

# KLASIFIKASI KERUSAKAN JALAN: RETAK, RETAK KULIT BUAYA DAN LUBANG BERDASARKAN CITRA DIGITAL

## CLASSIFICATION OF ROAD DAMAGE: CRACKS, CROCODILE SKIN CRACKS AND HOLES BASED ON DIGITAL IMAGE

Ida Ayu Ari Angreni  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Gunadarma  
ayuida106@gmail.com

### Abstrak

Penilaian visual kerusakan jalan pada perkerasan fleksibel merupakan pendekatan yang efektif karena kesederhanaan, kepraktisan, dan efisiensinya. Namun dirasakan masih adanya kelemahan karena metode penilaian visual bersifat sangat subjektif, tergantung dari si penilainya, terutama dalam hal pemahaman si penilai sendiri dalam menentukan jenis kerusakan jalan. Hal ini dapat berakibat berbedanya hasil penilaian yang diakibatkan penentuan klasifikasi jenis kerusakan jalan berbeda antara satu penilai dengan penilai yang lain. Sangat penting untuk mengembangkan algoritma atau cara untuk mengkategorikan jenis kerusakan jalan menggunakan foto digital setelah melihat kekurangan visual dalam metode penilaian kerusakan jalan saat ini. Menggunakan kamera digital untuk menangkap gambar adalah langkah awal dari algoritma. Gambar digital kemudian diproses di Matlab RA 2016 untuk ekstraksi dan klasifikasi. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi jenis kerusakan jalan dengan cepat dan akurat menggunakan metode KNN. Temuan menunjukkan bahwa lubang, retakan kulit buaya, dan retakan di jalan dapat diklasifikasikan secara akurat dengan tingkat lebih dari 90%.

**Kata kunci:** Kerusakan Jalan, Perkerasan Lentur, Metode Visual, Citra Digital, KNN.

### Abstract

Visual assessment of road damage on flexible pavement is an effective approach due to its simplicity, practicality and efficiency. However, it is felt that there are still weaknesses because the visual assessment method is very subjective, depending on the assessor, especially in terms of the assessor's own understanding in determining the type of road damage. This can result in different assessment results due to the determination of the classification of different types of road damage between one appraiser and another appraiser. It is imperative to develop an algorithm or a way to categorize types of road damage using digital photos after seeing visual flaws in current road damage assessment methods. Using a digital camera to capture images is the first step of the algorithm. The digital image is then processed in Matlab RA 2016 for extraction and classification. The goal is to quickly and accurately identify the type of road damage using the KNN method. The findings show that potholes, crocodile skin cracks and cracks in the road can be accurately classified with a rate of more than 90%.

**Keywords:** Road Damage, Flexible Pavement, Visual Methods, Digital Images, KNN.

### PENDAHULUAN

Kerusakan jalan merupakan hal yang biasa terjadi. Sejumlah besar jalan kota telah atau akan dilukai. Hampir setiap kota besar di Indonesia menghadapi masalah seperti ini. Bagian jalan yang mengalami kerusakan ringan biasanya tidak dirawat, menyebabkan kerusakan yang semakin parah dan pada akhirnya kapasitas jalan menjadi terbatas.

Kami membutuhkan sistem yang dapat mengidentifikasi degradasi jalan sebelum semakin parah. Inspeksi kondisi jalan secara berkala dapat membantu upaya ini.

Pertanyaan tentang pendanaan diangkat saat memeriksa kesehatan perkerasan dengan menggunakan peralatan mekanis. Alat-alat ini mahal dan hanya dapat menilai satu kondisi pada satu waktu, seperti tekukan atau

kekerasan permukaan, antara lain. Karena efektif, mudah diterapkan, dan praktis, pendekatan penilaian visual menjadi pilihan yang tepat.

