BAB IV
HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab ini akan menjelaskan data hasil pengujian serta analisa data pengujian yang diambil dari sistem pendeteksian dan sistem pengambil objek pada robowaiter DRU99RWE4-V14. Pengujian yang dilakukan berupa pengujian algoritma pendeteksian objek dalam mendeteksi kemasan minuman yang berbentuk kotak, piring yang tidak berisi makanan, dan piring yang berisi makanan pada kondisi kecerahan yang berbeda-beda. Selain itu pengujian juga dilakukan terhadap algorima sistem pengambilan objek.

4.1 Pengujian dan Analisa Metode *SIFT* dalam Mendeteksi Objek

Pengujian ini dilakukan untuk mengukur perbandingan jumlah ciri yang sama yang dapat dideteksi dengan menggunakan metode *SIFT (Scale Invariant Feature Transform)* pada kondisi kecerahan yang berbeda-beda. Perubahan kecerahan dirubah menggunakan metode penambahan dan pengurangan nilai kecerahan pada $image_{uji}$ (gambar yang akan dideteksi objeknya). Untuk menambah nilai kecerahan pada $image_{uji}$ dapat menggunakan persamaan 4.1 sedangkan untuk mengurangi nilai kecerahan pada $image_{uji}$ dapat menggunakan persamaan 4.2.

$$Tambah_{kecerahan} = image_{uji} + ((255 - image_{uji}) * x\%) \quad \text{.....(4.1)}$$

$$Kurangi_{kecerahan} = image_{uji} - ((255 - image_{uji}) * x\%) \quad \text{.....(4.2)}$$

Keterangan:

$image_{uji}$: gambar awal yang akan dikurangi atau ditambah kecerahannnya.

x : nilai persentase pengurangan atau penambahan kecerahan.

4.1.1 Pengujian Pendeteksian Kemasan Minuman Berbentuk Kotak

Pada pengujian ini dilakukan dengan menguji metode *SIFT* dalam mendeteksi dan mencari nilai titik tengah objek yang berupa kemasan berbentuk

kotak. Kemasan minuman berbentuk kotak yang digunakan sebagai objek pengujian adalah kemasan minuman Nescafe 200ml.



Gambar 4.1 Hasil pendeteksian objek pada minuman kemasan berbentuk kotak

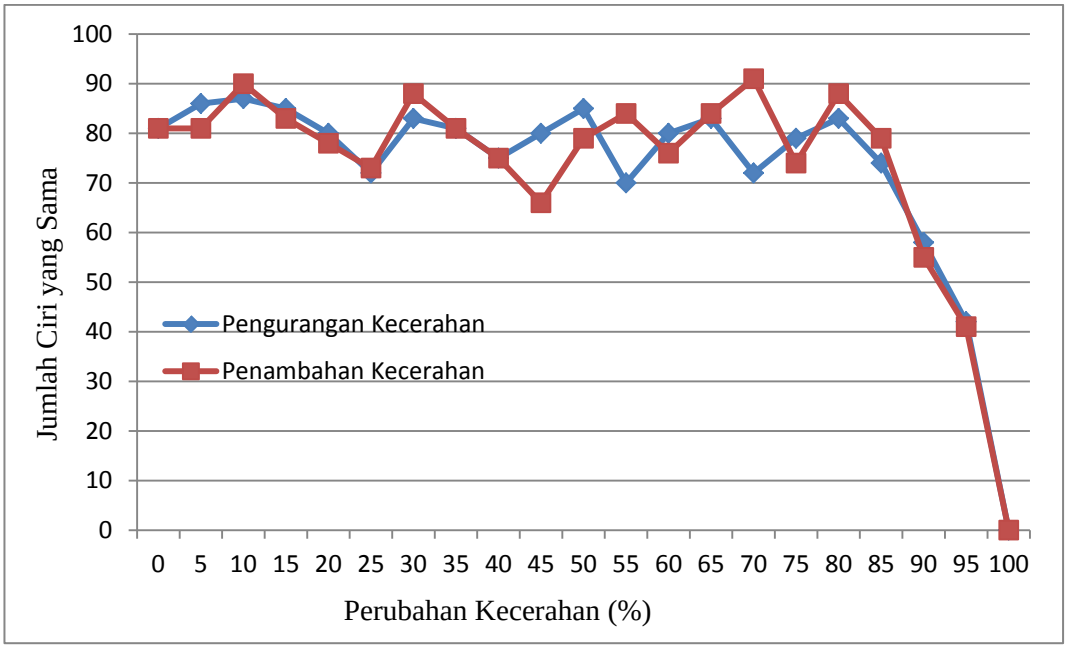
Pada Gambar 4.1 menunjukkan hasil pendeteksian objek minuman kemasan berbentuk kotak, lingkaran berwarna merah menunjukkan $image_{sample}$ (gambar yang dijadikan sampel objek yang harus dideteksi), sedangkan garis yang berwarna kuning menunjukkan objek pada $image_{uji}$ yang terdeteksi menyerupai dengan $image_{sample}$.

