

PERANCANGAN SISTEM DETEKSI KERUSAKAN ASPAL JALAN MELALUI VIDEO MENGGUNAKAN FAST FOURIER TRANSFORM

Agus Irawan¹, Adi Pratomo², Mey Risa³, Heldiansyah⁴
Politeknik Negeri Banjarmasin^{1,2,3,4}
agusvp@ymail.com¹, adiprtm@gmail.com²
meyrisa.bjm@gmail.com³, heldisyah@gmail.com⁴

ABSTRACT

The road pavement distress is the main factor that determines the feasibility road conditions. The Assessment of road condition is essential in the management of road maintenance. Manually, survey to check road conditions conducted by trained surveyor to do observe directly on the roads. The road which have traffic jam, it could endanger the safety of surveyor. The pavement inspection method using the video can be an alternative way to make it faster, cost effective, and more secure in the implementation of observation and evaluation of the road conditions. This study used road video record and then extracted into the image frames. By utilizing several areas the sum value of Fast Fourier Transform (FFT) is used as features to classify asphalt road image into categories based on good, moderate, minor damage, and severely damage. The results of research, showed that image classification of pavement image with 25 images as good, 25 images as moderate, 25 images as minor damage, and 25 images as severely damage have accuracy percentage 98%.

Keywords: *pavement distress, Image Processing, Fast Fourier Transform*

ABSTRAK

Kerusakan pada aspal jalan merupakan faktor utama yang menentukan kelayakan kondisi suatu jalan sehingga pemeriksaan kondisi jalan merupakan hal yang penting dalam manajemen pemeliharaan jalan. Secara manual, pemeriksaan kondisi jalan dilakukan oleh petugas survey yang terlatih untuk melakukan pengamatan langsung pada ruas jalan yang akan diberikan penilaian. Pada jalan yang memiliki arus lalu lintas yang padat dan laju kendaraan yang tinggi, maka hal ini bisa membahayakan keselamatan petugas survey dan mengganggu kelancaran lalu lintas dengan adanya aktifitas survey tersebut. Sistem deteksi kerusakan aspal jalan melalui video dapat membuat biaya lebih efektif, lebih cepat dan lebih aman dalam pelaksanaan pengamatan dan evaluasi kondisi jalan tersebut. Penelitian ini menggunakan rekaman video aspal jalan kemudian di ekstraksi menjadi frame-frame citra. Dengan memanfaatkan beberapa area hasil penjumlahan nilai Fast Fourier Transform pada citra digunakan sebagai fitur kerusakan untuk mengklasifikasi citra aspal jalan dengan kategori baik, sedang, rusak ringan, dan rusak berat. Dari hasil penelitian dan pengujian, menunjukkan bahwa klasifikasi citra aspal dengan sampel 25 citra kategori baik, 25 citra kategori sedang, 25 citra rusak ringan dan 25 citra rusak berat didapat persentase kebenaran sebesar 98%.

Kata Kunci: kerusakan aspal, pengolahan citra, Fast Fourier Transform

PENDAHULUAN

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. Jalan merupakan fasilitas publik yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum yang mendukung mobilitas dan aksesibilitas pengguna jalan, berupa kemudahan untuk mencapai suatu tempat tujuan. Jalan yang baik sangat penting untuk mendukung keselamatan, keamanan, kenyamanan, dan memperpendek waktu tempuh pengguna jalan. Apabila kondisi jalan kurang memadai maka pencapaian ke suatu tempat tujuan akan terganggu. Kondisi tersebut, dimana terjadi kerusakan jalan yang bisa terjadi akibat terlepasnya aspal dan membentuk lubang-lubang pada jalan tersebut.