### **Kerusakan Jalan**

Menurut Manual pemeriksaan jalan Nomor: 03/MN/B/1983 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, kerusakan atau cacat pada perkerasan lentur (*flexible*) dapat dibagi menjadi 5 (lima) besar bagian, yaitu :

- a. Retak (*Cracking*)  
Jenis retak meliputi : Retak kulit buaya, retak tepi, retak sambungan tepi, retak sambungan jalur, retak refleksi, retak susut, retak selip, retak pelebaran.
- b. Perubahan Bentuk (*Distortion*)  
Perubahan bentuk perkerasan akibat subbase kurang padat atau pergerakan subgrade dapat menyebabkan keretakan, membahayakan lalu lintas, dan memperburuk kerusakan. Jenis perubahan bentuk meliputi alur, keriting, sungkur, penurunan permukaan, jembul, dan penurunan akibat pemotongan utilitas.
- c. Kerusakan Permukaan (*Disintegration*)  
*Disintegration* adalah pemisahan partikel agregat dan komponen perkerasan lepas lainnya yang disebabkan oleh pelanggaran lapisan. Kegagalan untuk mengatasi disintegrasi dengan segera dapat menyebabkan bencana besar. Lubang dan raveling adalah contoh disintegrasi.
- d. Permukaan Licin (*Slippery Surface/Skid Hazard*)  
Lapisan aspal yang tipis, keausan agregat lapisan permukaan, dan adanya minyak, lumpur, dan puing-puing lainnya membuat jalan

menjadi licin saat cuaca kering. Adanya lapisan air di permukaan jalan mengurangi daya tarik ban, membuat permukaan licin saat cuaca hujan. Mengemudi dengan kecepatan sedang hingga tinggi menyebabkan kerusakan seperti ini, yang berisiko bagi pengemudi. Aspal yang berdarah atau memerah, agregat yang dipoles, atau keausan agregat adalah contoh permukaan yang licin.

- e. Kerusakan akibat *surface treatment*  
Perbedaan metode pengerjaan dapat memengaruhi hasil perawatan permukaan jalan, yang meliputi lepasnya agregat penutup, streaking longitudinal, dan streaking transversal.

Salah satu masalah dalam menilai keadaan perkerasan secara visual adalah subjektif; berbagai orang mungkin memiliki gagasan yang berbeda tentang jenis kerusakan jalan yang ada, yang dapat menyebabkan penilaian yang tidak akurat (Angreni, 2000). Mengingat keterbatasan penilaian kerusakan jalan secara visual, diperlukan sistem untuk mengidentifikasi jenis kerusakan jalan dengan cepat dan akurat dari foto digital. Sebagai tahap pertama dalam operasi algoritma, ruas jalan difoto menggunakan jenis kamera digital. Citra digital yang dihasilkan kemudian dianalisis untuk mengetahui jenis kerusakan jalan.

### *Pengolahan Citra (Image Processing)*

Istilah "image processing", yang mungkin merujuk pada sejumlah prosedur berbeda, menjelaskan setiap upaya untuk mengubah satu citra menjadi citra lainnya. Proses pengambilan sampel mengubah citra analog dua dimensi kontinu menjadi citra diskrit, yang pada gilirannya menciptakan citra dua dimensi. Data masukan untuk proses pengolahan citra berasal dari foto diam yang diambil oleh kamera, dan data keluaran berasal

dari gambar yang telah diolah menggunakan berbagai algoritma pengolahan citra (Astuti Dawn, 2013). Ekstraksi citra menggunakan teknik pengolahan citra seperti penyaringan wiener, thresholding, deteksi tepi sobel, pemangkasan bwareaopen, dan klasifikasi citra digunakan dalam penelitian ini. Gambar-gambar yang digunakan dalam penelitian ini adalah kerusakan jalan.

