

Analisis Perbandingan Perhitungan Volume dengan Variasi Interval Grid Menggunakan Perangkat Lunak Surfer Berdasarkan Data *Multibeam Echosounder*

MUHAMMAD FARELL KAMAL AMDITRA¹, DIAN NOOR HANDIANI²

1. Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional, Bandung
2. Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional, Bandung

Email: muhammad.farell@mhs.itenas.ac.id

ABSTRAK

Survei batimetri menggunakan Multibeam Echosounder (MBES) menghasilkan data beresolusi tinggi yang krusial untuk perhitungan volume pengerukan di area pelabuhan. Penelitian ini menganalisis perbandingan hasil perhitungan volume dari data batimetri dengan variasi interval grid (5, 10, dan 15 meter) terhadap data acuan MBES beresolusi 0,2 meter. Studi kasus dilakukan di area kolam Pelabuhan Curah Cair Kabil, Kota Batam, dengan menggunakan perangkat lunak Surfer untuk kalkulasi volume. Hasil perhitungan dianalisis berdasarkan standar toleransi American Society for Testing and Materials (ASTM) sebesar 2,78%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa interval grid 5 dan 10 meter menghasilkan selisih volume yang masih berada dalam batas toleransi ASTM. Sementara itu, pada area dengan morfologi dasar laut yang kompleks interval grid 15 meter menghasilkan selisih yang signifikan dan tidak dapat diterima. Penelitian ini menyimpulkan bahwa data dengan interval grid hingga 10 meter dapat menjadi alternatif yang efisien untuk perhitungan volume.

Kata kunci: batimetri, volume, interval grid, surfer, ASTM

1. PENDAHULUAN

Survei batimetri merupakan komponen esensial dalam manajemen wilayah pesisir dan perencanaan infrastruktur laut, khususnya untuk kegiatan pengerukan di pelabuhan. Akurasi perhitungan volume material keruk sangat penting untuk estimasi biaya, logistik, dan evaluasi dampak lingkungan. Penggunaan *Multibeam Echosounder* (MBES) telah menjadi standar industri karena kemampuannya menghasilkan data batimetri dengan cakupan luas dan resolusi tinggi, sehingga mampu memodelkan topografi dasar laut secara detail (Poerbandono & Djunarsjah, 2005).

Data MBES dengan resolusi tinggi (misalnya 0,2 meter) menghasilkan *Digital Terrain Model* (DTM) yang sangat akurat, namun memerlukan biaya survei yang tinggi serta kapasitas pemrosesan dan penyimpanan data yang besar. Hal ini memunculkan pertanyaan mengenai efektivitas penggunaan data dengan resolusi lebih rendah (interval grid yang lebih besar) sebagai alternatif yang lebih efisien. *American Society for Testing and Materials* (ASTM)

menetapkan standar toleransi selisih perhitungan volume sebesar 2,78%, yang dapat dijadikan acuan untuk menguji kelayakan metode alternatif.

Penelitian ini berfokus pada analisis perhitungan volume di kolam Pelabuhan Curah Cair Kabil, Batam, berdasarkan data MBES. Analisis dilakukan dengan memvariasikan interval grid 5, 10, dan 15 meter dan membandingkan hasilnya dengan data acuan MBES beresolusi 0,2 meter. Tujuan utamanya adalah untuk menganalisis kemampuan data dengan interval grid yang lebih rendah sebagai alternatif pengganti data MBES beresolusi 0,2 meter untuk perhitungan volume di lokasi studi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Kolam Pelabuhan Umum Curah Cair Kabil, yang berlokasi di Kawasan Industri Terpadu Kabil (KIIE), Kota Batam, merupakan infrastruktur maritim khusus dengan tingkat aktivitas yang padat. Pelabuhan ini berfungsi sebagai terminal utama untuk distribusi *Crude Palm Oil* (CPO) dan komoditas curah cair lainnya, dengan pengelolaan operasional di bawah yurisdiksi Badan Usaha Pelabuhan (BUP) BP Batam (Yudianto dkk., 2014). Pengembangan kawasan ini merupakan bagian dari transformasi strategis Pulau Batam yang diawali dengan penetapan Kabil sebagai Kawasan Gudang Berikat melalui KEPPRES Nomor 33 Tahun 1974.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Citra Google Earth, 2024)

Gambar 1. menunjukkan area penelitian di kolam Pelabuhan Umum Curah Cair Kabil, Kota Batam. Data spasial direferensikan ke sistem proyeksi UTM Zona 48N, dengan datum horizontal WGS 1984 dan datum vertikal *Low Water Spring* (LWS).

