

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Penelitian Terdahulu

Dalam memudahkan proses penelitian ini maka diperlukan kajian dari penelitian sebelumnya yang memiliki keterkaitan dengan yang judul penelitian ini. Selain itu untuk menghindari kata atau kalimat yang sama dengan penelitian sebelumnya, maka dalam kajian pustaka ini peneliti mencantumkan hasil dari peneliti terdahulu sebagai berikut :

Penelitian Zaimatul Firdaus (2018), berjudul “Penerapan Metode Connected Component Labelling (CCL) Untuk Pengukuran Dimensi Lubang Jalan Aspal Berbasis Citra Digital”. Penelitian ini mengimplementasikan metode segmentasi citra yaitu Otsu thresholding, deteksi tepi Sobel dan beberapa operasi morfologi serta pelabelan lubang yang terdeteksi menggunakan metode Connected Component Labelling (CCL). Berdasarkan hasil penelitian metode Connected Component Labelling mendapatkan hasil pengujian yang telah dilakukan dengan metode Otsu thresholding rata-rata error dalam pengukuran dimensi jalan adalah sebesar 15.7% sedangkan untuk metode deteksi tepi sobel rata-rata error sebesar 21.6%.

Penelitian Azhar, Murtaza, Yousaf dan Habib (2016) berjudul “Computer Vision Based Detection and Localization of Pothole in Asphalt Pevement Images.” Dalam penelitiannya yaitu melakukan deteksi dan lokalisasi lubang

menggunakan HOG untuk ekstraksi fitur dan Naive Bayes sebagai klasifikasi fitur dan untuk lokalisasinya menggunakan Graph Cut Segmentation. Fitur dilatih dan diklasifikasikan menggunakan pengklasifikasi Naïve Bayes yang menghasilkan pelabelan input sebagai gambar lubang atau non lubang. Hasil penelitian menunjukkan 90% akurasi untuk mendeteksi gambar lubang dan daya ingat yang tinggi untuk lokalisasi lubang pada gambar yang terdeteksi.

Penelitian Yashon Ouma dan Michael Hahn (2017) berjudul “Pothole detection on asphalt pavements from 2D-colour pothole images using fuzzy c-means clustering and morphological reconstruction”. Dalam penelitian ini dilakukan dan di uji untuk proses yang telah dilakukan dari pembangunan aspal yakni pada saat proses pengerasan aspal dalam mendeteksi secara 2 D menggunakan metode secara berurutan terdiri dari penyaringan transformasi wavelet multiskala dengan tujuan latar belakang minimisasi noise dan penghalusan gambar, diikuti dengan pengelompokan c-means fuzzy. Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan 75 dataset eksperimental menunjukkan bahwa pendekatan ini jauh lebih cepat daripada FCM konvensional dan secara akurat memperkirakan bentuk dan ukuran dari lubang dengan rata-rata koefisien kemiripan 87,5%. Rata-rata dan standar deviasi untuk kesalahan dalam deteksi bentuk dan ukuran antara ground-truth dan lubang yang terdeteksi masing-masing ditentukan sebagai 8,5% dan 4,9%.

Penelitian Amir Hamzahan, Gatot Santosa, dan Wisnu Widiarto (2002) berjudul “Object Classification in Computer Vision with Discriminant Analysis.” Dalam penelitian ini menggunakan metode pohon keputusan biner dan untuk

metode analisis diskriminan untuk mengklasifikasi objek yang di teliti pada analisis diskriminan diajukan sebagai alternatif untuk klasifikasi objek. Metode ini dijalankan dengan menghitung suatu fungsi yang disebut fungsi diskriminan Fisher yang dapat digunakan untuk memisahkan objek. simulasi data dan analisis untuk klasifikasi dua objek, yaitu skrup dan baut dan tiga objek ,yaitu huruf T,O dan S dapat ditunjukkan bahwa analisis diskriminan dapat mengklasifikasi objek dengan lebih baik dari pada metode pohon keputusan biner. Kelebihan ditunjukkan terutama pada objek yang mengalami noise.

