

ESTIMASI VOLUME BENDA BERDASARKAN HASIL PROSES *STRUCTURE FROM MOTION* (SFM) MENGGUNAKAN ALGORITMA *EUCLIDEAN DISTANCE*

Mar'atul Adila¹⁾, Wahyu Syaifullah JS²⁾, Chrystia Aji Putra³⁾

E-mail: ¹⁾maratuladila.if@gmail.com

^{1,2,3} Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, UPN "Veteran" Jawa Timur

Abstrak

Citra digital merupakan gambar dua dimensi yang didapat dari suatu proses pengambilan gambar pada suatu objek. Seiring dengan kemajuan teknologi, suatu informasi dapat ditemukan dengan mudah hanya dengan menggunakan suatu citra digital saja. Salah satu informasi yang dapat dicari adalah volume benda. Volume benda dihitung dari perubahan volume air, dimana mengharuskan suatu benda dicelupkan ke dalam air untuk mengetahui volume nya. Metode tersebut tergolong rumit dan tidak efisien, karna tidak dapat dilakukan terhadap benda-benda berukuran besar ataupun benda yang dapat larut dan menyerap air. Dengan kerumitan dan waktu proses yang lama, maka diperlukanlah suatu sistem yang mampu memperkirakan volume benda dengan menggunakan citra digital dari benda tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu rekonstruksi 3D yang didapatkan melalui citra digital dari benda menggunakan *Structure From Motion*, kemudian dilanjutkan dengan penentuan *centroid* dan jarak dengan menggunakan algoritma *Euclidean Distance*. Tujuannya adalah untuk dapat memperkirakan bentuk nyata dari benda agar nantinya dapat dilakukan perkiraan volume benda melalui jarak antara titik-titik rekonstruksi dengan *centroid* tersebut. Algoritma *Euclidean* digunakan untuk menemukan jarak antar titik yang nantinya jarak tersebut akan dimasukkan pada rumus volume benda. Berdasarkan akurasi yang telah ditemukan dari 30 batu, diketahui rata-rata nilai akurasi sebesar 70.0275%. Dimana akurasi tertinggi terdapat pada batu-7 yaitu sebesar 96.7345%. Dari data tersebut dapat diketahui pula nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) sebesar 5.1311.

Kata Kunci : *Pengolahan Citra, Rekonstruksi 3D, Euclidean Distance, Estimasi Volume*

1. PENDAHULUAN

Beberapa bentuk benda dapat diukur berdasarkan ukuran bentuk fisik atau berdasarkan sisi-sisinya. Namun juga terdapat beberapa jenis benda cenderung berbentuk tidak menentu sehingga volumenya tidak dapat dihitung berdasarkan ukurannya. Cara baku yang lazim digunakan untuk menghitung volume benda tak beraturan adalah berdasarkan prinsip desakan benda padat pada benda cair seperti air, karena selain air mudah didapat juga karena berat jenis air yang relatif ringan yaitu 997 kg/m^3 [1]. Volume benda akan didapat dari selisih air antara sebelum dan sesudah dimasukkan benda. Selisih tersebut nantinya akan dijadikan acuan sebagai volume dari benda tersebut. Penggunaan citra dan visi komputer merupakan salah satu alternatif yang efektif dan efisien dalam menentukan volume benda [2].

Metode yang dapat digunakan untuk merekonstruksi gambar 2D menjadi 3D yaitu *Structure From Motion* (SFM). Model 3D terbentuk dari titik-titik yang dihasilkan pada SFM menggunakan beberapa gambar. Fitur deteksi titik digunakan untuk perbandingan antar pasang gambar. Sepasang gambar dianggap relevan jika menghasilkan 30 perbandingan titik. Berikutnya, pasangan gambar terbaik akan dipilih sebagai titik awal untuk rekonstruksi 3D dengan menggunakan hasil dari transformasi *homographic* sebagai kriteria seleksi. *Homography* sendiri merupakan istilah matematika untuk pemetaan titik-titik pada suatu permukaan ke titik yang lain [3].

