

DETEKSI KERETAKAN PERMUKAAN PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA (STUDI KASUS: TANAH LUNAK DI BANJARMASIN)

Detection of Cracks on Highway Flexible Pavement Surfaces (Case Study: Soft Soils in Banjarmasin)

Puguh B. Prakoso *, Utami Sylvia Lestari, Yulsena Sari

Universitas Lambung Mangkurat, Jl. Brig Hasan Basry Kayutangi, Banjarmasin, Indonesia

* Penulis koresponden: puguh.prakoso@ulm.ac.id

Abstract

One type of soft soils is peat, which physically and technically lacks the requirements and conditions for road construction. The reason is that peat contains a very high water content and compressibility, and has a low soil bearing capacity. The total length of the roads in the city of Banjarmasin is 577.11 km, which consists of 1.5% of state roads, 3.8% of provincial roads and 95.3% of municipality roads. Of that amount, asphalt pavement covers length of 465.63 km (80%) and the rests are gravel/stone pavements. Of that length, the defect conditions can be categorized as medium damaged of 169.54 km, damaged of 53.93 km, and heavily damaged of 53.92 km. The low bearing capacity of subsoil, which is formed by peat dominates the major cause of road cracking in Banjarmasin. Therefore, road quality evaluation needs to be conducted frequently so that a rehabilitation can be carried out and the road service performance can be maintained. It is common in Indonesia that the evaluation of damaged road surfaces still relies on manpower (manual) and it is done visually. Meanwhile in other countries, an automatic system for detecting road defects has been implemented, which is found to be more time- and cost-efficient and not endangering the workers. Recent researches have demonstrated image processing approach for detecting road defects. This research proposes an intelligent road evaluation system by applying neural network algorithms. The method is based on digital image processing gained from camera to detect road surface cracks and damages.

Keywords: road cracking, soft soil, road damage detection, neural network

1. PENDAHULUAN

Evaluasi kualitas jalan merupakan tugas penting di banyak negara termasuk Indonesia seperti misalnya di Prancis di mana jalan nasional diperiksa setiap tiga tahun untuk memperkirakan reparasi, konstruksi yang diperlukan, memperkirakan kualitas, aspek-aspek ini bisa diperhitungkan berdasarkan kepatuhan, tekstur mikro, tekstur makro dan degradasi permukaan jika terdapat kecacatan pada jalan. Faktor kecacatan jalan yang mendominasi pada ruas jalan di kota Banjarmasin adalah kondisi tanah dasar yaitu tanah gambut, mengingat luas lahan basah Kalimantan Selatan mencapai 382.272 ha. Di Indonesia semua inspeksi evaluasi jalan diselesaikan secara manual, padahal di negara berkembang sudah menerapkan sistem otomatis dengan teknik noninvasif seperti pemrosesan gambar. Penelitian ini akan mengusulkan sistem cerdas dalam pemrosesan gambar untuk mendeteksi kecacatan pada jalan.

Prioritas pengembangan penelitian Unlam disusun untuk mendukung garis kebijakan riset dan teknologi (ristek) dalam Rencana Induk Riset

Nasional yang mencakup kemandirian pangan, energi baru dan terbarukan, teknologi informasi dan komunikasi, teknologi manajemen transportasi, teknologi kesehatan dan obat-obatan, teknologi pertahanan, serta keamanan dan keselamatan. Merujuk pada lingkup penelitian di lingkungan Unlam yang diarahkan pada unggulan Lingkungan Lahan Basah maka objek dari penelitian ini adalah jalan kota Banjarmasin dimana sebagian besar tanah dasar pada infrastruktur jalan di kota Banjarmasin adalah tanah lunak jenis gambut.

Penerapan metode sistem cerdas dalam mendeteksi kecacatan jalan pada penelitian ini mengusulkan algoritma Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Penelitian sebelumnya yang dilakukan menggunakan teknik laser, radar dan pemrosesan gambar (Chambon and Moliard 2011). Pemrosesan gambar lebih menjanjikan dengan pendekatan pengolahan citra digital karena lebih efisien dan murah dalam penggunaan hardware saat pengambilan data.

2. METODE

2.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data berupa gambar kerusakan jalan yang dilabelkan (Gambar 1). Pengambilan gambar kayu dilakukan dengan bantuan kamera canon 550D dengan jarak kamera terhadap objek sepanjang 1 meter didepan kamera.



