

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1. Penelitian Terdahulu Pemetaan Kebencanaan

Dibawah ini beberapa penelitian yang dilakukan sebelumnya, untuk sebagai bahan acuan dan pembanding dalam penelitian ini.

Rahmad dkk. (2018) melakukan penelitian dengan judul “Aplikasi SIG untuk Pemetaan Tingkat Ancaman Longsor di Kecamatan Sibolangit, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara” penelitian ini bertujuan untuk mendiskripsikan pemanfaatan SIG dalam pemetaan tingkat kerawanan terjadinya bencana longsor di Kecamatan Sibolangit, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. Dengan menggunakan parameter *landcover*, jenis tanah, kemiringan lahan, curah hujan, dan formasi geologi (batuan induk). Metode yang digunakan pada proses pemetaan adalah, mengklasifikasi skor yang dikalikan dengan bobot masing-masing parameter, hasil perkalian skor dan bobot dijumlahkan berdasarkan kesesuaian lokasi geografisnya. Menurut analisis yang dilakukan daerah Kecamatan Sibolangit memiliki tingkat ancaman longsor dengan kelas kerawanan sedang meliputi 14 desa. Selain itu tingkat kerawanan longsor kelas kerawanan rendah meliputi 10 desa. Tingkat kerawanan tinggi 3 desa dan tingkat kerawanan sangat tinggi 1 desa.

Perbedaan dengan penelitian “Pemetaan Pada Ruas Jalan Sebagai Identifikasi untuk Multi Rawan Bencana Berbasis GIS dan Metode PCI.” Yaitu pada penelitian sebelumnya area yang dikaji adalah daera di Kecamatan Sibolangit, Sumatera Utara sedangkan pada penelitian ini area yang dikaji adalah ruas jalan kolektor pada Jalan Srandakan, Pandak, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta sepanjang 4km dengan identifikasi dan pemetaan multi rawan bencana yang mencakup empat jenis bencana yaitu, tanah longsor, banjir, gempa bumi, dan amblesan sedangkan pada penelitian sebelumnya hanya pemetaan bencana longsor. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode skoring dan pembobotan. Pada penelitian ini setiap bencana memiliki beberapa

parameter sebagai acuan pembobotan dan skoring yang nantinya akan dijumlahkan dan diklasifikasikan menjadi beberapa kelas yaitu kelas rawan rendah, rawan sedang, dan rawan tinggi sedangkan penelitian sebelumnya skor dan pembobotan dijumlahkan berdasarkan kesesuaian lokasi geografisnya.

Suaib dan Qashlim (2016) melakukan penelitian dengan judul “Sistem Inventarisasi Daerah Rawan Bencana Berbasis GIS (Studi Kasus : Kecamatan Tapalang, Sulawesi Barat)” Pada penelitian ini mengkaji rawan bencana banjir dan longsor, dan abrasi pantai serta tinggi gelombang air laut karena Kecamatan Tapalang berada di daerah pesisir pantai. Dengan tujuan sebagai salah satu upaya mencegah resiko yang berpotensi menjadi bencana dan amengurangi efek dari bencana tersebut. Penelitian ini menggunakan *software ArcView* dan melakukan *overlay* serta metode yang digunakan adalah metode *intersection* untuk menggambarkan peta bencana. Penelitian ini menghasilkan sistem informasi berisi data spasial dan nonspasial daerah rawan bencana kecamatan tapalang.

Perbedaan dengan penelitian “Pemetaan Pada Ruas Jalan Sebagai Identifikasi untuk Multi Rawan Bencana Berbasis GIS dan Metode PCI.” Yaitu pada penelitian sebelumnya area yang dikaji adalah pesisir pantai kecamatan tapalang, sedangkan pada penelitian ini area yang dikaji adalah ruas jalan kolektor. Identifikasi dan pemetaan multi rawan bencana pada penelitian ini mencakup empat jenis bencana yaitu, tanah longsor, banjir, gempa bumi, dan amblesan sedangkan penelitian sebelumnya mencakup bencana banjir, longsor, dan abrasi serta tinggi gelombang air laut. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode skoring dan pembobotan sedangkan metode yang digunakan pada penelitian sebelumnya adalah *overlay* dan *intersection*.

Gunadi dkk. (2015) melakukan penelitian dengan judul “Aplikasi Pemetaan Multi Risiko Bencana di Kabupaten Banyumas Menggunakan *Open Source Software GIS*” Penelitian ini berfokus pada skala lokal pada pemetaannya. Bencana yang diteliti adalah bencana banjir dan longsor dan diolah menggunakan *software Quantum GIS*. Metode yang digunakan adalah metode skoring dan pembobotan, serta *overlay* antar parameter penyusun. Hasil penelitian ini diperoleh nilai kesesuaian untuk bencana banjir sebesar 66,667%, untuk bencana longsor sebesar 77,778% , dan 61,111% untuk multi risiko bencana banjir dan

tanah longsor. Dan dengan hasil pemodelan didapatkan nilai sebesar 51,785% wilayah Kabupaten Banyumas termasuk kedalam risiko tinggi, 18,960% termasuk kedalam risiko sedang dan 29,225% termasuk kedalam risiko rendah.

Perbedaan dengan penelitian “Pemetaan Pada Ruas Jalan Sebagai Identifikasi untuk Multi Rawan Bencana Berbasis GIS dan Metode PCI.” Yaitu pada penelitian ini area yang dikaji adalah ruas jalan kolektor sedangkan penelitian sebelumnya daerah berskala lokal (Kecamatan). Penelitian ini mengidentifikasi dan memetakan multi rawan bencana yang mencakup empat jenis bencana yaitu, tanah longsor, banjir, gempa bumi, dan amblesan sedangkan penelitian sebelumnya hanya meneliti bencana banjir dan longsor. Pada penelitian ini *software* yang digunakan sebagai alat bantu dalam mengolah data dan pemetaan adalah *ArcGIS* 10.3, sedangkan penelitian sebelumnya menggunakan *software Quantum GIS*.

Pratiwi dkk. (2016) melakukan penelitian dengan judul “Pemetaan Multi Bencana Kota Semarang” pada penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan pemetaan multi bencana Kota Semarang sebagai salah satu upaya mitigasi bencana di Kota Semarang. Komponen bencana alam yang digunakan adalah bencana alam yang pernah terjadi di Kota Semarang yaitu bencana banjir, banjir rob, tanah longsor dan kekeringan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode skoring dan pembobotan serta tumpang susun (*overlay*) dengan Sistem Informasi Geografis. Hasil dari penelitian ini menunjukkan Kota Semarang memiliki luas daerah sebesar 18.522,061 Ha dengan tingkat kerawanan rendah, 16.359,561 Ha dengan tingkat kerawanan sedang, dan 3.602,182 Ha dengan tingkat kerawanan tinggi. Sedangkan tingkat kesesuaian antara hasil analisis dengan hasil validasi diperoleh nilai sebesar 52,8415% untuk ancaman banjir, 85,227% untuk ancaman banjir rob, 86,932% untuk ancaman bencana tanah longsor, dan 41,143% untuk ancaman bencana kekeringan.

Perbedaan dengan penelitian “Pemetaan Pada Ruas Jalan Sebagai Identifikasi untuk Multi Rawan Bencana Berbasis GIS dan Metode PCI.” Yaitu penelitian terdahulu area yang dikaji seluas kota semarang sedangkan pada penelitian ini area yang dikaji adalah ruas jalan kolektor sepanjang 4km. Pada penelitian terdahulu bencana yang dikaji adalah bencana yang sebelumnya pernah

terjadi di kota Semarang yaitu bencana banjir, banjir rob, tanah longsor dan kekeringan, sedangkan pada penelitian ini bencana yang dikaji mencakup 4 jenis bencana yaitu, tanah longsor, banjir, gempa bumi, dan amblesan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode skoring dan pembobotan pada setiap parameter yang digunakan, dan penjumlahan setiap skor total untuk menentukan kelas multi rawan bencana.

Novitasari dkk. (2015) melakukan penelitian dengan judul “Pemetaan *Multi Hazards* Berbasis Sistem Informasi Geografis di Kabupaten Demak Jawa Tengah” Penelitian ini adalah pemetaan *Multi Hazard* untuk bencana banjir dan kekeringan dengan menggunakan *software ArcGIS*. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode skoring dan pembobotan parameter-parameter penyusun yang selanjutnya di *overlay*. Hasil penelitian ini didapatkan hasil kesesuaian pada lapangan sebesar 64,28% untuk bahaya banjir, 64,28% untuk bahaya kekeringan, dan 64,28% untuk kesesuaian terhadap *multi hazard*. Kabupaten Demak memiliki wilayah dengan tingkat bahaya tinggi sebesar 70,961% terhadap bahaya banjir dan kekeringan, tingkat bahaya sedang sebesar 24,637%, dan tingkat bahaya rendah 4,400%.

Perbedaan dengan penelitian “Pemetaan Pada Ruas Jalan Sebagai Identifikasi untuk Multi Rawan Bencana Berbasis GIS dan Metode PCI.” Yaitu pada penelitian sebelumnya area yang dikaji adalah kabupaten demak sedangkan pada penelitian ini area yang dikaji adalah ruas jalan kolektor Jalan Srandakan, Pandak, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta sepanjang 4km. pada penelitian ini identifikasi dan pemetaan multi rawan bencana yang mencakup empat jenis bencana yaitu, tanah longsor, banjir, gempa bumi, dan amblesan, sedangkan pada penelitian sebelumnya bencana yang dikaji adalah bencana banjir dan kekeringan.

Hamdani dkk. (2014) melakukan penelitian tentang “Analisis Daerah Rawan Banjir Menggunakan Aplikasi Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus Pulau Bangka)” Pemetaan ini bertujuan sebagai salah satu cara pengendalian banjir secara non struktural. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini ada 3 yaitu curah hujan, kelerengan, dan penggunaan lahan. Dalam analisisnya menggunakan metode Gumbel yang menghasilkan curah hujan rencana dalam kurung waktu 25 tahun sebesar 157,302 mm, dan metode Isohyet yang

menghasilkan penyebaran curah hujan/daerah tangkapan air (DTA). Kelerengan diperoleh 98,96% wilayah pulau Bangka terletak pada dataran rendah dengan tingkat kelerengan 0-8% yang menandakan berada pada daerah rawan banjir. dari hasil analisa penggunaan lahan diketahui hutan sekunder 42% dan hutan primer 27%. Semua hasil analisis dibandingkan dan diberi bobot menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) matriks *Pairwise Comparison*. Diperoleh hasil akhir penggunaan lahan adalah 0,87, hujan 0,27, dan kelerengan 0,08. Seluruh hasil analisa digabungkan menggunakan metode *Overlay Intersection* pada *ArcGIS* 10.1 untuk menghasilkan peta daerah rawan banjir. Diperoleh 17,76% daerah pada Pulau Bangka rawan banjir, 6,98% daerah paling rawan banjir, dan 18,88% daerah terancam banjir.

Perbedaan dengan penelitian “Pemetaan Pada Ruas Jalan Sebagai Identifikasi untuk Multi Rawan Bencana Berbasis GIS dan Metode PCI.” Yaitu pada penelitian sebelumnya hanya mengidentifikasi bencana banjir, sedangkan pada penelitian ini bencana yang diidentifikasi adalah bencana banjir, tanah longsor, gempa bumi, dan amblesan. Pada penelitian sebelumnya menggunakan metode gumbel dan isohyet dalam analisis curah hujan, sedangkan pada penelitian ini hanya menggunakan data curah hujan dari data statistik yang diperoleh dari bantul dalam data. Penelitian sebelumnya menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) matriks *Pairwise Comparison* dalam penentuan kerawanan, sedangkan penelitian ini menggunakan metode skoring dan pembobotan dalam penentuan kerawanan.

