

# Identifikasi Dini Kerusakan Jalan Flexible Pavement Dengan Menggunakan Algoritma PCA

Adhi Kusnadi, Ranny  
Program Studi Teknik Informatika, Universitas Multimedia Nusantara, Tangerang, Indonesia  
adhi.kusnadi@umn.ac.id, ranny@umn.ac.id

Diterima 01 Juli 2016  
Disetujui 05 September 2016

**Abstract** - Identification of road damage and how to handle early is important so that the use of the road remains optimally. The delay in the repair process will exacerbate the damage to the road itself, and will certainly increase the cost of repairs. PCA algorithm was chosen because it is a technique that is commonly used to draw the features of the data on a high-dimensional scale. While the input of the system that is built in the form of a digital image of the damaged roads, has a relatively large dimensions to be used directly by the algorithm of pattern recognition, such as neural networks. Research results obtained this type of cracking crocodiles successfully identified 100% true, finely cracked 67% and cracking the other 33%. This can be caused by a few things, namely the shooting process is not perfect, as the distance is too far, the less light, the edge detection process less well due to the method used is not appropriate.

**Index Terms**—road damage, PCA, cracking, image, egde detection

## I. Pendahuluan

Infrastruktur jalan merupakan aspek penting dalam perkembangan dan pertumbuhan suatu daerah. Di Indonesia khususnya di pulau Jawa, banyak dibangun jalan-jalan yang menghubungkan antar daerah untuk mempermudah transportasi dan mendukung pertumbuhan ekonomi. Namun, jalan yang telah dibangun memerlukan perawatan dan perbaikan secara berkala, terutama pada jalan-jalan yang dibangun dengan konstruksi *flexible pavement* (perkerasan lentur), karena memiliki umur rencana yang relatif pendek dibandingkan dengan konstruksi *rigid pavement* (perkerasan kaku) dan di Indonesia sekitar 80% ruas jalan masih menggunakan lapisan permukaan lentur yang terbuat dari material aspal [1]. Material aspal merupakan material utama dari konstruksi *flexible pavement* (perkerasan lentur). Pada saat

ini sebanyak 35 persen dari 582 kilometer jalan milik Provinsi Banten kondisinya tidak layak dilalui [2].

Identifikasi kerusakan jalan serta cara penanganannya secara dini menjadi hal yang penting agar penggunaan jalan tetap dapat optimal, tapi hal ini menjadi sulit mengingat belum adanya sistem yang dapat mengidentifikasi kerusakan jalan secara otomatis. Saat ini kerusakan jalan diidentifikasi melalui laporan atau pengecekan berkala yang memerlukan waktu yang panjang hingga sampai ke proses perbaikan. Proses identifikasi kerusakan jalan juga memerlukan tenaga ahli khusus yang memahami tentang kerusakan jalan dan cara penanganannya. Tertundanya proses perbaikan akan memperparah kerusakan jalan itu sendiri, dan tentunya akan meningkatkan biaya perbaikan yang juga tidak sedikit. Proses identifikasi kerusakan jalan yang semakin awal akan dapat menekan biaya perbaikan jalan serta dapat mempercepat waktu perbaikannya.

Perkembangan teknologi informasi dapat menjadi salah satu solusi dalam permasalahan identifikasi dini kerusakan jalan. Telah ada penelitian sebelumnya dengan judul Implementasi Template Matching Pada Aplikasi Pengidentifikasi Jenis Retak Jalan Berbasis Android [3], Rancang Bangun Aplikasi Pendeteksi Retak Jalan Menggunakan Metode Adaptive Thresholding Sauvola dan Backpropagation [4]. Pada kedua penelitian tersebut, didapatkan suatu kelemahan, yaitu data input yang terlalu besar, sehingga mempengaruhi kinerja dari aplikasi. Kemudian ada penelitian lain yang dilakukan oleh Zhenyu Lou dengan judul “Road Surface Crack Condition Forecasting Using Neural Network Models” [5], dalam penelitian ini data input bukan merupakan gambar, melainkan data angka, berbeda dengan penelitian ini yang menggunakan gambar sebagai data input.