Gambar 1. *Cracking* permukaan jalan

2.2 Data Pre-Processing

Segmentasi. Segmentasi merupakan pemisahan objek-objek yang terdapat pada gambar, sehingga memudahkan dalam pengolahan gambar digital pada masing-masing objek.

Thresholding. Proses mengubah citra berderajat keabuan menjadi citra biner atau hitam putih sehingga dapat diketahui daerah mana yang termasuk obyek dan background dari citra secara jelas. Metode *thresholding* secara umum dibagi menjadi dua.

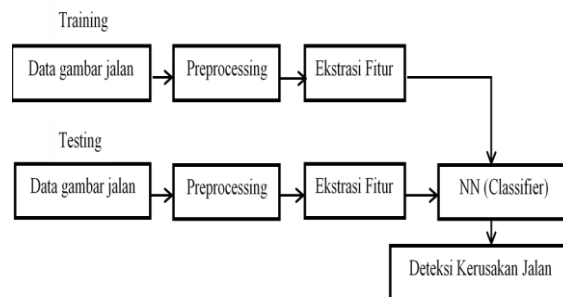
1. *Thresholding* global dilakukan dengan mempartisi histogram dengan menggunakan sebuah threshold (batas ambang) global T , yang berlaku untuk seluruh bagian pada citra.
2. *Thresholding* adaptif dilakukan dengan membagi citra ke dalam beberapa sub citra. Pada setiap sub citra, segmentasi dilakukan dengan menggunakan *threshold* berbeda.

Morfologi. Teknik pengolahan gambar digital menggunakan bentuk (*shape*) sebagai pedoman dalam pengolahannya. Nilai dari setiap pixel dalam gambar digital diperoleh dari hasil perbandingan antara pixel yang bersesuaian pada gambar digital dengan pixel tetangganya. Operasi morfologi bergantung pada urutan pixel, tidak memperhatikan nilai dari pixel sehingga teknik morfologi dapat digunakan untuk pengolahan *binary image* dan

grayscale image. segmentasi yaitu pemisahan objek-objek yang terdapat pada gambar, sehingga memudahkan pengolahan gambar digital pada setiap objek (Kumar *et al.* 2011).

2.3 Metode yang Diusulkan

Untuk mendeteksi *cracking* permukaan jalan, diperlukan fitur dari *cracking* jalan. Fitur tersebut adalah fitur bentuk dan fitur tekstur yang dapat digunakan untuk membedakan keadaan jalan. Gambar 2 menunjukkan tahapan-tahapan dari proses deteksi *cracking* permukaan jalan.



Gambar 2. Tahapan deteksi *cracking* permukaan jalan yang diusulkan *cracking*

2.4 Ekstraksi Fitur

Estraksi fitur merupakan langkah penting dalam pembelajaran mesin (*machine learning*). Ekstraksi fitur digunakan untuk mengambil informasi penilaian dari analisa dan perhitungan yang dilakukan pada gambar digital. Hasil ekstraksi ini berpengaruh besar terhadap hasil klasifikasi nanti. Proses ekstraksi fitur ini akan menggunakan *software* MATLAB. Dari gambar jalan yang sudah melalui proses pengolahan awal data selajutnya akan diekstraksi untuk didapatkan fiturnya guna melakukan pengujian klasifikasi data.

2.5 Deteksi Jalan

Deteksi kerusakan jalan dapat dilakukan setelah ekstraksi fitur citra jalan, data akan dibagi menjadi dua yaitu data training dan data testing. Seteah itu akan dilakukan klasifikasi jalan rusak dan jalan yang bagus menggunakan metode *Neural Network* menggunakan *machine learning*.

