

JURNAL ARMADA INFORMATIKA

STMIK Methodist Binjai

jurnal.stmikmethodistbinjai.ac.id/jai

Machine Learning

Klasifikasi Jenis Sampah Dengan Metode *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM) Dan *Support Vector Machine* (SVM)

Reza Alamsyah¹, Irwan Jani Tarigan², Riandy Yap³¹ Reza Alamsyah, Teknik Informatika, STMIK Methodist Binjai, Kota Binjai, Indonesia² Irwan Jani Tarigan, STMIK Methodist Binjai, Kota Binjai, Indonesia³ Riandy Yap, STMIK Methodist Binjai, Kota Binjai, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 01 November 2023
Revisi Akhir: 11 November 2023
Diterbitkan Online: 01 Desember 2023

KATA KUNCI

Klasifikasi, Metode *Gray Level Co-occurrence Matrix*, *Support Vector Machine*

KORESPONDENSI

Phone: +62 (0751) 12345678
E-mail: 89rezaalamsyah@gmail.com

A B S T R A K

Sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan berbagai kerugian seperti menyebabkan banjir hingga menjadi ancaman meningkatnya berbagai penyakit. Penelitian ini menggunakan dataset sampah yang diambil dari <https://www.kaggle.com/asdasdasdas/garbage-classification>, untuk proses klasifikasi diperlukan proses training citra terlebih dahulu dengan tahapan akuisisi citra dari intensitas warna RGB ke *grayscale*. Dalam penelitian ini tahapan training dan pengujian sistem dilakukan sebanyak dua tahapan. antara lain : pengujian I, pada tahap ini setelah melalui proses pelatihan dataset berjumlah 60 citra, maka dilakukan tahapan pengujian sebanyak 60 citra sampah dengan tingkat akurasi sistem sebesar 68%. Pengujian II, pada tahap ini setelah melalui proses pelatihan dataset berjumlah 600 citra, maka dilakukan tahapan pengujian sebanyak 600 citra sampah dengan tingkat akurasi sistem sebesar 83%.

PENDAHULUAN

Sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan berbagai kerugian seperti menyebabkan banjir hingga menjadi ancaman meningkatnya berbagai penyakit. Sampah organik merupakan sampah yang bisa dengan mudah terurai secara alami dan sampah anorganik yang membutuhkan waktu sangat lama untuk bisa terurai secara alami. Sampah anorganik yang tertimbun di tanah dapat menyebabkan pencemaran tanah karena sampah anorganik tergolong zat yang sulit terurai dan sampah itu akan tertimbun dalam tanah dalam waktu lama, ini menyebabkan rusaknya lapisan tanah. Sampah anorganik misalnya berupa karton, kaca, logam, plastik, dan kertas. Salah satu pemanfaatan sampah anorganik adalah dengan cara proses daur ulang (*recycle*). Sampah yang sudah dikelompokkan berdasarkan jenisnya akan mempermudah proses daur ulang. Sampah diperkotaan diambil dari rumah ke rumah dengan menggunakan truk sampah dan dibuang di tempat pembuangan akhir (TPA) sampah masing-masing area. Sampah-sampah tersebut masih tercampur antara organik dan organik, sehingga sampah proses penguraian sampah menjadi kurang maksimal dan memerlukan waktu yang lama. Sedang sampah organik akan tinggal ditanah yang menimbulkan pencemaran tanah.

Saat ini untuk klasifikasi atau pengelompokan jenis sampah dilakukan dengan memerlukan tenaga manusia atau secara manual, padahal untuk dapat mengklasifikasikan jenis sampah bisa dilakukan secara otomatis dengan sistem. Yaitu sebuah aplikasi yang dapat mengidentifikasi jenis sampah berdasarkan gambar masukan.