Tabel 4.1 Data pengujian pendeteksian objek minuman kemasan berbentuk kotak dengan menambah dan mengurangi nilai kecerahan gambar

Perubahan kecerahan (%)	Pengurangan Kecerahan		Penambahan Kecerahan	
	Pengurangan $image_{uji}$ (%)	Jumlah ciri yang sama	Penambahan $image_{uji}$ (%)	Jumlah ciri yang sama
0	$image_{uji} - 0$	81	$image_{uji} + 0$	81
5	$image_{uji} - 5$	86	$image_{uji} + 5$	81
10	$image_{uji} - 10$	87	$image_{uji} + 10$	90
15	$image_{uji} - 15$	85	$image_{uji} + 15$	83
20	$image_{uji} - 20$	80	$image_{uji} + 20$	78
25	$image_{uji} - 25$	72	$image_{uji} + 25$	73
30	$image_{uji} - 30$	83	$image_{uji} + 30$	88
35	$image_{uji} - 35$	81	$image_{uji} + 35$	81
40	$image_{uji} - 40$	75	$image_{uji} + 40$	75

45	$image_{uji} - 45$	80	$image_{uji} + 45$	66
50	$image_{uji} - 50$	85	$image_{uji} + 50$	79
55	$image_{uji} - 55$	70	$image_{uji} + 55$	84
60	$image_{uji} - 60$	80	$image_{uji} + 60$	76
65	$image_{uji} - 65$	83	$image_{uji} + 65$	84
70	$image_{uji} - 70$	72	$image_{uji} + 70$	91
75	$image_{uji} - 75$	79	$image_{uji} + 75$	74
80	$image_{uji} - 80$	83	$image_{uji} + 80$	88
85	$image_{uji} - 85$	74	$image_{uji} + 85$	79
90	$image_{uji} - 90$	58	$image_{uji} + 90$	55
95	$image_{uji} - 95$	42	$image_{uji} + 95$	41
100	$image_{uji} - 100$	0	$image_{uji} + 100$	0
	Rata-Rata	73.14286	Rata-Rata	73.66667

Dari Tabel 4.1 dapat diambil kesimpulan yaitu jumlah ciri yang sama yang dapat dideteksi ketika kecerahan $image_{uji}$ ditambah memiliki nilai rata-rata yang berjumlah 73.66667 ciri, sedangkan jumlah ciri yang sama yang dapat dideteksi ketika kecerahan $image_{uji}$ dikurangi memiliki nilai rata-rata yang berjumlah 73.14286 ciri. Saat persentase kecerahan $image_{uji}$ ditambah sebesar 90% hingga 100% jumlah ciri yang sama mengalami penurunan, hal ini dikarenakan $image_{uji}$ mengalami perubahan kecerahan yang drastis sehingga menyebabkan hilangnya beberapa detail dari gambar dan mengurangi jumlah ciri pada gambar. Demikian pula saat kecerahan kecerahan $image_{uji}$ dikurangi sebesar 90% hingga 100%, jumlah ciri yang sama juga mengalami penurunan.