Hasil dari SFM yang berbentuk titik-titik rekonstruksi 3D akan dicari titik tengah benda (*centroid*) menggunakan hasil dari rata-rata nilai pada tiap-tiap titik yang terdeteksi lalu dilanjutkan dengan perhitungan jarak menggunakan algoritma *Euclidean Distance*. Dalam penelitian yang dilakukan oleh (M.Nishom, 2019) membandingkan keakuratan algoritma-algoritma yang digunakan untuk menghitung jarak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari ketiga metode yang dibandingkan memiliki tingkat akurasi yang baik, yaitu 84,47% untuk *Euclidean Distance*, 83,85% untuk *Manhattan Distance*, dan 83,85% untuk *Minkowski Distance*. Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa *Euclidean Distance* memiliki tingkat keakuratan yang lebih tinggi dibanding dengan algoritma-algoritma sejenis [4].

Penelitian ini dilakukan untuk membangun aplikasi estimasi volume benda berdasarkan hasil rekonstruksi 3D. Penelitian difokuskan hanya pada rekonstruksi 3D dan estimasi volume benda, dimana benda yang digunakan berupa batu karna mudah dicari dan relatif kecil. Jumlah sampel citra yang digunakan sebanyak minimal masing-masing 10 citra dari 30 bentuk batu yang berbeda. Hasil estimasi volume menggunakan algoritma *euclidean distance* dari aplikasi akan dibandingkan dengan perhitungan volume yang sebenarnya menggunakan cara manual dengan menggunakan perubahan volume air. Perbedaan hasil volume antar keduanya akan dijadikan sebagai *error* percobaan dalam penelitian ini.

2. METODOLOGI

Pada penelitian kali ini, proses pembuatan sistem dibuat ke dalam 3 proses utama, ke-tiga proses utama itu adalah :

1. Rekonstruksi 3D menggunakan *Structure From Motion* (SFM)
2. Proses pencarian jarak dengan *Euclidean Distance*
3. Estimasi Volume Benda

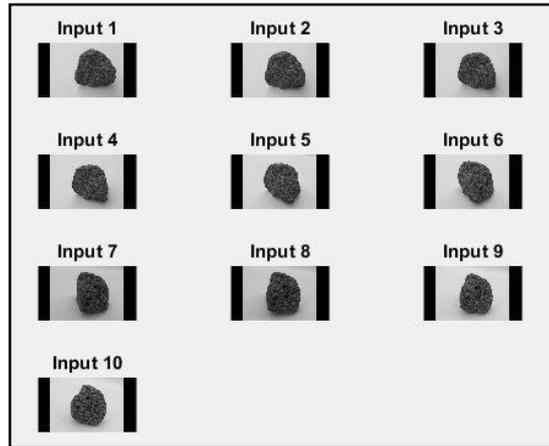
Selain ketiga proses utama yang sudah dijabarkan sebelumnya, pertama-tama akan dijabarkan mengenai cara kerja secara umum *Strcutur From Motion*.

2.1 Pengetahuan Umum

Structure From Motion (SFM) beroperasi menggunakan prinsip dasar yang sama dengan fotogrametri trasisional, yaitu struktur 3D bisa didapatkan dari beberapa gambar yang bertampalan. Tetapi, secara dasar berbeda dengan fotogrametri tradisional, karena geometri dari lokasi, yaitu posisi kamera dan orientasi diketahui secara otomatis tanpa harus menentukan titik-titik kontrol 3D. Metode ini paling cocok digunakan untuk sekumpulan gambar dengan tingkat *overlap* tinggi yang menangkap struktur tiga dimenasi secara keseluruhan dari lokasi yang dilihat dari berbagai macam posisi, atau sesuai dengan namanya, gambar yang didapat dari sensor yang bergerak [5]

