

# PENERAPAN OPTICAL CHARACTER RECOGNITION (OCR) UNTUK PEMBACAAN METERAN LISTRIK PLN

Robert Gunawan<sup>1</sup>  
khouplax@gmail.com

Sri Suwarno<sup>2</sup>  
sswn@ukdw.ac.id

Widi Hapsari<sup>3</sup>  
widi@staff.ukdw.ac.id

## Abstract

*This paper will discuss an automatic recognition system to facilitate the activities of reading and recording of the electricity kWh meter. The system will analyze a captured image of the electricity kWh meter display using character recognition method. Prior to applying this method, each photo image of the kWh meter display will be pre-processed (i.e. converting the image to grayscale and determining the threshold). To detect the kWh meter display area, a smearing approach will be applied which connected the component labeling to character segmentation. To recognize each number, a template matching will be used. This study show that these steps were not yields good result in recognizing the characters in the electricity kWh meter. This is due to several factors, such as the persistence of noise that interfered with the character recognition, camera angles, lighting effect and the effect of the smearing limit.*

Kata kunci: *optical character recognition, citra grayscale, citra biner, thresholding, smearing, connected components labeling, template matching.*

## 1. PENDAHULUAN

Untuk menghitung pemakaian energi listrik yang digunakan oleh masyarakat, PLN menggunakan alat yang disebut *bargainser*. Akan tetapi, kegiatan pembacaan dan pencatatan pada meteran listrik selalu menjadi keluhan pelanggan PLN karena seringnya angka pemakaian yang terpakai tidak sesuai dengan pemakaian yang tertera di kWh meter. Hal ini disebabkan oleh proses pembacaan dan pencatatan meteran listrik dilakukan dengan melihat secara manual angka pemakaian pelanggan sehingga dapat terjadi kesalahan dalam pembacaan maupun pencatatan meteran listrik. Solusi yang dapat dilakukan untuk dapat mengatasi masalah pencatatan angka pemakaian pelanggan adalah dengan membuat aplikasi untuk membaca angka pemakaian pelanggan pada kWhmeter. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengenali karakter adalah dengan *Optical Character Recognition* (OCR). OCR pada dasarnya ialah pengenalan karakter alphanumeric dari karakter tulisan tangan atau file maupun citra menjadi teks yang dapat diedit.

Artikel ini akan menguraikan tentang penerapan metode *smearing* untuk mendeteksi area kWh meter dari citra hasil pemotretan papan meteran listrik, metode *connected component labeling* untuk segmentasi antar angka dari area kWh meter, dan metode *template matching* untuk pengenalan setiap angka hasil dari segmentasi. Sebagai uji coba dalam penelitian yang dilakukan, batasan dan metodologi penelitian yang diterapkan antara lain: 1) pengambilan citra meteran listrik dari sisi depan, dengan jarak kamera dari meteran listrik 20 – 30 centimeter tanpa melakukan perbesaran optik citra meteran listrik diambil dengan menggunakan kamera digital pocket; 2) Pengambilan citra dilakukan dengan dua kondisi sudut pengambilan gambar, yaitu : *eye level angle* dan *low angle*; 3) citra meteran listrik diambil dengan intensitas cahaya

---

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi UKDW Yogyakarta

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi UKDW Yogyakarta

<sup>3</sup> Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi UKDW Yogyakarta

yang bervariasi; 4) meteran listrik yang digunakan adalah meteran listrik analog pasca bayar dengan dua model yang berbeda, yaitu model lama dan model baru.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Ozbay dan Ercelebi (2007), melakukan penelitian mengenai pengenalan plat nomor kendaraan secara otomatis. Dalam penelitian tersebut digunakan algoritma deteksi tepi, dan algoritma smearing untuk ekstraksi lokasi plat nomor. Algoritma filtering dan morfologi digunakan untuk melakukan segmentasi karakter, dan dalam melakukan pengenalan karakter dilakukan template matching. Namun sebelum dilakukan pengenalan dijelaskan bahwa karakter – karakter perlu dinormalisasikan terlebih dahulu. Normalisasi bertujuan untuk menghilangkan jarak spasi ekstra pada semua empat sisi karakter. Sistem yang ditawarkan mempunyai akurasi 92,57%.