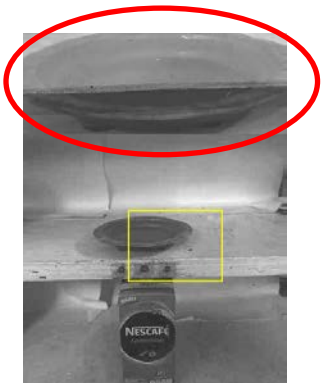


Gambar 4.2 Grafik Tabel 4.1

Gambar 4.2 memperlihatkan grafik hasil pengujian metode *SIFT* dalam mendeteksi minuman kotak. Pada saat kecerahan dikurangi sebesar 5% jumlah ciri yang sama mengalami peningkatan dari jumlah ciri yang sama saat kecerahannya tidak ditambah dan tidak dikurangi, hal ini dikarenakan saat kecerahan tersebut ciri yang terdapat pada $image_{uji}$ lebih mudah dideteksi. Selain itu, dapat diambil kesimpulan bahwa jumlah ciri yang sama yang dapat dideteksi cenderung stabil pada saat kecerahannya berubah-ubah dari 0% ± 85%, dan jika nilai kecerahannya lebih besar dari 85% jumlah ciri yang sama mengalami penurunan.

4.1.2 Pengujian Pendeteksian Piring tanpa Makanan

Pengujian pendeteksian piring tanpa makanan dimaksudkan untuk mengetahui jumlah ciri yang sama pada persentase kecerahan yang berbeda-beda. Selain itu pengujian ini dilakukan untuk mendeteksi titik tengah objek yang akan diambil.



Gambar 4.3 Hasil pendeteksian objek pada piring yang tidak berisi makanan

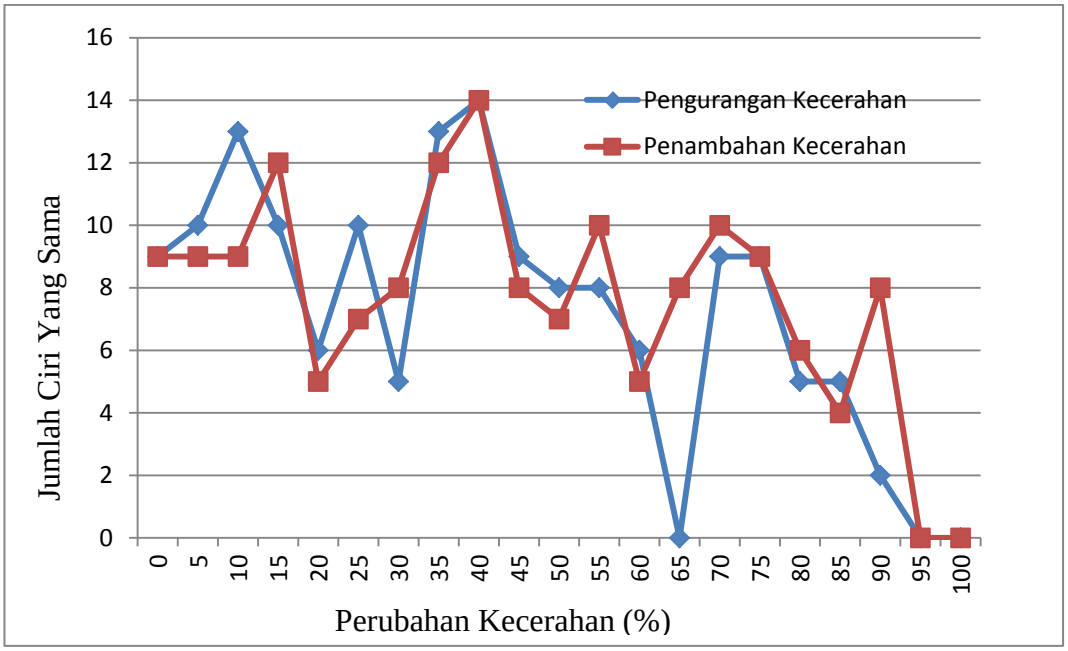
Pada Gambar 4.3 kotak persegi yang berwarna kuning tidak tepat mengelilingi objek yang seharusnya dideteksi, hal ini dikarenakan ciri pada $image_{sample}$ tidak memiliki ciri yang spesifik sehingga ciri selain objek yang seharusnya dideteksi yang berada pada $image_{uji}$ dianggap sama dengan ciri yang berada di $image_{sample}$. Hal ini yang menyebabkan titik tengah kotak persegi tidak tepat berada pada titik tengah objek yang akan diambil.

