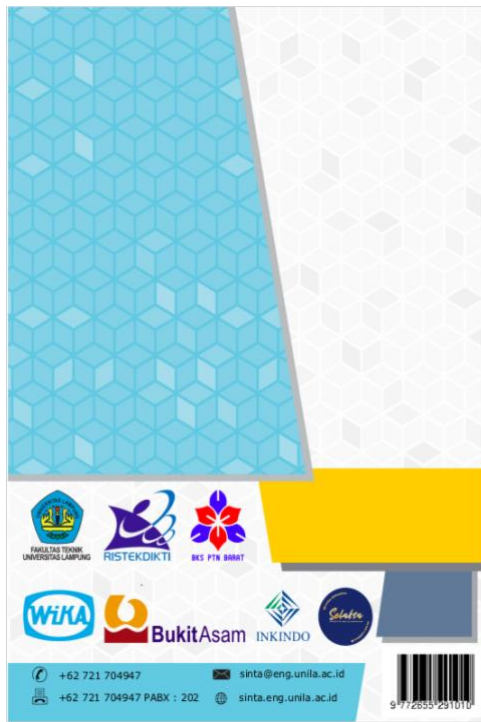


# Kekesatan perkerasan kaku pada jalan tol dengan retak melintang pertengahan jalan

Halaman Sampul

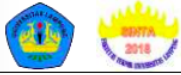




**SUSUNAN DEWAN REDAKSI**  
**SEMINAR NASIONAL HASIL PENELITIAN SAINS, TEKNIK DAN APLIKASI**  
**INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS LAMPUNG TAHUN 2018**  
**(SEMNAS SINTA FT UNILA 2018)**

**Diseminarkan pada tanggal 19 Oktober 2018**

- Pengarah** : Prof. Drs. Suharno, M.Sc. PhD.  
**Wakil Pengarah** : 1. Irza Sukmana, S.T., M.T., PhD.  
2. Dr. Ahmad Zaenuddin, S.Si., M.T.  
3. Masdar Helmi, S.T., DEA., PhD.
- Ketua** : Dr. Joni Agustian, S.T., M.Sc.  
**Sekretaris** : Dr. M. Karami, S.T., M.Sc.  
**Bendahara** : Mona Arif Muda Batubara, S.T., M.T.
- Seksi Acara**  
**Koordinator** : Yessi Mulyani, S.T., M.T.  
**Anggota** : 1. Dr. Nandi Kheiruddin, S.Si., M.Si.  
2. A. Yudi Eka Risano, S.T., M.Eng.  
3. Rahmi Mulyasari, S.T., M.T.  
4. Bagus Sapto M., S.T., M.T.  
5. Amril Ma'ruf Siregar, S.T., M.T.  
6. Karyanto, S.Si., M.T.  
7. Muhammad Hanif, S.T., M.T.
- Kesekretariatan dan Editor**  
**Koordinator** : Prof. A. Saudi Samosir, S.T., M.T.  
**Anggota** : 1. Dr. Eng. Yul Martin, S.T., M.T.  
2. Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.  
3. Dr. Eng. Khairuddin, S.T., M.Sc.  
4. Dr. Vera Agustriana N., S.T., M.T.  
5. Dr. Eng. Lukmanul Hakim, S.T., M.Sc.  
6. Dr. Muhammad Irsyad, S.T., M.T.  
7. Afri Yudamson, S.T., M. Eng.  
8. Dr. Lilis Hermida, S.T., M.Sc.  
9. Titin Yulianti, S.T., M.Eng.
- Konsumsi dan Akomodasi**  
**Koordinator** : Yunita Kesuma, S.T., M.T.  
**Anggota** : 1. Yuli Darni, S.T., M.T.  
2. Siti Nurul Khotimah, S.T., M.T.  
3. Dini Hardila, S.T., M.T.
- Dewan Reviewer:** 1. Dr. Ir. Ahmad Zakaria, M.T.  
2. Dr. Ir. Sriratna Sulistyanti, M.T.  
3. Dr. Eng. Dikpride Despa, S.T., M.T.  
4. Dr. Nandi Kheiruddin, S.Si., M.Si.  
5. Dr. Eng. Khairuddin, S.T., M.Sc.  
6. Dr. Eng. Lukmanul Hakim, S.T., M.Sc.  
7. Dr. Lilis Hermida, S.T., M.Sc.  
8. Dr. Ahmad Zaenuddin, S.Si., M.T.



9. Dr. Joni Agustian, S.T., M.Sc.
10. Dr. Eng. Yul Martin, S.T., M.T.
11. Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.
12. Dr. Vera Agustriana N., S.T., M.T.
13. Masdar Helmi, S.T., DEA., PhD.
14. Dr. M. Karami, S.T., M.Sc.
15. Dr. Muhammad Irsyad, S.T., M.T.

