



Penerapan *Learning Vector Quantization* (LVQ) Untuk Klasifikasi Data Citra Digital

Bambang Irwansyah^{1*}, Delyanti Putri Sitorus², Rezki Abdillah³, Rizky Febriansyah⁴, Harry Ardian⁵, Syahrul⁶, Ferry Cahyadi⁷, Fahri Finanda Rizki⁸

¹⁻⁸ Fakultas Teknik, Progam Studi Teknik Informatika, Universitas Asahan, Indonesia

Email: bambangirwansyah53@gmail.com^{1*}, sitorusputri345@gmail.com², riskioppokisaran@gmail.com³, riskiabdillah808@gmail.com⁴, harry182020@gmail.com⁵, ferrycahyadi931@gmail.com⁶, fahrifinandarizki6789@gmail.com⁷, ds4177100@gmail.com⁸

*Penulis korespondensi: bambangirwansyah53@gmail.com

Abstract. The rapid development of information technology has increased the utilization of digital images in various fields, creating a need for classification methods that are accurate and efficient. One method that can be applied to classify numerical data obtained from image feature extraction is Learning Vector Quantization (LVQ). This study aims to implement the LVQ method for digital image classification based on numerical features and to evaluate its performance in terms of accuracy. The data used in this study consist of grayscale digital images that have undergone a feature extraction process and are represented as numerical vectors. The dataset is divided into two classes, namely Class A and Class B. The research stages include data collection, grayscale conversion, feature extraction, LVQ training, and classification testing. The classification results are evaluated using a confusion matrix and accuracy measurement. The experimental results show that the LVQ method successfully classified all test data correctly, achieving an accuracy rate of 100%. These results indicate that Learning Vector Quantization is an effective method with good performance for classifying digital image data based on numerical features.

Keywords: Artificial Neural Network; Digital Image; Feature Extraction; Image Classification; Learning Vector Quantization.

Abstrak. Perkembangan teknologi informasi mendorong meningkatnya pemanfaatan citra digital dalam berbagai bidang, sehingga diperlukan metode klasifikasi yang mampu mengelompokkan citra secara akurat dan efisien. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk klasifikasi data numerik hasil ekstraksi ciri citra adalah Learning Vector Quantization (LVQ). Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode LVQ dalam klasifikasi data citra digital berbasis fitur numerik serta mengevaluasi kinerjanya berdasarkan tingkat akurasi. Data yang digunakan berupa citra digital grayscale yang telah melalui proses ekstraksi ciri sehingga direpresentasikan dalam bentuk vektor numerik. Dataset terdiri dari dua kelas, yaitu kelas A dan kelas B. Proses penelitian meliputi tahapan pengumpulan data, konversi citra ke grayscale, ekstraksi ciri, pelatihan LVQ, dan pengujian klasifikasi. Evaluasi hasil klasifikasi dilakukan menggunakan confusion matrix dan perhitungan akurasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode LVQ mampu mengklasifikasikan seluruh data uji dengan benar, sehingga diperoleh tingkat akurasi sebesar 100%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode Learning Vector Quantization efektif dan memiliki kinerja yang baik dalam mengklasifikasikan data citra digital berbasis fitur numerik.

Kata kunci: Citra Digital; Ekstraksi Ciri; Jaringan Saraf Tiruan; Klasifikasi Citra; Learning Vector Quantization.

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi informasi dan komputasi saat ini telah membawa dampak signifikan terhadap berbagai bidang kehidupan, khususnya dalam pengolahan dan analisis data digital. Salah satu bentuk data digital yang paling banyak digunakan adalah citra digital (Wicaksana et al., 2021). Citra digital banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang, seperti sistem pengenalan wajah, identifikasi objek, diagnosis medis berbasis citra, keamanan, industri manufaktur, serta sistem pendukung keputusan. Pemanfaatan citra digital tersebut menuntut

adanya metode pengolahan dan klasifikasi yang mampu mengekstraksi informasi secara akurat dan efisien (Sahria et al., 2025).

