

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1. Penelitian Terdahulu

Di bawah ini beberapa penelitian yang dilakukan sebelumnya, untuk sebagai bahan acuan dan pembandingan dalam penelitian ini.

Sagala & Yasaditama (2017) melakukan penelitian dengan judul “Analisis Bahaya dan Resiko Bencana Gunung Api Papandayan Studi Kasus: Kecamatan Cisarupan, Kabupaten Garut”. Tujuan dari penelitian ini menganalisis resiko pada Gunung Papandayan (2.665 m), yaitu sebuah gunung api yang paling aktif di Jawa Barat. Penelitian ini menyajikan proses identifikasi resiko bencana Gunung Papandayan. Metode penelitian yang digunakan adalah mengikuti batas administrasi desa sehingga hasil penelitian dapat digunakan sampai pada level desa menggunakan Sistem Informasi Geografis. Analisis kerentanan dilakukan pada 3 sub-analisis, yaitu kerentanan fisik (7 indikator), kerentanan sosial (7 indikator) dan kerentanan ekonomi (4 indikator). Analisis bahaya dan kerentanan disatukan menjadi resiko, dan kemudian menjadi peta risiko. Potensi ancaman bahaya dari Gunung Papandayan yang di hasilkan melalui nilai faktor bahaya, menunjukkan bahwa desa dengan nilai faktor bahaya terbesar adalah desa-desa yang terletak di bagian timur laut wilayah studi Kecamatan Cisarupan, yaitu di arah bukaan kawah. Desan dengan faktor berbahaya berurutan dari yang terbesar yaitu Desa Simajaya, Cipaganti Pangauban, dan Karamatwangi. Sedangkan faktor geografis jarak dengan kawah memiliki pengaruh yang besar terhadap besarnya nilai faktor bahaya di beberapa desa seperti Cisarupan, Cisero, dan Sukatani.

Perbedaan dengan penelitian “Pemetaan Multi Rawan Bencana Ruas Jalan berbasis SIG beserta Identifikasi Kerusakan Menggunakan Metode PCI (*Pavement Condition Index*) studi kasus : Jalan Bibis Raya- Jalan Bibis ” yaitu dalam penelitian

ini lingkupan kajian berupa jalan kolektor ruas Jalan Bibis Raya-Jalan Bibis Kecamatan Kasihan Kabupaten Bantul sedangkan lokasi penelitian yang dilakukan oleh Sagala dan Yasaditama berada di Kecamatan Cisarupan Kabupaten Garut. Penelitian sebelumnya menggunakan risiko bencana gunung api yang menjadi *output* dari penelitian. Pada penelitian ini memetakan empat kerawanan bencana yaitu banjir, gempa bumi, amblasan dan longsor. Penelitian ini juga mengidentifikasi kerusakan ruas jalan menggunakan metode PCI (*Pavement Condition Index*).

“Pemetaan Multi-Rawan Kabupaten Malang Bagian Selatan dengan Menggunakan Pendekatan Bentangalam” (Maulana, E dan Wulan, 2015). Dalam penelitian ini berfokus pada 3 jenis kerawanan yaitu banjir, tsunami, dan longsor. Metode yang digunakan untuk menentukan tingkat kerawanan multi bencana di kepesisiran Kabupaten Malang adalah metode skoring. Data yang digunakan untuk analisis bentangalam dan kerawanan adalah peta RBI sebagai data primer dan Citra Landsat periode perekaman 2015 dengan *pan-sharpened* sebagai data sekunder. Daerah yang memiliki kerawanan terhadap bencana longsor adalah Kecamatan Kalipare, Sumbermanjing Wetan, Dampit, dan Tirto Yudo. Daerah yang paling tinggi terhadap bencana banjir adalah Sumbermanjing Wetan, Tirto Yudo, dan Ampel Gading. Daerah yang memiliki kerawanan terhadap tsunami adalah Donomulyo, Gedangan, Sumbermanjing Wetan, dan Tirto Yudo.

Perbedaan dengan penelitian “Pemetaan Multi Rawan Bencana Ruas Jalan berbasis SIG beserta Identifikasi Kerusakan Menggunakan Metode PCI (*Pavement Condition Index*) studi kasus : Jalan Bibis Raya- Jalan Bibis ” yaitu lokasi penelitian ini berada di Kecamatan Kasihan Kabupaten Bantul sedangkan penelitian sebelumnya berada di kepesisiran Kabupaten Malang, penelitian sebelumnya juga hanya menganalisis tiga jenis kerawanan bencana yaitu banjir, tsunami, dan longsor. Pada penelitian ini juga menganalisis empat jenis kerawanan bencana yaitu banjir, longsor, gempa bumi dan amblasan. Pada penelitian ini untuk mengidentifikasi kerusakan ruas jalan menggunakan metode PCI (*Pavement Condition Index*).

“*Flood Risk Assessment and mapping in Abidjan district using multi-criteria analysis (AHP) model and geoinformation techniques, (cote d’ivoire)*” (Kwaku et al., 2016). Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi dan memetakan area risiko banjir di distrik Abidjan, Afrika Barat agar mengurangi jumlah korban jiwa dan kerusakan infrastruktur. Metode yang digunakan *Analytic Hierarcky Process* (AHP) yaitu analisis multi-kriteria dari beberapa elemen seperti kemiringan drainase, jenis tanah, kepadatan penduduk, penggunaan lahan, dan system saluran pembuangan.

Perbedaan dengan penelitian “Pemetaan Multi Rawan Bencana Ruas Jalan berbasis SIG beserta Identifikasi Kerusakan Menggunakan Metode PCI (*Pavement Condition Index*) studi kasus : Jalan Bibis Raya- Jalan Bibis ” yaitu metode yang digunakan adalah metode AHP (*Analytic Hierarcky Process*) untuk menganalisis multi-kriteria beberapa elemen sedangkan penelitian ini menggunakan metode skoring dan pembobotan beserta analisis kerusakan ruas jalan menggunakan metode PCI pada *blackspot* yang dipetakan menggunakan *software ArcGIS*.

“*Landslide Susceptibility Mapping using GIS-based Multi-criteria Decision Analysis, Support Vector Machine, and Logistic Regression*”(Kavzoglu, Sahin, & Colkesen, 2014). Tujuan penelitian ini adalah pemetaan kerentanan tanah longsor untuk mengurangi korban jiwa dan kehilangan harta benda. Dalam penelitian ini menggunakan metode MCDA dan SVR berbasis GIS. Metode ini menggunakan litologi, kemiringan, tutupan lahan, kepadatan drainase, besar kemiringan, elevasi, dan jarak ke faktor jalan.

Perbedaan dengan penelitian “Pemetaan Multi Rawan Bencana Ruas Jalan berbasis SIG beserta Identifikasi Kerusakan Menggunakan Metode PCI (*Pavement Condition Index*) studi kasus : Jalan Bibis Raya- Jalan Bibis ” yaitu dalam penelitian sebelumnya memetakan kerentanan tanah longsor menggunakan metode MCDA dan SVR dengan *software ArcGIS*. Penelitian ini memetakan empat kerawanan bencana yaitu banjir, longsor, gempa bumi dan amblasan menggunakan metode

skoring dan pembobotan. Penelitian ini juga mengidentifikasi kerusakan ruas jalan pada *blackspot* ruas jalan yang dipetakan menggunakan *software ArcGIS*

“Identifikasi Zona Rawan Banjir Menggunakan Sistem Informasi Geografis” (Zona, Banjir, Sistem, & Geografis, 2014). Lokasi yang menjadi objek penelitian ini adalah Daerah Aliran Sungai Dengkeng. Tujuan dari penelitian adalah memberikan informasi tentang pemanfaatan data penginderaan jauh untuk pembuatan peta zona rawan banjir serta faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya banjir. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pemberian *skoring* dan *overlay* (tumpang susun). *skoring* peta curah hujan, peta jenis tanah, peta kemiringan lereng, peta jaringan sungai dan peta penggunaan.

Perbedaan dengan penelitian “Pemetaan Multi Rawan Bencana Ruas Jalan berbasis SIG beserta Identifikasi Kerusakan Menggunakan Metode PCI (*Pavement Condition Index*) studi kasus : Jalan Bibis Raya- Jalan Bibis ” yaitu dalam penelitian ini lokasi yang digunakan adalah Daerah Aliran Sungai (DAS) Dengkeng, penelitian sebelumnya memetakan peta zona rawan banjir serta metode yang digunakan adalah *skoring* dan *overlay* (tumpang susun). Sedangkan pada penelitian ini lokasinya berada di Kecamatan Kasihan Kabupaten Bantul, terdapat empat jenis kerawanan bencana pada penelitian ini yaitu banjir, gempabumi, longsor dan amblesan. Metode yang digunakan adalah *skoring* dan pembobotan pada peta tersebut. Untuk mengidentifikasi kerusakan ruas jalan menggunakan metode PCI pada *blackspot* pada ruas jalan tersebut.

“Pemetaan Ancaman Gerakan Tanah berdasarkan Indeks Stabilitas pada ekstensi SINMAP di Kabupaten Bangli, Bali” (Sinarta, Rifa’i, Fathani, & Wilopo, 2016) bertujuan untuk mengevaluasi apakah pemetaan indeks stabilitas yang dilakukan menggunakan data DEM resolusi rendah, secara kualitatif bisa menggambarkan kenyataan yang ada pada lapangan, dan memetakan indeks stabilitas tanah untuk wilayah Kabupaten Bangli. Penelitian ini melakukan pemetaan ancaman gerakan tanah menggunakan *Stability Index Mapping* (SINMAP) yang diperkenalkan oleh Tarboton dkk pada tahun 2001. Metode yang

digunakan adalah analisis menggunakan data DEM (*Digital Elevation Model*) dengan ketelitian pixel (30m x 30m), data curah hujan periode 1993-2011, data properties tanah mencakup data kedalaman tanah, kohesi, dan sudut gesek internal. Nilai indeks kestabilan tanah yang dihasilkan oleh SINMAP digunakan untuk mengidentifikasi daerah rawan longsor.

Perbedaan dengan penelitian “Pemetaan Multi Rawan Bencana Ruas Jalan berbasis SIG beserta Identifikasi Kerusakan Menggunakan Metode PCI (*Pavement Condition Index*) studi kasus : Jalan Bibis Raya- Jalan Bibis ” yaitu penelitian ini berlokasi di Kecamatan Kasihan Kabupaten Bantul. Pemetaan yang dilakukan berbasis SIG dengan kerawanan bencananya yaitu banjir, longsor, gempa bumi dan amblasan. Metode yang dilakukan penelitian ini adalah metode skoring dan pembobotan sehingga dihasilkan *output* berupa database kebencanaan, serta mengidentifikasi kerusakan ruas jalan menggunakan metode PCI sepanjang 1,5 kilometer. Pada penelitian sebelumnya berlokasi di Kabupaten Bangli, penelitian ini memetakan indeks stabilitas tanah menggunakan SINMAP (*Stability Index Mapping*).

“Penentuan Prioritas Pemeliharaan Jalan Kabupaten Di Wilayah Perkotaan Tanjung Redeb Kabupaten Berau” (Antoro, Djakfar, & Wicaksono, 2016). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi jalan di wilayah perkotaan Tanjung Redeb dan menentukan prioritas metode pemeliharaan jalan kabupaten di wilayah perkotaan Tanjung Redeb. Metode yang digunakan adalah menganalisis kondisi permukaan jalan dengan PCI, melakukan survey persepsi kepentingan dengan AHP, serta penentuan kriteria untuk penilaian ruas jalan. data yang digunakan adalah pengisian kuisioner yang dilakukan oleh responden secara tertulis, pengambilan data dari instansi meliputi data jaringan jalan dan rencana detail tata ruang kota Tanjung Redeb dari Bappeda Kab. Berau, dan pengamatan lapangan mengenai kerusakan jalan yang diteliti merupakan kompilasi dari tingkat keparahan kerusakan, lokasi dan luas penyebarannya.

Perbedaan dengan penelitian “Pemetaan Multi Rawan Bencana Ruas Jalan berbasis SIG beserta Identifikasi Kerusakan Menggunakan Metode PCI (*Pavement Condition Index*) studi kasus : Jalan Bibis Raya- Jalan Bibis ” yaitu dalam penelitian ini lingkup kajian berupa jalan kolektor dan memetakan bencana yang dilakukan ada empat jenis bencana yaitu banjir, gempa bumi, amblesan dan longsor. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode skoring dan pembobotan melalui pendekatan *landscape analysis*. Penelitian ini terdapat peta multirawan bencana yang didapatkan dari skoring dan dibobotkan pada masing-masing yang teridentifikasi rawan bencana. Pengujian PCI (*Pavement Condition Index*) dilakukan pada *black spot* yang ada di ruas jalan dan teridentifikasi bencana setelah dipetakan.

“Evaluasi Nilai Kondisi Perkerasan Jalan Nasional Dengan Metode *Pavement Condition Index* (PCI) dan Metode *Falling Weight Deflector* (FWD)” (Pratama, Aviyanto, Setyawan, & Suryoto, 2017) lokasi penelitian ini berada di ruas Jalan Klaten-Prambanan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi kerusakan struktural dan fungsional Jalan Klaten-Prambanan. Metode yang digunakan penelitian ini adalah metode deskriptif analisis yaitu dengan mendeskripsikan dan menggambarkan contoh uji sesuai dengan hasil survey PCI dengan pengamatan langsung di lapangan. Data sekunder berupa hasil pengujian FWD dan lalu lintas harian rata-rata kendaraan. Hasil dari penelitian ini adalah perbandingan hasil analisis kerusakan pada Jalan Klaten-Prambanan.

