

Experimental Study of Geometrical Accuracy of Artec Leo 3D Scanner on Complex Object Scanning

Muhammad Khattami Al Saidhi^{1*}, Rifelino¹, Delima Yanti Sari¹, Febri Prasetya¹

¹ Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Padang, INDONESIA

*Corresponding author : mhd.saidhi@gmail.com

Received July 31th 2025; Revised August 10th 2025; Accepted August 20th 2025

Abstract

This study aims to measure the geometrical accuracy of complex object scanning using the Artec Leo 3D scanner. The scanned object is a wheel rim, with eight combinations of parameters including variations in distance (50 cm and 100 cm), scanning angle (45° and 90°), and lighting conditions (indoor and outdoor). Deviations were measured from four reference points on the scanned model and compared to a reference model. The results show that the Indoor configuration with a scanning distance of 50 cm and a scanning angle of 90° gives the smallest deviation of 0.025 mm (0.01%), while the Outdoor configuration with a scanning distance of 50 cm and a scanning angle of 45° produces the largest deviation of -3.275 mm (-1.80%). The overall average deviation of all combinations is -0.63 mm or -0.36%, indicating that the Artec Leo can produce high accuracy if configured with the right parameters. The smallest deviation was obtained under indoor scanning conditions with a scanning distance of 50 cm and a scanning angle of 90°.

Keywords: Artec Leo, structured-light, 3D scanning, geometrical deviation, wheel rim

Studi Eksperimental Akurasi Geometris 3D Scanner Artec Leo pada Pemindaian Objek Kompleks

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur akurasi geometris hasil pemindaian objek kompleks menggunakan 3D scanner Artec Leo. Objek yang dipindai adalah velg, dengan delapan kombinasi parameter berupa variasi jarak (50 cm dan 100 cm), sudut pemindaian (45° dan 90°), serta pencahayaan (dalam dan luar ruangan). Deviasi dihitung dari empat titik acuan pada model hasil pemindaian dan dibandingkan dengan model referensi. Hasil menunjukkan bahwa konfigurasi Dalam Ruangan dengan jarak pemindaian 50 cm dan sudut pemindaian 90° memberikan deviasi terkecil yaitu 0,025 mm (0,01%), sedangkan konfigurasi Luar Ruangan dengan jarak pemindaian 50 cm dan sudut pemindaian 45° menghasilkan deviasi terbesar yaitu -3,275 mm (-1,80%). Rata-rata deviasi keseluruhan dari semua kombinasi adalah -0,63 mm atau -0,36%, menunjukkan bahwa Artec Leo dapat menghasilkan akurasi tinggi jika dikonfigurasi dengan parameter yang tepat. Deviasi terkecil diperoleh pada kondisi pemindaian dalam ruangan dengan jarak pemindaian 50 cm dan sudut pemindaian 90°

Kata kunci: Artec Leo, *structured-light*, pemindaian 3D, deviasi geometris, velg.

I. PENDAHULUAN

Teknologi pemindaian tiga dimensi (3D) telah berkembang pesat dan menjadi alat penting dalam berbagai industri seperti manufaktur, otomotif, medis, serta rekayasa balik (YU et al., 2021a). Pemindaian 3D memungkinkan akuisisi data geometris objek secara digital yang dapat digunakan untuk rekonstruksi bentuk, inspeksi kualitas, hingga pencetakan ulang objek fisik (Javaid et al., 2021a). Keunggulan metode ini terletak pada kemampuannya menangkap detail secara cepat, presisi tinggi, dan tanpa kontak langsung, sehingga lebih unggul dibandingkan metode pengukuran konvensional yang rawan kesalahan manual (SEIFERT & GRIFFIN, 2020a).

Structured-light scanner seperti Artec Leo merupakan salah satu perangkat modern yang menawarkan kemampuan pemindaian real-time tanpa memerlukan komputer eksternal (Artec Leo 3d, 2022). Perangkat ini memiliki kecepatan akuisisi data tinggi, resolusi detail yang baik, dan akurasi mencapai 0,1 mm, menjadikannya cocok untuk pemindaian objek dengan detail kompleks (Michalíková et al., 2020). Meski demikian, sebagian besar studi masih berfokus pada pemindaian objek sederhana seperti bagian tubuh manusia atau benda statis yang bentuknya mudah dikenali (Rudari et al., 2024), sementara evaluasi terhadap objek industri yang kompleks masih terbatas.