Penelitian Agus Irawan, Adi Pratomo, Mey Risa, Heldiansyah (2016) berjudul “Perancangan Sistem Deteksi Kerusakan Aspal Jalan Melalui Video Menggunakan *Fast Fourier Transform*” Dalam penelitian merancang sebuah 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%.

Penelitian Ari Purno Wahyu W (2017) berjudul Penerapan Teknik Computer Vision Pada Bidang *Fitopatologi* Untuk Diteksi Penyakit dan Hama

Tanaman” Penelitian ini menggunakan *computer vision* untuk mendeteksi penyakit dan hama tanaman dengan mengambil gambar kemudian dilakukan pengujian dan pemeriksaan dengan metode yang ada di *computer vision* hasil teknik *computer vision*, bisa membantu peneliti lain nya pada bidang *Fitopatologi* dan para petani pada umumnya untuk mendeteksi gejala awal serangan hama dan dengan begitu dapat dilakukan pencegahan sebelum area serangan hama semakin meluas.

Penelitian Anggita Mahardika, Yuita Arum Sari dan Candra Dewi (2018) berjudul “Sistem Temu Kembali Citra Lubang Jalan Aspal Berdasarkan Tingkat Kerusakan Menggunakan Ekstraksi Fitur *Gray Level Co-occurrence Matrix*” Penelitian ini membangun sistem temu kembali citra lubang jalan aspal berdasarkan tingkat kerusakan. Pada penelitian ini menggunakan metode *Wrapper* dan CFS (*Correlation Based Feature Selection*). Berdasarkan hasil dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan citra lubang jalan sebanyak 117 yang berhasil tersegmentasi dengan tepat pada diameter 101×101 , $\sigma_s = 75$ dan $\sigma_r = 75$. Penggunaan metode seleksi fitur *Wrapper* memberikan hasil rata-rata akurasi dan MAP (*Mean Average Precision*) yang lebih tinggi dibandingkan menggunakan metode seleksi fitur CFS maupun tidak menggunakan seleksi fitur. Akurasi dan MAP yang dihasilkan dari metode *Wrapper* dengan $d=1$ masing-masingnya yaitu sebesar 55,61% dan 0,710.

Penelitian Mungki Astiningrum, Putra Prima Arhandi dan Nabilla Aqmarina Ariditya (2019) berjudul “Identifikasi Penyakit pada Daun Tomat Berdasarkan Fitur Warna dan Tekstur” Penelitian dirancang untuk melakukan

identifikasi penyakit tanaman tomat melalui daun, menggunakan RGB sebagai fitur ekstraksi warna dan *Gray Level Co-Occurance Matrix* (GLCM) sebagai fitur ekstraksi tekstur. Hasil dari sistem identifikasi penyakit pada daun tomat adalah penentuan label Sehat, Bercak Bakteri, dan Busuk Daun. Tingkat akurasi penelitian ini adalah 92,89% pada nilai $k = 1$ dengan menggunakan metode K-Nearest Neighbor (KNN).

Penelitian Yoga Widi Pamungkas, Adiwijaya, dan Dody Qori Utama berjudul “Klasifikasi Gambar Gigitan Ular Menggunakan *Regionprops* dan Algoritma *Decision Tree*” penelitian ini membangun sebuah sistem klasifikasi gambar luka gigitan ular menggunakan ekstraksi ciri *Regionprops* dan algoritma *Decision Tree*. Gambar gigitan ular diklasifikasikan termasuk ular berbisa atau tidak berbisa tanpa mengetahui jenis ularnya. Pada *Regionprops* terdapat beberapa fitur yang digunakan untuk membantu proses ekstraksi ciri, antara lain jumlah *centroid*, luas area, *distance*, dan *eccentricity*. Evaluasi dari model yang telah dibangun didapatkan bahwa parameter jumlah *centroid* dan jarak antar centroid (*distance*) memiliki pengaruh paling signifikan dalam membantu klasifikasi gambar luka gigitan ular dengan akurasi 97.14%, *precision* 92.85%, *recall* 91.42%, dan *F1 score* 92.06%.

