



Sistem Pengenalan Karakter pada Plat Kendaraan Bermotor Menggunakan *Profile Projection* dan Algoritma Korelasi

Ria Anggraini Silaen¹, Syefrida Yulina² dan Kartina Diah Kesuma Wardhani

¹Politeknik Caltex Riau, email: ria11ti.mahasiswa@pcr.ac.id

²Politeknik Caltex Riau, email: syefrida@pcr.ac.id

³Politeknik Caltex Riau, email: diah@pcr.ac.id

Abstrak

Sistem pembacaan plat nomor kendaraan secara otomatis dikenal dengan istilah License Plate Recognition (LPR). Sistem LPR bekerja dengan cara mengidentifikasi karakter angka dan huruf yang terdapat di dalam citra plat kendaraan. Dalam proses pengidentifikasi plat kendaraan, masalah yang dihadapi adalah bagaimana sistem dapat mengenali karakter angka dan huruf di dalamnya. Sistem LPR ini akan bekerja pada tiga jenis plat yang memiliki warna latar hitam, merah, dan kuning. Untuk mengidentifikasi karakter pada citra plat, sejumlah proses harus dilalui, yaitu proses ekstraksi lokasi plat, segmentasi kandidat karakter, dan proses identifikasi karakter. Teknik masking digunakan dalam proses ekstraksi dalam mencari lokasi lempeng plat. Segmentasi dengan profile projection memproyeksikan citra plat secara horisontal dan vertikal untuk mendapatkan segmen-segmen yang diidentifikasi tiap karakternya. Setiap segmen tersebut mengandung kandidat karakter yang melalui proses pemotongan (cropping). Teknik template matching melakukan identifikasi dengan cara membandingkan data citra uji dengan data citra referensi. Proses identifikasi karakter ini menghasilkan pengenalan karakter citra plat kendaraan. Penelitian ini menunjukkan bahwa metode sinkronisasi proses berperan penting dalam keberhasilan pengenalan karakter. Sistem yang dihasilkan dari penelitian ini mampu membaca karakter pada 32 citra dari 36 citra uji dengan tingkat keberhasilan sebesar 88.89%. Dengan dibangunnya sistem pengenalan karakter pada plat kendaraan ini, diharapkan dapat menjadi bagian atau subsistem dalam implementasi sistem License Plate Recognition.

Kata kunci: *Pengenalan Karakter, Teknik Masking, License Plate Recognition, Profile Projection, Template Matching*

Abstract

Automatic vehicle license plate recognition system widely known as License Plate Recognition (LPR) system. LPR system identifies character of numbers and letters contained in the image of the license plate. The LPR system can be applied to plate number with black, red, and yellow background. Before being identified, plate number will be processed through extraction process with masking technique, segmentation with profile projection, and character recognition with template matching. Extraction with masking will locate the position of the plate and segmentation process with profile projection will project the candidate character by vertical and horizontal projection then divide it into some segment areas. The segment area contains the candidate characters that will be cropped into each characters. Then, template matching technique will identify the candidate characters by comparing data of test image with data from

reference image. This identification proses will produce an automatic vehicle license plate recognition system. This research prove that process synchronization make a big impact to the result. This system can recognize the characters in 32 images from 36 images with accuration 88.89%. Furthermore, this research can be a sub system or take part in the implementation of License Plate Recognition System.

Keyword: *Masking Technique, Character Recognition, License Plate Recognition, Profile Projection, Template Matching*

1. Pendahuluan

Sistem parkir pada pusat fasilitas umum seperti *mall* menggunakan sistem palang parkir otomatis. Dengan palang parkir otomatis tersebut, setiap kendaraan yang memasuki area parkir akan diambil fotonya melalui *webcam* dan foto tersebut disimpan di komputer. Setiap kendaraan akan diberikan karcis parkir di palang masuk. Di dalam karcis tersebut terdapat informasi tanggal dan waktu masuk kendaraan beserta *barcode*. Ketika kendaraan tersebut akan keluar dari area parkir, petugas parkir di pintu keluar akan menginput informasi kartu dengan membaca melalui *barcode scanner*, kemudian foto kendaraan beserta jumlah tagihannya akan muncul di layar komputer. Jika gambar pada layar cocok dengan kondisi fisik kendaraan, maka petugas parkir akan memasukkan nomor plat kendaraan secara manual ke sistem yang akan disimpan ke *database*. (Taufiqrohman, 2011)

