



ESTIMASI PENGUKURAN JARAK OBJEK MENGGUNAKAN MONO KAMERA

H Herdianto^{1*}, Darmeli Nasution², Niko Surya Atmaja³, Syahrul Ramadhan⁴
^{1,2,3,4}Program Studi Sistem Komputer, Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan

e-mail: *¹herdianto@dosen.pancabudi.ac.id, ²darmelinasution@dosen.pancabudi.ac.id,
³niko@dosen.pancabudi.ac.id, ⁴syahrulramadhan5918@gmail.com

*Corresponding Author

Abstrak

Jarak merupakan salah satu parameter yang diperhatikan pada robot autonomous karena dengan diketahuinya jarak dengan cepat dan tepat maka robot autonomous dapat melakukan gerakan untuk menghindari rintangan yang ada di sekitarnya. Tetapi pada umumnya robot autonomous menggunakan sensor ultra sonic HC-SR04 dengan metode complex log mapping dan posisi kontur objek yang memiliki keterbatasan pada jangkauan maksimal 4 meter dan waktu komputasi yang lama dalam melakukan pengukuran. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dicoba mengukur jarak objek menggunakan monokamera dengan jangkauan lebih dari 4 meter. Adapun metode yang digunakan untuk mengukur jarak objek dengan mengukur tinggi image objek. Dari hasil uji coba yang telah dilakukan diketahui jarak objek yang dapat diukur sejauh 4200 mm dengan tinggi objek sebenarnya 260 mm.

Kata kunci— Deteksi Objek; Pengukuran Jarak; Estimasi; Monokamera.

Abstract

Distance is one of the parameters that is considered in autonomous robots because by knowing the distance quickly and precisely, the autonomous robot can make movements to avoid obstacles around it. However, in general, autonomous robots use the HC-SR04 ultrasonic sensor with a complex log mapping method and object contour position which is limited to a maximum range of 4 meters and a long computing time in making measurements. Therefore, in this research we will try to measure the distance of objects using a monocamera with a range of more than 4 meters. The method used to measure the distance of an object is by measuring the height of the object image. From the results of the tests that have been carried out, it is known that the distance to the object that can be measured is 4200 mm with the actual object height being 260 mm.

Keywords— Object Detection; Distance Measurement; Estimation; Monocamera.

I. PENDAHULUAN

Servoing Visual (VS) adalah teknik untuk mengendalikan pergerakan robot menggunakan informasi umpan balik yang dikirim dari sensor penglihatan (kamera).

Pada VS sangat sulit untuk melacak pergerakan objek jika data jarak objek tidak diketahui. Ada tiga jenis kontrol servo visual yaitu : servo visual berbasis posisi kontrol (PBVS), kontrol servo visual



berbasis gambar (IBVS) dan hybrid (wikipedia, 2023), (Alizadeh, 2015), (Herdianto, 2008), (Herdianto, 2020). Masukan referensi untuk PBVS adalah posisi 3D dan orientasi antara objek dan robot end-effector (tangan robot) dalam ruang lingkup kendali berdasarkan koordinat cartesian. Sedangkan untuk kontrol servo visual berbasis gambar adalah posisi objek 2D yang diperoleh dari kamera. Pendekatan menggunakan IBVS kurang berhasil dimana estimasi jarak objek bergerak yang akurat dari jarak objek tidak dapat diperoleh terutama pada lingkungan yang dinamis sehingga mempengaruhi akurasi servoing (Firouzi & Najjaran, 2010). (Firouzi & Najjaran, 2010), (Herdianto et al., 2021). Untuk menghitung jarak objek bergerak terhadap kamera maka objek harus terlebih dahulu terdeteksi oleh kamera. Ada empat metode yang dapat dilakukan dalam pendeteksian objek yaitu : berbasis model, region-based, berbasis fitur dan kontur (Alizadeh, 2015), (Nababan et al., 2017), (Herdianto & Nasution, 2023). Metode deteksi objek berbasis model membutuhkan pengetahuan tentang bentuk – bentuk objek untuk proses pencocokan ketika menemukan objek di lingkungan sekitar sebelum digunakan metode ini juga menerapkan model geometris dari objek. Tetapi metode ini memiliki kekurangan yaitu : objek yang tidak ada dalam database tidak dapat dikenali oleh model ini dan metode ini sulit untuk diterapkan (Shaaban & Omar, 2012). Sedangkan metode region-based dalam melakukan pendeteksian objek menggunakan bentuk 2D dari daerah objek. Pendekatan dengan metode ini sangat bergantung pada informasi yang diberikan oleh piksel-piksel dari daerah objek seperti warna dan tekstur. Untuk metode berbasis fitur cara mendeteksi objek dengan mencari fitur spesifik dari suatu objek seperti titik- titik tertentu dan deteksi tepi

