



Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Kejuruan (JIPTEK)

Jurnal Homepage: <https://jurnal.uns.ac.id/jptk>

PERBANDINGAN K-NEAREST NEIGHBOR (KNN) DAN SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM) DALAM PENGENALAN KARAKTER PLAT KENDARAAN BERMOTOR

Aris Budianto¹, Dwi Maryono², Rosihan Ariyuana³

^{1,2,3} Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, FKIP,
Universitas Sebelas Maret Surakarta
Jalan Ahmad Yani 200 Surakarta
Email: arisbudianto@staff.uns.ac.id

ABSTRAK

Penelitian mengenai pengenalan karakter plat nomor kendaraan atau *Automatic License Plate Detection* (ALPR) sudah banyak dilakukan. Berbagai metode *machine learning* digunakan pada proses pengenalan karakter plat nomor kendaraan. Pada penelitian ini akan membandingkan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) dan *Support Vector Machine* (SVM) dalam pengenalan karakter plat nomor kendaraan. Pengujian sistem pada 20 pengujian didapatkan hasil sebagai berikut: Akurasi pengujian pengenalan plat kendaraan dengan metode *Support Vector Machine* dengan akurasi 95%. Sedangkan menggunakan metode KNN mendapatkan akurasi pengujian 80%.

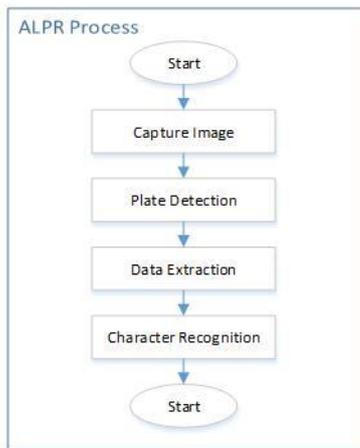
Kata kunci: *Automatic License Plate Detection* (ALPR), *K-Nearest Neighbor* (KNN), *Support Vector Machine* (SVM)

PENDAHULUAN

Penelitian sistem pengenalan plat nomor kendaraan atau *Automatic License Plate Recognition* (ALPR) sangat bermanfaat untuk pengembangan sistem transportasi cerdas, pemantauan pelanggaran lalu-lintas, pencarian kendaraan yang hilang, dan sistem pembayaran di pintu tol. Sistem pengenalan karakter terdiri dari 3 tahap utama, seperti yang dijelaskan pada Gambar 1, yaitu: sistem deteksi lokasi plat nomor kendaraan, ekstraksi data berupa karakter dari plat nomor kendaraan dan sistem pengenalan karakter.

Sebuah kendaraan akan memiliki tanda pengenal berupa kode unik Tanda Nomor Kendaraan Bermotor atau TNKB. TNBK terdiri dari 4 warna, hitam untuk pribadi, kuning untuk angkutan umum, merah untuk instansi pemerintah dan putih untuk kendaraan baru. Kode dalam TNKB terdiri dari dua baris, baris pertama terdiri dari huruf yang menunjukkan kode wilayah, diikuti dengan nomor dan kode area yang menunjukkan kabupaten domisili pemilik kendaraan. Baris kedua menunjukkan bulan dan tahun masa berlaku TNBK. TNBK menjadi identitas kendaraan ketika memasuki lokasi parkir, pembayaran kewajiban pajak

kendaraan, dan pelacakan pelanggaran lalu lintas.



Gambar 1 alur penelitian ALPR

Penelitian mengenai ALPR sudah banyak dilakukan oleh banyak peneliti dengan berbagai metode *machine learning* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 review penelitian tentang ALPR

NO	Peneliti	Metode
1	(Fitriawan, Pucu, & Baptista, 2012), (Nugroho, 2012), (Avianto, 2016), (Bahtiar, 2016), (Haryoko & Pramono, 2016)	NN Backpropagation
2	(Iswanto, Usman, & Novamizanti, 2010)	PNN and K-Nearest Neighbor (KNN)
3	(Mellolo, 2012)	Kohonen neural Network
4	(Aryo Michael, 2016), (Dharu, 2015), (Putra, 2017), (Gumelar, Fibriani, Setiabudi, & Supeno, 2016), (Widianto, Wijaya, & Windasari, 2017), (Ruslianto & Harjoko, 2011), (Sihombing, Nugroho, & Wibirama, 2015)	Template Matching
5	(Relung Satria D, Isnanto, & Zahra, 2014), (Sari, 2011), (Lahmurahma, 2013)	K-nearest neighbor (KNN)