Karim dkk. (2016) melakukan penelitian tentang “*The Road Pavement Condition Index (PCI) Evaluation and Maintenance: A Case Study of Yemen*” dalam penelitian ini kondisi perkerasan dievaluasi dari segi tekanan permukaan saat evaluasi lapangan. Prosedure PCI digunakan karena berkaitan dengan subjek identifikasi perkerasan paling komprehensif dan didasarkan pada teknik statistik yang baik dari pengambilan sampel perkerasan. Karena ketersediaan dana pemeliharaan terbatas di yaman, penentuan ketepatan waktu dan rasional atas kebutuhan serta prioritas M-dan-R adalah faktor yang sangat penting. Pemeliharaan manajemen perkerasan, yang didasarkan pada PCI, digunakan dalam penelitian ini

untuk mengevaluasi koridor jalan lalu lintas berat yang menghubungkan kota aden dengan kota-kota besar yang terletak di wilayah utara negara yaman.

Perbedaan dengan penelitian “Pemetaan Pada Ruas Jalan Sebagai Identifikasi untuk Multi Rawan Bencana Berbasis GIS dan Metode PCI.” Yaitu pada penelitian terdahulu dilakukan di Yemen sedangkan pada penelitian ini dilakukan di Bantul, dimana perbedaan ada pada iklim, bentuk permukaan, dan medan. Data pada penelitian PCI sebelumnya diperoleh dari segi tekanan permukaan di sepanjang jalan, sedangkan pada penelitian ini data diperoleh dengan kondisi tekanan permukaan dan pengaruh bencana sepanjang jalan yang termasuk dalam *black zone* atau zona rawan bencana. Pada penelitian sebelumnya tidak membahas tentang multi rawan bencana, sedangkan pada penelitian ini membahas tentang multi rawan bencana yang terfokus pada 4 macam bencana yaitu bencana banjir, tanah longsor, gempa bumi, dan amblesan.

Gigovic dkk. (2017) melakukan penelitian tentang “Aplication of GIS-Interval Rough AHP Methodology for Flood Hazard Mapping in Urban Areas” penelitian ini bertujuan menyajikan metodologi multi kriteria GIS yang andal untuk pemetaan zona bahaya di wilayah rawan banjir di daerah perkotaan. Penelitian ini menggunakan metode gabungan antara SIG (Sistem Informasi Geografis) dan analisis keputusan multi-kriteria (MCDA). Metodologi ini mempertimbangkan enam faktor yang relevan dengan bahaya banjir di daerah perkotaan, yaitu ketinggian, kemiringan, jarak ke jaringan air limbah, jarak dari permukaan air, muka air dan penggunaan lahan. Mempertimbangkan sifat dan keparahan kriteria yang diamati, dan diuji dengan menggunakan tiga scenario, modalitas proses hirarki analitik (AHP). Yang pertama menggunakan pendekatan baru untuk eksploitasi ketidakpastian dalam penerapan teknik AHP, angka kasar interval (IR’AHP). Yang kedua menggunakan teknik *fuzzy* untuk eksploitasi ketidakpastian dengan metode (F’AHP), dan scenario ketiga merenungkan penggunaan metode AHP tradisional (crisp). Hasil menunjukkan bahwa metodologi IR’AHP memberikan tingkat kompatibilitas tertinggi dengan data historis tentang banjir. Peta yang dihasilkan menunjukkan bahwa daerah dengan bahaya banjir sangat tinggi ada di tepi sungai Danube.

Perbedaan dengan penelitian “Pemetaan Pada Ruas Jalan Sebagai Identifikasi untuk Multi Rawan Bencana Berbasis GIS dan Metode PCI.” Yaitu pada penelitian sebelumnya mengkaji bencana banjir pada daerah perkotaan, sedangkan pada penelitian ini bencana yang dikaji meliputi bencana banjir, tanah longsor, gempa bumi, dan amblesan. Penelitian sebelumnya menggunakan metode gabungan antara SIG (Sistem Informasi Geografis) dan analisis keputusan multi-kriteria (MCDA), sedangkan penelitian ini menggunakan SIG metode skoring dan pembobotan. Penelitian sebelumnya melakukan pengujian menggunakan 3 scenario yaitu AHP, *fuzzy*, dan *Crisp*, sedangkan pada penelitian ini menggunakan parameter-parameter yang diskoring untuk menentukan tingkat kerawanannya.

Xu (2015) melakukan penelitian tentang “Preparation of earthquake-triggered landslide inventory maps using remote sensing and GIS technologies: Principles and Case Studies” penelitian ini berfokus kepada beberapa metode, yang merupakan kriteria atau prinsip umum untuk membentuk peta inventaris tanah longsor yang dipicu gempa bumi. Prinsip-prinsip tersebut meliputi poin-poin utama berikut: tanah longsor harus dipetakan selama dapat dikenali dari gambar; posisi batas dan area sumber tanah longsor harus dipetakan; pola distribusi spasial tanah longsor yang dipicu gempa bumi harus berkelanjutan; tanah longsor kompleks harus dibagi beberapa kelompok yang berbeda; dan inventaris seismic lansekap harus dibangun oleh ekstraksi visual daripada ekstraksi otomatis gambar satelit atau foto udara. Prinsip-prinsip tersebut diterapkan dalam pembuatan peta inventaris dari empat peristiwa yaitu: 12 mei 2008 Wenchuan, China Mw 7.9, 14 April 2010 Yushu, China Mw 6.9, 12 Januari 2010 Haiti Mw 7.0, dan 2007 Aysen Fjord, Chili Mw 6.2.

Perbedaan dengan penelitian “Pemetaan Pada Ruas Jalan Sebagai Identifikasi untuk Multi Rawan Bencana Berbasis GIS dan Metode PCI.” Adalah pada penelitian sebelumnya tertuju pada bencana tanah longsor yang dipicu oleh gempa bumi, sedangkan pada penelitian ini mengkaji bencana banjir, tanah longsor, gempa bumi, dan amblesan berdasarkan parameter masing-masing. Pembuatan peta pada penelitian sebelumnya berdasarkan empat peristiwa yang terjadi di China, Haiti, dan Chili, sedangkan penelitian ini pembuatan peta berdasarkan skoring pada parameter-parameter tiap bencana.

Maulana dan Wulan (2015) melakukan penelitian tentang “Pemetaan Multi-rawan Kabupaten Malang Bagian Selatan Dengan Menggunakan Pendekatan Bentangalam” Penelitian ini bertujuan melakukan pemetaan multi-rawan Kabupaten Malang menggunakan pendekatan bentangalam. Penelitian ini menggunakan metode skoring untuk menentukan tingkat kerawanannya. Menggunakan data peta RBI, Citra Landsat periode perekaman 2015 dengan *pan-sharpened*, serta berbagai data sekunder. Berdasarkan penelitian wilayah Kabupaten Malang didominasi oleh bentuklahan dengan asal proses structural, fluvial, karts dan marine. Hasil analisis penelitian menunjukkan Kabupaten Malang memiliki kerawanan terhadap bencana banjir, longsor, dan tsunami. Bencana longsor kebanyakan terjadi di daerah berbentuklahan structural, sedangkan banjir terjadi di daerah berbentuklahan fluvial. Kecamatan Sumbermanjing Wetan memiliki tingkat kerawanan longsor dan banjir paling tinggi di pesisir Kabupaten Malang.

Perbedaan dengan penelitian “Pemetaan Pada Ruas Jalan Sebagai Identifikasi untuk Multi Rawan Bencana Berbasis GIS dan Metode PCI.” Yaitu penelitian terdahulu berlokasi di daerah malang, sedangkan penelitian ini berlokasi di Jalan Srandakan, Bantul. Bencana yang diidentifikasi pada penelitian terdahulu adalah bencana banjir, longsor, dan tsunami, sedangkan pada penelitian ini bencana yang diidentifikasi adalah bencana banjir, tanah longsor, gempa bumi, dan amblesan. Pada proses pengolahan pemetaan menggunakan metode *Overlay* dengan *software ArcGis 10.3*. Hasil akhir menunjukkan 3 kelas kerawanan yaitu kelas rawan rendah, kelas rawan sedang, dan kelas rawan tinggi sesuai dengan kelas yang dimiliki tiap bencana dan multi-rawan bencana.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Geomorfologi

Menurut *The American Geological Institute's, Glossary of Geology and Related Sciences*, geomorfologi adalah pengujian yang sistematis dan pemahaman bentuk-lahan, mempelajari perubahan bentuk-lahan dan proses kejadiannya serta penafsiran kejadian masa lalu (Bermana, 2006). Geomorfologi adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari bentuk permukaan bumi, khususnya klasifikasi, pembentukan dan perkembangan bentuk-lahan serta hubungannya terhadap

struktur dan perubahan sejarah yang ditunjukkan oleh penampakan permukaan bumi. (Bates, R.L dan Jackson, J.A., 1987, dalam Bermana, 2006). Secara umum geomorfologi merupakan suatu ilmu yang mempelajari bentuk rupa atau permukaan bumi dan termasuk bentuk perubahan-perubahan yang terjadi baik secara alami maupun nonalami.

2.2.2. Kebencanaan

A. Bencana (*Disaster*)

Bencana menurut Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang penanggulangan 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 digolongkan menjadi 3 menurut faktor terjadinya yaitu:

1. Bencana Alam

Bencana yang terjadi karena peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam antara lain gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, dan tanah longsor.

2. Bencana Nonalam

Bencana yang terjadi karena peristiwa atau rangkaian peristiwa nonalam antara lain berupa gagal teknologi, gagal modernisasi, epidemic, dan wabah penyakit.

3. Bencana Sosial

Bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa diakibatkan oleh manusia yang meliputi konflik sosial antarkelompok atau antar komunitas masyarakat, dan terror.

Bencana adalah gangguan terhadap fungsi suatu komunitas atau masyarakat pada skala apapun karena peristiwa berbahaya, yang menyebabkan kerugian dan berdampak terhadap manusia, material, ekonomi, dan lingkungan. Kerusakan akibat bencana terjadi selama dan segera setelah bencana dan diukur dalam satuan fisik (meter persegi rumah, kilometer jalan, dll) dan menggambarkan kerusakan asset fisik, gangguan layanan, dan kerusakan sumber

mata pencaharian di daerah yang terkena dampak. Dampak bencana adalah efek dari peristiwa berbahaya atau bencana yang mencakup dampak ekonomi, manusia dan lingkungan, serta dapat mencakup kematian, cedera, penyakit, dan dampak negative lainnya pada kesejahteraan fisik, mental, dan sosial manusia. (UNISDR)

B. Bahaya (*Hazard*)

Bahaya (*Hazard*) adalah sebuah fenomena fisik atau aktivitas manusia yang memiliki potensi untuk merusak, yang dapat menyebabkan cedera atau hilangnya nyawa, gangguan social, kerusakan harta benda atau ekonomi, dan kerusakan social (ISDR, 2004, dalam Novitasari, dkk, 2015). Bahaya dapat disebabkan oleh alam (*natural hazard*) maupun nonalam. Bahaya memiliki sumber utama (*main hazard*) serta bahaya lanjutan (*collateral hazard*). Bahaya memiliki beberapa aspek yang berpotensi menimbulkan bencana antara lain aspek geologi, aspek biologi, aspek teknologi, dan aspek lingkungan.

C. Risiko (*Risk*)

Menurut Undang-undang No 24 Tahun 2007 tentang, Risiko bencana adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah dan kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilang rasa aman, mengungsi, kerusakan atau hilang harta, dan gangguan kegiatan manusia.