Angeline et al. (2009), melakukan penelitian mengenai pengenalan plat nomor kendaraan dengan algoritma smearing. Penelitian tersebut dilakukan berdasarkan urutan proses, sebagai berikut : 1) input, 2) pre – processing dengan konversi citra RGB menjadi citra grayscale kemudian diubah menjadi citra biner yang hanya terdiri dari 0 dan 1, (3)mencari lokasi plat nomor dengan Sobel vertical edge filter, dan Canny edge detection. Namun, kedua metode tersebut tidak dapat digunakan untuk mencari lokasi plat nomor tanpa bingkai sehingga digunakan algoritma smearing yaitu dengan melakukan garis horizontal dan vertikal. (4)Pemisahan karakter dengan menggunakan connected component labeling, dan (5)pengenalan karakter dengan menggunakan template matching.

Ruslianto dan Harjoko (2011), melakukan penelitian tentang pengenalan plat nomor mobil dengan kondisi background yang kompleks, misalnya jalan raya. Penelitian tersebut dilakukan berdasarkan urutan input, preprocessing dengan konversi RGB ke grayscale, contrast stretching, median filter. Kemudian, segmentasi plat nomor dengan menggunakan metode deteksi tepi operator sobel, operasi morfologi, pelabelan, dan connected component analysis. Segmentasi karakter juga menggunakan connected component analysis, sedangkan pengenalan karakternya menggunakan template matching. Dari penelitian yang dilakukan diketahui bahwa metode connected component analysis berhasil melakukan proses segmentasi plat dan segmentasi karakter dengan kondisi background yang kompleks cukup tepat dengan tingkat keberhasilan 95,52% untuk segmentasi plat dan 94,98% untuk segmentasi karakter. Untuk pengenalan karakter dengan metode template matching berhasil melakukan proses pengenalan karakter dengan tingkat keberhasilan 87,45%.

Tan dan Liu (2004) melakukan penelitian tentang ekstraksi kepala berita koran dari sebuah citra microfilm. Permasalahan yang dihadapi dalam penelitian ini adalah kualitas citra microfilm yang jelek, sebagian besar kurang pencahayaan dan sangat kotor. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu : (1)preprocessing, yang terdiri dari histogram transformation, adaptive binarization, dan noise filtration. (2)Headline extraction, dilakukan dengan menggunakan algoritma run length smoothing (RLSA) dan pelabelan. Dalam penelitian ini dijelaskan bahwa nilai threshold yang kecil untuk algoritma RLSA dapat menghaluskan sebuah karakter. Sebaliknya, nilai threshold yang besar dapat menggabungkan beberapa karakter menjadi satu.

Qadri dan Asif (2009), melakukan penelitian tentang pengenalan kendaraan dengan menggunakan plat nomor. Dalam penelitian tersebut menggunakan image segmentation untuk mengekstraksi bagian plat nomor kendaraan serta menggunakan Optical Character Recognition dalam pengenalan karakter. Dalam penelitian tersebut, sistem yang dibuat berhasil mendeteksi dan mengenali plat nomor kendaraan pada citra kendaraan.

### 2.1. *Bargainser*

*Bargainser* merupakan alat yang berfungsi sebagai pembatas daya listrik yang masuk ke rumah tinggal, sekaligus juga berfungsi sebagai pengukur jumlah daya listrik yang digunakan rumah tinggal tersebut (dalam satuan kWh). Pada *bargainser* terdapat tiga bagian utama, yaitu : 1) MCB atau Miniature Circuit Breaker, berfungsi untuk memutuskan aliran daya listrik secara otomatis jika daya yang dihantarkan melebihi nilai batasannya; 2) Meter listrik atau kWh meter,

berfungsi untuk mengukur besaran daya yang digunakan oleh rumah tinggal tersebut dalam satuan kWh (kilowatt hour). Pada bargainser, meter listrik berwujud deretan angka secara analog maupun digital yang akan berubah sesuai penggunaan daya listrik; 3) Spin kontrol, merupakan alat kontrol penggunaan daya dalam rumah tinggal dan akan selalu berputar saat ada daya listrik yang digunakan. Saat ini ada dua macam bargainser, yaitu analog dan digital. Model digital biasanya lebih digunakan untuk pelanggan PLN pra – bayar atau lebih dikenal dengan sistem pulsa. Dalam penelitian ini akan digunakan bargainser analog, bargainser analog yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai dua model, yaitu model lama yang ditunjukkan oleh Gambar 1 (a), sedangkan model baru ditunjukkan oleh Gambar 1 (b).