Melihat pada penelitian tersebut diatas, maka digunakan metode PCA (*Principal Component Analysis*), karena PCA adalah sebuah transformasi linier yang biasa digunakan pada kompresi data. PCA juga merupakan teknik yang umum digunakan untuk menarik fitur-fitur dari data pada sebuah skala berdimensi tinggi. Sedangkan input dari sistem yang dibangun berupa citra digital dari jalan yang mengalami kerusakan, memiliki dimensi yang relatif besar untuk digunakan langsung oleh algoritma pengenalan pola, seperti jaringan syaraf tiruan. Penggunaan citra digital menjadi salah satu keunggulan dari sistem yang akan dibangun karena untuk memperoleh citra digital tidaklah sulit dan tidak memerlukan alat khusus, mengingat perkembangan teknologi untuk mengambil citra digital sangat banyak dan mudah diperoleh. Saat ini memang telah ada sistem yang dibangun untuk menentukan tingkat kerusakan jalan, namun sistem tersebut tetap memerlukan ahli atau pakar untuk setiap input data kerusakan dengan menentukan nilai-nilai variabel yang dibutuhkan [5]. Sedangkan pada sistem yang dibangun ini, pakar diperlukan hanya pada saat sistem belajar mengenali pola kerusakan jalan, jadi tidak setiap identifikasi atau melakukan input memerlukan pakar.

Dengan dibangunnya sistem ini diharapkan dapat membantu instansi terkait, seperti DPU (Departemen Pekerjaan Umum) atau pemerintah dalam melakukan perawatan jalan. Dengan identifikasi dini tentu saja dapat menghemat anggaran dibandingkan dengan melakukan perbaikan jalan. Proses identifikasi kerusakan jalan menggunakan algoritma yang tepat dalam sistem teknologi informasi menjadi perumusan masalah dari penelitian ini..

## II. Study literatur

### A. *Principal Component Analysis / PCA*

Dalam statistika, analisis komponen utama (*Principal Component Analysis/PCA*) adalah teknik yang digunakan untuk menyederhanakan suatu data, dengan cara mentransformasi data secara linier sehingga terbentuk sistem koordinat baru dengan varians maksimum [6]. Analisis komponen utama dapat digunakan untuk mereduksi dimensi suatu data tanpa mengurangi karakteristik data tersebut secara signifikan. [7]. Analisis komponen utama juga sering digunakan untuk menghindari masalah multikolinearitas antar peubah bebas dalam model regresi berganda. [8].

Analisis komponen utama merupakan analisis antara dari suatu proses penelitian yang besar atau suatu awalan dari analisis berikutnya, bukan merupakan suatu analisis yang langsung berakhir. [butuh rujukan] Misalnya komponen utama bisa merupakan masukan untuk regresi berganda atau analisis faktor atau analisis gerombol.

PCA juga dikenal dengan Transformasi Karhunen-Loève (dinamakan untuk menghormati Kari Karhunen dan Michel Loève) atau Transformasi Hotelling (dinamakan untuk menghormati Harold Hotelling) [9]. Analisis komponen utama juga merupakan salah satu teknik statistika multivariat yang dapat menemukan karakteristik data yang tersembunyi [7]. Dalam penerapannya, Analisis komponen utama, justru dibatasi oleh asumsi-asumsinya, [10] yaitu asumsi kelinearan model regresi, asumsi keorthogonalan komponen utama, dan asumsi varians yang besar.

### B. *Pola Kerusakan Jalan Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)*

Perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan utamanya, yang sering dikenal oleh masyarakat umum sebagai jalan aspal. Dalam mengevaluasi kerusakan jalan aspal ini perlu ditentukan:

- Jenis kerusakan (*distress type*) dan penyebabnya.
- Tingkat kerusakan (*distress severity*).