Salah satu kegiatan yang harus dilakukan untuk mengetahui kondisi jalan adalah penilikan jalan yaitu kegiatan pelaksanaan, pengamatan, pemanfaatan jalan dan kondisi jalan dan laporan pengamatan serta usulan tindakan terhadap hasil pengamatan disampaikan kepada penyelenggara jalan atau instansi yang ditunjuk untuk membantu menentukan tindakan pemeliharaan dan perbaikan apa yang diperlukan. Pada jalan yang memiliki arus lalu lintas yang padat dan laju kendaraan yang tinggi, diperlukan metode deteksi permukaan aspal jalan dengan biaya lebih efektif, lebih cepat dan lebih aman dalam pelaksanaan pengamatan dan evaluasi kondisi jalan tersebut.

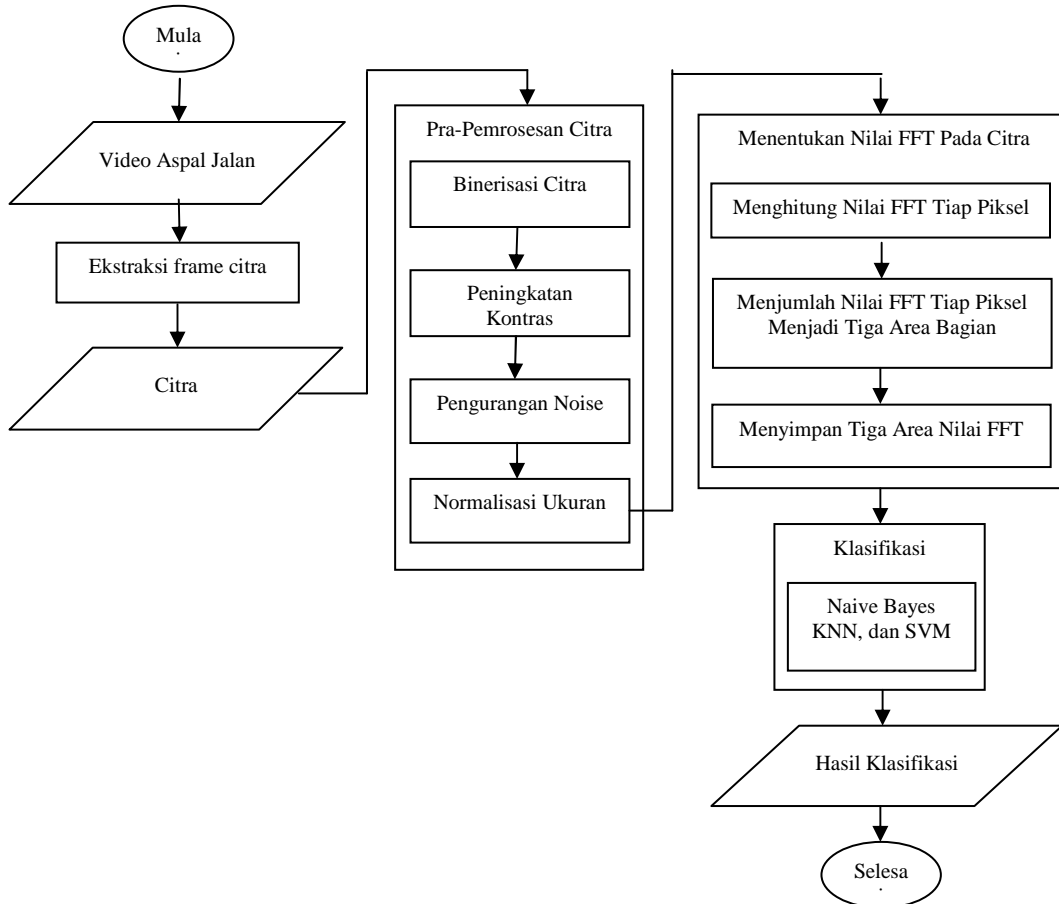
Perancangan pendeteksian kerusakan permukaan aspal jalan dengan memanfaatkan informasi dari rekaman video yang diperoleh dari video kamera dimana rekaman video tersebut kemudian dibagi menjadi frame-frame image dan dilakukan image processing untuk mengidentifikasi permukaan aspal jalan, cara ini dapat menjadi alternatif penilikan kondisi jalan untuk memantau ruas-ruas jalan. Bila kerusakan jalan dapat diketahui tindakan selanjutnya apakah diperbaiki atau diberi tanda peringatan pada ruas jalan yang rusak tersebut.