objek. Kelebihan dari metode berbasis fitur ini adalah algoritma sederhana dan stabil dalam mendeteksi objek tetapi metode ini tidak efisien dalam aplikasi pendeteksian objek secara real time. Metode berbasis kontur mendeteksi kontur batas objek daripada mendeteksi semua piksel yang membentuk objek (Supiyandi et al., 2023). Dalam metode berbasis kontur objek dalam bingkai berikutnya yang ditangkap oleh kamera ditentukan menggunakan gerakan informasi objek tersebut. Dengan demikian bentuk dan posisi kontur objek pada bingkai selanjutnya dapat diperbaiki sesuai bentuk objek sesungguhnya. Selanjutnya informasi gerak objek diperbarui pada setiap perubahan lokasi kontur (Shaaban & Omar, 2012), (Hariyanto et al., 2019). Namun metode ini memiliki kekurangan yaitu tidak dapat mendeteksi objek sebagian. Namun demikian metode berbasis kontur memiliki kelebihan seperti komputasi lebih ringan dibandingkan dengan metode lain dan memiliki akurasi yang baik dalam mendeteksi benda diam dan bergerak.

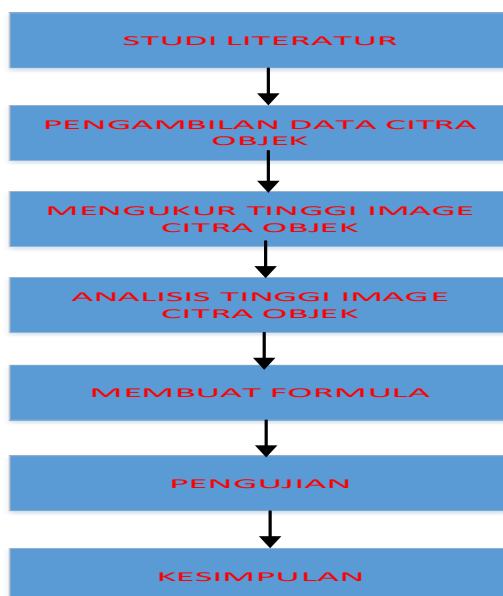
Beberapa penelitian sebelumnya terkait pengukuran jarak objek terhadap kamera telah dilakukan peneliti sebelumnya seperti yang telah dilakukan oleh (Yamaguti et al., 1997) dimana untuk menghitung jarak objek menggunakan rasio dua gambar yang diambil dari dua kamera dari lokasi yang berbeda selanjutnya dilakukan pemetaan dengan kompleks log mapping pada dua gambar tersebut. Namun model yang dihasilkan (Yamaguti et al., 1997) membutuhkan waktu komputasi yang lama dan hanya berlaku untuk objek yang sejajar dengan bidang kamera. Selanjutnya ada juga penelitian pengukuran jarak yang diusulkan oleh (M & R, 2010). Pada penelitian ini pengukuran jarak objek diawali dengan menetapkan titik awal geometri objek yang berbentuk persegi.

Lalu ada juga penelitian yang dilakukan oleh (Zhang et al., 2013) yang mengembangkan algoritma 3 langkah untuk menghitung posisi 3D dari objek terhadap kamera. Dalam algoritma yang diusulkan oleh (Zhang et al., 2013) parameter kamera dikalibrasi terlebih dahulu kemudian sebuah model diatur untuk mengukur jarak objek terhadap kamera yang bergerak.

Dari ke tiga penelitian yang telah diuraikan di atas peneliti menganalisis masih adanya kekurangan pada hasil ke penelitian di atas yaitu objek yang diukur bersifat tertentu dan hasil pengukuran masih tidak akurat. Oleh karena itu pada penelitian yang akan dilakukan peneliti mencoba merancang sebuah metode pengukuran jarak objek dengan kamera dengan bentuk objek bebas dan memiliki jangkauan jarak pengukuran lebih dari 4000 mm dengan error sebesar 20 mm.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Agar penelitian ini dapat mencapai hasil sesuai dengan tujuan penelitian dan selesai seperti jadwal yang direncanakan, maka peneliti menyusun kerangka penelitian seperti Gambar 1.