### **Ekstraksi Citra**

Proses ekstraksi citra, memiliki berbagai operasi fungsi, operasi yang digunakan adalah:

- a. Input citra kerusakan jalan, kemudian ubah menjadi greyscale
- b. Normalisasi citra ( merubah nilai pixel)
- c. Menentukan nilai pixel kerusakan
- d. Lakukan Binary H istogram Counting
- e. Tentukan bin/keranjang kerusakan

### **Klasifikasi Citra**

Klasifikasi citra Klasifikasi adalah metode untuk mengklasifikasikan data untuk membuat prediksi tentang jenis barang yang labelnya belum tersedia (Han, 2006). Pohon Keputusan, mesin vektor pendukung, k-nearest neighbor (kNN), jaringan saraf, analisis statistik, algoritma genetika, metode berbasis aturan, penalaran berbasis memori, dan jaringan saraf adalah beberapa teknik klasifikasi yang paling populer. Objek diklasifikasikan menggunakan metode k-Nearest Neighbor (k-NN), yang mengandalkan data yang secara geografis berdekatan dengannya; bilangan K yang optimal bergantung pada data.

Meskipun meningkatkan nilai K algoritme KNN dapat mengurangi efek derau, hal itu juga akan mengaburkan batas klasifikasi. Dengan menggunakan teknik seperti validasi silang, seseorang dapat memilih nilai terbaik dari k. Teknik tetangga terdekat digunakan dalam skenario tertentu ketika  $k = 1$ . Pentingnya dan relevansi

karakteristik sangat memengaruhi keakuratan KNN. Penelitian terkait algoritma ini fokus pada pemilihan dan pemberian bobot pada fitur untuk meningkatkan kinerja klasifikasi. KNN memiliki konsistensi yang tinggi, dan dengan jumlah data yang sangat besar, error rate algoritma ini tidak lebih dari dua kali lipat error rate Bayesian. Studi paling komprehensif tentang deteksi kerusakan retak menggunakan pemrosesan gambar digital hingga saat ini oleh Loizos et al. (1995). Satu studi oleh Manning (1991) menggunakan pola retakan perkerasan sebagai contoh, sementara studi lain oleh Miradi dkk. (2007) menggunakan alat pelacak linier (LINTRACK) bersama dengan gambar untuk menentukan panjang retak, persentase, dan luas. Untuk mengetahui luas dan lamanya kerusakan atau masalah permukaan jalan, Zhaovun menggunakan teknik pada tahun 2010 yang menggunakan algoritma segmentasi gambar awal. Dalam penelitian ini, Saar dkk. (2010) menggunakan metode ekstraksi fitur yang dikembangkan untuk pemrosesan gambar. Penerapan jaringan saraf memungkinkan pendeteksian area gambar yang rusak. Deteksi tepi merupakan bagian integral dari proses identifikasi dan klasifikasi fraktur, seperti yang ditunjukkan oleh Kelvin C. P et al. (2007).

Berbagai penelitian lain telah menggunakan pencitraan untuk melakukan evaluasi yang lebih menyeluruh dalam mengidentifikasi retakan perkerasan; ini termasuk Shuzhibiao et al. (2013), Benedatto an dkk. (2005), Timu Saaren Keto dkk. (2000), dan Ghada Mousa dkk. (2011). Analisis statistik digunakan oleh Lou Jing dkk. (2010) untuk memperbaiki citra berdasarkan ambang segmentasi menggunakan analisis pengolahan citra digital dengan memanfaatkan interpolasi bilinear. Itulah mengapa kami melakukan penelitian ini: untuk mengetahui cara menggunakan pemrosesan visual untuk mengkategorikan berbagai jenis kerusakan jalan. Kerusakan jalan dapat terjadi dalam

berbagai bentuk, termasuk celah, retakan kulit buaya, dan terutama lubang.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Obyek Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji degradasi jalan, seperti retak, retak kulit buaya, dan lubang, di wilayah Depok, khususnya di National Strategic Road (SNR). pemulihan informasi dengan menggunakan foto digital kerusakan jalan yang diambil menggunakan kamera Canon 550D.

