

METODE STEREO VISION UNTUK MEMPERKIRAKAN JARAK OBJEK DARI KAMERA

Izzati Muhimmah*, Novian Mahardika Putra, Meilita, Deny Rahmalianto, Dthomas Hatta Fudholi

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

Jl. Kaliurang Km.14.4 Besi Sleman Yogyakarta 55584-Indonesia

Telp. (0274)895287 ext.122, Faks.(0274)895007 ext.148

*Email : izzati@uii.ac.id

ABSTRAK

Proses pengenalan objek dan mengetahui berapa jarak objek dari titik pengambilan gambar merupakan fitur yang penting pada robot cerdas. Stereo vision merupakan metode suatu yang menyerupai fungsi mata manusia. Salah satu contoh cara yang dapat langsung diimplementasikan pada teknologi robot adalah dengan menggunakan dua buah citra yang diambil dengan prinsip kerja seperti mata. Sebelum menghitung jarak, segmentasi objek dilakukan dengan menggunakan ciri intensitas. Satu objek hasil segmentasi dikenali dari dua buah citra yang diambil sesuai dengan prinsip stereo vision. Titik tengah dari setiap citra dijadikan referensi dalam perhitungan jarak antara kamera dan objek dengan menggunakan rumus jarak Euclidean. Metode yang diusulkan diuji untuk memperkirakan jarak antara kamera dengan empat objek, yaitu: lilin, bola tenis bola pingpong, dan gawang. Hasil pengujian menunjukkan tingkat keakuratan yang baik dalam memperkirakan jarak pada objek lilin, bola tenis, dan bola pingpong. Namun, metode ini masih belum akurat untuk memperkirakan jarak antara kamera dengan gawang.

Kata Kunci: Pengenalan Benda, Perhitungan Jarak, Euclidean Distance, Metode stereoscopic

1. PENDAHULUAN

Proses pengenalan objek pada robot sangat diperlukan pada beberapa aplikasi dalam pembuatan robot cerdas. Salah satu tugas penting untuk itu adalah kemampuan untuk memperkirakan jarak benda. Berbagai cara dapat dilakukan untuk dapat mengetahui jarak benda. Cara yang aktif adalah dengan mengirimkan sinyal ke objek (sinar laser, sinyal radio, ultra sound, dan lain sebagainya), sedangkan cara pasif yang sering digunakan dalam penentuan jarak objek adalah dengan menggunakan citra stereo atau *stereo vision* pada kamera. Hal ini dikarenakan adanya ilusi jarak yang dapat dimunculkan dari citra stereo tersebut. Model *stereo vision* ini bisa didapatkan dengan menggunakan sensor kamera.

Sensor kamera menjadi pilihan dari berbagai sensor yang akan digunakan pada sebuah robot. Hal ini dikarenakan sensor kamera dapat juga mengenali objek dengan lebih spesifik untuk benda-benda tertentu dengan salah satu cara yang dapat digunakan yaitu *template matching*.

Elean.(2010) mengatakan bahwa "*Template matching* merupakan teknik dalam pengolahan citra digital untuk menemukan bagian-bagian kecil dari gambar yang cocok dengan *template* gambar. *Template matching* merupakan salah satu ide yang digunakan untuk menjelaskan bagaimana otak dapat mengenali kembali bentuk-bentuk atau pola-pola". Oleh karena itu, sangat penting penelitian yang bertujuan agar robot dapat memiliki fungsi mendeteksi objek tersebut layaknya manusia.

Apabila robot dapat didesain agar memiliki fungsi mata mendekati mata yang dimiliki manusia untuk mengenali suatu objek, maka kedepannya dapat memudahkan kerja manusia. Dengan begitu banyak kegiatan manusia yang bisa didampingi oleh robot.

Pengenalan objek melalui kamera pada robot sangat menantang untuk diteliti karena pada proses pengambilan gambar objek, variasi cahaya pada lingkungan dan identifikasi objek sangat berpengaruh. Kedua hal tersebut perlu diselidiki sebelum melakukan perkiraan jarak objek dapat dilakukan. Jika warna objek dan benda yang akan dikenali sama tapi karena intensitas cahaya berbeda pada saat pengambilan gambar maka dapat dikatakan objek benda tersebut berbeda. Apabila pengenalan objek telah dilakukan dengan tepat, maka perhitungan jarak dapat dilakukan. Naskah ini bertujuan untuk menyajikan model perhitungan jarak yang optimal dari dua buah citra kamera stereo supaya robot mengetahui jarak objek tertentu secara tepat.

