Journal of Science and Social Research ISSN 2615 – 4307 (Print)
Oct 2026, IX (5): 9585 – 9593 ISSN 2615 – 3262 (Online)
Available online at http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR

PREDIKSI TINGKAT PELANGGARAN LALU LINTAS MENGGUNAKAN METODE LVQ

Windy Winata[1], Muhammad Yasin[2]
Universitas Asahan, Asahan
e-mail: [1]windywinata33@gmail.com, [2]muhammadyasins@gmail.com

Abstract *: Traffic violations remain a concern in maintaining road safety and ensuring compliance with traffic regulations. Differences in the number of violations based on traffic enforcement operations, violation types, and vehicle categories indicate the need for data processing methods that can provide information about traffic violation levels. This study aims to apply the Learning Vector Quantization (LVQ) method to predict traffic violation levels using available historical data. The dataset consists of 10 aggregated observations processed through several stages, including data collection, categorical attribute encoding, normalization, data splitting, model training, and testing. Seven observations were used for training, while the remaining three were used for testing. The LVQ method determines the predicted class by calculating the distance between input data and the reference weight vectors representing each class. The testing results showed that two out of three observations were correctly classified, resulting in an accuracy of 66.67%. This study also developed a web-based application that supports data management, model training, testing, prediction, visualization, and reporting. The findings indicate that LVQ can be implemented to classify traffic violation levels into low, medium, and high categories. However, the limited dataset restricts the interpretation of the model's performance and does not provide sufficient evidence of its generalizability. This study is expected to serve as a foundation for further development of traffic violation analysis systems using larger datasets.*

Keywords: *Traffic Violations, Prediction, Learning Vector Quantization, Artificial Neural Networks, Classification.*

Abstrak : Pelanggaran lalu lintas merupakan salah satu permasalahan dalam penyelenggaraan ketertiban dan keselamatan berkendara. Perbedaan jumlah pelanggaran berdasarkan jenis operasi, jenis pelanggaran, dan kendaraan menunjukkan perlunya pengolahan data yang dapat memberikan gambaran mengenai tingkat pelanggaran lalu lintas. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode Learning Vector Quantization (LVQ) dalam memprediksi tingkat pelanggaran lalu lintas berdasarkan data historis yang tersedia. Data penelitian terdiri atas 10 observasi agregat yang diolah melalui beberapa tahapan, yaitu pengumpulan data, pengkodean atribut kategorikal, normalisasi, pembagian data, pelatihan, dan pengujian model. Sebanyak 7 data digunakan pada proses pelatihan dan 3 data digunakan untuk pengujian. Metode LVQ diterapkan dengan menghitung jarak antara data masukan dan bobot setiap kelas untuk menentukan kelas yang paling sesuai. Hasil pengujian menunjukkan bahwa 2 dari 3 data pengujian berhasil diklasifikasikan sesuai dengan kelas sebenarnya, sehingga diperoleh nilai akurasi sebesar 66,67%. Penelitian ini juga menghasilkan aplikasi berbasis web yang menyediakan fasilitas pengelolaan data, pelatihan, pengujian, prediksi, visualisasi, dan laporan hasil pengolahan data. Berdasarkan hasil tersebut, metode LVQ dapat diterapkan untuk melakukan klasifikasi tingkat pelanggaran lalu lintas ke dalam kategori rendah, sedang, dan tinggi. Namun, jumlah data yang terbatas menyebabkan hasil pengujian belum dapat digunakan untuk menggambarkan kemampuan model secara umum. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan sistem analisis pelanggaran lalu lintas dengan jumlah data yang lebih besar.

Journal of Science and Social Research ISSN 2615 – 4307 (Print)
Oct 2026, IX (5): 1 – 6 ISSN 2615 – 3262 (Online)
Available online at http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR

Kata kunci: Pelanggaran Lalu Lintas, Prediksi, Learning Vector Quantization, Jaringan Saraf Tiruan, Klasifikasi.