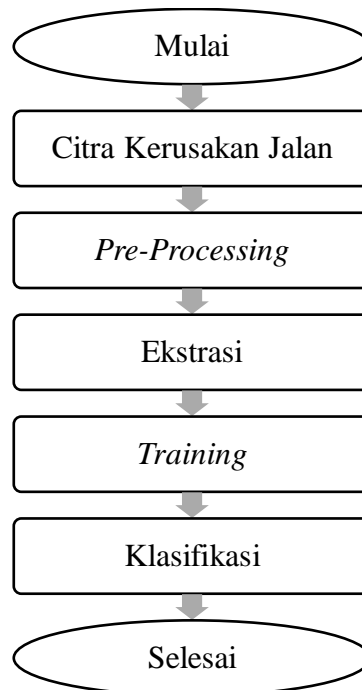
### **Tahapan Metode Penelitian**

Tahapan metode penelitian dalam bentuk diagram alir dapat dilihat pada Gambar 1.

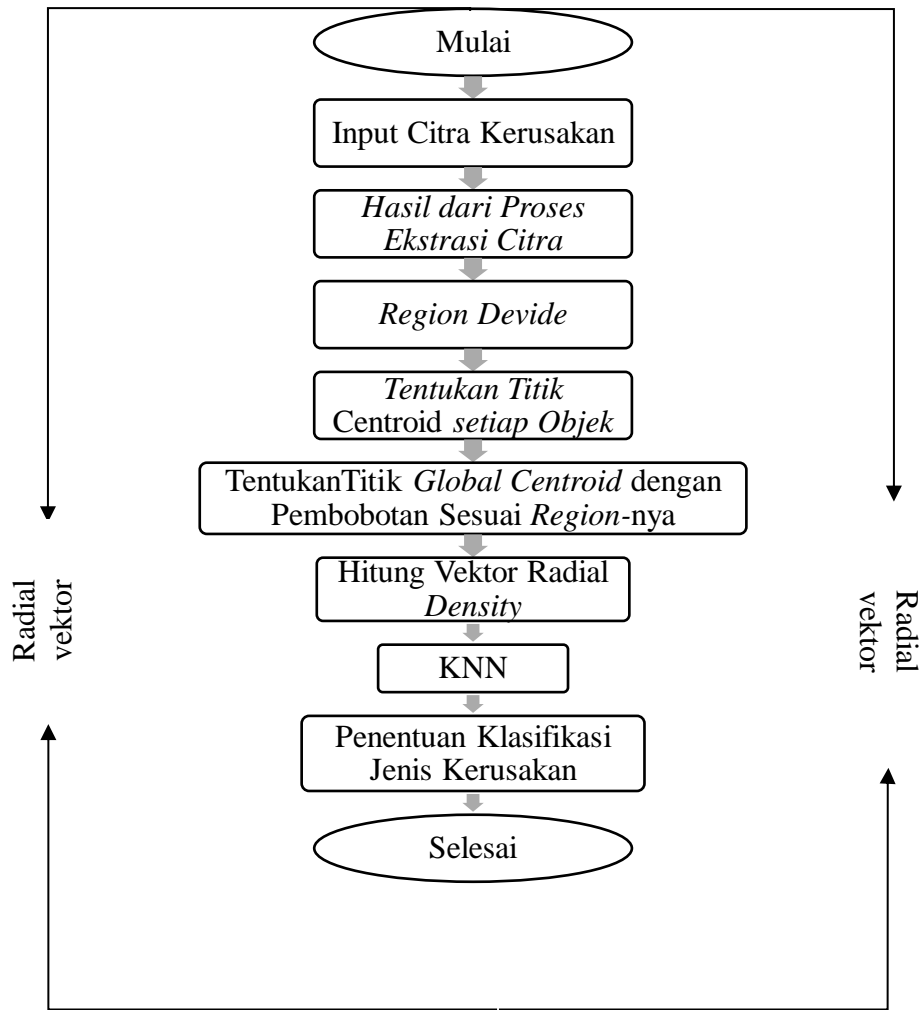
## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil Analisa Kerusakan Jalan**