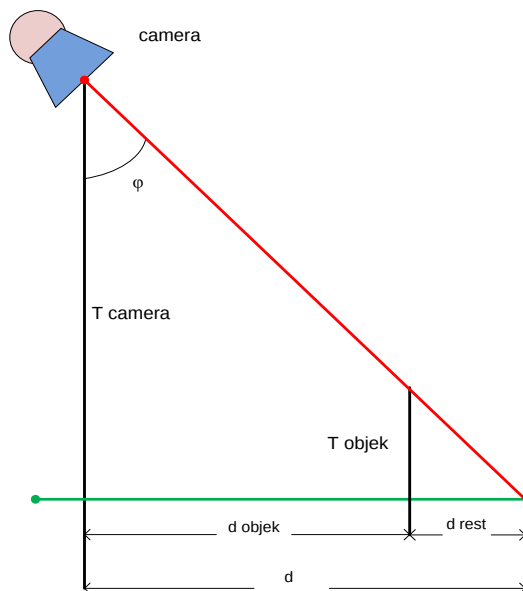


Gambar 1. Kerangka Penelitian

Keterangan :

- **Studi Literatur**
Pada tahap ini peneliti mengumpulkan data terkait perkembangan hasil penelitian tentang pengukuran jarak objek menggunakan kamera yang telah dilakukan peneliti sebelumnya. Data yang dikumpulkan bersumber dari proseding, jurnal nasional dan internasional serta buku.
- **Pengambilan Data Citra Objek**
Tahap ini peneliti mengambil sampel dari beberapa objek dengan jumlah tertentu dan berbagai jarak.
- **Mengukur Tinggi Image Citra**
Dari setiap sampel objek dilakukan pengukuran tinggi image yang dimaksudkan untuk mengetahui perubahan yang terjadi pada tinggi image terhadap jarak.
- **Analisis Tinggi Image Citra**
Untuk mengetahui lebih lanjut hubungan antara variabel – variabel yang digunakan dalam menentukan persamaan / formula maka digunakan tool SPSS.
- **Membuat Formula**
Menentukan formula yang tepat sesuai variabel yang digunakan dalam pengukuran jarak.
- **Pengujian**
Melakukan pengujian formula yang telah ditetapkan dengan kesesuaian hasil prediksi jarak yang diperoleh.
- **Kesimpulan**
Menarik kesimpulan dari hasil pengujian yang telah dilakukan untuk mengetahui ketercapaian tujuan penelitian.

Untuk mengukur jarak objek menggunakan kamera dapat dilakukan dengan beberapa cara salah satunya dengan mengetahui tinggi dan sudut kamera terhadap sumbu y (Jünger et al., 2008).



Gambar 2. Model pengukuran jarak objek (Jüngel et al., 2008)

Dari Gambar 2 maka untuk menghitung jarak d dan d_{rest} dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (1) dan (2).

$$d = \tan(\varphi) * T_{camera} \quad (1)$$

dan

$$d_{rest} = \tan(\varphi) * T_{objek} \quad (2)$$

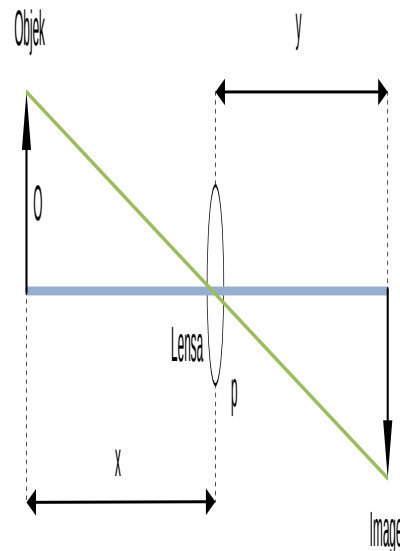
sedangkan untuk menghitung jarak d objek dilakukan dengan persamaan (3).

$$d_{objek} = d - d_{rest} \quad (3)$$

atau

$$d_{objek} = \tan(\varphi) * (T_{camera} - T_{objek}) \quad (4)$$

Bila menggunakan model pengukuran jarak seperti Gambar 2. maka variabel tinggi dari pada objek harus diketahui terlebih dahulu. Atas dasar tersebut akan dicoba sebuah model dan formula yang dikembangkan yang dapat dapat mengukur jarak objek tanpa harus mengetahui tinggi objek terlebih dahulu. Adapun bentuk model dari pengukuran jarak yang diusulkan terlihat seperti Gambar 2.