Pengurangan resiko bencana adalah sebuah kegiatan untuk mengurangi tingkat ancaman dan kerentanan serta berperan dalam meningkatkan kemampuan masyarakat dalam menghadapi bencana. Pengurangan resiko bencana dilakukan dengan melalui kegiatan sebagai berikut:

1. Pengenalan dan pemantauan terhadap risiko bencana.
2. Penerapan upaya fisik, non fisik, dan pengaturan penanggulangan bencana.
3. Pengembangan budaya sadar bencana.
4. Perencanaan partisipatif penganggulangan bencana.
5. Peningkatan komitmen terhadap pelaku penanggulangan bencana.

2.2.3. Macam-macam Bencana

A. Bencana Banjir (*Flood Disaster*)

Banjir (*flood*) adalah suatu aliran air dengan debit yang besar dan menggenangi daratan yang disebabkan oleh intensitas hujan yang tinggi dan

melebihi daya tampung saluran air yang ada. menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Banjir adalah peristiwa atau keadaan dimana suatu daerah atau daratan terendam karena volume air meningkat.

Banjir yang terjadi di Indonesia merupakan kombinasi faktor alam dan antropogenik. Faktor utama penyebab terjadinya banjir adalah hujan yang berlangsung lama dengan intensitas tinggi. Adapun faktor lain adalah lemahnya pengawasan terhadap penggunaan lahan pada zona-zona yang rentan terhadap bencana banjir (Hamdani dkk. 2014).

Menurut Hamdani dkk. (2014) Terdapat 3 faktor yang berpengaruh terhadap banjir, yaitu:

- 1) Elemen Meteorologi (intensitas, frekuensi, distribusi, dan lamanya hujan berlangsung).
- 2) Karakteristik DAS (luas, ketinggian, kemiringan lahan, dan kadar air tanah).
- 3) Faktor manusia yang mempengaruhi atau alih fungsi area konservasi, menurunkan kemampuan tanah dalam menyerap dan menahan air dimana dapat memicu *run off* dan juga erosi.

B. Bencana Tanah Longsor (*Landslide Disaster*)

Longsor adalah suatu peristiwa pergerakan massa tanah dan atau batuan, ataupun pencampuran keduanya, yang menuruni atau keluar lereng yang diakibatkan terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng (BNPB, 2013 dalam Gunadi dkk. 2015). Longsor atau gerakan massa tanah kerap berkaitan dengan proses yang terjadi secara ilmiah pada bentang alam. Bentang alam adalah bentuk alam yang ada pada permukaan bumi seperti gunung, perbukitan, bukit, dataran dan lereng. (Karnawati, 2005 dalam Pratiwi dkk. 2016).

Tanah longsor adalah bencana yang kerap terjadi di daerah beriklim tropis basah. Tanah longsor atau gerakan massa tanah ini dapat menyebabkan kerusakan secara langsung seperti rusaknya fasilitas umum, lahan pertanian dan perkebunan, maupun korban jiwa. Tanah longsor juga dapat menyebabkan kerusakan secara tidak langsung yang melumpuhkan kegiatan pembangunan dan aktivitas ekonomi masyarakat di daerah tersebut dan sekitarnya (Hardiyatmo, 2006, dalam Gunadi, 2015).

C. Bencana Gempa Bumi (Earthquake Disaster)

Gempa bumi adalah peristiwa bergetarnya bumi akibat dari pelepasan energi yang ada di dalam secara tiba-tiba dan ditandai dengan patahnya lapisan batuan pada kerak bumi (BMKG, 2014). Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menyebutkan gempa bumi adalah getaran atau guncangan yang terjadi pada permukaan bumi disebabkan oleh patahan aktif, lempeng bumi yang saling bertubukan, aktivitas gunung api, dan runtuh batuan.

D. Bencana Amblesan (Subsidence Disaster)

Amblesan (*Subsidence*) adalah peristiwa berubahnya elevasi pada suatu daerah dikarenakan permukaan bumi bergerak ke bawah. Menurut Sudarsono, dkk (2008), amblesan (*subsidence*) adalah gerakan ke bawah di permukaan bumi dari suatu datum, sehingga elevasi muka tanahnya berkurang atau menjadi lebih rendah dari semula.

Amblesan disebabkan oleh beberapa pengaruh seperti adanya tambang dibawah permukaan bumi, adanya cairan seperti air tanah dan minyak bumi, dan proses pelarutan batu gamping, batu garam, dolomite, gypsum, kompaksi, dan tektonik. Hilangnya cairan akibat ekstraksi dapat menyebabkan konsolidasi pada pori-pori yang kosong, sehingga pori-pori yang terisi cairan menjadi padat karena beban material di atasnya, hal ini menyebabkan volume tanah berkurang dan menimbulkan amblesan (Sudarsono dkk. 2008).

2.2.4. Indeks Bencana

Peraturan kepala BNPB no.2 tahun 2012 tentang pedoman umum pengkajian risiko bencana menyebutkan bahwa indeks ancaman bencana disusun berdasarkan dua komponen utama, berdasarkan besaran dampak yang pernah tercatat dan kemungkinan terjadi ancaman untuk bencana yang terjadi. Indeks ini disusun berdasarkan data dan catatan sejarah kejadian yang pernah terjadi pada suatu daerah.

Komponen utama pada penyusunan peta risiko dipetakan menggunakan perangkat GIS (*Geographic Information System*). Komponen dan indikator perhitungan indeks ancaman bencana dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut:

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

No	Bencana	Komponen	Kelas Indeks			Bobot Total	Bahan Rujukan
			Rendah	Sedang	Tinggi		
1	Banjir	Peta zonasi daerah rawan banjir	Rendah (<1m)	Sedang (1-3m)	Tinggi (>3m)	100%	Panduan dari Badan Geologi Nasional-ESDM
2	Tanah Longsor	Peta 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
3	Gempa Bumi	1.Peta bahaya gempa bumi 2.Peta zonasi gempa bumi 2010 (divalidasi dengan data kejadian)	Rendah (<i>peak ground acceleration value</i> <0,2501)	Sedang (<i>peak ground acceleration value</i> 0,2501-0,70)	Tinggi (<i>peak ground acceleration Value</i> >0,70)	100%	SNI yang merujuk pada panduan yang diterbitkan oleh Badan Geologi Nasional

A. Banjir (*Flood*)

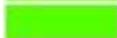
Gunakan field Kelas Rawan. Hanya terdapat satu jenis kelas yaitu rawan banjir. Skoring dan pembobotan kerawanan banjir ditunjukkan pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Skoring dan Pembobotan Kerawanan Banjir (Perka 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

B. Tanah Longsor (*Landslide*)

Gunakan fiel kerentanan. Jadikan nilai dari 4 kelas menjadi 3 kelas sesuai dengan kriteria dibawah.

	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 (Perka BNPB, 2012)

Tabel 2. 3 Skor dan Pembobotan Tanah Longsor (Perka BNPB No.2, 2012)

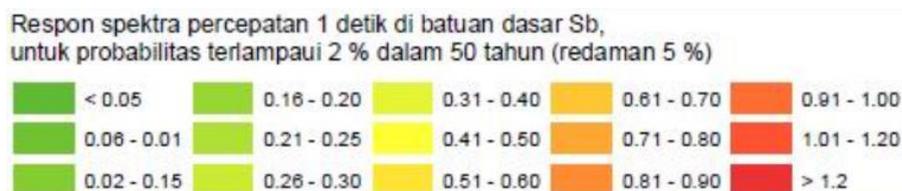
Zona Ancaman		Kelas	Nilai	Bobot (%)	Skor
Gerakan Tanah Sangat Rendah, Rendah	Rendah	1	100	0.333333	
Gerakan Tanah Menengah	Sedang	2	100	0.666667	
Gerakan Tanah Tinggi	Tinggi	3	100	1.000000	

C. Gempa Bumi

Untuk melakukan pengkelasan hazard, menggunakan nilai berikut:

Tabel 2. 4 Skoring dan Pembobotan Kerawanan Gempa Bumi (Perka 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
>0.70	Tinggi	3	100	1.000000



Gambar 2. 2 Respon Specta Percepatan (Perka BNPB, 2012)

2.2.5. Skoring dan Pembobotan

A. Banjir (*Flood*)

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

1. Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan adalah curah hujan bulanan yang didapatkan dari data statistik Badan Pusat Statistik Kabupaten Bantul, yang diolah menjadi peta dan didapatkan pembagian wilayah berdasarkan curah hujan. Pembagian klasifikasi curah hujan dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2. 5 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

Kelas lereng diklasifikasikan berdasarkan data DEMNAS Badan Informasi Geospasial (BIG). Klasifikasi kelas lereng dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2. 6 Klasifikasi Kelas Lereng

Kelas	Kelas Lereng (%)	Klasifikasi	Skor
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

3. Bentuk Lahan

Bentuk lahan diklasifikasikan menggunakan data DEMNAS Badan Informasi Geospasial. Klasifikasi bentuk lahan dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2. 7 Klasifikasi Bentuk Lahan (Bintari, 2018)

Bentuk Lahan	Skoring
Pegunungan, perbukitan, dinding terjal (<i>Scarp</i>)	0

Tabel 2. 7 Lanjutan Klasifikasi Bentuk Lahan (Bintari, 2018)

Bentuk Lahan	Skoring
Kaki gunungapi, lereng kaki gunungapi, lereng kaki rombakan, kerucut koluviyal, kipas fluvio gunung api	1
Dataran alluvial, dataran fluviomarin, dataran kaki, dataran antar gunungapi, lembah antar perbukitan	3

Potensi kerawanan banjir dapat dinilai dari hasil analisis skoring curah hujan bulanan, bentuk lahan, dan kelas lereng, skor dari setiap variable akan dijumlahkan untuk menentukan kelas kerawanan. Kelas Kerawanan Bencana Banjir dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2. 8 Kelas Kerawanan Bencana Banjir (Bintari, 2018)

Total penjumlahan skoring curah hujan, kelas lereng, bentuk lahan	Kelas kerawanan bencana banjir	Skoring kerawanan bencana banjir
3-4	Rendah	1
5-6	Sedang	2
7-9	Tinggi	3

B. Tanah Longsor (*Landslide*)

Identifikasi dan analisis kerawanan bencana tanah longsor dilakukan menggunakan 2 parameter yaitu kelas lereng dan tingkat torehan.

1. Kelas Lereng

Kelas lereng diklasifikasikan berdasarkan data DEMNAS Badan Informasi Geospasial (BIG). Klasifikasi kelas lereng dapat dilihat pada Tabel 2.9 berikut.

Tabel 2. 9 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

Kelas Torehan didapatkan dengan klasifikasi kelas menggunakan peta DEMNAS. Klasifikasi kelas tingkat torehan dapat dilihat pada Tabel 2.10 berikut.

Tabel 2. 10 Klasifikasi Tingkat Torehan (Bintari, 2018)

Kelas	Tingkat Torehan	Skoring Tingkat Torehan
I	Datar	0
II	Berombak	1
III	Bergelombang	2
IV	Perbukitan	3

Kerawanan Bencana Longsor dapat dinilai dari hasil analisis skoring kelas lereng, dan tingkat torehan. Skor dari setiap variable kemudian dijumlahkan untuk menentukan kelas kerawanan. Kelas kerawanan bencana banjir dapat dilihat pada Tabel 2.11 berikut.

Tabel 2. 11 Kelas Kerawanan Bencana Longsor (Bintari, 2018)

Hasil penjumlahan skoring kelas lereng, dan tingkat torehan	Kelas Kerawanan Longsor	Skoring Kerawanan Longsor
1-2	Tidak Rawan	0
3	Rawan Rendah	1
4	Rawan Sedang	2
5-6	Rawan Tinggi	3

C. Gempa Bumi (*Earthquake*)

Identifikasi dan analisis bencana gempa bumi dilakukan berdasarkan peta kawasan rawan bencana gempa bumi oleh Pusat Vulkanologi Mitigasi Bencana dan Geologi. Kelas kerawanan bencana gempa bumi dapat dilihat pada Tabel 2.12.

