

Pengembangan Alat Pengukur Volume Benda Tak Simetris Tanpa Kontak Langsung

Dian Artanto^a, Pippie Arbiyanti^b, Baskoro Latu Anurogo^c

^{a,b}Mekatronika, ^cTPM, Fakultas Vokasi, USD

Kampus III USD Paingan, Maguwoharjo, Yogyakarta, 55282

Telp. (0274)-883037

E-mail: dian.artanto@gmail.com

Abstrak

Penyortiran produk buah-buahan memerlukan alat yang dapat mengukur volume secara tepat dan cepat, serta tanpa kontak langsung. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat pengukur volume buah menggunakan 3D Scanner Laser Triangulation, yang bisa menghasilkan pengukuran secara tepat dan tanpa kontak langsung. Pemilihan metode pengukuran dengan 3D Scanner Laser Triangulation adalah karena metode 3D Scanner Laser Triangulation dapat mengukur volume benda yang tidak simetris, namun demikian, metode ini memiliki kelemahan dari sisi waktu pengukuran yang lama. Untuk itu dalam penelitian ini, dilakukan pengembangan pada alat 3D Scanner Laser Triangulation, sehingga proses pengukuran menjadi lebih singkat. Hasil penelitian saat ini menunjukkan waktu pengukuran kurang dari 45 detik.

Kata Kunci: pengukuran volume, 3D Scanner Laser Triangulation, waktu pengukuran.

Abstract

Sorting fruit products requires a tool that can measure the volume accurately and quickly, and without direct contact. This study aims to develop a fruit volume measuring device using 3D Laser Triangulation Scanner, which can produce precise measurements and without direct contact. The choice of measurement method with 3D Scanner Laser Triangulation is because the 3D Scanner Laser Triangulation method can measure the volume of objects that are not symmetrical, however, this method has a weakness in terms of long measurement times. For this reason, in this study, a 3D Scanner Laser Triangulation tool was developed, so that the measurement process became shorter. The current research results show the measurement time is less than 45 seconds..

Keywords: volume measurement, 3D Scanner Laser Triangulation, measurement time.

1. Pendahuluan

Salah satu kualitas produk buah adalah volume buah. Semakin besar volume buah, menunjukkan buah semakin matang. Untuk itu penyortiran buah berdasarkan volume menjadi hal yang penting untuk dilakukan (Gould dan Plimpton, 1985).

Penelitian-penelitian untuk memperoleh volume buah telah banyak dilakukan. Penelitian Rashidi dan Gholami (2008) telah berhasil menentukan volume buah kiwi secara cepat dan tanpa kontak, dengan metode pengolahan citra dan pendekatan ellipsoida, dengan ketepatan pengukuran sebesar 92,2%. Hasil yang diperoleh dengan metode tersebut akurat untuk buah kiwi yang simetris, namun untuk buah kiwi yang tidak simetris, hasilnya tidak akurat. Penelitian Khojastehnazhand et. al. (2009) telah berhasil menentukan volume dan luas permukaan buah jeruk menggunakan teknik pengolahan citra, dengan ketepatan pengukuran sebesar 95%. Hanya saja, sama seperti penelitian sebelumnya, teknik ini hanya akurat untuk benda yang simetris. Penelitian Long et. al. (2018) menghasilkan estimasi

volume kentang menggunakan kamera RGB-D, dengan ketepatan sebesar 91% untuk bentuk kentang yang normal (mendekati simetris), dan ketepatan 66% untuk bentuk kentang yang tidak simetris. Penelitian Suherly dan Shiddiq (2020) menghasilkan estimasi volume buah Kiwi dengan teknik pengolahan citra dan metode aturan Simpson, dengan ketepatan pengukuran sebesar 95,43%. Sama seperti penelitian sebelumnya, estimasi yang dihasilkan hanya akurat untuk benda yang simetris. Penelitian Zai et. al. (2020) menghasilkan data volume kentang menggunakan Laser Triangulation, dengan ketepatan estimasi volume sebesar 99,92%, baik untuk kentang yang simetris maupun tidak simetris.