Gambar 3. Model pengukuran jarak yang diusulkan

Dimana :

o : objek

x : jarak objek dengan kamera

y : jarak antara kamera dengan objek citra

h : tinggi citra objek

p : kamera

Dari Gambar 3. diketahui bahwasannya model pengukuran jarak yang diusulkan tidak menggerakkan kamera pada sumbu x dengan panjang tertentu.

Adapun konsep dari pengukuran jarak objek menggunakan model yang diusulkan dengan membandingkan tinggi citra referensi dengan tinggi citra objek yang diperoleh. Untuk formula lengkapnya adalah sebagai berikut :

$$Jarak = f - \left(\left(\frac{r}{1-h} \right) * (k * (r - h)) \right) \quad (5)$$

Dimana :

O : objek

r : tinggi image referensi (piksel)

h : tinggi citra objek (piksel)

f : focal length kamera

k : konstanta

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi Kamera dan Data

Pada penelitian ini kamera yang digunakan untuk mengambil data citra objek adalah canon A2300 dengan spesifikasi seperti Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi kamera

Nama	nilai
Model Kamera	Canon A2300
Focal Length	25 mm
Ukuran Citra	4608 * 3456

Sedangkan untuk data citra objek yang diambil dan dijadikan sampel pada penelitian ini seperti Tabel 2.

Tabel 2. Data citra objek

Nama objek	tinggi objek sebenarnya (mm)
Kemasan	170
Botol	260
Manusia	1750

Untuk mengetahui hubungan antara jarak objek dengan tinggi citra objek, focal length maka dilakukan pengukuran jarak menggunakan alat ukur manual (mistar sejenisnya) dan dilakukan perubahan jarak dengan ukuran tertentu untuk selanjutnya dilakukan pengambilan gambar objek. Beberapa sampel objek botol yang telah diambil beserta tinggi citra objeknya seperti terlihat pada Gambar 4 -6.



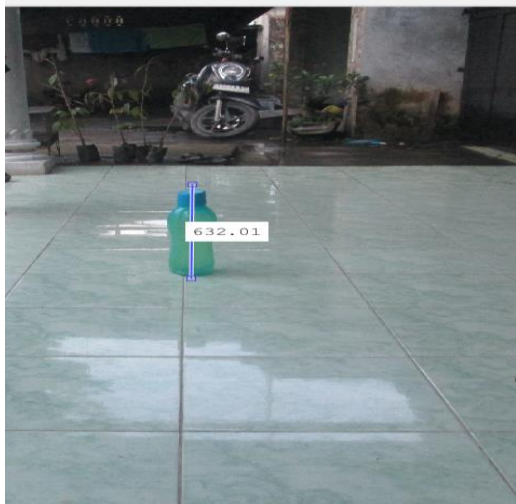
Gambar 4. Jarak objek 900 mm

Gambar 4. merupakan sampel data botol dengan jarak objek terhadap kamera sejauh 900 mm dengan tinggi citra objek sebesar 1032 piksel.



Gambar 5. Jarak objek 1200 mm

Gambar 5. merupakan sampel data botol dengan jarak objek terhadap kamera sejauh 1200 mm dengan tinggi citra objek sebesar 784 piksel.



Gambar 6. Jarak objek 1500 mm

Gambar 6. merupakan sampel data botol dengan jarak objek terhadap kamera sejauh 1500 mm dengan tinggi citra objek sebesar 632 piksel.

Tabel 3. Data pengukuran jarak objek jerigen

No	nama objek	jarak objek (mm)	tinggi citra objek (piksel)
1	jerigen	600	1015
2	jerigen	900	692
3	jerigen	1200	513
4	jerigen	1500	426
5	jerigen	1800	352
6	jerigen	2100	300
7	jerigen	2400	265
8	jerigen	2700	236
9	jerigen	3000	212
10	jerigen	3300	194
11	jerigen	3600	178
12	jerigen	3900	164
13	jerigen	4200	154

Tabel 4. Data pengukuran jarak objek botol

No	nama objek	jarak objek (mm)	error
1	botol	600	1530
2	botol	900	1032
3	botol	1200	784
4	botol	1500	632
5	botol	1800	545
6	botol	2100	465
7	botol	2400	412
8	botol	2700	369
9	botol	3000	330
10	botol	3300	301
11	botol	3600	274
12	botol	3900	254
13	botol	4200	235

Tabel 1. Data pengukuran jarak objek manusia

No	nama objek	jarak objek (mm)	tinggi citra objek (piksel)
1	manusia	600	2526
2	manusia	900	1866
3	manusia	1200	1440
4	manusia	1500	1182
5	manusia	1800	1008
6	manusia	2100	882
7	manusia	2400	774
8	manusia	2700	700
9	manusia	3000	627
10	manusia	3300	573
11	manusia	3600	525
12	manusia	3900	487
13	manusia	4200	457

Pengujian

Pada penelitian ini untuk pengujian pengukuran jarak objek hanya masih diuji sampai pada objek botol.