(a)



(b)

Gambar 1. *Bargainser* model analog

## 2.2. Optical Character Recognition

Menurut Yadav et al. (2013), Optical Character Recognition adalah sebuah proses untuk mengkonversi dokumen cetak atau tulisan tangan hasil scan menjadi karakter ASCII (karakter yang dapat dibaca oleh mesin). Dengan kata lain, pengenalan teks secara otomatis menggunakan OCR adalah proses untuk mengkonversi citra dokumen teks menjadi teks berbentuk data digital sehingga dapat diedit. Komputer yang dilengkapi dengan OCR akan mempercepat proses memasukkan data, serta mengurangi kemungkinan kesalahan dalam proses memasukkan data. Untuk penerapan OCR, terhadap suatu citra akan dilakukan pemrosesan awal dengan menggunakan transformasi citra ke *grayscale image*. Putra (2010), menjelaskan bahwa *grayscale image* merupakan citra digital yang hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap pikselnya, dengan kata lain bagian RED = GREEN = BLUE. Santi (2011) menunjukkan salah satu cara untuk mengkonversi citra RGB menjadi *grayscale*, yaitu dengan rumus:

$$s = \frac{red + green + blue}{3}$$

Setelah proses perubahan citra ke dalam citra *grayscale*, maka selanjutnya akan dilakukan pengubahan citra grayscale menjadi binary image. Menurut Sharma dan Chaudhary (2013), langkah pertama untuk melakukan pengenalan karakter adalah dengan mengkonversi citra (image) menjadi binary image. *Binary image* adalah citra yang terdiri dari hitam dan putih. Warna hitam diwakili dengan angka 0 sedangkan warna putih diwakili dengan angka 1. Salah satu cara untuk mengubah citra *grayscale* menjadi *binary image* adalah dengan *thresholding*. Devi (2006) menjelaskan *thresholding* adalah sebuah proses untuk mengkonversi citra grayscale menjadi binary image. Tujuan dari *thresholding* adalah untuk mengetahui daerah mana yang termasuk objek dan background dari citra dengan jelas. Shapiro dan Stockman (2000) menyebutkan bahwa proses dari *thresholding* pada intinya adalah mengubah derajat keabuan sebuah citra menjadi binary image atau hitam putih. Santi (2011) menyebutkan bahwa untuk proses *thresholding* awalnya ditentukan sebuah nilai sebagai pemisah nilai (*threshold value*). Sebagai contoh diambil nilai 120. Lalu seluruh piksel akan dicocokkan dengan nilai tersebut. Sebagai contoh : 1) Jika nilai piksel  $\leq 120$  maka akan dirubah nilainya menjadi 0; 2) Jika nilai piksel  $> 120$  maka akan dirubah nilainya menjadi 255. Hal ini akan mengubah citra grayscale menjadi *binary image* dan dapat memisahkan objek dari *background* yang ada.

Dari bentuk *binary image*, selanjutnya dapat dideteksi posisi area yang menunjukkan deretan angka meter penggunaan listrik. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah

*smearing*. Liliana et al. (2010) menyebutkan *smearing* adalah suatu metode untuk mengekstraksi lokasi teks dalam suatu gambar. Dengan *smearing*, citra akan diproses secara vertikal dan horisontal. Sebelum melakukan proses *smearing* harus ditentukan terlebih dahulu batas bawah dan batas atas. Nilai batas bawah dan atas ini ditentukan baik untuk proses *smearing* secara vertikal dan horisontal. Setelah itu, dilakukan perhitungan piksel hitam yang berurutan dalam suatu garis. Jika jumlah piksel hitam yang berurutan kurang dari batas bawah atau lebih dari batas atas maka seluruh piksel hitam yang berurutan tersebut diubah menjadi putih, sedangkan jika jumlah piksel hitam yang berurutan berada di antara batas bawah dan batas atas maka tidak dilakukan perubahan.