2.2 Data & Peralatan

Penelitian ini menggunakan data survei batimetri yang diakuisisi oleh PT. Explora Prima pada September 2024 menggunakan MBES. Data batimetri berupa *point cloud* (format .XYZ) kemudian diolah menggunakan perangkat lunak Surfer untuk menghasilkan model grid XYZ (format .GRD) dengan interval bervariasi sebagai dasar analisis perhitungan volume.

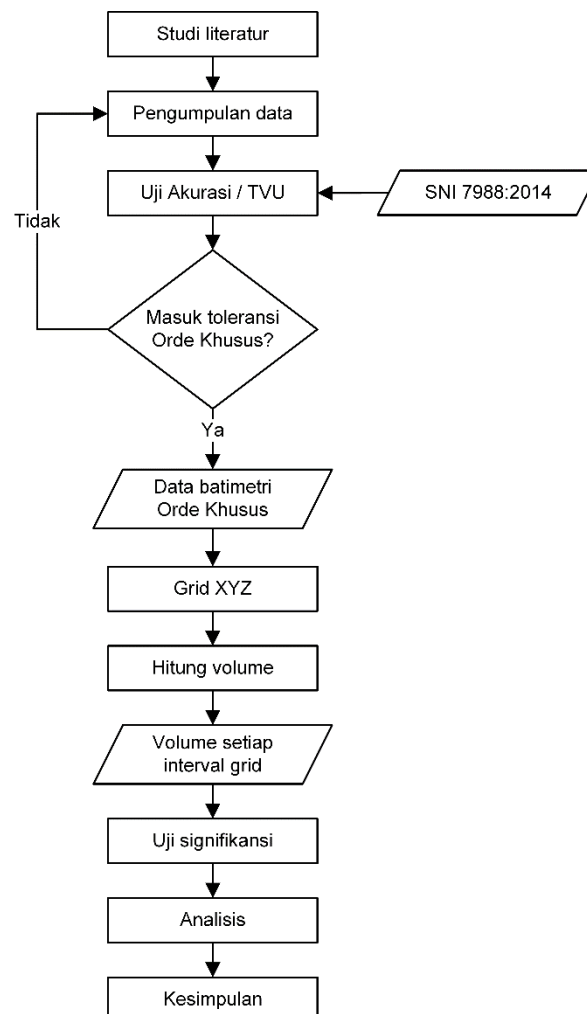
Sistem akuisisi data terdiri dari R2Sonic 2020 MBES, sensor gerak Phins Surface, dan sistem penentuan posisi Trimble BX992 GNSS. Untuk koreksi kecepatan suara di dalam air, digunakan Valeport miniSVS dan Valeport SWIFT SVP. Seluruh proses pengolahan data dilakukan pada

laptop Lenovo Z40-70 dengan perangkat lunak utama EIVA, sementara analisis statistik menggunakan Microsoft Excel.

2.3 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian pada Gambar 2. secara garis besar dijelaskan sebagai berikut:

1. Data MBES dengan resolusi 0,2 meter diinterpolasi untuk menghasilkan DTM. Selanjutnya, data yang sama digunakan untuk membuat DTM dengan interval grid yang lebih besar, yaitu 5, 10, dan 15 meter. Interpolasi menggunakan metode *Triangulated Irregular Network* (TIN).
2. Menghitung volume untuk setiap interval grid pada ketiga area penelitian. Metode kalkulasi yang digunakan adalah *Trapezoidal Rule* yang tersedia di perangkat lunak Surfer. Volume dari grid 0,2 meter ditetapkan sebagai volume acuan (V_0). Sebelum digunakan, data acuan telah melalui proses uji akurasi *Total Vertical Uncertainty* (TVU) dan dinyatakan memenuhi standar Orde Khusus sesuai SNI 7988:2014, yang menjamin kualitas dan ketelitian data.
3. Volume yang dihasilkan dari setiap variasi interval grid (V_5 , V_{10} , V_{15}) dibandingkan dengan volume acuan (V_0). Selisih volume dihitung dalam bentuk persentase dan dibandingkan dengan batas toleransi ASTM sebesar 2,78% (Tulloh dkk., 2021).



