

## BAB IV IMPLEMENTASI DAN HASIL

### A. Implementasi Lembar Kerja

#### 1. Analisis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra digital yang mengandung objek daun Bawang Merah. Metode segmentasi citra K-Means dan Otsu digunakan dalam proses pengolahan data tersebut. Pada tahap analisis data, dilakukan pemilihan citra yang sesuai dengan batasan masalah yang ditentukan. Selanjutnya, sistem aplikasi diterapkan dengan menggunakan metode K-Means dan Otsu dalam proses segmentasi citra menggunakan bahasa pemrograman Python. Langkah - langkah dalam menjalankan sistem aplikasi antara lain :

- a. Menginput data citra daun Bawang Merah.
- b. Melakukan proses K-Means dan Otsu.
- c. Selanjutnya yaitu perhitungan nilai MSE dan PSNR melalui perbandingan antara citra asli dan setelah proses segmentasi.
- d. Hasil dari perhitungan MSE dan PSNR.

#### 2. Representasi Data

Untuk proses segmentasi citra seperti pada gambar 4.1, selanjutnya melakukan konversi citra digital kedalam matriks untuk mendapatkan nilai piksel dengan menggunakan bantuan python, dimana ukuran matriks yang digunakan adalah 3 x 3, adapun bentuk matriks seperti pada gambar 4.2 :



Gambar 4. 1 Citra Asli

Berikut adalah penerapan perhitungan psegmentasi citra menggunakan metode *K-Means* dan *Otsu* secara perhitungan dengan cara identifikasi nilai piksel awal seperti pada table 4.1.

86	56	69	72	70	71	77	65	58	43	64	50	61
79	48	62	72	89	94	53	28	74	78	66	68	53
94	79	72	73	88	62	63	54	77	76	50	85	88
61	57	73	83	85	56	59	67	80	76	77	41	66
68	69	61	72	63	59	57	71	74	68	84	66	53
62	67	53	60	70	66	62	59	69	79	41	13	74
54	65	65	88	86	77	62	70	63	64	80	23	56
68	59	52	53	61	62	69	64	78	57	76	78	35
56	47	80	57	55	77	74	69	67	65	44	61	81
49	32	79	64	58	59	64	71	67	70	56	63	94
52	24	53	63	63	38	73	82	80	75	54	59	63
88	37	19	50	61	72	66	69	70	69	64	59	56
68	43	24	38	35	50	44	47	56	66	65	80	80
71	65	36	73	66	53	53	64	72	71	63	70	71
73	79	38	37	97	86	71	55	38	62	59	63	60
31	72	61	66	76	58	70	66	57	47	58	63	65
38	39	45	48	34	27	57	56	69	65	60	61	65
66	51	30	19	44	47	56	69	69	77	70	62	74
58	80	40	30	60	38	21	51	67	73	71	40	44
54	66	78	89	63	63	32	26	23	63	66	45	22

Gambar 4. 1 Nilai Matriks

Tabel 4. 1 Data Input

69	64	78	57	76
74	69	67	65	44
64	71	67	70	56
73	82	80	75	54
66	69	70	69	64

## a. Representasi K-Means

Tabel 4. 2 Data Representasi K-Means

69	64	78	57	76
69	64	78	57	76
69	64	78	57	76
73	82	80	75	54
69	64	78	57	76

K-means representation adalah metode klusterisasi yang menggunakan algoritma K-means. Dalam metode ini, data diwakili oleh pusat kluster, dan pengelompokan dilakukan berdasarkan jarak data dengan pusat kluster. Pusat kluster diperbarui secara iteratif, dan data diberi label kluster berdasarkan pusat kluster terdekat. K-means representation memungkinkan identifikasi pola dan kesamaan dalam data, tetapi hasilnya dapat dipengaruhi oleh inisialisasi awal dan kepekaan terhadap skala data. Dalam konteks spesifik ini, MSE untuk K-means memiliki nilai 21.76, yang

menunjukkan rata-rata kuadrat selisih antara setiap data dengan pusat kluster terdekat dalam klusterisasi yang dilakukan.

