

Penggunaan IRI dan SDI dalam Menentukan Perbaikan Cacat Lubang pada Perkerasan Lentur di Daerah Tropis dengan Curah Hujan Tinggi

by Chatarina Niken

Submission date: 05-Oct-2021 10:34PM (UTC+0700)

Submission ID: 1665997815

File name: Perkerasan_Lentur_di_Daerah_Tropis_dengan_Curah_Hujan_Tinggi.pdf (620.5K)

Word count: 3730

Character count: 21900

Penggunaan IRI dan SDI dalam menentukan perbaikan cacat lubang pada perkerasan lentur di daerah tropis dengan curah hujan tinggi

Chatarina Niken¹, Akhmad Tri Heriyanto², Rahayu Sulistyorini³, M. Karami⁴, Sasana Putra⁵

^{1,2,3,4,5}Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

E-mail korespondensi: chatarinaniken@yahoo.com

Abstrak. Cuaca panas di daerah tropis menyebabkan aspal melunak. Dengan bekerjanya beban trafik perkerasan lentur akan berdeformasi. Ketidakmampuan permukaan perkerasan kaku dalam menahan deformasi akan muncul sebagai retak. Retak ini menjadi pintu masuk bagi air hujan. Aksi air hujan ini akan mengikis ikatan antar partikel sehingga timbul desintegrasi yang muncul sebagai lubang. Pertumbuhan lubang berlangsung sangat cepat pada daerah dengan curah hujan tinggi sehingga harus ditangani dengan segera. Jenis penanganan biasanya tergantung dari besaran IRI dan SDI. Penelitian ini dilakukan pada ruas jalan Simpang Penawar-Aji Baru sepanjang 20.300m. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kategori kerusakan jalan antara IRI dan SDI. Menurut IRI 92.3% jalan yang berlubang termasuk kategori kurang baik dan 7.7% masuk kategori cukup baik. Sedangkan menurut SDI 19.2% baik, 38.5% cukup baik, dan 42.3% buruk. Kategori kurang baik menurut SDI justru tidak ada. Perbaikan akan lubang lebih tepat didasarkan pada pengamatan lapangan daripada IRI dan SDI.

Kata kunci: IRI, SDI, lubang, perkerasan lentur, tropis, curah hujan tinggi

1. Pendahuluan (Bab)

Pengembangan yang baik dari infrastruktur transportasi sangat penting untuk ekonomi, industri, sosial dan pengembangan budaya dari suatu daerah. Oleh karenanya terdapat transportasi darat, air dan udara (Zulufkar, 2017). Transportasi darat memakai lapis perkerasan, dapat dipakai batu makadam, perkerasan kaku yang terbuat dari beton atau perkerasan lentur terbuat dari aspal. Perkerasan lentur ini hanya memerlukan waktu sehari untuk siap dioperasikan. Namun kelemahannya adalah perkerasan permukaan lentur tidak dapat dijaga secara sempurna dan selalu nyaman sepanjang umur layan (Sarireh, 2016).

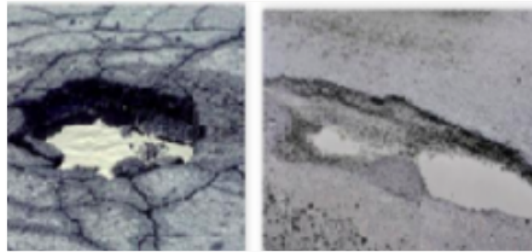
Kemacetan, beban lalu-lintas berat dengan intensitas tinggi dan kecacatan jalan merupakan masalah bagi kota-kota modern. Kondisi perkerasan jalan akan berkurang karena trafik dan lingkungan (Alaamri, 2017; Adlinge dan Gupta, 2009). Kerusakan dini dapat muncul karena variabel tinggi dari temperatur ambient, beban berat kendaraan yang tidak terkontrol dan pembatasan prosedur desain perkerasan agar sesuai dengan kondisi lingkungan setempat. Kecacatan perkerasan lentur yang sering ditemui di Indonesia adalah retak, lubang, *rutting*, *raveling*, amblas dan banyak tambalan. Pada umumnya, perkerasan lentur rusak karena retak, deformasi, pembusukan, dan masalah material. Zhou dkk., 2006 menyatakan kegagalan perkerasan jalan disebabkan oleh perbedaan pencahayaan, cuaca, dan perbedaan material permukaan perkerasan jalan. Kecacatan permukaan jalan ini mempengaruhi kenyamanan pengendara dan dapat menyebabkan kecelakaan serius yang menyebabkan korban jiwa.