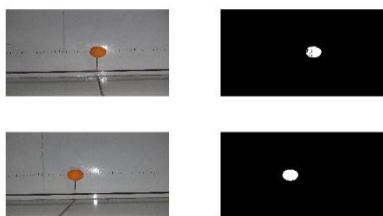
Paper ini disusun sebagai berikut. Pada bagian 2 dijelaskan flowchart dan pseudocode yang digunakan beserta metode yang digunakan pada proses segmentasi dan perhitungan jarak objek, yang meliputi segmentasi citra, Metode Euclidean dan Metode *Stereoscopic*. Bagian 3 menunjukkan eksperimen yang dilakukan beserta hasil yang diperoleh pada proses memperkirakan jarak objek dari kamera. Pada bagian akhir yaitu bagian 4 merupakan akhir proses yang telah disimpulkan.

2. PENGENALAN OBJEK

Suatu objek dapat dikenali menggunakan ciri intensitas warna, bentuk, tekstur, atau ciri-ciri statistik lainnya. Dalam penelitian ini, objek hanya akan dikenali dengan menggunakan ciri intensitas warna saja.

2.1 Segmentasi Warna

Gambar 1 merupakan salah satu contoh segmentasi warna. Nahla, dkk (2010) mengatakan bahwa “segmentasi warna merupakan proses untuk memisahkan obyek yang diambil dengan latar belakang menggunakan *color filtering* pada warna-warna yang mendekati warna objek yang telah ditentukan”. Penentuan rentang threshold diperoleh masih dilakukan secara manual.



Gambar 1. Contoh segmentasi bola tenis

2.2 Euclidean Distance (Jarak Euclid)

Kurniawan dan Hidayat (2008) mengatakan bahwa “Metode Euclidean adalah metode pengukuran jarak garis lurus (*straight line*) antara titik X (X_1, X_2, \dots, X_n) dan titik Y (Y_1, Y_2, \dots, Y_n)”.

Untuk menghitung metode Euclidean dapat menggunakan rumus 1 dibawah ini dengan n sebagai jumlah dimensi atau atribut serta p_k dan q_k merupakan atribut ke-k dari objek p dan q.

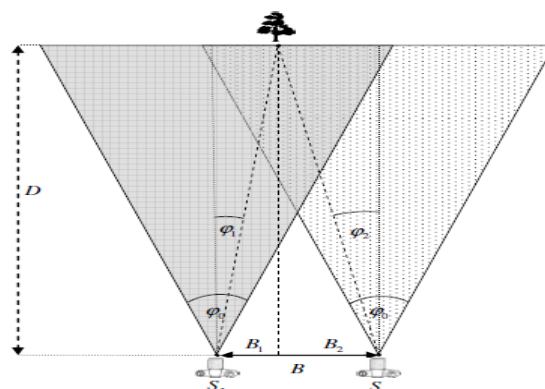
$$dist = \sqrt{\sum_{k=1}^n (p_k - q_k)^2} \dots (1)$$

2.3 Metode Stereoscopic

Perhitungan jarak stereoskopik akan merujuk pada metode yang diusulkan oleh Mrovlje, J., dan Vrančić, D. (2008). *Stereoscopy* adalah teknik yang digunakan untuk merekam dan mewakili stereoskopik gambar. Gambar stereoskopik dapat diambil dengan sepasang kamera, sebagaimana prinsip kerja kedua mata manusia, lihat skema pada Gambar 2.

Metode stereoskopik memungkinkan untuk menghitung jarak antara kamera dan objek yang dipilih dalam gambar. Perhitungan jarak menggunakan rumus 2 sebagai berikut:

$$D = \frac{BX_0}{2 \tan\left(\frac{\varphi_0}{2}\right)(X_L - X_D)} \dots (2)$$



Gambar 2. Gambar objek pohon yang diambil dengan menggunakan dua kamera

Dari rumus diatas B merupakan jarak antar kamera, X_0 merupakan jumlah piksel horizontal gambar, φ_0 adalah sudut penglihatan kamera, $X_L - X_D$ adalah perbedaan jarak objek pada dua gambar, dan D adalah jarak kamera dan objek.