PENDAHULUAN

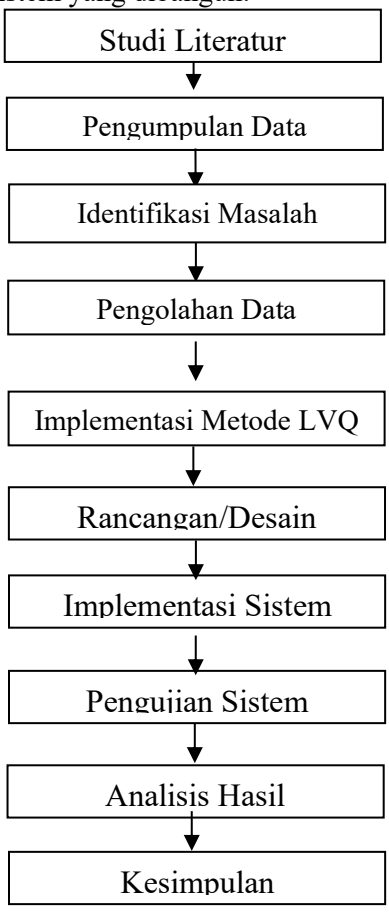
Perkembangan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia mengalami peningkatan yang sangat signifikan setiap tahunnya. Peningkatan tersebut dipengaruhi oleh tingginya kebutuhan masyarakat terhadap sarana transportasi untuk mendukung aktivitas ekonomi, pendidikan, maupun mobilitas sehari-hari. Namun demikian, pertumbuhan kendaraan yang tidak diimbangi dengan tingkat kedisiplinan berlalu lintas menyebabkan meningkatnya jumlah pelanggaran lalu lintas di berbagai daerah. Pelanggaran lalu lintas menjadi salah satu permasalahan serius karena dapat memicu terjadinya kecelakaan, kemacetan, serta menurunkan tingkat keselamatan pengguna jalan.

Penelitian dilakukan oleh Aghajani, Sarvi, dan Yuen (2024) dengan judul *"Predicting Number of Vehicles Involved in Rural Crashes Using Learning Vector QuantizationAlgorithm"*. Penelitian tersebut membahas penerapan metode *Learning Vector Quantization* (LVQ) dalam mengklasifikasikan jumlah kendaraan yang terlibat dalam kecelakaan lalu lintas di daerah pedesaan. Variabel yang digunakan meliputi jenis kendaraan, kondisi jalan, kecepatan kendaraan, dan waktu kejadian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode LVQ mampu mengenali pola data dengan baik dan menghasilkan tingkat akurasi klasifikasi yang cukup tinggi dibandingkan metode konvensional.

Dari latar belakang tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul Prediksi Tingkat Pelanggaran Lalu Lintas Menggunakan Metode *Learning Vector Quantization* (LVQ). Penelitian ini membuat suatu sistem khusus yang mampu mengolah karakteristik perilaku pengendara dan berbagai faktor pelanggaran lalu lintas menjadi suatu tingkat pelanggaran tertentu, seperti kategori rendah, sedang, dan tinggi, khususnya di wilayah hukum Polres Batu Bara.

METODE

Penelitian ini menerapkan metode metode penelitian kuantitatif dengan pendekatan prediktif. Data tersebut selanjutnya diolah menggunakan metode *Learning Vector Quantization* (LVQ) untuk menghasilkan model klasifikasi yang mampu memprediksi tingkat pelanggaran lalu lintas berdasarkan pola data yang telah dipelajari sebelumnya. kerja sistem yang dibangun.



Gambar 1 Kerangka Kerja

Tahapan Analisis

Penelitian diawali dengan pengumpulan data variabel masukan

(*input*) dari polres Batubara yang terdiri dari tujuh parameter utama, yaitu jenis pelanggaran, jenis kendaraan, usia pelanggar, jenis kelamin, lokasi pelanggaran, waktu pelanggaran dan tingkat pelanggaran. Data masukan tersebut kemudian diproses menggunakan tahapan komputasi algoritma logika Jaringan Syaraf Tiruan. Proses analisis keputusan ini dieksekusi melalui tahapan utama yang berjalan secara berurutan, yaitu penentuan kelas pelanggaran, transformasi data, normalisasi data, dan pembagian data training dan data testing.

Implementasi *Learning Vector Quantization*

Metode *LVQ* melakukan klasifikasi berdasarkan jarak antara vektor *input* dengan *reference vector*. Neuron dengan jarak terkecil menjadi *winner neuron*. Parameter awal penelitian ditetapkan berupa *learning rate* awal 0,1, *minimum learning rate* 0,01, dan maksimum *epoch* 100.