Perbedaan dengan penelitian “Pemetaan Multi Rawan Bencana Ruas Jalan berbasis SIG beserta Identifikasi Kerusakan Menggunakan Metode PCI (*Pavement Condition Index*) studi kasus : Jalan Bibis Raya- Jalan Bibis ” yaitu penelitian ini memetakan daerah kerawanan bencana menggunakan *software ArcGIS*, metode yang digunakan adalah metode skoring dan pembobotan pada tiap kerawanan bencana. Untuk identifikasi kerusakan ruas jalan menggunakan metode PCI pada *blackspot* ruas jalan yang dipetakan. Pada penelitian sebelumnya mengidentifikasi

kerusakan ruas jalan menggunakan metode PCI dan FWD (*Falling Weight Deflectometer*) yang berlokasi di Jalan Klaten-Prambanan.

Tantryo Setiawan Martono (2018) melakukan penelitian dengan judul “Evaluasi Hubungan Kondisi Kerusakan Lapisan Struktural Menggunakan Metode Lentutan Balik dengan Kondisi Lapisan Fungsional Menggunakan Metode PCI (*Pavement Condition Index*)”. Tujuan penelitian adalah menganalisa besar lentutan pada struktural perkerasan lentur menggunakan *Banklement Beam*, merencanakan tebal lapis tambahan (*overlay*) dengan metode lentutan balik, serta menganalisa hubungan antara kerusakan jalan secara fungsional dan lentutan. Metode yang digunakan adalah pengumpulan data dengan data sekunder dan data primer, data sekunder (berupa data volume lalu lintas, data tebal dan jenis lapis perkerasan beraspal, data perencanaan geometrik jalan, data PCI), dan data primer (data lentutan uji *Bankleman Beam*, nilai T_p dan nilai T_u)

Perbedaan dengan penelitian “Pemetaan Multi Rawan Bencana Ruas Jalan berbasis SIG beserta Identifikasi Kerusakan Menggunakan Metode PCI (*Pavement Condition Index*) studi kasus : Jalan Bibis Raya- Jalan Bibis ” yaitu penelitian ini memetakan kerawanan bencana diantaranya banjir, longsor, gempa bumi dan amblasan dengan metode skoring dan pembobotan pada tiap kerawanan bencana dengan beberapa variabel sesuai dengan jenis kerawanan bencananya. Penelitian ini juga mengidentifikasi kerusakan ruas jalan yang masuk dalam peta kerawanan bencana tersebut dengan metode PCI. Sedangkan pada penelitian sebelumnya mengidentifikasi kerusakan ruas jalan menggunakan metode PCI dan pengujian lentutan dengan *Bankleman Beam* (BB).

“*Application of GIS spatial regression methods in assessment of land subsidence in complicated mining conditions : case study of the Walbrzych Coal Mine (SWP)*” (Blachowski, 2016). Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi faktor penambangan yang signifikan, pemodelan regresi spasial untuk subsdansi penambangan tambang batu bara Walbrzych, serta penilaian model regresi global (OLS) dan model GWR untuk pemetaan area penambangan. Metode

penelitian yang digunakan adalah metode analisis data spasial SIG (Sistem Informasi Geografis) yang dapat diterapkan untuk mengembangkan model subsidi dan studi fenomena ini. Metode regresi spasial bisa diasumsikan hubungan secara geografis atau mempertimbangkan lokasi spasial fitur. Penelitian ini pendekatan regresi spasial berbobot multi-faktoral berbasis SIG (Sistem Informasi Geografis) untuk memodelkan dan menganalisis subsidi pertambangan dan bahaya subsidi pertambangan di area bekas penambangan batu bara yang ditandai dengan kondisi saat penambangan yang rumit.

Perbedaan dengan penelitian “Pemetaan Multi Rawan Bencana Ruas Jalan berbasis SIG beserta Identifikasi Kerusakan Menggunakan Metode PCI (*Pavement Condition Index*) studi kasus : Jalan Bibis Raya- Jalan Bibis ” yaitu, penelitian sebelumnya menganalisis faktor penambangan tambang batu bara dengan metode regresi spasial menggunakan *software Arcgis*, sedangkan penelitian ini memetakan kerawanan bencana diantaranya bencana banjir, longsor, gempa bumi dan amblasan menggunakan metode skoring dan pembobotan dengan *software ArcGIS*.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Geomorfologi

Geomorfologi adalah ilmu yang mempelajari tentang relief permukaan bumi dengan memperhatikan pada proses-proses pembentukannya sepanjang waktu. Geomorfologi mempelajari relief permukaan bumi yang terus berubah akibat dari berbagai proses alami dan non alami oleh makhluk hidup yang dikenal sebagai proses geomorfologi. Proses geomorfologi yang bekerja meliputi proses pelapukan, pelarutan, erosi dan pengendapan oleh sungai. Akibat dari pelapukan dengan berbagai faktor-faktor pembentukan tanah yang lain sehingga berkembangnya yang bermacam jenisnya. (Thornbury, 1969; Huddart and Stot, 2010 dalam penelitian Nasiah dan Invani, 2013). Proses geomorfologi juga dapat menjadi ancaman bagi makhluk hidup di muka bumi jika perilaku manusia yang tidak sejalan dengan proses geomorfologi.

2.2.2. Kebencanaan

Menurut Peraturan BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana) Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Bencana didefinisikan suatu ancaman bagi manusia dan makhluk hidup lainnya. Dampak yang ditimbulkan dari bencana bisa dari segi materi, dan psikologi masyarakat. Adapun bencana yang dapat terjadi muka bumi adalah bencana alam dan nonalam

Bencana alam adalah bencana yang disebabkan oleh kondisi alam berupa gempa bumi, tanah longsor, banjir kekeringan, angin topan, gunung meletus, dan tsunami. Sedangkan bencana yang disebabkan oleh faktor nonalam adalah seperti wabah penyakit, kegagalan teknologi, kegagalan modernisasi. Ada terdapat juga bencana sosial yang terjadi akibat manusia misalnya konflik antar suku atau kelompok masyarakat dikarenakan kesalah pahaman dan terorisme.

Dampak dari bencana alam yang terjadi pada suatu wilayah yaitu berupa kematian, luka-luka, sakit, tidak adanya rasa aman, mengungsi kerusakan dan kehilangan materi. Tingkat kerawanan dapat diidentifikasi dengan tujuan mencegah, meredam, kewaspadaan, dan mengurangi kemampuan untuk menanggulangi dampak buruk dari bahaya tersebut.

2.2.3. Bahaya (*Hazard*)

Bahaya (*Hazard*) adalah suatu kejadian alam atau nonalam yang memiliki potensi mengancam kehidupan manusia, kerugian materi hingga dapat merusak lingkungan. Beberapa aspek bahaya antara lain.

- a. Aspek geologi, yaitu gempa bumi, tsunami, gunung api, dan longsor.
- b. Aspek biologi, yaitu wabah penyakit, hama, dan penyakit tanaman

- c. Aspek teknologi kecelakaan transportasi, kecelakaan industri, kegagalan teknologi.
- d. Aspek lingkungan, yaitu kebakaran hutan, kerusakan lingkungan, pencemaran limbah, dan polusi udara.

2.2.4. Risiko (*Risk*)

Menurut Peraturan Pemerintah Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Nomor 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana, risiko adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah dan kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi kerusakan atau kehilangan harta benda, dan gangguan kegiatan masyarakat. Pengurangan risiko bencana merupakan kegiatan untuk mengurangi ancaman dan kerentanan serta meningkatkan kemampuan masyarakat dalam menghadapi bencana.

Pengurangan risiko bencana dilakukan melalui kegiatan sebagai berikut :

- a. Pengenalan dan pemantauan risiko bencana.
- b. Perencanaan partisipatif penanggulangan bencana.
- c. Pengembangan budaya sadar bencana.
- d. Peningkatan komitmen terhadap pelaku penanggulangan bencana.
- e. Penerapan upaya fisik, nonfisik, dan pengaturan penanggulangan bencana.

2.2.5. Jenis-jenis Bencana

Penelitian tentang risiko bencana dengan cara memetakan tingkat bahaya dan tingkat kerentanan berdasarkan indeks kerugian dan indeks ancaman. Pada studi kasus identifikasi daerah multirawan bencana pada jalan raya Kabupaten Kulon Progo terdapat 4 jenis bencana yang akan ditinjau pada daerah tersebut.

- a. Bencana Tanah Longsor

Tanah longsor adalah salah satu bencana yang sangat merusak, dapat menghasilkan perubahan secara drastis dalam morfologi bentuk permukaan bumi dan dapat menyebabkan kerusakan pada struktur alami bumi. Faktor penyebab

terjadinya longsor adalah iklim (curah hujan), topografi (kemiringan lereng), faktor manusia (pengelolaan lahan).

Terdapat 3 kelas dalam bencana tanah longsor yaitu.

1) Rawan Longsor Rendah

Kemungkinan longsor di suatu wilayah ada tetapi dalam dimensi kecil kecuali pada tebing sungai yang dapat berdimensi besar. Longsor ini dikarenakan adanya dampak dari kegiatan seperti pemotongan lereng dan pembebanan lereng.

2) Rawan Longsor Sedang

Longsor seperti ini biasa terjadi pada tebing sungai, lereng yang dipotong. Longsor seperti ini biasanya dikarenakan adanya curah hujan dengan intensitas yang tinggi atau curah hujan normal dalam waktu lama atau disebabkan adanya erosi horisontal sungai.

3) Rawan Longsor Tinggi

Longsor ini terjadi pada suatu daerah karena kondisi lerengnya yang tidak stabil. Seketika dapat terjadi dalam dimensi kecil ataupun besar akibat adanya intensitas hujan yang tinggi atau intensitas hujan normal dalam kurun waktu yang lama karena adanya erosi horisontal sungai.

b. Gempa Bumi

Gempa bumi adalah salah satu bencana alam yang disebabkan oleh pergerakan lempeng bumi yang besarnya menggunakan SR (*Skala Richter*). Gempa bumi merupakan peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan energy di dalam bumi yang terjadi secara tiba-tiba yang ditandai dengan patahnya lapisan batuan pada kerak bumi (BMKG,2014). Menurut BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana) gempa bumi adalah getaran yang terjadi di permukaan bumi yang disebabkan oleh tumbukan besar antar lempeng bumi, patahan aktif, atau aktivitas gunung api dan runtuhannya batuan.

Permukaan bumi terpecah menjadi beberapa lempeng. Lempeng tektonik adalah lapisan kerak bumi yang berada di atas atmosfer yang cair dan panas. Oleh sebab itu, lempeng tektonik ini dapat bergerak bebas dan saling berinteraksi satu sama

lain. Lempeng yang sangat aktif dapat menyebabkan gempa bumi, gunung berapi, dan dapat membentuk dataran tinggi. Bumi terdapat beberapa lapisan, lapisan paling atas adalah lapisan litosfir. Lapisan litosfir merupakan batuan yang relative dingin, padat dan kaku. Di bawah lapisan ini terdapat batuan yang lebih panas, yaitu lapisan mantel bumi. Lapisan ini sangat panas sehingga tidak kaku, dapat bergerak sesuai dengan proses penghantaran panas yang biasa disebut dengan aliran konveksi. Lempeng tektonik masuk dalam lapisan litosfir padat terapung diatas lapisan mantel bumi dan bergerak satu sama lain. Ada tiga pergerakan lempeng tektonik yaitu, kedua lempeng saling menjauhi (*spreading*), saling mendekati (*collision*), dan saling geser (*transform*).

Bencana gempa bumi adalah bencana yang berpotensi terulang lagi pada lokasi yang sama tau berdekatan, dan bencana gempa bumi merupakan bencana yang tidak bisa dicegah tetapi dapat dihindari, dan dampak yang ditimbulkan dapat dikurangi (Pujianto, 2007).

c. Amblesan (*Land subsidence*)

Amblesan (*land subsidence*) adalah suatu peristiwa adanya gerakan kebawah dipermukaan bumi, sehingga elevasi muka tanah berkurang atau menjadi lebih rendah dari semula. Penyebab amblesan dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain adanya cairan (seperti air tanah dan minyak bumi), tambang bawah permukaan bumi, proses pelarutan seperti batu garam, gypsum, batu gamping, dolomite, kompaksi, dan tektonik.

Hilangnya cairan menyebabkan pori-pori tanah menjadi kosong. Pori-pori yang awalnya terisi cairan tertutup karena beban material yang berada diatasnya, sehingga volume tanah berkurang dan menimbulkan amblesan. Amblesan yang terjadi akibat tektonik disebabkan oleh gempa bumi berkekuatan besar (Sudarsono, 2014).

Menurut Varnes sebagaimana dikutip oleh Suhendra (2005:1-5), ada 2 jenis amblesan, amblesan endogenik dan amblesan eksogenik.

1. Amblesan endogenik diakibatkan oleh gaya alami dari dalam perut bumi seperti pergerakan lempeng, pelipatan, patahan, dan gempa bumi.
2. Amblesan eksogenik diakibatkan oleh manusia seperti pertambangan bawah tanah, pengeboran minyak bumi dan penyedotan air tanah yang dieksplor secara berlebihan.

d. Banjir

Banjir adalah fenomena alam yang terjadi disebabkan oleh intensitas hujan yang sangat tinggi sehingga terjadi kelebihan air yang tidak bisa ditampung oleh jaringan pemutusan suatu daerah. Kondisi ini berdampak adanya genangan air di daerah tersebut yang dapat merugikan manusia dan lingkungan.