b. Representasi Otsu

Tabel 4. 3Data Representasi Otsu

0	0	1	0	1
1	0	0	0	0
0	0	0	0	0
1	1	1	1	0
0	0	0	0	0

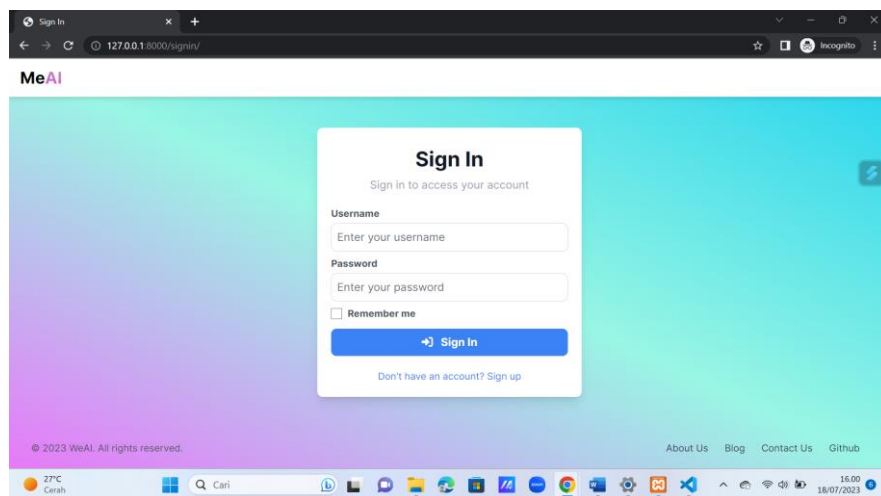
Otsu representation adalah metode segmentasi otomatis dalam analisis citra. Metode ini menggunakan teknik Otsu untuk menghitung ambang optimal secara adaptif berdasarkan histogram citra. Dengan Otsu representation, objek dapat dipisahkan dari latar belakang dengan efisien tanpa memerlukan ambang yang telah ditentukan sebelumnya. Metode ini banyak digunakan dalam aplikasi pengolahan citra untuk meningkatkan keakuratan dan efisiensi segmentasi citra. Dalam konteks spesifik ini, MSE untuk metode Otsu memiliki nilai 0.44, yang menunjukkan rata-rata kuadrat selisih antara setiap piksel yang tersegmentasi dengan batas optimal yang diinginkan.

Dalam tabel di atas, representasi K-means menunjukkan setiap elemen matriks piksel menggunakan pusat kluster yang sesuai dengan label kluster. Sementara itu, representasi Otsu mengubah piksel menjadi label biner (1 atau 0) berdasarkan apakah piksel tersebut lebih besar dari ambang batas Otsu atau tidak. Nilai MSE merupakan perbandingan antara matriks data asli dengan matriks representasi yang dihasilkan. Semakin kecil nilai MSE, semakin baik representasi tersebut dalam merekonstruksi data asli. Dalam contoh di atas, nilai MSE untuk K-means adalah 21.76, sementara nilai MSE untuk Otsu adalah 0.44.

## B. Implementasi Program (Development)

### 1. Tampilan SignIn

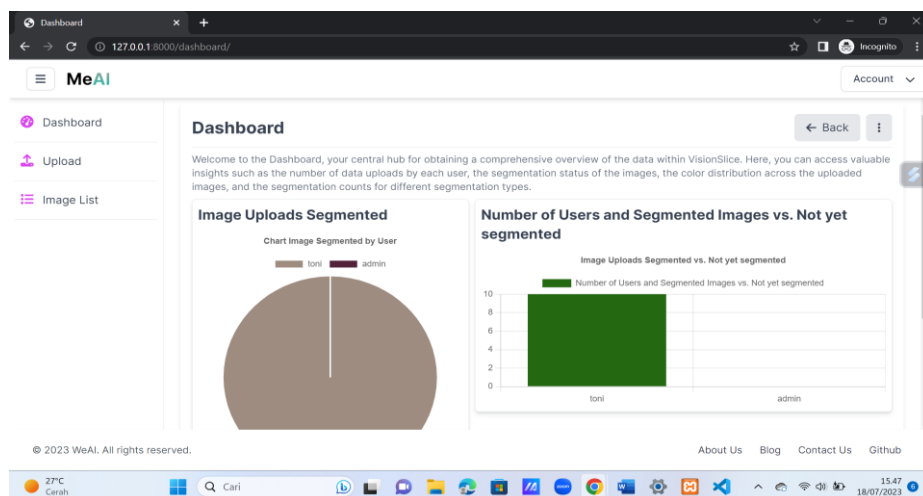
Tombol "Sign In" adalah tombol yang digunakan untuk masuk ke akun pengguna yang telah terdaftar. Ketika diklik, pengguna akan diarahkan ke halaman login, di mana mereka diminta memasukkan informasi login yang valid. Setelah terautentikasi, pengguna akan diarahkan ke halaman atau area yang relevan dengan akun mereka.