Tabel 2. 12 Kelas Kerawanan Bencana Gempa Bumi

Kawasan Rawan Bencana	Kelas Kerawanan Bencana Gempa Bumi	Skoring Kerawanan Bencana Gempa Bumi
Rawan Sangat Rendah	Sangat Rendah	0
Rawan Rendah	Rendah	1
Rawan Sedang	Sedang	2
Rawan Tinggi	Tinggi	3
Rawan Sangat Tinggi	Sangat Tinggi	4

D. Amblesan (*Subsidence*)

Identifikasi dan analisis kerawanan bencana amblesan dapat dilakukan berdasarkan kecepatan penurunan lahan. Penilaian daerah rawan amblesan dilakukan menggunakan pendekatan *landscape analysis* (bentuk lahan). Parameter analisis kerawanan penurunan muka tanah dapat dilihat pada Tabel 2.13.

Tabel 2. 13 Parameter kerawanan penurunan muka tanah (Bintari, 2018)

Parameter	Tingkat Kerawanan (Skoring Kerawanan Bencana Amblesan)		
	Rendah (1)	Sedang (2)	Tinggi (3)
Penggunaan Lahan	Hutan Alam, Hutan Lindung	Kebun Campuran, Semak Belukar	Pemukiman, Tambak, Rawa
Bentuk Lahan	Dataran, Bergelombang, Miring	Dataran Aluvial	Datarn Bnjir, Teras, Lembah

E. Multi-rawan Bencana

Multi-rawan bencana merupakan informasi tingkat kerawanan bencana pada suatu daerah terhadap beberapa ancaman bencana alam. Multi-rawan bencana yang dalam penelitian ini adalah kerawanan Jalan Srandakan terhadap empat bencana yaitu bencana banjir, tanah longsor, gempa bumi, dan amblesan. Tingkat kerawanan bencana didapatkan dari hasil penjumlahan skor kerawanan bencana banjir, tanah longsor, gempa bumi, dan amblesan yang sebelumnya sudah dilakukan pembobotan. Jumlah skor tersebut kemudian diklasifikasikan dalam beberapa kelas multi-rawan yang telah disesuaikan dengan Perka BNPB No.2 Tahun 2002 dan BIG 2018. Klasifikasi kelas multi-rawan dapat dilihat pada Tabel 2.14.

Tabel 2. 14 Kelas Potensi Multi-rawan Bencana

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

2.2.6. SIG (Sistem Informasi Geografis)

SIG adalah alat yang bermanfaat sebagai pengumpulan, penimbunan, pengambilan data kembali dan penayangan data keruangan yang berasal dari kenyataan dunia. (Burrough, 1986 dalam Novitasari dkk.). SIG merupakan sebuah sistem informasi yang menggunakan komputer untuk memasukkan, mengelola, memanipulasi, dan menganalisis data serta memberi uraian. (Aronoff, 1989 dalam Novitasari dkk.). Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah teknologi informasi yang dapat memberikan informasi *real time* maupun *time series*. Informasi Jalan, populasi penduduk dan keadaan *topografi* bumi dapat dibuat kedalam format peta yang jelas. Maka dari itu sistem informasi geografis sangat efektif untuk digunakan sebagai salah satu upaya penanganan dan manajemen bencana alam.

ArcGIS adalah sebuah *software* yang menyediakan kerangka kerja *scalable* atau bisa diperluas sesuai dengan kebutuhan untuk mengimplementasikan suatu rancangan aplikasi GIS, bagi pengguna yang berbasis *desktop*, dan bisa juga menggunakan *server* untuk memanfaatkan layanan web. Bahkan dengan kecanggihan zaman *ArcGIS* membuat aplikasi tersendiri yang dapat digunakan dengan *mobile* untuk memudahkan penggunaannya di lapangan. ArcGIS terdiri dari beberapa *framework* yang akan berkembang sesuai dengan kebutuhan penggunanya. (Tutorial ArcGIS Deskop dalam Novitasari dkk.).

2.2.7. Jalan

A. Definisi Jalan

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, jalan adalah seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel dan jalan kabel. Jalan juga memiliki jaringan jalan dimana jaringan jalan adalah satu kesatuan jaringan yang terdiri atas sistem jaringan primer dan sistem jaringan jalan sekunder yang terjalin dalam hubungan hierarkis.

Dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan menyebutkan bahwa jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas. Jalan diklasifikasikan menjadi beberapa macam yaitu, jalan umum, jalan khusus, jalan tol.

B. Jalan Umum

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan, jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum. Jalan umum dikelompokkan menurut sistem, kelas, status, dan fungsi. Jalan umum menurut fungsinya dikelompokkan ke dalam jalan arteri, jalan kolektor, jalan lokal, dan jalan lingkungan.

1. Jalan Kolektor

Jalan kolektor adalah jalan umum yang digunakan melayani angkutan pengumpul dan/atau pembagi dengan ciri lebar jalan lebih dari 7m, perjalanan dengan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang atau kurang dari 40km/jam, dan jumlah jalan masuk dibatasi. Jalan kolektor dikelompokkan menjadi jalan kolektor primer dan jalan kolektor sekunder.

a) Jalan Kolektor Primer

Jalan kolektor primer adalah jalan kolektor yang dikembangkan guna menghubungkan dan melayani antar pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lokal, antara pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal, ataupun antar pusat kegiatan wilayah. Jalan kolektor primer pada perencanaannya memiliki lebar jalan kurang dari 9m, dan kecepatan rencana paling rendah 40 km/jam.

b) Jalan Kolektor Sekunder

Jalan kolektor sekunder adalah jalan yang dikembangkan guna menghubungkan dan melayani kawasan sekunder dengan kawasan sekunder lainnya. Jalan kolektor sekunder merupakan jalan yang diperuntukkan angkutan pengumpul atau pembagian dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, jumlah jalan masuk dibatasi, dan kecepatan rata-rata sedang dengan peranan pelayanan jasa distribusi dalam kota. Jalan kolektor sekunder dalam perencanaannya memiliki lebar jalan kurang dari 9m, dan kecepatan rencana ≤ 20 km/jam.

2.2.8. Pavement Condition Index (PCI)

Pavemen condition index (PCI) adalah sebuah sistem penilaian kondisi perkerasan jalan berdasarkan tingkat kerusakan, dan jenis kerusakan yang terjadi dan agar dapat digunakan untuk acuan dalam usaha pemeliharaan jalan. (Ramli dkk. 2018). Metode PCI dapat memberikan informasi tentang kondisi perkerasan hanya saat survey dilakukan, tetapi tidak dapat memberikan gambaran prediksi di masa depan. Dengan melakukan survey secara periodic, informasi kondisi perkerasan dapat berguna untuk prediksi kinerja di masa depan, dan juga dapat digunakan sebagai masukan untuk pengukuran yang lebih detail (Hardiyatmo, dalam Ramli dkk. 2018).

Menurut Hardiyatmo (2007), ada beberapa jenis kerisakan perkerasan lentur, umumnya kerusakan diklasifikasikan sebagai berikut:

A. Deformasi

1. Cekungan dan Tonjolan (*Bumb and Sags*)

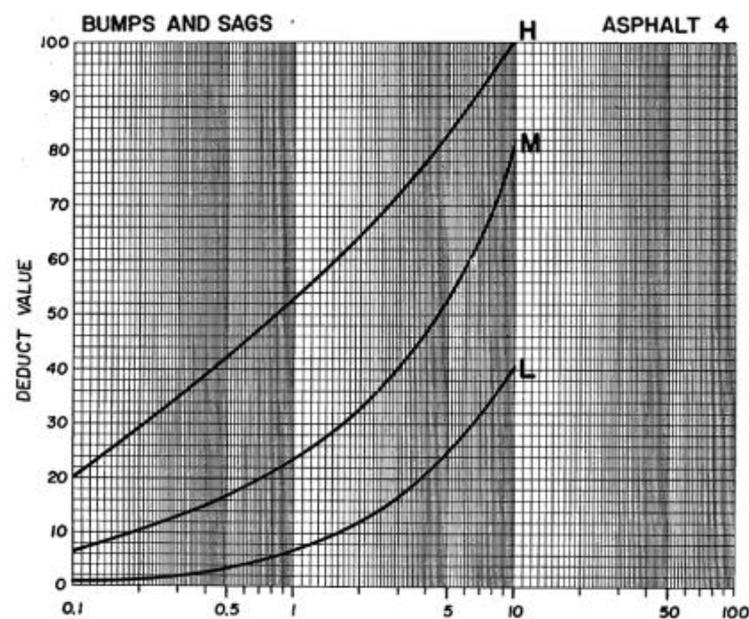
Cekungan dan tonjolan biasanya disebabkan oleh beberapa faktor yaitu tonjolan dibawah PCC *slab* pada lapisan AC, lapisan aspal bergelombang berbentuk cembung dan cekung, dan perkerasan yang menonjol ke atas pada material disertai dengan retakan akibat beban lalu lintas, dapat dilihat pada Gambar 2.3. Tingkat kerusakan cekungan dan tonjolan dapat dilihat pada Tabel 2.15, dan *deduct value* cekungan dan tonjolan dapat dilihat pada Gambar 2.4.

Tabel 2. 15 Tingkat Kerusakan Cekungan (*Bumb and Sags*) (Hardiyatmo, 2017)

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



Gambar 2. 3 Cekungan



Gambar 2. 4 Deduct Value Cekungan dan Tonjolan (ASTM, 2007)

2. Keriting (*Corrugating*)

Kerusakan ini berbentuk alur yang arahnya melintang jalan atau bentuknya menyerupai gelombang pada permukaan jalan dapat dilihat pada Gambar 2.5. Kerusakan ini sering terjadi pada area pemberhentian. Kerusakan ini biasanya terjadi karena stabilitas lapisan permukaan yang rendah, terlalu banyak agregat halus pada campuran, penggunaan material atau agregat yang tidak tepat, lapis pondasi yang sudah bergelombang sebelumnya, dan pembukaan/penggunaan lalu

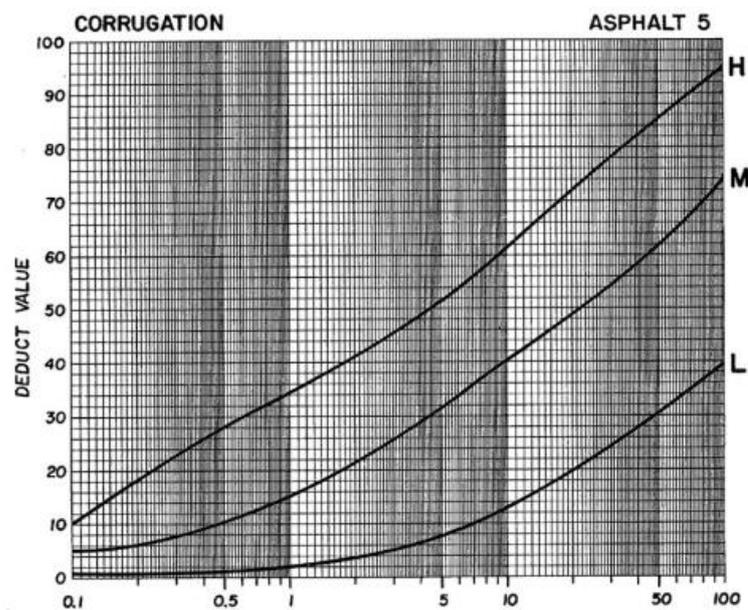
lintas saat perkerasan belum siap digunakan. Tingkat kerusakan retak keriting dapat dilihat pada Tabel 2.16, dan *deduct value* pada Gambar 2.6.

