

Sistem Deteksi Posisi Objek Acak Berbasis *Image Processing* Pada Platform MyRIO

Alrynto¹, Dahnia Syauqy², Fitri Utaminigrum³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹alrynto@live.com, ²dahnial87@ub.ac.id, ³f3_ningrum@ub.ac.id

Abstrak

Mendeteksi objek dalam hal ini objek acak merupakan salah satu fokus utama dalam pengembangan ilmu computer. Pendeteksian objek sangat berguna untuk penerapan di bidang ilmu yang lain seperti pemetaan, industri, medis, keamanan dan lain-lain. Untuk dapat diterapkan dengan ilmu yang lain diperlukan keluaran yang dapat berintegrasi dengan ilmu tersebut. Keluaran dari penelitian ini ialah nilai jarak yang sudah terkalibrasi dengan satuan internasional. Penelitian ini melakukan pengembangan terhadap pendeteksian objek acak menggunakan mikrokontroler NI MyRIO-1900 sebagai pemroses citra dan sebuah kamera *webcam* sebagai sensor optik. Kamera mengambil citra dari atas objek. Sistem menggunakan pengolahan citra dengan metode *Geometric Match Pattern* yang akan melakukan pencocokan citra objek dengan citra *template* secara geometri yang kemudian mengambil data berupa posisi dan kemiringan objek. Hasil dari pengolahan citra ditampilkan pada komputer. Pada pengujian menggunakan satu jenis objek uji berupa penghapus persegi panjang yang diletakkan secara acak. Pengujian dilakukan dengan menguji fungsi dari sistem membaca jarak dan kemiringan serta akurasi koordinat posisi objek. Pengujian jarak mendapatkan persentase keberhasilan sebesar 99.63% dan pengujian kemiringan mendapatkan persentase keberhasilan sebesar 96.8%. Pengujian akurasi koordinat objek menggunakan selisih toleransi pada pixel dan didapatkan hasil tertinggi sebesar 100% pada toleransi 5 pixel.

Kata kunci: *Pengolahan Citra, Kamera, Geometric Match Pattern, NI MyRIO*

Abstract

Object recognition in this case position of random object is one of the main concern for development of computer science. Object recognition is very useful in another major implementation like mapping, industrial manufacturing, medical, security and many more. For implementation to another major, output of the system need to calibrate for that major. System output on this research are distance and slope value that have been calibrated into international value of length. This research try to develop object recognition using microcontroller by National Instrument MyRIO 1900 as image processor and webcam camera as optical sensor. The camera take object image from above of the object. System using image processing with Geometric Match Pattern method that match object image with template image geometrically and then will take data position and slope of the object. Output from image processing will show in the computer. In the testing will use one type of object in this case using rectangle and placed randomly. The testing will measure the function of the system for read object position, slope and manualization accuracy. Position test have percentage success 99.63% and slope test have percentage success 96.8%. Accuracy test using pixel tolerance and the highest accuracy 100% on 5 pixel tolerance.

Keywords: *Image Processing, Camera, Geometric Match Pattern, NI MyRIO*

1. PENDAHULUAN

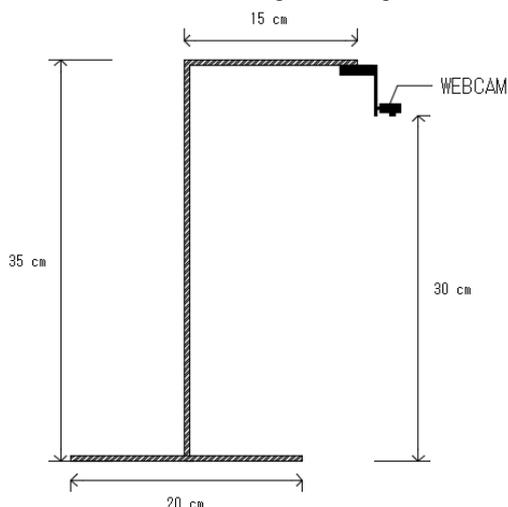
Pengenalan objek atau *object recognition* merupakan salah satu fokus utama dari pengolahan citra atau *image processing*. Pengenalan objek sangat berguna pada beberapa

penerapan di bidang ilmu yang lain yaitu pada pemetaan, industri, medis, keamanan dan lain-lain (Krishnamurthy, 2002). Kita dapat mengenali objek dari visual objek atau tampilan objek karena fungsi dari sensor optik kita yaitu mata. Gambar yang kita lihat merupakan besaran

analog dari pantulan cahaya mengenai objek. Citra saat ini sudah bisa diubah ke dalam bentuk