Tabel 5. Hasil pengukuran jarak objek botol

No	jarak objek (mm)	Pengukuran kamera (mm)	error
1	600	600,754	-0,754
2	900	940,816	-40,816
3	1200	1220,682	-20,682
4	1500	1520,541	-20,541
5	1800	1780,345	-19,665
6	2100	2110,520	-10,520
7	2400	2410,281	-10,281
8	2700	2770,372	-70,372
9	3000	2770,372	29,123
10	3300	2970,877	-10,501
11	3600	3310,501	9,257
12	3900	3590,743	49,601
13	4200	3850,399	39,273
		4160,727	

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan diketahui model dan formula yang diusulkan dapat digunakan untuk mengukur jarak objek dengan mse 1086.05.

V. SARAN

Untuk kesempurnaan penelitian ini maka peneliti mengusulkan agar penelitian berikutnya untuk nilai konstanta (k) pada persamaan (5) dapat diketahui formulanya.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Alizadeh, P. (2015). *Object Distance Measurement Using a Single Camera for Robotic Applications*. Laurentian.
- Firouzi, H., & Najjaran, H. (2010). Real-time monocular vision-based object tracking with object distance and motion estimation. *IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics, AIM*, 987–992.

<https://doi.org/10.1109/AIM.2010.5695936>

- Hariyanto, E., Iqbal, M., Siahaan, A. P. U., Saragih, K. S., & Batubara, S. (2019). Comparative study of tiger identification using template matching approach based on edge patterns. *Journal of Physics: Conference Series*, 1196(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1196/1/012025>
- Herdianto. (2008). *Desain Robot Line Follower Menggunakan Mikrokontroler AT89C51*.
- Herdianto, H. (2020). Pengaruh Penggunaan Driver Motor DC Pada Robot Line Tracer. 4, 22–28. <https://doi.org/10.30865/komik.v4i1.2572>
- Herdianto, H., Mursyidah, M., & Rusli, R. (2021). Perancangan Washtafel Otomatis Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA16. *Jurnal Infomedia*, 6(1), 1–6.
- Herdianto, H., & Nasution, D. (2023). Implementasi Metode Cnn Untuk Klasifikasi Objek. *METHOMIKA Jurnal Manajemen Informatika Dan Komputerisasi Akuntansi*, 7(1), 54–60. <https://doi.org/10.46880/jmika.vol7no1.pp54-60>
- Jünger, M., Mellmann, H., & Spranger, M. (2008). Improving vision-based distance measurements using reference objects. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 5001 LNAI, 89–100. https://doi.org/10.1007/978-3-540-68847-1_8
- M, C., & R, B. (2010). Video Camera Measuring Application Using Matlab,” *Solid State Phenomena*. 166–167, 139–144.
- Nababan, E. B., Iqbal, M., & Rahmat, R. F.



- (2017). Breast cancer identification on digital mammogram using Evolving Connectionist Systems. 2016 International Conference on Informatics and Computing, ICIC 2016, *Icic*, 132–136. <https://doi.org/10.1109/IAC.2016.7905703>
- Shaaban, K. M., & Omar, N. M. (2012). 3D information extraction using Region-based Deformable Net for monocular robot navigation. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 23(2), 397–408. <https://doi.org/10.1016/j.jvcir.2011.12.001>
- Supiyandi, S., Rizal, C., Iqbal, M., Siregar, M. N. H., & Eka, M. (2023). Smart Home Berbasis Internet of Things (IoT) Dalam Mengendalikan dan Monitoring Keamanan Rumah. *JOURNAL OF INFORMATION SYSTEM RESEARCH (JOSH)*, 99(99), 1–7. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v9i1.9999>
- wikipedia. (2023). *Visual servoing*.
- Yamaguti, N., Oe, S., & Terada, K. (1997). Method of distance measurement by using monocular camera. *Proceedings of the SICE Annual Conference*, 1255–1260. <https://doi.org/10.1109/sice.1997.624999>
- Zhang, Z., Han, Y., Zhou, Y., & Dai, M. (2013). A novel absolute localization estimation of a target with monocular vision. *Optik*, 124(12), 1218–1223. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2012.03.032>