

# Aplikasi Aljabar Vektor pada *License Plate Recognition*

Hasna Nur Karimah - 13514106

Program Studi Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

hasnank@s.itb.ac.id

**Abstrak**—Grafik vektor banyak diaplikasikan sekarang ini dibandingkan dengan bitmap, dikarenakan kualitas gambar tidak berkurang ketika gambar diperbesar. Grafik vektor ini banyak digunakan pada *image tracing*. Makalah ini akan membahas mengenai salah satu teknologi yang menggunakan *image tracing*, yaitu *license plate recognition (LPR)*. *LPR* ini kemudian juga memiliki banyak aplikasi di kehidupan sehari-hari, terutama dalam bidang lalu lintas.

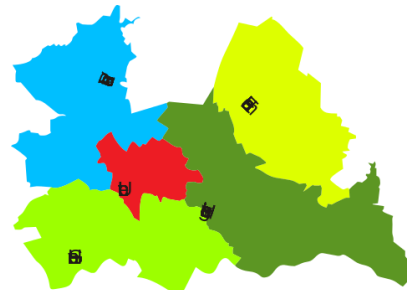
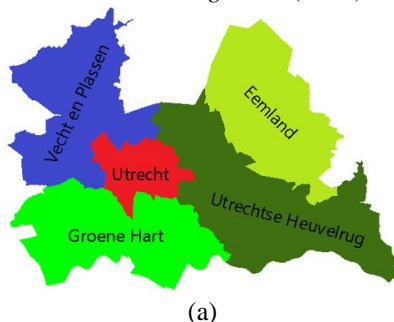
**Kata kunci**—grafik vektor, *image tracing*, *license plate recognition*, *optical character recognition*.

## I. PENDAHULUAN

Aljabar vektor memiliki banyak sekali penerapan pada zaman yang sudah semakin maju ini, terutama dalam bidang *image tracing*. *Image tracing*, atau biasa disebut vektorisasi adalah konversi dari grafik raster ke grafik vektor. *Image tracing* ini dapat dilakukan secara manual ataupun otomatis. *Image tracing* manual pertama-tama dengan melihat dan melakukan pengukuran pada gambar, lalu membuatnya menjadi gambar yang dapat dibaca oleh mesin. Setelah itu dapat menggunakan program penyunting grafik seperti Adobe Illustrator, CorelDRAW, atau Inkscape. Sedangkan *image tracing* secara otomatis dapat dilakukan oleh program-program seperti Adobe Streamline, Corel's PowerTRACE, dan Potrace.

*Image tracing* digunakan dalam beberapa bidang khusus, di antaranya:

- *Computer-Aided Design (CAD)*
- *Geographic Information System (GIS)*
- Desain grafis dan fotografi
- *Optical Character Recognition (OCR)*



**Gambar 1.1** Gambar peta sebelum vektorisasi (a) dan setelah vektorisasi (b) (sumber: [https://en.wikipedia.org/wiki/Image\\_tracing#Usage\\_do\\_mains](https://en.wikipedia.org/wiki/Image_tracing#Usage_do_mains), diakses pada 15 Desember 2015)

Grafik vektor ini menggunakan dasar-dasar seperti titik, garis, lengkungan, dan polygon untuk merepresentasikan gambar pada grafis computer. Penyuntingan grafik vektor pada umumnya melibatkan rotasi, pencerminan, perentangan, dan bentuk-bentuk transformasi lainnya.