Tabel 2. 16 Tingkat Kerusakan Keriting (*Corrugating*) (Hardiyatmo, 2017)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Lembah dan bukit gelombang kecil
M	Gelombang dengan lembah agak dalam
H	Cekungan dengan lembah agak dalam disertai retakan dan celah yang agak lebar



Gambar 2. 5 Keriting (*Corrugating*)



Gambar 2. 6 Deduct Value Keriting (*Corrugating*) (ASTM, 2007)

3. Amblas (*Depression*)

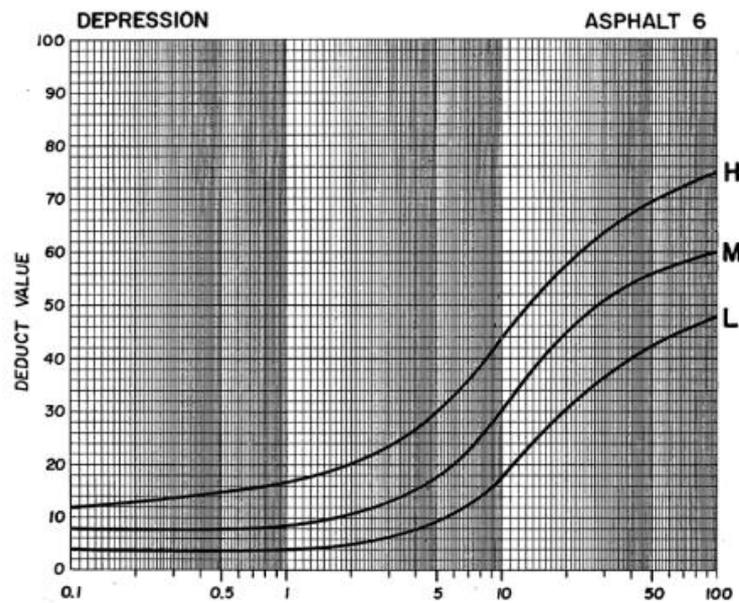
Penurunan permukaan lapisan perkerasan di lokasi tertentu disertai atau tanpa retak, seperti pada Gambar 2.7. Amblasan umumnya mempunyai kedalaman lebih dari 2cm dan berpotensi menampung air. Tingkat kerusakan amblas (*depression*) dapat dilihat pada Tabel 2.17, dan *deduct value* dapat dilihat pada Gambar 2.8.

Tabel 2. 17 Tingkat Kerusakan Amblas (*Depression*) (Hardiyatmo, 2017)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Kedalaman maksimum amblas $\frac{1}{2}$ – 1 in (13-25mm)
M	Kedalaman maksimum amblas 1-2in (25-51mm)
H	Kedalaman amblas >2in (51mm)



Gambar 2. 7 Amblas (*Depression*)



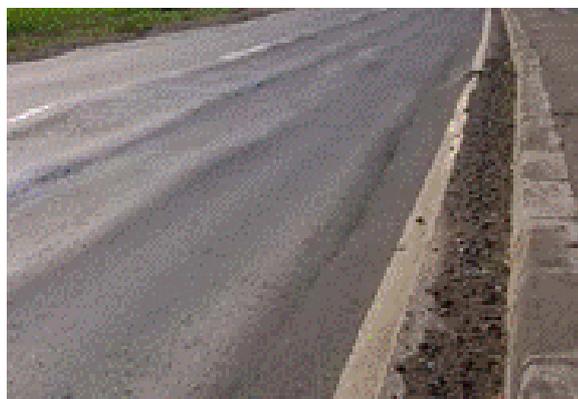
Gambar 2. 8 Deduct Value Amblas (*Depression*) (ASTM, 2007)

4. Alur (*Rutting*)

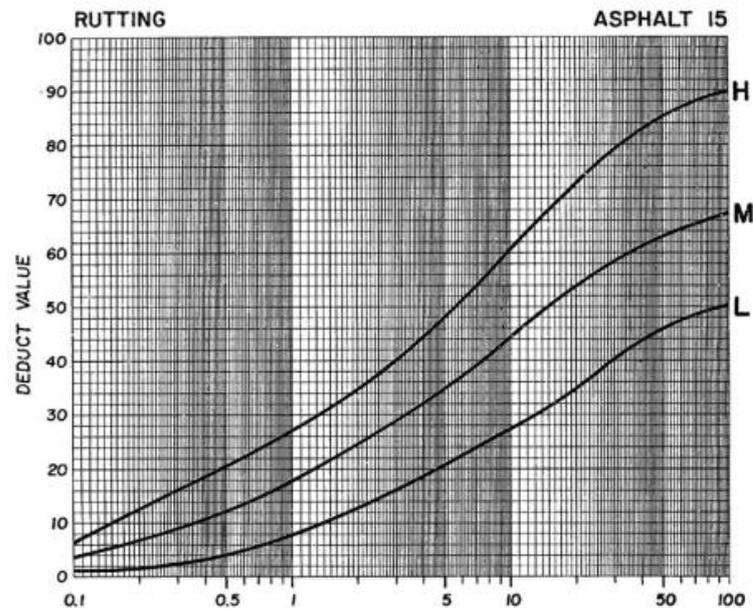
Rutting atau alur biasanya terjadi pada lintasan roda sejajar dengan as jalan dan berbentuk alur, dapat dilihat pada Gambar 2.9. Kerusakan ini disebabkan oleh lapisan permukaan yang kurang padat, menyebabkan terjadinya tambahan pemadatan akibat pengulangan beban lalu lintas pada lintasan roda, penyebab lainnya adalah campuran aspal berstabilitas rendah. Tingkat kerusakan retak alur (*rutting*) dapat dilihat pada Tabel 2.18.

Tabel 2. 18 Tingkat Kerusakan Retak Alur (*Rutting*) (Hardiyatmo, 2017)

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



Gambar 2. 9 Kerusakan Retak Alur (*Rutting*)



Gambar 2. 10 Deduct Value Kerusakan Retak Alur (*Rutting*) (ASTM, 2007)

5. Sungkur (*Shoving*)

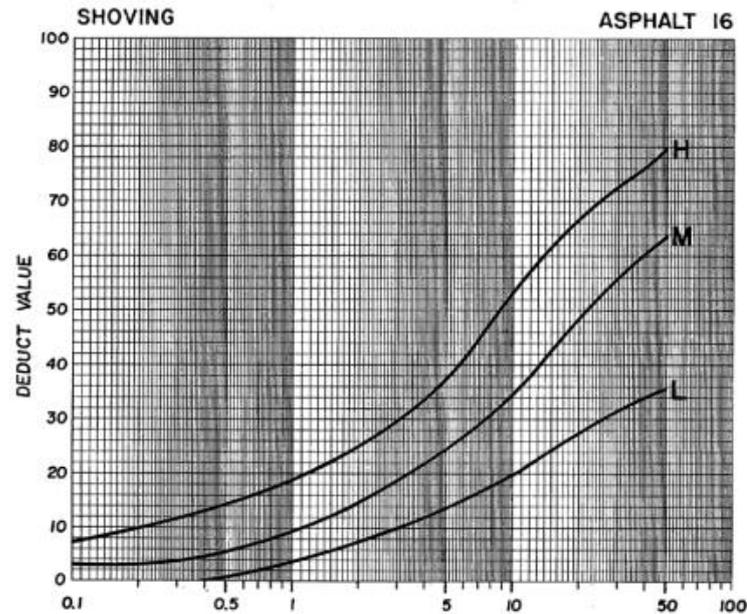
Sungkur adalah perpindahan lapisan perkerasan di bagian tertentu karena beban lalu lintas, seperti pada Gambar 2.11. Beban lalu lintas mendorong berlawanan dengan perkerasan dan menghasilkan ombak pada perkerasan. Tingkat kerusakan sungkur (*shoving*) dapat dilihat pada Tabel 2.19.

Tabel 2. 19 Tingkat Kerusakan Sungkur (*Shoving*) (Hardiyatmo, 2017)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Menyebabkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan
M	Menyebabkan cukup gangguan kenyamanan kendaraan
H	Kedalaman alur raata-rata 25,5mm



Gambar 2. 11 Kerusakan Sungkur (*Shoving*)



Gambar 2. 12 Deduct Value Kerusakan Sungkur (*Shoving*) (ASTM, 2007)

6. Mengembang (*Swell*)

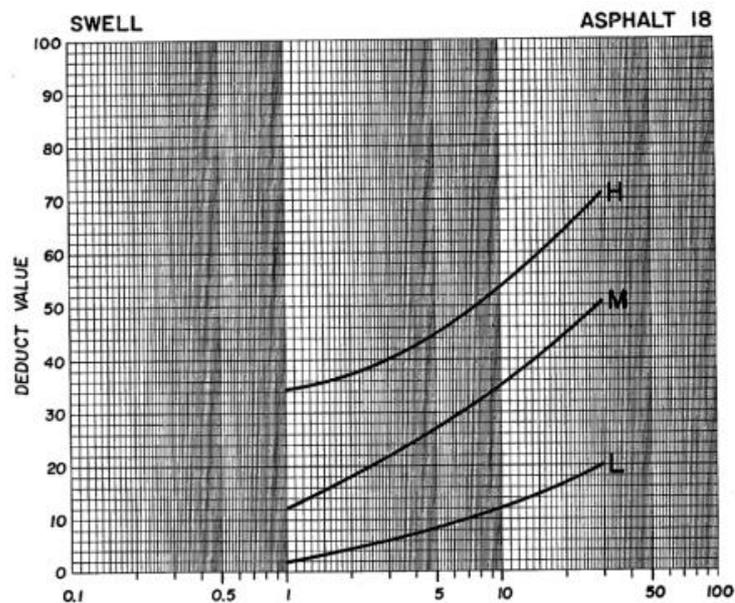
Kerusakan ini memiliki ciri-ciri permukaan mengalami pengembangan atau jembul sepanjang lapisan perkerasan, yang berangsur-angsur mengombak, dapat dilihat pada Gambar 2.13. Kerusakan ini biasanya disebabkan oleh perubahan cuaca atau tanah yang mengembang keatas. Tingkat kerusakan mengembang (*swell*) dapat dilihat pada Tabel 2.20.

Tabel 2. 20 Tingkat Kerusakan Mengembang (*Swell*) (Hardiyatmo, 2017)

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



Gambar 2. 13 Kerusakan Mengembang (*Swell*)



Gambar 2. 14 Deduct Value Kerusakan Mengembang (*Swell*) (ASTM, 2007)

B. Retak

1. Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)

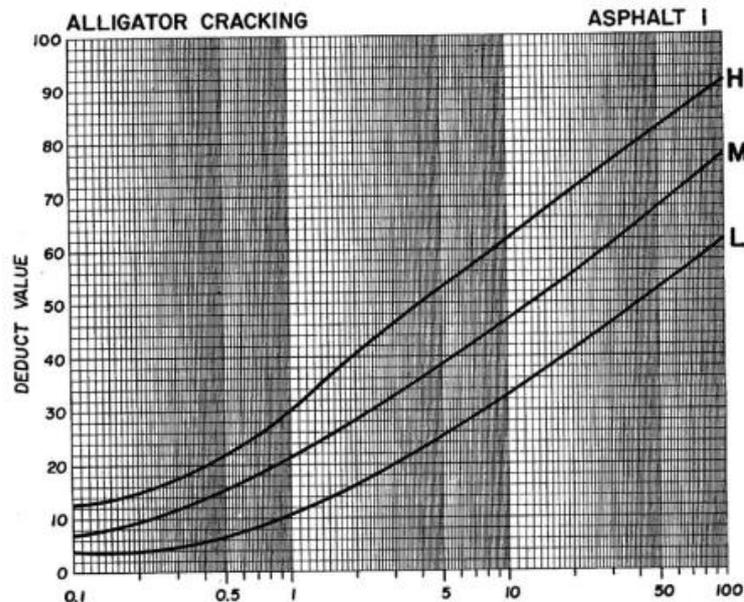
Retak yang berbentuk kotak-kotak kecil saling berangakai menyerupai kulit buaya, dengan lebar celah $\geq 3\text{mm}$, dapat dilihat pada Gambar 2.15. Retak ini biasanya disebabkan oleh beban lalu lintas yang berulang-ulang. Tingkat kerusakan retak kulit buaya dapat dilihat pada Tabel 2.21. *Deduct value* dapat dilihat pada Gambar 2.16.