Tujuan penelitian yang dilaksanakan, untuk menggali data dan informasi tentang topik tertentu yang ditujukan untuk kepentingan pendalaman atau penelitian lanjutan. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan teknik video-image processing yang dapat menjadi cara yang lebih baik dalam mengatasi kendala yang dihadapi dalam melakukan pengamatan dan evaluasi kondisi permukaan jalan secara manual. Selain untuk mengenali kondisi permukaan aspal jalan dan dapat melakukan klasifikasi melalui citra yang diekstraksi dari rekaman video aspal jalan berdasarkan kategori baik, sedang, rusak ringan, dan rusak berat. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai alternatif teknik survey kondisi jalan yang lebih baik dalam mendeteksi kerusakan aspal jalan.

Metode yang diusulkan pada perancangan sistem deteksi kerusakan aspal jalan diharapkan dapat mendeteksi dan mengklasifikasi kerusakan permukaan aspal jalan melalui citra yang diekstraksi dari rekaman video aspal jalan dengan kriteria baik, sedang, rusak ringan, dan rusak berat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bermaksud untuk merancang sistem deteksi dan klasifikasi kerusakan permukaan aspal jalan menggunakan citra dari hasil rekaman video aspal jalan. Proses dari sistem yang diusulkan dapat di lihat di Gambar 1.





Gambar 1 Diagram Alir Sistem Survey Menggunakan Video-Image Processing

Dengan menggunakan teknik video-image processing, analisa kerusakan aspal jalan dapat dilakukan lebih cepat dan aman, otomatisasi dapat meningkatkan konsistensi data survey kerusakan aspal jalan. Proses survey permukaan aspal jalan dimulai dengan mengambil rekaman video aspal jalan sebagai input. Pengambilan rekaman video dilakukan dengan memanfaatkan kamera digital yang ditempelkan pada kendaraan survey, dimana posisi lensa kamera tegak lurus langsung menghadap ke arah aspal jalan.

Pengumpulan data citra rekaman video aspal jalan dengan cara pengambilan rekaman video yang digunakan sebagai data training dilakukan pada lokasi jalan yang ditentukan, kamera video yang digunakan untuk merekam aspal jalan tersebut, dipasang pada kendaraan survey dimana kecepatan kendaraan tersebut lebih kurang 5 km/jam, hal ini dikarenakan kecepatan yang lebih tinggi dapat menyebabkan blur yang parah pada citra aspal yang dihasilkan, sehingga informasi kerusakan permukaan pada citra tersebut tidak dapat ditemukan dengan baik.


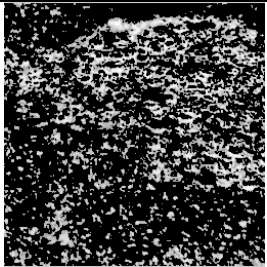
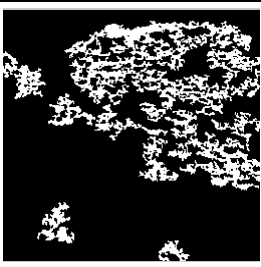
Pra-pengolahan citra aspal dilakukan dari rekaman video aspal jalan yang sudah didapatkan, dilakukan proses ekstraksi menjadi frame-frame citra yang selanjutnya citra-citratersebut diubah menjadi *grayscale*. Proses selanjutnya adalah melakukan binerisasi citra dan peningkatan kontras, proses ini bertujuan untuk memperjelas area kerusakan aspal yang ada pada citra aspal. Metode yang digunakan untuk proses binerisasi citra yaitu dengan *thresholding*. Ujicoba *thresholding* dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1 Hasil Percobaan *Thresholding*