Gambar 4. 2Tampilan Sign In

### 2. Dashboard

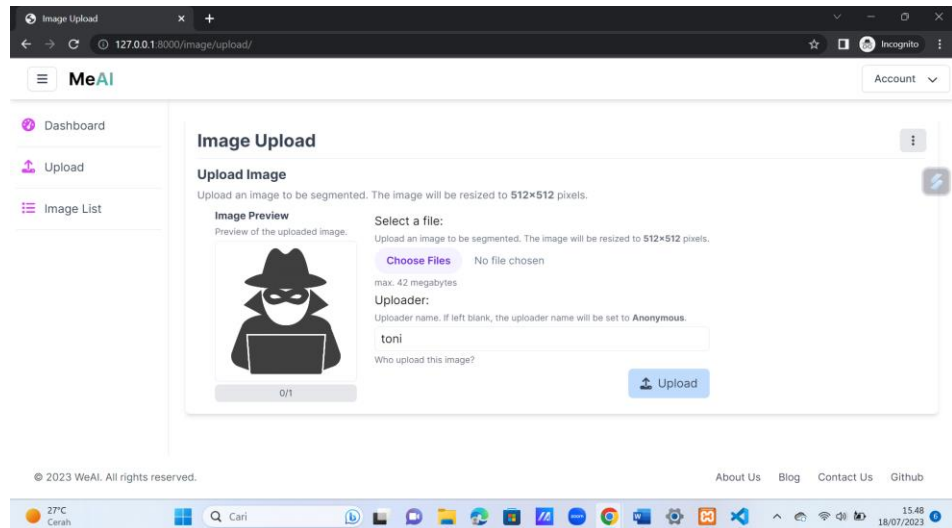
Gambar 4.4 merupakan tampilan antarmuka grafis (GUI) dari sistem aplikasi segmentasi citra daun bawang merah menggunakan metode K-Means dan Otsu.



Gambar 4. 3 Tampilan Sistem

### 3. Image Upload

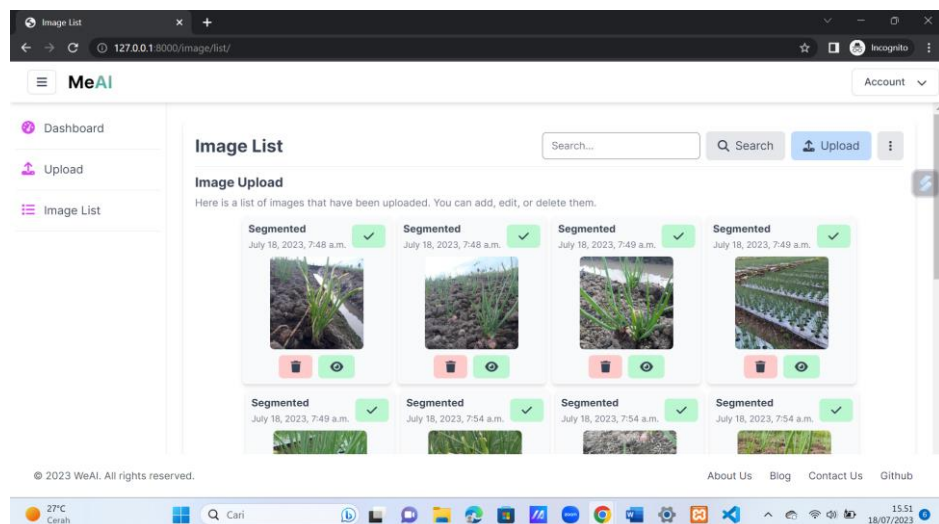
Button ini memiliki perintah untuk memproses data citra menggunakan *K-Means* dan *Otsu*, pada button ini akan menampilkan nilai MSE dan PSNR seperti gambar 4.5.