Gambar 1. Perancangan Perangkat Keras



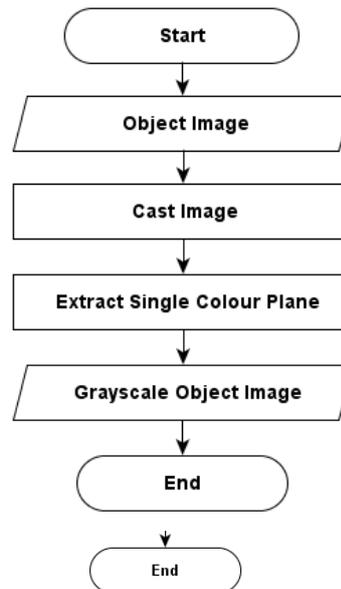
Gambar 2. Alat Penyangga

digital. Tentu pengenalan objek bisa dilakukan dengan pengolahan citra. Pengolahan citra digital mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan perbaikan kualitas gambar (peningkatan kontras, transformasi warna, restorasi citra), transformasi gambar (rotasi, translasi, skala, transformasi geometrik), melakukan pemilihan citra ciri atau *feature images* yang optimal untuk tujuan analisis, melakukan proses penarikan informasi atau deskripsi objek atau pengenalan objek yang terkandung dalam citra, melakukan kompresi atau reduksi data untuk tujuan penyimpanan data, transmisi dan waktu proses data (Sutoyo, 2009).

Untuk dapat mengenali objek diperlukan suatu metode pengolahan citra. Pada penelitian ini menggunakan metode *geometric match pattern* yaitu metode *pattern matching* atau pencocokan pola. *Geometric match pattern* akan mencocokkan citra objek dengan citra *template* yang sebelumnya telah di ambil. *Geometric match pattern* mengambil fitur-fitur pada *template* yang kemudian akan menjadi pembandingan pada objek.

Penelitian ini merupakan pengembangan dan berfokus pada citra, pengenalan objek dan keluaran yang telah kaliberasi. Untuk dapat melakukan hal-hal tersebut memerlukan perangkat yang mendukung pengakuisisian citra, pengolahan citra dan komputasi. NI MyRIO-1900 merupakan mikrokontroler dari National

Instrument yang dapat melakukan proses-proses tersebut. Untuk dapat memprogram NI MyRIO



Gambar 3. Perancangan Perangkat Lunak

membutuhkan *software* LabVIEW *graphical programming*. Pada sensor optik menggunakan kamera *webcam* yang terhubung langsung dengan NI MyRIO.

Keluaran dari penelitian ini ialah citra objek yang diberikan *bounding box*, posisi objek dalam *pixel* dan perintah menggeser dalam besaran centimeter.

2. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

2.1 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras dapat dilihat pada gambar 1.

Agar *webcam* dapat mengambil gambar dari atas diperlukan alat penyangga yang di rancang seperti gambar 2.

2.2 Perancangan Perangkat Lunak

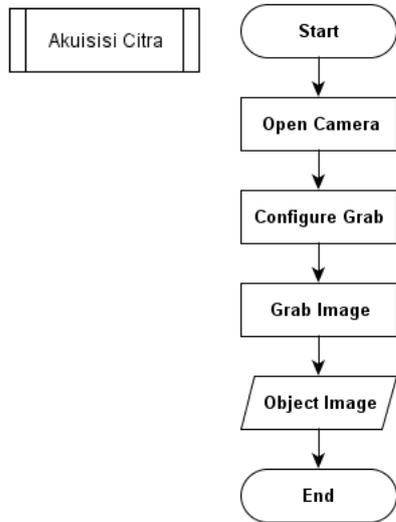
Perancangan perangkat lunak digambar pada gambar 3.

Pada akuisisi citra dilakukan pengakuisisian citra objek dari kamera *webcam*. Proses diuraikan pada gambar 4.

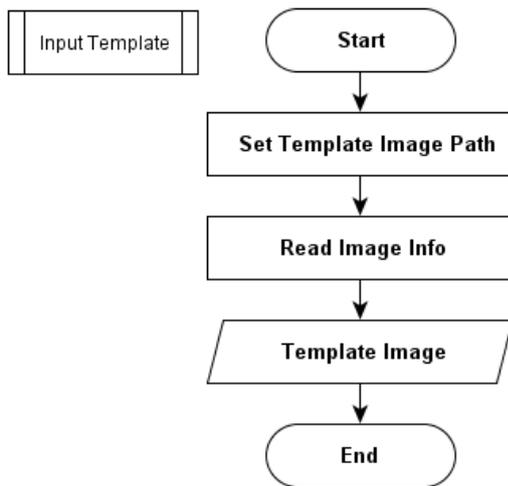
Setelah akuisisi citra, dilanjutkan dengan proses *Input Template* yaitu mengambil citra *template* yang sudah disimpan di dalam memori MyRIO. Proses *Input Template* diuraikan pada gambar 5.