Dari data hasil penelitian di atas, terlihat bahwa pengukuran volume dengan Laser Triangulation menghasilkan nilai ketepatan pengukuran yang tinggi, baik untuk benda yang simetris maupun tidak simetris. Namun demikian, pengukuran volume dengan Laser Triangulation memerlukan waktu yang lama, karena memerlukan pemutaran objek dalam satu putaran penuh. Untuk itu, dalam penelitian ini, dilakukan pengembangan agar waktu pengukuran menjadi lebih singkat dengan tetap menjaga ketepatan hasil pengukuran.

2. Metodologi

Metode penelitian yang dilakukan adalah metode eksperimen. Alat yang digunakan adalah 3D Scanner Laser Triangulation BQ Ciclop. Software yang digunakan adalah Horus untuk mendapatkan model objek, dan MeshLab untuk mendapatkan volume objek.



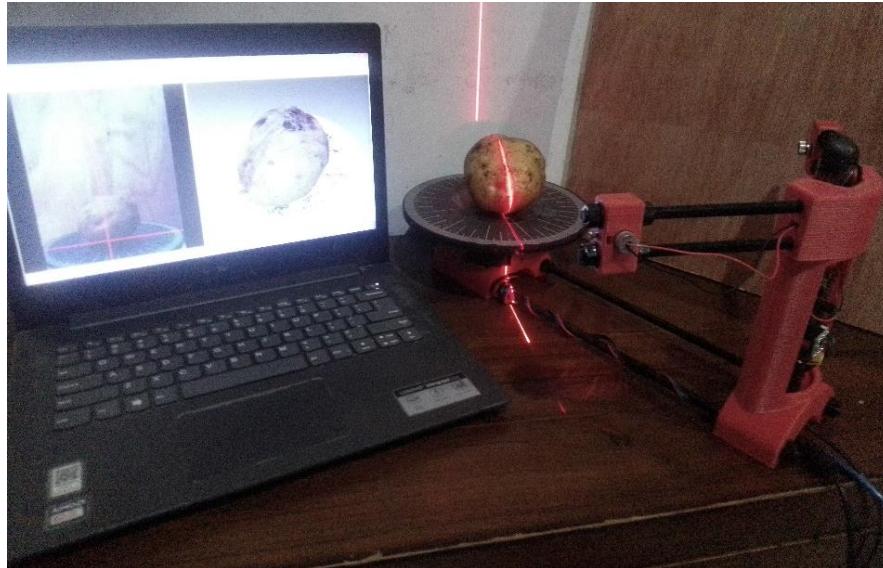
Gambar 1. 3D Scanner Laser Triangulation BQ Ciclop

Objek yang digunakan dalam eksperimen ini adalah kentang, sebanyak 20 buah, dengan bentuk yang sebagian besar tidak simetris.



Gambar 2. Objek pengukuran volume.

Kegiatan yang dilakukan adalah melakukan pengukuran volume pada 20 buah kentang tersebut menggunakan 3D Scanner Laser Triangulation BQ Ciclop, yang diolah dengan software Horus dan MeshLab, dan kemudian membandingkan hasilnya dengan pengukuran volume menggunakan metode perpindahan air.



Gambar 3. Pengukuran volume dengan 3D Scanner Laser Triangulation

Berikutnya, apabila hasil pengukuran volume dengan 3D Scanner Laser Triangulation menunjukkan hasil yang sama, atau mendekati hasil pengukuran dengan metode perpindahan air, maka barulah dilakukan modifikasi pada metode pengambilan data (hardware 3D Scanner dan software Horus) dan pengolahan data (software Horus dan MeshLab), sehingga bisa diperoleh waktu tercepat, namun dengan hasil yang tetap sama.

Metode pengambilan data dimodifikasi dengan mengatur sudut pengambilan data. Sedangkan metode pengolahan data dimodifikasi dengan cara memilih berbagai algoritma di software MeshLab yang bisa merekonstruksi gambar menjadi model 3D dan menghasilkan volume model tersebut dalam waktu yang paling singkat.

3. Hasil dan Pembahasan

Berikut ini diperoleh hasil perbandingan antara pengukuran volume dengan 3D Scanner Laser Triangulation (dan software Horus dan MeshLab) dengan metode perpindahan air.