2.6 Evaluasi dan Validasi Hasil

Teknik evaluasi yang digunakan pada penelitian adalah mengukur *feedback* hasil penilaian klasifikasi

cracking jalan dari pakar kemudian akan dibandingkan dengan hasil klasifikasi dari prototipe yang dibuat. Hasil dari penilaian klasifikasi oleh pakar akan dibandingkan dengan klasifikasi oleh prototipe dengan membandingkan letak perbedaan pada gradenya yang meliputi bentuk dan tekstur. Semakin sedikit perbedaan antara hasil penilaian oleh pakar dan prototipe, maka semakin akurat hasil deteksi kecacatan permukaan jalan yang diperoleh. Untuk menilai akurasi klasifikasi digunakan *recall*, *precision* dan *F-measures* (F1). *Recall* adalah rasio jumlah citra relevan yang ditemukan kembali dengan total gambar dalam kumpulan gambar yang dianggap relevan, sedangkan *precision* adalah rasio jumlah gambar relevan yang ditemukan dengan total jumlah gambar yang ditemukan oleh sistem (Sari and Pramunendar 2017). Untuk menghitung *recall* dan *precision* digunakan *confussion matrix* (Tabel 1).

Tabel 1. *Confussion Matrix*

Sistem	Expert		
		Positif	Negatif
Positif	Negatif	A	B
		C	D

$$Recall = \frac{a}{a + c} \quad (1)$$

$$Precision = \frac{a}{a + b} \quad (2)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengolahan Data

Pengolahan data citra jalan yang digunakan adalah data citra jalan yang bagus dan rusak sebanyak 20 citra.

Tabel 2. Contoh hasil ekstraksi fitur

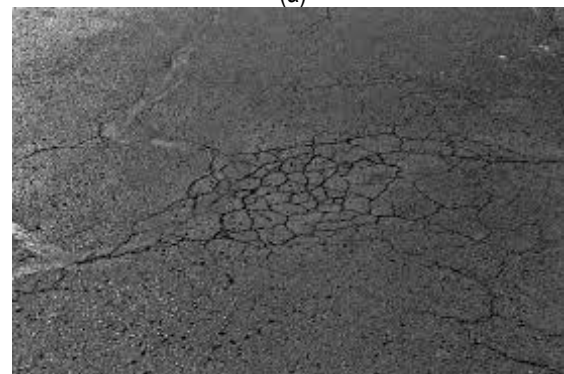
No	Label	ASM	KONTRAS	IDM	ENTROPI	KORELASI
1	crack	0.000135	589.7565	0.067628	9.367407	0.000573
2	good	0.000471	170.9967	0.158565	8.440396	0.001129
3	crack	0.000245	688.7769	0.051495	8.621936	0.000411
4	crack	0.000966	52.65146	0.254326	7.720615	0.001473
5	good	5.61E-05	1891.657	0.030025	10.01898	0.000259

3.3 Deteksi Jalan

Deteksi jalan menggunakan RapidMiner untuk aplikasi *machine learning*. Adapun desain yang digunakan untuk mendapatkan hasil klasifikasi *cracking* jalan dapat dilihat pada Gambar 4.



(a)



(b)

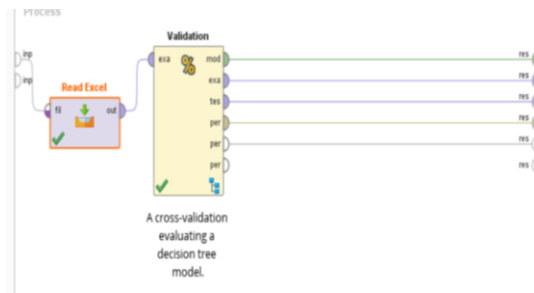
Gambar 3. Contoh data jalan bagus (a) dan jalan cracking (b)

3.2 Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur menggunakan Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) dengan pengukuran dari 4 *direction* yaitu 0°, 45°, 90° dan 135°. Contoh hasil dari ekstraksi fitur dapat dilihat dari Tabel 2.

3.4 Hasil dan Evaluasi

Hasil dari klasifikasi untuk deteksi jalan adalah 60% untuk hasil akurasi dan 50% untuk *recall* dan *precision*. Hasil ini dapat dilihat dari *script performance vector* hasil RapidMiner yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 4. Desain yang digunakan pada Rapid Miner

PerformanceVector

```
PerformanceVector:
Accuracy: 60.00%
ConfusionMatrix:
True: crack good
crack: 2 1
good: 1 1
precision: 50.00% (positive class: good)
ConfusionMatrix:
True: crack good
crack: 2 1
good: 1 1
recall: 50.00% (positive class: good)
ConfusionMatrix:
True: crack good
crack: 2 1
good: 1 1
ADC (optimistic): 0.250 +/- 0.250 (mikro: 0.250) (positive class: good)
ADC: 0.250 +/- 0.250 (mikro: 0.250) (positive class: good)
ADC (pessimistic): 0.250 +/- 0.250 (mikro: 0.250) (positive class: good)
```