Setelah *Input Template*, dilanjutkan dengan

mengubah format citra objek dari *RGB* ke *Grayscale*. Perubahan format ini ditujukan



Gambar 4. Akuisisi Citra

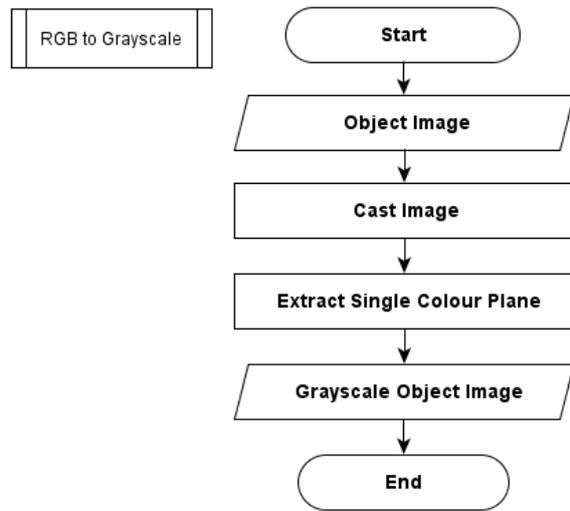


Gambar 5. Input Template

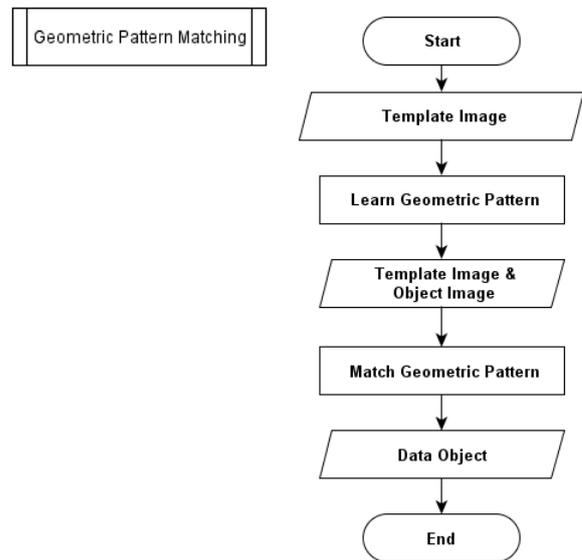
agar citra *template* dapat cocok dengan citra objek. Proses *RGB ke Grayscale* diuraikan pada gambar 6.

Setelah proses *RGB to Grayscale*, dilanjutkan dengan mencocokkan atau *matching* menggunakan metode *geometric match pattern*. Proses *matching* diuraikan pada gambar 7.

Setelah proses *matching*, proses dilanjutkan dengan memberi *overlay* yaitu *bounding box* dan garis jarak. Proses *overlaying* diuraikan pada gambar 8.

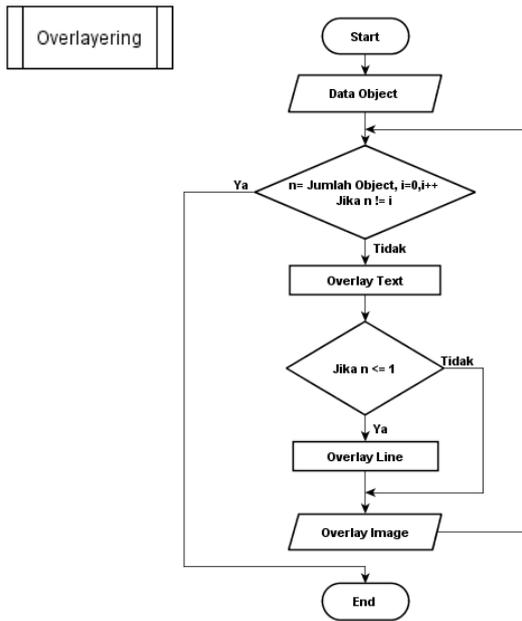


Gambar 6. RGB to Grayscale



Gambar 7. Geomatic Match Pattern

Setelah proses *overlaying*, dilanjutkan dengan proses manualisasi memberikan keluaran nilai menggeser sesuai sumbu *x* atau sumbu *y*. Proses diuraikan pada gambar 9.