Setelah terdeteksi area yang berisi deretan angka meter penggunaan, tahap berikutnya adalah melakukan segmentasi untuk mendapatkan tiap-tiap angkanya. Dalam penelitian ini digunakan metode *connected component labeling*. Rizki et al. (2010) menjelaskan bahwa *Connected Component Labeling* adalah sebuah proses pemberian label pada *binary image* untuk memisahkan tiap karakter. Pada proses ini setiap piksel yang merupakan obyek akan diberi label yang sama. Sedangkan piksel yang merupakan background tidak akan diberikan label. *Connected Component Labeling* bertujuan untuk memisahkan karakter pada citra. Putra (2010) menjelaskan penandaan komponen terhubung dilakukan dengan memeriksa suatu citra, piksel per piksel dari kiri ke kanan dan atas ke bawah untuk mengidentifikasi area piksel terhubung, yaitu suatu area dari piksel berbatasan yang memiliki nilai intensitas yang sama. Pelabelan komponen terhubung dapat dilakukan pada citra biner maupun citra *grayscale*. Proses periksa citra dilakukan dengan bergerak sepanjang baris sampai menemukan piksel *p* yang merupakan *foreground*. *Foreground* direpresentasikan dengan piksel berwarna hitam atau bernilai 0, sedangkan *background* direpresentasikan dengan piksel berwarna putih atau bernilai 1. Bila sudah ditemukan piksel *p* sudah ditemukan maka periksa nilai piksel tetangga dari *p*, yaitu piksel di atas dan di kiri dari *p*.

Dari setiap karakter yang terdeteksi, selanjutnya akan dikenali dengan menggunakan pendekatan *template matching*. Bahri dan Maliki (2012) menyebutkan bahwa *template matching* adalah sebuah proses untuk membandingkan citra masukan yang mengandung template tertentu dengan template pada basis data. *Template* ditempatkan pada pusat bagian citra yang akan dibandingkan dan dihitung seberapa banyak titik yang paling sesuai dengan template. Langkah ini diulangi terhadap keseluruhan citra masukan yang akan dibandingkan. Nilai kesesuaian titik paling besar antara citra masukan dan citra template menandakan bahwa template tersebut merupakan citra template yang paling sesuai dengan citra masukan.

### 3. PERCOBAAN DAN ANALISIS

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang didapat dari pengambilan citra meteran listrik, dengan karakteristik: 1) ukuran 400 x 200 piksel; 2) sudut pengambilan gambar berada sejajar dengan objek secara horisontal atau setara dengan arah jarum jam menunjuk pukul 15.00 / 90°) dan *low angle* (posisi kamera berada di bawah objek bidikan atau setara dengan arah jarum jam menunjuk pukul 15.05 / 95 – 170°); 3) jarak pengambilan 15 - 20 cm; 4) intensitas cahaya bervariasi; 5) model meteran listrik yang digunakan Model analog pasca bayar (model baru dan lama).

Kemampuan sistem untuk melakukan setup pola master dan pengenalan karakter dipengaruhi oleh beberapa hal. Pertama ialah pengaruh dari adanya *noise* pada citra. *Noise* ini berupa bayangan pada karakter angka pemakaian pelanggan sehingga pada saat *thresholding* karakter angka yang ada menjadi tidak utuh yang kemudian menyebabkan tidak ditemukannya angka tersebut pada segmentasi. Pengaruh kedua ialah pengaruh dari proses *thresholding* yang ada. Tiap nilai batas pada proses *thresholding* akan memberikan hasil yang berbeda pada citra binernya. Hal ini tentu saja akan mempengaruhi proses pendeteksian daerah angka pemakaian pelanggan. Nilai *threshold* yang optimal untuk tiap citra tidaklah sama, hal ini juga dipengaruhi oleh faktor pencahayaan.

Pada proses *smearing* ditentukan dua buah nilai batas, yaitu batas bawah dan batas atas. Nilai batas ini menentukan hasil dari pendeteksian daerah angka pemakaian pelanggan. Dari beberapa citra meteran listrik yang diambil dengan jarak yang sama, baik itu citra meteran






listrik model lama maupun citra meteran listrik model baru didapatkan kisaran nilai batas untuk masing – masing proses *smearing*.




Pengaruh kedua adalah kemiringan kamera pada saat pengambilan citra. Untuk citra meteran listrik model baru, apabila pada saat pengambilan gambar terlalu miring akan mempengaruhi pengenalan karakter. Akan tetapi dengan kemiringan yang sama pengenalan karakter pada citra meteran model lama masih dapat dilakukan pengenalan karakter. Perbedaan ini dipengaruhi oleh bentuk meteran listrik yang berbeda. Angka pemakaian pelanggan pada meteran model baru tidak dikelilingi oleh daerah hitam, sedangkan pada meteran model lama dikelilingi oleh daerah hitam. Hal ini memudahkan proses *smearing* dan segmentasi karakter.

Pengaruh ketiga ialah pada proses *connected component labeling*. Apabila karakter pada citra tidak memiliki penjajaran yang baik maka karakter yang letaknya lebih tinggi akan dikenali terlebih dahulu. Hal ini membuat hasil output pengenalan tidak urut sesuai dengan citra input.