Tabel 4.2 Data pengujian pendeteksian objek piring tanpa makanan dengan menambah dan mengurangi nilai kecerahan gambar

Perubahan kecerahan (%)	Pengurangan Kecerahan		Penambahan Kecerahan	
	Pengurangan $image_{uji}$ (%)	Jumlah ciri yang sama	Penambahan $image_{uji}$ (%)	Jumlah ciri yang sama
0	$image_{uji} - 0$	9	$image_{uji} + 0$	9
5	$image_{uji} - 5$	10	$image_{uji} + 5$	9
10	$image_{uji} - 10$	13	$image_{uji} + 10$	9
15	$image_{uji} - 15$	10	$image_{uji} + 15$	12
20	$image_{uji} - 20$	6	$image_{uji} + 20$	5
25	$image_{uji} - 25$	10	$image_{uji} + 25$	7
30	$image_{uji} - 30$	5	$image_{uji} + 30$	8
35	$image_{uji} - 35$	13	$image_{uji} + 35$	12
40	$image_{uji} - 40$	14	$image_{uji} + 40$	14
45	$image_{uji} - 45$	9	$image_{uji} + 45$	8
50	$image_{uji} - 50$	8	$image_{uji} + 50$	7

55	$image_{uji} - 55$	8	$image_{uji} + 55$	10
60	$image_{uji} - 60$	6	$image_{uji} + 60$	5
65	$image_{uji} - 65$	0	$image_{uji} + 65$	8
70	$image_{uji} - 70$	9	$image_{uji} + 70$	10
75	$image_{uji} - 75$	9	$image_{uji} + 75$	9
80	$image_{uji} - 80$	5	$image_{uji} + 80$	6
85	$image_{uji} - 85$	5	$image_{uji} + 85$	4
90	$image_{uji} - 90$	2	$image_{uji} + 90$	8
95	$image_{uji} - 95$	0	$image_{uji} + 95$	0
100	$image_{uji} - 100$	0	$image_{uji} + 100$	0
	Rata-Rata	7.190476	Rata-Rata	7.619048

Dari Tabel 4.2 dapat diambil kesimpulan yaitu jumlah ciri yang sama pada pengujian pendeteksian piring tanpa makanan yang dapat dideteksi ketika kecerahan $image_{uji}$ ditambah memiliki nilai rata-rata yang berjumlah 7.619048 ciri, sedangkan jumlah ciri yang sama yang dapat dideteksi ketika kecerahan $image_{uji}$ dikurangi memiliki nilai rata-rata yang berjumlah 7.190476 ciri.

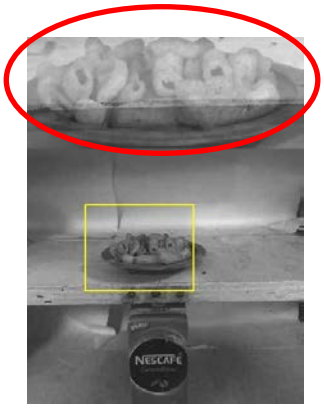


Gambar 4.4 Grafik Tabel 4.2

Gambar 4.4 merupakan grafik hasil pengujian metode *SIFT* pada piring yang tidak berisi makanan, jumlah ciri yang sama pada pengujian ini mendekati nilai 0.

4.1.3 Pengujian Pendeteksian Piring yang Berisi Makanan

Pengujian pendeteksian piring yang berisi makanan dimaksudkan untuk mengetahui perbedaan jumlah ciri yang sama antara pendeteksian piring tanpa makanan dengan piring yang diberi makanan. Gambar 4.5 menunjukkan hasil pendeteksian piring tanpa makanan.