Berdasarkan hal tersebut perkerasan lentur memerlukan perawatan atau bahkan pembaharuan struktural. Keputusan penanganan apakah berupa perawatan atau rekonstruksi didasarkan pada *survey surface distress index* (SDI) dan IRI sesuai ketentuan (Jasa Marga, 2015). Niken dkk., 2019 berdasarkan penelitian di Simpang Penawar-Aji Baru Lampung menemukan bahwa SDI di Indonesia sangat dipengaruhi oleh kecacatan jalan berupa lubang yang mencapai 53.7% dari total panjang yang diamati. Daryoto dkk., 2014 mengamati kecacatan jalan di Pontianak, Indonesia dan menemukan bahwa 36.63% kecacatan tersebut

berupa lubang. Penentuan konstruksi dan pemeliharaan jalan dipengaruhi oleh pengembangan retak dan formasi lubang pada permukaan jalan dan hal ini merupakan masalah yang kompleks (Jassal, 1998). Lubang didefinisikan sebagai kehilangan material terlokalisasi atau depresi pada permukaan jalan (Jassal, 1998). Berdasarkan pengamatan di Oman, lubang pada permukaan jalan terbentuk oleh kerusakan bertahap karena trafik dan cuaca (Alaamri, 2017). Jassal, 1998 menyatakan sebuah retak pada permukaan perkerasan kaku merupakan pemicu atau prasyarat terbentuk dan berkembangnya lubang. Lubang tersebut dapat muncul dari retak transversal, longitudinal dan alligator. Retak dan pembentukan lubang pada perkerasan lentur menimbulkan tegangan dan defleksi. Model matematik untuk menghitung tegangan dan defleksi tersebut telah dikembangkan oleh Jassal, 1998. Chopra dkk., 2018 telah membuat model untuk pertumbuhan retak di India. Model untuk lubang adalah $y = 1,012 x$ dan model untuk *rutting* adalah $y = 1,011x$. Dimana x adalah waktu (tahun).

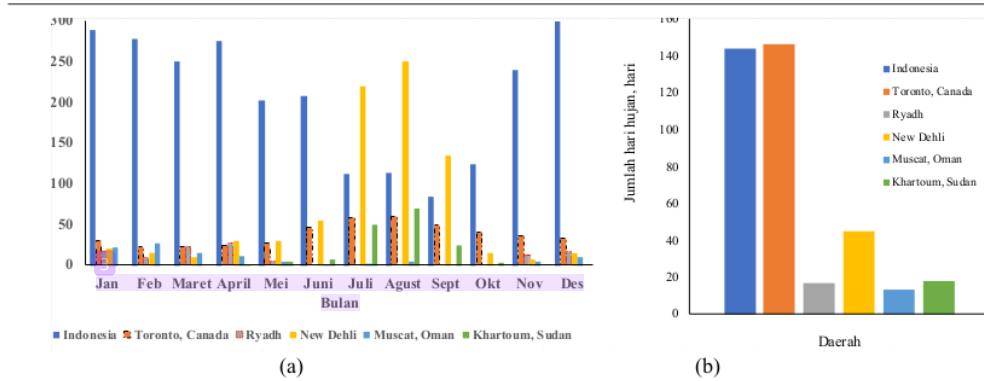
Lubang adalah kegagalan jalan yang bersifat progresif. Pada mulanya hanya timbul lubang kecil di lapis permukaan yang kemudian berkembang semakin dalam menembus lapisan perkerasan di bawahnya. Lubang terbentuk ketika terjadi desintegrasi karena satu atau lebih lapisan perkerasan tidak memiliki kekuatan yang cukup dalam memikul pembebanan trafik ditambah dengan penyusupan air. Sebagian besar lubang tidak terjadi jika akar penyebabnya diperbaiki sebelum lubang bertambah. Perbaikan dapat berupa ekskavasi atau dibangun kembali. Dibutuhkan area yang luas untuk perbaikan tersebut.

Setelah hujan, lubang menjadi semakin lebar dan dalam, hal ini disebabkan aspal atau bitumen tersebut mengalami desintegrasi lokal dan biasanya muncul saat air tergenang setelah hujan. Bentuk lubang seperti mangkok dengan berbagai ukuran dari yang kecil sampai yang besar bahkan meluas masuk ke dalam *base course* (Gambar 1).