Citra Asli	Citra Hasil
	

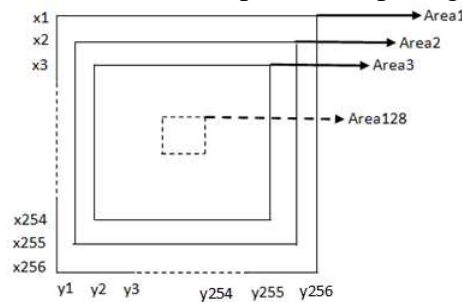
Pada citra hasil binerisasi mulai tampak perbedaan antara objek dalam citra, namun terdapat objek-objek dengan ukuran kecil yang sebenarnya tidak perlu ada karena dianggap dapat mempengaruhi hasil pada proses citra selanjutnya. Objek-objek yang tidak diinginkan ini yang disebut *noise*, maka untuk menghilangkan *noise* tersebut dilakukan proses pengurangan *noise*. Yang dilakukan adalah menggunakan *median filtering*, *opening operation*, dan *connected component labeling* dimana proses-proses ini akan mem-blur kan citra sertamenghilangkan area objek-objek yang mempunyai kriteria ukuran dibawah ukuran yang ditentukan sehingga objek yang tidak diinginkan tersebut hilang berkurang. Ujicoba pengurangan *noise* dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Hasil Percobaan Pengurangan *Noise*

Citra Asli	Citra Biner	Hasil Pengurangan <i>Noise</i>
		

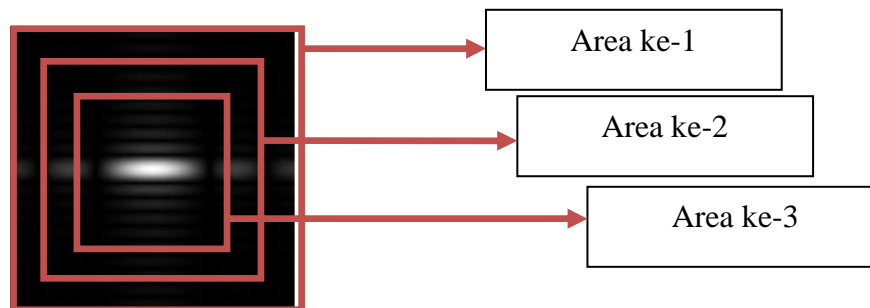
Proses selanjutnya adalah normalisasi ukuran, dimana ukuran asli citra hasil ekstraksi dari rekaman video relatif besar yaitu 1280x720. Sehingga perlu normalisasi ukuran menjadi 256x256 agar memudahkan perhitungan untuk menentukan penjumlahan nilai Fast Fourier Transform.

Penentuan nilai Fast Fourier Transform pada citra aspal adalah proses menentukan nilai Fast Fourier Transform (FFT) pada citra dilakukan setelah citra dinormalisasi ukurannya. Piksel citra sebenarnya merupakan representasi matriks dua dimensi, dengan bantuan *software* Matlab yang menyediakan fungsi penghitung nilai FFT pada setiap piksel citra aspal jalan. Setelah mendapatkan nilai FFT, dilakukan penjumlahan nilai FFT dihitung secara melingkar mulai dari luar matriks sampai kedalam matriks. Sehingga didapatkan 128 yang berisi nilai penjumlahan nilai FFT tersebut yang di istilahkan dengan area. Ilustrasi cara penjumlahan nilai FFT pada matriks citra dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Ilustrasi Penjumlahan Nilai FFT Matriks Citra