Gambar 8. Overlaying



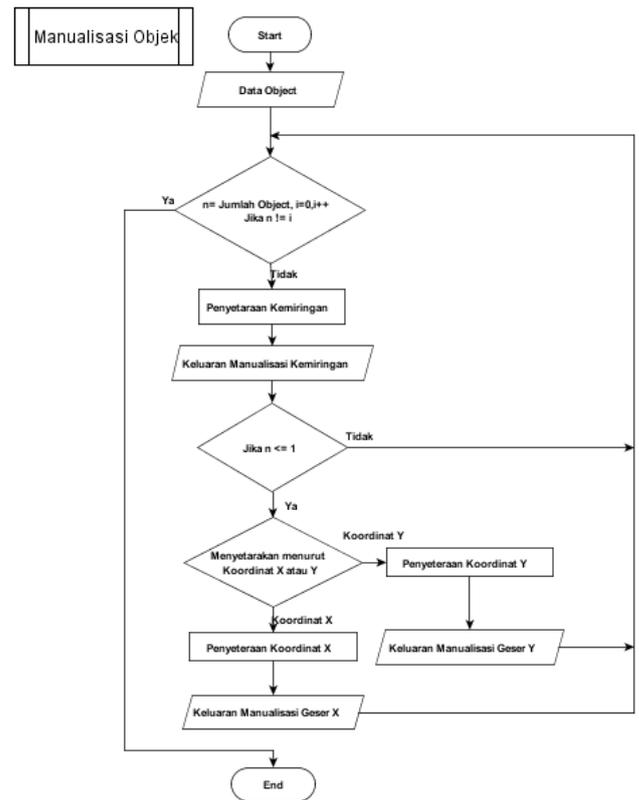
Gambar 10. Implementasi Perangkat Keras

2.3 Implementasi Perangkat Keras

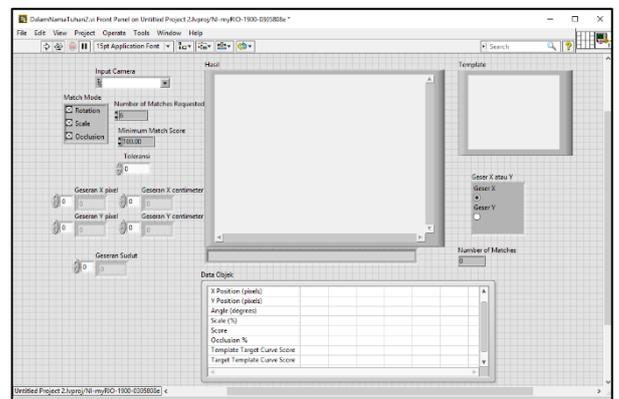
Setelah perancangan, maka dilanjutkan dengan implementasi sesuai dengan apa yang telah dirancang. Implementasi perangkat keras dan alat penyangga ditunjukkan pada gambar 10.

2.4 Implementasi Perangkat Lunak

Pembuatan kode program menggunakan *software LabVIEW graphical programming*. Program di implementasikan sesuai dan seturut dengan perancangan sebelumnya. Pada keluaran Front Panel LabVIEW ditunjukkan pada gambar 11.



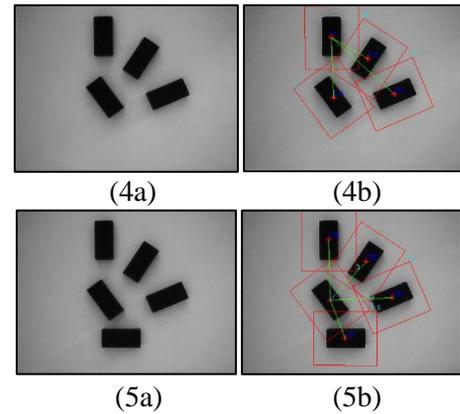
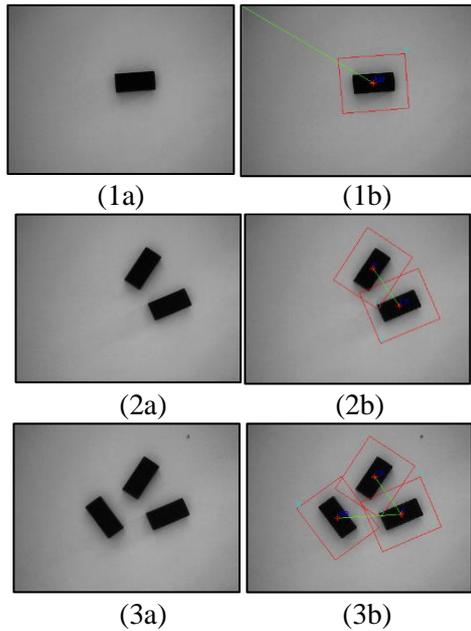
Gambar 9. Manualisasi Objek



Gambar 11. Implementasi Front Panel

3. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian dilakukan untuk menguji akuisisi objek, nilai akurasi dari pembacaan jarak, kemiringan, koordinat antar objek dan waktu pemrosesan.



Gambar 12. Pengujian Akuisisi Objek

3.1 Pengujian Akuisisi Objek

Pengujian ini dilakukan menguji fungsi sistem untuk melakukan *matching* dan memberikan overlay terhadap objek.

Prosedur pengujian dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut :

1. Rangkaian alat diletakkan pada tempat yang mendapat cahaya yang cukup yaitu 500-700 lux.
2. Objek yaitu penghapus diletakkan secara acak pada kertas putih sebagai *background*.
3. Sistem di jalankan dengan cara mengaktifkan *Highlight Execution* lalu menekan *toolbar Run*.
4. Pengujian dilakukan secara bertahap dimulai dengan satu objek sampai objek yang kelima.

Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa sistem sudah dapat mengakuisisi objek yaitu dengan memberikan overlay bounding box yakni memberikan informasi akuisisi objek hasil *matching* dan overlay garis yaitu memberikan informasi jarak *pixel* antar objek. Sehingga disimpulkan bahwa fungsi sistem untuk mengakuisisi citra dan memberikan overlay sudah berjalan dengan baik. Hasil pengujian ditampilkan pada gambar 12.

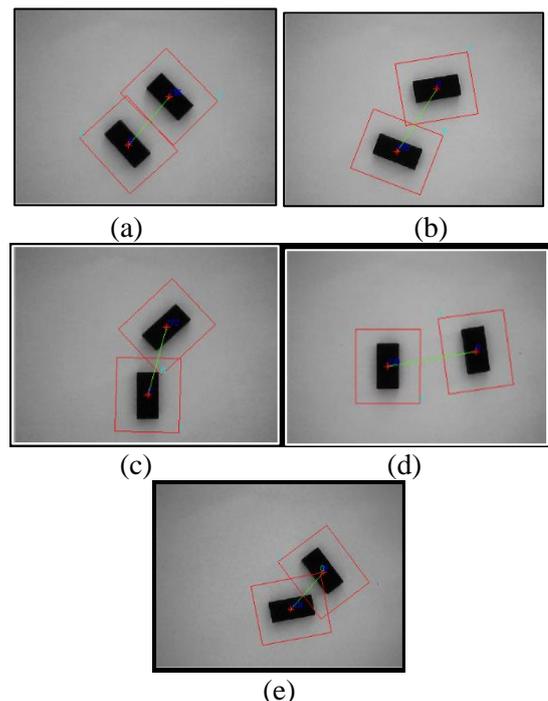
3.2 Pengujian Jarak

Pengujian ini dilakukan untuk menguji fungsi pembacaan jarak oleh sistem. Pengujian ini membandingkan jarak hasil keluaran sistem

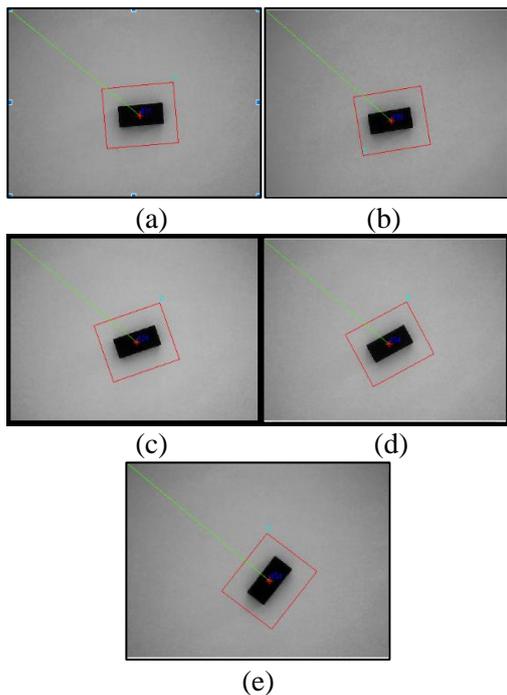
dengan jarak hasil pengukuran manual.

Prosedur pengujian dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut :

1. Rangkaian alat diletakkan pada tempat yang mendapat cahaya yang cukup yaitu 500-700 lux.
2. Objek yaitu penghapus diletakkan secara acak pada kertas putih sebagai *background*.
3. Menghitung luas cakupan kamera. Luas cakupan citra dihitung dengan mengambil gambar dengan meletakkan alat ukur dalam centimeter lalu mengambil hasil gambar.
4. Dua objek diletakkan secara acak. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali.



Gambar 13. Pengujian Penghitungan Jarak



Gambar 15. Pengujian Penghitungan Kemiringan

Tabel 1. Hasil Pengujian Penghitungan Jarak (cm)

Pengambilan	Jarak Penghitungan Sistem	Jarak Penghitungan Manual	Persentase Error
Gambar a	4,36	4,35	0,22 %
Gambar b	5,21	5,20	0,19%
Gambar c	4,94	4,89	1,02%
Gambar d	6,35	6,34	0,15%
Gambar e	3,49	3,50	0,28%
Rata - rata			0,37%

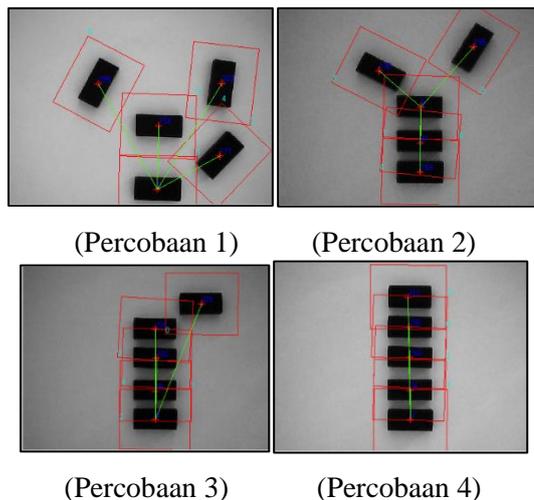
- Sistem di jalankan dengan cara mengaktifkan *Highlight Execution* lalu menekan *toolbar Run*.
- Untuk menentukan hasil pengujian, pengujian ini menggunakan persamaan sebagai berikut .