6	(Syawaluddin. Mochammad Taufik, Tjokorda Agung Budi Wirayuda, 2010), (Wong, Hardy, & Maulana, 2013), (Wicaksana, 2011)	Learning Vector Quantization (LVQ)
7	(Taufiq, Hidayatno, & Isnanto, 2012), (Udayana & Darmawiguna, 2016), (Prasetia & Harinitha, 2014), (Elisya, Rahayani, & Diono, 2016), (Setiadi, 2007)	Tesseract OCR
8	(Hariyani, Usman, & Mursita, 2010)	JST Self Organizing Map
9	(Yulida, Kusumawardhan, & Setijono, 2013)	Principal Component Analysis (PCA)
10	(Sitompul, Sulistiyo, & Purnama, 2016)	NN MLP
11	(Gunawan, Mutholib, & Kartiwi, 2017)	Artificial Neural Network (ANN) and Template
12	(Hidayatullah, Syakrani, Suhartini, & Muhlis, 2012)	Modified Template Matching
13	(Tarigan, Nadia, Diedan, & Suryana, 2017)	GA optimized BPNN
14	(Noprianto, Wibirama, & Nugroho, 2017)	Support Vector Machine

Pada penelitian ini akan membandingkan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) dan *Support Vector Machine* (SVM). SVM merupakan salah satu metode dalam *pattern recognition* yang bekerja atas prinsip menemukan *hyperplane* terbaik yang memisahkan dua buah class pada input *space* dan mencari titik maksimalnya. SVM memiliki akurasi yang baik dalam pengenalan pola. Kelebihan lain dari metode SVM adalah pada proses *learning* yang cepat. Sedangkan kekurangan SVM sulit dipakai dalam problem jumlah sample besar.

Metode SVM digunakan oleh beberapa peneliti, antara lain (Noprianto et al., 2017). Pada penelitian ini menggunakan metode SVM untuk mengenali karakter plat nomor kendaraan.

Pada penelitian ini dilakukan pada 21 kendaraan pada jarak 1, 3 dan 5 meter. Dari hasil penelitian dihasilkan sistem mampu mengenali karakter dengan akurasi 89.77% untuk jarak 1 m, 82.86% untuk jarak 3 m, dan 65.22% untuk jarak 5m. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh (Uddin, Joolee, & Chowdhury, 2016) di Bangladesh menghasilkan system dengan akurasi 99,2 %.

Metode kedua yang digunakan adalah KNN. KNN merupakan salah satu dari metode algoritma supervised yang digunakan dalam mengklasifikasikan sebuah obyek dengan dengan membandingkan dengan mayoritas atribut dan training sample yang ada. Kelebihan KNN menggunakan prinsip yang sederhana, bekerja berdasarkan jarak terpendek dari sampel uji ke sampel latih dan tidak memperhitungkan kemungkinan distribusi dari masing-masing kelas. Sedangkan kekurangan dari metode KNN adalah *computational cost* dan sensitif terhadap derau dan input yang tidak sesuai karena KNN tidak memiliki *weight* atau bobot pada masing-masing atribut. Penelitian pengenalan karakter menggunakan metode KNN dilakukan oleh beberapa peneliti, antara lain: (Relung Satria D et al., 2014), (Sari, 2011) dan (Lahmura, 2013).

Perbandingan metode SVM dan KNN akan diterapkan pada pengujian citra plat nomor yang kendaraan yang sama, dengan metode yang sama. Diharapkan akan didapatkan hasil pengujian yang menunjukkan metode manakah yang lebih baik.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dibatasi pada beberapa kondisi, diantaranya:

1. Sistem tidak mendeteksi lokasi plat, plat sudah *dicapture*
2. Plat pada kondisi yang bersih tanpa gangguan obyek yang lain, misalnya stiker, baut atau obyek yang lain.
3. Sudut pengambilan yang lurus dengan toleransi sudut hingga 15° .