Tabel 2. 21 Tingkat Kerusakan Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)
(Hardiyatmo, 2017)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Halus, retak rambut/halus memanjang sejajar satu sama lain, dengan atau tanpa berhubungan satu dengan yang lain. Tidak mengalami gompalan pada retakan.
M	Retak ringan berkembang dalam pola atau jaringan retakan yang diikuti gompalan.
H	Retak sedang, dan pola retak telah berlanjut, sehingga pecahan terlihat dengan mudah, terjadi gompalan di pinggir. Beberapa pecahan mengalami <i>rocking</i> akibat lalu lintas



Gambar 2. 15 Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)



Gambar 2. 16 Deduct Value Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*) (ASTM, 2007)

2. Retak Kotak-kotak (*Block Cracking*)

Retak ini saling berhubungan sehingga membentuk *block* atau kotak-kotak pada permukaan perkerasan jalan, dapat dilihat pada Gambar 2.17. Retak ini biasanya disebabkan oleh pergerakan vertikal atau horizontal yang terjadi di bawah lapis tambahan akibat dari perubahan kadar air pada tanah dasar yang ekspansif, dapat juga disebabkan oleh perubahan volume pada lapis pondasi dan tanah dasar. Penyebab lainnya adalah perambatan retak susut yang terjadi pada lapisan perkerasan dibawahnya, retak pada lapis perkerasan yang lama tidak diperbaiki secara benar sebelum *overlay*, serta adanya akar pohon atau utilitas lainnya di bawah lapis perkerasan. Tingkat kerusakan retak kotak-kotak dapat dilihat pada Tabel 2.22, dan *deduct value* dapat dilihat pada Gambar 2.18.

Tabel 2. 22 Tingkat Kerusakan Retak Kotak-kotak (*Block Cracking*) (Hardiyatmo, 2017)

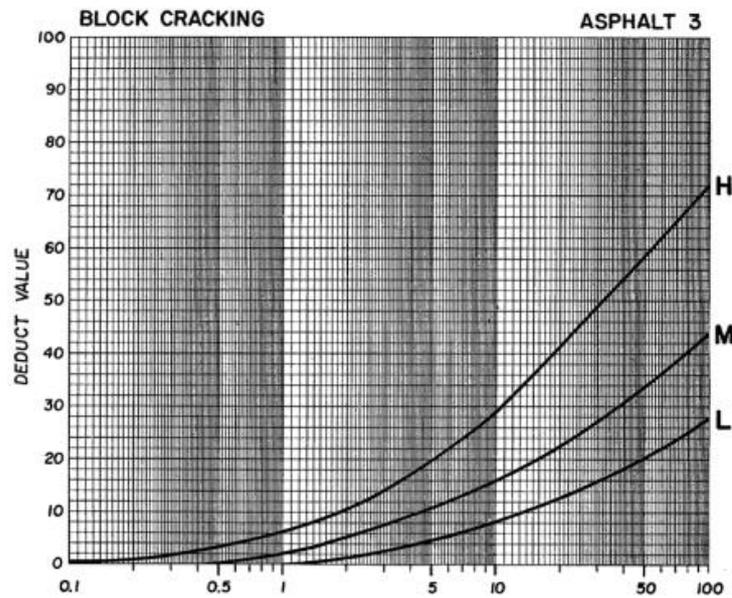
Tingkat Kerawanan	Identifikasi Kerusakan
L	Retak rambut yang membentuk kotak-kotak (<i>block</i>) besar
M	Tahap lanjutan dari retak rambut

Tabel 2.22 Lanjutan Tingkat Kerusakan Retak Kotak-Kotak (*Block Cracking*)
(Hardiyatmo, 2017)

Tingkat Kerawanan	Identifikasi Kerusakan
H	Retak membentuk bagian korak dengan celah yang besar



Gambar 2. 17 Retak Kotak-kotak (*Block Cracking*)



Gambar 2. 18 Deduct Value Retak Kotak-kotak (*Block Cracking*) (ASTM, 2007)

3. Retak Sambung (*Joint Reflect Cracking*)

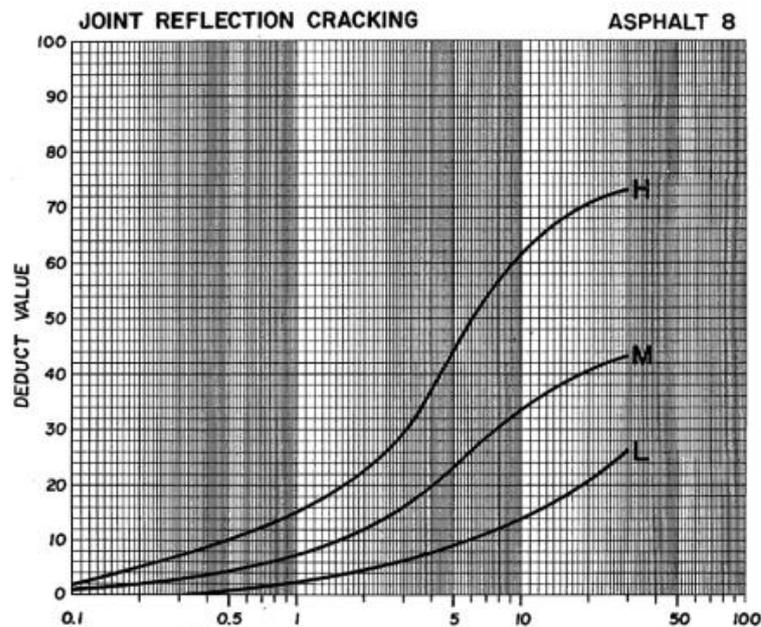
Retakan ini biasanya terdapat pada perkerasan tambahan atau *overlay* diatas beton semen. Retakan ini biasanya terjadi pada lapir permukaan tambahan (*overlay*) yang mencerminkan pola retak dalam perkerasan beton yang berada di bawahnya. Penyebab retak sambungan dapat berupa gerakan tanah dasar dan hilangnya kadar air pada tanah dasar. Tingkat kerusakan retak sambung (*joint reflect cracking*) dapat dilihat pada Tabel 2.23.

Tabel 2. 23 Tingkat Kerusakan Retak Sambung (*Joint Reflect Cracking*)(Hardiyatmo, 2017)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Retak tak terisi, dengan lebar <10mm; atau Retak terisi sembarang lebar
M	Retak tak terisi, lebar 10-76mm; atau Retak tak terisi, lebar sampai 76mm, dan dikelilingi retak ringan; atau Retak terisi, sembarang lebar yang dikelilingi retak acak ringan
H	Sembarang retak terisi atau tak terisi dikelilingi retak acak, kerusakan sedang atau tinggi; atau Retak tak terisi lebih dari 76mm; atau Retak sembarang lebar, dengan beberapa mm disekitar retakan pecah



Gambar 2. 19 Retak Sambung (*Joint Reflect Cracking*)



Gambar 2. 20 Deduct Value Retak Sambung (*Joint Reflect Cracking*) (ASTM, 2007)

4. Retak Memanjang/Melintang

Kerusakan ini yang terdiri dari beberapa celah. Kerusakan ini biasanya disebabkan oleh perambatan dari retak penyusutan lapis perkerasan di bawahnya, material bahu samping kurang baik, dan lemahnya sambungan perkerasan. Tingkat kerusakan retak memanjang/melintang (*longitudinal/transverse cracking*) dapat dilihat pada Tabel 2.24.

Tabel 2. 24 Tingkat Kerusakan Retak Memanjang/Melintang (*Longitudinal/Transverse Cracking*) (Hardiyatmo, 2017)

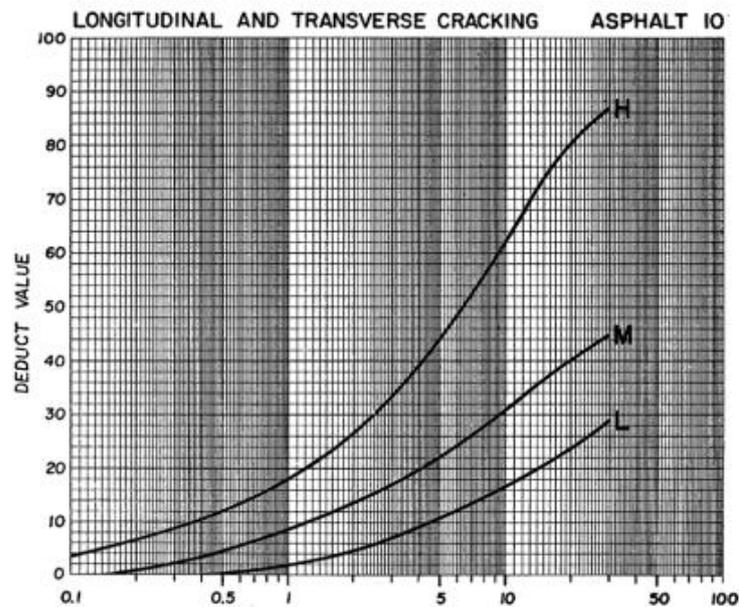
Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Retak tak terisi, lebar <10mm; atau Retak terisi sembarang lebar
M	Retak tak terisi, lebar 10-76mm; atau retak tak terisi, lebar 76mm dikelilingi retak ringan; atau retak terisi, sembarang lebar yang dikelilingi retak acak ringan

Tabel 2.24 Lanjutan Tingkat Kerusakan Retak Memanjang/Melintang
(*Longitudinal/Transverse Cracking*) (Hardiyatmo, 2017)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
H	Sembarang Retak terisi atau tak terisi dikelilingin retak acak, kerusakan sedang atau tinggi; atau Retak tak terisi lebih dari 76mm; atau Retak sembarannng lebar, dengan beberaoo mm disekitar retakan, pecah (retak barat menjadi pecahan)



Gambar 2. 21 Retak Memanjang/Melintang (*Longitudinal/Transverse Cracking*)



Gambar 2. 22 Deduct Value Retak Memanjang/Melintang
(*Longitudinal/Transverse Cracking*) (ASTM, 2007)

5. Patah Slip/Bulan Sabit (*Slippage Cracking*)

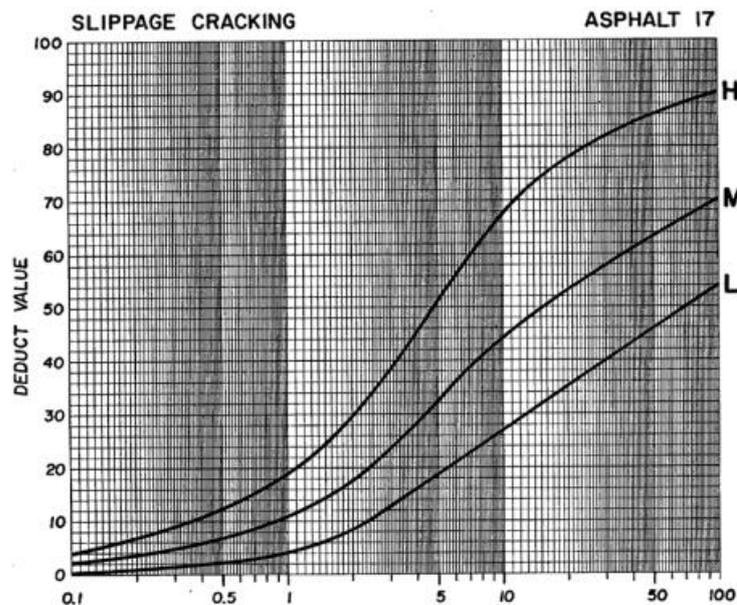
Patah slip/bulan sabit (*slippage cracking*) adalah retak berbentuk seperti bulan sabit yang penyebabnya adalah terdorongnya lapisan perkerasan atau meluncur merusak bentuk lapis perkerasan. Penyebab lainnya adalah kekuatan pencampuran lapis perkerasan yang rendah dan jelek, komposisi pada agregat terlalu banyak agregat halus dan penghamparan campuran aspal pada suhu yang terlalu rendah. Tingkat kerusakan retak patah slip (*slippage cracking*) terdapat pada Tabel 2.25.