Gambar 4. 4 Input Gambar RGB

### 4. Image List

Adalah button yang berfungsi untuk menampilkan citra yang sudah berhasil di upload dalam program seperti pada gambar 4.6.



Gambar 4. 5 Image Uploud

### C. Hasil Pengujian

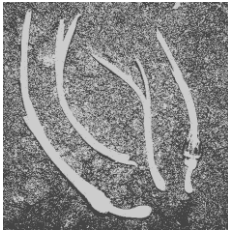
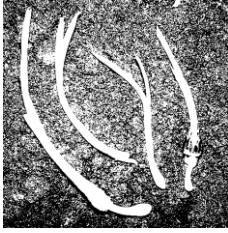
1. Pengujian skenario 1 melibatkan 5 data citra daun bawang merah dengan kondisi pengambilan data di latar belakang pasir hitam dengan cahaya terang. Pada gambar 4.6, data citra 1 adalah citra asli yang belum diolah menggunakan metode *K-means* dan *Otsu*.



Gambar 4. 6 Citra Asli Pasir Terang

Berikut ini adalah tabel rata-rata hasil dari sekenario 1.

Tabel 4. 4 Hasil Uji Coba 1

Keterangan	Citra	Data	Nilai MSE dan PSNR	
			MSE	PSNR
Citra setelah di peroses K-means.		Citra 1	0.5032	51.1136
		Citra 2	0.5033	51.1125
		Citra 3	0.5057	51.0917
		Citra 4	0.5085	51.0678
		Citra 5	0.5119	51.0392
		<b>Rata-rata</b>	0.50652	51.08496
Citra sesudah di peroses Otsu.		Citra 1	0.2353	69.3999
		Citra 2	0.1179	69.6249
		Citra 3	0.2246	70.9032
		Citra 4	0.1114	67.0681
		Citra 5	0.2570	69.1685
		<b>Rata-rata</b>	0.18924	69.23292

Pada hasil 1 tabel 4.4 segmentasi data latar belakang pasir hitam dengan cahaya terang menggunakan metode K-Means dan Otsu dapat dijelaskan bahwa metode Otsu mampu melakukan segmentasi dengan baik terdapat pada data citra 4 dengan nilai MSE 0.1114 dan PSNR sebesar 67.0681. Hasil akurasi tersebut memiliki nilai PSNR relative tinggi dikarenakan memiliki nilai PNSR lebih dari 40db. Sedangkan untuk nilai akurasi PSNR terendah terdapat pada metode K-Means data citra 5 yakni 51.0392 dengan nilai MSE tertinggi 0.5119.

Berdasarkan hasil skenario 1, analisis menunjukkan bahwa metode Otsu memiliki performa yang lebih unggul dalam melakukan segmentasi jika dibandingkan dengan metode K-Means. Dalam hal ini, evaluasi dilakukan berdasarkan dua parameter, yaitu nilai rata-rata MSE (Mean Squared Error) dan PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio). Dengan nilai rata-rata MSE sebesar 0.18924, metode Otsu menghasilkan tingkat kesalahan yang lebih rendah dalam memprediksi nilai segmen dibandingkan dengan metode K-Means. Hal ini menandakan bahwa segmentasi yang dilakukan oleh metode Otsu lebih mendekati nilai aktual dan memiliki presisi yang lebih tinggi. Selain itu, metode Otsu juga menunjukkan keunggulan dalam nilai PSNR sebesar 69.23292 db. PSNR mengukur kualitas segmentasi dengan membandingkan sinyal asli dengan sinyal hasil prediksi. Dalam hal ini, metode Otsu menghasilkan segmentasi dengan kejernihan dan akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan metode K-Means.

Dengan demikian, kesimpulan yang dapat diambil adalah metode Otsu memiliki performa yang lebih baik dalam melakukan segmentasi, dengan nilai rata-rata MSE yang lebih rendah dan nilai PSNR yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan metode K-Means.

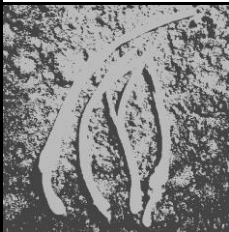
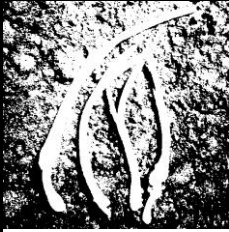
2. Pengujian skenario 2 melibatkan 5 data citra daun bawang merah dengan kondisi pengambilan data di latar belakang pasir hitam dengan cahaya gelap. Pada gambar 4.7, data citra 1 adalah citra asli yang belum diolah menggunakan metode *K-means* dan *Otsu*.