Dalam praktiknya, objek yang dipindai sering kali memiliki geometri rumit seperti bentuk melengkung, berlubang, atau permukaan reflektif tinggi, yang dapat memengaruhi kualitas hasil pemindaian (Helle & Lemu, 2021). Penelitian menunjukkan bahwa tanpa konfigurasi parameter yang tepat, *structured-light scanner* akan menghasilkan deviasi bentuk yang signifikan dan sulit diandalkan dalam aplikasi presisi tinggi (Chan et al., 2020). Selain bentuk, karakteristik permukaan objek seperti kilap, tekstur, dan warna juga turut memengaruhi kestabilan pola cahaya yang dipantulkan kembali ke sensor (Junjie et al., 2017).

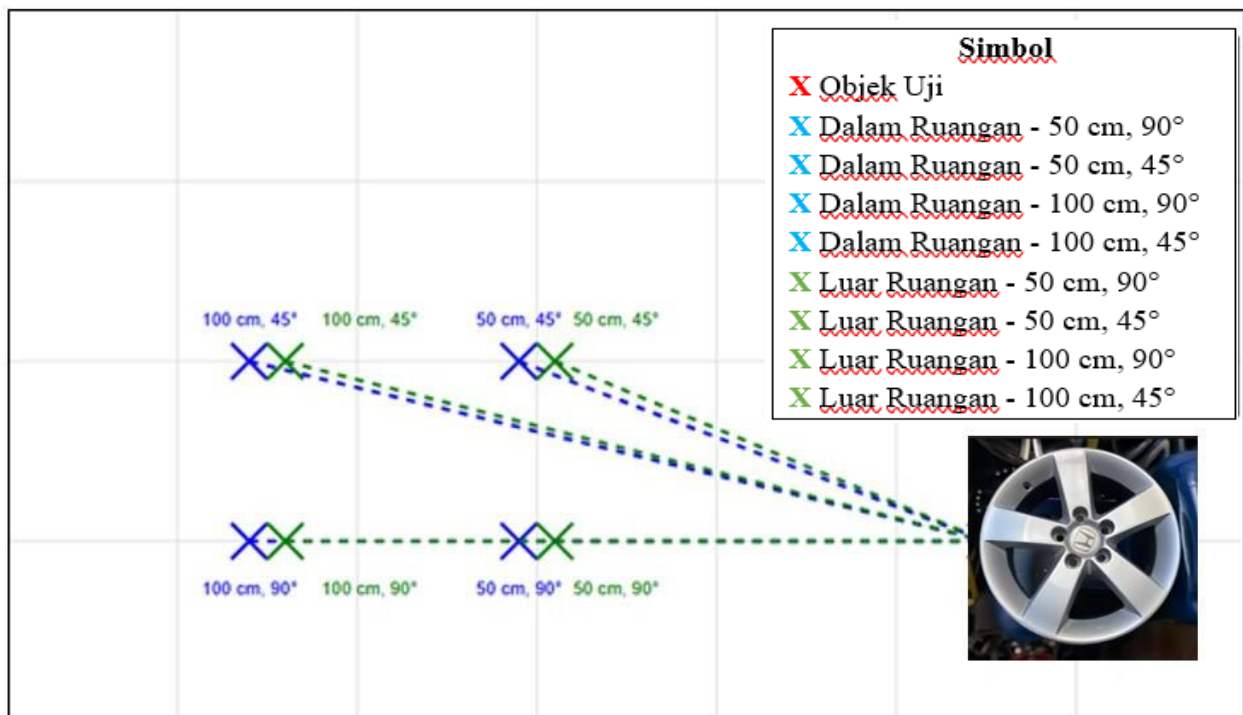
Parameter-parameter penting yang perlu diperhatikan dalam pemindaian 3D antara lain adalah jarak pemindaian, sudut pemindaian, kondisi pencahayaan, serta resolusi dan kecepatan tangkap perangkat (Javaid et al., 2021a). Jarak dan sudut yang tidak sesuai dapat menyebabkan area tertentu tidak terbaca dengan baik, menghasilkan missing data atau distorsi lokal (Staffenova et al., 2022). Di sisi lain, pencahayaan buatan atau alami yang tidak dikendalikan dengan baik juga dapat menyebabkan *noise* atau *overexposure* yang menurunkan akurasi hasil pemindaian (Verykokou & Ioannidis, 2023).

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana pengaruh parameter teknis seperti sudut, jarak, dan pencahayaan terhadap akurasi geometris hasil pemindaian menggunakan Artec Leo. Dengan menggunakan objek uji berbentuk velg kendaraan yang memiliki kontur kompleks, penelitian ini

bertujuan untuk mengembangkan metode evaluasi akurasi berdasarkan deviasi titik terhadap model referensi (Wang et al., 2024). Selain itu, hasil dari studi ini diharapkan dapat memberikan pedoman kepada pengguna industri untuk mengoptimalkan penggunaan *structured-light scanner* dalam skenario dunia nyata, serta mendukung pengembangan perangkat dan teknologi pemindaian 3D ke depan (Boehnen & Flynn, 2005a).