Gambar 4.5 Hasil pendeteksian objek pada piring yang berisi makanan

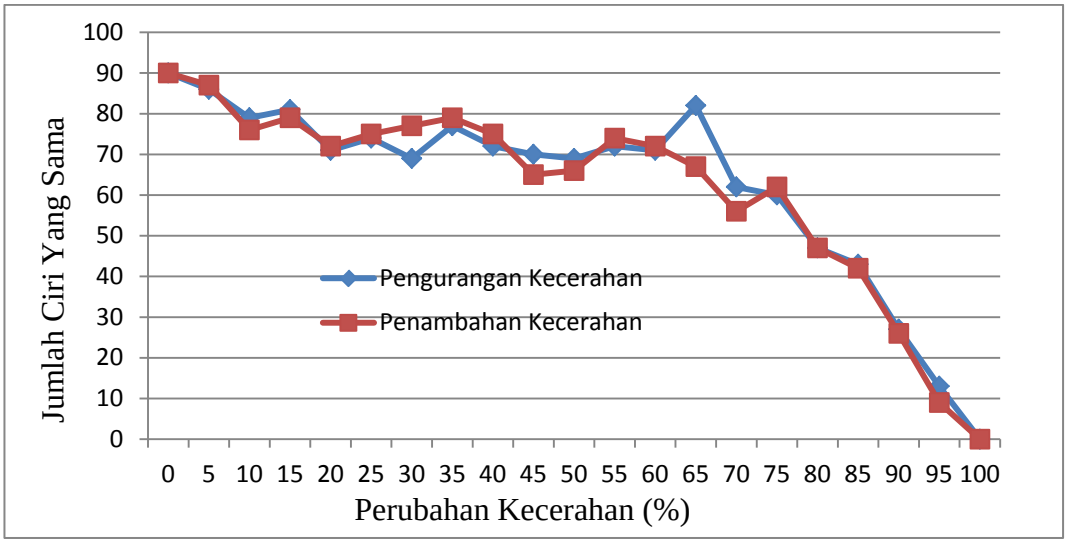
Pada Gambar 4.5 dapat disimpulkan bahwasanya pendeteksian piring dengan menggunakan makanan tetap tidak dapat mendeteksi titik tengah objek dengan tepat.

Tabel 4.3 Data pengujian pendeteksian objek piring yang berisi makanan dengan menambah dan mengurangi nilai kecerahan gambar

Perubahan kecerahan (%)	Pengurangan Kecerahan		Penambahan Kecerahan	
	Pengurangan $image_{uji}$ (%)	Jumlah ciri yang sama	Penambahan $image_{uji}$ (%)	Jumlah ciri yang sama
0	$image_{uji} - 0$	90	$image_{uji} + 0$	90
5	$image_{uji} - 5$	86	$image_{uji} + 5$	87
10	$image_{uji} - 10$	79	$image_{uji} + 10$	76
15	$image_{uji} - 15$	81	$image_{uji} + 15$	79
20	$image_{uji} - 20$	71	$image_{uji} + 20$	72

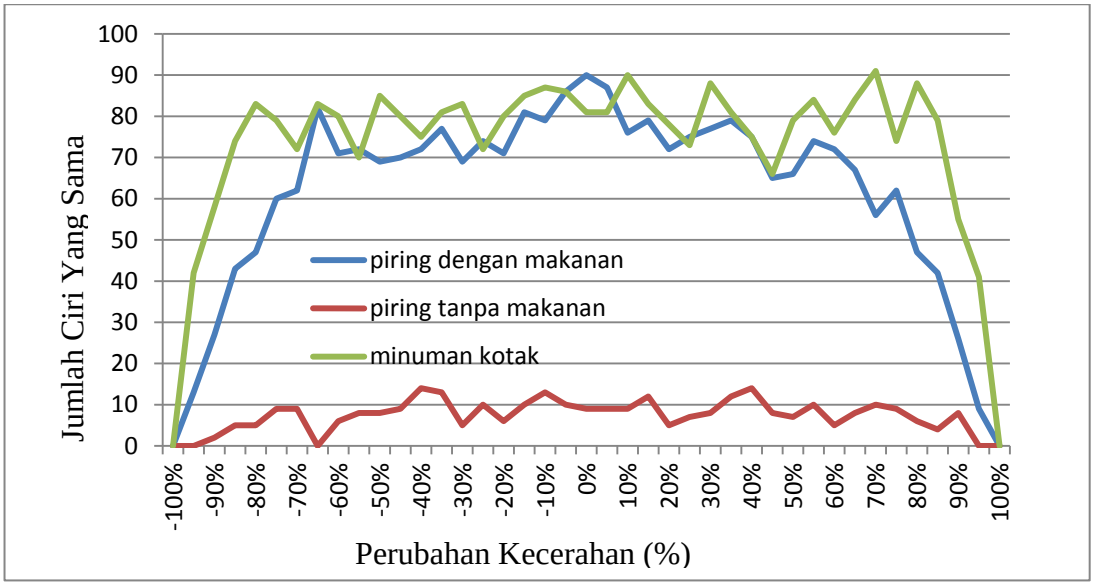
25	$image_{uji} - 25$	74	$image_{uji} + 25$	75
30	$image_{uji} - 30$	69	$image_{uji} + 30$	77
35	$image_{uji} - 35$	77	$image_{uji} + 35$	79
40	$image_{uji} - 40$	72	$image_{uji} + 40$	75
45	$image_{uji} - 45$	70	$image_{uji} + 45$	65
50	$image_{uji} - 50$	69	$image_{uji} + 50$	66
55	$image_{uji} - 55$	72	$image_{uji} + 55$	74
60	$image_{uji} - 60$	71	$image_{uji} + 60$	72
65	$image_{uji} - 65$	82	$image_{uji} + 65$	67
70	$image_{uji} - 70$	62	$image_{uji} + 70$	56
75	$image_{uji} - 75$	60	$image_{uji} + 75$	62
80	$image_{uji} - 80$	47	$image_{uji} + 80$	47
85	$image_{uji} - 85$	43	$image_{uji} + 85$	42
90	$image_{uji} - 90$	27	$image_{uji} + 90$	26
95	$image_{uji} - 95$	13	$image_{uji} + 95$	9
100	$image_{uji} - 100$	0	$image_{uji} + 100$	0
	Rata-Rata	62.61	Rata-Rata	61.71

