

Aplikasi Aljabar Vektor dalam Sistem Temu-balik Informasi Visual Menggunakan Tekstur dan Warna

Albert Logianto - 13514046
Program Studi Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
13514046@std.stei.itb.ac.id

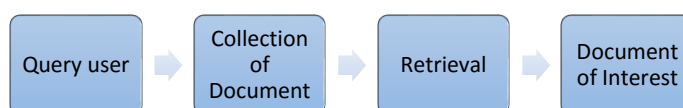
Abstract—Di zaman yang sudah berkembang pesat ini, hampir semua aspek dari kehidupan manusia tidak dapat dipisahkan dengan teknologi informasi. Teknologi informasi memungkinkan untuk mengolah data-data mentah menjadi suatu informasi yang diinginkan dan dapat dibagikan. Informasi tersebut tidak hanya merupakan representasi dari teks saja, tetapi gambar atau visual juga merupakan salah satu representasi dari informasi. Sistem temu-balik visual membutuhkan perkembangan yang lebih lanjut dikarenakan tidak semua informasi efektif disampaikan dalam bentuk teks atau audio saja. Seperti jika ingin menunjukkan anak kecil tentang bentuk buah-buahan tentu membutuhkan gambar agar lebih mudah dimengerti dibandingkan dengan representasi teks atau suara. Sistem untuk pencarian dan temu-balik gambar tersebut masih terbatas untuk pengguna ahli pada beberapa dekade lalu, namun hal itu sudah tidak relevan mengingat perkembangan internet yang mudah diakses dimana-mana dan kapan saja. Bahkan dapat digunakan dengan *smartphone* yang terhubung dengan koneksi internet. Keberhasilan dalam melakukan pencarian informasi dalam bentuk visual ini tidak hanya bergantung pada tingkat ketepatan dan efektifnya dalam menentukan strategi penelusuran informasi, tetapi juga sistem temu-balik informasi dari penyedia informasi visual tersebut.

Keywords—aljabar vektor, gambar, informasi, sistem temu-balik, visual.

I. PENDAHULUAN

Temu-balik informasi atau *information retrieval* dapat diartikan sebagai suatu aktivitas seorang pengguna untuk memilih dokumen atau data spesifik yang diinginkan dari sekumpulan data berdasarkan kebutuhan dan keinginan dari pengguna tersebut. Kebutuhan dan keinginan dari pengguna tersebut adalah suatu input yang dimasukkan ke dalam suatu sistem dan akan menghasilkan informasi yang dibutuhkan oleh pengguna. Dengan adanya suatu sistem temu-balik informasi akan membantu pengguna untuk mencapai tujuannya yaitu mendapatkan dokumen yang dibutuhkanannya diantara dokumen yang tersedia dengan tingkat kemungkinan ketepatan atau keakuratan yang tinggi antara dokumen yang dihasilkan dengan kebutuhan dokumen.. Dengan perkembangan zaman yang dimana internet merupakan hal yang sudah biasa bagi masyarakat dan juga tingkat permintaan dan kebutuhan dari pengguna internet semakin tinggi, maka dibutuhkanlah suatu sistem

temu-balik informasi visual yang akurat dan efisien. Berikut adalah ilustrasi dari sistem temu-balik informasi.



Gambar 1. Proses dasar sistem temu-balik informasi

Dari diagram tersebut dapat dilihat relasi antar pengguna, kumpulan dokumen, sistem *retrieval*, dan dokumen yang diinginkan. Namun dibutuhkan suatu sistem yang efisien dan tidak membutuhkan waktu yang lama untuk mendapatkan dokumen yang diinginkan.

Di era yang sudah serba digital ini, sulit untuk menemukan kamera-kamera analog, dan hampir semua orang memiliki kamera digital bahkan pada *smartphone* pun juga memiliki kamera yang cukup canggih. Dengan perkembangan kapasitas memori dan penyimpanan data digital yang semakin pesat membuat kumpulan data-data menjadi semakin besar dan tidak teratur. Dalam menangani hal ini tentu membutuhkan suatu sistem yang efisien dalam mengolah data-data tersebut. Sistem pencarian gambar merupakan salah satu fasilitas yang harus dicakup dari sistem tersebut. Secara umum, terdapat dua cara dalam melakukan pencarian gambar, yaitu pencarian berdasarkan informasi *metadata* dalam bentuk teks dari gambar dan pencarian berdasarkan informasi konten dari gambar tersebut.