Menurut Akhmadi, Kumalawati, dan Arisanty (2017) ada beberapa karakteristik banjir.

1. Banjir bisa datang secara tiba-tiba dengan intensitas yang tinggi tetapi dapat langsung mengalir.
2. Banjir datang secara perlahan dengan durasi yang lama, sehingga menyebabkan genangan.
3. Banjir datang perlahan tetapi intensitas hujan yang rendah.
4. Pola banjir yang musiman.

Akibat yang ditimbulkan oleh banjir adalah adanya erosi pada dinding tanah dan adanya sedimentasi dalam jumlah yang besar. Sedangkan kerugian yang dialami manusia adalah rumah menjadi rusak sehingga masyarakat diperlukan evakuasi. Terdapat beberapa jenis banjir antara lain.

1. Banjir kecil, umumnya ditandai adanya genangan-genangan air hujan.
2. Banjir menengah, meluapnya sungai dan mennggenangi daerah-daerah bantaran sungai.
3. Banjir besar.

Penyebab banjir disebabkan oleh 2 faktor, faktor alami dan faktor aktivitas manusia. Banjir karena faktor alami dipengaruhi oleh hujan, fisiografi, erosi, kapasitas sungai dan kapasitas drainase. Sedangkan banjir yang diakibatkan oleh manusia adalah ulah manusia yang menyebabkan perubahan lingkungan.

2.2.6. Indeks Bencana

Menurut Peraturan Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 tahun 2012 indeks ancaman bencana disusun berdasarkan komponenn kemungkinan terjadi suatu ancaman dan besaran dampak yang pernah tercatat untuk bencana yang terjadi. Indeks ini disuse berdasarkan data dan catatan sejarah kejadian yang pernah terjadi pada suatu daerah.

Dalam penyusunannya, komponen-komponen utama dipetakan menggunakan SIG (Sistem Infomasi Geografis). Berikut adalah tabel 2.1 Komponen indeks ancaman bencana.

Tabel 2. 1 Komponen Indeks Ancaman Bencana (Peraturan BNPB No.2, 2012)

No	Bencan	Komponen	Kelas indeks			Bob	Bahan
			Rendah	Sedan	Tinggi		
	a					g	total
1	Gempa Bumi	1.Peta bahaya gempa bumi	Rendah (<i>Peak Ground</i>	Sedan (<i>Peak Groun</i>	Tinggi (<i>Peak Ground</i>	100	SNI ynag
		2.Peta zonasi gempa bumi	<i>Acceler</i>	<i>Groun</i>	<i>Acceler</i>	%	merujuk
		2010 (divalidasi dengan data kejadian)	value <0,250 1)	<i>Accel</i> <i>eratio</i> <i>n</i>	value>0 ,70)		pada panduan yang diterbitkan oleh Badan Geologi Nasional

				1- 0,70)			
2	Banjir	Peta zonasi daerah rawan banjir	Rendah (<1 m)	Sedang (1-3 m)	Tinggi (>3 m)	100 %	Panduan dari Badan Geologi Nasional-ESDM
3	Tanah longsor	Peta Bahaya Gerakan tanah (divalidasi dengan data kejadian)	Rendah (zona kerentanan gerakan tanah sangat rendah)	Sedang (zona kerentanan gerakan tanah menengah)	Tinggi (zona kerentanan gerakan tanah tinggi)	100 %	Panduan dari Badan Geologi Nasional-ESDM

1. Longsor

Menggunakan *field* kerentanan, jadikan nilai dari 4 kelas menjadi 3 kelas sesuai dengan kriteria dibawah ini

	Zona kerentanan gerakan tanah rendah	Rendah
	Zona kerentanan gerakan tanah sangat rendah	Rendah
	Zona kerentanan gerakan tanah menengah	Sedang
	Zona kerentanan gerakan tanah tinggi	Tinggi

Gambar 2. 1 Zona kerentanan gerakan tanah (BNPB, 2012)

Tabel 2. 2 Skor dan pembobotan tanah longsor (Peraturan BNPB No 2, 2012)

Zona Ancaman	Kelas	Nilai	Bobot (%)	Skor
--------------	-------	-------	-----------	------

Gerakan tanah sangat rendah, rendah	Rendah	1	100	0,333333
Gerakan tanah menengah	Sedang	2		0,666667
Gerakan tanah tinggi	Tinggi	3		1,000000

2. Banjir

Gunakan *Field* kelas rawan. Hanya terdapat satu jenis kelas yaitu rawan banjir. Berikut adalah tabel 2.3 skoring dan pembobotan kerawanan banjir.

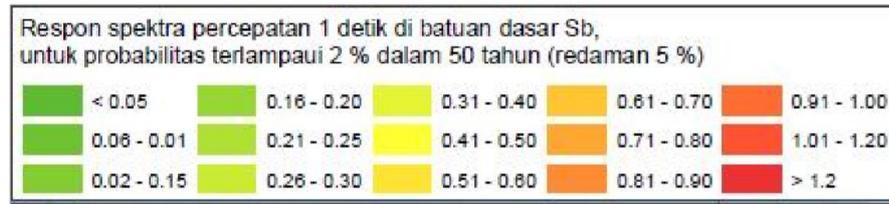
Tabel 2. 3 skoring dan pembobotan kerawanan banjir (Peraturan BNPB No 2,2012)

Kedalaman (m)	Kelas	Nilai	Bobot (%)	Skor
<0,76	Rendah	1	100	0,333333
0,76-1,5	Sedang	2	100	0,666667
>1,5	Tinggi	3	100	1,000000

3. Gempabumi

Tabel 2. 4 Skoring dan pembobotan kerawanan gempabumi (Peraturan BNPB No 2, 2012)

PGA Value	Kelas	Nilai	Bobot (%)	Skor
<0,26	Rendah	1	100	0,333333
0,26-0,70	Sedang	2	100	0,666667
<0,26	Rendah	1	100	0,333333



Gambar 2. 2 Respon spectra percepatan (BNPB, 2012)

Menurut Peraturan Badan Nasional Penanggulangan Bencana, semua indikator yang diperoleh kemudian ditentukan tingkat ancaman bencana dengan menghitung menggunakan hasil indeks ancaman. Terdapat bermacam warna yang menandakan tingkat keancaman suatu bencana.

2.2.7. Skoring dan Pembobotan Kerawanan Bencana

a. Kerawanan Longsor

Dalam menganalisis kerawanan bencana longsor menggunakan dua variable yakni tingkat torehan dan kelas lereng, berikut penjelasannya.

1) Kelas lereng

Kelas lereng menggunakan data berupa data DEM (*Digital Evaluation Model*) dengan ketelitian 7 meter. Data tersebut diolah menggunakan ArcGIS 10.2. berikut adalah klasifikasi kelas lereng.

Tabel 2. 5 Klasifikasi kelas lereng (Pedoman Penyusunan Pola Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah, 1986.)

Kelas	Kemiringan (%)	Klasifikasi	Skoring
I	0-8	Datar	0
II	8-15	Landai	1
III	15-25	Agak Curam	2
IV	25-45	Curam	3
V	>45	Sangat Curam	4

2) Kelas torehan

Variabel berikutnya adalah kelas tingkat torehan yang didapatkan dari pengkelasan dengan menggunakan peta DEMNAS. Tingkat torehan dibagi menjadi 4 kelas yaitu seperti tabel dibawah ini.

Tabel 2. 6 Klasifikasi tingkat torehan (Bintari,2018)

Kelas	Tingkat torehan	Skoring tingkat torehan
1	Datar	0
2	Berombak	1

Tabel 2. 7 Klasifikasi tingkat torehan (Bintari,2018) (lanjutan)

Kelas	Tingkat torehan	Skoring tingkat torehan
3	Bergelombang	2
4	Perbukitan	3

Kerawanan longsor dapat dinilai setiap potensinya menggunakan hasil analisis penilaian dari kelas lereng dan tingkat torehan kemudian masing-masing skor dijumlahkan sehingga kerawanan bencana longsor dapat diklasifikasikan menjadi empat kelas kerawanan yaitu seperti tabel dibawah ini.

3) Klasifikasi bentuk lahan

Tabel 2. 8 Klasifikasi bentuk lahan (Bintari, 2018)

Bentuk lahan	Skoring bentuk lahan
Perbukitan, pegunungan, dinding terjal	0
Kipas Fluvio gunung api, kerucut kulovial, lereng kaki gunung api, lereng kaki rombakan, kaki gunung api	1

Dataran kaki, dataran alluvial, dataran fluviomarin, dataran antar gunung api, lembah antar perbukitan	2
Lembah sungai, dataran banjir	3

Tabel 2. 9 Kelas potensi kerawanan longsor (Bintari, 2018)

Hasil penjumlahan skor kelas lereng dan tingkat torehan	Kelas kerawanan longsor	Skoring kerawanan longsor
1-2	Tidak Rawan	0
3	Rendah	1
4	Sedang	2

Tabel 2. 10 Kelas potensi kerawanan longsor (Bintari, 2018) (lanjutan)

Hasil penjumlahan skor kelas lereng dan tingkat torehan	Kelas kerawanan longsor	Skoring kerawanan longsor
5-6	Tinggi	3

b. Kerawanan Banjir

Untuk mengidentifikasi kerawanan banjir menggunakan 2 parameter yaitu curah hujan Kabupaten Bantul bulanan berdasarkan data dari BPS (Badan Pusat Statistik) Kabupaten Bantul, data DEMNAS untuk menentukan kelas lereng, dan data hipsografi untuk menentukan bentuk lahan dari Kabupaten Bantul.

1) Curah Hujan

Data curah hujan menggunakan data statistik yang dipetakan kemudian di dalam peta tersebut terdapat pembagian wilayah berdasarkan curah hujan tiap wilayahnya. Data yang digunakan adalah curah hujan bulanan (mm/bulan). Dibawah ini adalah pembagian klasifikasi curah hujan dari yang terendah ke tertinggi.

Tabel 2. 11 Klasifikasi curah hujan

Kelas	Intensitas(mm/bulan)	Klasifikasi	Skor
I	0-1500	Sangat Rendah	0
II	1500-2000	Rendah	1
III	2000-2500	Sedang	2
IV	2500-3000	Tinggi	3
V	>3000	Sangat Tinggi	4

2) Kelas Lereng

Pengklasifikasian kelas lereng berdasarkan data DEMNAS dengan ketelitian 7 m. Klasifikasi kelas lereng dapat dilihat pada tabel 3.6 dibawah ini.

Tabel 2. 12 Klasifikasi kelas lereng

Kelas	Kemiringan (%)	Klasifikasi	Skor
I	0-8	Datar	0
II	8-15	Landai	1

Tabel 2. 13 Klasifikasi kelas lereng (lanjutan)

Kelas	Kemiringan (%)	Klasifikasi	Skor
III	15-25	Agak Curam	2
IV	25-45	Curam	3
V	>45	Sangat Curam	4

Kerawanan banjir dapat dinilai setiap potensinya menggunakan hasil analisis penilaian dari kelas lereng, bentuk lahan, dan curah hujan bulanan kemudian skor dari tiap variabel dijumlahkan. Dibawah ini adalah hasil penjumlahan masing-masing variabel.

Tabel 2. 14 Kelas kerawanan bencana banjir (Bintari, 2018)

Hasil penjumlahan skor untuk bentuk lahan, dan curah hujan bulanan	Kelas kerawanan bencana banjir	Skoring bencana banjir	kerawanan
3-4	Rendah	1	
5-6	Sedang	2	
7-9	Tinggi	3	

c. Kerawanan bencana Amblesan

Amblesan adalah suatu peristiwa dimana tanah mengalami penurunan elevasi yang saat ini sudah dijadikan salah satu bencana alam yang dapat menyebabkan terganggunya lintasan pada jalan raya. Amblesan dapat dianalisa berdasarkan kecepatan penurunan tanah. Berikut adalah parameter dalam analisis daerah rawan penurunan muka tanah.

Tabel 2.15 Nilai skor parameter daerah rawan penurunan muka tanah (Bintari,2018)

Parameter	Tingkat Kerawanan (Skoring kerawanan bencana amblesan)		
	Rendah (1)	Sedang (2)	Tinggi (3)
Penggunaan Lahan	Hutan Lindung, Hutan Alam	Kebun Campuran, Semak Belukar	Rawa, Tambak, Permukiman

Tabel 2.16 Nilai skor parameter daerah rawan penurunan muka tanah (Bintari,2018) (lanjutan)

Parameter	Tingkat Kerawanan (Skoring kerawanan bencana amblesan)		
	Rendah (1)	Sedang (2)	Tinggi (3)
Bentuk lahan	Dataran, Bergelombang, Miring	Dataran Aluvial	Dataran Banjir, Teras, Lembah

Penilaian wilayah rawan amblesan yang dilakukan menggunakan pendekatan bentuk lahan.

d. Kerawanan gempabumi

Gempa bumi merupakan getaran atau guncangan di permukaan bumi yang disebabkan oleh tumbukan antar lempeng bumi, patahan aktif, aktivitas gunung api, atau runtuhannya.

Identifikasi dan penilaian kerawanan gempabumi didasarkan pada peta kawasan rawan bencana gempa bumi oleh Pusat Vulkanologi Mitigasi Bencana dan Geologi. Kawasan rawan bencana terdiri dari kawasan rawan bencana gempa bumi tinggi, kawasan rawan bencana gempabumi sedang, kawasan rawan bencana gempabumi rendah.