Gambar 4. 7 Citra Asli Pasir Hitam

Berikut ini adalah tabel rata-rata hasil dari sekenario 2.

Tabel 4. 5 Hasil Uji Coba 2

Keterangan	Citra	Data	Nilai MSE dan PSNR	
			MSE	PSNR
Citra setelah di proses K-means.		Citra 1	0.5308	50.8812
		Citra 2	0.5097	51.0577
		Citra 3	0.4961	51.1748
		Citra 4	0.4959	51.1772
		Citra 5	0.5017	51.1263
		<b>Rata-rata</b>	0.50684	51.08344
		Citra sesudah di proses Otsu.		Citra 1
Citra 2	0.2402			69.2592
Citra 3	0.2580			69.0375
Citra 4	0.3037			67.9930
Citra 5	0.2265			68.1294
<b>Rata-rata</b>	0.2592			67.95308



Pada hasil 2 tabel 4.5 segmentasi data latar belakang pasir hitam dengan cahaya terang menggunakan metode K-Means dan Otsu dapat dijelaskan bahwa metode Otsu mampu melakukan segmentasi dengan baik terdapat pada data citra 5 dengan nilai MSE 0.2265 dan PSNR sebesar 68.1294. Hasil akurasi tersebut memiliki nilai PSNR relative tinggi dikarenakan memiliki nilai PNSR lebih dari 40db. Sedangkan untuk nilai akurasi PSNR terendah terdapat pada metode K-Means data citra 1 yakni 50.8812 dengan nilai MSE tertinggi 0.5308.

Berdasarkan hasil skenario 2, analisis menunjukkan bahwa metode Otsu memiliki performa yang lebih unggul dalam melakukan segmentasi jika dibandingkan dengan metode K-Means. Dalam hal ini, evaluasi dilakukan berdasarkan dua parameter, yaitu nilai rata-rata MSE (Mean Squared Error) dan PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio). Dengan nilai rata-rata MSE sebesar 0.2592, metode Otsu menghasilkan tingkat kesalahan yang lebih rendah dalam memprediksi nilai segmentasi dibandingkan dengan metode K-Means. Hal ini menandakan bahwa segmentasi yang dilakukan oleh metode Otsu lebih mendekati nilai aktual dan memiliki presisi yang lebih tinggi. Selain itu, metode Otsu juga menunjukkan keunggulan dalam nilai PSNR sebesar 67.95308 db. PSNR mengukur kualitas segmentasi dengan membandingkan sinyal asli dengan sinyal hasil prediksi. Dalam hal ini, metode Otsu menghasilkan segmentasi dengan kejernihan dan akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan metode K-Means.

Dengan demikian, kesimpulan yang dapat diambil adalah metode Otsu memiliki performa yang lebih baik dalam melakukan segmentasi, dengan nilai rata-rata MSE yang lebih rendah dan nilai PSNR yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan metode K-Means.

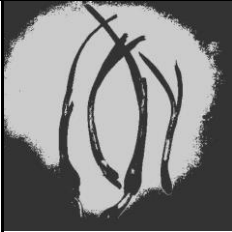

3. Pengujian skenario 3 melibatkan 5 data citra daun bawang merah dengan kondisi pengambilan data di latar belakang putih. Pada gambar 4.8, data citra 1 adalah citra asli yang belum diolah menggunakan metode *K-means* dan *Otsu*



Gambar 4. 8 Citra Asli Putih

Berikut ini adalah tabel rata-rata hasil dari sekenario 3.