Menurut Manual Pemeliharaan Jalan No: 03/MN/B/1983 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, kerusakan jalan dapat dibedakan atas:

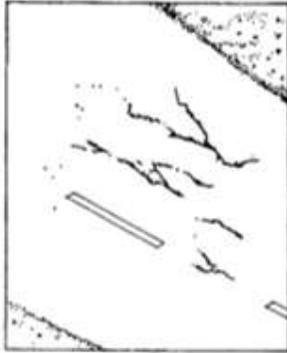
1. Retak (*cracking*)
2. Distorsi (*distortion*)
3. Cacat permukaan (*disintegration*)
4. Pengausan (*polished aggregate*)
5. Kegemukan (*bleeding or flushing*)
6. Penurunan pada bekas penanaman utilitas (*utility cut depression*)

### C. *Retak (Cracking)*

Retak yang terjadi pada lapisan permukaan jalan *flexible pavement* dapat dibedakan atas :

1. Retak halus atau retak garis (*hair cracking*)  
Lebar celah lebih kecil atau sama dengan 3 mm, air dapat masuk lewat celah dan merusak pondasi jalan. Dapat berkembang

menjadi retak buaya.

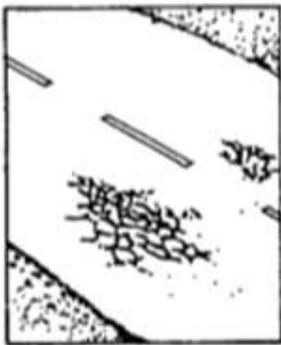


Gambar 1. Retak Halus



Gambar 3. Retak Susut

2. Retak kulit buaya (*alligator crack*)  
Lebar celah lebih besar atau sama dengan 3 mm, saling merangkai membentuk serangkaian kotak kotak kecil menyerupai kulit buaya.



Gambar 2. Retak Kulit Buaya

9. Retak slip (*slippage cracks*)  
Retak yang melengkung seperti bulan sabit.



Gambar 4. Retak Slip

3. Retak pinggir (*edge crack*)
4. Retak sambungan bahu dan perkerasan (*edge joint crack*)
5. Retak sambungan jalan (*lane joint cracks*)
6. Retak sambungan pelebaran jalan (*widening cracks*)
7. Retak refleksi (*reflection cracks*)
8. Retak susut (*shrinkage cracks*)  
Retak yang saling berhubungan membentuk kotak-kotak besar dengan sudut tajam

### III. Metode dan IMPLEMENTASI

Tahapan penelitian yang dilakukan dimulai dari perumusan masalah dan tujuan penelitian kemudian dilakukan studi literatur untuk merancang sistem yang akan dibangun. Sistem yang dibangun adalah sistem identifikasi dini kerusakan (retak) jalan sesuai dengan tujuan penelitian yang dilakukan. Tahapan selanjutnya adalah pengumpulan data citra digital jalan yang akan digunakan pada pengujian sistem. Setelah sistem dirancang dan data dikumpulkan tahapan selanjutnya adalah pembuatan sistem identifikasi dini kerusakan (retak) jalan. Sistem yang telah dibuat akan diuji menggunakan data yang telah dikumpulkan. Hasil pengujian dianalisis, untuk mencari kekurangan. Tahap akhir dari penelitian ini adalah pembuatan laporan. Berikut ini gambaran tahapan penelitian, dapat dilihat di

gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

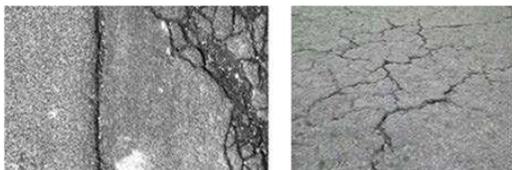
Sistem identifikasi dini pola kerusakan jalan yang dibangun terdiri dari beberapa tahap, gambar 2 berikut merupakan kerangka kerja dari sistem yang akan dibuat. Gambar diambil dengan menggunakan kamera digital.