TINJAUAN PUSTAKA

Sampah

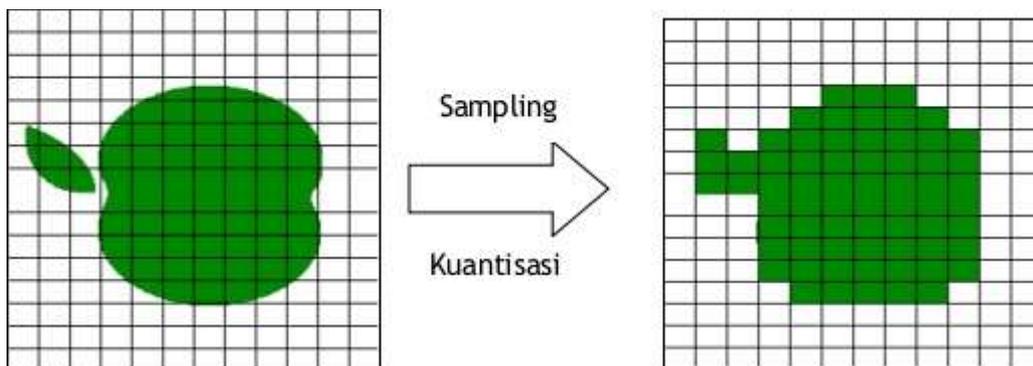
Di Indonesia jumlah sampah yang dihasilkan dapat mencapai sekitar 11,330 ton/hari. Jika jumlah penduduk Indonesia di desa mencapai 128,5 juta jiwa dan di kota mencapai 126,3 juta jiwa, maka rata-rata setiap orang menghasilkan sampah sekitar 0,05 kg setiap harinya (Badan Pusat Statistik 2017). Sampah anorganik adalah sampah yang sudah tidak dipakai lagi dan sulit terurai. Sampah anorganik yang tertimbun di tanah dapat menyebabkan pencemaran tanah karena sampah anorganik tergolong zat yang sulit terurai dan sampah itu akan tertimbun dalam tanah dalam waktu lama, ini menyebabkan rusaknya lapisan tanah. Contoh dari sampah anorganik adalah plastik, botol / kaleng minuman, kresek, ban bekas, besi, kaca, kabel, barang elektronik, bohlam lampu dan plastik.



Gambar 1. Sampah Organik dan Non Organik

Citra

Citra terbentuk dari kumpulan intensitas cahaya yang tersusun dalam bidang dua dimensi. Kumpulan intensitas cahaya tersebut dinyatakan dalam suatu fungsi kontinu $f(x,y)$ dimana x dan y menyatakan koordinat ruang dan nilai intensitas cahaya tersebut memberi informasi warna dan kecerahan citra (Gonzalez, 2005). Citra digital merupakan yang dihasilkan dari gambar analog dua dimensi yang kontinu menjadi gambar diskrit melalui proses sampling. Gambar analog dibagi menjadi N baris dan M kolom sehingga menjadi gambar diskrit. Persilangan antara baris dan kolom tertentu disebut dengan pixel. Contohnya adalah gambar/titik diskrit pada baris m dan kolom n disebut dengan pixel $[m,n]$. Sampling adalah proses untuk menentukan warna pada pixel tertentu pada citra dari sebuah gambar yang kontinu. Pada proses sampling biasanya dicari warna rata-rata dari gambar analog yang kemudian dibulatkan.



Gambar 2. Proses Sampling Citra

Citra merupakan kumpulan titik-titik penyusun citra itu sendiri dimana titik-titik tersebut dikenal dengan pixel. Banyaknya titik-titik penyusun citra tersebut disebut resolusi. Jadi resolusi merupakan $M \times N$ pixel. Masing-masing pixel yang menyusun suatu citra dapat memiliki warna yang berbeda-beda, yang disebut dengan bit depth. Bit depth dinyatakan dengan angka yang bersatuan bit. Sebagai contoh bit depth = 3, artinya terdapat $2^3 = 8$ variasi yang mungkin untuk setiap pixel-nya (Chuks, 2010).