Untuk mendapatkan hanya tiga area yang merupakan gabungan nilai area yang lain, maka area ke-1 didapat dengan penjumlahan nilai area1 sampai area43, area ke-2 didapat dengan penjumlahan nilai area44 sampai area86, dan area ke-3 didapat dengan penjumlahan nilai area 87 sampai area128. Ketiga area yang didapat ini yang akan digunakan dalam klasifikasi kerusakan permukaan pada citra aspal jalan. Ilustrasi ketiga area tersebut dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar3 Ilustrasi Area Penjumlahan Nilai FFT Citra

Ketiga area yang merupakan penjumlahan nilai FFT ini digunakan sebagai fitur untuk membedakan antara citra-citra yang diekstrak dari rekaman video aspal jalan kedalam kriteria baik, sedang, rusak ringan, dan rusak berat.

Klasifikasi kerusakan citra aspal merupakan Proses yang terakhir adalah klasifikasi. Proses ini bertujuan untuk memberikan kesimpulan apakah citra aspal jalan yang sudah dimasukkan dalam kategori baik, sedang, rusak ringan, atau rusak berdasarkan pengukuran manual, maka dengan tiga, lima dan tujuh area nilai FFT tersebut apakah memiliki ketepatan klasifikasi yang baik.

Metode yang dipakai dalam proses klasifikasi ini adalah K-Nearest Neighbour (K-NN), Naive Bayes, dan Support Vector Machine (SVM) dengan 10 folds-crossvalidation dan perbandingan data 70:30. Hasil klasifikasi dari classifier tersebut di analisa dengan bantuan tool software WEKA dan Matlab.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data citra training sebanyak 100 citra terdiri dari 25 citra aspal dengan kategori baik, 25 citra aspal dengan kategori sedang, 25 citra aspal dengan kategori rusak ringan, dan 25 citra aspal dengan kategori rusak berat.

Dengan ketiga area nilai FFT yang ada, dilakukan pelatihan untuk menentukan nilai FFT tersebut dapat melakukan klasifikasi kerusakan pada citra aspal jalan yang sudah dimasukkan kedalam kategori baik, sedang, rusak ringan, dan rusak berat.

Pada saat melakukan pelatihan, digunakan validasi silang pengulangan 10 kali (10-folds cross-validation) untuk mengukur tingkat keakuratan fitur menggunakan Naive Bayes, KNN, dan SVM classifier yang difasilitasi oleh software WEKA 3.6.10. Hasil dari uji coba klasifikasi dapat dilihat pada table 3.

Tabel 3 Hasil Klasifikasi 10-Folds Cross-Validation Data Training

No	Metode	Time	Keakuratan	
			Correctly Classified Instances	Incorrectly Classified Instances
1	Naive Bayes	0 Sec	97 %	3 %
2	KNN	0 Sec	97%	3%
3	SVM	0.23 Sec	98%	2 %

Dari tabel 3 untuk mengukur tingkat keakuratan fitur disimpulkan proses klasifikasi validasi silang 10 kali menggunakan fitur Fast Fourier Transform, metode Naive Bayes memerlukan waktu 0 seconds dengan nilai correctly classified instances 98.3471 % dan incorrectly classified instances 1.6529 %.

Metode KNN mempunyai nilai correctly classified instances 97.5207 % dan incorrectly classified instances 2.4793 % dengan waktu 0 seconds. Metode SVM mempunyai nilai correctly classified instances 82.6446 % dan incorrectly classified instances 17.3554 % dengan waktu 0.3 seconds.

Performa suatu klasifikasi dapat di visualisasikan pada bentuk tabel yang disebut *Confusion matrix*. Setiap kolom dari tabel ini merupakan kelas prediksi dan setiap baris mewakili kelas aktual.