Langkah-langkah penelitian ini ditunjukkan pada gambar 1. Proses yang pertama diawali dengan pengolahan awal (*preprocessing*). Tahapan pengolahan awal terdiri dari beberapa tahap, yaitu:

- a. Perubahan menjadi *grayscale*.
Tahap perubahan menjadi grayscale atau skala keabuan adalah mengubah citra RGB menjadi aras keabuan dengan membagi nilai $(R + G + B)/3$. Tujuan dari perubahan ini adalah untuk mempercepat komputasi.
- b. *Blurring*
Blur salah satu teknik *Smoothing* yang menyebabkan citra menjadi kabur dan tidak fokus. *Blur* akan menghilangkan detail dan detil halus dari sebuah citra. *Blur* menggunakan teknik perataan nilai piksel-piksel yang bertetangga, semakin besar nilai mask yang digunakan maka akan menghasilkan pengaburan yang semakin besar. *Blur* bertujuan untuk menghilangkan derau sebuah citra.
- c. Filter Sobel
Operator Sobel merupakan salah satu algoritma untuk deteksi tepi citra. Filter Operator Sobel merupakan pengembangan

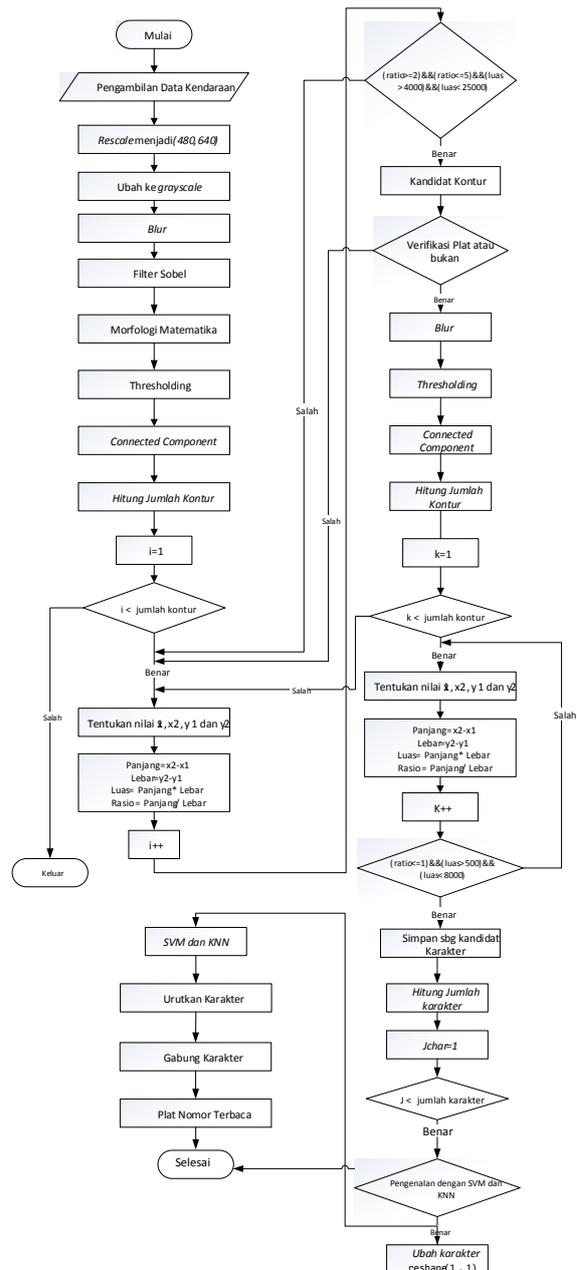
metode Robert dengan menggunakan Filter *High Pass Filter* (HPF). Filter Sobel menggunakan konsep laplacian dan gaussian yang dikenal sebagai fungsi untuk membangkitkan HPF. Deteksi tepi atau *Edge Detection* merupakan teknik pengolahan citra untuk menemukan batas-batas obyek dalam citra. Deteksi tepi bermanfaat untuk mendeteksi fitur dan benda-benda dalam citra. Deteksi tepi digunakan untuk memisahkan objek dengan latar belakang. Operator sobel memanfaatkan sebuah gradient yang besar pada citra untuk menemukan tepi citra. Kelebihan dari metode Sobel ini adalah kemampuan untuk mengurangi noise sebelum melakukan perhitungan deteksi tepi.