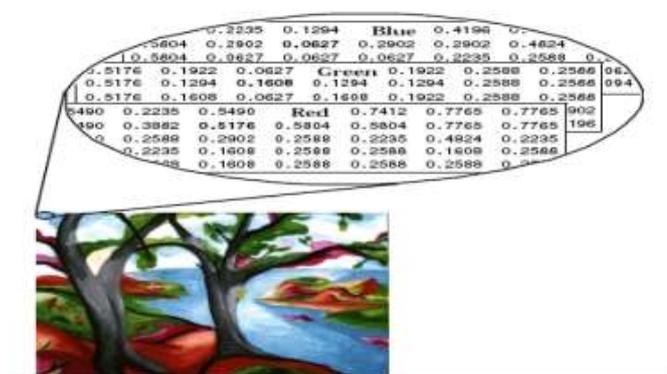
Tabel 1. Jenis Mode Warna

Jenis Warna	Mode	Keterangan	Ukuran <i>depth</i>	bit	Jumlah variasi warna
Grayscale		Warna keabuan, disusun oleh warna dasar <i>Red, Green, Blue</i> yang masing – masing memiliki nilai dasar yang sama. Misal = Red = 67, Green = 67, dan Blue = 67. Dari suatu nilai yang sama akan membentuk satu warna keabuan yang berbeda pada rentang gradasi hitam dan putih	8 bit <i>depth</i>		2 ⁸ = 256 variasi warna
Monokrom		Warna yang hanya terdiri dari hitam dan putih	1 bit		2 ¹ = 2 variasi warna
RGB		Warna yang disusun oleh 3 channel, yaitu <i>Red, Green, Blue</i> yang masing – masing memiliki 8 bit <i>depth</i>	8 x 3 =24		2 ²⁴ = 16.777.216 variasi warna
HSV		Warna yang terdiri dari 4 channel, yaitu <i>Cyan, Magenta, Yellow, Black</i> yang masing – masing memiliki 8 bit <i>depth</i>	8 x 4 = 32		2 ³² = 4.294.967.296 variasi warna

Citra RGB

Citra RGB disebut juga citra truecolor dimana citra ini merupakan citra digital yang terdiri dari tiga layer yang mengandung matriks data berukuran m x n x 3 yang merepresentasikan warna merah, hijau dan biru untuk setiap pixel-nya. Tiap layer juga memiliki intensitas kecerahan warna yang nantinya saat ketiga layer digabungkan akan membentuk suatu kombinasi warna baru tergantung besarnya tingkat kecerahan warna yang disumbangkan tiap layer.

Tiap layer berukuran 8 bit, berarti memiliki tingkat kecerahan warna sampai 256 level. Artinya tiap layer warna dapat menyumbang tingkat kecerahan warnanya dari rentang level 0 sampai level 255. Dimana 0 merepresentasikan warna hitam dan 255 merepresentasikan warna putih.



Gambar 3. Citra RGB

Citra Biner

Citra biner adalah representasi citra dengan hanya dua intensitas warna pada tiap pixel-nya yaitu 1 dan 0, dimana nilai 0 mewakili warna hitam dan nilai 1 warna putih. Citra biner merupakan tingkat abu-abu terendah yang dicapai dalam pembentukan citra. Alasan masih digunakannya citra biner dalam pengolahan citra digital karena prosesnya lebih cepat karena jumlah bit untuk tiap pixel-nya lebih sedikit. Rumus perhitungannya dapat dilihat pada persamaan dibawah ini

$$I_{bin}(x,y) = (f x) = \begin{cases} 0 & I_{bin}(x,y) < T \\ 255 & I_{bin}(x,y) \geq T \end{cases} \dots \dots \dots (1)$$

Citra Keabuan

Citra Intensitas disebut juga citra grayscale. Citra grayscale merupakan citra digital yang hanya terdiri dari satu layer saja dari layer yang dimiliki citra RGB. Citra ini mempunyai kedalaman 8 bit dengan rentang dari 0 sampai 255.