Sistem palang parkir otomatis mempunyai kekurangan dalam proses pencatatan nomor kendaraan karena petugas parkir harus menginputkan nomor kendaraan secara manual. Pencatatan secara manual ini tidak efektif karena petugas yang mencatat dapat melakukan kesalahan dalam menginputkan nomor kendaraan (Wong, Hardy, dan Maulana, 2013). Proses pengenalan karakter pada plat kendaraan akan menjawab kelemahan tersebut dimana sistem dapat langsung membaca karakter angka dan huruf yang ada pada plat kendaraan. Teknik pengenalan karakter termasuk dalam salah satu bidang kajian pengolahan citra digital, dimana citra inputan plat kendaraan akan diproses sedemikian rupa hingga didapatkan identifikasi karakter di dalamnya.

Dalam proses pengidentifikasi plat kendaraan, masalah yang dihadapi adalah bagaimana sistem dapat mengenali karakter angka dan huruf di dalamnya. Sistem plat di Indonesia mempunyai standar yang disebut Tanda Nomor Kendaraan Bermotor (TNKB). Jarak yang kecil antar karakter di dalam citra TNKB menjadi salah satu masalah dalam identifikasi nomor plat kendaraan. Masalah tersebut dapat diatasi dengan sejumlah tahap dalam pengolahan citra digital, antara lain adalah tahap *preprocessing* dan segmentasi citra.

Di dalam tahap *preprocessing*, dilakukan segmentasi untuk memisahkan karakter yang dilakukan dengan *profile projection*. Metode *profile projection* akan memisahkan karakter di dalam plat berdasarkan baris dan kolomnya. Proses pengenalan karakter angka dan huruf pada plat kendaraan dapat dilakukan dengan sejumlah metode atau algoritma. Salah satunya adalah dengan metode korelasi *template matching*. Korelasi digunakan untuk menguji kedekatan atau erat tidaknya sebuah data dengan data yang lain. Metode korelasi *template matching* digunakan untuk mengenali karakter plat kendaraan pada sistem LPR.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Pengolahan Citra Digital

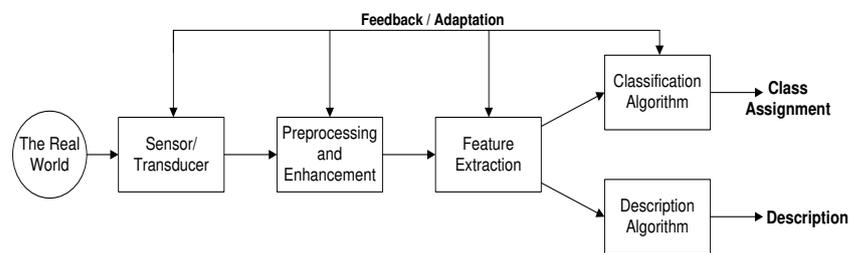
Pengolahan citra digital adalah salah satu bentuk pemrosesan informasi dengan inputan berupa citra (*image*) dan keluaran yang juga berupa citra atau dapat juga bagian dari citra

tersebut. Tujuan dari pemrosesan ini adalah memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin komputer (Caksono, 2007).

2.1.2 Pengenalan Karakter

Pengenalan karakter merupakan salah satu bidang kajian di dalam bidang pembelajaran pengenalan pola. “Secara umum pengenalan pola (*pattern recognition*) adalah suatu ilmu untuk mengklasifikasikan atau menggambarkan sesuatu berdasarkan pengukuran kuantitatif fitur (ciri) atau sifat utama dari suatu obyek” (Putra, 2010).