2.4 Flowchart dan Pseudocode

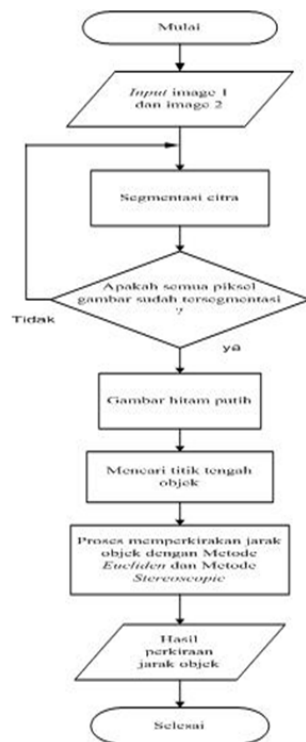
Pada bagian ini merupakan desain *flowchart* dari sistem *image processing* yang berfungsi untuk memperkirakan jarak objek benda dalam penelitian ini. *Flowchart* dan *pseudocode* dapat dilihat pada gambar 3.

3. DATA DAN ALAT

Pada penelitian ini menggunakan 4 jenis objek benda yaitu lilin, bola pingpong, bola tenis dan gawang. Pada objek bola tenis, bola pingpong dan lilin menggunakan warna jingga atau *orange*. Pada objek lilin yang digunakan memiliki tinggi 18 cm, sedangkan untuk objek gawang memiliki tinggi 51 cm dan lebar 101 cm.

Variasi jarak pengambilan gambar pada objek lilin adalah 30 cm hingga 150 cm dari objek, sedangkan pada objek bola tenis adalah 30 cm hingga 180 cm dari objek. Selain kedua objek yang telah disebutkan, variasi jarak pengambilan gambar pada objek bola pingpong adalah 40 cm hingga 150 cm dan untuk objek gawang sebesar 70 cm hingga 200 cm dari objek, sehingga dari masing-masing variasi objek memiliki selisih sebesar 10 cm untuk setiap jaraknya.

Data yang diambil sebagai sampel pada objek lilin sebanyak 13 kali percobaan, bola pingpong sebanyak 12 kali percobaan, bola tenis sebanyak 16 kali percobaan dan gawang sebanyak 14 kali percobaan. Sampel gambar objek diambil menggunakan CMUcam, maksimal resolusi yang dihasilkan sebesar 352 x 288 piksel dengan format file JPEG. Pada percobaan ini menggunakan MATLAB sebagai *tools*.



```

1. Copy bentuk image 1 kedalam S1
2. Copy bentuk image 2 ke dalam S2
3. Filter RGB pada image 1 dan image 2
4. Melakukan pengecekan untuk nilai RGB pada image 1
5. For i=1 : S1
6. For j=1 : S2
7. If((nilai R min && nilai R maks) && (nilai G min && nilai G maks) && (nilai B min && nilai B maks))
8. End if
9. End for
10. End for
11. Melakukan pengecekan untuk nilai pada image 2
12. For i=1 : S1
13. For j=1 : S2
14. If((nilai R min && nilai R maks) && (nilai G min && nilai G maks) && (nilai B min && nilai B maks))
15. End if
16. End for
17. End for
18. Menentukan titik tengah objek pada image 1
19. Maksx1=max(x1)
20. Minx1=min(x1)
21. Maksy1=max(y1)
22. Miny1=min(y1)
23. Deltax1=(Maksx1-Minx1)
24. Deltay1=(Maksy1-Miny1)
25. Xtengah1=Minx1 + Deltax1
26. Ytengah1=Miny1 + Deltay1
27. Menentukan titik tengah objek pada image 1
28. Maksx2=max(x2)
29. Minx2=min(x2)
30. Maksy2=max(y2)
31. Miny2=min(y2)
32. Deltax2=(Maksx2-Minx2)
33. Deltay2=(Maksy2-Miny2)
34. Xtengah2=Minx2 + Deltax2
35. Ytengah2=Miny2 + Deltay2
36. Proses Euclidean distance
37. p=Xtengah1-Xtengah2
38. q=Ytengah1-Ytengah2
39. dist=(p*p)-(q*q)
40. dist=sqrt(dist)
41. Proses Metode Stereoscopic
42. B <- jarak antara kamera
43. X <- jumlah piksel horizontal
44. T <- sudut penglihatan objek
45. D=(B*X)/(2*T*dist2)
    
```