Dari data pada Tabel 4.3 dapat diambil kesimpulan yaitu jumlah ciri yang sama pada pengujian pendeteksian piring yang berisi makanan yang dapat dideteksi ketika kecerahan $image_{uji}$ ditambah memiliki nilai rata-rata yang berjumlah 61.71 ciri, sedangkan jumlah ciri yang sama yang dapat dideteksi ketika kecerahan $image_{uji}$ dikurangi memiliki nilai rata-rata yang berjumlah 62.61 ciri. Saat persentase kecerahan $image_{uji}$ ditambah sebesar 80% hingga 100% jumlah ciri yang sama mengalami penurunan, hal ini dikarenakan $image_{uji}$ mengalami perubahan kecerahan yang drastis sehingga menyebabkan hilangnya beberapa detail dari gambar sehingga mengurangi jumlah ciri pada gambar. Demikian pula saat kecerahan kecerahan $image_{uji}$ dikurangi sebesar 80% hingga 100%, jumlah ciri yang sama juga mengalami penurunan.



Gambar 4.6 Grafik Tabel 4.3

Dari ketiga pengujian diatas, dapat digambarkan grafik perbandingan data dari masing-masing tabel. Berikut grafik perbandingan hasil pengujian-pengujian yang dilakukan:



Gambar 4.7 Perbandingan grafik dari pendeteksian minuman kotak, pendeteksian piring tanpa makanan dan pendeteksian piring yang berisi makanan

Dari tiga pergujian yang telah dilakukan, pengujian terhadap minuman kemasan berbentuk kotak memiliki rata-rata jumlah ciri yang sama lebih besar dibandingkan pendeteksian lainnya. Hal ini dikarenakan minuman kemasan berbentuk kotak memiliki banyak ciri yang spesifik yang tidak terpengaruh dengan perubahan isinya.

Piring yang kosong tidak memiliki banyak ciri yang spesifik sehingga memiliki rata-rata jumlah ciri yang sama bernilai kecil. Jumlah ciri pada piring akan dipengaruhi oleh jumlah makanan yang terdapat di dalamnya, hal ini yang menyebabkan piring yang berisi makanan memiliki rata-rata jumlah ciri yang sama yang lebih besar daripada piring yang kosong. Selain itu pendeteksian titik tengah objek berbentuk piring tidak selalu tepat, Sehingga dengan menggunakan metode *SIFT* piring tidak dapat dijadikan objek yang dideteksi cirinya.

4.2 Pengujian Sistem Pengambil Objek

Setelah menguji ketiga pengujian pendeteksian dengan menggunakan metode *SIFT*, dapat diambil kesimpulan bahwasanya pendeteksian yang memiliki rata-rata jumlah ciri yang sama paling besar yang digunakan untuk mengambil objek adalah dengan mendeteksi minuman kemasan yang berbentuk kotak. Piring yang berisi makanan tidak dapat digunakan untuk pendeteksian saat pengambilan objek karena jumlah cirinya bergantung pada jumlah makanan pada piring.