Tabel 1. Hasil pengukuran volume dengan 3D Scanner dan Metode Perpindahan Air

No.	3D Scanner	Perpindahan Air	Ketepatan (%)
1	309,5	310	99,8
2	155,8	160	97,4
3	192,7	195	98,8
4	236	240	98,3
5	189,2	190	99,6
6	202,9	205	99,0
7	166,3	170	97,8
8	222,4	225	98,8

No.	3D Scanner	Perpindahan Air	Ketepatan (%)
9	217,4	220	98,8
10	114,6	115	99,7
11	128,2	130	98,6
12	123,1	125	98,5
13	174,3	175	99,6
14	125,1	125	99,9
15	148,6	150	99,1
16	185,7	190	97,7
17	128,5	130	98,8
18	149,3	150	99,5
19	117,4	120	97,8
20	147,8	150	98,5
Ketepatan Rata-rata			98,8

Dari Tabel 1 di atas, tampak bahwa pengukuran volume dengan 3D Scanner Laser Triangulation (dan software Horus dan MeshLab) menghasilkan nilai volume yang hampir sama dengan metode perpindahan air, dengan ketepatan rata-rata sebesar 98,8%.

Setelah pengukuran dengan 3D Scanner Laser Triangulation menunjukkan ketepatan pengukuran yang baik, maka dilakukan modifikasi pada sudut Pengambilan Data. Berikut ini tabel hasil pengukuran untuk sudut pengambilan data (scan per step) yang berbeda-beda dengan waktu pengukuran yang dibutuhkan.

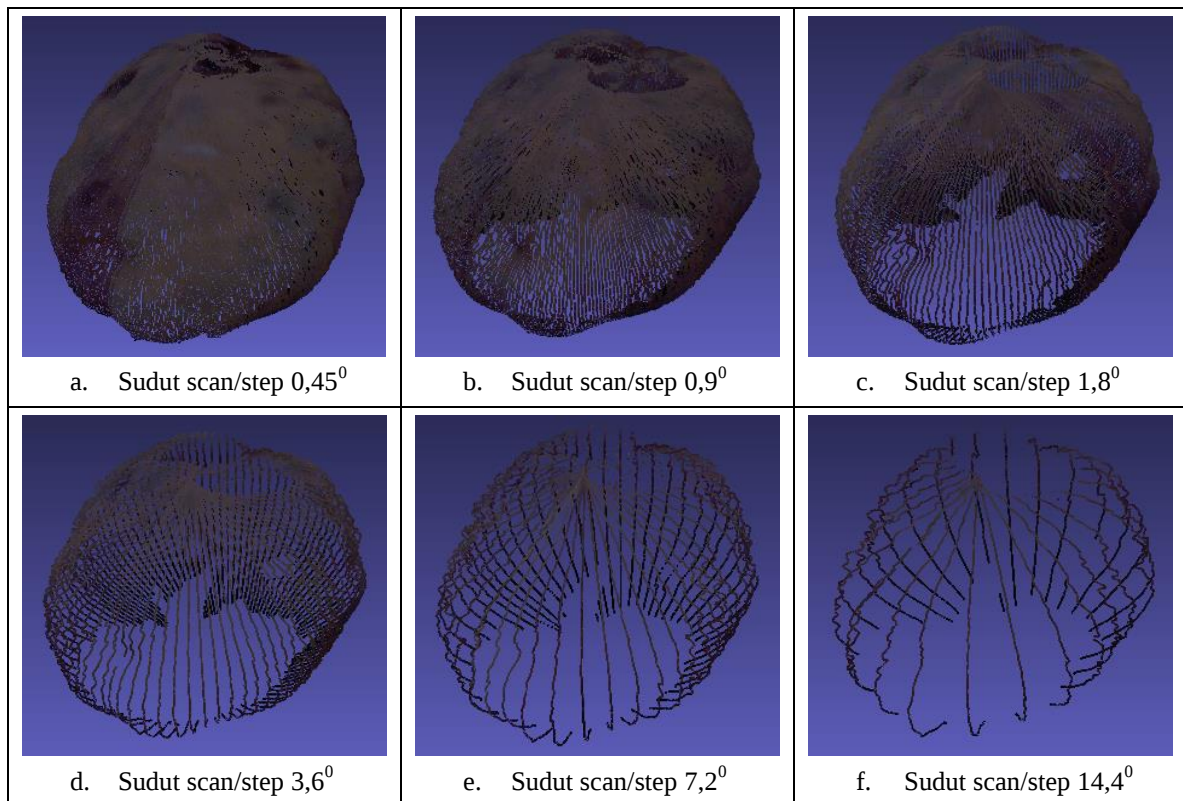
Tabel 2. Hasil pengukuran volume dengan sudut pengambilan data V1, V2, V3 dan V4