Confusion matriks hasil klasifikasi data citra aspal dengan 10-folds cross-validation menggunakan metode Naive Bayes dapat dilihat pada tabel 4

Tabel 4 Confusion Matrix Klasifikasi 10-Folds Cross-Validation (Naive Bayes)

	Kelas Prediksi				
		Baik	Sedang	Rusak Ringan	Rusak Berat
Kelas Aktual	Baik	25	0	0	0
	Sedang	0	25	0	0
	Rusak Ringan	0	0	23	2
	Rusak Berat	0	0	1	24

Berdasarkan confusion matrix metode Naive Bayes, maka data aktual 25 citra kategori baik diprediksi tepat sebagai kategori baik sebanyak 25 citra. Untuk data aktual 25 citra kategori sedang diprediksi dengan tepat 25 citra sebagai kategori sedang. Data aktual 25 citra kategori rusak ringan diprediksi dengan tepat sebagai rusak ringan sebanyak 23 citra, sisanya 2 citra masuk sebagai kategori rusak berat. Sedangkan untuk data aktual 25 citra kategori rusak berat diprediksi dengan tepat sebanyak 24 citra sebagai kategori rusak berat dan 1 citra diprediksi sebagai rusak ringan. Confusion matriks hasil klasifikasi data citra aspal dengan 10-folds cross-validation menggunakan metode KNN dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 Confusion Matrix Klasifikasi 10-Folds Cross-Validation (KNN)

	Kelas Prediksi				
		Baik	Sedang	Rusak Ringan	Rusak Berat
Kelas Aktual	Baik	25	0	0	0
	Sedang	0	25	0	0
	Rusak Ringan	0	0	23	2
	Rusak Berat	0	0	1	24

Berdasarkan confusion matrix metode KNN, maka data aktual 25 citra kategori baik diprediksi tepat sebagai kategori baik sebanyak 25 citra. Untuk data aktual 25 citra kategori sedang diprediksi dengan tepat 25 citra sebagai kategori sedang. Data aktual 25 citra kategori rusak ringan diprediksi dengan tepat sebagai rusak ringan sebanyak 23 citra, sisanya 2 citra masuk sebagai kategori rusak berat. Sedangkan untuk data aktual 25 citra kategori rusak berat diprediksi dengan tepat sebanyak 24 citra sebagai kategori rusak berat dan 1 citra diprediksi sebagai rusak ringan. Confusion matriks hasil klasifikasi data citra aspal dengan 10-folds cross-validation menggunakan metode SVM dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6 Confusion Matrix Klasifikasi 10-Folds Cross-Validation (SVM)

	Kelas Prediksi				
		Baik	Sedang	Rusak Ringan	Rusak Berat
Kelas Aktual	Baik	25	0	0	0
	Sedang	0	25	0	0
	Rusak Ringan	0	0	23	2
	Rusak Berat	0	0	0	25

Berdasarkan confusion matrix metode KNN, maka data aktual 25 citra kategori baik diprediksi tepat sebagai kategori baik sebanyak 25 citra. Untuk data aktual 25 citra kategori sedang diprediksi dengan tepat 25 citra sebagai kategori sedang. Data aktual 25 citra kategori rusak ringan diprediksi dengan tepat sebagai rusak ringan sebanyak 23 citra, sisanya 2 citra masuk sebagai kategori rusak berat. Sedangkan untuk data aktual 25 citra kategori rusak berat diprediksi dengan tepat sebanyak 25 citra sebagai kategori rusak berat.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini menghasilkan suatu rancangan sistem dengan pendekatan menggunakan pengolahan citra sebagai alternatif dalam melakukan kegiatan survey kondisi aspal jalan. Dari hasil penelitian dapat diperoleh beberapa kesimpulan.

Berdasarkan hasil percobaan, sistem survey menggunakan video-image processing dengan melakukan ekstraksi frame-frame citra pada rekaman video aspal jalan dimana selanjutnya citra-citra aspal tersebut diolah dengan peningkatan kontras, binerisasi, pengurangan noise, dan normalisasi ukuran sehingga nilai penjumlahan Fast Fourier Transform (FFT) didapat dengan membagi area penjumlahan nilai FFT tersebut menjadi tiga, lima dan tujuh bagian kemudian di analisa sehingga sistem ini dapat menentukan kerusakan aspal jalan kedalam kriteria kondisi baik, sedang, rusak ringan dan rusak berat.