2.2 Input Data

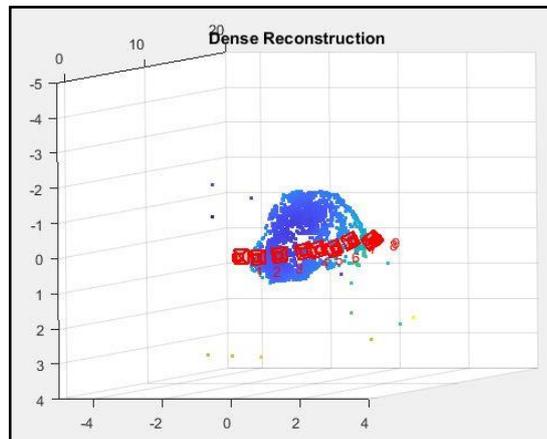
Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa citra digital batu yang diambil secara berurutan, dimana data tersebut diperoleh dengan menggunakan kamera *handphone* tanpa melalui proses filtering sebelumnya. Terdapat 10 data citra yang digunakan pada satu sisi tiap batu dari 30 buah batu yang diperlukan sebagai *inputan* sistem dalam penelitian ini, sebagai data yang sesuai dengan batasan masalah. Pengambilan citra harus dilakukan secara perlahan, hal tersebut dilakukan agar antar citra satu dengan yang lain tidak memiliki perbedaan terlalu besar sehingga sistem dapat membaca *input* citra.



Gambar 1. Contoh *Input* Data pada Sistem

2.3 Rekonstruksi 3D

Merekonstruksi benda berdasarkan citra digital menjadi 3D dapat dilakukan dengan menggunakan metode SFM, dimana struktur 3D dibuat dari memperkirakan titik-titik dari sekumpulan gambar 2D. Selain memperkirakan bentuk gambar dalam struktur 3D, SFM juga dapat memperkirakan posisi pengambilan objek gambar menggunakan kamera yang dikalibrasi dari urutan tampilan gambar. Rekonstruksi 3D dilakukan pada set yang telah dibuat untuk menyimpan dan mengelola data yang terkait pada setiap tampilan, data yang terkait dapat berupa posisi kamera, titik gambar, serta pencocokan antara titik dari setiap pasang tampilan gambar.



Gambar 2. Hasil Rekonstruksi Benda

2.4 Pencarian Jarak dengan *Euclidean Distance*

Euclidean distance sendiri merupakan salah satu metode perhitungan jarak yang digunakan untuk mengukur jarak dari 2 (dua) buah titik dalam *euclidean space* yang meliputi bidang *euclidean* dua dimensi, tiga dimensi, atau bahkan lebih [4]. Algoritma *Euclidean Distance* digunakan dalam penentuan jarak antara titik dengan *centroid* karena algoritma ini memiliki keakuratan paling baik diantara algoritma sejenis terhadap perhitungan jarak, sehingga penggunaan algoritma lebih efisien dalam pengolahan objek dalam jumlah besar. Dilain sisi, algoritma ini tidak terpengaruh oleh urutan objek, sehingga memungkinkan penggunaan algoritma untuk suatu objek yang tidak terstruktur dengan proses perhitungan yang cepat. Dengan kata lain, perhitungan jarak dapat dilakukan pada sakumpulan *cluster* atau data yang berupa kumpulan titik-titik. Untuk menghiutng jarak semua data ke setiap titik pusat *cluster* dapat menggunakan teori jarak Euclidean yang dirumuskan sebagai persamaan berikut [6].

$$D(i, k) = \sqrt{\sum_{j=1}^m (X_{ij} - C_{kj})^2} \quad (1)$$

dimana:

$D(i, k)$ = Jarak data i ke pusat *cluster* k

P = Dimensi data

X_{ik} = Data ke i pada atribut data ke k

X_{jk} = Data ke j pada atribut ke k

2.5 Proses Estimasi Volume Benda

Perhitungan benda tak beraturan perlu dilakukan pengukuran volume selain dari bentuk fisiknya [7]. Perhitungan volume benda dapat dilakukan dengan mengukur perpindahan air. Hal tersebut dapat dilakukan untuk mengkalibrasi dan membandingkan volume yang diperoleh dari pengolahan citra dengan metode perpindahan air. Perhitungan volume dengan sistem, dilakukan terhadap jarak *centroid* pada tiap-tiap titik rekonstruksi. Jarak tersebut diasumsikan menjadi jari-jari benda, sehingga perhitungan volume dalam dilakukan. Perhitungan volume yang dilakukan menggunakan volume bola (2).