Data yang digunakan berupa data agregat sehingga setiap baris data merepresentasikan kelompok pelanggaran atau bentuk penindakan pada periode kegiatan tertentu.

Alat dan Evaluasi

Perhitungan Jaringan Syaraf Tiruan LVQ diimplementasikan ke dalam sistem berbasis web menggunakan PHP dan MySQL guna menjamin efisiensi dan presisi perhitungan matematis. Hasil klasifikasi dari sistem ini memberikan wawasan yang objektif bagi pihak polres Batubara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Data

Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data Data penelitian yang digunakan merupakan data pelanggaran lalu lintas yang telah dikumpulkan dari publikasi mengenai wilayah hukum Polres Batu Bara. data penelitian terdiri dari 10 data pelanggaran dan penindakan lalu lintas yang berasal dari beberapa kegiatan operasi lalu lintas di wilayah Polres Batu Bara pada periode tahun 2023 sampai dengan 2025. Data tersebut meliputi kegiatan Operasi Patuh Toba, Operasi Keselamatan Toba, dan Operasi Zebra Toba. Jenis pelanggaran atau penindakan yang tercatat antara lain tilang, teguran, tidak menggunakan helm SNI, penggunaan knalpot yang tidak sesuai, pelanggaran *Over Dimension Over Load* (ODOL), serta balap liar.

Tabel 1 Data Pelanggaran Lalu Lintas

No	Tahun	Kegiatan	Pelanggaran	Kendaraan	Jumlah	Tingkat
1	2023	Patuh Toba	Tilang	Campuran	45	Sedang
2	2023	Patuh Toba	Teguran	Campuran	690	Tinggi
3	2024	Keselamatan Toba	Helm Tidak SNI	Roda 2	208	Sedang
4	2024	Keselamatan Toba	Knalpot Tidak Sesuai	Roda 2	40	Rendah
5	2024	Keselamatan Toba	ODOL	Campuran	4	Rendah
6	2024	Keselamatan Toba	Balap Liar	Campuran	27	Rendah
7	2025	Keselamatan Toba	Tilang	R2/R4	284	Tinggi
8	2025	Patuh Toba	Tilang	Campuran	125	Sedang
9	2025	Patuh Toba	Teguran	Campuran	480	Tinggi
10	2025	Zebra Toba	Tilang	Campuran	200	Sedang

Journal of Science and Social Research ISSN 2615 – 4307 (Print)
Oct 2026, IX (5): 9585 – 9593 ISSN 2615 – 3262 (Online)
Available online at http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR

Penentuan Kelas Tingkat Pelanggaran

Tingkat pelanggaran dikelompokkan menjadi tiga kelas, yaitu Kelas 1 = Rendah, Kelas 2 = Sedang, dan Kelas 3 = Tinggi. Pengelompokan dilakukan berdasarkan distribusi jumlah atau frekuensi pelanggaran pada data penelitian. 4, 27, 40, 45, 125, 200, 208, 284, 480, 690 Berdasarkan pembagian kelompok data penelitian diperoleh: himpunan kabur disebut domain himpunan kabur. Kategori Rendah, Sedang, dan Tinggi pada penelitian ini merupakan kelas hasil pengolahan data penelitian dan bukan klasifikasi resmi yang dikeluarkan oleh Polres Batu Bara.

Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada tabel berikut**:**

Tabel 2 Kelas Tingkat Pelanggaran

Kelas	Data
Rendah	4, 27, 40
Sedang	45, 125, 200, 208
Tinggi	284, 480, 690

Implementasi *Learning Vector Quantization*

Sebuah Metode *LVQ* memerlukan masukan berupa nilai numerik. Oleh karena itu, data kategorikal ditransformasikan menjadi kode numerik. Tahap transformasi meliputi pengkodean data, normalisasi, dan penyesuaian format agar dapat digunakan sebagai data pelatihan dan pengujian.

Empat variabel *input* yang digunakan adalah X1 = Tahun, X2 = Jenis Operasi, X3 = Jenis Pelanggaran/Penindakan, dan X4 = Jenis Kendaraan. Target T terdiri dari kelas 1 = Rendah, 2 = Sedang, dan 3 = Tinggi. Jumlah/frekuensi digunakan dalam pembentukan kelas target dan tidak dimasukkan kembali sebagai *input LVQ*.