Penelitian Rani Puspita dan Agus Widodo (2020) berjudul “Perbandingan Metode KNN, *Decision Tree*, dan *Naïve Bayes* Terhadap Analisis Sentimen Pengguna Layanan BPJS” penelitian dilakukan untuk menganalisis sentimen terhadap layanan BPJS berdasarkan pengambilan data Twitter terhadap layanan BPJS. Hasil perbandingan dari metode KNN mencapai tingkat akurasi 95.58%

dengan *class precision* untuk *pred. negative* adalah 45.00%, *pred. positive* adalah 0.00%, dan *pred. neutral* adalah 96.83%. Lalu pada metode *Decision Tree* tingkat akurasinya mencapai 96.13% dengan *class precision* untuk *pred. negative* adalah 55.00%, *pred. Positive* adalah 0.00%, dan *pred. neutral* adalah 97.28%. Dan yang terakhir adalah metode *Naïve Bayes* yang mencapai akurasi 89.14% dengan *class precision* untuk *pred. negative* adalah 16.67%, *pred. positive* adalah 1.64%, dan *pred. neutral* adalah 98.40%.

Berikut tabel hasil rangkuman penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penulitian yang akan diteliti :

Tabel II.1 Hasil Rangkuman Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Judul	Metode Klasifikasi	Akurasi
1	Zaimatul Firdaus (2018)	Penerapan Metode <i>Connected Component Labelling</i> (CCL) Untuk Pengukuran Dimensi Lubang Jalan Aspal Berbasis Citra Digital	<i>Connected Component Label</i> (CCL)	Menghasilkan nilai akurasi rata-rata error 15,7 % dan dengan metode deteksi sobel sebesar 21,6%
2	Azhar, Murtaza, Yousaf dan Habib (2016)	<i>Computer Vision Based Detection and Localization of Pothole in Asphalt Pevement Images</i>	<i>Naives Bayes</i>	Menghasilkan 90% nilai akurasi untuk mendeteksi gambar lubang

3	Yashon Ouma dan Michael Hahn (2017)	<i>Pothole detection on asphalt pavements from 2D-colour pothole images using fuzzy c-means clustering and morphological reconstruction</i>	<i>C-Means Fuzzy (FCM)</i>	Nilai akurasi kemiripan yang dicapai 87,5%
4	Amir Hamzahan, Gatot Santosa, dan Wisnu Widiarto (2002)	<i>Object Classification in Computer Vision with Discriminant Analysis</i>	Analisis Diskriminan	Hasil akurasi klasifikasi obejek untuk nilai X3 = 89,3%
5	Agus Irawan, Adi Pratomo, Mey Risa, Heldiansyah (2016)	Perancangan Sistem Deteksi Kerusakan Aspal Jalan Melalui Video Menggunakan <i>Fast Fourier Transform</i>	Naive Bayes, KNN dan SVM	Nilai akurasi tertinggi 98% dengan menggunakan Metode SVM
6	Ari Purno Wahyu W (2017)	Penerapan Teknik Computer Vision Pada Bidang <i>Fitopatologi</i> Untuk Diteksi Penyakit dan Hama Tanaman	Computer Vision	Hasil akurasi dapat melihat 3 jenis penyakit tanaman
7	Anggita Mahardika, Yuita Arum Sari dan Candra Dewi (2018)	Sistem Temu Kembali Citra Lubang Jalan Aspal Berdasarkan Tingkat Kerusakan Menggunakan Ekstraksi Fitur <i>Gray Level Co-occurrence</i>	<i>Wrapper</i> dan CFS (<i>Correlation Based Feature Selection</i>)	Hasil akurasi <i>Wrapper</i> 55,61% dan CFS 38,84%