Citra digital merupakan representasi visual suatu objek dalam bentuk matriks piksel yang memiliki nilai intensitas tertentu. Setiap citra menyimpan informasi penting yang tidak dapat dimanfaatkan secara langsung tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu (Sanjaya, 2018). Salah satu tahapan penting dalam pengolahan citra digital adalah klasifikasi citra, yaitu proses pengelompokan citra ke dalam kelas-kelas tertentu berdasarkan kesamaan ciri atau karakteristik yang dimiliki (Sah et al., 2025). Proses klasifikasi citra sangat bergantung pada kualitas fitur yang diekstraksi dan metode klasifikasi yang digunakan. Dalam praktiknya, citra digital memiliki karakteristik yang kompleks dan bervariasi, seperti perbedaan intensitas, tekstur, dan pola visual. Oleh karena itu, diperlukan metode klasifikasi yang mampu mengenali pola-pola tersebut secara efektif. Berbagai metode klasifikasi telah dikembangkan, mulai dari metode statistik, machine learning, hingga jaringan saraf tiruan. Salah satu metode jaringan saraf tiruan yang sering digunakan dalam klasifikasi data numerik hasil ekstraksi citra adalah Learning Vector Quantization (LVQ) (Ummah et al., 2025).

Learning Vector Quantization (LVQ) merupakan algoritma pembelajaran terawasi (supervised learning) yang dikembangkan oleh Kohonen. LVQ bekerja dengan cara menentukan vektor referensi (codebook vector) untuk setiap kelas, kemudian menyesuaikan vektor tersebut selama proses pelatihan agar mendekati data latih dari kelas yang sama dan menjauhi data dari kelas yang berbeda. Keunggulan LVQ terletak pada kesederhanaan struktur, kemudahan implementasi, serta kemampuannya dalam menangani data numerik yang telah diberi label kelas (Malau et al., 2025).

Penggunaan metode LVQ dalam klasifikasi citra digital telah banyak diterapkan karena mampu memberikan hasil klasifikasi yang cukup baik dengan waktu komputasi yang relatif singkat. Dalam penelitian ini, data citra digital tidak digunakan dalam bentuk citra mentah, melainkan diubah terlebih dahulu menjadi data numerik melalui proses ekstraksi ciri (Ratri & Wardani, 2020). Proses ekstraksi ciri bertujuan untuk mengambil informasi penting dari citra digital, seperti nilai intensitas piksel, sehingga citra dapat direpresentasikan dalam bentuk vektor numerik yang lebih mudah diproses oleh algoritma LVQ (Kholilurrahman et al., 2023).

Berdasarkan data penelitian yang digunakan dalam mini riset ini, terdapat 30 data citra digital grayscale yang telah diekstraksi menjadi 5 fitur numerik untuk setiap citra. Data tersebut dibagi ke dalam dua kelas, yaitu Kelas A dan Kelas B, dengan masing-masing kelas terdiri dari 15 data. Nilai fitur pada Kelas A berada pada rentang 0,43 hingga 0,75, sedangkan nilai fitur pada Kelas B berada pada rentang 0,70 hingga 0,92. Perbedaan rentang nilai fitur ini

menunjukkan adanya pola yang dapat dimanfaatkan dalam proses klasifikasi menggunakan metode LVQ (Khairullah et al., 2020).

Sebagai contoh, data pada Kelas A memiliki nilai rata-rata fitur yang relatif lebih rendah, seperti Fitur 1 dengan nilai berkisar antara 0,43–0,50, sedangkan pada Kelas B nilai Fitur 1 berada pada kisaran 0,70–0,76. Pola perbedaan ini juga terlihat pada fitur-fitur lainnya, seperti Fitur 4 yang pada Kelas A berada pada rentang 0,68–0,75, sementara pada Kelas B berada pada rentang 0,86–0,92. Perbedaan nilai fitur tersebut menunjukkan bahwa data memiliki karakteristik yang cukup jelas untuk diklasifikasikan menggunakan metode LVQ (Fredy et al., 2025).

Namun demikian, meskipun perbedaan nilai fitur antar kelas cukup signifikan, masih terdapat beberapa data yang memiliki nilai fitur yang saling mendekati. Kondisi ini berpotensi menimbulkan kesalahan klasifikasi, terutama jika parameter LVQ tidak ditentukan secara optimal (Hariono et al., 2022). Oleh karena itu, pengujian metode LVQ terhadap data citra digital perlu dilakukan untuk mengetahui sejauh mana metode ini mampu mengklasifikasikan data dengan akurat (Ardi et al., 2020).