Gambar 2. Metodologi Penelitian

3. HASIL & ANALISIS

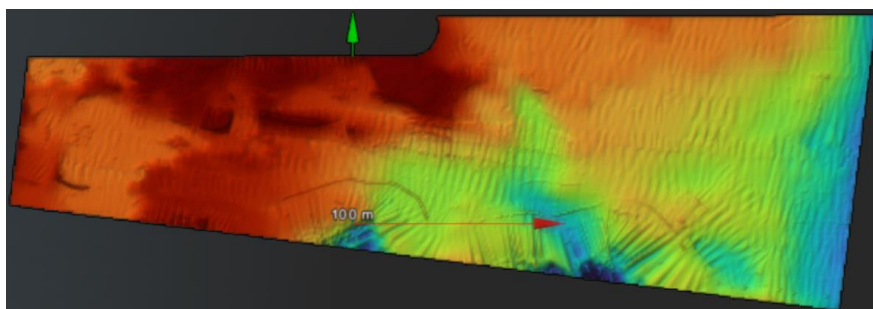
Tabel 1. menyajikan hasil perhitungan volume menggunakan perangkat lunak Surfer untuk setiap interval grid di tiga area penelitian.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Volume EIVA dan Persentase Selisih Terhadap Data Acuan

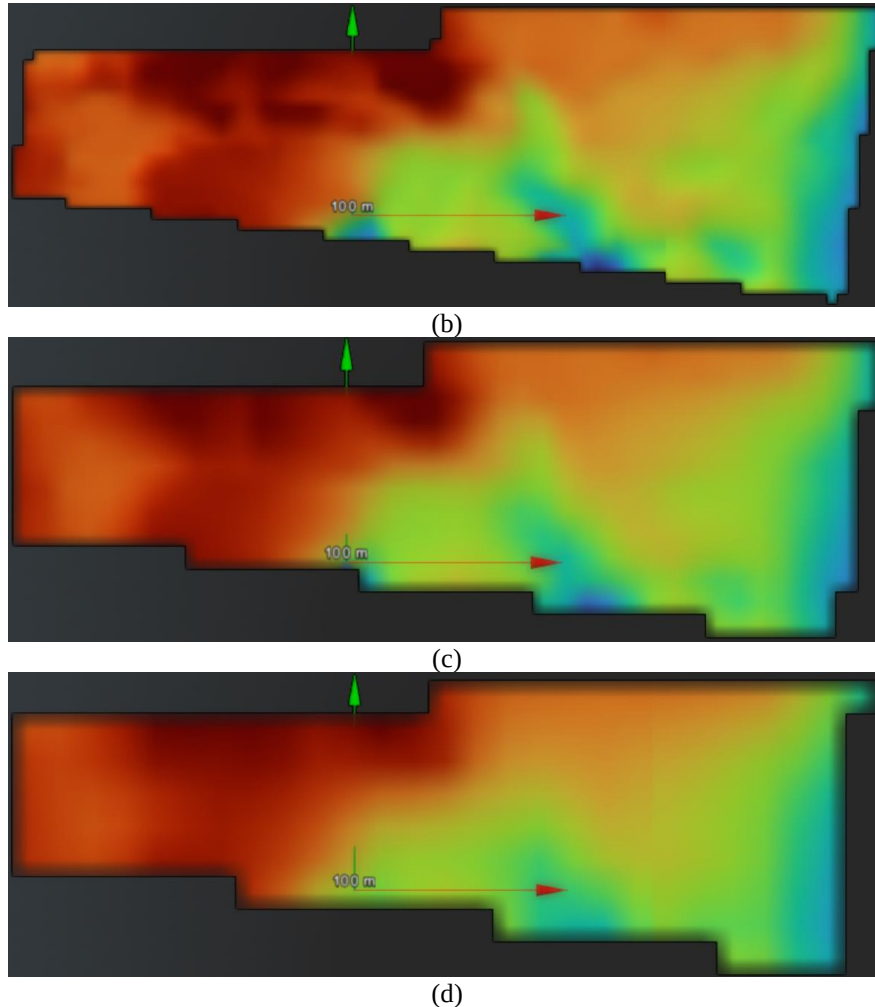
AREA 1				
Interval Grid (m)	Volume Surfer (m ³)	Selisih (m ³)	Persentase	Keterangan
0.2 (BASE/ACUAN)	200027,21	-	-	-
5	199568,95	458,26	0,23%	Masuk Toleransi
10	198596,39	1430,82	0,72%	Masuk Toleransi
15	181538,71	18488,5	9,24%	Tidak Masuk Toleransi
AREA 2				
Interval Grid (m)	Volume Surfer (m ³)	Selisih (m ³)	Persentase	Keterangan
0.2 (BASE/ACUAN)	290773,19	-	-	-
5	290283,95	489,24	0,17%	Masuk Toleransi
10	286688,52	4084,67	1,40%	Masuk Toleransi
15	288919,76	1853,43	0,64%	Masuk Toleransi
AREA 3				
Interval Grid (m)	Volume Surfer (m ³)	Selisih (m ³)	Persentase	Keterangan
0.2 (BASE/ACUAN)	131035,59	-	-	-
5	130690,58	345,01	0,26%	Masuk Toleransi
10	130676,68	358,91	0,27%	Masuk Toleransi
15	126239,05	4796,54	3,66%	Tidak Masuk Toleransi