		<i>Matrix</i>		
8	Mungki Astiningrum, Putra Prima Arhandi dan Nabilla Aqmarina Ariditya (2019)	Identifikasi Penyakit pada Daun Tomat Berdasarkan Fitur Warna dan Tekstur	<i>K-Nearest Neighbor</i> (KNN)	Hasil Akurasi 92,89%
9	Yoga Widi Pamungkas, Adiwijaya, dan Dody Qori Utama	Klasifikasi Gambar Gigitan Ular Menggunakan <i>Regionprops</i> dan Algoritma <i>Decision Tree</i>	<i>Decision Tree</i>	Hasil akurasi 92,85%
10	Rani Puspita dan Agus Widodo (2020)	Perbandingan Metode KNN, <i>Decision Tree</i> , dan <i>Naïve Bayes</i> Terhadap Analisis Sentimen Pengguna Layanan BPJS	KNN, <i>Decision Tree</i> , dan <i>Naïve Bayes</i>	Hasil akurasi KNN = 95,58%, <i>Decision Tree</i> = 96,83%, <i>Naives Bayes</i> = 89,14%

II.2. Computer Vision

Computer vision merupakan bidang ilmu yang menggunakan image processing untuk membuat keputusan berdasarkan citra yang didapat dari sensor (Forsyth et al.,2011). Dengan kata lain, *computer vision* bertujuan untuk membangun sebuah mesin pandai yang dapat “melihat”. *Computer Vision* dikembangkan untuk membuat sistem atau aplikasi komputer dapat mengenali

sesuatu seperti layaknya mata manusia. Kerangka kerja umum yang biasa dilakukan dalam *computer vision* adalah: *image acquisition* (akuisisi citra), *pre-processing* (pra pemrosesan), *feature extraction* (ekstraksi fitur), deteksi/segmentasi, pemrosesan tingkat tinggi, dan pengambilan keputusan (Szeliski, 2011). Melihat kompleksitas proses akuisisi sampai dengan pengambilan keputusan, maka penelitian meliputi dua tahap besar, yaitu: Ekstraksi fitur untuk deteksi tepi antar obyek; dan pengaplikasiannya untuk pengenalan objek, yaitu untuk mengidentifikasi jenis kerusakan pada jalan berbahan aspal, misalnya berupa lubang (*potholes*), bergelombang (*rutting*), retak-retak dan pelepasan butiran (*ravelling*) serta gerusan tepi.

II.2.1 Prapengolahan Preprocessing

Prapengolahan merupakan tahap awal dalam pengenalan objek yang merupakan proses penelitian dengan menggabungkan konsep citra digital, pengenalan pola, matematika dan statistik. Pada tahap prapengolahan citra yang ditangkap diolah terlebih dahulu untuk disamakan ukurannya dan diubah kedalam bentuk skala keabuan baik data pelatihan maupun data uji coba (Purnomo & Muntasa, 2010).

Dengan menggunakan prapengolahan yang tepat dapat meningkatkan akurasi pengenalan serta mempercepat proses selanjutnya yaitu proses ekstraksi ciri. Adapun tahapan pada proses prapengolahan pada Penelitian ini adalah mengubah ukuran citra, konversi citra RGB menjadi citra aras keabuan

(grayscale). (Siddiq et al., 2017). Perbedaan citra RGB yang telah dikonversi menjadi citra *grayscale* dapat dilihat pada Gambar II.1.

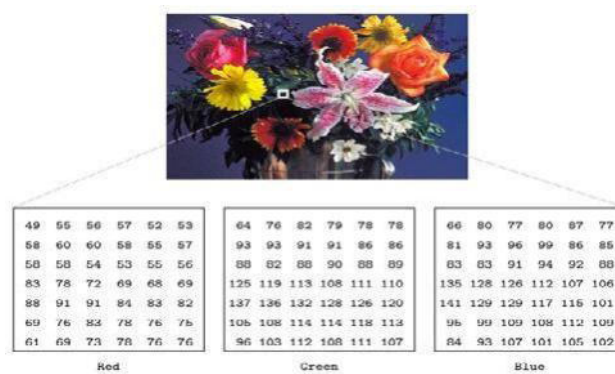


Gambar II.1 Perbedaan Citra RGB dan Citra Grayscale

(Abualola et al., 2021)