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 \quad (2)$$

Dimana :

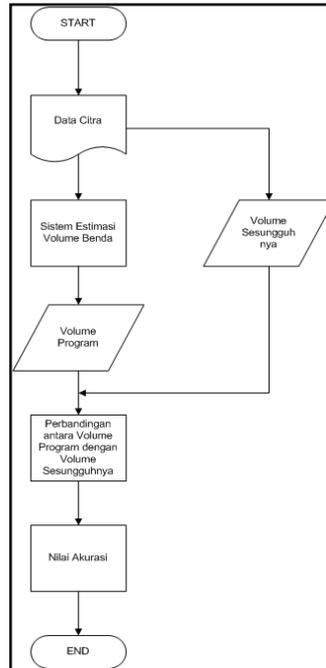
V = Volume Bola

π = 22/7 atau 3,14 dan r = jari-jari

Data batu yang telah melalui proses rekonstruksi dan *euclidean distance* akan menghasilkan volume batu dalam satuan piksel³. Untuk mengetahui nilai piksel³ per ml dari sebuah batu adalah dengan membagi nilai piksel³ dengan ml atau volume sesungguhnya dari batu. Setelah itu dilakukan perhitungan rata-rata dari piksel³ per ml. Dari data 30 batu di dapatkan nilai rata-rata perbandingan sebesar 4.5690 piksel³ per ml. Nilai rata-rata tersebut nantinya akan dijadikan sebagai tolok ukur dalam penentuan estimasi volume dalam satuan ml/cm³. Setelah diketahui rata-rata nilai piksel³ per ml, selanjutnya adalah dengan menghitung volume benda sesungguhnya berdasarkan dari nilai volume piksel³ yang dibagi dengan nilai rata-rata piksel³ per ml. Dimana variabel vol berfungsi untuk menyimpan nilai volume dalam satuan piksel³ dan variabel $volakhir$ berfungsi untuk menyimpan nilai estimasi volume benda dalam satuan ml.

2.6 Skenario Uji Coba

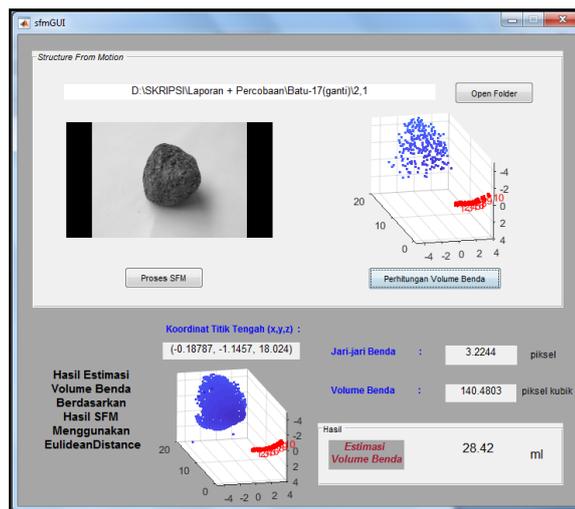
Uji coba dilakukan dengan menggunakan benda berukuran kecil sebagai tahap pengujian keefektifitas sistem, benda yang dipilih berupa batu. Uji coba dilakukan dengan mengukur volume benda menggunakan cara konvensional, yaitu dengan mencelupkan benda ke dalam air dan menghitung perubahan volume air yang akan diestimasi sebagai volume benda. Setelah itu uji coba dilakukan terhadap sistem, dengan menggunakan citra sebagai *input* an. Citra tersebut nantinya akan menghasilkan titik-titik yang membentuk suatu rekonstruksi 3D. titik rekonstruksi selanjutnya akan dicari *centroid* nya untuk menemukan jarak yang nantinya akan digunakan untuk perhitungan volume. Perhitungan volume menggunakan volume bola, karna hanya menggunakan jari-jari benda sebagai syarat perhitungan tanpa mencari sudut maupun tinggi benda. Volume benda yang didapat akan dijadikan sebagai estimasi volume akhir benda. Hasil perhitungan volume secara konvensional dan menggunakan sistem akan dibandingkan dan dihitung perbedaannya untuk mendapatkan persentase *error* sistem. Persentase tersebut akan menjadi tolok ukur dari keefisienan sistem dalam mengestimasi volume benda dari rekonstruksi 3D.