Gambar 3. Flowchart dan pseudocode sistem yang diusulkan

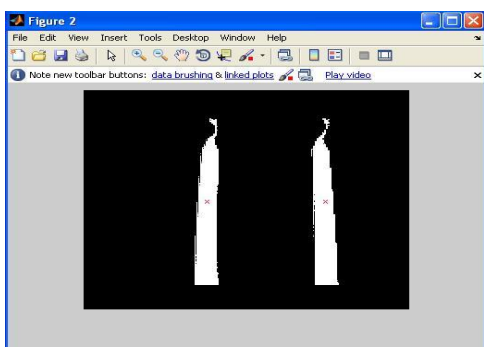
4. METODE EVALUASI

Evaluasi penelitian dilakukan dengan membandingkan jarak pengukuran gambar (jarak sebenarnya) dengan jarak perhitungan. Selisih jarak dihitung berdasarkan perbedaan antara jarak pengukuran gambar dan jarak perhitungan. Persentase selisih jarak dibuat dalam bentuk persen. Keandalan sistem diukur dari besarnya selisih jarak yang dihasilkan. Jika selisih jarak kurang dari 50 persen maka dapat dikatakan bahwa sistem bekerja dengan baik, sedangkan jika selisih jarak lebih dari 50 persen maka dikatakan bahwa sistem tidak bekerja dengan baik. Pengujian dilakukan untuk mengetahui berapa nilai persentase selisih jarak berdasarkan perhitungan komputasi dari setiap percobaan yang telah dilakukan.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan gambar objek menggunakan CMUcam. Pengambilan gambar menggunakan satu CMUcam sehingga pengambilan gambar dilakukan secara bergantian kanan maupun kiri.

Gambar 4 merupakan salah satu hasil segmentasi citra objek lilin yang diambil menggunakan *background* hitam sebagai latar belakang dari objek tersebut. Gambar 4 merupakan salah satu contoh dari hasil segmentasi citra yang berasal dari objek yang berwarna. Pada gambar 4 hasil segmentasi citra, titik tengah objek ditandai dengan tanda silang berwarna merah. Titik tersebut merupakan X_L dan X_D . Berdasarkan rumus 1 diatas, dengan koordinat titik pusat dari objek sebagai (X_L-X_D) maka diperoleh jarak antara objek dengan kamera.



Gambar 4. Segmentasi objek lilin, titik tengah objek ditandai dengan silang merah (X_L dan X_D)

Uji coba dilakukan dengan menggunakan *background* kain warna hitam agar lebih mudah dalam melakukan segmentasi dan kondisi pencahayaan pada ruangan harus terang dan merata. Pada area objek benda tidak dihalangi atau tertutupi oleh objek lain dan objek benda tersebut haruslah memiliki warna yang cerah.

Pengujian dilakukan untuk mengetahui berapa nilai persentase selisih jarak sesungguhnya dengan jarak berdasarkan perhitungan komputasi dan mengetahui rata-rata persentase dari setiap percobaan yang telah dilakukan.

Berikut ini merupakan hasil uji coba perhitungan jarak berdasarkan titik tengah objek tersegmentasi ($X_L - X_D$) dengan membandingkan jarak pengukuran sesungguhnya. Pada tahap ini dilakukan pengambilan sampel menggunakan 4 jenis objek yaitu objek bola tenis, bola pingpong, lilin dan gawang.

a. Objek bola tenis

Pada pengambilan objek bola tenis dilakukan mulai dari 30 cm sampai dengan 180 cm.