a. Citra RGB

Color Image atau RGB (*Red, Green, Blue*) masing-masing piksel memiliki warna tertentu, warna tersebut adalah merah (*Red*), hijau (*Green*) dan biru (*Blue*). Jika masing-masing warna memiliki range 0 - 255, maka totalnya adalah $255^3 = 16.581.375$ (16 K) variasi warna berbeda pada gambar, dimana variasi warna ini cukup untuk gambar apapun. Karena jumlah bit yang diperlukann untuk setiap pixel, gambar tersebut juga disebut gambar-bit warna. *Color image* ini terdiri dari tiga matriks yang mewakili nilai-nilai merah, hijau dan biru untuk setiap pikselnya, seperti yang ditunjukkan gambar II.2



Gambar II.2 Citra RGB

(McAndrew, 2004)

b. Citra *Grayscale*

Citra digital *black and white (grayscale)* setiap pikselnya mempunyai warna gradasi mulai dari putih sampai hitam. Rentang tersebut berarti bahwa setiap piksel dapat diwakili oleh 8 bit, atau 1 byte. Rentang warna pada *black and white* sangat cocok digunakan untuk pengolahan file gambar. Salah satu bentuk fungsinya digunakan dalam kedokteran (X-ray). *Black and white* sebenarnya merupakan hasil rata-rata dari *color image*, dengan demikian maka persamaannya dapat dituliskan pada persamaan 2.1.

$$I_{BW}(x, y) = \frac{I_R(x, y) + I_G(x, y) + I_B(x, y)}{3} \quad (2.1)$$

Dimana: $I_{BW}(x, y)$ = nilai piksel black and white titik (x, y)

$I_G(x, y)$ = nilai piksel Red titik (x, y)

$I_B(x, y)$ = nilai piksel Green titik (x, y)

$I_R(x, y)$ = nilai piksel Blue titik (x, y)



Gambar II.3 Citra Grayscale

(McAndrew, 2004)

II.2.2 Transformasi Citra Binner

Citra yang memiliki dua nilai derajat yaitu putih dan abu dan dibutuhkan 1 bit dimemori tempat menyimpan kedua warna. Gradasi warna masing-masing adalah 0 untuk hitam dan 1 untuk putih. Perhitungan transformasi ditulis pada persamaan 2.1.

$$T = \frac{f_{maks} + f_{min}}{2} \quad (2.1)$$

Dimana :

T= Nilai Tranformasi

II.2.3. Segmentasi Citra

Segmentasi citra bertujuan mendapatkan objek-objek citra dengan cara membagi citra ke dalam beberapa daerah yang memiliki kemiripan atribut(Kadir

dan Susanto, 2013). Secara umum segmentasi dapat dibagi menjadi tiga kelompok (Gonzalez, Woods et al., 2002) yaitu:

1. Segmentasi berdasarkan klasifikasi (*classification based segmentasion*), segmentasi ini merupakan segmentasi yang dilakukan dengan mencari kesamaan dari ukuran tertentu pada nilai piksel yang terdapat pada suatu gambar. Salah satu proses yang paling mudah menggunakan segmentasi ini adalah dengan cara thresholding.
2. Segmentasi berdasarkan tepi (*edge base segmentataion*), sedangkan untuk segmentasi berdasarkan tepi bertujuan untuk mendapatkan batas tepi antar objek yang berguna sebagai pembatas antar segmen.
3. Segmentasi berdasar daerah (*region based segmentation*), untuk segmentasi berdasarkan daerah dilakukan untuk mencari daerah yang di duga sebagai objek berdasarkan kumpulan piksel yang memiliki kesamaan yang dimulai dari satu titik ke titik yang lain yang ada disekitarnya.