Gambar 1. Lubang setelah hujan

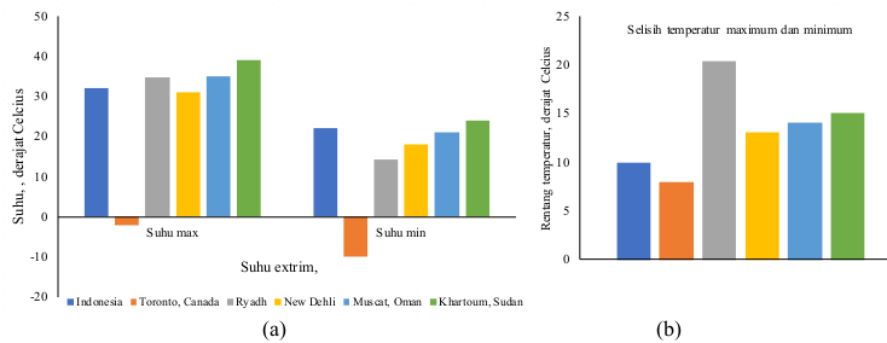
Lamia dkk., 2018 menyatakan bahwa air hujan yang masuk celah perkerasan menaikkan tegangan air pori, meningkatkan porositas, dan mengurangi kepadatan lapisan-lapisan perkerasan. Haryati dkk., 2018 telah mempelajari pengaruh curah hujan pada kekesatan jalan. Makendran, 2015 menyatakan curah hujan adalah faktor signifikan dalam pertumbuhan lubang. Dibandingkan dengan daerah di negara lain seperti Canada, Ryadh, New Dehli, Muscat, dan Khartoum di Sudan, Indonesia merupakan daerah dengan curah hujan tinggi (Gambar 2). Jumlah hari hujan di Indonesia mencapai 149-240 hari atau 40%-65% jumlah hari dalam setahun (Gambar 3).



Gambar 2. (a) Curah hujan di beberapa daerah, (b) Jumlah hari hujan

Zulufqar, 2018 menyatakan bahwa struktur perkerasan dapat rusak dalam satu musim karena penetrasi air.

Aspal merupakan pengikat pada perkerasan lentur, merupakan material thermo-plastis yang melunak dan mencair secara bertahap apabila terjadi peningkatan temperatur. Gesekan antara ban dan aspal menimbulkan panas. Bila panas terlalu tinggi, maka ban kendaraan dapat meledak. Ketika terjadi peningkatan temperatur, kohesi dan *strain hardening* amplitude aspal beton menurun (Zhang dan Lytton, 2013). Semakin kaku aspal beton, semakin besar kohesinya. Titik leleh aspal keras adalah $51^{\circ}\text{C} - 63^{\circ}\text{C}$ untuk penetrasi 40; $48^{\circ}\text{C} - 58^{\circ}\text{C}$ untuk penetrasi 60 (Jasa Marga, 2015). Kelelahan aspal tidak terjadi secara tiba-tiba pada temperatur tertentu. Daerah tropis seperti di Indonesia memiliki temperatur tinggi terjadi sepanjang tahun. Temperatur Indonesia rata-rata $28 \pm 3^{\circ}\text{C}$ (Niken dkk., 2013). Kalau memakai aspal penetrasi 40, maka temperatur tersebut mencapai lebih dari 50% titik leleh. Temperatur ekstrim di beberapa daerah di dunia dapat dilihat pada Gambar 3a. Apabila panas karena gesekan roda dan aspal dipertimbangkan maka temperatur menjadi lebih tinggi. Hal ini membuat aspal melunak, dan menjadi mudah berdeformasi karena tekanan.



Gambar 3. (a) Temperatur ekstrim, (b) Selisih temperatur ekstrim

Selisih temperatur maximum dan minimum untuk Indonesia sekitar 10°C (Gambar 3b). Dibandingkan negara lain selisih tersebut tidak berbeda jauh kecuali Riyadh.

Investasi dan pemeliharaan pembuatan sistem *highway* dan kelengkapan kenyamanan dan keamanan pengguna jalan perlu meminimumkan lubang dan defleksi sampai tingkat yang dapat diterima. Parameter di atas diklasifikasikan sesuai tingkat kekerasannya. Kestabilan ketebalan lapisan perkerasan menunjukkan hasil yang lebih baik jika kecacatan kecil diperbaiki sebelum di lapiasi kembali.

Kelas jalan menentukan penanggungjawab perbaikan dan pemeliharaan jalan. Ruang lingkup tanggung jawab jalan pada pemerintah setempat biasanya meliputi jalan dengan fungsi dan tipe konstruksi berbeda.