Tabel 2. 17 Kelas kerawanan bencana gempabumi

Kawasan Rawan Bencana	Kelas Kerawanan Bencana gempabumi	Skoring kerawanan bencana gempabumi
Kerawanan sangat rendah	Sangat rendah	1
Kerawanan rendah	Rendah	1

Kerawana sedang	Sedang	2
Kerawanan tinggi	Tinggi	3
Kerawanan sangat tinggi	Sangat tinggi	3

e. Multi-rawan Bencana

Multi-rawan bencana adalah informasi tingkat kerawanan bencana suatu daerah terhadap berbagai ancaman bencana alam. Multi rawan bencana yang dimaksud dalam penelitian ini adalah kerawanan jalan raya Jalan Bibis Raya-Jalan Bibis terhadap bencana longsor, gempa bumi, banjir, dan amblasan. Tingkat kerawanan bencana di suatu daerah didapatkan dari penjumlahan skor kerawanan longsor, banjir, gempa bumi dan amblasan yang sudah dibobotkan. Jumlah skor tersebut dimasukkan dalam kelas multi-rawan yang sudah dimodifikasi berdasarkan Peraturan BNPB No 02 Tahun 2002 dan Badan Informasi Geospasial 2018. Kelas multi-rawan dapat diklasifikasikan pada tabel berikut ini.

Tabel 2. 18 Kelas potensi multi-rawan

Jumlah kerawanan bencana	Skoring	Kelas Multi-rawan	Skoring Multi-rawan
	7-8	Rendah	1
	8,1-9	Sedang	2
	9,1-10	Tinggi	3

2.2.8.Jalan

1. Definisi Jalan

Menurut Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009, jalan adalah seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel kereta api dan jalan kabel. Didalam pengaturan jaringan jalan terdapat sistem

jaringan jalan yang artinya satu kesatuan ruas jalan yang saling menghubungkan dan mengikat pusat-pusat pertumbuhan dengan wilayah yang berada dalam pengaruh pelayanannya dalam satu hubungan hierarki. Berikut adalah klasifikasi jalan menurut Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004.

a. Klasifikasi jalan berdasarkan fungsi menurut Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004

1) Jalan Arteri, yaitu jalan umum yang berfungsi melayani angkutan umum dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien. Pengelompokkan jalan arteri sebagai berikut

a) Jalan Arteri Primer

Jalan arteri primer menghubungkan secara berdaya guna antara pusat kegiatan nasional atau antar pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah. Sistem jaringan jaringan primer disusun berdasarkan rencana tata ruang dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah ditingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan seperti menghubungkan secara terus menerus pusat kegiatan nasional, pusat kegiatan wilayah, pusat kegiatan local sampai ke pusat kegiatan lingkungan dan menghubungkan antar pusat kegiatan nasional.

b) Jalan Arteri Sekunder

Jalan arteri sekunder adalah jalan yang melayani dan menghubungkan angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi seefisien dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat dalam kota seperti jalan di daerah perkotaan juga disebut sebagai jalan protokol

2) Jalan kolektor, yaitu jalan yang digunakan untuk melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri-ciri perjalanan sedang, kecepatan rata-rata kurang dari 40 km/jam, lebar jalan lebih dari 7 m dan jumlah jalan dibatasi. Pengelompokkan jalan kolektor sebagai berikut:

a) Jalan Kolektor Primer

Jalan kolektor primer adalah jalan yang dikembangkan untuk melayani dan menghubungkan secara berdaya guna antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan wilayah, atau antara pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal. Perencanaan jalan kolektor primer berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 40 km/jam dengan lebar jalan kurang dari 9 m.

b) Jalan Kolektor Sekunder

Jalan kolektor adalah jalan yang dikembangkan untuk melayani dan menghubungkan kawasan sekunder pertama dengan kawasan sekunder kedua atau kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga. Jalan kolektor merupakan jalan yang melayani angkutan pengumpulan atau pembagian dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi, dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat di dalam kota. Perencanaan jalan kolektor sekunder berdasarkan kecepatan rencana kurang dari sama dengan 20 km/jam dengan lebar jalan kurang dari 9 m.

3) Jalan lokal, menghubungkan secara berdaya guna pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lingkungan, pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lingkungan, antarpusat kegiatan lokal, atau pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan, serta antarpusat kegiatan lingkungan.

a) Jalan Lokal Primer

Jalan lokal primer adalah jalan yang menghubungkan secara berdaya guna pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lingkungan, pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lingkungan, antarpusat kegiatan lokal, atau pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan, serta antarpusat kegiatan lingkungan. Perencanaan jalan lokal primer berdasarkan memiliki kecepatan rencana lebih dari 20 km/jam dengan lebar paling sedikit 7,5 m.

b) Jalan Lokal Sekunder

Jalan lokal sekunder adalah jalan yang menghubungkan antar kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan.

Perencanaan jalan lokal sekunder memiliki kecepatan paling rendah 10 km/jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 7,5 m.

4) Jalan lingkungan, menghubungkan antarpusat kegiatan di dalam kawasan perdesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan perdesaan.

a) Jalan Lingkungan Primer

Jalan lingkungan primer adalah jalan yang dapat menghubungkan antarpusat kegiatan di dalam kawasan pedesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan pedesaan. Perencanaan jalan lingkungan primer memiliki kecepatan paling rendah 15 km/jam dengan lebar paling sedikit 6,5 m.

b) Jalan Lingkungan Sekunder

Jalan lingkungan sekunderr adalah jalan yang menghubungkan dalam skala kawasan perkotaan. Jalan lingkungan sekunder memiliki kecepatan rencana paling rendah 10 km/jam dan lebar paling sedikit 6,5 m.

b. Klasifikasi jalan berdasarkan status

Salah satu klasifikasi jalan adalah klasifikasi jalan berdasarkan statusnya. Klasifikasi jalan berdasarkan statusnya menurut Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004.

1) Jalan Nasional adalah jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibu kota provinsi, dan jalan strategis nasional serta jalan tol. Jalan nasional berdasarkan Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 dikelola oleh Pemerintah Pusat

Jalan nasional terdiri dari:

- a) Jalan arteri primer.
- b) Jalan kolektor primer yang menghubungkan antar ibu kota provinsi.
- c) Jalan tol.
- d) Jalan strategis nasional.

2) Jalan Provinsi adalah jaringan jalan yang meghubungkan antar kabupaten dalam satu provinsi. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 Jalan Provinsi dikelola oleh Pemerintah Provinsi.

Jalan Provinsi terdiri atas:

- a) Jalan kolektor primer yang menghubungkan ibu kota provinsi dengan ibu kota kabupaten atau kota.
 - b) Jalan kolektor primer yang menghubungkan antar ibu kota kabupaten.
 - c) Jalan strategis provinsi.
 - d) Jalan di Daerah Khusus Ibukota Jakarta, kecuali jalan nasional.
- 3) Jalan Kabupaten adalah jalan yang menghubungkan antar jalan kecamatan atau distrik. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 jalan kabupaten dikelola oleh Pemerintah Kabupaten.

Jalan kabupaten terdiri dari:

- a) Jalan kolektor primer yang tidak termasuk jalan nasional sebagaimana dimaksud dengan jalan kolektor primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi dan jalan provinsi.
 - b) Jalan local primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat desa, antar ibukota kecamatan, ibukota kecamatan dengan desa, dan antar desa.
 - c) Jalan sekunder yang tidak termasuk jalan provinsi dan jalan sekunder dalam kota.
- 4) Jalan Kota adalah jalan umum pada suatu jaringan jalan sekunder di dalam kota. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 jalan kota dikelola oleh Pemerintah Kota.
- 5) Jalan Desa adalah jalan lingkungan primer dan jalan primer yang tidak termasuk jalan kabupaten di dalam kawasan pedesaan, dan merupakan jalan umum yang meghubungkan kawasan dan/atau antar pemukiman di dalam desa.
- c. Klasifikasi Jalan Berdasarkan Peruntukan menurut Undang-Undang No. 38 Tahun 2004 tentang jalan Indonesia sebagai berikut:

1) Jalan Umum

Jalan umum merupakan jalan yang digunakan untuk melayani lalu lintas umum.

2) Jalan Khusus

Jalan khusus adalah jalan yang dikelola dari suatu instansi yang tidak diperuntukan bagi lalu lintas umum, seperti jalan inspeksi saluran pengairan, jalan perkebunan, jalan kompleks perumahan bukan untuk umum, jalan di kompleks sekolah, dan jalan untuk daerah-daerah keperluan militer.

d. Klasifikasi Jalan Berdasarkan Sistem menurut Undang-Undang No. 38 Tahun 2004 tentang jalan sebagai berikut:

1) Sistem Jaringan Jalan Primer

Sistem jaringan jalan primer merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah ditingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan.

2) Sistem Jaringan Jalan Sekunder

Sistem jaringan jalan sekunder adalah sistem jaringan jalan dengan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan.

e. Klasifikasi jalan berdasarkan kelas menurut Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 sebagai berikut.

1) Jalan kelas I (satu), yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 milimeter, dan muatan sumbu terberat 10 ton.

2) Jalan kelas II, yaitu jalan arteri, kolektor, local dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang 12.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm, dan muatan sumbu terberat 8 ton.

3) Jalan kelas III, yaitu jalan arteri, kolektor, local, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 mm, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 mm, ukuran paling tinggi 3.500 mm, dan muatan sumbu terberat 8 ton.

4) Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2.500 mm, ukuran panjang melebihi 18.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm, dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 ton.

2.2.9. GIS (*Geographic Information System*)

Penataan ruang pembanguna harus didasari atas kondisi lingkungan yang sesuai dengan jenis dan intensitas kegiatan pembangunan. Penataan ruang pembangunan ruang diatur dalam PERDA, Peraturan Pemerintah, dan Undang-undang yang terkait langsung atau tidak langsung dengan tata ruang wilayah. Ssitem penataan tata ruang tercantum dalam Undang-Undang No 25 Tahun 20014 tentang Ssitem Penataan Ruang dan Undang-undang 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Suatu wilayah bisa saja memiliki mecem bencana yang serupa tetapi memiliki frekuensi yang berbeda-beda. Jenis dan intensitas ancaman bahaya bencana menjadi tolak ukur penentuan fungsi tata ruang pembangunan. Jenis dan intensitas bencana dapat ditafsirkan dan dianalisis melalui pemahaman kondisi fisik wilayah secara mendalam.

Seiring dengan berjalannya waktu banyaknya pengembangan teknologi ada beberapa bencana yang dapat digunakan yaitu menggunakan SIG (Sistem Informasi Geografis). Sejak tahun 1990-an, aplikasi perangkat lunak SIG sudah berkembang pesat dengan hadirnya produk-produk yang populer sejak pertengahan 2000-an adalah ArcGIS beserta *GeoDatabase*-nya. SIG menyediakan kerangka kerja yang bersifat skalabilitas untuk menerapkan aplikasi SIG. ArcGIS adalah penyempurna dari produk-produk *software* dengan tujuan untuk membangun sistem SIG yang lengkap. Pengembangan ArcGIS terdiri dari *framework* yang siap berkembang untuk mempermudah pembuatan aplikasi SIG untuk penggunaanya.

Framework ArcGIS terdiri dari ArcGIS *Desktop* merupakan kumpulan aplikasi SIG profesional yang bermutu, ArcGIS *Engine* merupaka kumpulan komponen SIG yang bisa ditanamkan untuk membangun aplikasi SIG, ArcGIS *Server* merupakan kumpulan aplikasi yang berfungsi sebagai *server* SIG pada ArcGIS, dan *Mobile* SIG merupakan aplikasi ArcGIS yang bekerja pada *platform tablet PC computing*.

Dalam penelitian ini *Framework* yang digunakan adalah *framework* ArcGIS Desktop. ArcGIS Desktop terdiri dari ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ArcGlobe, ArcReader dan ModelBuilder.

ArcView atau ArcMap adalah aplikasi pusat ArcGIS Desktop yang ditujukan untuk memenuhi kebutuhan yang berbasis peta *digital* seperti kartografis, *Map analysis*, dan *editing*. Dalam pengoperasiannya, ArcMap menyediakan dua tipe *map-view*: *view data geografis* dan *view data geografis & view layout*.

ArcCatalog adalah aplikasi yang dapat membantu penggunaanya untuk mengelola informasi spasial; *map*, *globe*, metadata, beserta layanan lainnya. Aplikasi ini mencakup beberapa alat bantu yang berfungsi untuk: mencari dan menampilkan informasi spasial, menyimpan, menampilkan dan mengelola metadata, mengidentifikasi, *meg-export* dan *meng-import* model-model data *geodatabase*, mencari dan menemukan data SIG baik di jaringan computer local di *internet*, mengelola *server* SIG; administrator *database* SIG pada umumnya menggunakan ArcCatalog sebagai alat bantu untuk mendefinisikan dan mengembangkan *geodatabase*.

ArcToolbox berisi kumpulan fungsi *geoprocessing*. ArcToolbox ditanamkan kedalam aplikasi ArcCatalog dan ArcMap yang tersedia ditingkatkan fungsionalitas ArcView, ArcEditor, serta ArcInfo. Fungsi-fungsi *geoprocessing* tersebut adalah Manajemen data, konversi data, pemrosesan *coverage*, analisis vektor, *geocoding*, *linier referencing*, kartografis dan analisis statistik. ModelBuilder menyediakan *framework* pemodelan grafis yang dimanfaatkan untuk *men-design* dan menerapkan model *geoprocessing* yang dapat mencakup *tools*, *script*, dan data. Dengan ModelBuilder, pengguna ArcGIS hanya *men-drag tools* dan *dataset* ke dalam modelnya, kemudian mengaitkannya untuk membentuk urutan langkah-langkah tugas SIG yang lebih kompleks. Setelah penjelasan *ArcToolbox* terdapat juga *ArcGlobe*.