Dalam pengklasifikasian citra aspal dalam 4 kriteria kondisi aspal jalan yaitu baik, sedang, rusak ringan, dan rusak berat dengan fitur yang memanfaatkan tiga, lima, dan tujuh area hasil penjumlahan nilai Fast Fourier Transform pada citra, menggunakan 10-fold cross validation serta perbandingan data 70:30 dengan classifier Support Vector Machine (SVM) dengan bantuan software WEKA dan Matlab diperoleh akurasi sebesar 98%.

Saran pada penelitian ini merupakan hal-hal yang dapat diteliti lebih lanjut. Dari hasil penelitian dapat disampaikan beberapa saran. Pada penelitian ini menggunakan satu kamera digital dengan kualitas perekaman HD 720p (1280x720), untuk penelitian lebih lanjut dapat menggunakan lebih dari satu kamera dengan kualitas perekaman yang lebih baik untuk memperoleh citra stereo atau menggunakan kamera 3D untuk dikembangkan analisa citra aspal secara 3 dimensi.

Jenis kerusakan tunggal yang diteliti pada pada penelitian ini berfokus pada kerusakan fisik berupa lubang. Pengembangan dapat dilakukan pada jenis kerusakan fisik lainnya seperti retak, amblas/legokan, dan bekas alur roda.

Noise pada citra berupa bayangan dianggap sebagai kerusakan aspal sehingga pengambilan rekaman video menyesuaikan waktu dan cuaca dengan kondisi tanpa gangguan bayangan. Agar pengambilan dapat dilakukan lebih mudah ketika pengambilan rekaman video menggunakan bantuan sorotan lampu.

Pada proses pra-pengolahan citra, parameter yang dipakai dalam proses binerisasi merupakan nilai statis yang diimplementasikan pada semua citra aspal hasil ekstraksi rekaman video aspal jalan. Untuk mendapatkan hasil lebih optimal dapat digunakan nilai parameter dinamis.

DAFTAR PUSTAKA

- Bradski dan Kaehler, 2008, "Learning OpenCV Computer Vision with the OpenCVLibrary", O'Reilly, ISBN: 978-0-596-51613-0.
- B. Pidwerbesky J. Waters, D. Gransberg, R. Stemprok, 2006, "Road surface texture measurement using digital image processing and information theory", ISBN 0-478-28701-X, ISSN 1177-0600.
- C. D. *Manning*, P. Raghavan and H Schütze, 2008, "Introduction to Information Retrieval", Cambridge University Press.
- Direktorat Jenderal Bina Marga , 1983, Manual Pemeliharaan Jalan No. 03/MN/B/1983, World Bank policy study, 1998, "Road deterioration in developing country", ISSN 0258-2120.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010, "Draft Spesifikasi Pemeliharaan Rutin Dengan Swakelola".
- Gransberg, Pidwerbesky, Stemprok, dan Waters, 2005, "Measuring Chip Seal Surface Texture with Digital Imagery", International Conference on Surface Friction of Roads and Runways, 1-12.
- R. Gonzalez dan R.E.Woods, 2001, "Digital Image Processing", Prentice Hall, Second Edition, ISBN 0-201-18075-8.
- Specht.Luciano Pivoto, Khatchaturian.Oleg, dan Dos, Santos.Reginaldo Tudeia, 2013, "Measurement of pavement macrotecture through digital image processing" Acta Scientiarum Technology, 35, 31-38.
- Sukirman, Silvia, 1995, "Perkerasan Lentur Jalan Raya", Bandung, Nova.
- Y. Sun, E. Salari, dan E. Chou, 2009, "Automated Pavement Distress Detection Using Advanced Image Processing Techniques", IEEE, 373-377.