Hal ini membutuhkan penyelesaian kerusakan dan pemeliharaan yang berbeda sesuai fungsinya. Manajemen perkerasan di daerah sering kali berlawanan antara kebutuhan dan anggaran yang rendah apalagi dengan mempertimbangkan kondisi cuaca dan kebutuhan external (Cafiso dkk., 2006). Investasi yang ditanamkan untuk jalan pada umumnya untuk 5 tahun. Kurangnya pemeliharaan jalan adalah suatu tindakan penurunan investasi dan juga mengorbankan investasi yang telah ditanamkan. Biaya pengoperasian kendaraan meningkat selaras dengan penurunan tingkat layan perkerasan jalan. Kerugian karena kondisi buruk tersebut di India mencapai Rp30 M per tahun (Zulufkar, 2017). Berdasarkan studi kasus di jalan nasional Simpang Penawar – Gedong Aji Baru di Lampung, Indonesia pembaharuan konstruksi dengan tender dilakukan setiap tahun pada rentang tahun 2015-2019. Dana yang dibutuhkan untuk itu berkisar Rp 40 M per tahun.

Kecacatan dalam perkerasan lentur adalah masalah multi-dimensi, pertumbuhan trafik yang cepat dari kendaraan non-komersial, ekspansi cepat *network* jalan, ketiadaan teknologi yang baik, material, peralatan, ketrampilan pekerja, dan keterbatasan alokasi dana menambah masalah semakin kompleks. Pemeliharaan *network* jalan adalah pemeliharaan jalan termasuk variasi pengoperasian seperti identifikasi dan perencanaan, pemrograman, dan penjadwalan implementasi sesungguhnya di lapangan dan monitoring. Tujuan intinya adalah menjaga permukaan jalan dalam kondisi baik dan memperpanjang masa layan asset jalan terhadap umur layannya (Zulufqar, 2018).

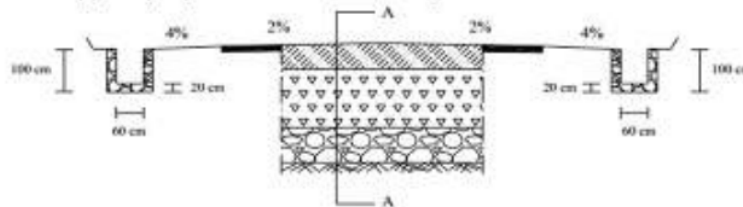
Untuk efisiensi pemeliharaan perkerasan jalan, kekurangan sistem jalan yang ada harus benar-benar dimengerti. Semua tipe kecacatan membutuhkan klasifikasi penyebab dan penanganan pada setiap perbedaan tingkat kekerasan. Berdasarkan uraian tersebut hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan dan pemeliharaan di daerah dengan curah hujan tinggi perlu dipelajari. Hal ini sangat membantu sehingga penghematan pengeluaran negara dapat tercapai.

2. Eksperimental

Penelitian ini dilakukan di Lampung, Indonesia yaitu di daerah Simpang Penawar – Gedong Aji Baru sepanjang 20.3, km 152+200 – 172+500.

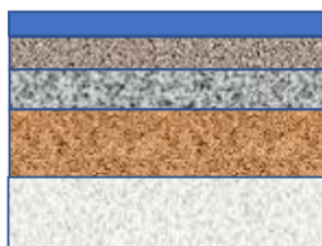
2.1. Material

Penampang melintang jalan yang diamati direncanakan seperti Gambar 4



Gambar 4. Penampang melintang

Lapisan dan material yang digunakan disajikan pada Gambar 5.



AC-WC, tebal 4 cm, aspal 5.9%
AC-BC, tebal 6 cm, aspal 5.6%
AC-base, tebal 7.5 cm, asfalt 5.5%
Aggregat A, CBR 90%, 15 cm

Aggregat B, CBR 60%, 20 cm

Gambar 5. Penampang melintang jalan yang diamati

Asphalt yang dipakai adalah jenis penetrasi rendah 40-50 untuk cuaca panas.