ArcGlobe menyediakan tampilan informasi spasial yang bersifat *continue*, multi resolusi, dan interaktif. ArcGlobe bekerja dengan *layer* data SIG, dapat

menampilkan informasi yang terdapat di dalam *geodatabase* dan semua format data spasial SIG yang didukung oleh ArcGIS. Meskipun demikian, ArcGlobe memiliki fasilitas tampilan 3D dinamis.

ArcReader adalah aplikasi *map-viewer* dan *globe-viewer* yang menyediakan metode untuk berbagi peta elektronik baik melalui jaringan intranet maupun internet. Dalam pengoperasiannya aplikasi ini mempertahankan status *live-connection*-nya kepada datanya sehingga *view* datanya akan selalu bersifat aktual. Karena hal inilah *ArcReader* sering digunakan untuk mempublikasikan peta yang berbasis ArcIMS atau layanan *geography network*.

2.2.10. *Pavement Condition Index*

Pavement Condition Index (PCI) merupakan sistem penilaian kondisi perkerasan jalan berdasarkan jenis, tingkat, dan luas kerusakan yang terjadi serta dapat digunakan sebagai pedoman dalam pemeliharaan. Nilai PCI memiliki rentang 0 sampai 100 dengan kriteria sempurna (*excellent*), sangat baik (*very good*), baik (*baik*), sedang (*fair*), jelek (*poor*), sangat jelek (*very poor*) dan gagal (*failed*) (Suswandi dkk., 2008). Berikut adalah jenis-jenis kerusakan perkerasan jalan.

a. Retak kulit buaya

Retak yang berbentuk sebuah jaringan dari bidang persegi banyak kecil menyerupai kulit buaya, dengan lebar celah lebih besar atau sama dengan 3 mm. Retak ini disebabkan oleh kelelahan akibat beban lalu lintas yang berulang-ulang. Berikut adalah tabel tingkat kerusakan retak kulit buaya.

Tabel 2. 19 Tingkat kerusakan retak kulit buaya (Hardiyatmo,2017)

Tingkat kerusakan	Identifikasi kerusakan
L	Halus, retak rambut/halus memanjang sejajar satu dengan yang lain, dengan atau tanpa berhubungan

satu sama lain. Retakan tidak mengalami gompal.

M

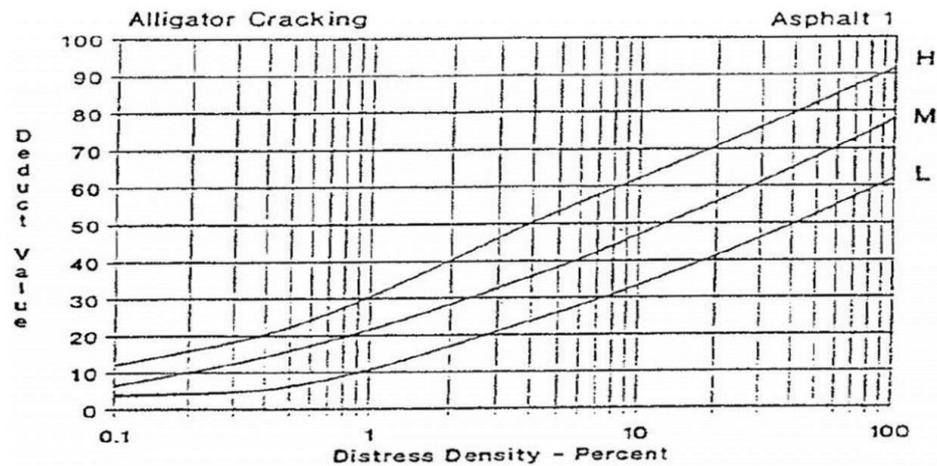
Retak kulit buaya ringan terus berkembang ke dalam pola atau jaringan retakan yang diikuti gompal.

H

dan pola retak telah berlanjut, sehingga pecahan-pecahan dapat diketahui dengan mudah, dan terjadi gompal di pinggir. Beberapa pecahan mengalami *rocking* akibat lalu lintas.



Gambar 2. 3 Retak kulit buaya



Gambar 2. 4 *Deduct value* retak kulit buaya

b. Kegemukan

Kegemukan adalah salah satu jenis kerusakan permukaan jalan. Bentuk fisik dari kerusakan ini dapat dikenali secara visual dengan terlihatnya lapisan tipis aspal pada permukaan perkerasan dan jika pada kondisi temperatur permukaan perkerasan yang tinggi atau pada lalu lintas yang berat. Penyebab utama dari kerusakan ini adalah penggunaan aspal yang tidak merata dan tidak menggunakan binder (aspal) yang sesuai akibat dari keluarnya aspal dari lapisan bawah yang mengalami kelebihan aspal. Kerusakan kegemukan ini biasanya terjadi pada aspal yang memiliki kadar aspal yang sangat tinggi pada campuran aspal atau disebabkan oleh pemakaian aspal yang terlalu banyak pada tahapan *prime coat*. Berikut adalah tabel tingkat kerusakan (*bleeding/flushing*) dan *deduct value* dari jenis kerusakan kegemukan.

Tabel 2. 20 Tingkat kerusakan retak kegemukan (*bleeding/flushing*)
(Hardiyatmo,2017)

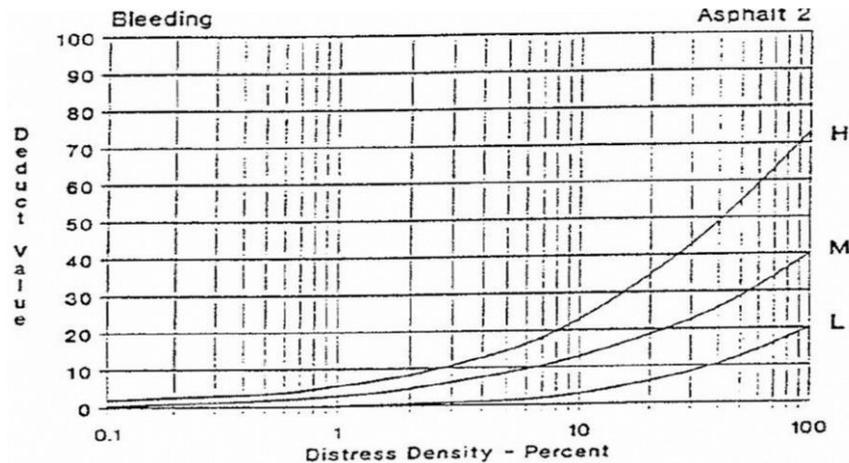
Tingkat kerusakan	Identifikasi kerusakan

L	Kegemukan terjadi hanya pada derajat rendah, dan Nampak hanya beberapa hari dalam setahun. Aspal tidak melekat pada sepatu atau roda kendaraan
M	Kegemukan telah megakibatkan aspal melekat pada sepatu atau roda kendaraan, paling tidak beberapa minggu dalam setahun.
H	Kegemukan telah begitu nyata dan banyak aspal melekat pada sepatu dan roda kendaraan, paling tidak lebih dari beberapa minggu dalam setahun.

Berikut adalah salah satu contoh tampak kerusakan jalan akibat kegemukan sebagaimana penyebab kerusakannya sudah dijelaskan pada penjelasan sebelumnya.



Gambar 2. 5 Kegemukan



Gambar 2. 6 *Deduct value* kegemukan

c. Retak kotak-kotak (*block cracking*)

Retak ini berbentuk blok atau kotak-kotak pada permukaan perkerasan jalan. retak ini disebabkan oleh pada lapisan tambahan (*overlay*), yang menggambarkan pola retakan perkerasan di bawahnya. Kerusakan *block cracking* banyak dijumpai pada ruas-ruas jalan arteri dan kolektor. Beberapa penyebab kerusakan ini adalah perambatan retak susut, yang terjadi pada lapisan perkerasan dibawahnya, retak pada lapis perkerasan yang lama tidak diperbaiki secara benar sebelum pekerjaan lapisan tambahan, perbedaan penurunan dari timbunan atau pemotongan badan jalan dengan struktur perkerasan, perubahan volume pada lapis pondasi dan tanah dasar, serta adanya akar pohon atau utilitas lainnya di bawah lapis perkerasan. Berikut adalah tabel tingkat kerusakan retak kotak-kotak (*block cracking*) dan *deduct value* retak kotak-kotak.

Tabel 2. 21 Tingkat kerusakan kotak-kotak (*block cracking*) (Hardiyatmo,2017)

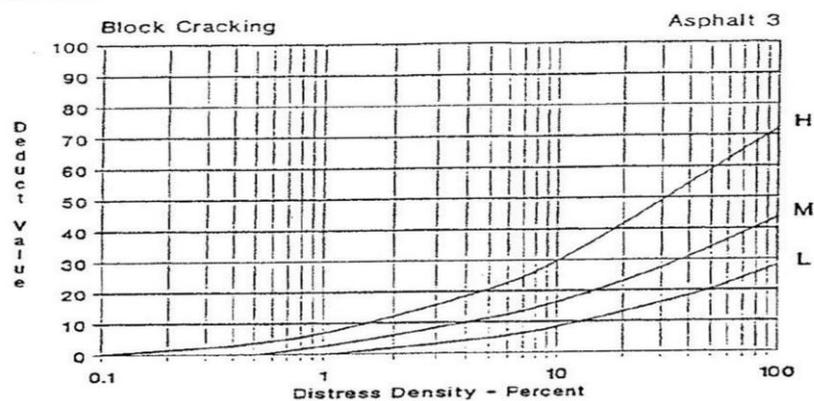
Tingkat kerusakan	Identifikasi kerusakan
L	Retak rambut yang membentuk kotak-kotak besar.
M	Penegmbangan lebih lanjut dari retak rambut.

H

Retak sudah membentuk bagian-bagian kotak dengan celah besar.



Gambar 2. 7 Retak kotak-kotak



Gambar 2. 8 *Deduct value* retak kotak-kotak

d. Cekungan (*bump and sags*)

Bendul disebabkan oleh beberapa faktor yaitu bendul atau tonjolan yang dibawah PCC *slab* pada lapisan AC, lapisan aspal bergelombang (membentuk lapisan cembung), dan perkerasan yang mejumbul ke atas pada material disertai retakan yang ditambah dengan beban lalu lintas. Berikut adalah tabel tingkat kerusakan cekungan dan *deduct value* cekungan.

Tabel 2. 22 Tingkat kerusakan cekungan (*bumb and sags*) (Hardiyatmo,2017)

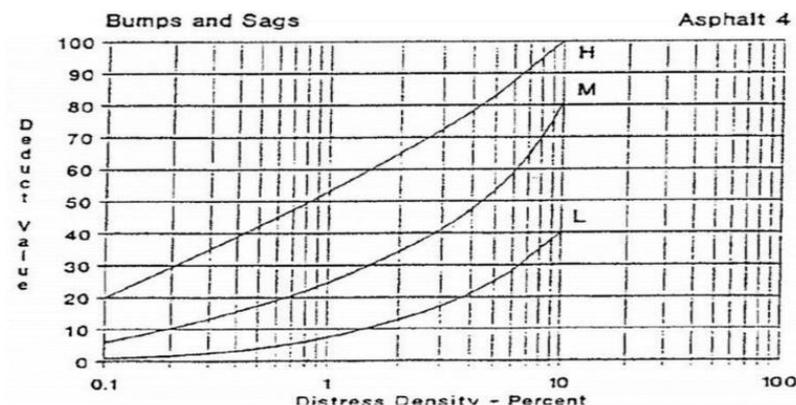
Tingkat kerusakan	Identifikasi kerusakan
L	Cekungan dengan lembah yang kecil.
M	Cekungan dengan lembah yang kecil disertai dengan retak.
H	Cekungan dengan lembah yang agak dalam disertai dengan retakan dan celah yang agak lebar.

Berikut adalah Gambar 2.9 tampak jenis kerusakan cekungan atau *bumb and sags*



Gambar 2. 9 Cekungan

Untuk menghitung atau mencari nilai *Deduct value* jenis kerusakan cekungan atau *bumb and sags* dapat dilihat dari Gambar 2.10.



Gambar 2. 10 *Deduct value* cekungan

f. Keriting (*corrugating*)

Bentuk kerusakan ini adalah gelombang pada lapis permukaan, atau dapat dikatakan alur yang arahnya melintang jalan, dan sering disebut dengan *plastic movement*. Kerusakan seperti ini sering terdapat pada area pemberhentian kendaraan. Penyebab dari kerusakan ini adalah stabilitas lapisan permukaan rendah, penggunaan material atau agregat yang tidak tepat, terlalu banyak agregat halus pada pencampurannya, dan lapis pondasi yang memang sudah bergelombang. Kerusakan keriting juga dapat disebabkan jika lalu lintas sudah dibuka sebelum perkerasan belum siap. Kerusakan jenis ini dapat diperbaiki dengan cara menggaruk kembali, dicampur dengan lapis pondasi, dipadatkan lagi dan diberi lapis permukaan baru (*overlay*). Berikut adalah tabel tingkat kerusakan keriting dan *deduct value* kerusakan keriting.