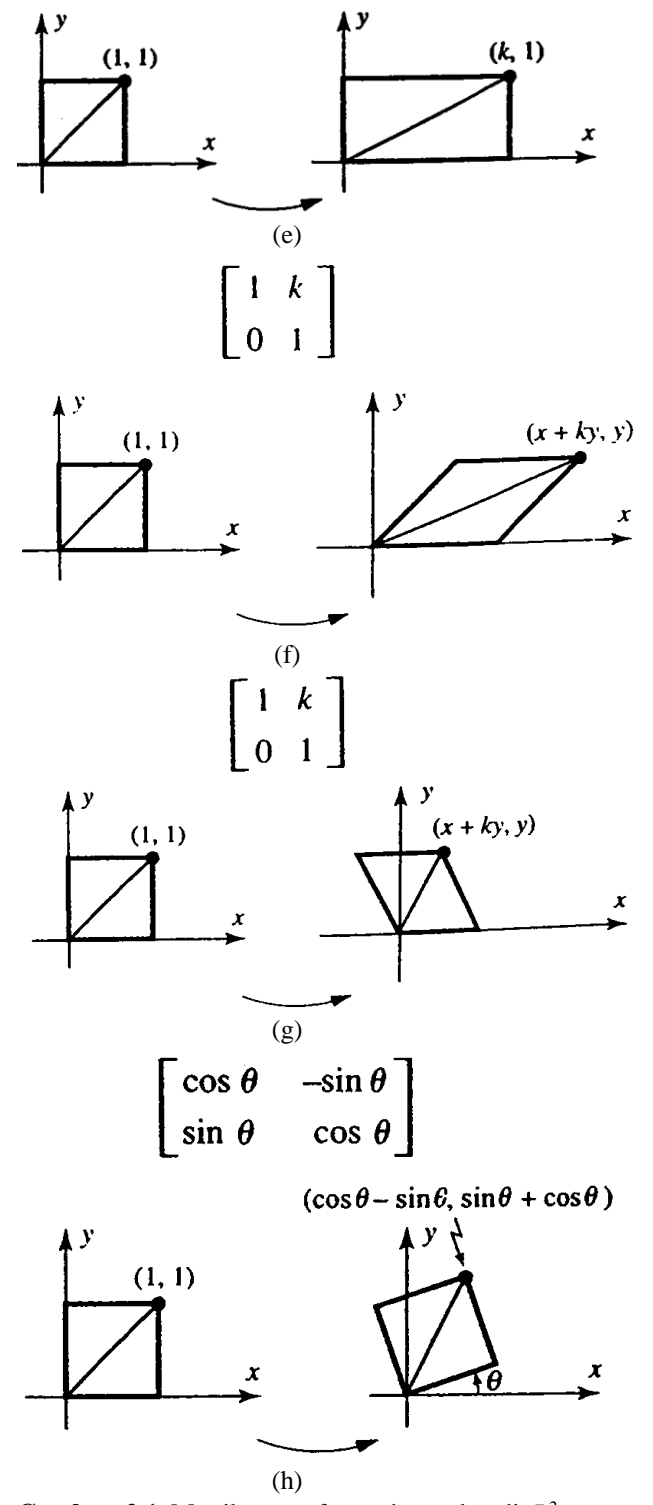
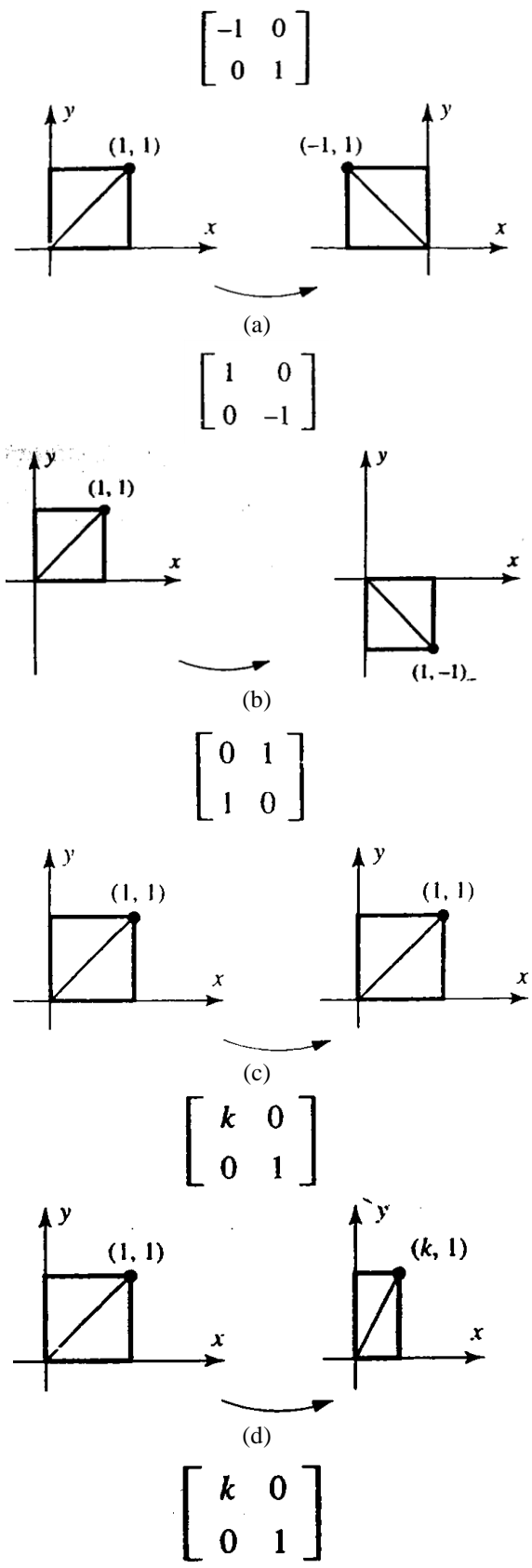
## II. LANDASAN TEORI