Tabel 4. 6 Hasil Uji Coba 3

Keterangan	Citra	Data	Nilai MSE dan PSNR	
			MSE	PSNR
Citra setelah di peroses K-means.		Citra 1	0.5159	51.0055
		Citra 2	0.5145	51.0172
		Citra 3	0.5156	51.0078
		Citra 4	0.4955	51.1807
		Citra 5	0.5057	51.0919
		<b>Rata-rata</b>	0.50944	51.06260
Citra sesudah di peroses Otsu.		Citra 1	0.1467	68.9931
		Citra 2	0.1160	64.4161
		Citra 3	0.2037	69.6469
		Citra 4	0.1628	70.5761
		Citra 5	0.1839	71.1318
		<b>Rata-rata</b>	0.16262	68.9528

Pada hasil 3 tabel 4.6 segmentasi data latar belakang putih metode K-Means dan Otsu dapat dijelaskan bahwa metode Otsu mampu melakukan segmentasi dengan baik terdapat pada data citra 2 dengan nilai MSE 0.1160 dan PSNR sebesar 64.4161. Hasil akurasi tersebut memiliki nilai PSNR relative tinggi dikarenakan memiliki nilai PNSR lebih dari 40db. Sedangkan untuk nilai akurasi PSNR terendah terdapat pada metode K-Means data citra 1 yakni 51.0055 dengan nilai MSE tertinggi 0.5159.

Berdasarkan hasil skenario 3, analisis menunjukkan bahwa metode Otsu memiliki performa yang lebih unggul dalam melakukan segmentasi jika dibandingkan dengan metode K-Means. Dalam hal ini, evaluasi dilakukan berdasarkan dua parameter, yaitu nilai rata-rata MSE (Mean Squared Error) dan PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio). Dengan nilai rata-rata MSE sebesar 0.16262, metode Otsu menghasilkan tingkat kesalahan yang lebih rendah dalam memprediksi nilai segmentasi dibandingkan dengan metode K-Means. Hal ini menandakan bahwa segmentasi yang dilakukan oleh metode Otsu lebih mendekati nilai aktual dan memiliki presisi yang lebih tinggi. Selain itu, metode Otsu juga menunjukkan keunggulan dalam nilai PSNR sebesar 68.9528 db. PSNR mengukur kualitas segmentasi dengan membandingkan sinyal asli dengan sinyal hasil prediksi. Dalam hal ini, metode Otsu menghasilkan segmentasi dengan kejernihan dan akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan metode K-Means.

Dengan demikian, kesimpulan yang dapat diambil adalah metode Otsu memiliki performa yang lebih baik dalam melakukan segmentasi, dengan nilai rata-rata MSE yang lebih rendah dan nilai PSNR yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan metode K-Means.

4. Pengujian skenario 4 melibatkan 5 data citra daun bawang merah dengan kondisi pengambilan data di latar belakang putih gelap. Pada gambar 4.9, data citra 1 adalah citra asli yang belum diolah menggunakan metode *K-means* dan *Otsu*



Gambar 4. 9Citra Asli Putih Gelap

Berikut ini adalah tabel rata-rata hasil dari sekenario 4.

Tabel 4. 7Hasil Uji Coba 4

Keterangan	Citra	Data	Nilai MSE dan PSNR	
			MSE	PSNR
Citra setelah di peroses K-means.		Citra 1	0.4977	51.1611
		Citra 2	0.5036	51.1099
		Citra 3	0.4967	51.1701
		Citra 4	0.4969	51.1683
		Citra 5	0.5046	51.1017
		<b>Rata-rata</b>	0.4999	51.14222
Citra sesudah di peroses Otsu.		Citra 1	0.2635	66.6942
		Citra 2	0.3324	69.8566
		Citra 3	0.2564	67.1588
		Citra 4	0.2636	66.2087
		Citra 5	0.3918	64.7172
		<b>Rata-rata</b>	0.30154	66.9271

Pada hasil 4 tabel 4.17 segmentasi data latar belakang putih gelap metode K-Means dan Otsu dapat dijelaskan bahwa metode Otsu mampu melakukan segmentasi dengan baik terdapat pada data citra 3 dengan nilai MSE 0.2564 dan PSNR sebesar 67.1588. Hasil akurasi tersebut memiliki nilai PSNR relative tinggi dikarenakan memiliki nilai PNSR lebih dari 40db. Sedangkan untuk nilai akurasi PSNR terendah terdapat pada metode K-Means data citra 5 yakni 51.1017 dengan nilai MSE tertinggi 0.5046.