Hasil pengujian awal dalam mini riset ini menunjukkan bahwa dari 30 data citra, sebanyak 26 data berhasil diklasifikasikan dengan benar, sedangkan 4 data mengalami kesalahan klasifikasi, sehingga diperoleh tingkat akurasi sebesar 86,67%. Nilai akurasi tersebut menunjukkan bahwa metode LVQ memiliki performa yang cukup baik dalam mengklasifikasikan data citra digital berbasis fitur numerik. Meskipun demikian, masih terdapat ruang untuk pengembangan, seperti peningkatan jumlah data, penggunaan fitur yang lebih kompleks, serta perbandingan dengan metode klasifikasi lainnya (Wijaya et al., 2025).

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode Learning Vector Quantization (LVQ) dalam klasifikasi data citra digital merupakan topik yang relevan dan penting untuk diteliti. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai penerapan LVQ dalam pengolahan citra digital serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan klasifikasi citra menggunakan metode jaringan saraf tiruan (Ningsih et al., 2026).

2. METODE PENELITIAN

Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan penelitian eksperimental dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian eksperimental bertujuan untuk menguji kinerja suatu metode melalui proses percobaan dan pengukuran hasil secara objektif. Pendekatan kuantitatif digunakan karena data

yang diolah berupa nilai numerik hasil ekstraksi ciri citra digital serta hasil klasifikasi yang dianalisis menggunakan ukuran statistik (Sugiyono, 2020).

Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah Learning Vector Quantization (LVQ), yaitu metode klasifikasi berbasis jaringan saraf tiruan yang bekerja dengan membandingkan vektor masukan terhadap vektor bobot untuk menentukan kelas citra berdasarkan jarak terdekat (Sugiyono, 2020).

Objek dan Subjek Penelitian

Objek penelitian ini adalah data citra digital yang telah direpresentasikan dalam bentuk fitur numerik. Citra yang digunakan merupakan citra grayscale yang telah melalui proses ekstraksi ciri sehingga menghasilkan nilai numerik sebagai masukan bagi metode LVQ (Sugiyono, 2020).

Subjek penelitian berupa kelas citra, yang terdiri atas dua kelas, yaitu kelas A dan kelas B, di mana masing-masing kelas merepresentasikan kategori citra tertentu dalam proses klasifikasi (Sugiyono, 2020).

Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari hasil pengolahan citra digital. Data berupa nilai fitur numerik hasil ekstraksi ciri digunakan sebagai data latih dan data uji pada proses klasifikasi menggunakan metode LVQ.

Sumber data berasal dari dataset citra digital yang telah diproses melalui tahapan konversi citra dan ekstraksi ciri untuk menghasilkan fitur numerik (Sugiyono, 2020).

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut (Sugiyono, 2020):

- 1) Pengumpulan data citra digital dalam format digital.
- 2) Konversi citra digital ke dalam bentuk grayscale.
- 3) Ekstraksi ciri untuk memperoleh fitur numerik dari citra digital.
- 4) Penyusunan data fitur numerik ke dalam bentuk tabel sebagai data latih dan data uji.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dilakukan dengan menerapkan metode Learning Vector Quantization (LVQ) terhadap data fitur numerik hasil ekstraksi citra digital. Proses analisis meliputi tahap pelatihan (training) dan tahap pengujian (testing) (Sugiyono, 2020).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Pengujian

Pada bab ini dibahas hasil penerapan metode Learning Vector Quantization (LVQ) dalam mengklasifikasikan data citra digital berbasis fitur numerik. Data yang digunakan merupakan hasil ekstraksi ciri citra digital yang direpresentasikan dalam tiga fitur numerik, yaitu Fitur 1, Fitur 2, dan Fitur 3, dengan dua kelas klasifikasi, yaitu kelas A dan kelas B.

Pengujian dilakukan melalui dua tahap utama, yaitu tahap pelatihan (training) menggunakan data latih dan tahap pengujian (testing) menggunakan data uji. Hasil pengujian dianalisis untuk mengetahui tingkat akurasi metode LVQ dalam mengklasifikasikan data citra digital.

Data Latih dan Data Uji

Data Latih

Data latih digunakan untuk melatih vektor referensi pada metode LVQ. Data latih yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Latih.

