

Realsense Depth Camera Untuk Pengukuran Jarak Pada Mobil Autonom Roda Tiga

1st Ferryn Marchellyn
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ferrynmarchellyn@student.telkomuni-
versity.ac.id

2nd Fiky Y. Suratman
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

fysuratman@telkomuniversity.ac.id

3rd Arief Suryadi Satyawan,
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
Arie021@brin.go.id

Abstrak — Penggunaan kamera kedalaman menjadi krusial dalam teknologi kendaraan otonom untuk mengukur jarak objek di sekitar kendaraan. Intel RealSense Depth Camera menjadi solusi unggul berkat teknologi sensor stereo yang memberikan informasi kedalaman akurat. Penelitian ini mengeksplorasi kemampuan kamera RealSense dalam mengukur jarak pada mobil otonom beroda tiga, fokus pada evaluasi akurasi dalam berbagai kondisi operasional seperti kecepatan kendaraan, jarak objek, dan pencahayaan.

Metode menggunakan Depth Camera Intel RealSense D435i untuk mendeteksi objek dalam jarak kurang dari 8 meter dengan algoritma Non-Max Suppression yang mengurangi tumpang tindih kotak pembatas dan memilih deteksi objek dengan nilai confidence score tertinggi. Implementasi melibatkan penghubungan Depth Camera Intel RealSense D415i ke laptop untuk pengolahan data jarak. Pengujian membandingkan hasil pengukuran kamera dengan meteran di area jalan sepanjang 8 meter x 1.1 meter.

Hasil menunjukkan variasi selisih antara jarak kamera dan jarak sesungguhnya, dengan persentase kesalahan dihitung menggunakan rumus. Kamera RealSense menunjukkan akurasi yang cukup baik, meskipun terdapat perbedaan yang disebabkan oleh toleransi pengukuran dan algoritma. Penelitian ini memberikan wawasan untuk pengembangan teknologi kamera kedalaman dalam kendaraan otonom masa depan, dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi akurasi pengukuran.

Kata Kunci: kendaraan otonom, kamera kedalaman, RealSense, pengukuran jarak, akurasi, Non-Max Suppression, sensor stereo.

I. PENDAHULUAN

Dalam perkembangan teknologi kendaraan otonom, penggunaan kamera kedalaman menjadi semakin penting untuk berbagai aplikasi, termasuk pengukuran jarak terhadap objek di sekitar kendaraan. Salah satu teknologi yang mendominasi dalam hal ini adalah kamera RealSense yang dikembangkan oleh Intel. Kamera ini tidak hanya mampu memberikan citra visual, tetapi juga informasi kedalaman dengan akurat menggunakan teknologi sensor stereo yang terintegrasi. [1]

Pada kendaraan otonom, pengukuran jarak menjadi kritis untuk penghindaran rintangan. Dalam konteks ini, penggunaan RealSense *Depth Camera* menjadi solusi yang menarik karena kemampuannya untuk mengukur jarak dengan presisi, pengukuran jarak sementara itu, metode deteksi posisi manusia berdasarkan kamera kedalaman. [2] Intel RealSense bahkan dalam kondisi cahaya yang terbatas atau lingkungan dengan kontras tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi kemampuan kamera RealSense dalam mengukur jarak terhadap objek di sekitar mobil otonom beroda tiga. Fokus utama dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi akurasi pengukuran jarak yang diberikan oleh kamera RealSense dalam berbagai kondisi operasional yang mungkin dihadapi oleh kendaraan otonom, termasuk kecepatan kendaraan, jarak objek, dan pencahayaan lingkungan.

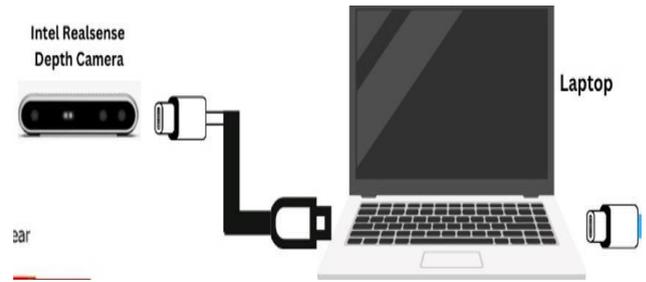
Dengan memahami dan menganalisis kinerja kamera RealSense dalam konteks ini, diharapkan penelitian ini dapat memberikan wawasan yang berharga untuk pengembangan dan integrasi teknologi kamera kedalaman dalam aplikasi kendaraan otonom masa depan.