Uji coba sistem dilakukan dengan 2 percobaan. Percobaan pertama adalah dilakukan ekstraksi karakter angka pemakaian pelanggan pada citra meter listrik untuk dijadikan pola master kemudian dilakukan pengenalan dengan citra meteran yang sama. Hal ini dilakukan untuk menguji kehandalan sistem dalam mengenali kembali pola yang dilatihkan. Percobaan kedua adalah dilakukan ekstraksi karakter angka pemakaian pelanggan pada citra meter listrik untuk dijadikan pola master kemudian dilakukan pengenalan dengan citra meteran yang berbeda yang masih mengandung karakter pada pola master.

**Tabel 1.** Hasil Percobaan I


No.	Citra Meteran	Karakter pada Meteran	Hasil Output	Keterangan	Presentase
1.		07353	07353	Seluruh karakter dapat dikenali	100%
2.		07353	07353	Seluruh karakter dapat dikenali	100%
3.		03567	03567	Seluruh karakter dapat dikenali	100%
4.		03567	03567	Seluruh karakter dapat dikenali	100%
5.		03345	03345	Seluruh karakter dapat dikenali	100%






No.	Citra Meteran	Karakter pada Meteran	Hasil Output	Keterangan	Presentase
6.		03345	0334	Tidak semua karakter berhasil dikenali	80%
7.		11474	11474	Seluruh karakter dapat dikenali	100%
8.		00582	0582	Tidak semua karakter berhasil dikenali	80%

Dari hasil yang telah didapat dari Tabel 1, dihasilkan nilai presisi sebesar 95%. Pada contoh nomor 7, karakter yang dikenali bukan sebanyak 5 karakter melainkan 6 karakter. Hal ini disebabkan oleh perbedaan bentuk kWh meter pada bargainser model lama dan model baru. Untuk meter model lama bagian hitam dan bagian merah dipisahkan, sedangkan untuk model baru bagian hitam dan bagian merah dijadikan satu dalam satu kotak. Hal ini menyebabkan proses smearing mendeteksi daerah sepanjang 6 karakter tersebut. Pada contoh nomor 6, tidak semua karakter berhasil dikenali. Hal ini disebabkan oleh pengaruh sudut pengambilan gambar. Pada contoh nomor 8, tidak semua karakter berhasil dikenali. Hal ini disebabkan oleh pengaruh noise pada citra meteran listrik.

Pada Tabel 2 di bawah akan ditunjukkan hasil pengenalan karakter pada percobaan II. Pola master yang dipakai untuk percobaan ini adalah : 0, 3, 5, 7, sisanya tidak. Nilai presentase keberhasilan pengenalan dihitung dari jumlah karakter yang berhasil dikenali dibagi jumlah karakter pada citra meteran yang sama dengan karakter pada pola master

**Tabel 2.** Hasil Percobaan II

No.	Citra Meteran	Karakter pada Meteran	Hasil Output	Keterangan	Presentase
1.		03567	0	Hanya 1 karakter berhasil dikenali	20%

No.	Citra Meteran	Karakter pada Meteran	Hasil Output	Keterangan	Presentase
2.		06576	-	Semua karakter tidak berhasil dikenali	0%
3.		03496	0	Hanya 1 karakter berhasil dikenali	20%
4.		05799	-	Semua karakter tidak berhasil dikenali	0%
5.		11474	-	Semua karakter tidak berhasil dikenali	0%
6.		00582	-	Semua karakter tidak berhasil dikenali	0%

Dari hasil yang telah didapat dari Tabel 2, ternyata hasil yang diinginkan untuk pengenalan karakter dengan citra yang berbeda dari citra yang dilatihkan tidak sesuai dengan harapan. Hal ini disebabkan oleh nilai batas yang digunakan pada saat pengenalan, dalam hal ini bernilai 9. Tidak akan menjadi masalah apabila dilakukan untuk pengenalan karakter dengan citra yang sama dari citra yang dilatihkan karena nilai error dari template matching akan bernilai 0 untuk karakter yang sama. Tetapi apabila digunakan untuk pengenalan karakter dengan citra yang berbeda dari citra yang dilatihkan akan menghasilkan nilai error yang melebihi nilai batas pengenalan.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dari percobaan I dihasilkan nilai presisi sebesar 95 %. Dari percobaan II dapat disimpulkan bahwa sistem tidak dapat mengenali karakter yang sama apabila pola tersebut belum dilatihkan. Noise pada citra meteran memberikan pengaruh pada proses setup pola master dan pengenalan karakter terutama pada saat proses segmentasi.