Gambar 2. Kerangka Kerja Proses Indentifikasi Kerusakan Jalan

A. Data

Data citra diambil untuk digunakan sebagai data pelatihan dan sebagai data uji. Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi sistem dalam mengidentifikasi pola kerusakan jalan. Pengambilan data citra retak jalan dilakukan secara manual menggunakan kamera digital. Pada gambar 3 berikut ini, adalah contoh data citra yang telah diambil.



Gambar 3. Citra digital retakan jalan

Selanjutnya data citra dikelompokkan sesuai dengan jenis retaknya, dan diberi nomor urut agar dapat memudahkan identifikasi oleh sistem. Pada Tabel 1 berikut ini adalah hasil pengelompokannya.

Tabel 1 Pengelompokan Gambar Berdasarkan Jenis Retakan

No.	Data Gambar	Jenis Retakan
A	Data Gambar Pelatihan	
1	1 - 16	Retak Buaya
2	17 - 32	Retak Halus
3	33 - 48	Retak Selip
4	49 - 64	Retak Susut
B	Data Gambar Uji Coba	
1	1 - 6	Retak Buaya
2	7 - 12	Retak Halus
3	13 - 18	Retak Selip
4	19 - 24	Retak Susut

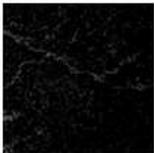
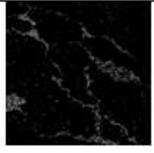
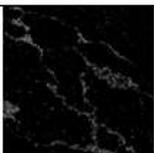
Tabel 2 Hasil Pengujian

No	Nomor Gambar Uji	Nomor Gambar Hasil Aplikasi	Hasil Perbandingan	Ket
A	Retak Buaya			
	1	10	Benar	Tingkat akurasi untuk Retak Buaya 100%
	2	3	Benar	
	3	1	Benar	
	4	6	Benar	
	5	7	Benar	
6	9	Benar		
B	Retak Halus			
	7	20	Benar	Tingkat akurasi untuk Retak Halus 50%
	8	17	Benar	
	9	17	Benar	
	10	15	Salah	
	11	16	Salah	
12	60	Salah		
C	Retak Selip			
	13	16	Salah	Tingkat akurasi untuk Retak Selip 33%
	14	40	Benar	
	15	16	Salah	
	16	39	Benar	
	17	15	Salah	
18	16	Salah		
D	Retak Susut			
	19	9	Salah	Tingkat akurasi untuk Retak Selip 33%
	20	17	Salah	
	21	9	Salah	
	22	54	Benar	
	23	53	Benar	
24	15	Salah		

Kemudian dilakukan uji coba dengan cara mencocokkan data citra uji coba dengan data citra pelatihan. Jika kelompok data citra uji sama dengan kelompok data citra pelatihan, maka sistem telah berhasil mengidentifikasi jenis retakan jalan. Misal sebagai contoh gambar A nomor urut 1 dengan pengelompokan 1 sampai 16 adalah gambar dengan retak buaya, kemudian dilakukan uji coba dengan gambar B nomor urut 1 yaitu nomor gambar uji coba 1 sampai 6. Jika sistem berhasil mengidentifikasi, maka hasil nomor gambar pelatihan yang dihasilkan adalah nomor gambar pelatihan 1 sampai 16, sebaliknya jika dihasilkan nomor selain 1 sampai 16 berarti aplikasi tidak berhasil mengidentifikasi atau mengenali gambar. Hasil uji coba dapat dilihat pada Tabel 2.

Dari Tabel 2, dapat dilihat retak buaya berhasil diidentifikasi oleh aplikasi 100% benar, retak halus 67% dan retak yang lain 33%. Untuk mengetahui penyebab kesalahan sistem dalam mengidentifikasi jenis retak jalan, citra retak jalan dianalisa. Berikut ini pada Tabel 3 ditunjukkan hasil analisa citra tersebut.