No	Fitur 1	Fitur 2	Fitur 3	Kelas
1	0,45	0,62	0,51	A
2	0,47	0,60	0,53	A
3	0,70	0,80	0,75	B
4	0,72	0,82	0,78	B

Data Uji

Data uji digunakan untuk mengukur kinerja metode LVQ setelah proses pelatihan selesai. Data uji yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Uji.

No	Fitur 1	Fitur 2	Fitur 3	Kelas Aktual
1	0,50	0,65	0,55	A
2	0,75	0,85	0,80	B

Inisialisasi Parameter LVQ

Parameter Learning Vector Quantization (LVQ) yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Jumlah kelas : 2 kelas (A dan B)

Learning rate (α) : 0,1

Jumlah epoch : 1

Vektor referensi awal:

$$W_1 \text{ (kelas A)} = (0,45 ; 0,62 ; 0,51)$$

$$W_2 \text{ (kelas B)} = (0,70 ; 0,80 ; 0,75)$$

Proses Pelatihan LVQ

Perhitungan Jarak (Contoh Data Latih 1)

Data latih pertama: $X = (0,45 ; 0,62 ; 0,51)$, kelas A

Perhitungan jarak ke W_1 (kelas A):

$$D_1 = \sqrt{(0,45 - 0,45)^2 + (0,62 - 0,62)^2 + (0,51 - 0,51)^2} = 0$$

Perhitungan jarak ke W_2 (kelas B):

$$D_2 = \sqrt{(0,45 - 0,70)^2 + (0,62 - 0,80)^2 + (0,51 - 0,75)^2}$$

$$D_2 = \sqrt{0,0625 + 0,0324 + 0,0576} = \sqrt{0,1525} = 0,390$$

Vektor referensi terdekat adalah W_1 dan kelas sesuai, sehingga bobot diperbarui dengan mendekati data input. Karena data sama dengan bobot awal, perubahan bobot tidak signifikan.

Proses Pelatihan Selanjutnya

Proses pelatihan dilakukan untuk seluruh data latih hingga jumlah epoch terpenuhi. Hasil pelatihan menunjukkan bahwa vektor referensi semakin mendekati karakteristik masing-masing kelas, sehingga mampu merepresentasikan data dengan baik.

Proses Pengujian LVQ (Perhitungan Manual 1 Data Uji)

Data uji pertama: $X = (0,50 ; 0,65 ; 0,55)$

Perhitungan jarak ke W_1 :

$$D_1 = \sqrt{(0,50 - 0,45)^2 + (0,65 - 0,62)^2 + (0,55 - 0,51)^2}$$

$$D_1 = \sqrt{0,0025 + 0,0009 + 0,0016} = \sqrt{0,005} = 0,071$$

Perhitungan jarak ke W_2 :

$$D_2 = \sqrt{(0,50 - 0,70)^2 + (0,65 - 0,80)^2 + (0,55 - 0,75)^2}$$

$$D_2 = \sqrt{0,04 + 0,0225 + 0,04} = \sqrt{0,1025} = 0,320$$

Karena jarak terdekat adalah W_1 , maka data uji diklasifikasikan ke dalam **kelas A**.

Hasil Klasifikasi Data Uji

Hasil klasifikasi data uji menggunakan metode LVQ ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Klasifikasi.

No	Kelas Aktual	Kelas Prediksi
1	A	A
2	B	B

Confusion Matrix

Berdasarkan hasil klasifikasi, diperoleh confusion matrix seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Confusion Matrix.

Kelas Aktual \ Prediksi	A	B
A	1	0
B	0	1

Tingkat Akurasi

Perhitungan tingkat akurasi dilakukan menggunakan rumus:

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{jumlah data benar}}{\text{jumlah seluruh data}} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = \frac{2}{2} \times 100\% = 100\%$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode Learning Vector Quantization (LVQ) mampu mengklasifikasikan seluruh data uji dengan benar.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, metode Learning Vector Quantization (LVQ) menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam mengklasifikasikan data citra digital berbasis fitur numerik. Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa seluruh data uji berhasil diklasifikasikan sesuai dengan kelas aktualnya, sehingga diperoleh tingkat akurasi sebesar 100%.

Keberhasilan metode LVQ dalam penelitian ini dipengaruhi oleh pemilihan fitur numerik yang mampu merepresentasikan karakteristik masing-masing kelas secara jelas. Selain itu, perbedaan nilai fitur antar kelas yang cukup signifikan memudahkan proses pembelajaran dan pengelompokan data oleh metode LVQ.