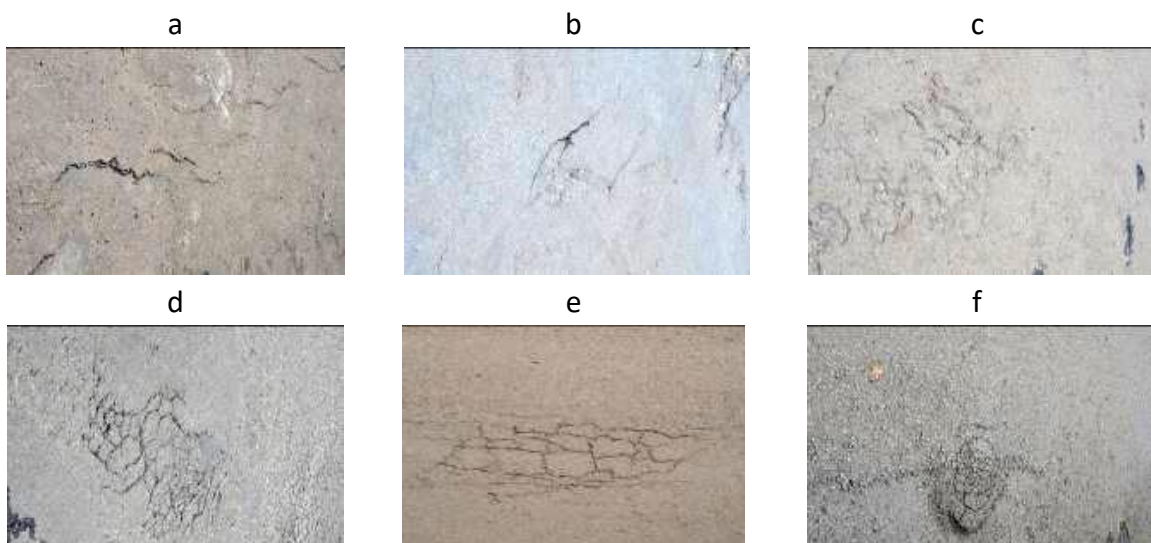
Klasifikasi terhadap jenis kerusakan jalan dilakukan dengan cara mengukur kedekatan fitur terhadap 10 citra referensi yang sudah didefinisikan pada tahap training. Nilai k yang digunakan adalah 1 untuk nearest neighbor.



**Gambar 1. Diagram Alur Tahapan Metode Penelitian**



Gambar 2. Diagram Alir Proses Klasifikasi Citra



Gambar 3. Contoh Citra yang Digunakan pada Tahap *Training*, (a-c) Retak, (d-f) Retak Kulit Buaya

Hingga saat ini baru dilakukan analisis terhadap 565 foto degradasi jalan, yaitu mengidentifikasi retakan, retakan kulit buaya, dan lubang. Gambar kerusakan retake (total 387), kerusakan retak (total 88), dan kerusakan lubang (total 90) masing-masing diklasifikasikan. Kami akan merinci temuan kategorisasi untuk setiap jenis kerusakan. Metode klasifikasi standar menggunakan  $k=1$ . Nilai akurasi ditentukan oleh :

$$\text{Akurasi (\%)} = (\text{Nilai benar} - \text{Hasil analisis}) / \text{Nilai benar} \times 100\% \quad (1)$$

### Hasil Identifikasi Retak

Dari 381 citra, Dari 371 citra yang teridentifikasi sebagai kerusakan retak dan 20 citra sebagai lubang, akurasi identifikasi kerusakan jenis retak dapat dihitung berdasarkan jumlah citra yang benar-benar teridentifikasi sebagai retak dibandingkan dengan total citra yang diuji.