Berdasarkan hasil skenario 4, analisis menunjukkan bahwa metode Otsu memiliki performa yang lebih unggul dalam melakukan segmentasi jika dibandingkan dengan metode K-Means. Dalam hal ini, evaluasi dilakukan berdasarkan dua parameter, yaitu nilai rata-rata MSE (Mean Squared Error) dan PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio). Dengan nilai rata-rata MSE sebesar 0.30154, metode Otsu menghasilkan tingkat kesalahan yang lebih rendah dalam memprediksi nilai segmentasi dibandingkan dengan metode K-Means. Hal ini menandakan bahwa segmentasi yang dilakukan oleh metode Otsu lebih mendekati nilai aktual dan memiliki presisi yang lebih tinggi. Selain itu, metode Otsu juga menunjukkan keunggulan dalam nilai PSNR sebesar 66.9271 db. PSNR mengukur kualitas segmentasi dengan membandingkan sinyal asli dengan sinyal hasil prediksi. Dalam hal ini, metode Otsu menghasilkan segmentasi dengan kejernihan dan akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan metode K-Means.

Dengan demikian, kesimpulan yang dapat diambil adalah metode Otsu memiliki performa yang lebih baik dalam melakukan segmentasi, dengan nilai rata-rata MSE yang lebih rendah dan nilai PSNR yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan metode K-Means



5. Pengujian skenario 5 melibatkan 10 data citra daun bawang merah dengan kondisi pengambilan data di latar belakang random. Pada gambar 4.10, data citra 1 adalah citra asli yang belum diolah menggunakan metode *K-means* dan *Otsu*



gambar 4. 10Citra Asli Random

Berikut ini adalah tabel rata-rata hasil dari sekenario 5.

Tabel 4. 8Hasil Uji Coba 5

Keterangan	Citra	Data	Nilai MSE dan PSNR	
			MSE	PSNR
Citra setelah di peroses K-means.		Citra 1	0.5003	51.1388
		Citra 2	0.4925	51.2070
		Citra 3	0.5076	51.0760
		Citra 4	0.5077	51.0747
		Citra 5	0.5071	51.0795
		Citra 6	0.4948	51.1869
		Citra 7	0.5064	51.0860
		Citra 8	0.5036	51.1103
		Citra 9	0.4968	51.1692
		Citra 10	0.5001	51.1399
		<b>Rata-rata</b>	0.50169	51.12683
Citra sesudah di peroses Otsu.		Citra 1	0.2568	65.0406
		Citra 2	0.2731	66.3517
		Citra 3	0.0133	66.9067
		Citra 4	0.2092	69.7157

		Citra 5	0.0074	69.4151
		Citra 6	0.0063	70.1512
		Citra 7	0.1421	71.6439
		Citra 8	0.1339	70.2366
		Citra 9	0.3105	66.7438
		Citra 10	0.2389	66.3923
		<b>Rata-rata</b>	0.15915	68.25976

Pada hasil 5 tabel 4.8 segmentasi data latar belakang Random metode K-Means dan Otsu dapat dijelaskan bahwa metode Otsu mampu melakukan segmentasi dengan baik terdapat pada data citra 6 dengan nilai MSE 0.0063 dan PSNR sebesar 70.1512. Hasil akurasi tersebut memiliki nilai PSNR relative tinggi dikarenakan memiliki nilai PNSR lebih dari 40db. Sedangkan untuk nilai akurasi PSNR terendah terdapat pada metode K-Means data citra 4 yakni 51.0747 dengan nilai MSE tertinggi 0.5077.

Berdasarkan hasil skenario 5, analisis menunjukkan bahwa metode Otsu memiliki performa yang lebih unggul dalam melakukan segmentasi jika dibandingkan dengan metode K-Means. Dalam hal ini, evaluasi dilakukan berdasarkan dua parameter, yaitu nilai rata-rata MSE (Mean Squared Error) dan PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio). Dengan nilai rata-rata MSE sebesar 0.15915, metode Otsu menghasilkan tingkat kesalahan yang lebih rendah dalam memprediksi nilai segmentasi dibandingkan dengan metode K-Means. Hal ini menandakan bahwa segmentasi yang dilakukan oleh metode Otsu lebih mendekati nilai aktual dan memiliki presisi yang lebih tinggi. Selain itu, metode Otsu juga menunjukkan keunggulan dalam nilai PSNR sebesar 68.25976 db. PSNR mengukur kualitas segmentasi dengan membandingkan sinyal asli dengan sinyal hasil prediksi. Dalam hal ini, metode Otsu menghasilkan segmentasi dengan

kejernihan dan akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan metode K-Means.