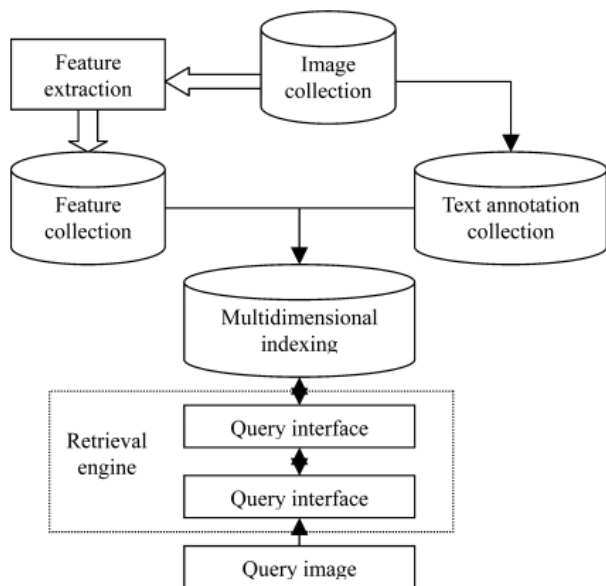
Cara pertama dalam melakukan pencarian gambar yaitu dengan mencocokkan *keyword* dari pengguna dengan *metadata* dari gambar kuranglah efisien dan memakan waktu yang cukup banyak. Ini dikarenakan dibutuhkannya memasukkan informasi *metadata* tersebut ke dalam masing-masing gambar dalam *database* yang cukup besar, hal ini tentu tidaklah efisien. Alasan lain adalah karena setiap pengguna bisa saja menginputkan *keyword* yang mempunyai makna dengan sama dengan *metadata* dalam gambar namun direpresentasikan dengan kata-kata yang berbeda. Hal ini tentu akan menghilangkan beberapa kemungkinan gambar yang seharusnya didapatkan oleh pengguna namun tidak didapatkan. Masalah-masalah tadi dapat dicegah dengan menggunakan pendekatan cara

pencarian yang kedua, sistem pencarian tersebut sudah dikenal dengan nama *Content-based image retrieval* disingkat menjadi CBIR. CBIR merupakan salah satu jenis dari sistem temu-balik informasi adalah suatu teknik yang menggunakan konten visual dalam mencari suatu gambar dalam suatu kumpulan gambar berdasarkan dengan keinginan user. Dalam CBIR, algoritma dalam memproses gambar digunakan untuk mendapatkan vektor dari ciri-ciri gambar yaitu seperti tekstur, warna, bentuk, pola, dan sebagainya. Dalam pendekatan cara ini, cara ini memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan cara yang pertama, yaitu kemungkinan untuk mendapatkan gambar secara otomatis tanpa harus memasukkan *metadata* pada gambar secara manual terlebih dahulu. Pada makalah kali ini, akan dibahas CBIR dengan menggunakan tekstur dan warna pada gambar.

II. DASAR TEORI

A. CBIR

Bentuk umum dari CBIR dapat ditunjukkan dari gambar berikut.



Gambar 2. Flowchart Proses dari CBIR
<http://fsjournal.cpu.edu.tw/content/vol4.no.1/06-95-04.pdf>

Suatu CBIR pada umumnya membutuhkan suatu *image descriptor*. *Image descriptor* terdiri atas algoritma untuk men-ekstraksi dari suatu gambar menjadi suatu vektor yang berisi fitur dan mengukur tingkat kesamaan dua gambar. Tingkat kesamaan dari sepasang gambar direpresentasikan dengan vektor deskripsi masing-masing gambar. Anotasi teks mengandung kata kunci dan deskripsi dari gambar untuk membantu pencocokan gambar. *Multidimensional indexing* digunakan untuk melakukan pencarian yang cepat dan membuat sistem tetap efisien dalam pencarian gambar pada *database* yang besar. *Retrieval engine* mengandung *query interface* dan *query processing unit*. *Query interface* umumnya mengandung sistem yang mengumpulkan dan memanipulasi informasi

dari *user* dan menghasilkan hasil gambar yang dicari. *Query-processing unit* digunakan untuk mengubah input dari *user* menjadi suatu bentuk yang dapat diproses oleh CBIR. Dalam menyempitkan ruang antara fitur visual dengan makna semantik, *query-processing unit* akan berkomunikasi dengan sistem pencari dengan sedemikian mungkin agar tetap efisien.