Tabel 3 Pengkodean Variabel

Variabel	Kategori	Nilai
Tahun	2023	1
	2024	2
	2025	3
Operasi	Patuh	1
	Keselamatan	2
	Zebra	3
Pelanggaran	Tilang	1
	Teguran	2
	Helm Tidak SNI	3
	Knalpot Tidak Sesuai	4
	ODOL	5
	Balap Liar	6
Kendaraan	Campuran	1
	Roda 2	2
	R2/R4	3

Normalisasi Data

Normalisasi digunakan agar masing-masing atribut berada pada rentang yang sebanding. Metode yang digunakan adalah *Min-Max Normalization*:

$$X' = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

atribut tahun mempunyai kode minimum 1 dan maksimum 3. Untuk tahun 2024:

$$X' = \frac{(2-1)}{(3-1)}$$
$$X' = 0{,}5$$

Untuk atribut jenis pelanggaran Helm Tidak SNI yang memiliki kode 3, dengan nilai minimum 1 dan maksimum 6:

$$X' = \frac{(3-1)}{(6-1)}$$
$$X' = 0{,}5$$

Tabel 4 Hasil Normalisasi

No	X1	X2	X3	X4	Target
1	0,00	0,00	0,00	0,00	Sedang
2	0,00	0,00	0,20	0,00	Tinggi
3	0,50	0,50	0,40	0,50	Sedang
4	0,50	0,50	0,60	0,50	Rendah
5	0,50	0,50	0,80	0,00	Rendah
6	0,50	0,50	1,00	0,00	Rendah

7	1,00	0,50	0,00	1,00	Tinggi
8	1,00	0,00	0,00	0,00	Sedang
9	1,00	0,00	0,20	0,00	Tinggi
10	1,00	1,00	0,00	0,00	Sedang

Pembagian Data Training dan Testing

Variabel *Dataset* dibagi menjadi 70% data *training* dan 30% data *testing*. Karena jumlah data hanya 10 observasi, pemilihan dilakukan secara tetap dengan mempertahankan keterwakilan kelas agar proses penelitian dapat direproduksi.

Tabel 5 Data Training

Data	Target
D1	Sedang
D2	Tinggi
D3	Sedang
D5	Rendah
D6	Rendah
D7	Tinggi
D10	Sedang

Tabel 6 Data Testing

Data	Target
D4	Rendah
D8	Sedang
D9	Tinggi

Perhitungan *Learning Vector Quantization*
Variabel Penentuan Bobot Awal

Sebagai bobot awal digunakan satu representasi dari masing-masing kelas pada data *training*.

W1 (Rendah) = D5 = [0,50; 0,50; 0,80; 0,00]

W2 (Sedang) = D1 = [0,00; 0,00; 0,00; 0,00]

W3 (Tinggi) = D2 = [0,00; 0,00; 0,20; 0,00]

α = 0,

Perhitungan Data *Training* Pertama

Data pertama memiliki vektor *input* X = [0,00; 0,00; 0,00; 0,00] dengan target Sedang.

Rumus *Euclidean Distance*:

$$D_j = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (X_i - W_{ji})^2}$$

Jarak terhadap W1 (Rendah):

$$D_1 = \sqrt{(0-0{,}5)^2 + (0-0{,}5)^2 + (0-0{,}8)^2 + (0-0)^2}$$

$$D_1 = \sqrt{0{,}25 + 0{,}25 + 0{,}64}$$

$$D_1 = \sqrt{1{,}14}$$

$$D_1 = 1{,}0677$$

Jarak terhadap W2 (Sedang):

$$D_2 = \sqrt{(0-0)^2 + (0-0)^2 + (0-0)^2 + (0-0)^2}$$

$$D_1 = 0$$

Jarak terhadap W3 (Tinggi):

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

$$D_1 = \sqrt{0{,}04}$$

$$D_1 = 0{,}2$$

Karena D2 merupakan jarak terkecil, *winner neuron* adalah W2. Kelas W2 adalah Sedang dan sama dengan target data pertama. Bobot diperbarui dengan rumus mendekati data *input*. Karena X sama dengan W2, bobot W2 tidak mengalami perubahan diambil nilai terbesarnya menggunakan operator

Akses Informasi (55), berikut adalah penjabaran perhitungan matematisnya.