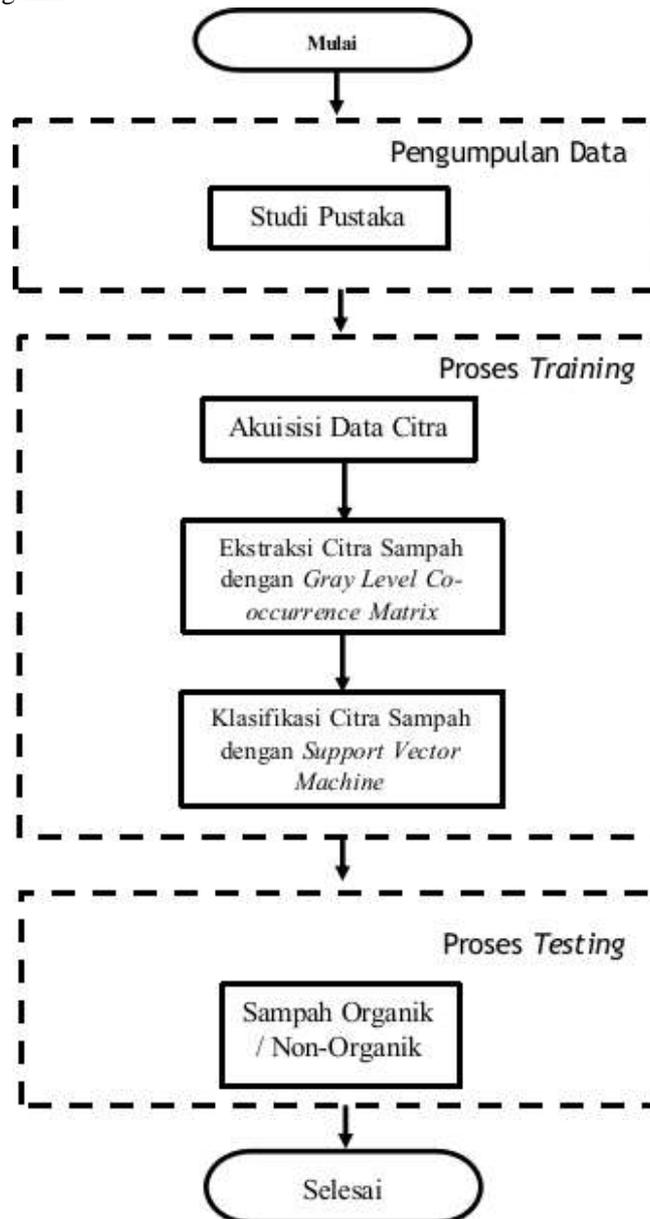
Gradasi warna yang dimiliki pada citra keabuan dimulai dari putih sampai hitam. Proses citra grayscale dapat dihitung dengan rumus pada persamaan

$$I_{bw}(x,y) = \frac{I_R(x,y) + I_G(x,y) + I_B(x,y)}{3} \dots\dots\dots(2)$$

METODOLOGI

Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem dalam penelitian tugas akhir dengan tujuan mengklasifikasikan citra sampah ke 2 kategori kelas, yakni : sampah organik dan non-organik.



Gambar 4. Arsitektur Sistem

Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data citra sampah yang bersumber dari : <https://www.kaggle.com/asdasdasdas/garbage-classification>, yang memiliki 6 atribut kelas (class) dataset, yakni : cardboard (393), glass (491), metal (400), paper (584), plastic (472) dan trash (127). Dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 2. Data yang digunakan

ID	Nama Citra	Gambar	Jumlah
1	<i>cardboard</i>		393
2	<i>glass</i>		491
3	<i>metal</i>		400
4	<i>paper</i>		584
5	<i>plastic</i>		472
6	<i>trash</i>		127

Studi Pustaka

Tahapan ini dilakukan guna memperoleh informasi dengan cara mempelajari kumpulan literatur dari bidang ilmu yang terkait, maupun penelitian terkait dengan klasifikasi objek menggunakan metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) dan Support Vector Machine (SVM).

Desain Tampilan Sistem

Aplikasi dirancang sebagai alat bantu untuk mengklasifikasi dataset sampah menjadi 2 (dua) kelas yakni : organik dan non-organik. Agar program dapat berjalan dengan baik maka dibutuhkan spesifikasi minimum perangkat menggunakan komputer seperti Laptop / Notebook. Tampilan menu utama aplikasi digunakan untuk proses klasifikasi dengan Metode *Gray Level Co-occurrence Matrix* dan *Support Vector Machine*.

Form Utama



Gambar 5. Desain Form Menu Utama

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konversi Citra Keabuan

Tahapan - tahapan perhitungan citra RGB ke citra keabuan (grayscale) dengan menggunakan rumus persamaan 2

Tabel 3. Citra RGB dengan 5 x 5 piksel

R = 32 G = 40 B = 102	R = 72 G = 10 B = 98	R = 12 G = 100 B = 67	R = 60 G = 40 B = 200	R = 5 G = 4 B = 130
R = 22 G = 40 B = 102	R = 32 G = 30 B = 102	R = 204 G = 50 B = 102	R = 72 G = 70 B = 127	R = 212 G = 40 B = 190
R = 72 G = 10 B = 98	R = 234 G = 80 B = 119	R = 32 G = 40 B = 102	R = 12 G = 100 B = 67	R = 22 G = 40 B = 102
R = 32 G = 40 B = 102	R = 60 G = 40 B = 200	R = 32 G = 40 B = 102	R = 22 G = 40 B = 102	R = 32 G = 40 B = 102
R = 100 G = 40 B = 120	R = 65 G = 67 B = 99	R = 212 G = 40 B = 190	R = 72 G = 10 B = 98	R = 32 G = 40 B = 102