II. METODE PENELITIAN

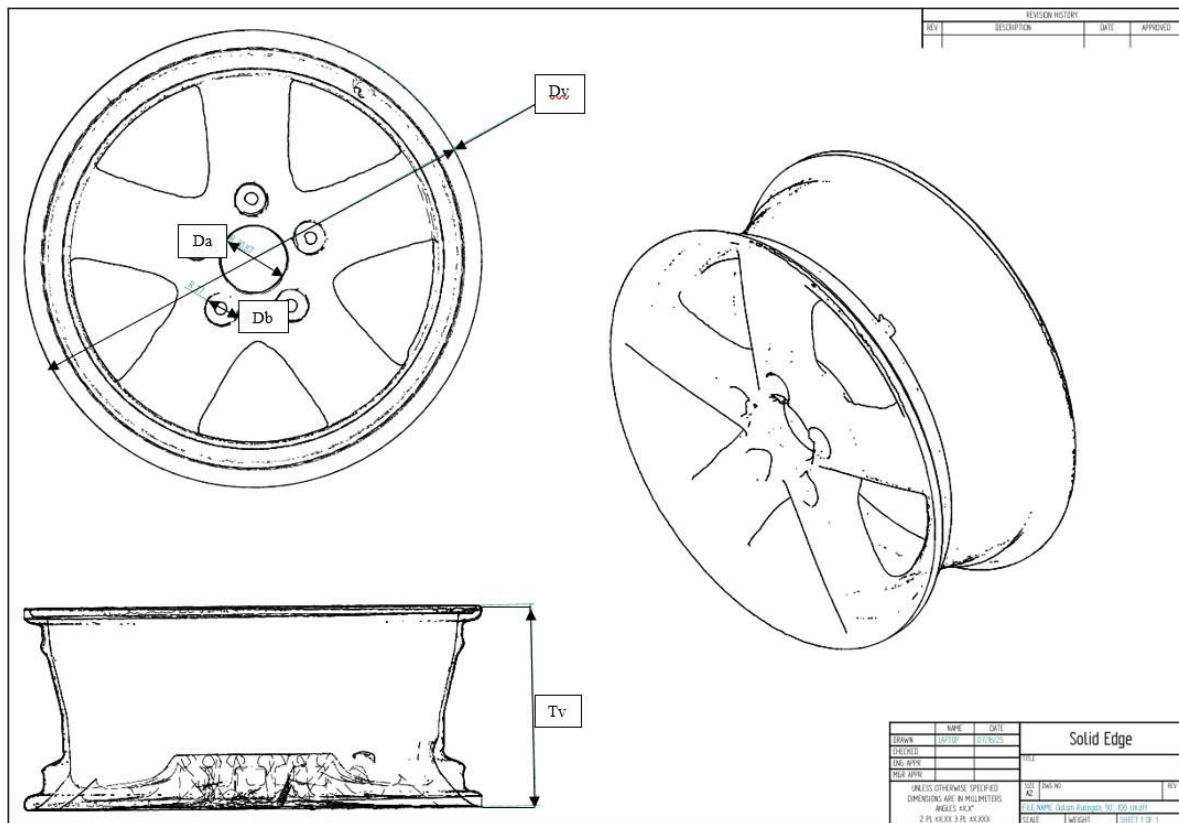
Penelitian ini bersifat eksperimental, menggunakan *3D scanner* Artec Leo untuk memindai objek velg. Pemindaian dilakukan dalam delapan kombinasi parameter yang merupakan hasil dari penggabungan dua variasi jarak (50 cm dan 100 cm), dua sudut pemindaian (45° dan 90°), serta dua kondisi pencahayaan (dalam dan luar ruangan).



Gambar 1. Ilustrasi Pemindaian Objek

Setiap pemindaian menghasilkan data geometri yang kemudian dibandingkan terhadap ukuran referensi yang diukur secara langsung. Empat titik pada objek dipilih sebagai acuan deviasi. Deviasi dihitung sebagai selisih antara hasil pemindaian dengan nilai referensi dalam satuan mm, kemudian dikonversi ke dalam persentase terhadap dimensi asli, Empat titik tersebut adalah:

1. Diameter Velg(D_v).
2. Tebal Velg(T_v).
3. Diameter As(D_a).
4. Diameter lubang baut(D_b).



Gambar 2. Empat Titik Pada Objek Yang Dipilih Sebagai Acuan Deviasi.