Z = nilai agregasi tidak puas * Singleta tidak puas + puas * Singleta puas + sangat puas * Singleta sangat puas

$$Z = \frac{0{,}75(40) + 0{,}75(60) + 0{,}25(80)}{1{,}75}$$

$$Z = \frac{30 + 45 + 20}{1{,}75}$$

$$Z = 54{,}285$$

Tabel 7 Himpunan Nilai Rekomendas

Data	Target Aktual	Prediksi *LVQ*	Hasil
D4	Rendah	Rendah	Benar
D8	Sedang	Sedang	Benar
D9	Tinggi	Sedang	Salah

Pengujian

Pengujian tingkat lanjut ini dilakukan untuk menghitung tingkat akurasi translasi rumus matematis algoritma jaringan syaraf tiruan ke dalam bahasa pemrograman PHP. Validasi dilakukan dengan cara membandingkan hasil perhitungan komputasi mesin

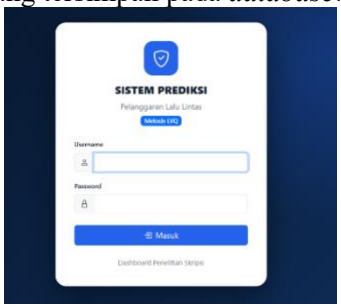
Journal of Science and Social Research ISSN 2615 – 4307 (Print)
Oct 2026, IX (5): 1 – 6 ISSN 2615 – 3262 (Online)
Available online at http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR

(sistem) dengan hasil perhitungan manual yang telah dijabarkan sebelumnya

Pembahasan

Dalam menjalankan sistem yang penulis, berikut langkah-langkah yang harus dilaksanakan:

1. Halaman *Login* digunakan sebagai autentikasi pengguna sebelum dapat mengakses sistem. Pengguna memasukkan *username* dan *password*, kemudian sistem melakukan validasi terhadap akun yang tersimpan pada *database*.



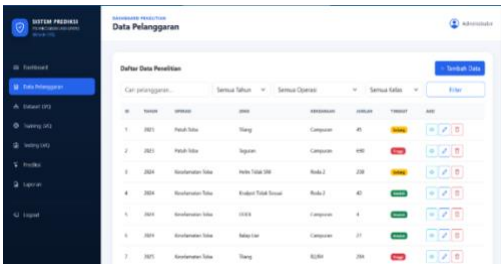
Gambar 2 Halaman Tampilan Login

2. *Dashboard* utama menampilkan ringkasan Total Data, jumlah kelas Rendah, Sedang, Tinggi, dan akurasi model. Selain itu ditampilkan grafik distribusi tingkat pelanggaran, grafik berdasarkan tahun, distribusi operasi, frekuensi pelanggaran, serta tabel data pelanggaran terbaru.



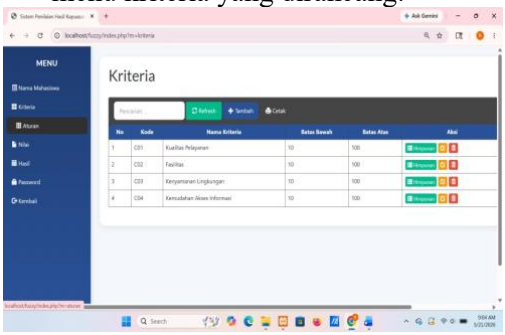
Gambar 3 Halaman Dashboard

3. Halaman Data Pelanggaran digunakan untuk mengelola data mentah penelitian. Fitur yang disediakan meliputi tambah data, edit, hapus, detail, pencarian, *filter* tahun, *filter* operasi, dan *filter* kelas.



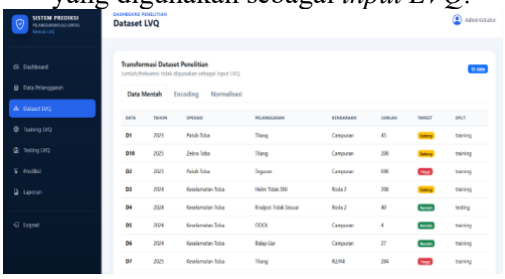
Gambar 4 Halaman Nama Mahasiswa

4. Menu Kriteria digunakan untuk menambahkan data kriteria penilaian yang digunakan sebagai indicator dalam penilaian hasil Kepuasan Mahasiswa. Berikut tampilan dari menu kriteria yang dirancang.