$$\text{Akurasi (\%)} = (381-20)/381 \times 100\% = 94,75\%$$

### Hasil Identifikasi Retak Kulit Buaya

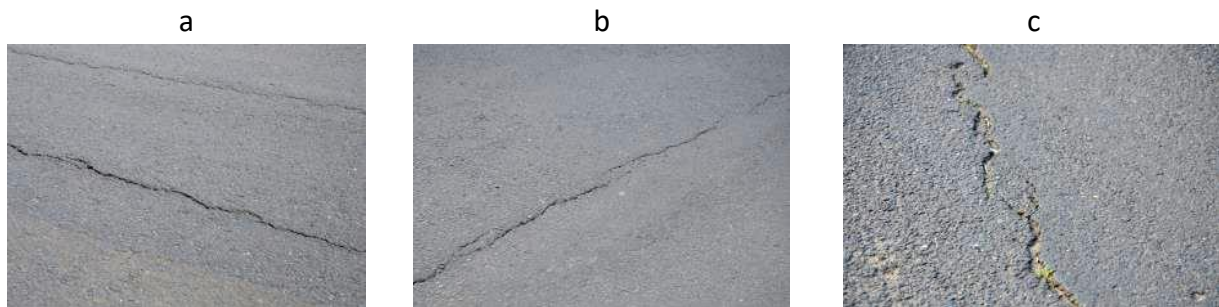
Dari 88 citra, saya dapat mengidentifikasi secara akurat 80 citra yang mengalami kerusakan retak kulit buaya. Meskipun demikian, empat citra diklasifikasikan sebagai lubang dan empat sebagai retakan. Kerusakan pada jenis retakan kulit buaya dapat diidentifikasi secara akurat dengan nilai akurasi sebesar:

$$\text{Akurasi (\%)} = (88-8)/88 \times 100\% = 90,9\%$$

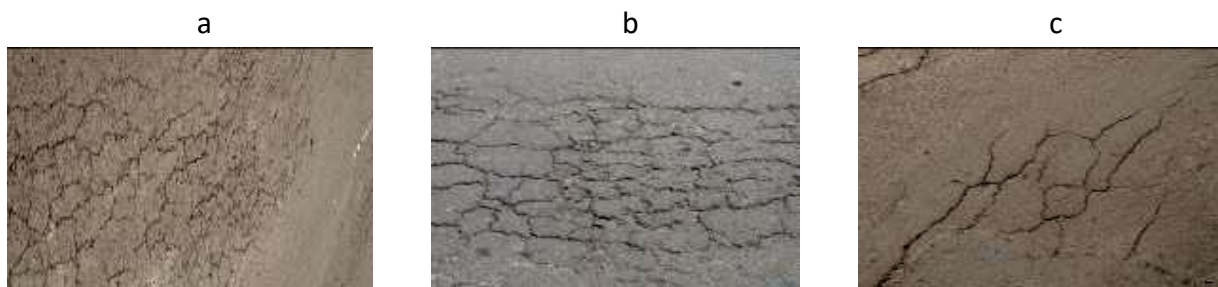
### Hasil Identifikasi Lubang

Dari 90 citra, dapat secara akurat menentukan 82 citra mana yang mengalami kerusakan lubang. Meskipun demikian, empat citra ditentukan untuk menunjukkan celah, dan empat lagi untuk menunjukkan celah pada kulit buaya. Nilai akurasi klasifikasi damage menurut tipe lubang adalah:

$$\text{Akurasi (\%)} = (90-8)/90 \times 100\% = 91,1\%$$



Gambar 4. Sample Citra yang Berhasil Diidentifikasi sebagai Retak



Gambar 5. Sample Citra yang Berhasil Diidentifikasi sebagai Retak Kulit Buaya



**Gambar 6. Klasifikasi Kerusakan Jalan**

## SIMPULAN

Telah dilakukan uji coba terhadap 365 citra kerusakan jalan. Nilai akurasi yang didapat untuk ketiga jenis kerusakan termasuk tinggi. Nilai  $k$  yang digunakan pada algoritma KNN adalah sebesar 1. Untuk jenis kerusakan retak kulit buaya, akurasi yang didapat sebesar 90,9%, sedangkan pada jenis kerusakan retak, nilai akurasi yang didapat adalah sebesar 94,75% dan jenis kerusakan lubang, nilai akurasi yang diperoleh sebesar 91,1 %.