5
 2.2. Metode

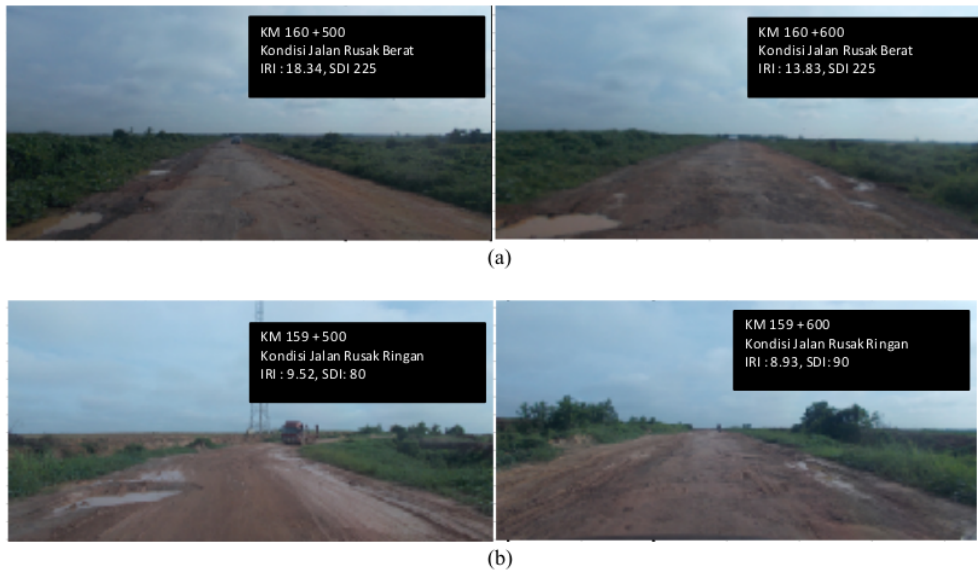
Metode yang dipakai pada penelitian ini adalah mendapatkan IRI dengan memakai alat yang dipasang pada mobil yang bergerak dengan kecepatan tertentu bolak-balik pada setiap jalur yang diamati dan kemudian IRI difokuskan pada pengamatan tentang keberadaan cacat lubang. Dari IRI ditentukan kategori kondisi jalan menurut NAASRA. Pada lokasi dilakukan pengamatan dan pengukuran untuk mendapatkan SDI pada setiap cacat lubang per segmen jalan yang diamati. Kategori kondisi jalan ditentukan berdasar NAASRA. Kedua jenis kategori dengan berdasar IRI dan SDI dibandingkan.

Batas minimum nilai kedua sistem tersebut ditentukan dengan berpedoman pada pencegahan pertumbuhan lubang untuk memberikan saran penanganan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

Gambaran kerusakan kategori ringan dan berat menurut IRI dan SDI kondisi rusak ringan yang terdapat lubang pada lokasi pengamatan disajikan pada Gambar 6a dan 6b.



Gambar 6. (a) Kondisi rusak ringan, (b) Kondisi rusak berat

IRI dan SDI serta kategori kerusakan dapat dilihat pada Tabel 1

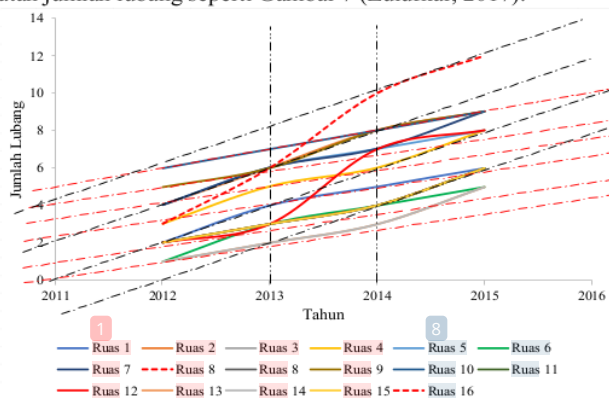
Tabel 1. Kategori jalan berlubang menurut IRI dan SDI

No	Jarak, m	Keterangan	IRI	Kategori IRI	SDI	Kategori SDI
1	100	Lubang kecil dangkal	4.81	Cukup baik	75	Kurang baik
2	9,100	Lubang kecil dangkal	8.34	Kurang baik	75	Kurang baik