Rangkaian pengenalan pola terdiri dari lima langkah utama (Balance & Nebot, 2002), yaitu dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.1 Skema kegiatan pengenalan pola (Balance dan Nebot, 2002)

2.1.3 Ekstraksi Fitur dengan Teknik *Masking*

Teknik *masking* dalam sistem ini berperan sebagai ekstraktor dalam mencari wilayah lempeng plat kendaraan dari citra mobil. Teknik ini berkerja dengan cara mencari letak persamaan antara dua gambar dengan menggunakan gambar *template* sebagai daerah pencarian. Kemudian setelah daerah pencarian ditemukan, alamat dari daerah tersebut digunakan sebagai alamat untuk membuat jendela *masking*. Dari hasil pembuatan jendela *masking* akan ditemukan daerah yang memuat lempeng plat nomor kendaraan saja dari sebuah citra mobil. Ekstraksi dengan teknik *masking* sangat cocok untuk ekstraksi plat kendaraan, karena ekstraksi akan mencari lokasi wilayah plat kendaraan dari keseluruhan citra mobil dengan membandingkan piksel plat *template* dan piksel plat tujuan.

2.1.4 Metode *Profile Projection*

Profile projection terdiri atas dua bagian yakni horisontal dan vertikal. Tujuannya adalah memisahkan karakter untuk tiap baris dan tiap kolom secara otomatis dan akurat. Kelebihan dari metode *profile projection* adalah kemampuannya untuk mendeteksi ruang antar baris dan kolom pada karakter sehingga dapat memisahkan karakter tersebut bahkan bila ukuran masing-masing karakter baik pada baris dan kolom berbeda.

Metode *profile projection* merupakan metode struktur data yang digunakan untuk menyimpan jumlah piksel *non-background* pada saat citra diproyeksikan terhadap sumbu X-Y normal. Pada dasarnya teknik ini bekerja dengan cara yang sangat sederhana, hanya dengan menjumlahkan nilai intensitas citra yang terlebih dulu telah dinormalisasi (dijadikan biner) baik pada tiap baris (untuk vertikal) dan tiap kolom (untuk horisontal). Kelebihan dari metode *profile projection* adalah kemampuannya untuk mendeteksi ruang antar baris dan kolom pada karakter sehingga kita bisa memisahkan karakter tersebut bahkan bila ukuran masing-masing karakter baik pada baris dan kolom berbeda.

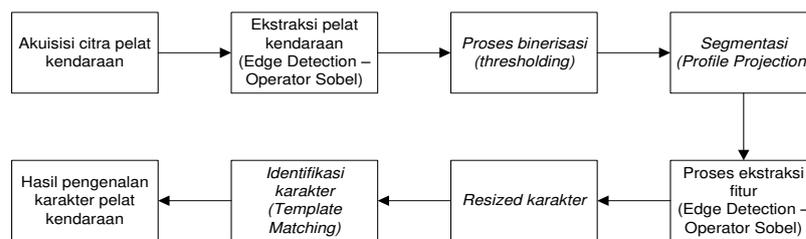
2.1.5 Algoritma Korelasi *Template Matching*

Korelasi merupakan teknik analisis yang termasuk dalam salah satu teknik pengukuran asosiasi / hubungan (*measures of association*). Pengukuran asosiasi merupakan istilah umum yang mengacu pada sekelompok teknik dalam statistik bivariat yang digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara dua variabel. Korelasi bermanfaat untuk mengukur kekuatan hubungan antara dua variabel (kadang lebih dari dua variabel) dengan skala-skala tertentu.

Korelasi digunakan untuk menguji kedekatan atau erat tidaknya sebuah data dengan data yang lain. Korelasi merupakan metode yang tergabung dalam penamaan *template matching* karena korelasi menguji kedekatan sebuah data dengan data yang lain (Hendry, 2011). Metode ini akan membandingkan kecocokan data referensi yang disimpan di dalam *template* dengan data uji yang dimasukkan. Sebelum melakukan pengujian, yang perlu dilakukan adalah membuat *template* terhadap data karakter angka dan huruf yang akan dijadikan referensi. Data referensi tersebut harus memiliki *format* dan ukuran yang sama.