- d. Morfologi (*morphology*) merupakan metode untuk mendiskripsikan atau menganalisa bentuk obyek digital dan mengekstrak komponen gambar atau obyek dari komponen yang terhubung. Operasi dasar morfologi ada beberapa jenis seperti: *dilation, erosion, closing dan opening*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *closing*. Metode *Closing* merupakan metode untuk menutup lubang kecil dalam sebuah area yang muncul setelah deteksi tepi.

e. *Thresholding*

Pengambangan atau *Thresholding* merupakan metode untuk mengelompokkan *pixel* dalam sebuah citra berdasarkan batas nilai intensitas tertentu. Metode *Thresholding* yang digunakan adalah

metode otsu. *Thresholding* akan membandingkan nilai masing-masing *pixel* dari sebuah citra dengan nilai *Thresholding* (T). Apabila nilai sebuah *pixel* kurang dari nilai T, maka nilai *pixel* akan menjadi 0, sedangkan untuk nilai *pixel* yang lebih dari T akan diganti nilainya menjadi 1.



Gambar 2 Alur Penelitian

Apabila sebuah citra sudah siap, maka langkah selanjutnya, yaitu:

1. Pembuatan citra latihan
2. Pengujian

Pembuatan Citra Latihan

Pada tahap ini, apabila sistem sudah siap, maka langkah selanjutnya adalah melatih sistem untuk dapat mengenali karakter pada plat nomor kendaraan. Sistem dilatih untuk dapat mengenali karakter dalam berbagai macam variasi warna, pencahayaan dan kualitas citra.

Citra latihan dibuat untuk mendeteksi karakter menggunakan metode *Support Vector Machine* dan *K Nearest Neighbor*. Citra latihan yang berupa karakter yang terdiri dari angka 1-9 dan huruf A-Z sejumlah 36 karakter. Masing-masing karakter, A-Z dan 0-9 terdiri dari 15 citra. Masing-masing disimpan dalam folder yang berbeda sesuai jenis karakter huruf atau angkanya. Total dari citra latihan yang digunakan adalah 540 buah. Citra latihan karakter ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Contoh citra latihan untuk pengenalan karakter



Berikut ini tahapan-tahapan pelatihan sistem dengan menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM) dan *k Nearest Neighbor* (KNN):

1. Langkah pertama adalah memuat citra kedalam variabel `Mat img`. Data di ubah menjadi citra dengan ukuran (16x16) piksel. Tujuan dari perubahan ini adalah untuk mempercepat proses komputasi.
2. Langkah kedua adalah mengubah citra 2D menjadi 1D. Matrik citra diubah menjadi citra dengan jumlah channel 1 dan baris 1 dengan perintah `img.reshape(1, 1)`;
3. Langkah ketiga adalah menyimpan citra latihan kedalam variabel `Mat trainingImages`. Proses ketiga akan menghasilkan dua label, yaitu digit dan keterangannya. Keluaran dari proses disimpan dalam bentuk `vector<int> trainingLabels`. Proses penyimpanan menggunakan perintah `trainingImages.push_back(img)`; dan `trainingLabels.push_back(digit)`;
4. Langkah ke empat adalah merubah citra latihan dari `CV_8UC1` menjadi `CV_32FC1`. Citra latihan disimpan kedalam 2 file, yaitu: `SVM.xml` untuk metode SVM dan `KNN.xml` untuk metode KNN.

Pengenalan Karakter

Langkah-langkah pengenalan karakter menggunakan SVM dan KNN adalah sebagai berikut:

- Langkah pertama adalah memuat file hasil pelatihan `svm.xml` dan `knn.xml`. Kemudian file `svm.xml` dan `knn.xml` disimpan ke dalam `vector<Mat> SVM_TrainingData` dan menyimpan klas data kedalam `vector<Mat> SVM_Classes` dan `vector<Mat> KNN_Classes`.