Gambar 5. Performance Vector

4. SIMPULAN

Penerapan ekstraksi fitur Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) dan metode *Neural Network* untuk deteksi *cracking* jalan dapat diterapkan dengan baik. Penggunaan 4 *direction* pada GLCM yaitu 0° , 45° , 90° dan 135° sangat mempengaruhi akurasi serta nilai dari ASM, Kontras, IDM, Entropi dan Korelasi jika direratakan akan berbeda hasil akurasi dengan nilai ekstraksi fitur keseluruhan. Ekstraksi fitur GLCM dan metode *neural network* dapat digunakan pada sistem evaluasi jalan dengan cerdas. Penelitian selanjutnya digunakan ekstraksi fitur berbeda untuk dalam meningkatkan akurasi yang telah dicapai penelitian ini.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Chambon S, Moliard JM. 2011. *Automatic Road Pavement Assessment with Image Processing: Review and Comparison*.
- Kumar DRS et al. 2011. Iris Recognition Based on DWT and PCA. *Proceedings - 2011 International Conference on Computational Intelligence and Communication Systems*, CICN 2011: 489-93.
- Sari Y et al. 2015. *Optimasi Conjugate Gradient pada Backpropagation Neural Network untuk Deteksi Kualitas Daun Tembakau*. 9-10.
- Sari Y, Pramunendar RA. 2017. Classification quality of tobacco leaves as cigarette raw material based on

artificial neural networks. *International Journal of Computer Trends and Technology (IJCTT)* 50(3): 147-50.

- Barly. 1994. Coconut stem as conventional timber alternative. *Duta Rimba* 174: 43-52.
- Ediyanto, Mara MN, Satyahadewi N. 2013. Pengklasifikasian karakteristik dengan metode K-Means Cluster Analysis. *Buletin Ilmiah Mat. Stat. dan Terapannya* 2:133-136.
- Ganatra A, Kosta YP, Panchal G, Gajjar C. 2011. Initial classification through back propagation in a neural network following optimization through GA to evaluate the fitness of an algorithm. *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, 3.
- Kadir A, Susanto A. 2013. *Pengolahan Citra Teori dan Aplikasi*. Andi, Yogyakarta.
- Marques O, Furht B. 2002. *Content Based Image and Video Retrieval*. Kluwer Academic., Florida, USA.
- Munir R. 2004. *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Informatika, Bandung, Indonesia.
- Pambudi WS, Simorangkir BM. 2012. Facetracker menggunakan metode Haar Like Feature dan PID pada model simulasi. *Jurnal Teknologi dan Informatika* 2: 142-154.
- Petrou M, Sevilla PG. 2006. *Image Processing Dealing with Texture*. John Wiley & Sons Inc., Chichester.
- R M, G. M., P. M. -C., R. O., & A. C. 2012. Traditional wetland palm uses in construction and cooking in Veracruz, Gulf of Mexico. *Indian Journal of Traditional Knowledge* 11(3): 408-413.
- Ruz GA, Estevez PA, Perez CA. 2005. A neurofuzzy color image segmentation method for wood surface defect detection. *Forest Products Journal*, 55: 52-58.
- Schalkoff, Robert J. 1989. *Digital Image Processing and Computer Vision*. John Wiley & Sons Inc.
- Sergy'an S. 2008. Color histogram features based image classification in content-based image retrieval system. *International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics*, 221-224.
- Sheshadri HS, Kandaswamy A. 2006. Breast tissue classification using statistical feature extraction of mammograms. *Department of Electronics & Communication Engineering* 23: 105-107.
- Sun JD, Ma YY, Wang XY, Wang XC. 2010. Image classification based on texture and improved BP neural network. *Proceedings of the Third International Symposium on Electronic Commerce and Security Workshop*, (pp. 98-100). Guangzhou, China.
- Watcharabutsarakham S, Methasate I, Watcharapinchai N, Sinthupinyo W. 2016. An approach for density monitoring of brown. *13th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE)*. Thailand.