$$\text{Persentase Error Jarak} = \frac{\text{Jarak penghitungan sistem} - \text{Jarak penghitungan manual}}{\text{Jarak penghitungan manual}} \times 100\% \quad (1)$$

Setelah melakukan prosedur pengujian, maka didapatkan hasil sebagai berikut :
 Dari tabel 1. Hasil penghitungan jarak didapatkan hasil rata-rata persentase eror sebesar 0,37% atau memiliki persentasi keberhasilan sebesar 99,63%.

3.3 Pengujian Kemiringan

Pengujian ini dilakukan untuk menguji fungsi pembacaan kemiringan oleh sistem.



Gambar 16. Pengujian Koordinat Objek

Tabel 2. Hasil Pengujian Penghitungan Oposit (cm)

Pengambilan	Oposit dari Penghitungan Sistem	Oposit dari Penghitungan Manual	Persentase Error
Gambar a	0,19	0,20	5 %
Gambar b	0,48	0,50	4%
Gambar c	1,05	1,00	5%
Gambar d	1,53	1,50	2%
Gambar e	2,50	2,50	0%
Rata - rata			3,2%

Pengujian ini membandingkan oposit hasil keluaran sistem dengan oposit pengukuran manual. Oposit adalah nilai dari hasil perkalian sudut dengan panjang objek uji.

Prosedur pengujian dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut :

- Rangkaian alat diletakkan pada tempat yang mendapat cahaya yang cukup yaitu 500-700 lux.
- Objek yaitu penghapus diletakkan secara acak pada kertas putih sebagai *background*.
- Objek diletakkan dengan kemiringan yang sudah ditentukan menurut pembacaan manual kemudian program pembacaan dijalankan untuk membaca nilai oposit hasil pembacaan program.
- Sistem di jalankan dengan cara mengaktifkan *Highlight Execution* lalu menekan *toolbar Run*.
- Pengujian kemiringan dilakukan dengan menguji hasil program dengan hasil pembacaan panjang oposit secara manual. Untuk menentukan hasil pengujian, pengujian ini menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\frac{\text{Persentase Error Oposit} = \frac{\text{Oposit penghitungan sistem} - \text{Oposit penghitungan manual}}{\text{Oposit penghitungan manual}} \times 100\% \quad (2)$$

Setelah melakukan prosedur pengujian, maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Dari tabel 2 hasil pengujian oposit didapatkan hasil rata-rata persentase eror sebesar 3.2% atau persentase keberhasilan sebesar 96.8%.

3.4 Pengujian Koordinat Objek

Pengujian ini dilakukan untuk menguji nilai akurasi pembacaan koordinat objek. Pengujian ini membandingkan objek sejajar dengan toleransi selisih pixel.

Prosedur pengujian dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut :

1. Rangkaian alat diletakkan pada tempat yang mendapat cahaya yang cukup yaitu 500-700 lux.

Tabel 3. Hasil Pengujian Koordinat Objek

Percobaan	Selisih Toleransi	Objek Sejajar				LED MyRIO				Persentase Keberhasilan
		1	2	3	4	1	2	3	4	
1	0 px	✓	x	x	x	x	x	x	x	0%
2	0 px	✓	✓	x	x	x	x	x	x	0%
3	0 px	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	0%
4	0 px	✓	✓	✓	✓	x	x	x	x	0%
Rata-rata Persentase Keberhasilan Toleransi = 0 px										0%
1	3 px	✓	x	x	x	✓	x	x	x	100%
2	3 px	✓	✓	x	x	x	✓	x	x	50%
3	3 px	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	66.6%
4	3 px	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	75%
Rata-rata Persentase Keberhasilan Toleransi = 3 px										72.75%
1	5 px	✓	x	x	x	✓	x	x	x	100%
2	5 px	✓	✓	x	x	✓	✓	x	x	100%
3	5 px	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	100%
4	5 px	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100%
Rata-rata Persentase Keberhasilan Toleransi = 5 px										100%

2. Objek yaitu penghapus diletakkan secara acak pada kertas putih sebagai *background*.
3. Objek diletakkan sejajar menurut sumbu *x* secara bertahap. Secara bertahap disini ialah dimulai dengan satu objek sejajar, selanjutnya ada 2 objek yang sejajar dan kemudian sampai semua objek sejajar.
4. Sistem di jalankan dengan cara mengaktifkan *Highlight Execution* lalu menekan *toolbar Run*.
5. Pada setiap tahapan objek sejajar dilakukan juga masukan toleransi yang berbeda yaitu pertama 0 pixel, 3 pixel dan 5 pixel.
6. Pada MyRIO telah disediakan 4 buah LED yang pada pengujian ini digunakan sebagai indikator manualisasi apakah sudah terjadi penyeteraan atau belum. Persentase keberhasilan dapat dihitung dari kecocokan ada objek sejajar dengan LED menyala, sehingga untuk menghitung persentase keberhasilan digunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Persentase Keberhasilan} = \frac{\text{Jumlah LED menyala}}{\text{Jumlah Objek Sejajar}} \times 100 \quad (3)$$