Prosedur pemindaian dimulai dengan penempatan objek velg di atas lantai datar yang stabil kemudian pemindai Artec Leo digerakkan mengelilingi objek sesuai dengan sudut dan jarak yang telah ditentukan. Pemindaian dilakukan secara perlahan dan merata untuk memastikan cakupan data permukaan maksimal. Untuk menjaga konsistensi, setiap pemindaian dilakukan oleh operator yang sama dan dalam kondisi lingkungan yang seminimal mungkin gangguannya.

Setelah proses pemindaian, data hasil rekonstruksi diolah menggunakan perangkat lunak Artec Studio. Proses pascapemindaian ini meliputi:

1. *Alignment*: menyatukan frame data *point cloud*,
2. *Fusion*: menggabungkan titik menjadi *mesh 3D*,
3. *Measurement*: melakukan pengukuran digital pada titik-titik yang telah ditentukan.

Nilai referensi dimensi velg diperoleh menggunakan jangka sorong digital dan mikrometer sebagai pembanding. Hasil pengukuran ini memiliki ketelitian hingga 0,01 mm.

Analisis dilakukan secara kuantitatif deskriptif, dengan penyajian data dalam bentuk tabel deviasi, grafik batang, dan rekapitulasi nilai rata-rata. Strategi diterapkan teknik ini untuk memperoleh pemahaman mengenai tren kesalahan pengukuran berdasarkan parameter yang diuji serta mengidentifikasi konfigurasi paling optimal.

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan parameter pemindaian pada *3D Scanner Artec Leo* guna memperoleh hasil pemindaian dengan deviasi geometris serendah mungkin. Parameter yang dikaji meliputi jarak pemindaian, sudut pemindaian, dan kondisi pencahayaan, yang masing-masing diuji pada dua level. Desain eksperimen dilakukan dengan menggunakan pendekatan Eksperimen, yang dikenal efisien dalam mengevaluasi pengaruh beberapa faktor terhadap kualitas output dengan jumlah percobaan yang terbatas (Huang et al., 2021). Tahapan penelitian meliputi persiapan objek uji, desain eksperimen, akuisisi data, dan analisis statistik.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Akurasi geometris pemindaian Artec Leo dalam penelitian ini dihitung berdasarkan deviasi rata-rata dari hasil pemindaian terhadap ukuran referensi. Deviasi rata-rata keseluruhan dari delapan kombinasi parameter adalah -0,63 mm atau -0,36% dari dimensi asli.

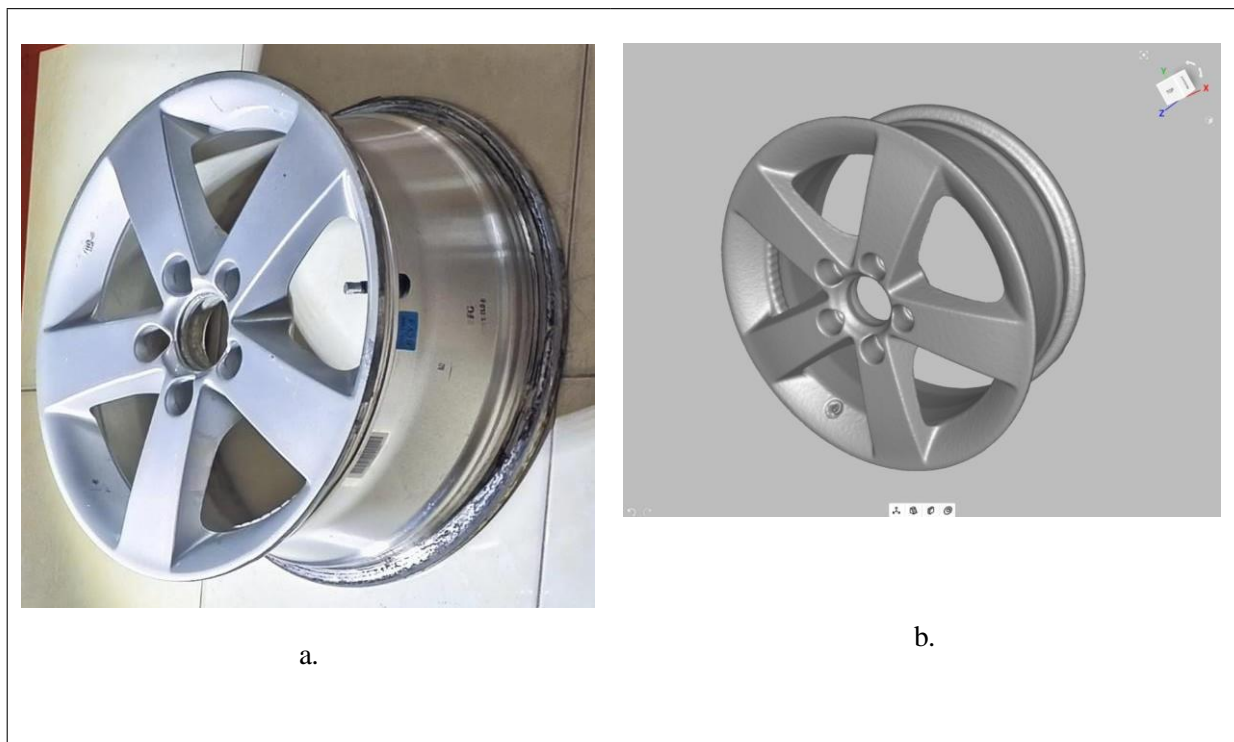
Perhitungan akurasi geometris dilakukan menggunakan rumus: Tabel 3. Hasil analisis deviasi pada velg mobil