Pada makalah ini, akan dibahas *feature extraction* dari gambar yaitu warna dan tekstur. *Feature* atau ciri adalah suatu karakteristik dari gambar dan akan direpresentasikan dengan suatu *descriptor*. Di dalam komputer grafis, *deskriptor* dan *feature* adalah dua istilah yang sering digunakan.

B. Color Histogram

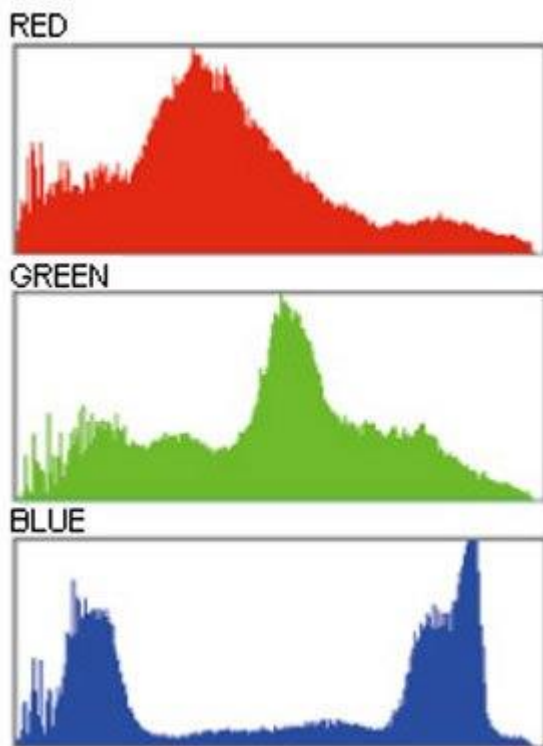
Color Histogram atau histogram warna adalah suatu representasi dari distribusi warna yang ada pada sebuah gambar. Pada gambar digital, histogram warna akan merepresentasikan jumlah pixel yang dibedakan berdasarkan warnanya. Histogram warna dapat dibuat dari berbagai jenis representasi warna, seperti RGB atau HSV. Pada gambar yang tidak berwarna atau monokromatik, biasanya *intensity histogram* lebih umum digunakan.

Suatu histogram warna dari suatu gambar dapat dibuat dengan mendiskritisasi warna dalam gambar ke dalam sejumlah *bin* dan jumlah piksel gambar dihitung dalam setiap *bin*. Misalnya histogram merah-biru dapat dibentuk dari nilai-nilai warna normalisasi piksel yang membagi nilai-nilai RGB. Histogram dua dimensi dari Merah-Biru dapat dibagi menjadi 4 *bin* ($N=4$) dan contohnya dapat dilihat dari tabel berikut.

		red			
		0-63	64-127	128-191	192-255
blue	0-63	43	78	18	0
	64-127	45	67	33	2
	128-191	127	58	25	8
	192-255	140	47	47	13

Tabel 1. Contoh tabel histogram warna merah-biru

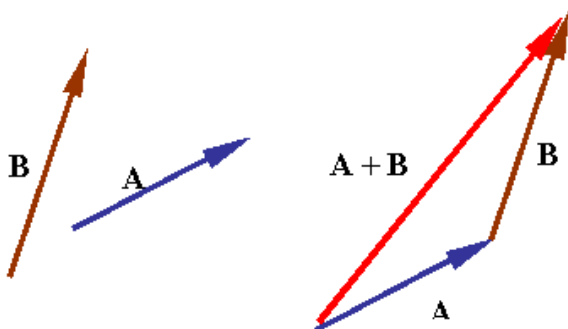
Dalam membuat histogram warna, kita dapat menghitung jumlah piksel dalam masing-masing 256 skala dalam tiga *channel* RGB atau ruang warna lainnya seperti HSV dan memisahkannya menjadi tiga buah histogram, yaitu untuk warna merah, hijau dan biru. Berikut adalah salah satu contoh dari histogram.