II.3. Identifikasi

Identifikasi adalah suatu tindakan proses meneliti, mencari, menemukan, mencatat informasi dan data mengenai sesuatu, fakta, atau seseorang. Dalam proses suatu indentifikasi dapat dilakukan dengan dua jenis yakni proses meniru sumber atau orang lain, dan proses mengumpulkan suatu data. Dari proses identifikasi akan dilakukan klasifikasi jenis-jenis kerusakan yang ada.

II.3.1 Metode *K-Nearest Neighbor*

Metode *K-Nearest Neighbor* merupakan metode klasifikasi pengelompokan data baru berdasarkan jarak data baru dengan beberapa data terdekat atau disebut data/tetangga (Santoso, 2017).

Langkah-langkah dengan metode KNN yaitu dimulai dengan memasukkan : data latih, label data latih, k, data uji. Semua data testing harus dihitung jarak pada setiap data uji dengan rumus euclidian distance seperti pada persamaan 2.2

$$\sqrt{(a - b)^2} \quad (2.2)$$

II.2.2 Metode *Decision Tree*

Metode *Decision Tree* adalah salah satu jenis klasifikasi yang merepresentasikan bentuk dari struktur pohon. Dimana setiap node merepresentasikan atribut, cabang merepresentasikan nilai dari atribut, dan daun merepresentasikan kelas. Pada penelitian ini kedalaman tree maksimal yang digunakan adalah empat. Pemilihan atribut sebagai root didasarkan pada nilai gain tertinggi dari atribut-atribut yang ada. Untuk menghitung gain digunakan persamaan 2.3.

$$Gain(S, A) = Entropy(S) - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{S} * Entropy(S_i) \quad (2.3)$$

Dimana S adalah notasi himpunan kasus dan A untuk notasi atribut. Variabel n menyatakan jumlah partisi atribut A dan partisi ke i dinotasikan dengan $|S_i|$. Untuk perhitungan entropi dapat dilihat pada persamaan (2.4) berikut.

$$Entropy(S) = \sum_{i=1}^n -p_i * \log_s p_i \quad (2.4)$$

Pada persamaan di atas variabel n mewakili jumlah partisi atribut S . Kemudian p_i menyimpan nilai proporsi dari S_i terhadap S .

Parameter yang digunakan untuk proses pengujian sistem antara lain: jumlah centroid, luas area, jarak rata-rata antar objek (*distance*), dan *eccentricity*. Pada tahap pengujian juga digunakan K-fold validation. Dimana data akan dibagi menjadi K bagian. Setiap bagiannya akan bergantian berperan sebagai data uji.

II.4. Kerusakan Jalan

Kerusakan jalan merupakan suatu kejadian yang mengakibatkan suatu perkerasan jalan menjadi tidak sesuai dengan bentuk perkerasan aslinya, sehingga dapat menyebabkan perkerasan jalan tersebut menjadi rusak, seperti berlubang, retak, bergelombang, dan lain sebagainya.

Lapisan perkerasan jalan sering mengalami kerusakan atau kegagalan sebelum mencapai umur rencana. Kerusakan pada perkerasan jalan raya dapat dilihat dari kegagalan fungsional dan struktural. Kegagalan fungsional adalah apabila perkerasan jalan tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan yang direncanakan dan menyebabkan ketidaknyamanan bagi pengguna jalan.

Sedangkan kegagalan struktural terjadi ditandai dengan adanya rusak pada satu atau lebih bagian dari struktur perkerasan jalan yang disebabkan lapisan tanah dasar yang tidak stabil, beban lalu lintas, kelelahan permukaan, dan pengaruh kondisi lingkungan sekitar (Yoder, 1975).

Menurut Manual Pemeliharaan jalan Nomor : 03/MN/B/1983 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jendral Bina Marga, kerusakan jalan dapat dibedakan atas:

1. Retak (*cracking*)

Retak yang terjadi pada lapisan permukaan jalan dapat dibedakan atas Retak halus (*hair cracking*), Retak kulit buaya (*alligator crack*), Retak pinggir (*edge crack*), Retak sambungan bahu dan perkerasan (*edge joint crack*), Retak sambungan jalan (*lane joint crack*), Retak sambungan pelebaran jalan (*widening cracks*), Retak refleksi (*reflection cracks*), Retak susut (*shrinkage cracks*), Retak slip (*slippage cracks*).