Tabel 1. Uji coba kamera tepat ditengah objek bola tenis

Sample	Berdasarkan Perhitungan (cm)	Jarak Pengukuran (cm)	Selisih Jarak	Persentase Selisih Jarak (%)
1	34	30	4	13.33
2	43	40	3	7.5
3	52	50	2	4
4	61	60	1	1.67
5	70	70	0	-
6	81	80	1	1.25
7	93	90	3	3.33
8	102	100	2	2
9	110	110	0	-
10	105	120	-15	-12.5
11	133	130	3	2.31
12	138	140	-2	-1.43
13	152	150	2	1.33
14	163	160	3	1.88
15	167	170	-3	-1.76
16	183	180	3	1.67
Selisih Jarak				1.54

Dapat dilihat pada tabel 1 bahwa nilai minimal persentase berkisar pada 0% dan nilai maksimal persentase berkisar pada 13.33%. Jumlah rata-rata persentase bernilai 1.54% pada persentase selisih jarak.

Berdasarkan hasil pengujian dilakukan pada 16 sampel, dapat disimpulkan akurasi pengujian klasifikasi 100%(16/16), artinya semua objek bola tenis dapat dikenali dengan baik oleh sistem. Sementara nilai akurasi pendugaan persentase rata-rata sebesar 1.54% artinya sistem bisa memberikan pendugaan jarak objek dengan baik.

b. Objek bola pingpong

Pada pengambilan objek bola pingpong dilakukan mulai dari 40 cm sampai dengan 150 cm.

Tabel 2. Uji coba kamera tepat di tengah objek pingpong

Sample	Jarak		Selisih Jarak	Persentase Selisih Jarak (%)
	Berdasarkan Perhitungan (cm)	Jarak Pengukuran (cm)		
1	40	40	0	-
2	54	50	4	8
3	63	60	3	5
4	69	70	-1	-1.43
5	81	80	1	1.25
6	94	90	4	4.44
7	107	100	7	7
8	110	110	0	-
9	110	120	-10	-8.33
10	129	130	-1	-0.77
11	142	140	2	1.43
12	138	150	-12	-8
Selisih Jarak				0.72

Dapat dilihat pada Tabel 2, bahwa nilai minimal persentase berkisar pada 0% dan nilai maksimal persentase berkisar pada 8.33%. Jumlah rata-rata persentase bernilai 0.72% pada persentase selisih jarak.

Berdasarkan hasil pengujian dilakukan pada 12 sampel, dapat disimpulkan akurasi pengujian klasifikasi 100% (12/12), artinya semua objek bola pingpong dapat dikenali dengan baik oleh sistem. Sementara nilai akurasi pendugaan persentase rata-rata sebesar 0.72% artinya sistem bisa memberikan pendugaan jarak objek dengan baik.

c. Objek lilin

Pada pengambilan objek bola lilin dilakukan mulai dari jarak 30 cm sampai dengan 150 cm.

Pada tabel 3 dapat dilihat bahwa nilai minimal persentase berkisar pada 1.25% dan nilai maksimal persentase berkisar pada 13.33%. Jumlah rata-rata persentase bernilai 3.88% pada persentase selisih jarak.

Tabel 3. Uji coba kamera tepat ditengah objek lilin

Sample	Jarak Berdasarkan Perhitungan (cm)	Jarak Pengukuran (cm)	Selisih Jarak	Persentase Selisih Jarak (%)
1	34	30	4	13.33
2	42	40	2	5
3	52	50	2	4
4	59	60	-1	-1.67
5	72	70	2	2.86
6	81	80	1	1.25
7	86	90	-4	-4.44
8	102	100	2	2
9	119	110	9	8.18
10	129	120	9	7.5
11	142	130	12	9.23
12	138	140	-2	-1.43
13	157	150	7	4.67
Selisih Jarak				3.88

Berdasarkan hasil pengujian dilakukan pada 13 sampel, dapat disimpulkan akurasi pengujian klasifikasi 100% (13/13), artinya semua objek lilin dapat dikenali dengan baik oleh sistem. Sementara nilai akurasi pendugaan persentase rata-rata sebesar 3.88% artinya sistem bisa memberikan pendugaan jarak objek dengan baik.

d. Objek gawang

Objek gawang yang digunakan memiliki lebar 101 cm dan tinggi 51 cm. Pengambilan jarak objek bola tenis dilakukan mulai dari 70 cm sampai dengan 200 cm.