3	12,000	Berlubang & amblas	9.52	Kurang baik	225	2 Buruk
4	12,300	Berlubang	4.42	Cukup baik	75	Kurang baik
5	12,600	Berlubang	11.48	Kurang baik	0	Baik
6	13,300	Berlubang	11.87	Kurang baik	80	Kurang baik
7	13,500	Berlubang	9.12	Kurang baik	75	Kurang baik
8	13,600	Berlubang	8.54	Kurang baik	75	Kurang baik
9	14,200	Berlubang	9.32	Kurang baik	75	Kurang baik
10	14,300	Berlubang	9.52	Kurang baik	0	Baik
11	14,400	Berlubang	9.91	Kurang baik	0	Baik
12	15,000	Berlubang	9.91	Kurang baik	225	Buruk
13	15,100	Berlubang	8.73	Kurang baik	225	Buruk
14	15,700	Berlubang	8.14	Kurang baik	80	Kurang baik
15	15,800	Berlubang	19.69	Kurang baik	80	Kurang baik
16	16,300	Berlubang	9.12	Kurang baik	0	Baik
17	16,700	Berlubang	8.73	Kurang baik	225	Buruk
18	17,100	Berlubang	8.34	Kurang baik	225	Buruk
19	17,300	Berlubang	8.34	Kurang baik	225	Buruk
20	17,500	Berlubang	9.52	Kurang baik	10	Baik
21	17,700	Berlubang	11.87	Kurang baik	225	Buruk
22	17,900	Berlubang	9.12	Kurang baik	85	Kurang baik
23	19,400	Berlubang	10.69	Kurang baik	225	Buruk
24	19,500	Berlubang	10.30	Kurang baik	225	Buruk
25	19,800	Berlubang	8.93	Kurang baik	225	Buruk
26	20,000	Berlubang	9.71	Kurang baik	225	Buruk

3.2. Pembahasan

India, dengan jumlah curah hujan lebih dari 100mm terjadi hanya 3 bulan, sedangkan di Indonesia terjadi sepanjang tahun (Gambar 2 a) dan jumlah hari hujan sekitar 30% jumlah hari hujan di Indonesia, menunjukkan peningkatan jumlah lubang seperti Gambar 7 (Zulufkar, 2017).



Gambar 7. Peningkatan jumlah lubang per tahun

Dari Gambar 7 terlihat bahwa sebagian besar laju peningkatan dapat dinyatakan linier dengan penambahan lubang setiap tahun 1 buah. Namun pada sepanjang tahun 2013 grafik tersebut mengalami peningkatan yang signifikan dari awal tahun 2013 sampai akhir 2013 terdapat penambahan 4 lubang pada ruas 8 dan 12 (Gambar 7). Tahun 2012 curah hujan di India berkisar 160-313mm, tahun 2013 berkisar 155-437mm dan tahun 2014 berkisar 31-358 mm (Kaur dan Purohit, 2013, 2014, 2015). Peningkatan curah hujan di tahun 2013 terbukti menyebabkan peningkatan jumlah lubang 4 buah.

Di Indonesia terdapat Tim Sapu Lubang yang bertugas memperbaiki lubang sesuai Standar Pelayanan Minimum Jalan Tol (Menteri PU RI, 2015). Lubang di Indonesia pada musim penghujan tumbuh seperti jamur. Percepatan pertumbuhan lubang tidak sebanding dengan pekerjaan penutupan lubang. Hari ini ditutup, dua hari kemudian sudah berlubang kembali (Jasa Marga, 2015). Apabila terdapat ketidak tepatan kemiringan, drainase yang tidak baik, atau terjadi keterlambatan penanganan lubang maka kerusakan berat segera terjadi (Gambar 5). Penentuan perbaikan didasarkan pada IRI dan SDI.

Pada penelitian ini, terlihat perbedaan kategori terjadi antara IRI dan SDI dari segmen berlubang (Tabel 1). Dari IRI diperoleh 92.3% dikategorikan kurang baik (rusak ringan), dan 7.7% termasuk kategori cukup baik, namun bila menurut SDI. 19.2% baik, 38.5% cukup baik, dan 42.3% buruk atau rusak berat (Tabel 1). Jadi dari nilai SDI tidak ada yang termasuk kategori kurang baik. Temperatur yang tinggi sepanjang tahun (Gambar 3a dan 3b), ditambah gesekan antara ban dan permukaan perkerasan membuat lapis permukaan melunak dan mudah berubah bentuk. Pengaruh temperatur pada sistem aspal telah dipelajari oleh Hesp dan Roy pada 2003. Apabila menahan beban berat maka pada permukaan perkerasan timbul retak. Keretakan ini memicu timbulnya lubang.