Pembahasan mengenai *license plate recognition* ini berkaitan dengan Aljabar Geometri, tepatnya adalah Aljabar Vektor. Vektor adalah objek geometri yang memiliki besar dan arah. Dua buah vektor dikatakan sama apabila memiliki panjang dan arah yang sama. Hal yang berkenaan dengan vektor yang digunakan pada implementasi ini adalah transformasi. Berikut akan dijelaskan mengenai transformasi dan matiks standarnya.

Misalkan  $V$  dan  $W$  adalah ruang vektor. Jika ada fungsi  $f$  dengan domain  $V$  dan kodomain  $W$ , maka  $f$  adalah transformasi dari  $V$  ke  $W$ . Transformasi dari  $R^m$  ke  $R^n$  dapat dinyatakan dengan matriks, disebut matriks transformasi, dengan notasi  $T_A : R^m \rightarrow R^n$ .

Untuk setiap matriks  $A$ , matriks transformasi  $T_A : R^m \rightarrow R^n$  memiliki sifat-sifat berikut:

- $T_A(\mathbf{0}) = \mathbf{0}$
- $T_A(k\mathbf{u}) = kT_A(\mathbf{u})$
- $T_A(\mathbf{u}+\mathbf{v}) = T_A(\mathbf{u}) + T_A(\mathbf{v})$
- $T_A(\mathbf{u}-\mathbf{v}) = T_A(\mathbf{u}) - T_A(\mathbf{v})$



**Gambar 2.1** Matriks transformasi standar di  $R^2$   
 (a) pencerminan terhadap sumbu-y; (b) pencerminan terhadap sumbu-x; (c) pencerminan terhadap garis  $y=x$ ; (d) kompresi searah sumbu-x dengan factor  $k$ ; (e) ekspansi searah sumbu-x dengan factor  $k$ ; (f) shear searah sumbu-x dengan  $k > 0$ ; (g) shear searah sumbu-x dengan  $k < 0$ ; (h) rotasi berlawanan arah dengan jarum jam dengan sudut  $\theta$  (sumber: *Elementary Linear Algebra 10<sup>th</sup> edition*, Howard Anton dan Chris Rorres)

### III. OPTICAL CHARACTER RECOGNITION

#### A. Tentang OCR

*Optical Character Recognition* (OCR) adalah konversi jenis gambar secara mekanik atau elektrik, bias tulisan tangan atau hasil cetakan, ke dalam teks kode mesin. Pada awalnya, OCR ini merupakan teknologi yang mengandung telegraf sebagai alat bantu membaca untuk orang buta.

Emanuel Goldberg mengembangkan mesin untuk membaca karakter dan mengubahnya ke dalam kode telegraf yang standar pada tahun 1914. Pada saat yang sama, Edmund Fournier d'Albe mengembangkan *Optophone*, pemindai yang dapat menghasilkan suara sesuai huruf atau karakter ketika digerakkan pada halaman yang sudah tercetak.

#### B. Aplikasi OCR

OCR telah sangat dikembangkan dan digunakan dalam banyak aplikasi, di antaranya:

- *Data entry* untuk dokumen-dokumen seperti cek, paspor, dan faktur
- *Automatic Number Plate Recognition* (ANPR)
- Ekstraksi informasi dokumen asuransi otomatis
- Ekstraksi informasi kartu nama ke dalam daftar kontak
- Pemindai buku
- Teknologi yang dapat membantu orang buta

#### C. Tipe-tipe OCR

- *Optical Character Recognition* (OCR), digunakan untuk teks ketikan, mengidentifikasi satu glif<sup>1</sup> atau karakter
- *Optical Word Recognition*, digunakan untuk teks ketikan, mengidentifikasi satu kata, dipisahkan oleh spasi
- *Intelligent Character Recognition* (ICR), digunakan juga untuk tulisan tangan, mengidentifikasi satu glif atau karakter
- *Intelligent Word Recognition* (IWR), digunakan juga untuk tulisan tangan, mengidentifikasi satu kata

#### D. Teknik Pemrosesan OCR

##### 1. Praproses

Tahap ini digunakan untuk meningkatkan kemungkinan keberhasilan identifikasi, meliputi:

- o Meluruskan teks untuk membuat teks yang dipindai benar-benar horizontal atau vertical
- o Menghilangkan noda dan melembutkan sudut
- o Mengubah gambar berwarna atau *grayscale* ke hitam putih (disebut gambar biner karena hanya terdiri dari dua warna)

- o Menghilangkan kotak dan garis yang bukan glif
- o Analisis *layout*, mengidentifikasi kolom, paragraf, judul, dll.
- o Mendeteksi baris dan kata
- o Identifikasi tulisan
- o Segmentasi karakter
- o Penyamaan perbandingan sudut pandang dan skala

##### 2. Pengenalan Karakter

Terbagi menjadi dua tipe:

- o *Matrix matching*, membandingkan piksel-piksel gambar dengan glif yang telah tersimpan, disebut juga *pattern matching* atau *pattern recognition*
- o *Feature extraction*, mendekomposisi glif ke dalam bentuk-bentuk seperti garis, lingkaran, arah baris, dan perpotongan baris, lalu membandingkannya dengan representasi vektor dari sebuah karakter

Perangkat lunak yang dapat digunakan pada tahap ini misalnya Cuneiform dan Tesseract.

##### 3. Pascaproses

Tahap ini digunakan untuk meningkatkan ketepatan dari keluaran, salah satunya dengan *lexicon*, yaitu daftar kata yang dibolehkan ada dalam dokumen tersebut, misalnya daftar kata dalam Bahasa Inggris atau *lexicon* dari bidang tertentu. Selain itu, tatabahasa juga dapat meningkatkan ketepatan pemindaian.

##### 4. Optimisasi pada Penerapan Tertentu

Hasil dapat menjadi lebih optimal apabila diketahui untuk apa OCR ini diterapkan. Oleh karena itu terdapat strategi yang disebut "Application-Oriented OCR" atau "Customized OCR", yang sudah diterapkan pada plat nomor, kartu nama, faktur, *screenshot*, tanda pengenalan, SIM, dan pabrikasi mobil.

### IV. LICENSE PLATE RECOGNITION

#### A. Tentang LPR

*License Plate Recognition* (LPR) adalah teknologi *image-processing* yang digunakan untuk mengidentifikasi kendaraan melalui plat nomornya. LPR ini pertama kali ditemukan oleh Kepolisian Britania cabang Pengembangan Ilmiah pada tahun 1976. Teknologi ini menjadi populer terutama pada bidang keamanan dan lalu lintas, didukung dengan perkembangan berbagai algoritma di jaman sekarang ini.

LPR memiliki beberapa sebutan lain, di antaranya:

- *Automatic Vehicle Identification* (AVI)
- *Car Plate Recognition* (CPR)
- *Automatic Number Plate Recognition* (ANPR)
- *Car Plate Reader* (CPR)
- *Optical Character Recognition* (OCR) for cars

<sup>1</sup> figur simbolis yang biasanya dicetak timbul, simbol yang dihias

### B. Elemen-elemen pada sistem LPR

Pada umumnya, sebuah system LPR mengandung elemen-elemen berikut ini:

- *Camera*, untuk mengambil gambar mobil dari depan atau belakang
- *Illumination*, untuk menerangi bagian plat nomor dari mobil, biasanya digunakan inframerah agar tidak mengganggu pengemudi
- *Frame grabber*, papan antarmuka antara kamera dan computer, agar software dapat membaca informasi dari gambar
- *Computer*, menjalankan aplikasi LPR yang mengatur system, membaca gambar, menganalisis dan mengidentifikasi plat nomor, dan antarmuka dengan aplikasi dan system lain
- *Software*, aplikasi dan *Dynamic Link Library* (DLL) berisi kelengkapan untuk identifikasi
- *Hardware*, berbagai papan masukan atau keluaran untuk antarmuka, misalkan *control board* dan *networking board*
- *Database*, berisi rekaman hasil identifikasi plat nomor, mungkin juga beserta kendaraan atau gambar wajah pengemudi

### C. Cara Kerja LPR

Secara singkat, cara kerja LPR dapat dituliskan menjadi enam tahapan algoritma:

#### 1. Lokalisasi

Menentukan bagian mana dari gambar kendaraan yang merupakan plat nomor. Caranya adalah dengan mencari bentuk persegi panjang. Tetapi bentuk persegi panjang belum tentu merupakan plat nomor, jadi dilakukan seleksi lagi yaitu dengan melihat warna dasar dan kekontrasannya dengan objek-objek dalam persegi panjang tersebut.