Dari tabel diatas dapat diperoleh hasil perhitungan nilai *grayscale* dengan rumus :

$$I_{bw}(x,y) = \frac{I_R(x,y) + I_G(x,y) + I_B(x,y)}{3}$$

Maka,

$$I_{(0,0)} = \frac{(32+40+102)}{3} = \frac{174}{3} = 58$$

$$I_{(0,1)} = \frac{(72+10+98)}{3} = \frac{180}{3} = 60$$

...

$$I_{(4,4)} = \frac{(32+40+102)}{3} = \frac{174}{3} = 58$$

Tabel 4. Hasil Perhitungan Nilai Keabuan

58	60	60	100	46
55	55	119	90	147
60	55	58	58	100
58	58	58	87	77
87	77	147	60	58

Perhitungan GLCM

Perhitungan ciri *Gray Level Co-occurrence Matrix* di dapatkan setelah melalui pre-process citra keabuan (*grayscale*), selanjutnya dilakukan proses hitung matrix dengan arah derajat 0°, 45°, 90° dan 135°. Sehingga diperoleh matriks yang simetris untuk tahapan normalisasi citra.

Pengujian

Pengujian klasifikasi sampah organik dan non-organik, melalui tahapan ekstraksi fitur menggunakan Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) dan selanjutnya proses klasifikasi dengan Support Vector Machine dengan output hasil klasifikasi sampah organik atau non-organik.

Pengujian Tahap I

Percobaan pengujian dari 6 (enam) jenis sampah , yakni : cardboard, glass, metal, paper, plastic dan trash. Ukuran citra 512 x 384 pixel, dengan jumlah pelatihan sebanyak 10 citra tiap jenis sampah dan 10 citra tiap jenis sampah untuk pengujian, dimana cardboard, paper digolongkan kelas sampah organik. Sedangkan glass, metal, plastic dan trash digolongkan kelas sampah non-organik.

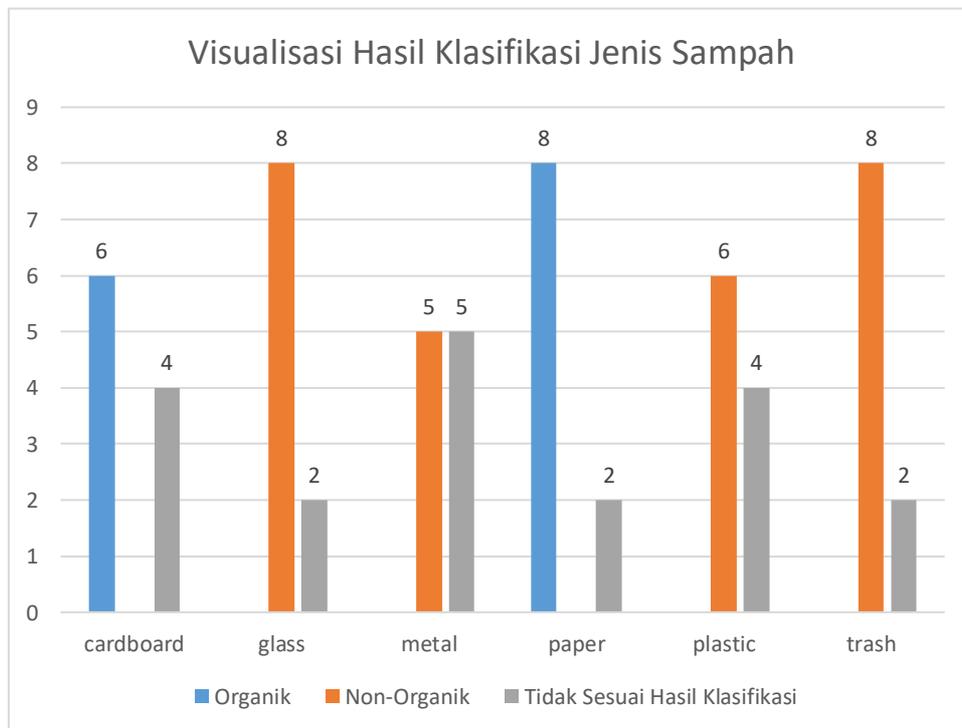
Tabel 5. Jumlah Citra Sampah Pelatihan

No	Nama Citra Sampah	Organik	Non-Organik	Jumlah Dataset
1	cardboard	10	-	10
2	glass	-	10	10
3	metal	-	10	10
4	paper	10	-	10
5	plastic	-	10	10
6	trash	-	10	10
	Total	20	40	60