Gambar 3. Flowchart Skenario Uji Coba

3. IMPLEMENTASI ANTAR MUKA

Tampilan desain antar muka program merupakan interaksi antara pemakai (*user*) dengan sistem dengan bentuk GUI (*Graphical User Interface*) yang dibuat menggunakan aplikasi MATLAB. GUI dibuat untuk memudahkan pengguna atau *user* dalam menjalankan aplikasi Estimasi Volume Benda Berdasarkan Hasil Proses *Structure From Motion* Menggunakan Algoritma *Euclidean Distance*.



Gambar 4. Tampilan Sistem Estimasi Volume Benda

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini terdapat 2 metode yang digunakan untuk mencari estimasi volume benda, yaitu *Structure From Motion* yang digunakan untuk melakukan rekonstruksi 3D berdasarkan *input* beberapa citra dan *euclidean distance* yang digunakan untuk perhitungan jarak guna menemukan jari-jari benda. Adapun data yang dihasilkan dari proses estimasi volume akan dibandingkan dengan volume sesungguhnya untuk

mengetahui selisih nilai yang nantinya dapat diketahui *error* program dan akurasi nya dalam persentase. Akurasi ini merupakan nilai yang menunjukkan tingkat keberhasilan sistem dalam meng-konversikan ukuran sapi dari citra [8]. Perhitungan akurasi kalibrasi ini ditunjukkan pada rumus (3).

$$akurasi = 100\% - \left| \frac{(\text{pengukuran sebenarnya} - \text{pengukuran dengan program})}{\text{pengukuran sebenarnya}} \times 100\% \right| \quad (3)$$

Tabel 1. Hasil Perhitungan Akurasi

Batu Ke -	Volume Sesungguhnya (ml)	Volume Program (ml)	Selisih Nilai	Akurasi (%)
1	14	8.5291	5.4709	60.9221
2	11	12.4932	-1.4932	95.0190
3	21	16.5123	4.4877	78.6301
4	24	25.0436	-1.0436	95.6517
5	15	8.6160	6.3840	57.4400
6	14	18.1045	-4.1045	70.6821
7	11	11.3592	-0.3592	96.7345
8	17	11.4761	5.5239	67.5066
9	10	3.8486	6.1514	38.4859
10	21	17.3675	3.6325	82.7026
11	11	17.3657	-6.3657	42.1300
12	25	20.9257	4.0743	83.7028
13	21	17.5100	3.4900	83.3809
14	15	12.2817	2.7183	81.8777
15	22	17.3750	4.6250	78.9775
16	10	15.3650	-5.3650	46.3500
17	20	16.1633	3.8367	80.8166
18	12	17.1553	-5.1553	57.0392
19	16	10.0678	5.9322	62.9241
20	28	20.3019	7.6981	72.5066
21	12	18.7230	-6.7230	43.9750
22	11	10.6005	0.3995	96.3682
23	15	21.0189	-6.0189	59.8740
24	12	21.3737	-9.3737	21.8858
25	13	19.7585	-6.7585	48.0115
26	20	15.4805	4.5195	77.4025
27	20	23.8627	-3.8627	80.6865
28	21	12.0128	8.9872	57.2038
29	12	10.2308	1.7692	85.2570
30	13	13.4314	-0.4314	96.6815