Dalam penerapannya, diperlukan nilai threshold yang sesuai untuk dapat melakukan setup pola master dan pengenalan karakter. Nilai threshold ini bervariasi pada tiap citra karena dipengaruhi oleh pencahayaan pada saat pengambilan citra. Semakin terang pencahayaannya maka semakin besar pula nilai threshold yang dibutuhkan.

Untuk pengambilan citra dengan jarak 15 – 20 cm dihasilkan bahwa daerah angka pemakaian pelanggan yang akan dideteksi memiliki panjang antara 110 – 120 piksel untuk meteran model lama dan 90 – 120 piksel untuk meteran model baru. Sedangkan untuk tingginya yaitu antara 10 – 15 piksel untuk meteran model lama dan 11 piksel untuk meteran model baru.

Sudut pengambilan gambar juga mempengaruhi proses segmentasi karakter terutama pada citra meteran listrik model baru. Selain itu perbedaan bentuk meteran listrik model lama dan baru juga akan mempengaruhi pengenalan, untuk meteran model baru sistem akan mengenali sebanyak 6 karakter.

Pengambilan karakter dengan menggunakan connected components labeling juga masih terdapat kekurangan dalam pengambilan karakter. Hal ini disebabkan oleh ada beberapa citra meteran listrik yang karakter angkanya tidak sejajar, ada beberapa karakter yang posisinya lebih tinggi dari karakter lain.

### Daftar Pustaka

- Angeline, L., Teo, K., & Wong, F. (2009). Smearing Algorithm for Vehicle Parking Management System. 2nd Seminar on Engineering and Information Technology, (pp. 331-337). Kinabalu.
- Asano, T., & Tanaka, H. (2010). In-place Algorithm for Connected Components Labeling. *Journal of Pattern Recognition Research* 1, 10-22.
- Bahri, R., & Maliki, I. (2012). Perbandingan Algoritma Template Matching dan Feature Extraction pada Optical Character Recognition. *Jurnal Komputer dan Informatika*, Edisi. 1, Vol. 1, 29-35.
- Devi, H. K. (2006). Thresholding: A Pixel - Level Image Processing Methodology Preprocessing Tecnique for an OCR System for the Brahmi Script. *Ancient Asia*, Vol. 1, 161-165.
- Liliana, Budhi, G., & Hendra. (2010). Segmentasi Plat Nomor Kendaraan Dengan Menggunakan Metode Run - Length Smearing Algorithm. *Industrial Electronic Seminar*.
- Ozbay, S., & Ergun, E. (2007). Automatic Vehicle Identification by Plate. *World Academy of Science, Engineering and Technology Issue* 9, 778-781.
- Putra, D. (2010). *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: ANDI.
- Qadri, M., & Asif, M. (2009). Automatic Number Plate Recognition System for Vehicle Identification Using Optical Character Recognition . *International Conference on Education Technology and Computer*, (pp. 335-338). Singapore.
- Rizki, A., Jamal, A., Nugroho, A. S., Handoko, D., & Gunawan, M. (2010). Connected Component Analysis Sebagai Metode Pencarian Karakter Plat Dalam Sietem Pengenalan Plat Nomor Kendaraan. *Seminar on Intelligent Technology & Its Application*, (pp. 300-305). Surabaya.
- Ruslianto, I., & Harjoko, A. (2011). Pengenalan Plat Nomor Mobil Secara Real Time. *IJEIS*, Vol. 1, No.2, 101-110.
- Santi, C. N. (2011). Mengubah Citra Berwarna Menjadi GrayScale. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK* Volume 16, No.1, 14-19.
- Shapiro, L., & Stockman, G. (2000, March). Retrieved May 26, 2013, from [https://lecturer.eepis-its.edu/~nana/index\\_files/referensi/computer\\_vision/Computer%20Vision.pdf](https://lecturer.eepis-its.edu/~nana/index_files/referensi/computer_vision/Computer%20Vision.pdf)
- Sharma, A., & Chaudhary, D. R. (2013). Character Recognition Using Neural Network. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT) - Volume4*, 662-667.
- Tan, C., & Liu, Q. (2004). Extraction of newspaper headlines from microfilm for automatic indexing. *IJDAR* 6, 201-210.
- Yadav, D., Sanchez, S., & Jorge, M. (2013). Optical Character Recognition for Hindi Language. *Journal of Information Processing Systems*, Vol.9, No.1, 117-140.