No.	V (mL)	V1 (cm ³)	V2 (cm ³)	V3 (cm ³)	V4 (cm ³)	V1 (%)	V2 (%)	V3 (%)	V4 (%)
1	310	309,5	306,3	304,5	302,2	99,8	98,8	98,2	97,5
2	160	155,8	153,4	151,2	147,2	97,4	95,9	94,5	92,0
3	195	192,7	190	189,1	185,3	98,8	97,4	97,0	95,0
4	240	236	235,2	234,3	230,2	98,3	98,0	97,6	95,9
5	190	189,2	187,4	186,3	183,2	99,6	98,6	98,1	96,4
6	205	202,9	200,1	199,2	197,8	99,0	97,6	97,2	96,5
7	170	166,3	165,4	164,2	163,2	97,8	97,3	96,6	96,0
8	225	222,4	220,4	218,2	216,7	98,8	98,0	97,0	96,3
9	220	217,4	216,1	215,2	213,2	98,8	98,2	97,8	96,9
10	115	114,6	113,5	112,4	111,8	99,7	98,7	97,7	97,2
11	130	128,2	127,9	126,5	123,6	98,6	98,4	97,3	95,1
12	125	123,1	122	121,8	119,4	98,5	97,6	97,4	95,5
13	175	174,3	172,4	171,1	168,1	99,6	98,5	97,8	96,1
14	125	125,1	124,1	122,2	119,9	100,1	99,3	97,8	95,9
15	150	148,6	147,3	146,2	145,2	99,1	98,2	97,5	96,8
16	190	185,7	183,2	181,8	178,6	97,7	96,4	95,7	94,0
17	130	128,5	126,6	125,9	125,1	98,8	97,4	96,8	96,2
18	150	149,3	147,5	145,2	142,9	99,5	98,3	96,8	95,3

No.	V (mL)	V1 (cm ³)	V2 (cm ³)	V3 (cm ³)	V4 (cm ³)	V1 (%)	V2 (%)	V3 (%)	V4 (%)
19	120	117,4	115,2	114,3	112,4	97,8	96,0	95,3	93,7
20	150	147,8	146,6	144,9	142,9	98,5	97,7	96,6	95,3
	Ketepatan Rata-rata					98,8	97,8	97,0	95,7

Keterangan:

- V adalah data volume yang diukur dengan metode perpindahan air.
- V1 adalah data volume model dengan sudut pengambilan data: 1,8⁰, dengan waktu yang dibutuhkan untuk 1 putaran penuh sebanyak: 288 detik.
- V2 adalah data volume model dengan sudut pengambilan data: 3,6⁰, dengan waktu yang dibutuhkan untuk 1 putaran penuh sebanyak: 144 detik.
- V3 adalah data volume model dengan sudut pengambilan data: 7,2⁰, dengan waktu yang dibutuhkan untuk 1 putaran penuh sebanyak: 72 detik.
- V4 adalah data volume model dengan sudut pengambilan data: 14,4⁰, dengan waktu yang dibutuhkan untuk 1 putaran penuh sebanyak: 36 detik.



Gambar 4. Hasil gambar model untuk sudut pengambilan data yang berbeda

Dari Tabel 2 di atas, tampak bahwa pengukuran volume dengan sudut pengambilan data yang semakin besar, menghasilkan nilai ketepatan pengukuran yang semakin rendah, namun dengan waktu pengukuran yang lebih singkat. Sudut pengambilan data sebesar 14,4⁰, menghasilkan ketepatan rata-rata sebesar 95,7 %, dengan waktu proses 36 detik.

