sebesar 0,021% dan selisih volume *fill* sebesar 0,051%. Kemudian data profil profil interval STA 25 meter, perhitungan volume interval *section* 50 meter memiliki selisih volume *cut* 1,187% dan selisih volume *fill* sebesar 0,847%. Serta pada data profil profil interval STA 50 meter, perhitungan volume interval *section* 50 meter memiliki selisih volume *cut* sebesar 0,850% dan selisih volume *fill* sebesar 1,784%.

B. Saran

Adapun saran penulis berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut;(1)Untuk peneliti selanjutnya;(a)Melakukan analisis terhadap perhitungan volume pada jalan yang berkelok atau menikung dengan tajam;(b)Melakukan uji regresi linear terhadap permodelan *surface* hasil interpolasi sebelum melakukan perhitungan volume *cut and fill* untuk mengetahui korelasi data

sebenarnya dengan data interpolasi;(2)Untuk instansi yang bersangkutan;(a)Rekomendasi kebijakan untuk standardisasi interval dalam pekerjaan jalan raya yaitu menggunakan maksimal interval profil setiap 50 meter namun perlu diadakan penelitian lebih lanjut;(b)Dalam melakukan perhitungan volume dengan area memanjang sebaiknya menggunakan data yang telah didapatkan saat pengukuran topografi tanpa mengubah penggunaan interval profil melintangnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Satuan Kerja Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah IV Provinsi Jawa Timur yang telah mendukung penelitian ini dalam hal penyediaan data profil Jalan Lingkar Tuban.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Jendral Cipta Karya, "Profil Kota Tangerang Selatan RPIJM Bidang Cipta Karya 2019-2023," Direktorat Jendral Cipta Karya. Tangerang. 2018.
- [2] B. Kavanagh, *Surveying with Construction Applications*, 7th ed. New Jersey: Pearson Education Inc., 2010.
- [3] P. R. Wolf and C. D. Ghilani, *Elementary Surveying an Introduction to Geomatics*, 14th ed. New Jersey: Pearson Education Inc., 2015.
- [4] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, "Dasar-dasar Pengukuran Topografi Untuk Pekerjaan Jalan," Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat .Jakarta, 2017.
- [5] Kementerian Pekerjaan Umum, "Dasar-dasar Pengukuran Topografi," Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat .Jakarta, 2005.
- [6] Yuwono, *Pendidikan dan Pelatihan (Diklat) Teknis Pengukuran dan Pemetaan Kota*. Surabaya, 2004.
- [7] Nuryadi, Tutut Dewi Astuti, Endang Sri Utami, and Martinus Budiantara, "Dasar-Dasar Statistika Penelitian," pp. 1–177, 2017.
- [8] ASTM International, *Standard Practice for Tonnage Calculation of Coal in a Stockpile*. United State: ASTM International.