- Langkah kedua adalah mengidentifikasi jumlah kandidat karakter. Masing-masing kandidat disimpan kedalam vector kandidat. Dengan menggunakan iterasi, membaca masing-masing kandidat karakter dibandingkan data uji dengan hasil pelatihan dengan menggunakan *CvSVM::predict* dan *KNearest::predict*.
- Hasil dari pengujian akan menghasilkan karakter 1-36. Langkah selanjutnya adalah mengkonversi label dari 1-36 menjadi 0-9 dan A-Z, seperti berikut ini { '0', '1', '2', '3', '4', '5', '6', '7', '8', '9', 'A', 'B', 'C', 'D', 'E', 'F', 'G', 'H', 'I', 'J', 'K', 'L', 'M', 'N', 'O', 'P', 'Q', 'R', 'S', 'T', 'U', 'V', 'W', 'X', 'Y', 'Z' }.
- Hasil dari pengujian kemudian disimpan kedalam variabel *PlatNo* dan ditampilkan kedalam *TextBox*.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian dari metode SVM dan KNN ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3 Hasil pengujian dengan SVM dan KNN

No	Real	SVM	KNN
1	APE8549	APE854I	APE8549
2	MTN8985	MTN8985	MTN8985
3	MN8793	MN8794	MN8795
4	YMN792	YMN793	YMN794
5	ZHE7081	ZHE7082	ZHE7083
6	MM9628	MM9628	MM9628
7	ME3408	ED3408	ED340B
8	YHX3893	YHX3894	YHX3895
9	ZZ2648	ZZ2649	ZZ2650
10	MN3833	PN3833	PN3833
11	YM7174	YM7174	YM7174
12	YXZ567	YXZ567	YXZ567
13	KYA9649	KYA9649	KYA9649

No	Real	SVM	KNN
14	ME9839	ME9839	ME9838
15	YH5855	YH5855	YH5855
16	YAM7069	YAM7069	YAM7066
17	VII3845	VIID3845	VIID3845
18	YBY6488	Y8Y6488	V81648B
19	HPH9924	IFM9924	IFM9921
20	YEA220	YEA220	YEA22U

Pengujian dilakukan pada 20 nomor kendaraan. Pengujian pertama menggunakan metode SVM. Dari 20 pengujian terdapat 1 kali kesalahan. Akurasi dari metode SVM didapatkan 95%. Terdapat kesalahan angka 9 terbaca 1 dengan metode SVM. Sedangkan pada pengujian pengenalan karakter menggunakan metode KNN. Dari 20 pengujian pembacaan karakter terdapat 4 kali kesalahan atau dengan kata lain akurasi dari metode KNN adalah 80%.

Pengenalan karakter dengan metode SVM dan KNN masih terdapat kesalahan dalam mengenali karakter yang hampir mirip seperti 8 dengan B, 0 dengan O dan Q dan beberapa karakter yang lain.

Tabel 4 Perbandingan Metode KNN dan SVM

NO	Metode	Akurasi
1	SVM	95%
2	KNN	80%

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari hasil pengenalan karakter plat nomor dengan metode SVM dan KNN didapatkan hasil seperti berikut:

1. Prosentase akurasi pengenalan dengan metode SVM adalah 95%. Sedangkan

Pengenalan dengan menggunakan metode KNN adalah 80%.

2. Terjadi beberapa kesalahan dalam mengenali karakter yang hampir mirip seperti 8 dengan B, 0 dengan O dan Q dan beberapa karakter yang lain.