Berikutnya, modifikasi dilakukan pada metode pengolahan data, yang dimodifikasi dengan memilih berbagai algoritma penerapan filter pada model, sehingga bisa merekonstruksi model dan menghasilkan volume dengan waktu proses yang paling singkat.

Dari beberapa metode rekonstruksi ada 2 metode yang biasa digunakan, yaitu Screened Poisson dan Convex Hull. Tabel berikut ini menunjukkan perbandingan waktu proses pengolahan data dan rekonstruksinya untuk kedua metode.

Tabel 3. Perbandingan waktu yang dibutuhkan untuk pengolahan data

No.	Sudut scan per step	Waktu Screened Poisson	Waktu Convex Hull	Perbandingan
1	0,45 ⁰	3411+32668=36079 milidetik	1725 milidetik	21:1
2	0,9 ⁰	3192+31294=34486 milidetik	1308 milidetik	26:1
3	1,8 ⁰	2119+33539=35658 milidetik	1288 milidetik	28:1
4	3,6 ⁰	996+21669=22665 milidetik	1147 milidetik	20:1
5	7,2 ⁰	677+12565=13242 milidetik	1031 milidetik	13:1
6	14,4 ⁰	460+9306=9766 milidetik	792 milidetik	12:1
Rata-rata perbandingan				20:1

Dari Tabel 3 di atas, diketahui bahwa metode rekonstruksi Convex Hull membutuhkan waktu yang lebih sedikit dibandingkan metode Screened Poisson, dengan rata-rata perbandingan waktu 20:1.

4. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil pada Tabel 1, 2 dan 3 di atas, dapatlah disimpulkan hal-hal berikut ini:

1. Pengukuran volume dengan hardware 3D Scanner Laser Triangulation, dan software Horus dan MeshLab, menghasilkan ketepatan pengukuran yang cukup tinggi, sebesar 98,8% dibandingkan dengan pengukuran dengan metode perpindahan air.
2. Pengukuran dengan 3D Scanner Laser Triangulation yang membutuhkan waktu yang lama, dapat dipersingkat dengan memodifikasi metode pengambilan data dan metode pengolahan data. Dengan menggunakan sudut pengambilan data sebesar 14,4⁰, membuat waktu pengambilan data menjadi hanya 36 detik. Kemudian dengan pemilihan metode Convex Hull untuk merekonstruksi model, waktu pengolahan data menjadi hanya 792 milidetik.
3. Dari eksperimen yang dilakukan dalam penelitian ini, total waktu yang diperlukan untuk pengukuran volume dengan 3D Scanner Laser Triangulation ini adalah rata-rata kurang dari 45 detik, dengan ketepatan pengukuran rata-rata sebesar 95,7%.

Daftar Pustaka

- W. A. Gould and S. Plimpton, 1985, Quality Evaluation of Potato Cultivars for Processing, *North Cent. Reg. Res. Publ.* 305, no. August, pp. 3–4.
- M. Rashidi and M. Gholami, 2008, Determination of kiwifruit volume using ellipsoid approximation and image-processing methods, *Int. J. Agric. Biol.*, vol. 10, no. 4, pp. 375–380.
- M. Khojastehnazhand, M. Omid, and A. Tabatabaeefar, 2009, Determination of orange volume and surface area using image processing technique, *Int. Agrophysics*, vol. 23, no. 3, pp. 237–242.
- Y. Long et al., 2018, Potato volume measurement based on RGB-D camera, *IFAC-PapersOnLine*, vol. 51, no. 17, pp. 515–520.
- T. Suherly and M. Shiddiq, 2020, Estimasi Volume Buah Kiwi Menggunakan Metode Pencitraan dan Aturan Simpson, *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 4, no. 3, p. 535.
- Z. Cai, C. Jin, J. Xu, and T. Yang, 2020, Measurement of potato volume with laser triangulation and three-dimensional reconstruction, *IEEE Access*, vol. 8, pp. 176565–176574.