Gambar 5 Halaman Data Pelanggaran

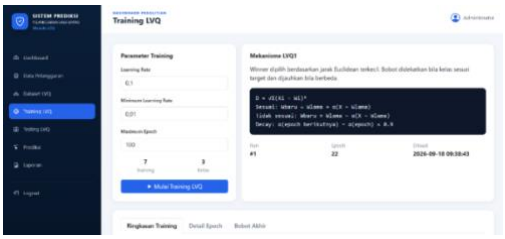
5. Halaman *Dataset LVQ* menampilkan tahapan perubahan data melalui tab Data Mentah, *Encoding*, dan Normalisasi. Halaman ini memperlihatkan hubungan antara data kategorikal dengan vektor numerik yang digunakan sebagai *input LVQ*.



Gambar 6 Halaman Dataset LVQ

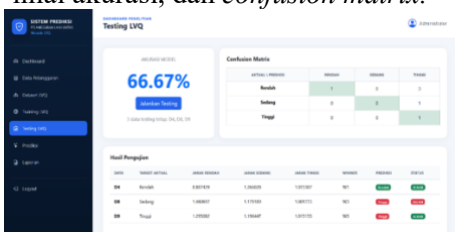
6. Halaman *Training LVQ* menampilkan *learning rate*, *minimum learning rate*, maksimum *epoch*, jumlah data *training*, jumlah kelas, proses perhitungan jarak, *winner neuron*, kondisi kesesuaian target, perubahan bobot, dan bobot akhir.

Journal of Science and Social Research ISSN 2615 – 4307 (Print)
Oct 2026, IX (5): 1 – 6 ISSN 2615 – 3262 (Online)
Available online at http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR



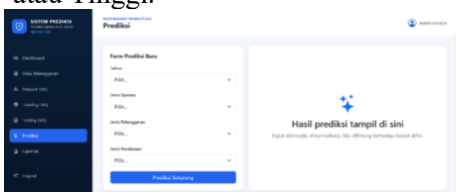
Gambar 7 Halaman Training LVQ

7. Halaman *Testing LVQ* digunakan untuk menguji data yang tidak digunakan pada proses *training*. Sistem menampilkan target aktual, jarak terhadap setiap kelas, *winner*, hasil prediksi, status benar atau salah, nilai akurasi, dan *confusion matrix*.



Gambar 8 Halaman Testing LVQ

8. Halaman Prediksi digunakan untuk memasukkan data baru berupa tahun, jenis operasi, jenis pelanggaran, dan jenis kendaraan. Sistem melakukan *encoding*, normalisasi, menghitung jarak terhadap bobot akhir, kemudian menampilkan kelas Rendah, Sedang, atau Tinggi.



Gambar 8 Halaman Prediksi

9. Halaman laporan digunakan untuk menampilkan hasil pengolahan data, berdasarkan filter tahun, operasi, tingkat pelanggaran dan periode data.



Gambar 10 Halaman Laporan

SIMPULAN

Berdasarkan rancangan hasil implementasi metode *LVQ* terhadap data penelitian, sistem dapat melakukan proses pembelajaran terhadap data pelanggaran lalu lintas dan menghasilkan klasifikasi ke dalam tingkat Rendah, Sedang, dan Tinggi. Pada perhitungan awal terhadap tiga data *testing*, dua data diklasifikasikan sesuai kelas target dan satu data menghasilkan klasifikasi berbeda sehingga diperoleh akurasi awal sebesar 66,67%. Metode *Learning Vector Quantization* (LVQ) dapat diterapkan untuk melakukan klasifikasi dan prediksi tingkat pelanggaran lalu lintas. Proses pengolahan dilakukan melalui tahapan transformasi (*encoding*) data, normalisasi, pembagian data *training* dan *testing*, penentuan bobot awal, perhitungan jarak Euclidean, penentuan *winner neuron*, serta pembaruan bobot sampai kondisi penghentian proses pelatihan terpenuhi. Bobot akhir hasil pelatihan kemudian digunakan untuk menentukan kelas prediksi tingkat pelanggaran.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Adawiyah, N. A. S., & Suharyanto, C. E. (2026). Implementasi Sistem Informasi Penjualan Dan Produksi UMKM Berbasis Web: Studi Kasus Keripik Kari Fartiana. *Jursima*, *13*(1), 74–83.