$$\text{Deviasi Geometris}(\%) = \frac{\text{Nilai Hasil} - \text{Nilai Referensi}}{\text{Nilai Referensi}} \times 100\%$$

Keterangan:

- Nilai Hasil = ukuran yang diperoleh dari model hasil pemindaian 3D.
- Nilai Referensi = ukuran aktual yang diukur secara manual dari objek nyata.
- Deviasi Geometris (%) = selisih antara hasil dan referensi, dibagi nilai referensi, lalu dikalikan 100 agar hasilnya dalam persen.

Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun terjadi penyimpangan dimensi, sebagian besar nilai deviasi berada dalam batas toleransi teknis untuk aplikasi rekayasa balik objek mekanis yang kompleks, terutama pada kasus-kasus di mana deviasi hingga ± 1 mm masih dianggap memadai (Boehnen & Flynn, 2005).

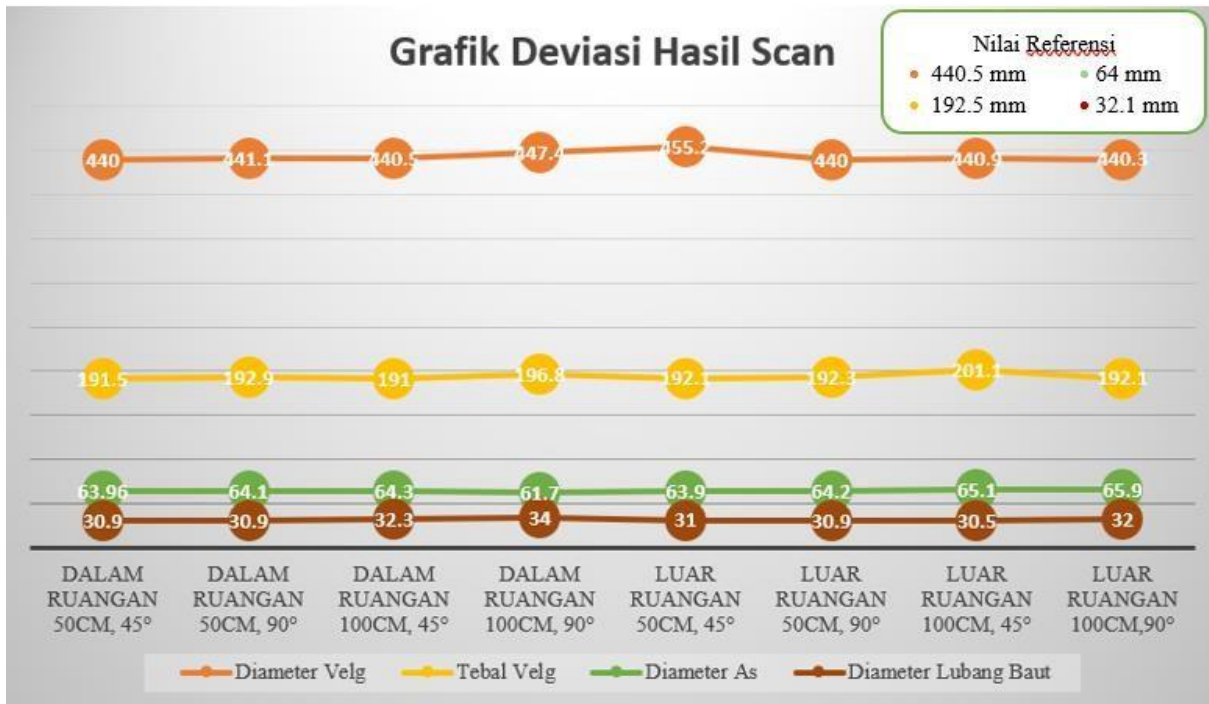


Gambar 3. a. Foto velg

Gambar 3. b. Screen Shoot Artec Studio

A. Deviasi Geometri

Hasil scanning menunjukkan bahwa kombinasi optimal terdapat pada Dalam Ruang 50 cm 90°, dengan deviasi 0,025 mm (0,01%). Sementara kombinasi terburuk terjadi pada Luar Ruang 50 cm 45° dengan nilai -3,27 mm (-1,80%). Deviasi positif berarti hasil pemindaian lebih kecil dari model asli, dan sebaliknya untuk deviasi negatif.