Tabel 2. 23 Tingkat kerusakan retak keriting (*corrugating*) (Hardiyatmo,2017)

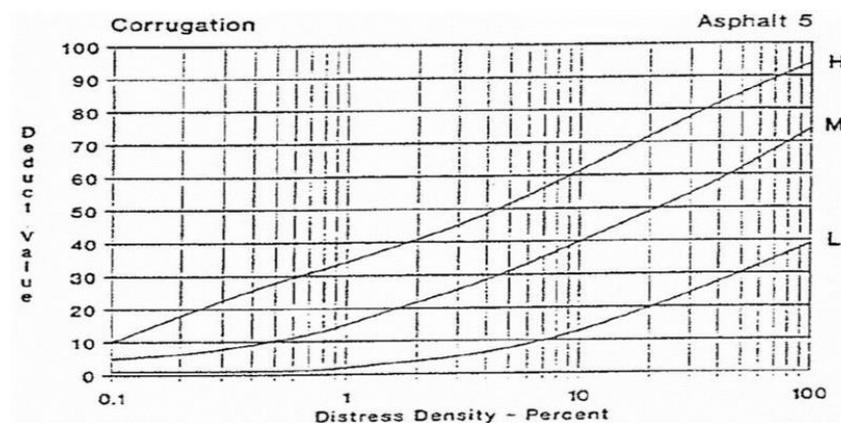
Tingkat kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Lembah dan bukit gelombang yang kecil.
M	Gelombang dengan lembah gelombang yang agak dalam.

H

Cekungan dengan lembah yang agak dalam disertai dengan retakan dan celah yang agak lebar.



Gambar 2. 11 Keriting



Gambar 2. 12 *Deduct value* keriting

g. Amblas (*depression*)

Amblas adalah bentuk dari penurunannya permukaan lapisan perkerasan pada lokasi-lokasi tertentu dengan atau tanpa retak. Kedalaman amblas umumnya lebih dari 2 cm dan akan menampung air bahkan meresap air. Berikut adalah tabel tingkat kerusakan amblas dan *deduct value* kerusakan amblas

Tabel 2. 24 Tingkat kerusakan amblas (*depression*) (Hardiyatmo,2017)

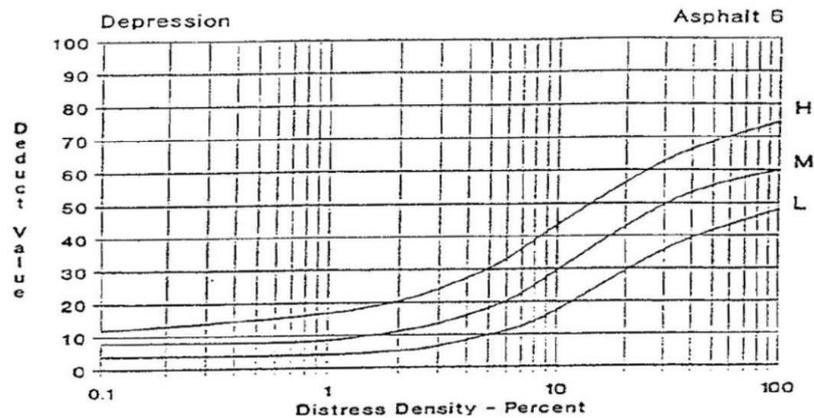
Tingkat kerusakan	Identifikasi kerusakan
L	Kedalaman maksimum amblas $\frac{1}{2}$ -1 in.(13-25 mm)
M	Kedalamam maksimum amblas 1-2 in.(25-51 mm).

Tabel 2. 25 Tingkat kerusakan amblas (*depression*) (Hardiyatmo,2017) (Lanjutan)

Tingkat kerusakan	Identifikasi kerusakan
H	Kedalaman amblas >2 in.(51 mm)



Gambar 2. 13 Amblasan



Gambar 2. 14 *Deduct value* amblasan

h. Retak pinggir (*edge cracking*)

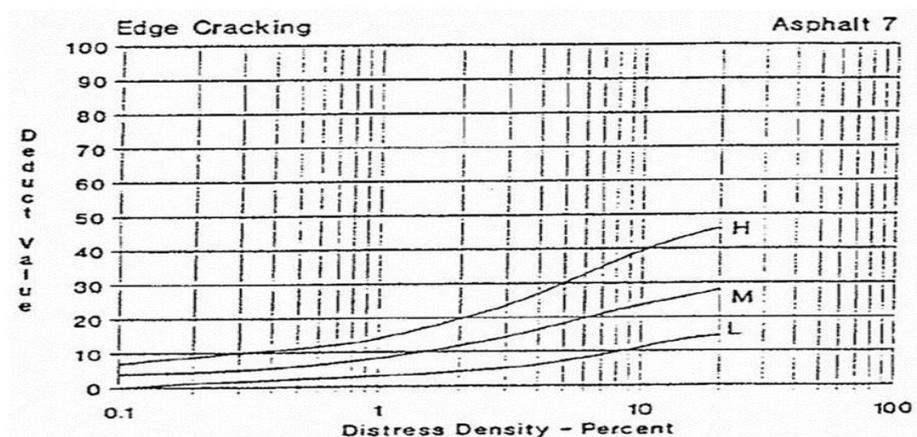
Retak pinggir adalah retak yang sejajar dengan jalur lalu lintas dan juga biasanya berukuran 0,3-0,6 m dari pinggir perkerasan. Kerusakan ini disebabkan oleh beban lalu lintas atau cuaca yang memperlemah pondasi atas maupun pondasi bawah yang dekat dengan pinggir perkerasan. Berikut adalah tabel tingkat kerusakan pinggir dan *deduct value* retak pinggir permukaan jalan.

Tabel 2. 26 Tingkat kerusakan pinggir (*edge cracking*) (Hardiyatmo,2017)

Tingkat kerusakan	Identifikasi kerusakan
L	Retak sedikit sampai sedang dengan atau tanpa pecahan
M	Retak sedang dengan beberapa pecahan dan butiran lepas.
H	Banyak pecahan atau butiran lepas disepanjang tepi perkerasan.



Gambar 2. 15 Retak pinggir

Gambar 2. 16 *Deduct value* retak pinggir jalan

i. Retak sambung (*Joint reflect cracking*)

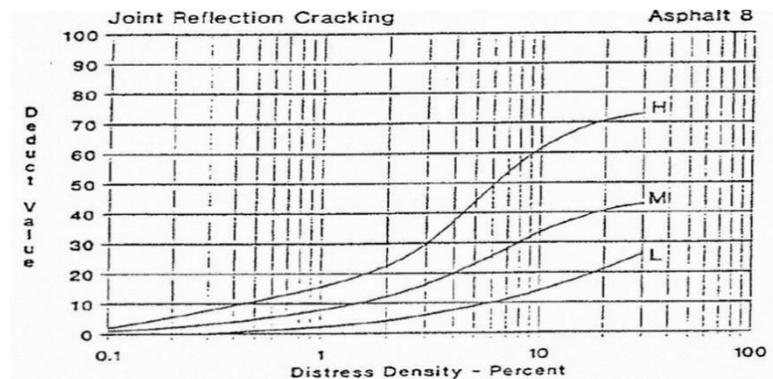
Jenis kerusakan ini pada umumnya terjadi pada perkerasan aspal yang telah dihamparkan diatas perkerasan beton semen *Portland*. Retakan terjadi pada lapis permukaan tambahan (*overlay*) aspal yang mencerminkan pola retak dalam perkerasan beton lama yang berbeda di bawahnya. Pola retakan dapat kearah memanjang, melintang, diagonal atau membentuk blok. Kerusakan retak sambung dapat disebabkan oleh gerakan dari tanah dasar atau tanah pondasi dan hilangnya kadar air pada tanah dasar (jenis tanah lempung). Berikut adalah tabel tingkat kerusakan retak sambung dan *deduct value* retak sambung.

Tabel 2. 27 Tingkat kerusakan retak sambung (*Joint reflect cracking*)
(Hardiyatmo,2017)

Tingkat kerusakan	Identifikasi kerusakan
L	<p>Satu dari kondisi yang terjadi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Retak tak terisi, lebar <10 mm 2. Retak terisi sembarang lebar.
M	<p>Satu dari kondisi berikut yang terjadi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Retak tak terisi, lebar 10-76 mm. 2. Retak tak terisi, lebar sampai 76 mm dan dikelilingi retak ringan. 3. Retak terisi, sembarang lebar yang dikelilingi retak acak ringan.
H	<p>Satu dari kondisi berikut yang terjadi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sembarang retak terisi atau tak terisi dikelilingi oleh retak acak, kerusakan sedang atau tinggi. 2. Retak tak terisi lebih dari 76 mm. 3. Retak sembarang lebar, dengan beberapa mm disekitar retakan, pecah (retak berat menjadi pecahan).



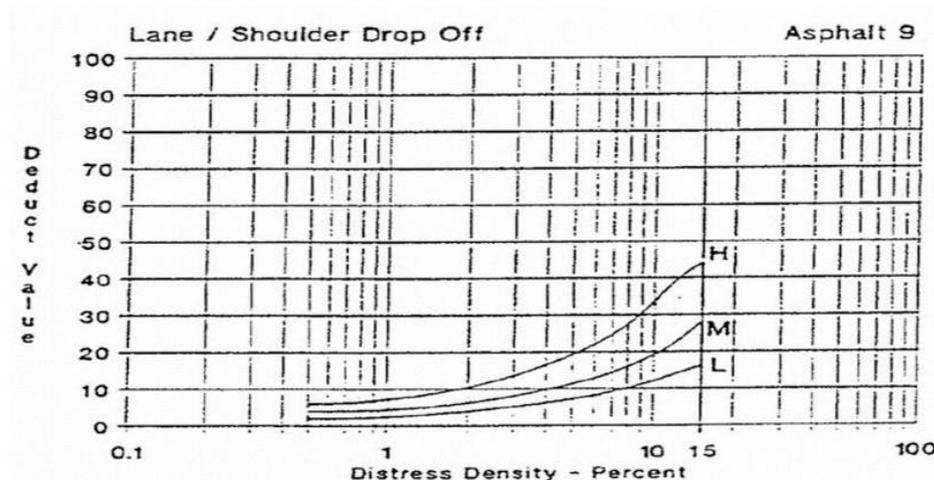
Gambar 2. 17 Retak sambung

Gambar 2. 18 *Deduct value* retak sambungj. Pinggiran jalan turun vertikal (*lane/shoulder dropp off*)

Jenis kerusakan ini terjadi karena beda ketinggian antara permukaan perkerasan dengan permukaan bahu atau tanah sekitarnya, dimana permukaan bahu lebih rendah terhadap permukaan perkerasan. Berikut adalah tabel tingkat kerusakan dan *deduct value* kerusakan *shoulder dropp off*.

Tabel 2. 28 Tingkat kerusakan *shoulder dropp off* (Hardiyatmo,2017)

Tingkat kerusakan	Identifikasi kerusakan
L	Beda elevasi antara pinggir perkerasan dan bahu jalan 25-51 mm.



Gambar 2. 20 *Deduct value shoulder dropp off*

k. Retak memanjang/melintang (*longitudinal/transverse cracking*)

Retak ini berjajar yang terdiri dari beberapa celah. Penyebab dari kerusakan ini adalah perambatan dari retak penyusutan lapisan perkerasan di bawahnya, lemahnya sambungan perkerasan, dan material bahu samping kurang baik. Jenis kerusakan seperti ini dapat diatasi dengan mengisis celah dengan campuran aspal cair dan pasir. Berikut adalah tabel tingkat kerusakan dan *deduct value* retak memanjang atau melintang.

Tabel 2. 30 Tingkat kerusakan retak memanjang atau melintang
(Hardiyatmo, 2017)

Tingkat kerusakan	Identifikasi kerusakan
L	Satu dari kondisi yang terjadi 1. Retak tak terisi, lebar <10 mm 2. Retak terisi sembarang lebar.
M	Satu dari kondisi berikut yang terjadi 1. Retak tak terisi, lebar 10-76 mm.

2. Retak tak terisi, lebar sampai 76 mm dan dikelilingi retak ringan.

3. Retak terisi, sembarang lebar yang dikelilingi retak acak ringan.

H

Satu dari kondisi berikut yang terjadi

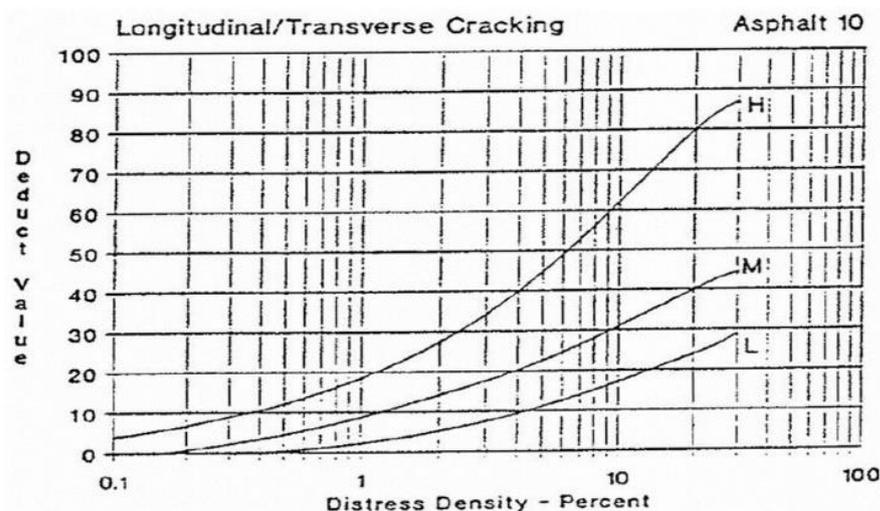
1. Sembarang retak terisi atau tak terisi dikelilingi oleh retak acak, kerusakan sedang atau tinggi.