Berdasarkan Tabel 1., terlihat bahwa interval grid 5 dan 10 meter di semua area menghasilkan selisih di bawah toleransi 2,78%. Namun, untuk interval grid 15 meter, selisih volume yang dihasilkan melampaui batas toleransi yang ditetapkan. Semakin besar interval grid, semakin besar pula persentase selisih yang terjadi.

Peningkatan interval grid menyebabkan hilangnya detail topografi dasar laut. Proses interpolasi pada grid yang lebih jarang akan meratakan fitur-fitur topografi penting seperti bukit dan lembah, yang pada akhirnya membuat estimasi volume tidak akurat (Mingorance & Lopez, 2020). Gambar 3. menunjukkan perbandingan visual DTM pada Area 1, di mana detail permukaan yang kasar pada interval grid 0,2 meter menjadi semakin halus dan kurang representatif pada interval grid yang lebih besar. Fenomena ini menjadi penyebab utama ketidakakuratan perhitungan volume. Persentase perbedaan ini lebih signifikan pada Area 1 dan 3 yang memiliki morfologi lebih kompleks dibandingkan Area 2 yang relatif lebih datar.



(a)



Gambar 3. (a) DTM Interval Grid 0,2 m, (b) Interval Grid 5 m, (c) Interval Grid 10 m, (d) Interval Grid 15 m Area 1

Hasil ini mengindikasikan bahwa pemilihan interval grid yang optimal sangat bergantung pada karakteristik morfologi area survei. Untuk area yang kompleks, penggunaan data dengan resolusi lebih tinggi (interval grid lebih kecil) menjadi sebuah keharusan untuk menjamin akurasi perhitungan volume.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa ukuran interval grid secara signifikan memengaruhi hasil perhitungan volume batimetri. Penggunaan interval grid yang lebih besar menyebabkan representasi DTM menjadi kurang detail serta cenderung menghasilkan nilai volume yang lebih rendah dan tidak akurat. Untuk studi kasus di kolam Pelabuhan Curah Cair Kabil, data dengan interval grid 5 dan 10 meter dapat dijadikan alternatif data MBES resolusi tinggi, karena selisih volume yang dihasilkan masih berada dalam batas toleransi ASTM ($<2,78\%$). Sementara itu, interval grid 15 meter tidak direkomendasikan untuk perhitungan volume yang membutuhkan akurasi tinggi, mengingat penyimpangannya telah melebihi batas toleransi, terutama di area dengan morfologi dasar laut yang kompleks.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan artikel ilmiah ini. Ucapan terima kasih ditujukan kepada PT. Explora Prima atas dukungan data dan peralatan penelitian. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada semua pihak di lingkungan Program Studi Teknik Geodesi Itenas atas bimbingan yang telah diberikan. Secara khusus, saya menyampaikan terima kasih yang tulus kepada Ibunda, Amalia Indah, yang senantiasa menjadi *support system* serta sumber kekuatan dan doa.

DAFTAR RUJUKAN

- ASTM International, *Standard Practice for Tonnage Calculation of Coal in a Stockpile*. United State: ASTM International.
- Badan Standardisasi Nasional. (2014). *SNI 7988-2014 Survei batimetri menggunakan multibeam echosounder*. Badan Standardisasi Nasional.
- Mesa-Mingorance, J. L., & Ariza-López, F. J. (2020). Accuracy assessment of digital elevation models (DEMs): A critical review of practices of the past three decades. *Remote Sensing*, 12(16), 2630.
- Poerbandono, & Djunarsjah, E. (2005). *Survei hidrografi*. Bandung: Refika Aditama.
- Tulloh, M. U. R., Yuwono, Y., & Kurniawan, A. (2020). Analisis Perbandingan Perhitungan Volume Bersih Galian dan Timbunan (Net Volume) dengan Metode Trapezoidal dan Borrow Pit pada Perangkat Lunak Autocad Civil 3D. *Geoid: Journal of Geodesy and Geomatics*, 16(1), 106-120.
- Yudianto, A. C., Ismunarti, D. H., & Indrayanti, E. (2014). Pemetaan Batimetri Kolam Pelabuhan Khusus PT. Arun NGL, Lhokseumawe, Aceh. *Journal of Oceanography*, 3(3), 366-374.