Gambar 4. Grafik Deviasi Geometris Tiap Kombinasi Parameter

Tabel 1. Rata-rata Deviasi Geometris Hasil Pemindaian Artec Leo

No	Pencahayaan	Jarak (cm)	Sudut (°)	Rata-rata Deviasi (mm)	Persentase Deviasi (%)
1	Dalam Ruangan	50	45	0,685	0,38
2	Dalam Ruangan	50	90	0,02	0,01
3	Dalam Ruangan	100	45	0,25	0,14
4	Dalam Ruangan	100	90	-2,70	-1,48
5	Luar Ruangan	50	45	-3,27	-1,80
6	Luar Ruangan	50	90	0,42	0,23
7	Luar Ruangan	100	45	-2,12	-1,17
8	Luar Ruangan	100	90	-0,30	-0,16

(Deviasi positif menandakan bahwa hasil pemindaian lebih besar dari model asli, sedangkan deviasi negatif berarti hasil pemindaian lebih kecil.)

B. Pengaruh Jarak Pemindaian

Rata-rata deviasi pada jarak 50 cm adalah -0,71 mm, sedangkan pada 100 cm adalah -0,55 mm. Jarak lebih jauh memberikan hasil lebih stabil karena distribusi cahaya lebih optimal.

Tabel 2. Rata-rata Deviasi Geometris Berdasarkan Jarak Pemindaian

Jarak (cm)	Rata-rata Deviasi (mm)	Persentase Deviasi (%)
50	-0,71	-0,41
100	-0,55	-0,31

C. Pengaruh Sudut Pemindaian

Sudut 45° menghasilkan deviasi lebih kecil dibandingkan sudut 90°. Hal ini diduga karena sudut tegak lurus menyebabkan *shadowing* dan pantulan cahaya langsung.

Tabel 3. Rata-rata Deviasi Geometris Berdasarkan Sudut Pemindaian

Sudut (°)	Rata-rata Deviasi (mm)	Persentase Deviasi (%)
45	-1,12	-0,62
90	-0,15	-0,08

D. Pengaruh Pencahayaan.

Pencahayaan luar ruangan memberikan deviasi lebih kecil (-0,82 mm) dibandingkan dalam ruangan (-0,43 mm), karena pencahayaan alami yang lebih merata.

Tabel 4. Rata-rata Deviasi Berdasarkan Kondisi Pencahayaan

Kondisi Pencahayaan	Rata-rata Deviasi (mm)	Persentase Deviasi (%)
Dalam Ruangan	-0,43	-0,24
Luar Ruangan	-0,82	-0,47

E. Interpretasi Berdasarkan Literatur

Hasil penelitian ini mendukung temuan sebelumnya bahwa akurasi geometris pemindaian 3D dipengaruhi oleh parameter teknis seperti jarak, sudut pemindaian, dan pencahayaan. Jarak yang terlalu dekat dapat menyebabkan distorsi data akibat *oversampling*, sedangkan sudut pemindaian yang tidak tepat berpotensi menimbulkan bayangan sehingga beberapa detail objek hilang (Javaid et al., 2021b). Penelitian oleh SEIFERT & GRIFFIN (2020b) juga menyebutkan bahwa *structured-light scanner* seperti Artec Leo membutuhkan pemilihan jarak dan sudut yang sesuai agar menghasilkan data yang akurat pada objek kompleks.

Selain jarak dan sudut pemindaian, kondisi pencahayaan juga berpengaruh besar terhadap deviasi hasil pemindaian. Pencahayaan luar ruangan yang lebih merata cenderung mengurangi *noise* dan efek *shadowing* yang dapat menurunkan kualitas data (Verykokou & Ioannidis, 2023). (Ameen et al., 2018) menekankan bahwa pencahayaan yang tidak stabil dapat mengganggu proyeksi pola cahaya *structured-light*, sedangkan Junjie et al., 2017 menyatakan bahwa pencahayaan yang merata dapat menjaga kestabilan hasil pemindaian sehingga deviasi berkurang.