**Gambar 4.1** Lokalisasi plat nomor (sumber: <http://www.licenseplatesrecognition.com/how-lpr-works.html>, diakses pada 15 Desember 2015)

#### 2. Penyesuaian Ukuran dan Arah Plat Nomor

Sudut pandang dari plat nomor disesuaikan agar menjadi akurat, dan ukurannya dikalkulasi ulang menjadi ukuran optimal



**Gambar 4.2** Penyesuaian ukuran dan arah plat nomor (sumber: <http://www.licenseplatesrecognition.com/how-lpr-works.html>, diakses pada 15 Desember 2015)

#### 3. Normalisasi

Mengatur *contrast* dan *brightness* gambar plat nomor yang tertangkap.



**Gambar 4.3** Normalisasi plat nomor (sumber: <http://www.licenseplatesrecognition.com/how-lpr-works.html>, diakses pada 15 Desember 2015)

#### 4. Segmentasi Karakter

Memisahkan karakter alfanumerik pada plat nomor, berdasarkan warna, jarak, dan struktur huruf.

#### 5. OCR

Menerjemahkan gambar yang ditangkap menjadi masukan teks alfanumerik.

#### 6. Analisis Geometri

Verifikasi informasi alfanumerik dan mengurutkannya dengan aturan himpunan tertentu.



**Gambar 4.4** Analisis geometri plat nomor (sumber: <http://www.licenseplatesrecognition.com/how-lpr-works.html>, diakses pada 15 Desember 2015)

### D. Aplikasi LPR

LPR memiliki banyak aplikasi, di antaranya adalah:

- Parkir, plat nomor dikenali pada saat kendaraan memasuki tempat parkir, lalu ketika keluar, plat nomor dipindai lagi untuk menentukan durasi parkir untuk menentukan biaya parkir

- *Access control*, di tempat tertentu, LPR digunakan untuk membuka gerbang hanya bagi kendaraan yang plat nomornya terdaftar
- 'Blacklist', kendaraan yang masuk ke 'blacklist' (mobil curian atau mobil yang belum melunasi denda) akan menyebabkan sirine berbunyi, sehingga polisi yang ada di sekitar dapat beraksi untuk menghentikan kendaraan tersebut
- Pelanggaran, kendaraan yang melakukan pelanggaran (kecepatan melanggar batas atau menerobos lampu merah) akan terpindai dan diharuskan membayar denda secara online

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 15 Desember 2015



Hasna Nur Karimah - 13514106

## V. KESIMPULAN

Vektor memiliki banyak aplikasi, salah satunya adalah *image tracing*. *Image tracing* kemudian dapat digunakan pada OCR. Salah satu aplikasi dari OCR adalah *License Plate Recognition* atau LPR. LPR memiliki banyak kegunaan terutama dalam bidang lalu lintas.

## VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama saya mengucapkan puji dan syukur kepada Allah SWT. karena atas kehendak-Nya pembuatan makalah ini dapat berjalan lancar. Kemudian saya ucapkan terima kasih kepada Bapak Rinaldi Munir dan Bapak Judhi Santoso selaku pengajar mata kuliah Aljabar Geometri yang ilmunya digunakan sebagai dasar makalah ini. Terima kasih juga saya ucapkan kepada teman-teman yang telah menginspirasi topik bahasan melalui *brainstorming* serta senantiasa menyemangati selama pengerjaan makalah ini berlangsung.

## REFERENSI

- [1] Vince, John. *Geometric Algebra for Computer Graphics*. 2008. London:Springer.
- [2] Anton, Howard; Rorres, Chris. *Elementary Linear Algebra* 10<sup>th</sup> ed. John Wiley and Sons 2011.
- [3] <http://www.licenseplatesrecognition.com/how-lpr-works.html>, diakses pada 14 Desember 2015
- [4] "Optical Character Recognition (OCR) – How it works". Nicomsoft.com. Retrieved 2013-06-16.
- [5] Suen, C.Y.; Plamondon, R.; Tappert, A.; Thomassen, A.; Ward, J.R.; Yamamoto, K. (1987-05-29). Future Challenges in Handwriting and Computer Applications. 3rd International Symposium on Handwriting and Computer Applications, Montreal, May 29, 1987. Retrieved 2008-10-03.
- [6] Avrahami, Gideon; Pratt, Vaughan, "Sub-pixel Edge Detection in Character Digitization", in Morris, R.; André, J., *Raster Imaging and Digital Typography II*, Cambridge University Press, pp. 54–64
- [7] Nigel Chapman; Jenny Chapman (2002) [2000]. *Digital Multimedia*. Wiley. p. 86. ISBN 0-471-98386-1.