2. Retak tak terisi lebih dari 76 mm.

3. Retak sembarang lebar, dengan beberapa mm disekitar retakan, pecah (retak berat menjadi pecahan).



Gambar 2. 21 Retak melintang atau memanjang



Gambar 2. 22 *Deduct value* retak memanjang atau melintang

1. Tambalan (*patching end utility cut patching*)

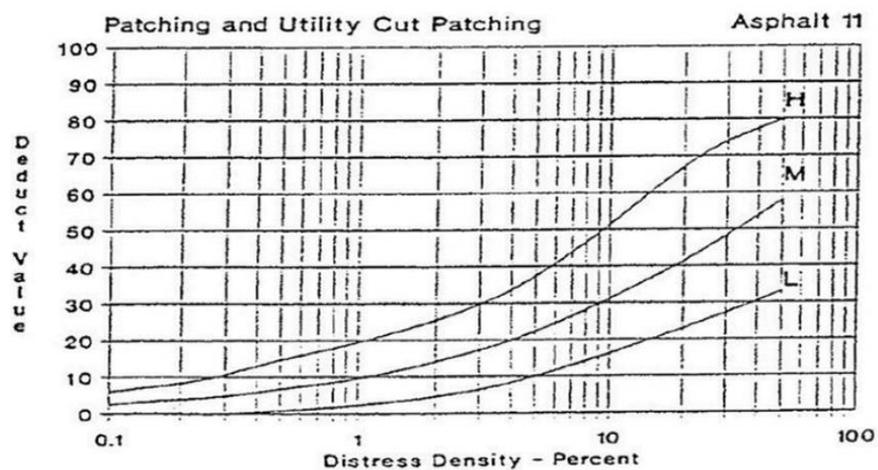
Tambalan merupakan jalan yang sudah dan diganti dengan bahan yang baru dan lebih bagus untuk perbaikan dari perkerasan sebelumnya. Tambalan dilaksanakan pada seluruh atau beberapa bagian yang rusak pada ruas jalan. berikut adalah tabel tingkat kerusakan dan *deduct value* kerusakan jenis tambalan.

Tabel 2. 31 Tingkat kerusakan tambalan (*patching end utility cut patching*) (Hardiyatmo,2017)

Tingkat kerusakan	Identifikasi kerusakan
L	Tambahan dalam kondisi baik dan memuaskan.
M	Tambalan sedikit rusak dan atau kenyamanan kendaraan agak terganggu.
H	Tambalan sangat rusak atau kenyamanan kendaraan sangat terganggu.



Gambar 2. 23 Tambalan

Gambar 2. 24 *Deduct value* tambalan

m. Pengausan agregat (*polised agregat*)

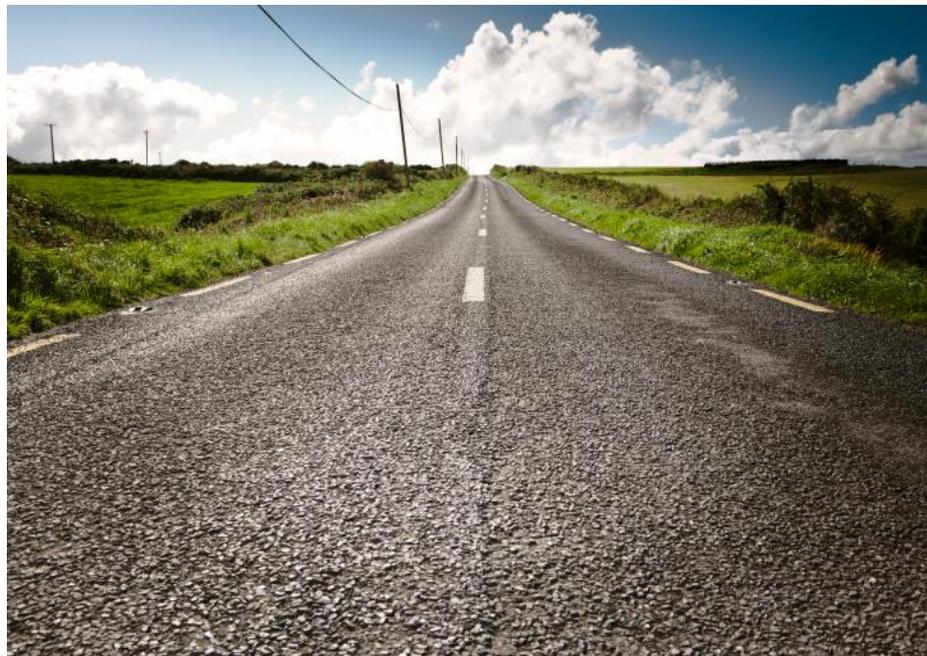
Jenis kerusakan ini disebabkan oleh penerapan lalu lintas yang berulang-ulang dimana agregat pada perkerasan menjadi licin dan perekatan dengan permukaan roda pada tekstur perkerasan yang mendistribusikannya tidak sempurna. Berikut adalah tabel tingkat kerusakan dan *deduct value* pengausan agregat.

Tabel 2. 32 Tingkat kerusakan pengausan agregat (Hardiyatmo,2017)

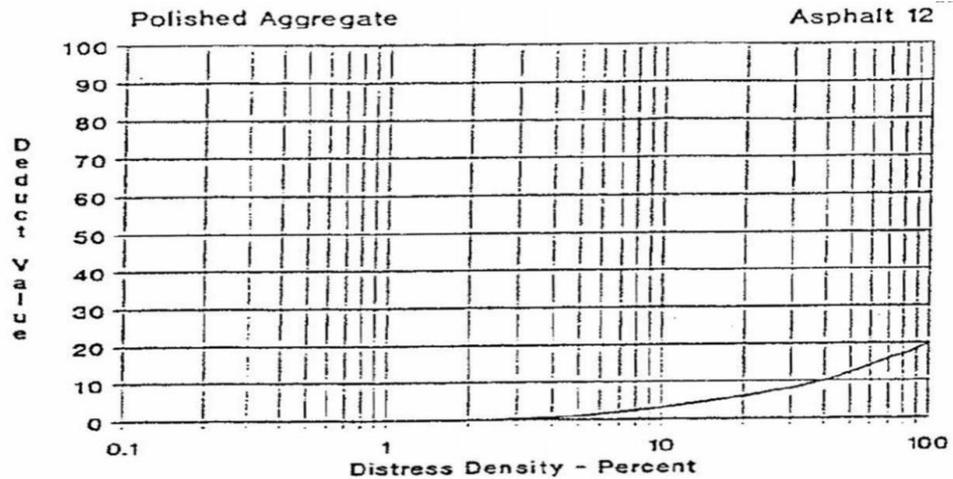
Tingkat kerusakan	Identifikasi kerusakan
-------------------	------------------------

L	Agregat	masih	menunjukkan
	kekuatan.		
M	Agregat	sedikit	mempunyai
	kekuatan.		
H	Pengausan	tanpa	menunjukkan
	kekuatan.		

Gambran kerusakan permukaan jalan akibat pengausan agregat dapat dilihat dari Gambar 2.25



Gambar 2. 25 Pengausan agregat



Gambar 2. 26 *Deduct value* pengausan agregat

n. Lubang (*pothole*)

Jenis kerusakan ini sepeyri mangkuk yang dapat menampung dan meresap air pada badan jalan. Terkadang terjadi didekat retakan, atau di daerah yang drainasenya kurang baik. Berikut adalah tabel tingkat kerusakan dan *deduct value* permukaan berlubang.

Tabel 2. 33 Tingkat kerusakan retak lubang (*pothole*) (Hardiyatmo,2017)

Kedalaman maksimum	Diameter rata-rata lubang		
	102-203 mm	203-457 mm	457-762 mm
12,7-25,4 mm	L	L	M
25,4-50,8 mm	L	M	H
>50,8 mm	M	M	H

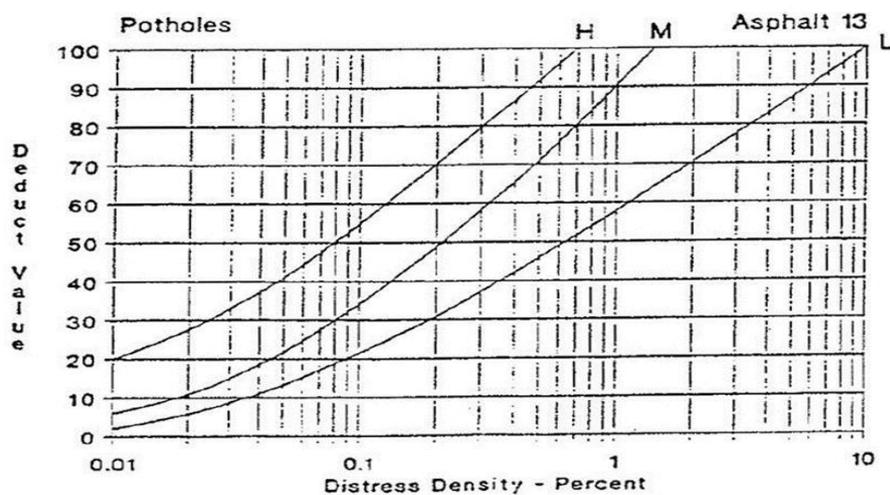
L: Belum perlu diperbaiki;penambalan parsial atau diseluruh kedalaman

M:Penambalan parsial atau diseluruh kedalaman

H:Penambalan diseluruh kedalaman



Gambar 2. 27 *Pothole* (lubang)



Gambar 2. 28 *Deduct value* kerusakan berlubang

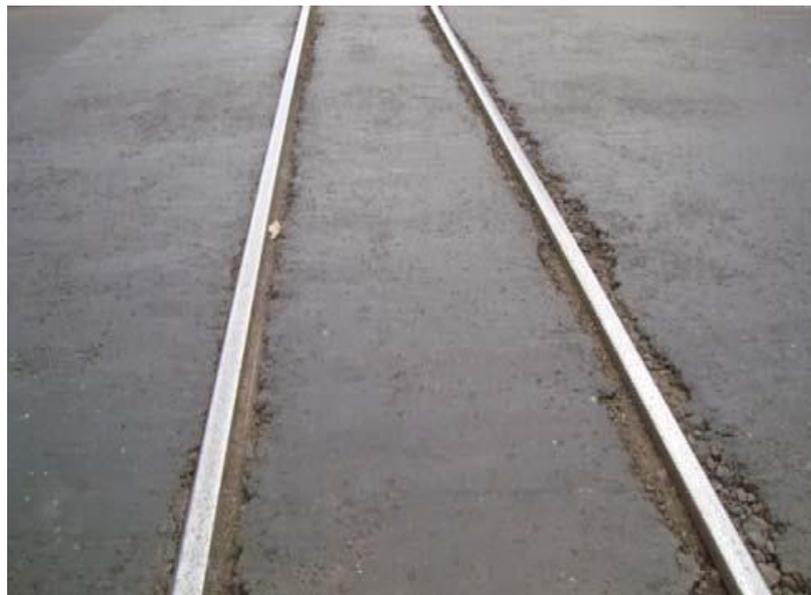
o. Rusak perpotongan rel (*railroad crossing*)

Kerusakan pada perpotongan rel adalah penurunan atau benjol disekeliling atau diantara rel yang disebabkan oleh perbedaan karakteristik bahan. Tidak bisanya menyatu antara rel dengan lapisan perkerasan. Penyebab dari kerusakan ini adalah amblasnya perkerasan sehingga timbul beda elevasi antara permukaan perkerasan

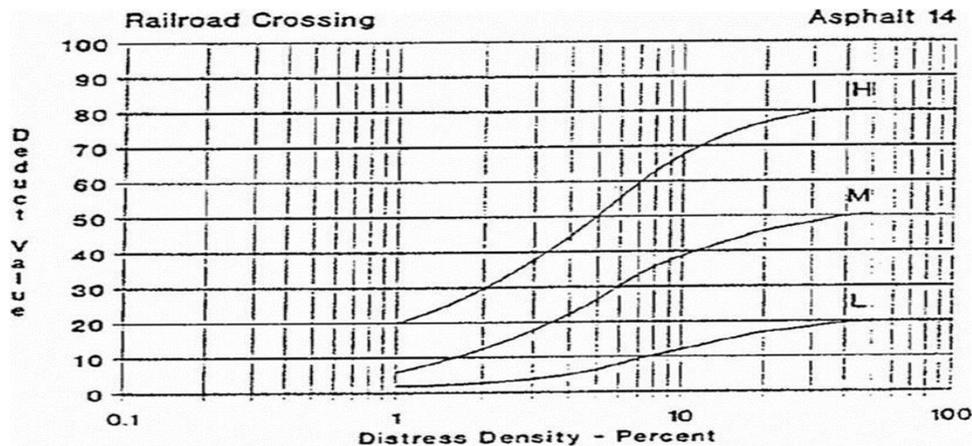
dengan permukaan rel, pelaksanaan atau pekerjaan rel kereta yang buruk. Berikut adalah tabel tingkat kerusakan dan *deduct value* kerusakan akibat perpotongan rel.