Tabel 6. Pengujian Hasil Klasifikasi Citra Sampah

No	Nama Citra Sampah	Jumlah Dataset	Hasil Klasifikasi		Tidak Sesuai Hasil Klasifikasi
			Organik	Non-Organik	
1	cardboard	10	6		4
2	glass	10		8	2
3	metal	10		5	5
4	paper	10	8		2
5	plastic	10		6	4
6	trash	10		8	2
Total		60	14	27	19

Dari tabel diatas, dari total data hasil klasifikasi diperoleh 14 citra jenis sampah organik dan 27 citra jenis sampah non-organik. Sehingga dapat diperoleh visualisasi citra pada gambar 6 dan nilai akurasi pada tabel 7 sebagai berikut :



Gambar 6 Visualisasi Hasil Klasifikasi Jenis Sampah

$$\text{Nilai Akurasi Sampah Organik} = \frac{\text{Citra Sampah Organik Benar}}{\text{Jumlah Data Sampah Organik}} \times 100\%$$

$$\text{Nilai Akurasi Sampah Non – Organik} = \frac{\text{Citra Sampah Non – Organik Benar}}{\text{Jumlah Data Sampah Non – Organik}} \times 100\%$$

Tabel 7. Perolehan Tingkat Akurasi

Klasifikasi Sampah	Total Data	Benar	Salah	Akurasi
Organik	20	14	6	70%
Non-Organik	40	27	13	68%

Berdasarkan hasil perolehan tingkat akurasi klasifikasi sampah pada tabel diatas, maka dapat dibuat matriks konfusi (*confusion matrix*) untuk mengukur kinerja sistem klasifikasi pada tabel 8

Tabel 8 Akurasi Sistem dengan *Confusion Matrix*

dataset = 60	Aktual : Positif (1)	Aktual : Negatif (0)
Prediksi : Positif (1)	TP : 14	FP : 19
Prediksi : Negatif (0)	FN : 0	TN : 27
	14	46

Berdasarkan tabel diatas, maka dapat diketahui akurasi sistem dengan persamaan :

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= (TP + TN) / (TP + FP + FN + FP) \\ &= (14 + 27) / (14 + 19 + 0 + 27) \\ &= 41 / 60 = 0,68 \end{aligned}$$

Maka, akurasi yang diperoleh sebesar 0,68 atau dapat diubah ke persentase menjadi 68%.

Pengujian Tahap II

Selanjutnya pengujian dilakukan pada tahap dua dengan total data citra sebanyak 600 yang terbagi menjadi 400 citra organik dan 200 citra non-organik.

Tabel 9. Proses Training Citra Tahap II

No	Nama Citra Sampah	Jumlah Dataset	Hasil Klasifikasi		Tidak Sesuai Hasil Klasifikasi
			Organik	Non-Organik	
1	cardboard	100	90		10
2	glass	100		80	20
3	metal	100		90	10
4	paper	100	80		20
5	plastic	100		80	20
6	trash	100		80	20
Total		600	170	330	100

Selanjutnya untuk mengetahui tingkat akurasi dari pengujian tahap pertama dilakukan perhitungan *confusion matrix* sebagai berikut :

Tabel 10. Data Sampah Organik dan Non-Organik

Klasifikasi Sampah	Total Data	Benar	Salah	Akurasi
Organik	200	170	30	85%
Non-Organik	400	330	70	83%

Tabel 11. Akurasi Sistem dengan *Confusion Matrix*

dataset = 600	Aktual :	Aktual :
	Positif (1)	Negatif (0)
Prediksi : Positif (1)	TP : 170	FP : 100
Prediksi : Negatif (0)	FN : 0	TN : 330
	170	430

Berdasarkan tabel diatas, maka dapat diketahui akurasi sistem dengan persamaan :

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= (TP + TN) / (TP + FP + FN + FP) \\ &= (170 + 330) / (170 + 100 + 0 + 330) \\ &= 500 / 600 = 0,83 \end{aligned}$$

Maka, akurasi yang diperoleh sebesar 0,83.