3. Perancangan

Di bawah ini adalah prinsip kerja sistem dimulai dari proses perolehan citra hingga pengidentifikasian karakter pada plat kendaraan.



Gambar 3.1 Blok diagram kerja sistem pengenalan karakter

1. Pengguna menginputkan citra masukan berupa gambar dengan format .jpg
2. Proses ekstraksi ini akan mendeteksi lokasi tepi dari segi empat plat kendaraan. Metode yang digunakan adalah teknik *masking*.
3. Proses binerisasi atau proses pemisahan gambar latar (*background*) yang menjadi 0 dan karakter (*foreground*) bernilai 1.
4. Proses segmentasi dilakukan untuk membagi ruas-ruas citra plat kendaraan untuk menjadi kandidat-kandidat karakter.
5. Proses ekstraksi fitur untuk mendapatkan ciri dari citra hasil pembagian segmen-segmen yang dilakukan di proses segmentasi.
6. Langkah selanjutnya adalah memperkecil ukuran masing-masing kandidat karakter.
7. Mengidentifikasi kandidat karakter tersebut dengan menggunakan algoritma korelasi *template matching*.

4. Pengujian dan Analisa

Pengujian sistem identifikasi karakter pada plat kendaraan ini dilakukan dengan menggunakan kamera digital terhadap plat hitam, merah, dan kuning. Jarak pengambilan citra plat adalah 100 cm hingga 120 cm dengan rentang waktu antara pukul 12.00 – 14.00 WIB.

4.1 Pengujian terhadap plat hitam

No	Ekstraksi (<i>Masking</i>)	Segmentasi (<i>Profile Projection</i>)	Pemisahan Kandidat Karakter	Identifikasi
1				BM1680JT

2				BM1708JN
3				BM1750NF
4				BM1873LI
5				BM1470JQ
6				BM1322YL
7				BM1021QH
8				BM1793JJ
9				BM1494SG
10				BM1979RM
11				F1467QL
12				B1281SYG
13				BG1034QA
14				BK777NYP
15				B1207SIA
16				D1816JK

Pengenalan karakter terhadap plat hitam berhasil dilakukan terhadap 16 citra mobil dari 16 sampel citra mobil.

4.2 Pengujian terhadap plat merah

No	Ekstraksi (<i>Masking</i>)	Segmentasi (<i>Profile Projection</i>)	Pemisahan Kandidat Karakter	Identifikasi
1				BM8175TP

2				BM8237TP
3				BM8130TP
4				BM8668AP
5				BM1553TP
6				BM1357AP
7				BM1776TP
8		Tidak berhasil	Tidak berhasil	Tidak berhasil
9		Tidak berhasil	Tidak berhasil	Tidak berhasil
10		Tidak berhasil	Tidak berhasil	Tidak berhasil

Pengenalan karakter terhadap plat merah berhasil dilakukan terhadap 7 citra mobil dari 10 sampel citra mobil. Pada citra plat ke-8, proses ekstraksi dianggap gagal karena *masking* yang terbentuk tidak sesuai dengan *template*. *Masking* yang terjadi seharusnya terdapat lokasi lempeng plat kendaraan.

Dilakukan percobaan dalam kondisi tingkat kecerahan (*brightness*) dan kontras (*contrast*) yang berbeda pada citra plat ke-8, ditunjukkan pada Tabel 4.3 berikut ini:

Percobaan	Kecerahan	Kontras	Hasil Mask
1	-50	0	
2	-50	-50	
3	+50	0	
4	+50	+50	
5	-50	+50	
6	-100	0	
7	-100	+50	
8	-100	+100	