Tabel 2. 25 Tingkat Kerusakan Retak Patah Slip (*Slippage Cracking*)
(Hardiyatmo, 2017)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Retak rata-rata lebar <10mm
M	Retak rata-rata 10-38mm. Area di sekitar retakan pecah, kedalaman pecahan terikat
H	Retak rata-rata >38mm. Area di sekitar retakan, pecah kedalam pecahan mudah terbongkar



Gambar 2. 23 Kerusakan Retak Patah Slip (*Slippage Cracking*)



Gambar 2. 24 Deduct Value Kerusakan Retak Patah Slip (*Slippage Cracking*) (ASTM, 2007)

C. Kerusakan Tekstur Permukaan

1. Kegemukan (*Bleeding*)

Kerusakan ini dapat dilihat dengan adanya lapisan tipis aspal pada permukaan perkerasan dan saat temperature permukaan perkerasan pada kondisi tinggi atau pada lalu lintas yang berat, dapat dilihat pada Gambar 2.24. Kerusakan ini biasanya disebabkan oleh penggunaan aspal yang tidak merata dan tidak menggunakan binder yang sesuai akibatnya aspal keluar dari lapisan bawah yang mengalami kelebihan aspal. Kerusakan ini biasanya terdapat pada aspal yang memiliki kadar aspal yang sangat tinggi pada campurannya. Tingkat kerusakan kegemukan dapat dilihat pada Tabel 2.26, dan deduct value kegemukan dapat dilihat pada Gambar 2.25.

Tabel 2. 26 Tingkat Kerusakan Kegemukan (*Bleeding*) (Hardiyatmo, 2017)

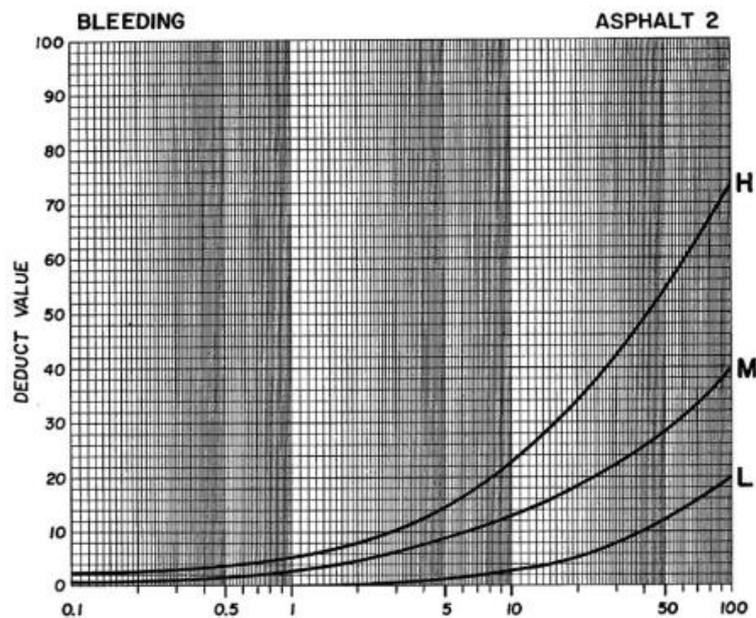
Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Kegemukan hanya terjadi pada derajat rendah, dan Nampak hanya beberapa hari dalam satu tahun. Aspal tidak melekat pada roda kendaraan.

Table 2.26 Lanjutan Tingkat Kerusakan Kegemukan (*Bleeding*) (Hardiyatmo, 2017)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
M	Kegemukan mengakibatkan aspal melekat pada roda kendaraan, terjadi beberapa minggu dalam satu tahun.
H	Kegemukan terjadi lebih dari beberapa minggu dalam satu tahun. Kegemukan begitu nyata, dan banyak aspal melekat pada roda kendaraan.



Gambar 2. 25 Kegemukan (*Bleeding*)



Gambar 2. 26 Deduct Value Kegemukan (*Bleeding*) (ASTM, 2007)

2. Pengausan Agregat (*Polished Aggregate*)

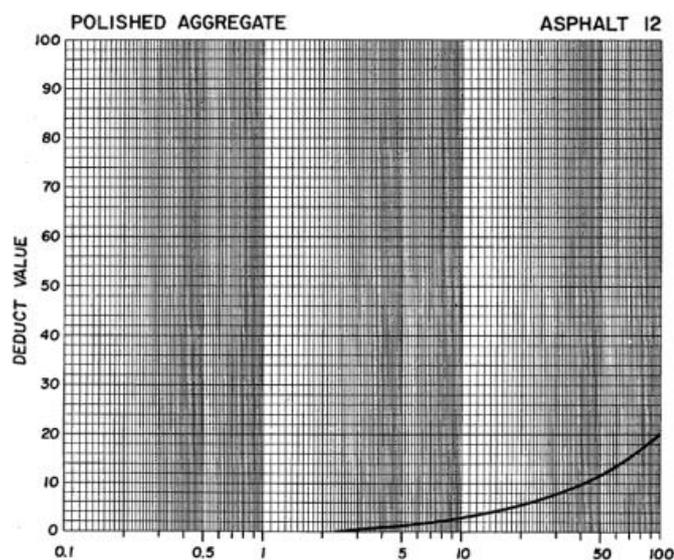
Penyebab kerusakan ini adalah penerapan lalu lintas yang berulang-ulang sehingga agregat menjadi licin dan kerekatan terhadap permukaan roda pada tekstur perkerasan yang mendistribusikannya menjadi tidak sempurna. Tingkat kerusakan pengausan agregat (*polished aggregate*) dapat dilihat pada Tabel 2.27.

Tabel 2. 27 Tingkat Kerusakan Pengausan Agregat (*Polished Aggregate*)
(hardiyatmo, 2017)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Agregat masih menunjukkan kekuatan
M	Agregat sedikit mempunyai kekuatan
H	Agregat tanpa menunjukkan kekuatan



Gambar 2. 27 Pengausan Agregat (*Polished Aggregate*)



Gambar 2. 28 Deduct Value Pengausan Agregat (*Polished Aggregate*) (ASTM, 2007)

3. Pelepasan Butiran (*Weathering/Ravelling*)

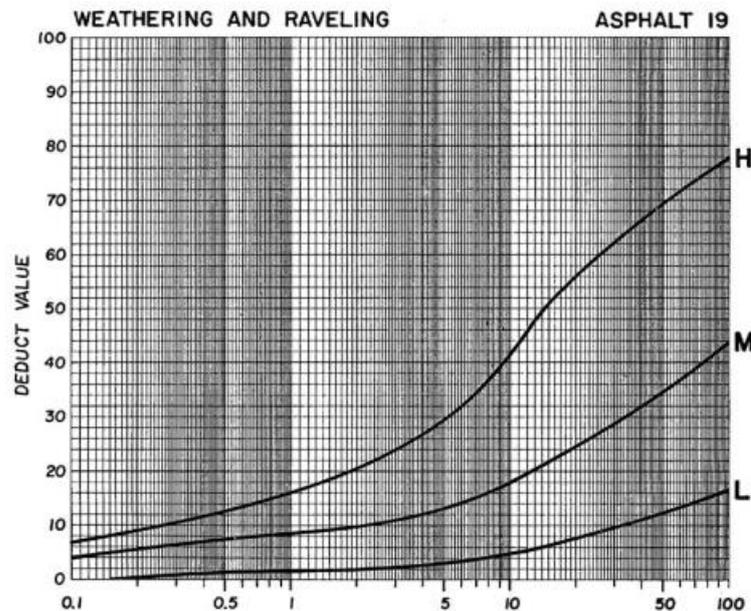
Penyebab pelepasan butiran adalah kehilangan aspal pada lapisan perkerasan atau antar pengikat, dan tercabutnya partikel agregat. Kerusakan ini menunjukkan ketidak mampuan salah satu pengikat untuk menahan gaya dorong roda kendaraan atau presentasi kualitas campurannya jelek. Pelepasan butiran dapat menyebabkan ketidaknyamanan dalam berkendara sehingga pelepasan butiran termasuk kedalam kerusakan jalan. Tingkat kerusakan pelepasan butir (*weathering/ravelling*) ditunjukkan pada Tabel 2.28.

Tabel 2. 28 Tingkat Kerusakan Pelepasan Butir (*Weathering/Ravelling*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Pelepasan butiran ditandai dengan lapisan agregat yang terlihat
M	Pelepasan agregat disertai butiran yang lepas
H	Pelepasan butiran ditandai dengan agregat lepas membentuk lubang-lubang kecil



Gambar 2. 29 Kerusakan Pelepasan Butir (*Weathering/Ravelling*)



Gambar 2. 30 Deduct Value Kerusakan Pelepasan Butir (*Weathering/Ravelling*)
(ASTM, 2007)

D. Kerusakan Lubang, Tambalan, dan Persilangan Jalan Rel

1. Lubang (*Pothole*)

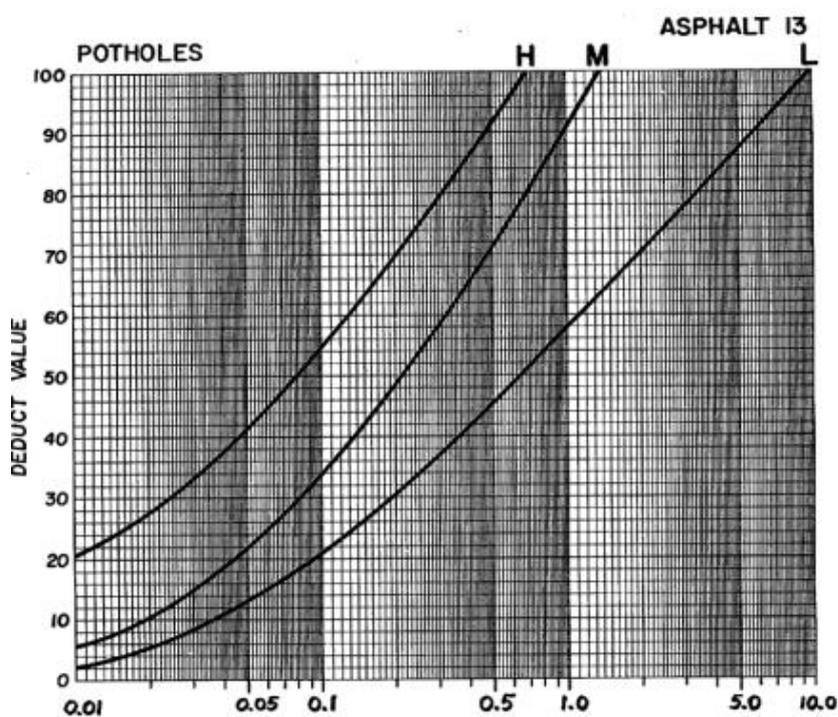
Kerusakan ini berupa lubang pada permukaan jalan dengan kedalaman beragam, dapat dilihat pada Gambar 2.30. lubang ini berpotensi menampung dan menyerap air dimana akan merusak jalan. Kerusakan ini biasanya terjadi pada daerah dekat retakan atau pada daerah yang drainasenya kurang baik. Tingkat kerusakan lubang (*pothole*) dapat dilihat pada Tabel 2.29.