Aldi, M., & Aji, M. I. (2025). Perancangan Sistem Digital Surat Masuk Dan Surat Keluar Di UPTD Kesmavet Berbasis Web. *Jurnal Multidisiplin Ilmu Akademik*, *2*(2), 65–77.

Alvianita, F. (2023). Penerapan *Learning Vector Quantization* (LVQ) Pada Klasifikasi Indeks Pembangunan Manusia Di Indonesia. *Diskusi Panel Nasional Pendidikan Matematika*, *9*.

Alvianita, F., Winarno, B., & Martini, T. S. (2023). Penerapan *Learning Vector Quantization* (LVQ) pada Klasifikasi Indeks Pembangunan Manusia di Indonesia. *Prosiding Diskusi Panel*

Nasional Pendidikan Matematika, *9*, 149–154.

Ardi, S., & Patrio, E. (2026). Peran Polisi Lalu Lintas Dalam Penegakan Hukum Pelanggaran Lalu Lintas Di Wilayah Hukum Kepolisian Resor Padang Panjang. *Jurnal Legalitas*, *4*(1), 9–23.

Arif, S. M. (2023). Pembuatan Website Informasi dan Pendaftaran Webinar Umum Menggunakan PHP dan MySQL. *Journal Of Information System, Applied, Management, Accounting And Research*, *7*(3), 789–796.

Darmila, I., Afrianty, I., Sanjaya, S., Abdillah, R., Iskandar, I., & Syafria, F. (2022). Evaluasi Perbandingan Performansi LVQ 1, LVQ 2, dan LVQ 3 dalam Klasifikasi Jenis Kelamin Menggunakan Tulang Tengkorak. *Jurnal INSTEK (Informatika Sains Dan Teknologi)*, *7*(2), 344–353.

Dewi, N. P. K., Yuliartini, N. P. R., & Dantes, K. F. (2022). Implementasi Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan terhadap penegakan hukum pelaku balapan liar di Kabupaten Jembrana. *Jurnal Komunitas Yustisia*, *5*(2), 383–399.

Fajri, I. T. I., Sari, H. L., Dinata, R. K., Hasdyna, N., & Fadhilah, C. (2024). *Data Mining*. Serasi Media Teknologi.

Fauzan, B. L., Agustin, T., & Mahmudah, A. M. H. (2024). Prediksi Klasifikasi Kecelakaan Lalu Lintas di Kota Surakarta dengan Menggunakan Metode Regresi Logistik Multinomial. *Sustainable Civil Building Management and Engineering Journal*, *1*(4), 1–9. https://doi.org/10.47134/scbmej.v1i4.

Febrianto, M. F., Priyatno, A., Adisty, H., Saputri, A. F., Amanullah, R., Krissella, T. P., & others. (2024). Prediksi Situasi Lalu Lintas Menggunakan Machine Learning Dengan Algoritma K-Nearest Neighbors Classifier. *Informatik: Jurnal Ilmu Komputer*, *20*(1), 28–34.

Gunadi, I. G. A., Gunawan, I. M. A. O., Candana, P. E. W. H., Arnawa, I. A. W., & Putra, K. A. E. K. (2022). Klasifikasi Curah Hujan Harian Menggunakan *Learning Vector Quantization*. *Jurnal Ilmu Komputer Indonesia*, *7*(2). https://doi.org/10.23887/jik.v7i2.4060

Hariyanto, D. C. (2023). *Analisis K-Means dan Self Organizing Maps pada Data Relevansi Program Studi dan Pekerjaan Lulusan S1 Informatika*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

Haryanto, H. (2024). Analisis Big Data dan Artificial Intelligence (AI): dalam Industri Khususnya Prediksi Penyakit Jantung dengan Phyton. *Go Infotech: Jurnal Ilmiah STMIK AUB*, *30*(1), 76–86.

Kusumawardani, D. M., Astiti, S., Fathoni, M. Y., Sunardi, D., & Fernandez, S. (2023). *Web Dasar Menggunakan HTML, CSS, JS, PHP dan Studi Kasus*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.

Prasetyo, W. (2024). *Peran Polisi Lalu Lintas Polresta Banyumas Dalam Meningkatkan Kesadaran Hukum Bagi Pengendara Di Bawah Umur*. Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Purba, N. S. U., Sidabutar, S. S. S., Simbolon, W. L., Sitohang, F. I., Samosir, S. M., & Hardinata, J. T. (2026). Prediksi Harga Emas di Indonesia Menggunakan Machine Learning. *Jurnal Komputer Teknologi Informasi Sistem Komputer (JUKTISI)*, *5*(1), 999–1011.