Saran

1. Perlunya dikembangkan penelitian lebih lanjut dengan metode *deep learning*, sehingga dapat dibandingkan hasil metode dengan *machine learning* dengan *deep learning*.
2. Variasi citra latih dengan berbagai kondisi pencahayaan, font, warna dan bentuk diharapkan dapat meningkatkan akurasi sistem dalam mengenali karakter.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryo Michael. (2016). Pengenalan Plat Kendaraan Berbasis Android Menggunakan Viola Jones Dan Kohonen Neural Network. *Jurnal Ilmiah ILKOM*, 8(2), 95–102. https://doi.org/10.1007/978-3-642-20617-7_6563
- Avianto, D. (2016). Pengenalan Pola Karakter Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Algoritma Momentum Backpropagation Neural Network. *Jurnal Informatika*, 10(1), 1199–1209.
- Bahtiar, A. (2016). Sistem Deteksi Nomor Polisi Mobil dengan Menggunakan Metode Haar Classifier dan OCR guna Mempermudah Administrasi Pembayaran Parkir. *Journal of Information Technology (J-INTECH)*, 4(1), 40–46.
- Dharu, W. dan H. W. (2015). Pembuatan Prototipe Sistem Deteksi Plat Kendaraan Bermotor Di Indonesia. *Edu Komputika Journal*, 2(2), 1–8.
- Elisya, F. H., Rahayani, R. D., & Diono, M. (2016). Otomatisasi Gerbang Parkir Dengan Membaca Nomor Plat Kendaraan. *Jurnal Aksara Elementer*, 5(1), 75–83.
- Fitriawan, H., Pucu, O., & Baptista, Y. (2012). Identifikasi Plat Nomor Kendaraan Secara Off-Line Berbasis Pengolahan Citra Dan Jaringan Syaraf Tiruan. *ELECTRICIAN Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*, 6(2), 123–126.
- Gumelar, M. G., Fibriani, I., Setiabudi, D., & Supeno, B. (2016). Analisis Sistem Pengenalan dan Keamanan Kriptografi Hill Cipher pada Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode Template Matching. In *Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi 2016* (pp. 29–38). Yogyakarta.
- Gunawan, T. S., Mutholib, A., & Kartiwi, M. (2017). Performance Evaluation of Automatic Number Plate Recognition on Android Smartphone Platform. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 7(4), 1973. <https://doi.org/10.11591/ijece.v7i4.pp1973-1982>
- Hariyani, Y. S., Usman, K., & Mursita, D. (2010). *Pengenalan Plat Kendaraan Berbasis Pengolahan Citra Digital Dan Jaringan Syaraf Tiruan Self-Organizing Maps(SOM)*.
- Haryoko, A., & Pramono, S. H. (2016). Pengenalan Karakter Plat Kendaraan Bermotor berbasis Citra dengan menggunakan Metode Canny dan Algoritma Backpropagation. *Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics*, 1(2), 93–105.
- Hidayatullah, P., Syakrani, N., Suhartini, I., & Muhlis, W. (2012). Optical Character Recognition Improvement for License Plate Recognition in Indonesia. In *AMSS 6th European Modelling Symposium Optical* (pp. 249–254). <https://doi.org/10.1109/EMS.2012.95>
- Iswanto, N., Usman, K., & Novamizanti, L. (2010). *Desain dan Implmentasi Color Code untuk Verifikasi Nomor Kendaraan Bermotor pada Sistem Parkir*. Institut Teknologi Telkom.
- Lahmura, H. F. (2013). *Perbandingan Dalam Pengenalan Karakter Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Image Centroid*