Tabel 2. 29 Tingkat Kerusakan Lubang (*Pothole*) (Hardiyatmo, 2017)

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



Gambar 2. 31 Kerusakan Lubang (*Pothole*)



Gambar 2. 32 Deduct Value Kerusakan Lubang (*Pothole*) (ASTM, 2007)

2. Tambalan (*Patching and Utility Cut Patching*)

Tambalan merupakan penambahan atau penggantian pada permukaan jalan yang sudah rusak atau dengan kata lain perbaikan dari perkerasan sebelumnya. Tambalan dilakukan pada seluruh atau hanya sebagian pada bagian yang rusak

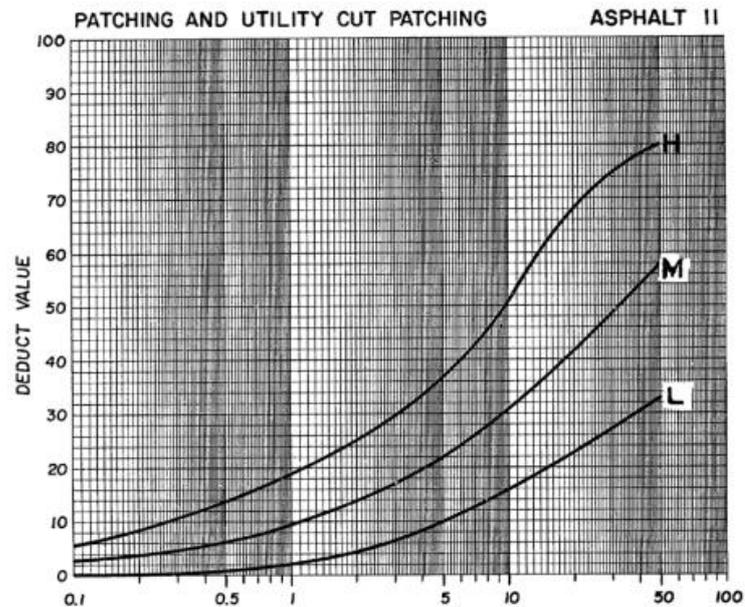
pada ruas jalan. Tingkat kerusakan tambalan (*patching and utility cut patching*) dapat dilihat pada Tabel 2.30.

Tabel 2. 30 Tingkat Kerusakan Tambalan (*Patching and Utility Cut Patching*)
(hardiyatmo, 2017)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Tambahan dalam kondisi baik dan memuaskan
M	Tambalan sedikit rusak dan atau kenyamanan kendaraan menjadi terganggu
H	Tambalan sangat rusak atau kenyamanan kendaraan menjadi sangat terganggu



Gambar 2. 33 Tambalan (*Patching and Utility Cut Patching*)



Gambar 2. 34 Deduct Value Tambalan (*Patching and Utility Cut Patching*) (ASTM, 2007)

3. Persilangan Jalan Rel (*Railroad Crossing*)

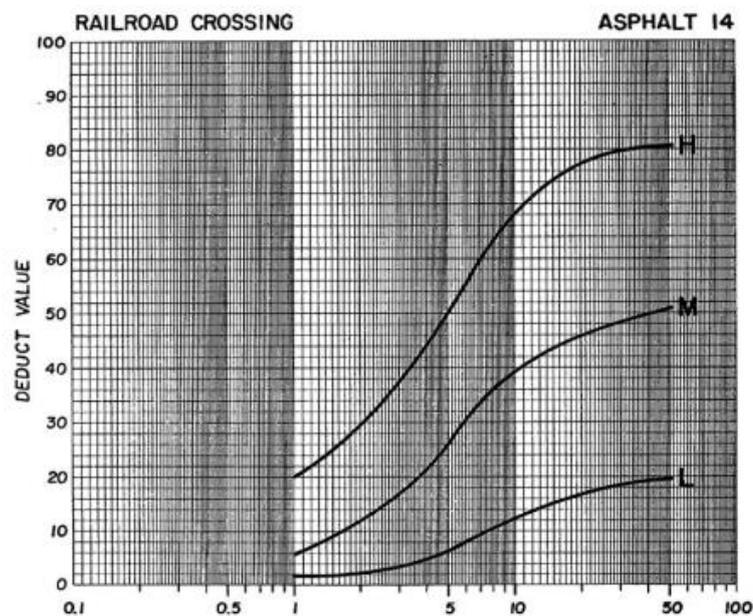
Kerusakan persilangan jalan rel adalah tonjolan atau turunan disekeliling atau diantara jalan rel dengan lapisan perkerasan, seperti pada Gambar 2.34. Kerusakan ini biasanya disebabkan oleh amblasnya perkerasan sehingga terjadi beda elevasi antar permukaan rel dan permukaan perkerasaan, dan pelaksanaan pekerjaan rel yang buruk. Tingkat kerusakan persilangan jalan rel (*railroad crossing*) dapat dilihat pada Tabel 2.31.

Tabel 2. 31 Tingkat Kerusakan Persilangan Jalan Rel (*Railroad Crossing*) (Hardiyatmo,2017)

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



Gambar 2. 35 Kerusakan Persilangan Jalan Rel (*Railroad Crossing*)



Gambar 2. 36 Deduct Value Kerusakan Persilangan Jalan Rel (*Railroad Crossing*)
(ASTM, 2007)

E. Kerusakan di Pinggir Perkerasan

1. Retak Pinggir (*Edge Cracking*)

Retak pinggir adalah retak yang terletak di pinggir perkerasan dan sejajar dengan jalur lalu lintas biasanya memiliki ukuran 0,3-0,6, dapat dilihat pada Gambar 2.36. Kerusakan ini biasanya disebabkan oleh cuaca ataupun beban lalu lintas yang menyebabkan pondasi atas maupun bawah yang berada dekat pinggir

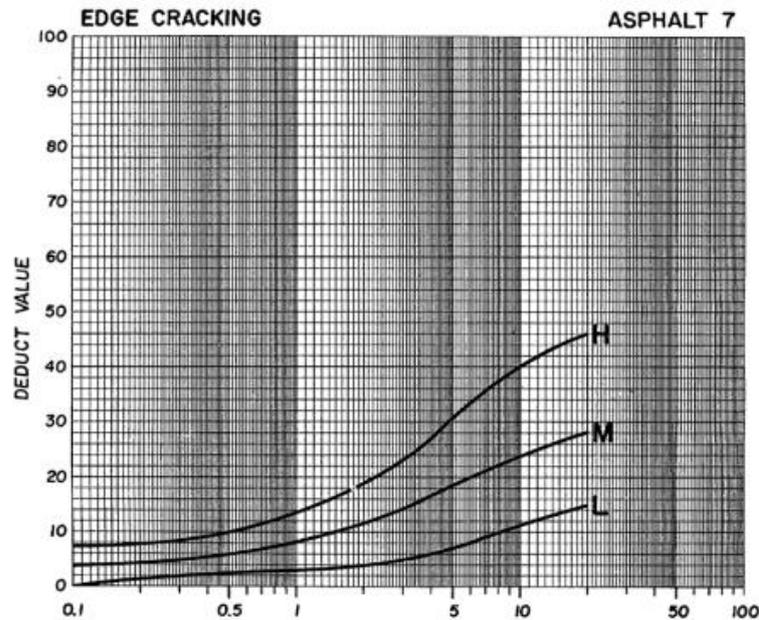
perkerasan menjadi lemah. Tingkat kerusakan retak pinggir (*edge cracking*) dapat dilihat pada Tabel 2.32. *Deduct value* dapat dilihat pada Gambar 2.37

Tabel 2. 32 Tingkat Kerusakan Retak Pinggir (*Edge Cracking*)(Hardiyatmo, 2017)

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



Gambar 2. 37 Retak Pinggir (*Edge Cracking*)



Gambar 2. 38 Deduct Value Retak Pinggir (*Edge Cracking*) (ASTM, 2007)

2. Pinggir Jalan Turun Vertikal (*Lane/Shoulder Dropp Off*)

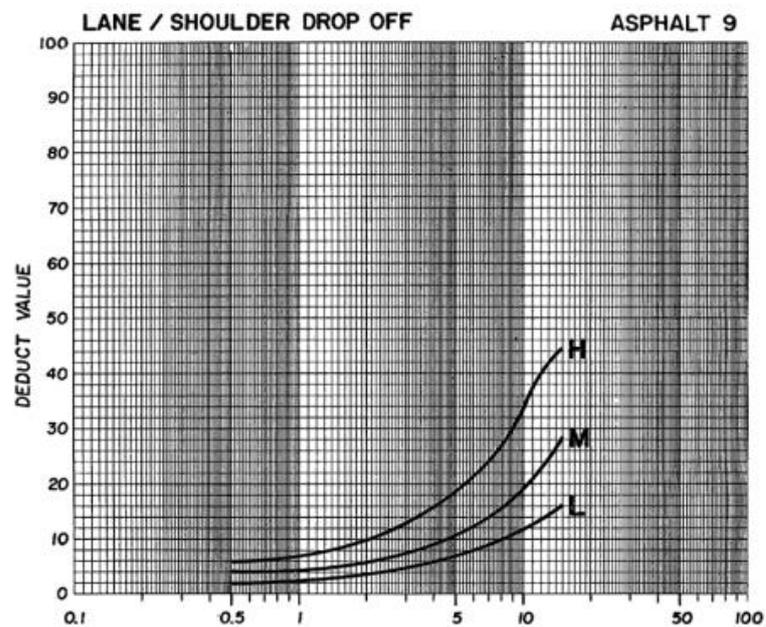
Kerusakan ini terjadi karena adanya beda tinggi antara permukaan perkerasan dengan permukaan bahu atau tanah sekitarnya, dimana kondisi permukaan bahu lebih rendah daripada permukaan perkerasan. Tingkat kerusakan pinggir jalan turun vertikal (*shoulder dropp off*) dapat dilihat pada Tabel 2.33.

Tabel 2. 33 Tingkat Kerusakan Pinggir Jalan Turun Vertikan (*Lane/Shoulder Dropp Off*) (Hardiyatmo, 2017)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Beda elevasi 25-51mm
M	Beda elevasi 51-102mm
H	Beda elevasi >102mm



Gambar 2. 39 Pinggir Jalan Turun Vertikan (*Lane/Shoulder Dropp Off*)



Gambar 2. 40 Deduct Value Pinggir Jalan Turun Vertikan (*Lane/Shoulder Dropp Off*) (ASTM, 2007)

2.2.9. Metode *Pavement Condition Index* (PCI)

A. Kerapatan

Kerapatan merupakan persentase luas atau panjang total suatu jenis kerusakan dengan luas atau panjang total bagian jalan yang diukur dalam meter atau *feet*. Formula kerapatan kerusakan sebagai berikut:

$$Density = \frac{ad}{as} \times 100\%$$

Dimana :

Ad = Luas total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan (m²)

As = Luas total unit segmen (m²)

B. Menentukan Nilai *Deduct Value*

Setelah memperoleh nilai kerapatan, selanjutnya jenis kerusakan dimasukkan kedalam grafik sesuai dengan tingkat kerusakannya masing-masing.

C. Menjumlahkan Nilai *Total Deduct Value* (TDV)

Setelah memperoleh nilai *deduct value* pada segmen jalan, kemudian dijumlahkan sehingga mendapatkan nilai *total deduct value* (TDV)

D. Mencari Nilai *q*

Untuk menentukan nilai *q* ditentukan dengan jumlah *deduct value* tiap jenis kerusakan yang lebih besar dari 5 pada setiap segmen.

E. Nilai *Corrected Deduct Value* (CDV)

Setelah mendapatkan nilai *q* nilai CDV baru dapat diketahui dengan cara menjumlahkan nilai *deduct value* selanjutnya *total deduct value* diplotkan.