Gambar II.4 Contoh Jenis Kerusakan Retak

Sumber: <http://strong-indonesia.com/artikel/kerusakan-jalan-aspal-penyebab-solusi/>

2. Distorsi (*Distortion*)

Distorsi/perubahan bentuk dapat terjadi akibat lemahnya tanah dasar, pemadatan yang kurang pada lapis pondasi, sehingga terjadi tambahan pemadatan akibat beban lalu lintas.



Gambar II.5 Contoh Jenis Kerusakan Distorsi

Sumber:<http://cyber-empires.blogspot.com/2016/07/ciri-ciri-jalan-yang-baik-dan-tidak-baik.html>

3. Cacat permukaan (*Disintegration*)

Cacat permukaan yang mengarah kepada kerusakan secara kimiawi dan mekanis dari lapisan perkerasan.

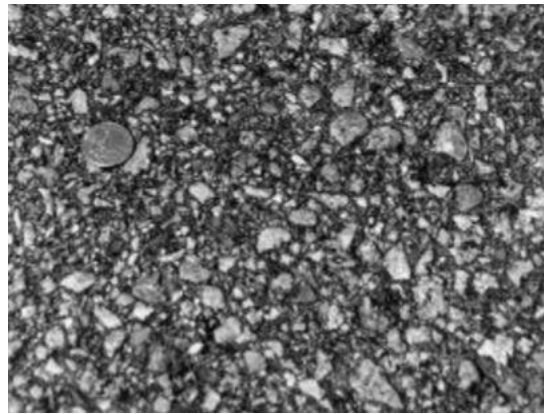


Gambar II.6 Contoh Jenis Cacat Permukaan

Sumber: <http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/25672/Chapter%20II.pdf>

4. Pengausan (*Polished aggregate*)

Permukaan jalan menjadi licin, sehingga membahayakan kendaraan. Pengausan terjadi karena agregat berasal dari material yang tidak tahan aus terhadap roda kendaraan, atau agregat yang dipergunakan berbentuk bulat dan licin, tidak berbentuk *cubical*.



Gambar II.7 Contoh Jenis Kerusakan Pengausan

Sumber: <http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/25672/Chapter%20II.pdf>

5. Kegemukan (*bleeding /flushing*)

Permukaan menjadi licin. Pada temperatur tinggi, aspal menjadi lunak dan akan terjadi jejak roda. Kegemukan (*bleeding*) dapat disebabkan pemakaian kadar aspal yang tinggi pada campuran aspal, pemakaian terlalu banyak aspal pada pekerjaan *prime coat* atau *tack coat*.



Gambar II.8 Contoh Jenis Kerusakan Kegemukan

Sumber:(Marga, 2010)

6. Penurunan pada bekas penanaman utilitas (*Utility Cut Depression*)

Terjadi di sepanjang bekas penanaman utilitas. Hal ini terjadi karena pemadatan yang tidak memenuhi syarat. Dapat diperbaiki dengan dibongkar kembali dan diganti dengan lapis yang sesuai.



Gambar II.9 Contoh Jenis Kerusakan *Utility Cut Depression*

Sumber:<http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/25672/Chapter%20II.pdf>

II.5. Aspal

Aspal adalah campuran agregat, pengikat, dan pengisi yang kerap kali dipergunakan untuk membangun dan memelihara jalan, area parkir, rel kereta api, pelabuhan, landasan pacu bandara, jalur sepeda, trotoar, dan juga area bermain dan olahraga. Agregat yang digunakan untuk campuran aspal bisa berupa batu hancur, pasir, kerikil atau terak. Aspal adalah salah satu jenis bahan mirip petroleum hitam atau coklat yang memiliki konsistensi bervariasi dari cairan kental hingga padatan kaca. Aspal diperoleh baik sebagai residu dari jenis destilasi minyak bumi atau dari endapan alam.