II. KAJIAN TEORI

A. Pengukuran Jarak Objek

Teknologi ini menggunakan prinsip penginderaan stereo untuk menghasilkan informasi mendalam dengan tingkat akurasi yang tinggi. Kamera ini terdiri dari dua sensor kamera RGB yang bekerja secara sinergis untuk menciptakan perbedaan sudut pandang yang diperlukan untuk pengukuran kedalaman. [3] Dalam konteks mobil otonom, penggunaan kamera kedalaman menjadi penting. Kamera kedalaman tidak hanya dapat memberikan gambar visual tetapi juga informasi kedalaman yang penting menghindari rintangan.

Mengevaluasi keakuratan pengukuran jarak dengan kamera RealSense diperlukan untuk memastikan kinerja yang andal dalam berbagai kondisi pengoperasian, termasuk perubahan kecepatan kendaraan dan cahaya sekitar. Pengembangan mobil otonom roda tiga, bidang penelitian yang berkembang pesat, dapat memanfaatkan teknologi kamera kedalaman ini untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi kendaraan di masa depan. Namun demikian, tantangan seperti dampak lingkungan yang kompleks dan integrasi sistem yang kompleks juga harus dipertimbangkan ketika mengembangkan solusi optimal untuk aplikasi kendaraan otonom menggunakan teknologi kamera kedalaman.



GAMBAR 1. Wiring alat

III. METODE

Sistem pengukuran jarak ini menggunakan Depth Camera Intel RealSense D415i. Kamera ini bekerja dengan mendeteksi objek berupa manusia dalam jarak yang telah ditentukan, yaitu kurang dari 8 meter. Saat ada objek dalam rentang tersebut, kamera akan mengukur jaraknya dan memberikan hasilnya. Non-maxima suppression digunakan untuk menghitung jarak dan mengurangi tumpang tindih kotak pembatas menjadi satu kotak pembatas yang merepresentasikan deteksi objek sebenarnya. Dalam algoritma deteksi objek, sering kali muncul beberapa kotak pembatas untuk objek yang sama. Oleh karena itu, Non-Max Suppression digunakan untuk memilih kotak pembatas dengan nilai confidence score tertinggi. Dalam proses ini, sistem awalnya memilih kotak pembatas dengan confidence score tertinggi dan menghapus kotak pembatas lain dengan nilai confidence score lebih rendah. [4]

A. Implementasi

Depth camera Intel RealSense D415i difungsikan sebagai sensor pengukur jarak. Depth Camera Intel RealSense D415i disambungkan dengan laptop sebagai sarana pengolahan jarak kamera. Dengan menggunakan source code sebagai berikut sebagai pengukur jarak objek.

```
# Process results
for result in results:
boxes = result.boxes
for box in boxes:
x1, y1, x2, y2 = map(int, box.xyxy[0])
label = model.names[int(box.cls)]
if label == "person":
# Calculate distance to the detected person
center_x = int((x1 + x2) / 2)
center_y = int((y1 + y2) / 2)
distance = depth_frame.get_distance(center_x,
```

center_y)

B. Langkah Pengujian

Pertama dilakukan ialah dengan mengukur area jalan dan ditandai sepanjang 8 meter x 1.1 meter. Pada percobaan dilakukan dengan menggunakan realSense depth camera yang diarahkan sesuai dengan jalur yang telah ditandai, lalu objek masuk kedalam area deteksi dan diukur dengan meteran dan menyamakan dengan jarak sesungguhnya.



GAMBAR 2. Pengukuran jarak secara langsung

Gambar diatas merupakan pada saat pengukuran jarak objek menggunakan meteran secara langsung. Ini dilakukan agar dapat membandingkan data kamera dan secara langsung.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis tabel data pengukuran jarak di atas menunjukkan bahwa terdapat variasi dalam nilai selisih antara jarak dari realSense depth camera dan jarak sesungguhnya. Analisis ini dilakukan untuk memahami seberapa akurat pengukuran jarak kamera dibandingkan dengan jarak sesungguhnya. Dari data yang tersedia, dapat dilihat bahwa kesalahan atau error persentase untuk setiap pengukuran juga bervariasi. Error persentase dihitung menggunakan rumus $(\frac{h}{r_{ny}}) \times 100\%$ yang

memberikan gambaran tentang proporsi kesalahan relatif terhadap jarak sesungguhnya. Error persentase yang lebih kecil menunjukkan bahwa pengukuran jarak kamera lebih akurat, sedangkan error persentase yang lebih besar menunjukkan tingkat kesalahan yang lebih tinggi.