Gambar 3. Contoh Histogram Warna
<http://i2.wp.com/indiandigitalartists.com/wp-content/uploads/2013/08/Canon-Color-Histogram.jpg>

C. Vektor

Vektor adalah suatu objek geometri di dalam bidang matematika maupun fisika yang mempunyai besaran dan arah. Terdapat beberapa operasi dalam vektor, seperti penjumlahan kedua vektor, pengurangan kedua vektor dan lainnya. Untuk dari fitur atau ciri-ciri gambar yang diambil dari kumpulan gambar-gambar. Berikut adalah contoh penjumlahan dua vektor yaitu **A** dan **B**.



Gambar 4. Penjumlahan dua vector
<http://emweb.unl.edu/math/mathweb/vectors/Image484.gif>

Di dalam vektor, bisa juga dicari panjang dari vektor tersebut dengan rumus:

$$\|a\| = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + a_3^2}$$

III. SISTEM TEMU-BALIK INFORMASI VISUAL MENGGUNAKAN TEKSTUR DAN WARNA

A. Perbandingan Warna

CBIR berdasarkan perbandingan warna adalah cara yang dasar dan paling penting dalam CBIR. Warna adalah suatu unsur yang penting dan paling mudah terlihat dari suatu gambar. Jika dibandingkan dengan tekstur dan bentuk, warna adalah suatu unsur dari gambar yang stabil, tidak dipengaruhi oleh rotasi, translasi, perbesaran dan transformasi lainnya. Kalkulasi warna juga bukanlah sesuatu hal yang sulit dilakukan. Histogram warna biasa digunakan dalam men-ekstraksi fitur atau ciri warna dari suatu gambar.

Histogram warna biasa digunakan karena dapat merepresentasikan distribusi warna dari gambar secara universal, hal ini menguntungkan jika gambar sulit untuk dipisahkan menjadi beberapa segmen dan tidak memperdulikan posisi dari warna tersebut. Namun kelemahannya dari histogram warna adalah tidak dapat mendeskripsikan objek yang spesifik dari gambar.

Pada CBIR yang berdasarkan histogram warna secara universal, suatu gambar dipilih dari suatu kumpulan gambar, tipe representasi HSV lebih dipilih daripada RGB karena RGB tidak dapat merepresentasikan kebutuhan visual dalam CBIR. Jadi langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Konversi RGB menjadi HSV pada gambar, hal ini dapat dilakukan dengan rumus berikut:

$$R' = R/255$$

$$G' = G/255$$

$$B' = B/255$$

$$C_{maks} = \max(R', G', B')$$

$$C_{min} = \min(R', G', B')$$

$$\Delta = C_{maks} - C_{min}$$

$$H = \begin{cases} 0^\circ & \Delta = 0 \\ 60^\circ \times \left(\frac{G' - B'}{\Delta} \bmod 6\right) & , C_{maks} = R' \\ 60^\circ \times \left(\frac{B' - R'}{\Delta} + 2\right) & , C_{maks} = G' \\ 60^\circ \times \left(\frac{R' - G'}{\Delta} + 4\right) & , C_{maks} = B' \end{cases}$$

$$S = \begin{cases} 0 & , C_{maks} = 0 \\ \frac{\Delta}{C_{maks}} & , C_{maks} \neq 0 \end{cases}$$

$$V = C_{maks}$$

- Ubah nilai dari masing-masing H, S, dan V menjadi suatu vektor
- Ukurlah kemiripan dari kedua gambar dengan menggunakan *Teorema jarak Euclidean*, yaitu:

$$D = \sum_{i=1}^n (A_i - B_i)^2.$$

Disini A dan B adalah dua vektor dan n adalah dimensi dari vektor tersebut. Semakin dekat jarak kedua vektor maka tingkat kemiripannya semakin tinggi.