## DAFTAR PUSTAKA

- A. Miradi, J. Groenendijk, L. J. M. Dohmen , 2007, 'Crack Development in Linear Tracking Test Pavement from Visual Survey to Pixel Analysis' Journal Transportation research record, Journal of transportation Research Board, Vol. 1570, pages 48 – 54.
- A.Georgopoulos, A. Loizos, A. Flouda, 1995 'Digital image Processing as a Tool for Pavement Distress Evaluation' ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, volume 50 Issue 1, pages 25 – 33
- Arie Murdianto, 2007. *Ekstraksi fitur wajah dengan sobel detection*, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Astuti Fajar. 2013. *Pengolahan Citra Digital Konsep dan Teori*. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta
- Benedatto.A,Benedetto F,De Blasiis MR,Giunta G. 2005 . *Reliability of Signal Processing Technique for Pavement Damages Detection and Classification using Ground penetrating Radar*.(Sensor Journal, IEEE (Volume 5, Issue : 3) June 2005, pp. 471 – 480.
- D.Long and M. Fox, 2003. 'An Extension to PDDL for Expressing Temporal Planning Domains' Journal of Artificial Intelligence research, vol. 20, pages 61-124.
- Dirglaksono, P. dan Mochtar I.B. (1990) *Studi Penyempurnaan Evaluasi Visual untuk Kondisi Kerusakan Jalan di Indonesia*, Jurusan Teknik Sipil, FTSP-ITS.
- Ghada mousa, Khded Hussain.(2011). *A new Technique for Automatic Detection and parameter estimation of pavement Crack*. Proceeding of the 4th in International 2011. Iis.org
- Gonzales R. C., Woods, R. E. 2004. *Digital Image Processing Using MATLAB*. Prentice Hall, New Jersey.

- Kelvin C.P Wang, Oiang Li, Weiguo Gong. 2007. *Wavelet- based Pavement Distress Image Edge Detection with aTraus Algorithm*. Journal of The Transport e Research Board, Volume 2024/2007.
- Lou Jing, Chang Zhou, 2010. *Pavement Crack Distress Detection based on Image Analysis. (Machine Vision and Human machine Interface (MVHI)*, 2010.International Conference on 2010 (China) pp.576-579.
- Mohajeri, M.Jerry H Manning, Patrick J. 1991. *An operating System of Pavement Distress, Diagnosis By Image Processing* . (journal Transportation Research Board Number 1311, pp. 120-130 ,(1991.) pp.73-81.
- R.E.Woods and S.L. Eddins, 2005. *Computer Imaging : Digital, Image Analysis and Processing*, CRC Press, Boca Raton.
- Rafael C. Gonzales and Wintz, 2002. *Digital image Processing*. University of Tennesse, New Jersey.
- Shuzhibiao, Guo yanqing, 2013. *Algorithm On Contourlet Domain In Detection Of Road Cracks for Pavement Images* . Journal of Algorithms & Computational Tech-nology, Vol.7, No.1/march 2013, pp.15-26.
- T. Saar, O. Talvik, 2010, *Automatic asphalt pavement Crack detection and Classification using Neural Network*. Biennial Baltic Electronics Conference (BEC)
- Timu Saaren Keto, Tom Scullion. 2000. *Road Evaluation with Ground Penetrating Radar*. (Elsevier, Journal of Applied Geophysics,Volume 43,Issues 2-4, March2000 Pages 119-138.
- Wei wei D dan Mingli, Des 2008. *A binary image enhancement and recognition approach in crack detection using exploring agents*, vol. 5637.
- Wigan M. 1992. *Image Processing Techniques applied to Road Problems*. Journal Transportation Engineering 118 (1), 62 – 83.
- Zhaoyun Sun, Chang An, Wei Li, Aimin Sha. (2010) *Automatic pavement Cracks Detection System based on Visual Studio C++6,0* (Natural Computation, 2010 Sixth International Conference on Vol.4 pp.2016-2019.