A. Gambar Pengujian



GAMBAR 3. Pengukuran dengan kamera dan meteran

Gambar diatas merupakan pengujian jarak dari kamera dan secara langsung menggunakan meteran. Pengujian ini dilakukan agar dapat mengetahui jarak sesungguhnya dan dapat menjadi pembandingan jarak dari kamera.

B. Tabel

No.	Jumlah Objek	Objek Dalam area	Jarak kamera	Jarak sesungguhnya	Selisih	Error persentase
1.	1	1	2.11 m	2.20 m	0.09	4.09%
2.	1	1	2.62 m	2.65 m	0.03	1.13%
3.	1	1	3.60 m	3.66 m	0.06	1.64%
4.	1	1	3.77 m	3.80 m	0.03	0.79%
5.	1	1	4.14 m	4.21 m	0.07	1.66%
6.	1	1	5.12 m	5.15 m	0.03	0.58%
7.	1	1	6.20 m	6.30 m	0.10	1.59%
8.	1	1	6.97 m	7.03 m	0.06	0.85%
9.	1	1	7.36 m	7.40 m	0.04	0.54%
10.	1	1	7.94 m	7.99 m	0.05	0.63%

GAMBAR 4. Tabel dengan 1 objek

Pada tabel diatas merupakan hasil pengujian spesifikasi dengan jumlah 1 objek. Pada tabel pengujian dicoba dengan menggunakan 1 objek dan mengukur jarak objek menggunakan meteran secara lansung dan jarak dari kamera.

14.	2	1	6.68 m	6.71 m	0.03	0.45%
15.	2	1	7.85 m	7.94 m	0.09	1.13%
16.	2	2	2.99 m 5.24 m	3.07 m 5.27 m	0.08, 0.03	2.61%, 0.57%
17.	2	2	3.81 m 3.80 m	3.89 m 3.83 m	0.08, 0.03	2.06%, 0.78%
18.	2	2	3.21 m 5.33 m	3.30 m 5.36 m	0.09, 0.03	2.73%, 0.56%
19.	2	2	3.90 m 6.53 m	3.95 m 6.60 m	0.05, 0.07	1.27%, 1.06%
20.	2	2	5.14 m 5.38 m	5.21 m 5.41 m	0.07, 0.03	1.34%, 0.55%
21.	2	2	4.29 m 7.45 m	4.35 m 7.50 m	0.06, 0.05	1.38%, 0.67%

GAMBAR 5. Tabel dengan 2 objek

Pada tabel diatas merupakan hasil pengujian spesifikasi dengan jumlah 2 objek. Pada tabel pengujian dicoba dengan menggunakan 2 objek dan mengukur jarak objek yang berada dalam area deteksi dan tidak diarea deteksi. Contoh dalam beberapa pengujian dicoba menggunakan 1 objek didalam area deteksi dan 1 objek diluar area deteksi. Yang terdeteksi merupakan objek yang berada di area deteksinya.

22.	3	1	7.97 m	8.06 m	0.09	1.12%
23.	3	2	2.38 m 7.92 m	2.45 m 7.96 m	0.07, 0.04	2.86%, 0.50%
24.	3	2	4.72 m 6.96 m	4.75 m 7.05 m	0.03, 0.09	0.63%, 1.28%
25.	3	3	2.06 m, 4.03 m, 5.26 m	2.15 m, 4.10 m, 5.30 m	0.09, 0.07, 0.04	4.19%, 1.71%, 0.75%
26.	3	3	3.78 m, 6.21 m, 7.84 m	3.81 m, 6.29 m, 7.93 m	0.03, 0.08, 0.09	0.79%, 1.27%, 1.13%

GAMBAR 6. Tabel dengan 3 objek

Pada tabel diatas merupakan hasil pengujian spesifikasi .Dengan jumlah 3 objek. Pada tabel pengujian dicoba dengan menggunakan 3 objek dan mengukur jarak objek secara langsung dan mengukur menggunakan kamera. Contoh dalam beberapa pengujian dicoba menggunakan 3 objek dan 1 yang berada didalam area deteksi, 3 objek dan 2 yang berada didalam area deteksi dan yang terakhir 3 objek dan 3 yang berada diarea deteksi. Yang berada dalam area deteksi semuanya terdeteksi dan diukur secara langsung dan dari kamera.