Setelah melakukan prosedur pengujian, maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Dari tabel 3 hasil pengujian koordinat objek di atas kita dapat diketahui bahwa dari pengujian akurasi dengan toleransi 0 px mendapatkan hasil persentase keberhasilan sebesar 0%, untuk akurasi dengan toleransi 3 px sebesar 72,75% dan sedangkan untuk akurasi dengan toleransi 5 px sebesar 100%.

Tabel 4. Hasil Pengujian Waktu Pemrosesan Tanpa *Highlight* (ms)

Jumlah Objek	Waktu Matching	Selisih Waktu Matching	Waktu Pemrosesan	Selisih Waktu Pemrosesan
0	253	0	700	0
1	350	97	825	123
2	398	48	858	33
3	455	57	899	41
4	468	13	915	16
5	505	37	955	40
Rata rata Selisih		50.4		51

3.5 Pengujian Waktu Pemrosesan

Tujuan pengujian ini untuk mengukur waktu yang dibutuhkan sistem selama proses maupun waktu matching terhadap jumlah objek. Pada LabVIEW terdapat 2 cara untuk menjalankan sistem yaitu tanpa highlight dan dengan highlight. Pengujian ini menguji waktu pemrosesan pada kedua cara tersebut.

Prosedur pengujian dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut :

1. Rangkaian alat diletakkan pada tempat yang mendapat cahaya yang cukup yaitu 500-700 lux.
2. Objek yaitu penghapus diletakkan secara acak pada kertas putih sebagai *background*. Sistem di jalankan dengan 2 cara yaitu dengan tidak mengaktifkan *Highlight Execution* dan dengan mengaktifkan *Highlight Execution* lalu menekan *toolbar Run*.
3. Pengujian dilakukan secara bertahap dimulai dengan satu objek sampai objek yang kelima.
4. Tambahkan *time stamp* pada proses akuisisi dan akhir proses untuk menghitung waktu pemrosesan. Tambahkan *time stamp* pada proses *RGB to Grayscale* dan proses *Overlaying* untuk menghitung waktu *matching*
5. Hitung selisih waktu pada *time stamp* kemudian berikan indikator pada Front Panel.
6. Pengujian di lakukan dengan menghitung waktu total program berjalan dengan variable uji yaitu jumlah objek yang di dikenali.

Tabel 5 Hasil Pengujian Waktu Pemrosesan Dengan *Highlight* (ms)

Jumlah Objek	Waktu Matching	Selisih Waktu Matching	Waktu Pemrosesan	Selisih Waktu Pemrosesan
0	19740	0	45693	0
1	19701	39	69282	23589
2	19678	23	90240	20958
3	19835	157	112819	22579
4	19960	125	134705	21886
5	19644	316	156286	21581
Rata rata Selisih		132		22186,6

Selisih setiap waktu matching dihitung kemudian di rata-ratakan. Penghitungan selisih waktu dilakukan dengan persamaan sebagai berikut.

$$Selisih = Waktu (n + 1) - Waktu (n) \tag{4}$$

Dimana n = jumlah objek.

Setelah melakukan prosedur pengujian, maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Dari tabel 4 dan tabel 5 hasil pengujian waktu didapatkan hasil pengujian dan dapat disimpulkan bahwa jumlah objek berpengaruh terhadap waktu *matching* dan waktu pemrosesan baik dengan *highlight execution* maupun tanpa *highlight execution*. Waktu pemrosesan berbanding lurus dengan jumlah objek. Untuk tanpa *highlight execution* didapatkan rata-rata selisih setiap penambahan setiap satu objek pada waktu matching sebesar 50.4 ms.

Sedangkan pada waktu pemrosesan 51 ms. Sedangkan dengan *highlight execution* didapatkan rata-rata selisih setiap penambahan setiap satu objek pada waktu matching sebesar 132 ms sedangkan pada waktu pemrosesan 22186.6 ms.

4. KESIMPULAN

Untuk menerapkan *object recognition* atau pengenalan objek pada *platform* MyRIO dan pembacaan koordinat x dan y objek dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Geometric Match Pattern* yang tersedia dalam *library Vision Acquisition* pada *software* LabVIEW. Pembacaan dilakukan dengan menggunakan kamera berupa *webcam* yang membaca citra objek yang kemudian di ubah menjadi *grayscale* lalu kemudian dilakukan pencocokan dengan *template*. Setelah pencocokan selesai maka dilanjutkan dengan memberi *overlay* pada citra objek dan melakukan manualisasi untuk membaca akurasi.