Metode histogram warna universal ini lebih mudah dalam kalkulasinya, dan memiliki tingkat ke-efektifan dalam pencocokan yang tinggi. Dalam hal ini, rotasi dan translasi tidaklah berpengaruh dalam vektor yang didapatkan dari histogram. Salah satu kelemahannya adalah kedua gambar yang berbeda namun memiliki frekuensi masing-masing warna yang sama sehingga memiliki histogram warna yang sama juga dapat dianggap sama oleh metode ini sehingga menyebabkan kesalahan pencarian.

Metode lain yang lebih efektif yaitu dengan membagi gambar menjadi beberapa blok NxN. Setiap blok akan menjadi tidak terlalu signifikan jika blok-blok tersebut terlalu besar, dan akan meningkatkan waktu dalam memprosesnya jika ukuran dari blok terlalu kecil. Jumlah blok yang disarankan adalah 3x3 agar tetap efektif dan tidak memakan waktu yang lama dalam proses pencocokannya.

Setiap blok memiliki koefisien tingkat kecocokan kedua gambar yang berbeda, jika setiap blok memiliki koefisien yang sama maka tidak ada bedanya dengan metode yang pertama yaitu tanpa membagi gambar menjadi beberapa blok. Biasanya blok yang dekat dengan tengah memiliki koefisien yang lebih tinggi.

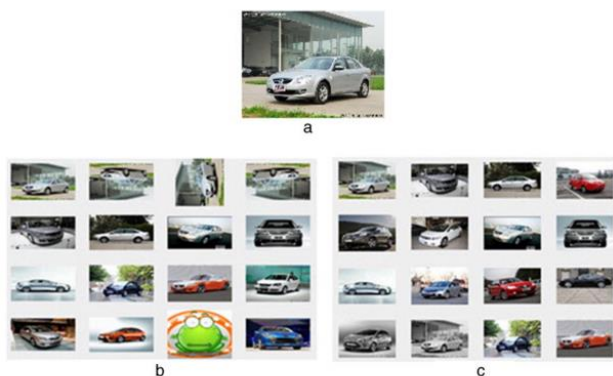


Fig. 1. Color based CBIR retrieval results. (a) Input image for retrieval. (b) Using global color histogram. (c) Using 3x3 block color histogram.

Gambar 5. CBIR berdasarkan perbandingan warna

<http://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0895717710005352-gr1.jpg>

Dapat dilihat pada perbandingan menggunakan histogram warna universal masih terdapat gambar yang tidak relevan, namun dengan metode pembagian gambar ke beberapa blok, tidak terdapat gambar yang

tidak relevan.

B. Perbandingan Tekstur

CBIR dengan perbandingan tekstur menggunakan suatu matriks yang dinamakan *co-occurrence matrix*. Matriks ini digunakan karena membutuhkan tingkat pemrosesan yang mudah dan cepat. Vektor yang dihasilkan juga mempunyai ukuran yang lebih kecil. Misalkan terdapat suatu gambar I dengan nxm piksel dengan suatu parameter offset ($\Delta x, \Delta y$) dapat dirumuskan matriksnya sebagai berikut:

Dimana i dan j adalah nilai intensitas dari gambar dengan p dan q adalah posisi dari gambar. *Offset* Δx dan Δy bergantung pada arah θ dan jarak yang digunakan, pada

$$C_{\Delta x, \Delta y}(i, j) = \sum_{p=1}^n \sum_{q=1}^m \begin{cases} 1, & \text{if } I(p, q) = i \text{ and } I(p + \Delta x, q + \Delta y) = j \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

kali ini dipakai jaraknya adalah 1 dan θ equals $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$.

Langkah-langkah dalam perbandingan tekstur adalah sebagai berikut:

- Konversi warna gambar menjadi *greyscale*, ini dilakukan karena warna tidaklah penting dalam penentuan tekstur. Sehingga dari warna RGB dapat diubah menjadi suatu warna *greyscale* Y dengan rumus:

$$Y = 0.29 \times R + 0.587 \times G + 0.114 \times B$$

- Kuantifikasi dari *greyscale* perlu dilakukan karena *greyscale* adalah 256, matriks yang berkorespondens menjadi 256x256. Berdasarkan penglihatan manusia, tingkat kemiripan dari gambar adalah berdasarkan kekasaran tekstur dari gambar tersebut. *Greyscale* semula dari suatu gambar akan dikompresi untuk mengurangi operasi perhitungan sebelum dibentuknya *co-occurrence matrix*.
- Empat buah *co-occurrence matrix* dapat dibentuk dari rumus di atas. Empat buah parameter dari tekstur yaitu kapasitas, entropi, momen inersia dan relevansi dapat dihitung. Pada akhirnya, standar deviasi dari masing-masing parameter dapat dihitung.
- Pada gambar I^i memiliki vektor yang sedemikian rupa, $H^i = [h^{i,1}, h^{i,2}, h^{i,3}, \dots, h^{i,n}]$ dan memenuhi distribusi gaussian, maka normalisasi gaussian digunakan agar setiap vektor memiliki bobot yang sama.

$$h^{i,j'} = \frac{h^{i,j} - m_j}{\sigma_j}$$

Dimana m_j adalah rata-rata dan σ_j adalah standar deviasinya.

- Ukurlah kemiripan dari kedua gambar dengan menggunakan *Teorema jarak Euclidean*, yaitu:

$$D = \sum_{i=1}^n (A_i - B_i)^2.$$

Disini A dan B adalah dua vektor dan n adalah dimensi dari vektor tersebut. Semakin dekat jarak kedua vektor maka tingkat kemiripannya semakin tinggi.



Fig. 2. Comparing color and texture CBIR results. (a) Input image for retrieval. (b) CBIR using global color histogram. (c) CBIR using texture features.

Gambar 6. CBIR dengan perbandingan tekstur

<http://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0895717710005352-gr2.jpg>

Dapat dilihat bahwa perbandingan menggunakan warna maupun tekstur menghasilkan gambar-gambar yang cukup akurat.

IV. KESIMPULAN

Di zaman yang sudah serba digital ini, dimana gambar merupakan sesuatu media komunikasi dan informasi yang lebih dipilih. Ditambah juga dengan *database* pada internet yang setiap harinya terus berkembang, tentu membutuhkan suatu sistem yang dapat melakukan pencarian gambar berdasarkan keinginan pengguna. Sistem tersebut lebih dikenal dengan CBIR, beberapa parameter dasar dari CBIR adalah dengan menggunakan warna dan tekstur sebagai bahan perbandingannya. Dimana ditemukan bahwa perbandingan menggunakan warna dan tekstur sama-sama efisien dan efektif. Namun aplikasi dari CBIR ini masih belum sepenuhnya dikembangkan, bisa saja aplikasinya adalah dalam pencegahan tindak kriminal dengan terus bertambahnya *database* yang dimiliki oleh pihak berwenang tentang kasus-kasus kriminal sebelumnya, atau juga bisa saja diaplikasikan dalam ilmu pengobatan, *intellectual property*, kemiliteran, *fashion* dan desain, maupun hal-hal lainnya.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama penulis memanjatkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa oleh karena anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan makalah ini. Penulis ingin berterima kasih kepada dosen Aljabar Geometri IF 2123 yaitu Pak Rinaldi Munir dan Pak Judhi Santoso dalam ilmu-ilmu yang diberikan dalam pembuatan makalah ini. Serta penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan tulisan ini. Penulis juga tidak lupa untuk mengucapkan terima kasih kepada semua pembaca tulisan ini dan semoga makalah ini dapat bermanfaat.

REFERENSI

- [1] <https://ssantika.wordpress.com/tag/informasi-visual/> diakses pada 12 Desember 2015.
- [2] <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895717710005352> diakses pada 12 Desember 2015.
- [3] http://www.ic.unicamp.br/~rtorres/mo805R_13s1/2006-Torres2006RITA.pdf diakses pada 13 Desember 2015.E.
- [4] <http://fsjournal.cpu.edu.tw/content/vol4.no.1/06-95-04.pdf> diakses pada 13 Desember 2015.
- [5] <http://www.gurumuda.com/vektor-skalar> diakses pada 12 Desember 2015.
- [6] <http://sci.tamucc.edu/~cams/projects/274.pdf> diakses pada 12 Desember 2015

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, 16 Desember 2015

Albert Logianto
13514046