27.	4	1	7.97 m	8.08 m	0.11	1.36%
28.	4	2	5.42 m, 4.01 m	5.45 m, 4.07 m	0.03, 0.06	0.55%, 1.49%
29.	4	2	5.94 m, 6.89 m	6.00 m, 6.97 m	0.06,0, 08	1.00%, 1.15%
30.	4	3	2.91 m, 4.5 m, 5.56 m	2.94 m, 4.58 m, 5.64 m	0.03, 0.08, 0.08	1.02%, 1.75%, 1.42%
31.	4	3	2.01 m, 3.98 m, 5.27 m	2.10 m, 4.03 m, 5.32 m	0.09, 0.05, 0.05	4.29%, 1.24%, 0.94%

GAMBAR 7. Tabel dengan 4 objek

Pada tabel diatas merupakan hasil pengujian spesifikasi dengan jumlah 4 objek. Pada tabel pengujian dicoba dengan menggunakan 4 objek dengan 1 objek yang berada diarea deteksi, 4 objek dengan 2 objek yang berada diarea deteksi, 4 objek dengan 3 yang berada diarea deteksi. Diukur secara langsung dan menggunakan kamera.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan data penelitian yang diambil dapat ditarik kesimpulannya pengukuran jarak objek menggunakan realsense *depth camera*, pengukuran menggunakan beberapa objek yang diukur secara langsung dan menggunakan kamera. Terdapat juga area deteksi yang berbentuk trapesium yang jika objek berada didalam area deteksi tersebut akan otomatis terdeteksi dan langsung dihitung jarak objek.

terdapat perbedaan pengukuran jarak yang disebabkan adanya toleransi pengukuran dari kamera dan *source code* dapat disebut juga sebagai eror persentase. Persentase yang dihitung menggunakan rumus
$$\left(\frac{\text{selisih}}{\text{hasil}} \right) \times 100\%$$

yang memberikan gambaran tentang proporsi kesalahan relatif terhadap jarak sesungguhnya. Seperti pada contoh tabel diatas pada jarak 3.80m dan jarak dari kamera 3.77m memberikan nilai eror persentase 0.77%. Dengan perhitungan menggunakan rumus diatas dapat dilihat semakin kecil persentase eror semakin bagus. Dari data diatas beberapa pengukuran memiliki selisih yang kecil dan ada juga yang besar. dapat dikatakan pengukuran jarak yang telah diambil cukup akurat. Dengan karena itu penting untuk mempertimbangkan faktor faktor yang dapat mempengaruhi akurasi dalam pengukuran.

REFERENSI

- [1] intelRealSense, "intel RealSense," [Online]. Available: <https://www.intelrealsense.com/depth-camera-d415/>. [Accessed 28 juni 2024].
- [2] F. M. Zulkarnaen, "SISTEM DETEKSI OBJEK MANUSIA MENGGUNAKAN," 24 may 2024. [Online]. Available: <https://repository.usbykpk.ac.id/3720/6/SISTEM%20DETEKSI%20OBJEK%20MANUSIA%20MENGGUNAKAN%20ALGORITMA%20YOLOV8%20BERBASIS%20KAMERA%20DEPTH%20SENSOR%20%28STUDI%20KASUS%20CV.%20ATERI%20GLOBAL%20TEKNOLOGI%29.pdf>. [Accessed 28 june 2024].
- [3] A. Helnawan, "Sistem Segmentasi Jalan dan Objek Untuk Kendaraan Otonom Berbasis Kamera RGB-D-NIR," 23 january 2023. [Online]. Available: <http://repository.its.ac.id/id/eprint/95483>. [Accessed 28 june 2024].
- [4] F. Indaryanto, "Aplikasi Penghitung Jarak dan Jumlah Orang Berbasis YOLO Sebagai Protokol Kesehatan Covid-19," 30 june 2021. [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/sju/edukom/article/view/47837>. [Accessed 28 june 2024].