Purbhawa, I. G. N. B. L., & Wibawa, I. G. A. (2024). Klasifikasi Tingkat Keparahan Kecelakaan Lalu Lintas Menggunakan Random Forest Classifier. *Jurnal Nasional Teknologi Informasi Dan Aplikasnya*, *3*(1), 53–62. https://doi.org/10.24843/JNATIA.2024.v03.i01.p07

Puspita, D. (2022). Implementasi *Learning Vector Quantization* untuk Klasifikasi Jenis Buah Kelapa

Menggunakan Image Processing. *The Indonesian Journal of Computer Science*, *11*(3). https://doi.org/10.33022/ijcs.v11i3.3108

Rudhistiar, D., Wahyani, W., & Yusri, T. A. S. (2023). Classification of Palm Fruit Ripeness Level Using *Learning Vector Quantization* (LVQ) Method. *INISTA: Journal of Informatics, Information System, Software Engineering and Applications*, *6*(1). https://doi.org/10.20895/inista.v6i1.1273

Silfiani, M., & Lembang, G. R. (2023). Perbandingan Peramalan Jumlah Kasus Kecelakaan Lalu Lintas Kota Balikpapan dengan Linear Trend Analysis dan Double Exponential Smoothing. *EQUIVA Journal: Journal of Mathematics & Information Technology*, *1*(1), 14–18. https://doi.org/10.35718/equiva.v1i1.757

Sisephaputra, B., Apriyanto, A., Putra, P. M., Nur, M., Wahyuni, E. D., Ardiada, I. M. D., & Haryono, H. (2025). *Buku Ajar Pemrograman Web*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.

Suli, K. T., & Nirsal, N. (2023). Rancang bangun sistem informasi desa berbasis website (studi kasus Desa Walenrang). *D'computare: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, *13*(1), 24–32.

Sumtaki, P., Ka'bah, S., & Latief, F. H. (2022). Implementasi Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan Dalam Meningkatkan Keamanan Dan Keselamatan Berlalu Lintas Di Kalangan Anak Remaja Di Kabupaten Pulau Morotai Tahun 2022. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, *8*(13), 576–585.

Suthanaya, P. A. (2023). *Rekayasa Lalu Lintas*. Penerbit CV. Sarnu Untung.

Utomo, M. F., Fikry, M., Hamdhana, D., Abdullah, D., & Nurdin, N. (2026). Traffic Accident Prediction Using Machine Learning Based on PT Jasa Raharja Data. *Informatika Mulawarman: Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, *21*(1), 1–12. https://doi.org/10.30872/jim.v21i1.25392

Wang, J. (2022). Classification of 3D CAD Models considering the Knowledge Recognition Algorithm of Convolutional Neural Network. *Advances in Multimedia*, *2022*. https://doi.org/10.1155/2022/1794571

Wisnawa, A., Wibawa, I. G. A., Dwidasmara, I. B. G., Raharja, M. A., Mogi, I. K. A., & Putri, L. A. A. R. (2022). Application of *Learning Vector Quantization* Algorithm in Educational Games Learning to Write Aksara Bali. *JELIKU: Jurnal Elektronik Ilmu Komputer Udayana*, *11*(1), 205–214. https://doi.org/10.24843/JLK.2022.v11.i01.p22

Zabihullah, F., Budianita, E., Syafria, F., & Afrianty, I. (2025). Implementasi *Learning Vector Quantization* 2 dan Information Gain untuk Klasifikasi Penyakit Ginjal Kronis. *Information System Journal (INFOS)*, *8*(1), 40–50. https://doi.org/10.24076/infosjournal.2025v8i01.2118

Zaenudin, I., & Riyan, A. B. (2024). Perkembangan Kecerdasan Buatan (AI) Dan Dampaknya Pada Dunia Teknologi. *Jurnal Informatika Utama*, *2*(2), 128–153.

Zebua, R. S. Y., Khairunnisa, K., Hartatik, H., Pariyadi, P., Wahyuningtyas, D. P., Thantawi, A. M., & Kharisma, L. P. I. (2023). *Fenomena Artificial Intelligence (AI)*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.