Tabel 2. 34 Tingkat kerusakan perpotongan rel (Hardiyatmo,2017)

Tingkat kerusakan	Identifikasi kerusakan
L	Kedalaman 6 mm-13 mm
M	Kedalaman 13 mm-25 mm
H	Kedalaman >25 mm



Gambar 2. 29 Perpotongan rel



Gambar 2. 30 *Deduct value* rusak perpotongan rel

p. Alur (*rutting*)

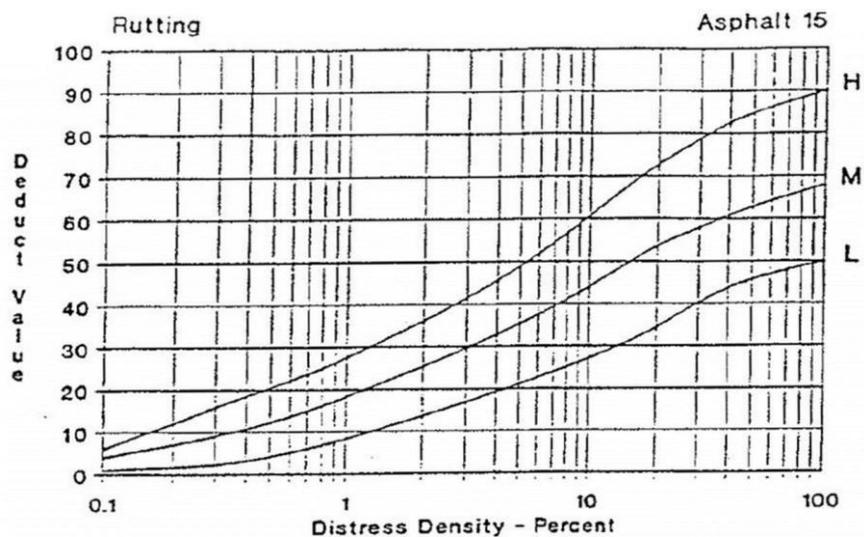
Kerusakan *rutting* biasa juga disebut dengan kerusakan *longitudinal ruts* atau *channel/rutting*. Bentuk kerusakan ini terjadi pada lintasan roda sejajar dengan as jalan dan berbentuk alur. Kerusakan ini terjadi disebabkan oleh lapis permukaan yang kurang padat, dengan demikian terjadi tambahan pemadatan akibat pengulangan beban lalu lintas pada lintasan roda. Campuran aspal dengan stabilitas rendah dapat juga menimbulkan lendutan. Kerusakan ini dapat diperbaiki dengan memberi lapisan tambahan dari lapisan permukaan yang sesuai. Berikut adalah tabel tingkat kerusakan dan *deduct value* kerusakan alur (*rutting*).

Tabel 2. 35 Tingkat kerusakan retak alur (*rutting*) (Hardiyatmo,2017)

Tingkat kerusakan	Identifikasi kerusakan
L	Kedalaman alur rata-rata 6-13 mm.
M	Kedalaman alur rata-rata 13 -25,5 mm.
H	Kedalaman alur rata-rata 25,5 mm.



Gambar 2. 31 Kerusakan alur



Gambar 2. 32 *Deduct value* kerusakan alur

q. Sungkur (*Shoving*)

Sungkur adalah perpindahan lapisan perkerasan pada bagian tertentu yang disebabkan beban lalu lintas. Beban lalu lintas akan mendorong berlawanan dengan perkerasan dan akan menghasilkan ombak pada lapisan perkerasan. Kerusakan jenis sungkur dapat dilakukan perbaikan dengan cara membongkar lapisan terdahulu lalu

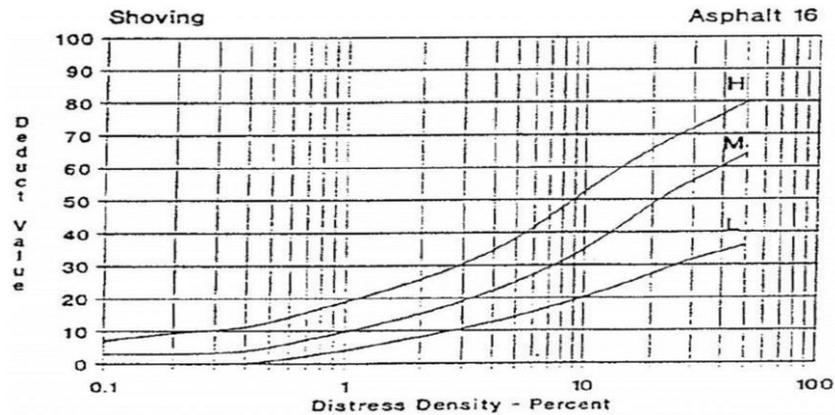
dilapis kembali dengan lapisan yang baru. Berikut adalah tabel tingkat kerusakan dan *deduct value* dari kerusakan sungkur.

Tabel 2. 36 Tingkat kerusakan retak sungkur (*shoving*) (Hardiyatmo,2017)

Tingkat kerusakan	Identifikasi kerusakan
L	Sungkur menyebabkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan.
M	Sungkur menyebabkan cukup gangguan kenyamanan kendaraan.
H	Kedalaman alur rata-rata 25,5 mm



Gambar 2. 33 Sungkur



Gambar 2. 34 Deduct value sungkur (*shoving*)

r. Patah slip (*slippage cracking*)

Patah slip adalah retak yang berbetuk seperti bulan sabit yang disebabkan lapisan perkerasan terdorong atau meluncur merusak bentuk lapisan perkerasan. Kerusakan ini disebabkan oleh kekuatan dan pencampuran lapisan pekerasan yang rendah dan jelek, komposisi agregat halus terlalu banyak dan penghamparan campuran aspal pada suhu yang terlalu rendah. Kerusakan jenis patah slip atau *slippage cracking* dapat dilakukan perbaikan dengan cara mengganti perkerasan lama dengan perkerasan yang baru. Berikut adalah tabel tingkat kerusakan dan *deduct value* dari kerusakan patah slip.

Tabel 2. 37 Tingkat kerusakan retak patah slip (*slippage cracking*)
(Hardiyatmo,2017)

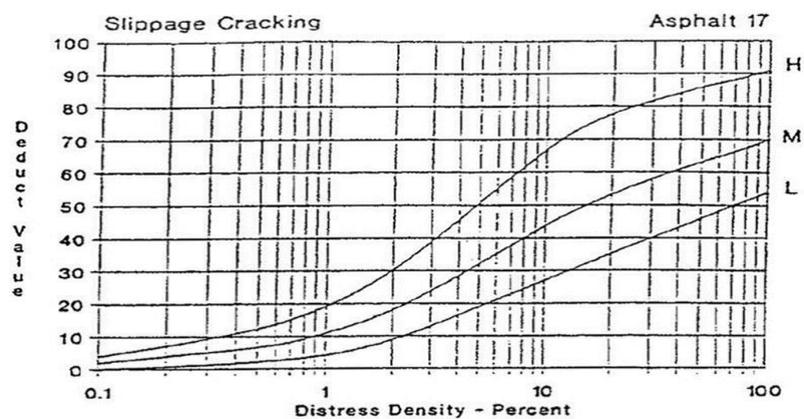
Tingkat kerusakan	Identifikasi kerusakan
L	Retak rata-rata lebar <10 mm.
M	Retak rata-rata 10-38 mm. Area di sekitar retakan pecah, kedalam pecahan-pecahan terikat.

H

Retak rata-rata >38 mm. Area di sekitar retakan, pecah kedalam pecahan-pecahan mudah terbongkar.



Gambar 2. 35 Patah slip



Gambar 2. 36 *Deduct value* patah slip

s. Mengembang jembul (*swell*)

Ciri-ciri dari kerusakan ini adalah permukaan mengalami pengembangan atau jembul sepanjang lapisan perkerasan yang berangsur-angsur mengombak kira-kira sepanjang 10 kaki (10 m). mengembang jembul disertai dengan retakan lapisan perkerasan dan biasanya disebabkan oleh perubahan cuaca atau tanah yang

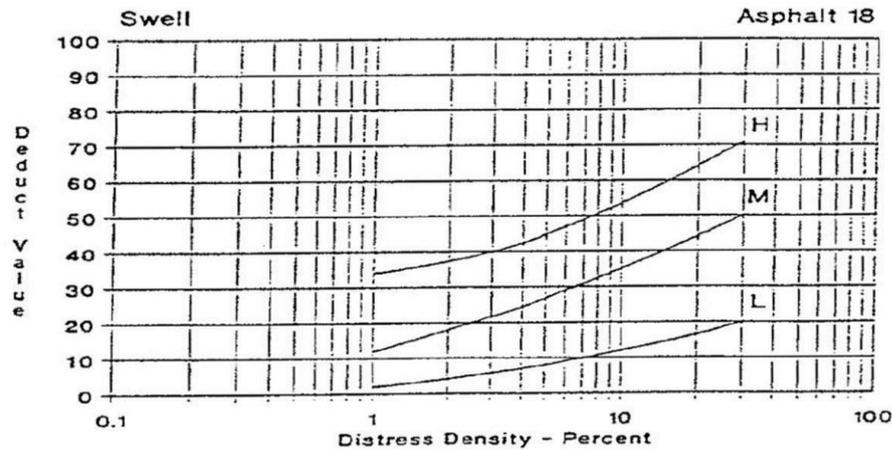
menjembul ke atas. Berikut tabel tingkat kerusakan dan *deduct value* kerusakan mengembang jembul atau *swell*.

Tabel 2. 38 Tingkat kerusakan retak mengembang jembul (*swell*)
(Hardiyatmo,2017)

Tingkat kerusakan	Identifikasi kerusakan
L	Pengembangan menyebabkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan. Kerusakan ini sulit dilihat tapi dideteksi dengan berkendara cepat.
M	Perkerasan mengembang dengan adanya gelombang yang kecil.
H	Perkerasan mengembang dengan adanya gelombang besar.



Gambar 2. 37 Mengembang (Jembul)



Gambar 2. 38 *Deduct value* mengembang jembul (*swell*)

t. Pelepasan butiran

Pelepasan butiran disebabkan oleh lapisan perkerasan yang kehilangan aspal atau antar pengikat dan tercabutnya partikel-partikel agregat. Kerusakan ini menunjukkan salah satu pengikat tidak kuat untuk menahan gaya dorong roda kendaraan atau presentasi kualitas campuran jelek. Pelepasan butir dapat dikategorikan sebagai jalan yang rusak karena dapat menyebabkan para pengguna jalan mengalami kurang kenyamanan menggunakan jalan tersebut. Berikut adalah tabel tingkat kerusakan dan *deduct value* kerusakan pelepasan butir.

Tabel 2. 39 Tingkat kerusakan pelepasan butir (*weathering/ravelling*)
(Hardiyatmo,2017)

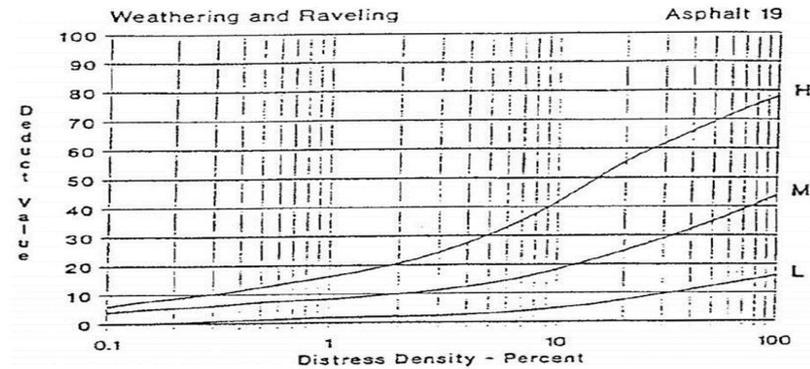
Tingkat kerusakan	Identifikasi kerusakan
L	Pelepasan butiran yang ditandai lapisan kelihatan agregat.
M	Pelepasan agregat dengan butiran-butiran yang lepas.

H

Pelepasan butiran dengan ditandai dengan agregat lepas dengan membentuk lubang-lubang kecil.



Gambar 2. 39 Pelepasan butir



Gambar 2. 40 *Deduct value* pelepasan butir

2.2.11. Metode PCI (*Pavement Condition Index*)

a. Kerapatan

Kerapatan adalah persentase luas atau panjang total dari satu jenis kerusakan terhadap luas atau panjang total bagian jalan yang diukur dalam *feet* atau meter. Kerapatan kerusakan dapat diformulakan seperti dibawah ini.

$$Density = \frac{as}{ad} \times 100\% \quad (2.1)$$

Dimana,

A_d = luas total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan (m^2)

A_s = luas total unit segmen (m^2)

b. Menentukan nilai *deduct value*

Setelah nilai kerapatan diperoleh, kemudian masing-masing jenis kerusakan di *plot*-kan ke grafik sesuai dengan tingkat kerusakannya.

c. Menjumlah nilai (*Total Deduct Value, TDV*)

Total Desuct Value yang diperoleh pada suatu segmen jalan yang ditinjau dijumlah sehingga diperoleh *Total Deduct Value*.

d. Mencari nilai q

Syarat untuk menentukan nilai q ditentukan oleh jumlah *deduct value* individual yang lebih besar dari 5 pada setiap segmen ruas jalan yang diteliti.

e. Nilai *Corrected Deduct Value* (CDV)

Nilai CDV dapat dicari setelah nilai q diketahui dengan cara menjumlah nilai *deduct value* selanjutnya mengeplotkan jumlah *deduct value*.