Tabel 3 Analisis Hasil Identifikasi

No	Gambar	Nomor Gambar	Ket
1.		- Contoh identifikasi yang salah citra uji coba nomor 10	Pola retak jalan tidak terlihat jelas.
2.		- Contoh identifikasi yang salah citra pelatihan nomor 15	pola retak jalan tidak terlihat jelas.
3.		- Contoh identifikasi yang benar citra uji coba nomor 22.	pola retak jalan terlihat jelas
4.		- Contoh identifikasi yang benar citra pelatihan nomor 54	pola retak jalan terlihat jelas

Dari kedua perbandingan hasil identifikasi di atas, dapat diambil beberapa hipotesa yang perlu penelitian lebih lanjut., yaitu penyebab sistem salah dalam mengidentifikasi, dikarenakan pola citra retak jalan yang tidak jelas terlihat. Hal ini ini dapat diakibatkan oleh beberapa hal :

1. Proses pengambilan citra yang tidak sempurna, seperti jarak yang terlalu jauh, cahaya yang kurang atau hal lainnya.
2. Proses deteksi tepi yang kurang baik akibat salah dalam menggunakan metode.
3. Metode yang digunakan tidak tepat.

Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut, agar tingkat akurasi dapat ditingkatkan lagi.

#### IV. Simpulan

Jenis retak buaya berhasil diidentifikasi oleh sistem 100% benar, retak halus 50% dan retak yang lain 33%. Hal ini ini dapat diakibatkan oleh beberapa hal yaitu proses pengambilan citra yang tidak sempurna, seperti jarak yang terlalu jauh, cahaya yang kurang atau hal lainnya, proses deteksi tepi yang kurang baik akibat salah dalam menggunakan metode, metode yang digunakan tidak tepat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sumarno, A. (2013, Maret 24). Kerusakan Jalan. *Harian Joglo Semar*
- [2] Tapos. (2013). *TangSsel Pos*. Retrieved Oktober 10, 2013, from (<http://tangsel-pos.com/35-persen-lebih-jalan-provinsi-rusak>)
- [3] Indra, Bayu. Implementasi Template Matching Pada Aplikasi Pengidentifikasi Jenis Retak Jalan Berbasis Android. Skripsi. Tangerang UMN; 2014
- [4] Thenov, Jason. Rancang Bangun Aplikasi Pendeteksi Retak Jalan Menggunakan Metode Adaptive Thresholding Sauvola dan Backpropagation. Skripsi. Tangerang UMN;2014.
- [5] Lou, Zhenyu et al "Road Surface Crack Condition Forecasting Using Neural Network Models". Development of Civil and Engineering, University of South Florida 1999.
- [6] A. A. Miranda, Y. A. Le Borgne, and G. Bontempi. New Routes from Minimal Approximation Error to Principal Components, Volume 27, Number 3 / June, 2008, Neural Processing Letters, Springer
- [7] Johnson, Richard A & Wichern, Dean W. *Applied Multivariate Statistical Analysis* (New Jersey:

- Prentice-Hall International Inc, 1998). ISBN 0-13-080084-8.
- [8] Juanda, Bambang. *Ekonometrika: Pemodelan dan Pendugaan* (Bogor: IPB Press, 2009). ISBN 978-979-493-177-6.
- [9] Harvey Mudd College (3 November 2009). *Karhunen-Loeve Transform (KLT)* (html) (dalam bahasa Inggris). Siaran pers. Diakses pada 10 Mei 2010.
- [10] A/S, G. E. (n.d.). greenwood. Retrieved Oktober 2013, from [www.greenwood.dk](http://www.greenwood.dk)
- [11] Gavilian, M., Balcones, D., Marcos, O., Llorca, D. F., Sotelo, M. A., Parra, I., et al. (2011). Adaptive Road Crack Detection System by Pavement Classification. *Sensor, 11*, 9628-9657.