Pengujian selanjutnya adalah menguji sistem pengambilan objek. Pengujian ini dilakukan untuk mengukur persentase keberhasilan sistem pengambilan objek dengan menggunakan metode *SIFT*. Pengujian ini dilakukan dengan mengambil gambar yang didalamnya terdapat objek yang akan diambil, kemudian gambar tersebut akan ditambah maupun dikurangi nilai persentase kecerahannya. Persamaan 4.3 digunakan untuk menghitung persentase keberhasilan.

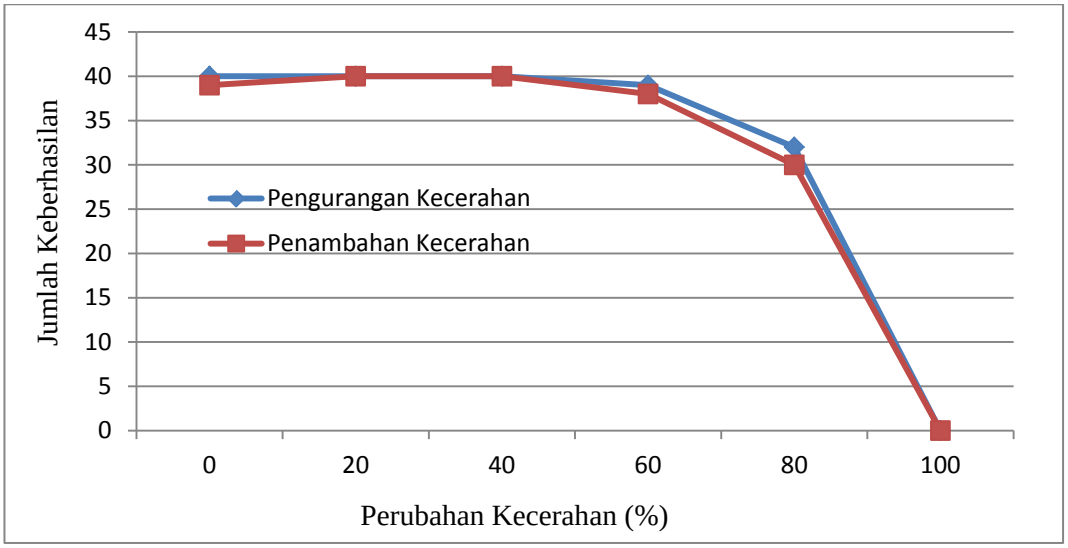
$$Persentase\ ciri\ yang\ sama = \frac{jumlah\ berhasil}{jumlah\ percobaan}\ x\ 100 \quad \text{.....(4.3)}$$

Tabel 4.4 Data hasil percobaan sistem pengambil objek

Perubahan Kecerahan (%)	Penambahan Kecerahan			Pengurangan Kecerahan		
	Jumlah percobaan	Jumlah berhasil	Persentase keberhasilan	Jumlah percobaan	Jumlah berhasil	Persentase keberhasilan
0 s/d 20	40	39	97.5%	40	40	100%
20 s/d 40	40	40	100%	40	40	100%
40 s/d 60	40	40	100%	40	40	100%

60 s/d 80	40	38	95%	40	39	97.5%
80 s/d 100	40	30	75%	40	32	80%
	Rata-Rata		93.5%	Rata-Rata		95.5%

Tabel 4.4 merupakan data hasil pengujian sistem pengambil objek, dari hasil percobaan yang dilakukan sebanyak 400 kali persentase rata-rata saat kecerahan ditambah adalah 93.5% sedangkan persentase rata-rata saat kecerahan dikurangi adalah 95.5%.



Gambar 4.8 Grafik data keberhasilan sistem pengambilan objek

Pada Gambar 4.8 menunjukkan grafik data hasil percobaan, pada persentase kecerahan ditambah 80-100% sistem beberapa kali gagal mengambil objek hal ini dikarenakan kecerahan cahaya yang menyebabkan sistem pendeteksian objek tidak dapat mengenali objek. Demikian pula saat persentase kecerahan dikurangi 80-100% sistem juga beberapa kali gagal mengambil objek.