Akurasi jarak antar objek yang dibaca setelah pengujian dengan membandingkan nilai jarak hasil keluaran sistem dengan pengukuran jarak secara manual di dapatkan persentase *error* sebesar 0,37% atau persentase keberhasilan sebesar 99,63%.

Nilai oposit didapatkan dari hasil penghitungan trigonometri dengan mengambil sudut kemiringan dengan panjang benda uji. Akurasi akuisisi kemiringan didapatkan setelah membandingkan nilai oposit hasil keluaran sistem dengan pengukuran oposit secara manual

di dapatkan persentase *error* sebesar 3,2% atau persentase keberhasilan sebesar 96,8%.

Akurasi koordinat objek didapatkan dengan melakukan pengujian dengan variabel bebas yaitu toleransi selisih pixel. Variabel bebas tersebut ialah 0 pixel, 3 pixel, dan 5 pixel. Setelah pengujian menggunakan 5 objek didapatkan persentase keberhasilan pada 0 pixel sebesar 0%, pada 3 pixel sebesar 72.75% dan pada 5 pixel sebesar 100%. Pembacaan posisi objek yang disejajarkan memiliki akurasi 0% ketika tidak diberikan nilai toleransi pixel karena pada keluaran posisi koordinat x dan y karena pada 0,1 mm terdapat 3 pixel atau setiap 1 pixel memiliki jarak 0,03mm.

Pengujian waktu *matching* dan waktu pemrosesan sistem dilakukan untuk melihat pengaruh jumlah objek terhadap waktu *matching* dan waktu pemrosesan sistem. Pengujian dilakukan dengan 2 cara menjalankan sistem yaitu dengan *highlight execution* dan tanpa *highlight execution*. Pada pengujian tanpa *highlight execution* didapatkan nilai rata-rata setiap penambahan satu objek pada waktu *matching* sebesar 50,4ms dan waktu pemrosesan sistem sebesar 51ms. Sedangkan pada pengujian dengan *highlight execution* didapatkan nilai rata-rata setiap penambahan satu objek pada waktu *matching* sebesar 132ms dan waktu pemrosesan sistem sebesar 22118ms. Didapatkan hasil bahwa jumlah objek memiliki pengaruh berbanding lurus dengan waktu *matching* dan waktu pemrosesan sistem.

Pada penelitian ini, sistem hanya menggunakan satu jenis bahan uji. Diharapkan pada penelitian selanjutnya bisa menggunakan lebih dari satu jenis bahan uji. Pada penelitian ini, sistem dibatasi dengan melakukan penggesaran atau penyetaraan objek menggunakan manualisasi manusia. Penelitian selanjutnya diharapkan bisa melakukan otomatisasi robotik pada penyetaraan posisi objek.

5. DAFTAR PUSTAKA

- A. Frosini, V. G. S. R., 2016. Geometric properties of matrices induced by pattern avoidance. *Theoretical computer science*, Volume 624, pp. 109-120.
- Brei, Terry M., 2013. *Why Calibration of Your Measuring is Important*. [online] Sure Control Inc. Tersedia di : <http://www.surecontrols.com/why-calibration-of-your-measuring-instruments-is-important/> [Diakses 1 Mei 2018]
- Gonzalez, R.C. And Woods, R.E., 1987. *Digital image fundamentals. Digital Imaging Processing Second Edition*, Addison-Wesley Publishing Company,
- Instruments, N., 2015. *User Guide and Specifications NI MyRIO-1900*. National Instruments, p.11.
- Khairunnisa, Afidah., 2014. *Matematika Dasar*. Jakarta. Raja Grafindo Persada.
- Krishnamurthy, N., 2002. *Introduction to Computer Graphics*. Tata McGraw-Hill Publishing Company.
- Liao, H.Q., Qiu, Z.R. And Feng, G.H., 2011. The design of LDF data acquisition system based on LabVIEW. *Procedia Environmental Sciences*, 10, pp.1188-1192.
- Nair, D., Fisher, M.S., Kumar, S.V., Smyth, B., Ramamoorthy, S. , 2008. *Geometric pattern matching using dynamic feature combinations*. National Instruments Corp. U.S. Patent 7,340,089.
- Sutoyo, T., Mulanto, E. And Suhartono, V., 2009. *Teori Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Syahrul, S. And Kurniawan, A., 2012. *Sistem Penjejak Posisi Obyek Berbasis Umpan Balik Citra*. JSM (Jurnal SIFO Mikroskil), 13(1)
- Travis, J. And Kring, J., 2007. *LabVIEW for everyone: graphical programming made easy and fun*. Prentice-Hall.
- Wei, H. And Wang, L., 2018. *Understanding of indoor scenes based on projection of spatial rectangles*. *Pattern Recognition*, 81, pp.497-514.