4. Kesimpulan

Cacat lubang pada perkerasan lentur di Indonesia yang beriklim tropis dengan curah hujan tinggi sangat sering muncul. Cuaca panas, gesekan roda, dan panas mesin kendaraan membuat panas yang diterima perkerasan lentur meningkat. Panas tersebut akan menyebabkan aspal melunak. Dengan bekerjanya beban trafik perkerasan lentur akan berdeformasi. Ketidakmampuan permukaan perkerasan kaku dalam menahan deformasi akan muncul sebagai retak. Retak ini menjadi pintu masuk bagi air hujan. Aksi air hujan ini akan mengikis ikatan antar partikel sehingga timbul desintegrasi yang muncul sebagai lubang. Pertumbuhan lubang berlangsung sangat cepat pada daerah dengan curah hujan tinggi. Meskipun lubang masih kecil, perbaikan lubang ini harus segera ditangani agar kerusakan tidak menjadi semakin parah. Jenis penanganan tergantung dari besaran IRI dan SDI. Penelitian ini dilakukan pada ruas jalan Simpang Penawar- Aji Baru sepanjang 20.300m. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kategori kerusakan jalan antara IRI dan SDI. Menurut IRI 92.3% jalan yang berlubang termasuk kategori kurang baik dan 7.7% masuk kategori cukup baik. Sedangkan menurut SDI 19.2% baik, 38.5% cukup baik, dan 42.3% buruk. Kategori kurang baik menurut SDI justru tidak ada. Perbaikan akan lubang lebih tepat didasarkan pada pengamatan lapangan atau SDI daripada IRI. Pertumbuhan lubang di daerah tropis dengan curah hujan tinggi sangat cepat. IRI perlu dilengkapi SDI untuk menentukan pemeliharaan. SDI tersebut harus dilengkapi dengan jenis kerusakan secara rinci. Meskipun IRI sebesar 4 dimana dikategorikan sebagai kondisi sedang namun apabila terdapat lubang perlu segera dilakukan perbaikan. Kategori baikpun perlu diadakan perbaikan apabila terdapat lubang.

Meminimalisir biaya pemeliharaan harus dilakukan sejak perencanaan. Pelaksanaan pekerjaan perkerasan lentur perlu dilakukan dengan cermat. Kemiringan jalan harus memenuhi ketentuan agar air dapat segera mengalir ke drainase. Drainase harus sesuai rencana, air yang menuju drainase tidak terhambat. Kondisi drainase harus bebas dari penghambat aliran seperti sampah, tanaman liar, dan pengendapan tanah. Tanah dasar, *sub base* dan *sub grade* harus benar-benar memenuhi material dan CBR yang ditentukan agar degradasi material dan deformasi dapat diminimalisir.

Lapis permukaan perkerasan harus memenuhi gradasi yang ditentukan. Aspal dari jenis yang tepat seperti *hot-mix*, *cold-mix* atau *rapid setting*. Pencampuran dengan agregat kasar harus dari jenis yang tepat, jumlah dan panas pencampuran yang benar. Pemadatan lapisan permukaan dilakukan dengan cara merata, baik pada bagian tengah maupun tepi jalan. Hindarkan jalan raya dengan perkerasan lentur sebagai tempat parkir terlebih kendaraan berat karena daya ikat lapis permukaan dapat terputus sehingga timbul retak.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Lampung yang telah mendukung penelitian ini. Penghargaan yang tinggi kami ucapkan kepada Kementerian PUPR khususnya satuan kerja P2JN Provinsi Lampung, Reno Wiharto dan Andhika dan telah membantu mensurvey SDI dan IRI.