Dari hasil percobaan dalam mengubah tingkat kecerahan dan kontras pada citra ke-8 yang ditunjukkan pada Tabel 4.3, didapatkan bahwa ketika tingkat kecerahan dinaikkan (dengan kondisi kontras naik dan turun), lokasi *masking* masih belum dapat mendeteksi lokasi lempeng plat kendaraan. Ketika tingkat kecerahan diturunkan 100% (dengan kontras masing-masing 0%, +50%, dan +100%), jendela *masking* berhasil didapatkan. Pada tingkat kecerahan -50%, *mask* juga berhasil mendeteksi lempeng plat namun posisi *mask* masih belum sempurna. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kecerahan dan kontras mempengaruhi kondisi pencarian lokasi *masking* dalam mengekstraksi plat kendaraan.

Pada citra ke-9, proses ekstraksi berhasil mendeteksi lokasi lempeng plat kendaraan, namun tidak dapat dilanjutkan ke proses segmentasi karena *masking* lokasi lempeng plat tidak terbentuk dengan sempurna. Tampak pada gambar bahwa peletakan lokasi jendela *masking* tersebut tidak sempurna karena karakter “B” terpotong.

Pada citra ke-10, proses ekstraksi berhasil menemukan lokasi lempeng plat kendaraan, namun peletakan jendela *masking*nya juga tidak sempurna, karena semua karakter di dalamnya terpotong (tidak sempurna). Oleh karena itu proses segmentasi juga tidak akan bisa dilakukan.

4.3 Pengujian terhadap plat kuning

No	Ekstraksi (<i>Masking</i>)	Segmentasi (<i>Profile Projection</i>)	Pemisahan Kandidat Karakter	Identifikasi
1				BM1394QU
2				BM1459QU
3				BM1254QU
4				BM1398QU
5				BM1318QU
6				BM1302QU
7				BM1357QU
8				BM1388QU
9				BM1368QU
10			Tidak berhasil	Tidak berhasil

Pengenalan karakter terhadap plat kuning berhasil dilakukan terhadap 9 citra mobil dari 10 sampel citra mobil. Proses segmentasi dari citra ke-10 dianggap gagal karena proses proyeksi horisontal tidak berhasil. Tampak hasilnya bahwa proyeksi yang berhasil hanya pada proyeksi vertikal saja. Oleh karena proses segmentasi yang tidak sempurna, pemotongan kandidat karakter tidak dapat dilakukan terhadap citra ke-10.

4.4 Analisa

Dari keseluruhan proses pengenalan karakter terhadap obyek mobil (plat hitam, merah, dan kuning), kegagalan paling sering terjadi pada proses ekstraksi plat. Proses ekstraksi dengan teknik *masking* akan membuat sebuah jendela *masking* yang mendeteksi lokasi lempeng plat kendaraan dari keseluruhan obyek mobil.

4.4.1 Proses Ekstraksi

Dari 36 sampel citra plat kendaraan yang diujikan, persentasi keberhasilan sistem dalam melakukan proses ekstraksi dengan teknik *masking* adalah:

Akurasi:

$$A = \frac{(\text{jumlah keberhasilan ekstraksi})}{(\text{jumlah data uji})} \times 100\%$$

$$A = \frac{(33)}{(36)} \times 100\%$$

$$A = 91.67\%$$

Tingkat kesalahan (*error rate*):

$$E = 100\% - 91.67\% = 8.33\%$$

Kegagalan dalam proses ekstraksi terjadi ketika lokasi pengalamatan jendela *masking* tidak sesuai dengan yang diharapkan, yaitu: lokasi jendela *masking* yang tidak mendeteksi lempeng plat (citra ke-8 Tabel 4.2), penempatan jendela *masking* yang tidak sempurna sehingga memotong karakter di dalam lempeng plat (citra ke-9 dan ke-10 pada Tabel 4.2), dan kegagalan dalam menghilangkan *noise* (sebagai contoh adalah obyek mur pada plat). Tahap ekstraksi berhasil dilakukan jika citra keluaran yang dihasilkan terdapat *marker* hijau yang menjadi penanda pusat *centroid* dari plat yang berhasil dideteksi.