Secara keseluruhan, temuan penelitian ini memperkuat pentingnya optimasi parameter pemindaian dalam meningkatkan akurasi *structured-light scanner*. Kombinasi parameter yang tepat dapat mengurangi deviasi geometris dan meningkatkan keandalan data yang dihasilkan, khususnya untuk objek dengan bentuk kompleks (Helle & Lemu, 2021; Trojnacki et al., 2022). Dengan demikian, hasil penelitian ini sejalan dengan (Boehnen & Flynn, 2005a) yang menyatakan bahwa pemilihan parameter pemindaian yang optimal menjadi faktor kunci untuk menghasilkan model 3D yang akurat pada aplikasi industri maupun penelitian.

F. Analisis Error

Meskipun hasil pemindaian menunjukkan deviasi yang relatif kecil pada beberapa konfigurasi, terdapat beberapa faktor teknis dan lingkungan yang memengaruhi akurasi Artec Leo selama pengambilan data. Faktor-faktor ini perlu diperhatikan untuk mencegah kesalahan akumulatif, terutama dalam objek bergeometri kompleks seperti velg.

Beberapa potensi penyebab deviasi adalah:

1. Permukaan reflektif pada velg dapat menyebabkan pantulan cahaya *structured-light* menyebar secara tidak merata, sehingga beberapa bagian menjadi sulit ditangkap secara akurat.
2. Efek bayangan (*shadowing*) pada area berlekuk atau berlubang menyebabkan beberapa titik permukaan tidak terdeteksi oleh sensor, terutama saat sudut pemindaian terlalu tegak lurus.
3. Gerakan tangan operator selama proses pemindaian yang tidak konstan (karena pemindaian dilakukan secara *handheld*) bisa menghasilkan *jitter* atau ketidakkonsistenan dalam pembacaan pola cahaya.
4. Pencahayaan luar ruangan yang tidak stabil, misalnya karena awan atau perubahan arah sinar matahari, dapat mengganggu pola cahaya proyeksi *structured-light* dan menyebabkan deviasi meningkat.
5. Sudut sempit antara sensor dan permukaan mengakibatkan beberapa bagian objek tidak dapat dipindai sepenuhnya atau menghasilkan *noise* tinggi.
6. Analisis ini menunjukkan bahwa deviasi bukan hanya dipengaruhi oleh parameter utama (jarak, sudut, dan pencahayaan), tetapi juga oleh faktor-faktor eksternal dan operasional. Oleh karena itu, penerapan pemindaian 3D dalam skenario industri perlu mempertimbangkan aspek teknis dan praktis secara menyeluruh.

IV. KESIMPULAN

Akurasi geometris rata-rata Artec Leo berdasarkan seluruh kombinasi parameter yang diuji dalam penelitian ini adalah sebesar -4,177 mm atau -2,45% terhadap nilai referensi. Nilai ini menunjukkan tingkat akurasi yang cukup baik untuk kebutuhan pemindaian objek kompleks seperti velg, meskipun masih terdapat deviasi signifikan pada kondisi tertentu.

Penelitian ini menyimpulkan bahwa:

1. Kombinasi parameter sangat memengaruhi akurasi hasil pemindaian.
2. Jarak 100 cm dan sudut 45° memberikan hasil paling akurat.
3. Pemindaian luar ruangan lebih stabil dibandingkan dalam ruangan.
4. Penggunaan *structured-light scanner* memerlukan pengaturan parameter secara presisi agar deviasi minimum.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Ameen, W., Al-Ahmari, A. M., & Mian, S. H. (2018). Evaluation of handheld scanners for automotive applications. *Applied Sciences (Switzerland)*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/app8020217>
- Artec Leo 3d. (2022). *Manual-Leo-EN (1)*. <https://docs.artec3d.com/leo /1.8/>
- BHUYAN, M. A.-U.-A., & GRIFFIN, L. (2020, October 25). *Make It Easy: Reliability of Automatic Measurement for 3D Hand Scanning*. <https://doi.org/10.15221/20.38>
- Boehnen, C., & Flynn, P. (2005a). *Accuracy of 3D Scanning Technologies in a Face Scanning Scenario*.
- Boehnen, C., & Flynn, P. (2005b). *Accuracy of 3D Scanning Technologies in a Face Scanning Scenario*.
- Chan, B., Rudan, J. F., Mousavi, P., & Kunz, M. (2020). Intraoperative integration of structured light scanning for automatic tissue classification: a feasibility study. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, 15(4), 641–649. <https://doi.org/10.1007/s11548-020-02129-8>
- Dijkman, B. A. M., Liberton, N. P. T. J., te Slaa, S., Smit, J. M., Wiepjes, C. M., Dreijerink, K. M. A., Den Heijer, M., Verdaasdonk, R. M., & de Blok, C. J. M. (2024). A comparative study of 3D measuring methods for monitoring breast volume changes. *PLoS ONE*, 19(6 June). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0305059>
- Helle, R. H., & Lemu, H. G. (2021). A case study on use of 3D scanning for reverse engineering and quality control. *Materials Today: Proceedings*, 45, 5255–5262. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.828>
- Huang, X., Zhang, Y., & Xiong, Z. (2021). High-speed structured light based 3D scanning using an event camera. *Optics Express*, 29(22), 35864. <https://doi.org/10.1364/oe.437944>
- Javaid, M., Haleem, A., Pratap Singh, R., & Suman, R. (2021a). Industrial perspectives of 3D scanning: Features, roles and it's analytical applications. *Sensors International*, 2. <https://doi.org/10.1016/j.sintl.2021.100114>
- Javaid, M., Haleem, A., Pratap Singh, R., & Suman, R. (2021b). Industrial perspectives of 3D scanning: Features, roles and it's analytical applications. *Sensors International*, 2. <https://doi.org/10.1016/j.sintl.2021.100114>
- Junjie, M., Dan, L., & Zhilong, L. (2017). Application of 3D Laser Scanning Technology in Complex Rock Foundation Design. *3D Research*, 8(4). <https://doi.org/10.1007/s13319-017-0144-9>
- Kovalenko, A. (2022). FIXATION AND EXAMINATION OF VOLUMETRIC TRACKS OF FOOTWEAR USING 3D SCANNING TECHNOLOGIES. *Criminalistics and Forensics*, 67, 465–472. <https://doi.org/10.33994/kndise.2022.67.46>
- Michalíková, M., Bednarčíková, L., Štefanovič, B., Danko, M., Trebuňová, M., & Živčák, J. (2020). HAND 3D SCANNING POSSIBILITIES. *Acta Technologia*, 6(4), 105–110. <https://doi.org/10.22306/atec.v6i4.88>
- Polo, M.-E., Cuartero, A., & Felicísimo, Á. M. (n.d.). *Study of uncertainty and repeatability in structured-light 3D scanners*.
- Rudari, M., Breuer, J., Lauer, H., Stepien, L., Lopez, E., Dragu, A., & Alawi, S. A. (2024). Accuracy of Three-dimensional Scan Technology and Its Possible Function in the Field of Hand Surgery. *Plastic and Reconstructive Surgery - Global Open*, 12(4), E5745. <https://doi.org/10.1097/GOX.0000000000005745>

- SEIFERT, E., & GRIFFIN, L. (2020a, October 25). *Comparison and Validation of Traditional and 3D Scanning Anthropometric Methods to Measure the Hand*. <https://doi.org/10.15221/20.41>
- SEIFERT, E., & GRIFFIN, L. (2020b, October 25). *Comparison and Validation of Traditional and 3D Scanning Anthropometric Methods to Measure the Hand*. <https://doi.org/10.15221/20.41>
- Staffenova, K., Rakyta, M., & Binasova, V. (2022). The possibility of using 3D laser scanning as support for reverse engineering. *Acta Simulatio*, 8(4), 41–45. <https://doi.org/10.22306/asim.v8i4.90>
- Trojnacki, M., Dąbek, P., & Jaroszek, P. (2022). Analysis of the Influence of the Geometrical Parameters of the Body Scanner on the Accuracy of Reconstruction of the Human Figure Using the Photogrammetry Technique. *Sensors*, 22(23). <https://doi.org/10.3390/s22239181>
- Verykokou, S., & Ioannidis, C. (2023). An Overview on Image-Based and Scanner-Based 3D Modeling Technologies. In *Sensors* (Vol. 23, Issue 2). MDPI. <https://doi.org/10.3390/s23020596>
- Wang, Y., Zhou, P., Yao, C., Wang, H., & Lin, B. (2024). High accuracy calibration method for multi-line structured light three-dimensional scanning measurement system based on grating diffraction. *Optics Express*, 32(1), 691. <https://doi.org/10.1364/oe.496579>
- Xu, Q. (n.d.). *Modeling 3D geometry using 1D laser distance measurements with application to cylinder for visualization and evaluating surface quality*.
- Yue, H., Yu, Y., Chen, W., & Wu, X. (2018). Accurate three dimensional body scanning system based on structured light. *Optics Express*, 26(22), 28544. <https://doi.org/10.1364/oe.26.028544>
- YU, M., CLOET, A., & GRIFFIN, L. (2021a, October 4). *3D Face Scanner Comparison: Visual and Anthropometric Accuracy Analysis*. <https://doi.org/10.15221/21.41>