Daftar Pustaka

- Adlinge, S.S., Gupta A.K, (2009) Pavement deterioration and its causes, *IOSR Journal of Mechanical & Civil Engineering*, 9-15. Second International Conference on Emerging Trends in Engineering (SICETE). Dr. J.J. Magdum College of Engineering, Jaysingpur.
- Alaamri, R.S.N., Kattiparuthi, R.A., Alaa Moosa Koya, A.M. (2017). Evaluation of flexible pavement failures- a case study on Izki road. *International Journal of Advanced Engineering, Management and Science*, 3.7. 741-749.
- Cafiso, S., Di Graziano, A., Battiato, S. (2006) Evaluation of pavement surface distress using digital image collection and analysis, *Proceeding of the 7th International Congress on Advances in Civil Engineering*, 11-13 Oktober, Istanbul, 1-10.
- Chopra, T., Parida, M., Kwatra, N., Chopra, P. (2018) Development of Pavement distress deterioration prediction models for urban road network using genetic programming, *Journal of Advances in Civil Engineering*, 2018, 15 pages.
- Daryoto, Widodo, S., Maryuni, S., 2015. Studi Kondisi Kerusakan jalan pada Lapis Permukaan dengan menggunakan Metode Bina Marga (Studi kasus Ruas jalan Harapan Jaya) Kota Pontianak, *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*, 9 halaman.
- Haryati, Y., Hainin, M.R., Nair, S., Baskara, A.L. (2018). Effect of rainfall intensity and road crossfall on skid resistance of flexible pavement, *UTM Jurnal Teknologi*, 70.4, 121-125.
- Hesp, S.A.M., Roy, S.D. (2003). How temperature and loading rate affect the yield behavior in Polymer-modified asphalt system, *International Journal of Pavement Engineering*, 4.1, 13-23.
- Jasa Marga. (2015) Berita Jalan Tol, 153.
- Jassal, K.S. (1998). Development of potholes from cracks in flexible pavement. *Thesis*. Concordia University Montreal, Quebec.
- Kanungo, A. (2015). Study of cause of potholes on bituminous roads- a case study, *Journal of Civil Engineering and Environmental Technology*, 2, 4, 346-349.
- Kaur, S., Purohit, M.K. (2014) *Rainfall Statistics of India – 2013*, India Meteorological Department (Ministry of Science). Report No. ESSO/IMD/HS/ RF report/02/2015/18, 1-99
- Kaur, S., Purohit, M.K. (2013) *Rainfall Statistics of India – 2013*, India Meteorological Department (Ministry of Science). Report No. ESSO/IMD/HS/ RF report/02/2014/18, 1-96
- Kaur, S., Purohit, M.K. (2012) *Rainfall Statistics of India – 2013*, India Meteorological Department (Ministry of Science). Report No. ESSO/IMD/HS/ RF report/02/2013/16, 1-90
- Lamia, A.A., Ahmed, M.H., Al- Alkadhimi, Najim, W.A. (2018). Rainfall intensity effects on flexible pavement layers, *Journal of Engineering and Sustainable Development*, 22.4, 179-191.
- Makendran, C., Murugasan, R., Velmurugan, S. (2015) Performance prediction modelling for flexible pavement on low volume roads using multiple linear regression analysis, *Journal of Applied Mathematics*, ID 192485, 7 pages.
- National Association of Australian State Road Authorities (1981) *Standard Operating Instructions for the NAASRA Roughness Meter and Guide for the Present Serviceability Rating of Road Pavements*, Sydney, 21p.
- Niken, C., Tri Heriyanto, A., Rahayu, S., Karami, M., Purba, A. (2019) Hubungan SDI dan IRI pada perkerasan flexibel studi kasus: Jalan Nasional Lampung Indonesia, Seminar Nasional SINTA, 7 halaman.
- Niken, C., Elly, T., Supartono, F.X. (2013) Long-term shrinkage empirical model of high- performance concrete in humid tropical weather, *Civil and Environmental Research Journal*, 3.2, 35-46.
- Peraturan Menteri PU RI, No 392/PRT/M/2005

- Sarireh, M. (2016) Flexible pavement distress evaluation and analysis, *International Journal of Advanced Research in Engineering*, 2.4, 1-7.
- Zhang, Y., Luo, R., Lytton, R.L. (2013) Characterization of viscoplastic yielding of asphalt concrete, *Journal of Construction and Building Materials*, 47, 671-679.
- Zhou, J., Peisen S, Huang, Fu-Pen Chiang (2006) Wavelet-based pavement distress detection and evaluation, *Optical Engineering Journal*, 45, 2.
- Zulufkar, Gupta (2017) Study of defect flexible pavement and its maintenance, *International Journal of Recent Engineering Research and Development*, 2.6, 30-37.
- Zumrawi, M. (2015) Survey and evaluation of flexible pavement failures, *International Journal of Science and Research*, 4.1. 1602-1607.
- Zumrawi. (2013) Pavement design for roads on expansive clay subgrades. *University of Khartoum Engineering Journal*, 3.1. 51-57.

Penggunaan IRI dan SDI dalam Menentukan Perbaikan Cacat Lubang pada Perkerasan Lentur di Daerah Tropis dengan Curah Hujan Tinggi

ORIGINALITY REPORT

3%

SIMILARITY INDEX

3%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

1%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	id.scribd.com Internet Source	1%
2	docobook.com Internet Source	<1%
3	repository.uinjkt.ac.id Internet Source	<1%
4	es.scribd.com Internet Source	<1%
5	www.scribd.com Internet Source	<1%
6	www.slideshare.net Internet Source	<1%
7	core.ac.uk Internet Source	<1%
8	edoc.pub Internet Source	<1%

Submitted to Universitas Diponegoro

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On

Penggunaan IRI dan SDI dalam Menentukan Perbaikan Cacat Lubang pada Perkerasan Lentur di Daerah Tropis dengan Curah Hujan Tinggi

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9