4.4.2 Proses Segmentasi

Proses segmentasi dapat dilakukan bila proses ekstraksi berhasil. Segmentasi dikatakan berhasil bila proses proyeksi vertikal dan horisontal berhasil dilakukan. Proses *profile projection* ini dimulai dari proses proyeksi vertikal dalam mendeteksi baris pada obyek plat. Kemudian dilanjutkan ke proses proyeksi horisontal untuk menemukan kolom-kolom kandidat karakter.

Dari 33 citra plat kendaraan yang berhasil dilakukan ekstraksi, persentasi keberhasilan sistem dalam melakukan proses segmentasi dengan *profile projection* adalah:

Akurasi:

$$A = \frac{(\text{jumlah keberhasilan segmentasi})}{(\text{jumlah data uji})} \times 100\%$$

$$A = \frac{(32)}{(33)} \times 100\%$$

$$A = 96.97\%$$

Tingkat kesalahan (*error rate*):

$$E = 100\% - 96.97\% = 3.03\%$$

Pada citra ke-10 pada Tabel 4.3 proses segmentasi tidak berjalan dengan sempurna karena hanya berhasil mendeteksi baris karakter saja (proyeksi vertikal), sedangkan proyeksi horisontal gagal dalam mendeteksi kolom karakter. Hal ini dapat disebabkan oleh posisi pengambilan

obyek gambar yang tidak tegak lurus sehingga menyebabkan karakter di dalam lempeng plat miring dan proyeksi horisontal gagal dilakukan.

4.4.3 Proses Identifikasi

Ketika proses segmentasi berhasil, dilakukan proses pemotongan terhadap kandidat karakter. Pemotongan ini dilakukan dari hasil proyeksi yang dilakukan pada segmentasi. Masing-masing karakter dipisahkan ke dalam sebuah *bounding box* untuk kemudian dibandingkan dengan database karakter. Kandidat karakter yang dipotong memiliki ukuran yang sama yaitu 50 x 70 piksel.

Pemotongan kandidat karakter ke dalam *bounding box* dilakukan sesuai dengan *centroid* yang dideteksi pada proses ekstraksi. Dan kemudian tahap pengenalan karakter berhasil dilakukan jika kandidat karakter cocok dengan karakter pada database. Dari 32 citra plat kendaraan yang berhasil dilakukan proses segmentasi, tingkat keberhasilan sistem dalam mengidentifikasi kandidat karakternya adalah:

Akurasi:

$$A = \frac{(\text{jumlah keberhasilan identifikasi})}{(\text{jumlah data uji})} \times 100\%$$

$$A = \frac{(32)}{(32)} \times 100\%$$

$$A = 100\%$$

Tingkat kesalahan (*error rate*):

$$E = 100\% - 100\% = 0\%$$

Kemudian dilakukan perhitungan tingkat keberhasilan secara keseluruhan dalam sistem mengenali karakter. Untuk menguji tingkat keberhasilan sistem dalam melakukan identifikasi karakter plat kendaraan, digunakan *confusion matrix*. Dari 36 data uji (16 plat hitam, 10 plat merah, dan 10 plat kuning), didapatkan:

Akurasi:

$$A = \frac{(\text{jumlah data prediksi benar})}{(\text{jumlah data uji})} \times 100\%$$

$$A = \frac{(32)}{(36)} \times 100\%$$

$$A = 88.89\%$$

Tingkat kesalahan (*error rate*): $E = 100\% - 88.89\% = 11.11\%$

4.4.4 Akurasi Sistem Secara Keseluruhan

Dari 36 data uji (16 plat hitam, 10 plat merah, dan 10 plat kuning), didapatkan:

Akurasi:

$$A = \frac{(\text{jumlah data prediksi benar})}{(\text{jumlah data uji})} \times 100\%$$

$$A = \frac{(32)}{(36)} \times 100\%$$

$$A = 88.89\%$$

Tingkat kesalahan (*error rate*):

$$E = 100\% - 88.89\% = 11.11\%$$

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari pembuatan sistem pengenalan karakter pada plat kendaraan ini adalah:

1. Aplikasi berbasis desktop untuk melakukan proses pengolahan citra dan Template Matching dalam mengidentifikasi karakter plat kendaraan berhasil dibangun dan diujikan dengan baik.
2. Metode *profile projection* dapat mensegmentasi lokasi plat kendaraan dengan tingkat keberhasilan 96.97%
3. Metode *template matching* dapat mengidentifikasi karakter plat kendaraan dengan tingkat keberhasilan 100%
4. Proses-proses di dalam sistem terjadi secara runtun dan jalannya suatu proses bergantung pada keberhasilan proses sebelumnya.
5. Dari 36 data uji (16 plat hitam, 10 plat merah, dan 10 plat kuning), didapatkan keakuratan sistem sebesar 88.89% dan tingkat kesalahan 11.11%.

5.2 Saran

Saran bagi proyek akhir ini adalah:

1. Teknik *masking* dapat mendeteksi lokasi lempeng plat kendaraan dengan memperhatikan variabel-variabel tambahan, seperti: kemiringan citra plat kendaraan, jarak pengambilan citra yang bervariasi, dan *adjustment* (tingkat kecerahan dan kontras) pada citra plat yang akan diuji.
2. Memperbanyak jumlah data citra karakter yang dijadikan sebagai referensi pada proses *template matching*, karena banyaknya jenis variasi karakter yang digunakan pada plat kendaraan.
3. Teknik akuisisi citra plat kendaraan dapat dilakukan dengan teknik dan pendekatan lain, sebagai contoh: penggunaan *webcam* sebagai penangkap gambar plat, atau proses identifikasi dilakukan secara *real time*.

Daftar Pustaka

- [1] Balance, L., & Nebot, A. (2002). *Intelligence Data Analysis and Data Mining*.
- [2] Caksono, G. (2007). Implementasi Pengolahan Citra Digital untuk Ekstraksi dan Identifikasi Plat Nomor Kendaraan dengan Teknik Masking dan Bit Comparing.
- [3] Cheriet, M., Kharma, N., Liu, C., & Suen, Y. C. (2007). *Character Recognition Systems*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- [4] Gonzales, C. R., & Woods, R. E. (1999). *Digital Image Processing*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- [5] Hendry, J. (2011). *Segmentasi Karakter Alphabet Pada Citra Digital OCR Menggunakan Profile Projection*. Diambil kembali dari <https://www.scribd.com/doc/67324860/Segmentasi-Karakter-Alphabet-Pada-Citra-Digital-OCR-Menggunakan-Profile-Projection>
- [6] Mellolo, O. (2012). Pengenalan Plat Nomor Polisi Kendaraan Bermotor.
- [7] Pamungkas, T. T. (2014). Pengenalan Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode Template Matching dan Jarak Canberra.
- [8] Putra, D. (2010). *Pengolahan Citra Digital*. Bali: Andi.
- [9] Ripley, B. (1996). *Pattern Recognition and Neural Network*. Cambridge: Cambridge University Press.

- [10] Rodrigues, R. J., & Thome, A. C. (2010). *Cursive Character Segmentation - A Character Segmentation Method Using Projection Profile Based Technique*.
- [11] Setiadi, H. (2012). Perancangan Program Deteksi dan Pengenalan Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Algoritma Ekstraksi Kontur dan OCR.
- [12] Taufiqurohman. (2011). *Implementasi Pembacaan Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode Learning Vector Quantization Untuk Aplikasi Parkir Kendaraan*.
- [13] Wijaya, C. M., & Prijono, A. (2007). *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Matlab*. Bandung: Informatika.
- [14] Wong, N., Hardy, & Maulana, A. (2013). *Aplikasi Pengenalan Karakter Pada Plat Kendaraan Bermotor dengan Learning Vector Quantization*.
- [15] Yulida, S. (2013). Perancangan Sistem Pengenalan Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode Principal Component Analysis.