Dengan demikian, kesimpulan yang dapat diambil adalah metode Otsu memiliki performa yang lebih baik dalam melakukan segmentasi, dengan nilai rata-rata MSE yang lebih rendah dan nilai PSNR yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan metode K-Means

Data	Nilai Rata-Rata Akurasi Metode K-Means		Nilai Rata-Rata Akurasi Metode Otsu	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR
Data BG Pasir Hitam	0.50652	51.08496	0.18924	69.23292
Data BG Pasir Hitam Gelap	0.50684	51.08344	0.2592	67.95308
Data BG Putih	0.50944	51.06260	0.16262	68.9528
Data BG Putih Gelap	0.4999	51.14222	0.30154	66.9271
Data BG Random	0.50169	51.12683	0.15915	68.25976

Tabel 4. 9 Hasil Nilai Rata-Rata Secara Umum

Setelah melakukan uji coba hingga 5 skenario dengan data citra yang berbeda pada tabel 4.9, dapat disimpulkan bahwa secara umum, metode Otsu memberikan hasil segmentasi terbaik. Hasil segmentasi terbaik diperoleh pada data citra dengan latar belakang Pasir Hitam, dengan nilai PSNR sebesar 69.23292 db dan nilai MSE sebesar 0.18924. Sedangkan hasil rata-rata secara umum menunjukkan bahwa metode K-Means pada data citra dengan latar belakang Putih memberikan nilai terendah, dengan nilai PSNR sebesar 51.06260 db dan nilai MSE sebesar 0.50944.

Metode Otsu memberikan hasil segmentasi terbaik dalam uji coba yang dilakukan pada lima skenario dengan data citra yang berbeda. Hal ini dapat disimpulkan berdasarkan analisis histogram citra dan pemilihan nilai ambang yang optimal oleh metode Otsu. Metode ini mampu menyesuaikan diri dengan variasi kontras dan distribusi warna dalam citra, serta memiliki performa yang baik dalam menghasilkan segmentasi yang mendekati citra



asli dengan tingkat PSNR tinggi dan MSE rendah. Kemungkinan alasan lainnya adalah kesesuaian metode Otsu dengan karakteristik data citra, seperti latar belakang Putih Gelap, yang memungkinkan metode ini menghasilkan segmentasi yang lebih akurat. Namun, perlu diingat bahwa faktor lain seperti karakteristik citra dan jenis objek yang ingin di-segmentasi juga dapat memengaruhi efektivitas metode segmentasi.

#### **D. Evaluasi Hasil**

Setelah melakukan segmentasi citra, dapat disimpulkan bahwa perbedaan antara citra asli dan citra hasil steganografi hampir tidak terlihat oleh mata manusia. Meskipun secara kasat mata kedua citra tersebut tampak serupa, perhitungan MSE dan PSNR dapat digunakan untuk mengevaluasi perbandingan kualitas citra sebelum dan setelah disisipkan pesan. Dalam evaluasi tersebut, perbandingan antara gambar hasil rekonstruksi dengan gambar asli sangat penting. Untuk tujuan ini, ukuran umum yang digunakan adalah Peak Signal to Noise Ratio (PSNR). Semakin tinggi nilai PSNR, semakin erat kemiripan antara hasil rekonstruksi dan gambar asli.

Untuk menghitung nilai PSNR, langkah pertama adalah menentukan nilai MSE (Mean Square Error). MSE merupakan nilai error kuadrat rata-rata antara citra asli dan citra hasil manipulasi. Dalam konteks steganografi, MSE merupakan nilai error kuadrat rata-rata antara citra asli (cover-image) dan citra hasil penyisipan (stego-image). Setelah mendapatkan nilai MSE, hasil error tersebut dimasukkan ke dalam persamaan PSNR dengan menggunakan fungsi logaritma. Hasil PSNR dinyatakan dalam satuan desibel (dB), dan nilai terbaik adalah di atas 40 dB. Secara keseluruhan, meskipun mata manusia sulit membedakan citra asli dan citra hasil steganografi, perhitungan MSE dan PSNR membantu dalam mengevaluasi kualitas citra cover sebelum dan setelah disisipkan pesan. Nilai PSNR yang tinggi menunjukkan kemiripan yang lebih erat antara hasil rekonstruksi dan gambar asli, dan nilai terbaik PSNR berada di atas 40 dB.