Dari tabel 1 dapat diketahui selisih nilai sesungguhnya dengan selisih nilai pada program, dimana selisih tersebut akan dihitung untuk dicari akurasi nya. Berdasarkan akurasi yang telah ditemukan dari 30 batu, diketahui rata-rata nilai akurasi sebesar 70.0275%. Dimana akurasi tertinggi terdapat pada batu-7 yaitu sebesar 96.7345% dan akurasi terendah terdapat pada batu-24 yaitu sebesar 21.8858%. Dari data tersebut dapat diketahui pula nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) sebesar 5.1311 (4).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i^2}. \quad (4)$$

Dari hasil perhitungan akurasi dan nilai RMSE dapat diketahui bahwa hasil estimasi volume berdasarkan hasil proses SFM menggunakan algoritma *euclidean distance* dapat dikatakan cukup mendekati nilai sesungguhnya pada beberapa percobaan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Di akhir penelitian, sebuah sistem estimasi volume benda yang dibuat untuk menjawab permasalahan utama dalam latar belakang telah terjawab. Sistem secara otomatis dapat menemukan estimasi volume benda berdasarkan hasil rekonstruksi 3D. Presentase rata-rata akurasi hasil dari pengujian menghasilkan nilai 70.0275%, dimana hasil ini termasuk kurang untuk digunakan sebagai acuan pengukuran volume benda. Sedangkan nilai *Root Mean Squared Error* (RMSE) menghasilkan nilai 5.1311.

Kurangnya data citra ataupun buruknya kualitas data citra akan berpengaruh pada proses rekonstruksi. Diharapkan pada penelitian selanjutnya, data yang digunakan untuk percobaan bisa diperbaiki, dari segi jumlah maupun kualitas kamera pada saat pengambilan gambar. Hal tersebut akan mempengaruhi hasil dari rekonstruksi benda. Sistem estimasi volume benda berbasis *desktop* ini dapat dikembangkan dalam bentuk *platform* lainnya, seperti web. Serta dilakukan pengembangan untuk dapat menghitung volume benda lain yang lebih besar. Selain itu perlu dilakukan proses kalibrasi lain dalam pencarian nilai dalam cm seperti menggunakan *checkerboard*.

6. DAFTAR RUJUKAN

- [1] B. Raharjo, B. S. (2017). Pengukuran Volume Benda Padat Berbagai Bentuk Berdasarkan Volume Desakan Pada Bahan Curah. *Agritech*, Vol.17 No. 4 halaman 13-17.
- [2] Siswanto, J. (2018). Estimasi Bobot Telur Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Berdasarkan Properti Geometri dari Citra Digital. *KNM XIX*.
- [3] Hassannejad, H., Matrella, G., Ciampolini, P., Munari, I. D., Mordonini, M., & Cagnoni, S. (2017). A New Approach to Image-Based Estimation of Food Volume. *algorithms*.
- [4] M.Nishom. (2019). Perbandingan Akurasi Euclidean Distance, Minkowski Distance, dan Manhattan Distance pada Algoritma K-Means Clustering berbasis Chi-Square. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT (JPIT)*.
- [5] Westoby, M. B. (2012). Structure-from-Motion Photogrammetry: a Low-cost, Effective Tool for Geoscience Application. *Geomorphology*, 179, 300-314.
- [6] Bastian, A., Sujadi, H., & Febrianto, G. (2018). PENERAPAN ALGORITMA K-MEANS CLUSTERING ANALYSIS PADA PENYAKIT. *Jurnal Sistem Informasi (Journal of Information System)*, Vol.14.
- [7] B. Raharjo, B. S. (2017). Pengukuran Volume Benda Padat Berbagai Bentuk Berdasarkan Volume Desakan Pada Bahan Curah. *Agritech*, Vol.17 No. 4 halaman 13-17.
- [8] Fatqiyah, L., & Harjoko, A. (2016). Klasifikasi Bibit Sapi Peranakan Ongole Menggunakan Metode Pengolahan Citra. *IJEIS*, 199-210.