Tabel 4. Uji coba kamera tepat ditengah objek gawang

Sample	Jarak Berdasarkan Perhitungan (cm)	Jarak Pengukuran (cm)	Selisih Jarak	Persentase Selisih Jarak (%)
1	733	70	663	947.14
2	880	80	800	1,000.00
3	400	90	310	344.44
4	293	100	193	193
5	629	110	519	471.82
6	275	120	155	129.17
7	200	130	70	53.85
8	200	140	60	42.86
9	183	150	33	22
10	191	160	31	19.38
11	183	170	13	7.65
12	220	180	40	22.22
13	210	190	20	10.53
14	191	200	-9	-4.5
Selisih Jarak				232.82

Pada tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai minimal persentase berkisar pada 4.50% dan nilai maksimal persentase berkisar pada 1,000%. Jumlah rata-rata persentase bernilai 232.82% pada persentase selisih jarak.

Berdasarkan hasil pengujian dilakukan pada 14 sampel, dapat disimpulkan akurasi pengujian klasifikasi 100% (14/14), artinya semua objek gawang dapat dikenali dengan baik oleh sistem. Sementara nilai akurasi pendugaan persentase rata-rata sebesar 232.82% artinya sistem tidak bisa memberikan pendugaan jarak objek dengan baik. Tidak baiknya akurasi pada objek gawang disebabkan oleh besarnya gawang yang digunakan serta besar gawang tidak terstandarasi.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

Model *Stereo vision* untuk memperkirakan jarak objek dari kamera yang telah diujikan dengan menggunakan 4 jenis objek benda yaitu objek lilin, bola pingpong, pola tenis dan gawang telah mampu membuktikan dengan baik perkiraan jarak objek dari kamera. Data uji coba sampel menunjukkan akurasi dalam pengujian memperkirakan jarak objek dari kamera untuk objek lilin, bola pimpong dan bola tenis menunjukkan hasil yang baik dengan selisih jarak yang kurang dari 50%. Akan tetapi untuk data uji coba menggunakan sampel objek gawang menunjukkan perkiraan jarak objek dari kamera masih kurang baik yaitu lebih dari 50% dari selisih jarak. Kurang baiknya perkiraan pada objek gawang diduga karena objek gawang bukan merupakan bentuk yang solid dibandingkan dengan ketiga objek lainnya. Penentuan kriteria titik tengah pada objekgawang perlu diteliti lebih lanjut.

Dari penelitian yang telah dilakukan menunjukkan sebuah peluang penelitian lanjutan untuk menerapkan *stereo vision* guna membantu menyelesaikan salah satu permasalahan yang dihadapi dalam memperkirakan jarak objek dari kamera. Kedepannya penelitian ini dapat dilanjutkan untuk memperkirakan jarak objek dari kamera dengan menggunakan bentuk-bentuk objek lainnya yang lebih bervariasi. Selain itu, dapat pula dikembangkan lebih lanjut penelitian tentang perkiraan jarak objek menggunakan satu kamera ataupun perkiraan jarak objek yang berasal dari data video.

ACKNOWLEDGEMENT

Penelitian ini didukung oleh **Program Research Weekly Batch 2** dengan kontrak bernomor 191c/Kajur.TF/60/TF/VIII/2011 dan **Program Students Research Incentive Batch 1 tahun 2012** dari Prodi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

PUSTAKA

Nahla,G.S., Setiawardhana, dan Pramadihanto,D. (2010). *Tracking Bola Menggunakan Robotino*. Makalah Tugas Akhir Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh November.
Mrovlje,J., dan Vrančić,D.(2008). *Distance Measuring Based on Stereoscopic Picture*. 9th

- International PhD Workshop on System and Control: Young Generation Viewpoint, 1-3.
- Elean. (2010). *Template Matching*. Diakses pada 8 April 2012, dari Website Abikindo : <http://abikindo.blogspot.com/2010/06/template-matching.html>
- Kurniawan, H., dan Hidayat, T. (2008). *Perancangan Program Pengenalan Wajah Menggunakan Fungsi Jarak Metode Euclidean Pada Matlab*. SNATI 2008.