- and Zone Dengan Klasifikasi K-Nearest Neighbor Dan Probabilistic Neural Network. Institut Pertanian Bogor.
- Mellolo, O. (2012). Pengenalan Plat Nomor Polisi Kendaraan Bermotor. *Jurnal Ilmiah Sains*, 12(1), 36–42.
- Noprianto, Wibirama, S., & Nugroho, H. A. (2017). Long distance Automatic Number Plate Recognition under perspective distortion using zonal density and Support Vector Machine. In *Proceeding - 2017 3rd International Conference on Science and Technology-Computer, ICST 2017* (pp. 159–164). <https://doi.org/10.1109/ICSTC.2017.8011871>
- Nugroho, D. (2012). *Image Processing. Image Processing*. Universitas Kristen Satya Wacana. <https://doi.org/10.5772/122>
- Prasetia, C., & Harinitha, D. (2014). Implementasi Sistem Pendeteksi Plat Nomor Kendaraan untuk Tiket Masuk Parkir Kendaraan. *Jurnal Aksara Elementer Politeknik*, 3(1), 49–55.
- Putra, E. D. (2017). Optimasi Kemampuan Segmentasi Otsu Pada Identifikasi Plat Nomor Kendaraan Indonesia Menggunakan Metode Gaussian. *Pseudocode*, IV(1), 47–60.
- Relung Satria D, Isnanto, R., & Zahra, A. A. (2014). Pengenalan Plat Kendaraan Secara Waktu Nyata Menggunakan Framework Aforge . Net. *TRANSIENT*, 3(2).
- Ruslianto, I., & Harjoko, A. (2011). Pengenalan Karakter Plat Nomor Mobil Secara Real Time. *IJEIS*, 1(2), 35–44.
- Sari, M. I. (2011). Desain Segmentasi dan Pengenalan Karakter pada Plat Nomor Kendaraan. In *2011: Konferensi Nasional ICT-M Politeknik Telkom* (pp. 250–253). Bandung: Politeknik Telkom.
- Setiadi, H. (2007). *Perancangan Program Deteksi Dan Pengenalan Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Algoritma Ekstraksi Kontur Dan OCR*.
- Sihombing, D. P., Nugroho, H. A., & Wibirama, S. (2015). Perspective Rectification in Vehicle Number Plate Recognition Using 2D-2D Transformation of Planar Homography. In *International Conference on Science in Information Technology (ICSITech)* (pp. 2–5). Bandung.
- Sitompul, A., Sulistiyo, M. D., & Purnama, B. (2016). Indonesian vehicles number plates recognition system using multi layer perceptron neural network and connected component labelling. *Intl. Journal on ICT*, 1(1), 29–37. Retrieved from soej.telkomuniversity.ac.id/ijoint
- Syawaluddin. Mochammad Taufik, Tjokorda Agung Budi Wirayuda, R. N. D. (2010). *Pengenalan Plat Nomor Otomatis Menggunakan Principal Component Analysis (PCA) Dan Learning Vector Quantization (LVQ)*. Universitas Telkom.
- Tarigan, J., Nadia, Diedan, R., & Suryana, Y. (2017). Plate Recognition Using Backpropagation Neural Network and Genetic Algorithm. In *2nd International Conference on Computer Science and Computational Intelligence 2017, ICCSCI* (Vol. 116, pp. 365–372). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.10.068>
- Taufiq, M., Hidayatno, A., & Isnanto, R. (2012). Sistem Pengenalan Plat Nomor Polisi Kendaraan Bermotor Dengan Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan Perambatan Balik. *Electro. Undip. Ac. Id*, 7. Retrieved from http://www.elektro.undip.ac.id/el_kpta/wp-content/uploads/2012/05/L2F008057_MT_A.pdf
- Udayana, G., & Darmawiguna, I. (2016). Pengembangan Prototipe Portal Otomatis Dengan Pendeteksian Plat Nomor Kendaraan Berbasis Raspberry Pi. *Karmapati*, 5(2). Retrieved from <http://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/KP/article/view/8339>
- Uddin, M. A., Joolee, J. B., & Chowdhury, S. A. (2016). Bangladeshi Vehicle Digital License Plate Recognition for Metropolitan Cities Using Support Vector Machine. In *Proc. International Conference on Advanced Information and Communication Technology*.
- Wicaksana, R. P. (2011). *Pengenalan Plat Nomor Kendaraan Secara Otomatis Untuk Pelanggaran Lalu Lintas*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Suarabaya.

- Widianto, E. D., Wijaya, H. M., & Windasari, I. P. (2017). Sistem Parkir Berbasis RFID dan Pengenalan Citra Pelat Nomor Kendaraan. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 5(3), 115. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.5.3.2017.115-122>
- Wong, N. P., Hardy, & Maulana, A. (2013). Aplikasi Pengenalan Karakter Pada Plat Nomor Kendaraan Bermotor Dengan Learning Vector Quantization. In *Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia* (pp. 2–4).
- Yulida, S., Kusumawardhan, A., & Setijono, H. (2013). Perancangan Sistem Pengenalan Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode Principal Component Analysis. *Jurnal Teknik POMITS*, 2(1), 177–182.