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melalui proses klasifikasi dataset citra sampah, terlebih dilakukan proses pelatihan citra sampah dengan ukuran piksel 512 x 384, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

- Implementasi sistem dapat melakukan pelatihan terhadap seluruh citra sampah dengan beberapa tahapan sebagai berikut :
 - ✓ pengujian I, pada tahap ini setelah melalui proses pelatihan dataset berjumlah 60 citra, maka dilakukan tahapan pengujian sebanyak 60 citra sampah dengan tingkat akurasi sistem sebesar 68%.
 - ✓ Pengujian II, pada tahap ini setelah melalui proses pelatihan dataset berjumlah 600 citra, maka dilakukan tahapan pengujian sebanyak 600 citra sampah dengan tingkat akurasi sistem sebesar 83%.
- Aplikasi dapat melakukan pengenalan dengan hasil terbaik pada pengujian tahap II, dengan nilai akurasi sebesar 83%. Template ini dibuat untuk konsistensi format artikel yang diterbitkan oleh Jurnal Armada Indonesia. Kerja sama dan kesediaan penulis mengikuti acuan penulisan sangat diharapkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak - pihak yang banyak membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andriyani, S. Y. 2019. Implementasi algoritma kriptografi Rail Fence Cipher dan algoritma myszkowski transposition dan Algoritma kompresi fibonacci code. Skripsi Fakultas Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi.
- [2] Aresta, R. M., Pratomo, E. W., Geraldino, V., Santoso, J. D. & Mulyatun, S. 2020. Implementasi Multi Enkripsi ROT 13 Pada Symbol Whatsapp. Jurnal Of Information System Management e-ISSN: 2715-3088 Vol 2., No. 1. (2020).
- [3] Arifah, P. N. & Basuki, W. A. 2017. Implementasi Kriptografi Caesar Cipher Menggunakan Matlab R2013a. Seminar Matematika Dan Pendidikan Matematika UNY 2017.
- [4] Budiharto, W. & Lisangan, C. E.. 2012. Pemrograman VB.NET Aplikasinya. Penerbit: Elexmedia Komputindo Gramedia Jakarta Edisi 1.
- [5] Girsang, N. D., Santoso, M. H., Wahyudi, A. & Sitorus, B. A. 2019. Kombinasi Algoritma Kriptografi Transposisi Rail Fence Cipher dan Route Cipher. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informatika Volume 2 Nomor 1 November 2019.
- [6] Latifah, R., Ambo, S. N. & Kurnia, S. I. 2017. Modifikasi Algoritma Caesar Cipher Dan Rail Fence Untuk Peningkatan Keamanan Teks Alfanumerik Dan Karakter Khusus. Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2017 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta 1-2 November 2017.
- [7] Pabokory, F. N., Astuti, I. F. & Kridalaksana, A. H. 2015. Implementasi Kriptografi Pengamanan Data Pada Pesan Teks, Isi File Dokumen, Dan File Dokumen Menggunakan Algoritma Advanced Encryption Standard. Jurnal Informatika Mulawarman Vol. 10 No. 1 Februari 2015. Program Studi Ilmu Komputer, FMIPA, Universitas Mulawarman.

- [8] Ratna, D. 2018. Implementasi Algoritma Rail Fence Cipher Dalam Keamanan Data Gambar 2 Dimensi. *Jurnal Pelita Informatika*, Volume 7, Nomor 1, Juli 2018 ISSN 2301-9425 (Media Cetak) Hal: 38-42.
- [9] Setyaningsih, E, Iswahyudi, C. & Widyastuti, N. 2011. Konsep Super Enkripsi Untuk Meningkatkan Keamanan Data Citra. *SNASTI 2011*. Hal. 7-10.
- [10] Setyaningsih, E. 2015. *Kriptografi & Implementasinya Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Penerbit Andi. Vol 1, Hal. 250.
- [11] Siahaan, A.P.U. 2016. Rail Fence Cryptography in Securing Information. *International Journal of Science & Engineering Research (IJSER)*. Vol 7, Issue 7.
- [12] Singh, A., Nandal, A. & Malik, A. 2012. Implementation of Caesar Cipher with Rail Fence for Enhancing Data Security. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering (IJARCSSE)* Vol 2, Issue 12: Hal. 78-82.
- [13] cchangcs, Garbage Classification Data. <https://www.kaggle.com/asdasdasdas/garbage-classification>