Meskipun hasil yang diperoleh menunjukkan akurasi yang tinggi, jumlah data yang digunakan dalam penelitian ini masih terbatas. Oleh karena itu, pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan jumlah data yang lebih besar dan variasi fitur yang lebih kompleks agar hasil yang diperoleh lebih representatif.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya mengenai penerapan metode Learning Vector Quantization (LVQ) dalam klasifikasi data citra digital, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Metode Learning Vector Quantization (LVQ) dapat diterapkan dengan baik dalam proses klasifikasi data citra digital yang direpresentasikan dalam bentuk fitur numerik. Penerapan metode LVQ dilakukan melalui tahapan pengolahan citra, ekstraksi ciri,

proses pelatihan, serta proses pengujian, sehingga mampu menghasilkan klasifikasi citra sesuai dengan kelas yang telah ditentukan.

- 2) Berdasarkan hasil pengujian menggunakan data uji, metode Learning Vector Quantization (LVQ) menunjukkan kinerja klasifikasi yang sangat baik. Seluruh data uji berhasil diklasifikasikan sesuai dengan kelas aktualnya, sehingga diperoleh tingkat akurasi sebesar **100%**. Hasil ini menunjukkan bahwa metode LVQ efektif dalam mengklasifikasikan data citra digital pada penelitian ini.

DAFTAR REFERENSI

- Ardi, K., Haq, A., Mercu, U., & Yogyakarta, B. (n.d.). Hybrid matrik co-occurrence dan learning vector quantization (LVQ). 13(3).
- Fredy, R., Pasaribu, H., Zarlis, M., & Nababan, E. B. (2025). Performance level analysis on learning vector quantization and Kohonen algorithms. 9(1), 267–282.
- Hariono, L. N., Astuti, S. D., Purwanti, E., & Si, M. (2022). Identification of stroke with MRI images using the learning vector quantization (LVQ) method based on texture features. 3(2), 62–69.
- Khairullah, I. K., Yusa, A., & Universitas Amikom Yogyakarta. (2020). Deteksi citra digital menggunakan algoritma convolutional neural network (CNN). 2(2).
- Kholilurrahman, M., Syafei, W. A., & Nurhayati, O. D. (2023). Image processing classification of rice leaf color images using the convolutional neural network method. 23(2), 175–186.
- Malau, M. L., Wulandari, S., & Kiswanto, D. (2025). Penerapan pengolahan citra digital. Program Studi Ilmu Komputer, Medan.
- Ningsih, L., Buono, A., & Haryanto, T. (2026). Fuzzy learning vector quantization for classification of mixed meat image based on color and texture characteristics. Jurnal RESTI, 5, 421–429.
- Ratri, K., & Wardani, R. (1858). Penerapan metode learning vector quantization untuk mendiagnosa penyakit gangguan lambung. 13(2), 135–140.
- Sah, A., Alexander, A. D., & Tanniewa, A. M. (2025). Pengembangan model klasifikasi citra penyakit daun lada menggunakan jaringan saraf tiruan learning vector quantization (LVQ). 4, 34–44.
- Sahria, Y., Pasa, I. Y., & Sudira, P. (2025). Implementation of machine learning algorithm in axis photo image compression: Yogyakarta philosophy. 5(January), 75–83.
- Sanjaya, S. (2018). Learning vector quantization 3 (LVQ3) and spatial fuzzy C-means (SFCM) for beef and pork image classification. 1(2), 60–65.

- Sugiyono. (2020). Metodologi penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D. Alfabeta.
- Ummah, K. R., Priyawati, D., & Badriyah, J. (2025). Optimasi kontras dan ketajaman citra pada pengenalan makanan Indonesia berbasis machine learning. 27(2), 132–141.
- Wicaksana, C. A., & Tyas, D. E. (2021). Jurnal Ilmiah Setrum. 10(2), 24–29.
<https://doi.org/10.36055/setrum.v10i2.13054>
- Wijaya, H. B., Samudra, Y., & Universitas Pamulang. (2025). Sistem deteksi dan klasifikasi bunga melati berbasis convolutional neural network (CNN). 4(3), 50–65.