- Pembicara Undangan:
1. Prof. Dr. Eng. Ir. Gunawarman, M.T.  
Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Andalas, Sumatera Barat
  2. Ir. Mulyadi Irsan, M.T.  
Kepala Badan Penelitian, Pengembangan dan Inovasi Daerah Provinsi Lampung
  3. Prof. Dr. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T.,  
Dosen Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Lampung,  
Lampung
  4. Dr. Eka Sari, S.T., M.T.  
Dosen Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Sultan  
Ageng Tirtayasa, Banten
  5. Dr. Sudiby, S.T., M.Sc.  
Peneliti Balai Penelitian Teknologi Mineral Lembaga Ilmu  
Pengetahuan Indonesia (BPTM LIPI), Lampung

# Daftar Isi

Rancangan Bangun Monitoring Laju Detak Jantung dan Suhu Tubuh dengan Android Berbasis Internet of Things <i>Tito Yulianto, Yessi Mulyanti, Muhammad Komarudin, Era Desti Ramayanti, M Hafidh Anbiya, dan M. A. Al Assad</i>	100 - 106
Rancangan Bangun Filter LCL Pada Inverter Satu Fasa di Pembangkit Listrik Tenaga Surya <i>Noer Saadjarwan, Yason Alifiansa</i>	107 - 115
Pembangunan Berkelanjutan di Era Revolusi Industri 4.0 dari Sudut Pandang Teknik Sipil <i>Andi Dina Purno</i>	116 - 124
Pengaruh Perlakuan Proses Pendinginan Normalizing Terhadap Hasil Peleburan <i>David Candra Hidayat, Kasno Imanugroho, Yuzep Hendrawan, Muhammad Anis, Muhammad Al-Mutajibi</i>	125 - 130
Penerapan Teknologi Pompa tanpa Motor (Hydraulic Ram Pump) untuk membantu Irigasi Pertanian Masyarakat di Sumberjo Kecamatan Kemiling Bandar Lampung <i>Jepri Boko Sanga, Raja Aman Suciarnata, Harwan Supriadi, dan Noveri Tanti</i>	131 - 139
Perancangan Model Sistem Pembangkit Listrik Menggunakan Turbin Aliran Silang <i>Jepri Boko Sanga, Noveri Tanti, Satrio Erwijantoro</i>	140 - 148
Penggunaan IRI dan SDI dalam Menentukan Perbaikan Cacat Lubang pada Perkerasan Lentur di Daerah Tropis Dengan Curah Hujan Tinggi <i>Chatarina Niken, Ahmad Tri Herjanto, Rahayu Sulistyanti, M. Karani, Susanto Putra</i>	149 - 157
Analisis Desain Bangunan Terjun Untuk Mengatasi Gersapan Pada Bangunan Bawah Jembatan Kereta Api BH. 364 Km 112+500 antara Parawakarta – Padalarang <i>Amel Ma'rif Saqqa, Nur Azzahni, Kartanto</i>	158 - 162
Pengaruh Ketahanan Sosial Masyarakat Desa Wana dalam Ketahanan Identitasnya sebagai Desa Tradisional <i>Astia Damayanti, Barison Vivit Nardian, Agung Cahyo Nugroho, Didi Hardika</i>	163 - 168
Hubungan Antara Kuat Geser dan Pemadatan Tanah Residu Hasil Pelapukan Batuan Tufa Di Lampung Selatan <i>Edward Riyadi Irawan, Lutfellia Afrini, Syahidul Syahada, Rahmat Kurniawan, Idhar mahadi Adha</i>	169 - 176
Seliksi Fitur F-Score untuk Klasifikasi Tingkat Keseharian Daging Sapi Lokal menggunakan Ekstraksi Fitur Citra <i>Tito Yulianto, Helmy F. Driawan, Hery Dan Septama, dan Insa Okhandani</i>	177 - 183
Simulasi Environment Setting dalam Penyajian Objek Arsitektur Dengan Lamion dalam Pengalaman Interaksi Komunikasi Berbasis 3d Visual Di Era RI 4.0 <i>Puji Kurniawan, Kiki Hendro Baraki, dan Yunita Kerana</i>	184 - 189
Sistem Kontrol Hidroponik Fertigasi Cabai Merah Berbasis Internet of Things dengan Monitoring Menggunakan Blynk Android <i>Brygita Ayu, Ghif Firda Nuzul, Yessi Mulyanti, dan Maulana</i>	190 - 195
Analisis Stabilitas Lereng dan Penanganan Longsor dengan Menurunkan Muka Air Tanah Studi Kasus Longsor Kalitaga, Banjarnegara, Jawa Tengah <i>Amaliah Syah, Yekko Fauzi Fathoni</i>	196 - 202
Analysis of Slope Stability Using GIS (Geographic Information System) in North Rindang Hill Area, Ulubelu, Tanggamus <i>Dewi Viki Mandasari, Diba Arlaniky Ari, Tri Wahyu Supriyo, Oza Dinata, Ragu Septo Mulyanto</i>	203 - 211

## DAFTAR ISI

Penerapan Teknik Data Mining Decision Tree untuk Penentuan Pola Peminatan pada Jalur Penerimaan Mahasiswa Baru Universitas Lampung <i>Era Desti Ramayanti, Fadhil Amelia Fari, Moch Mugi Ibrahim, dan Ghif Firda Nuzul</i>	1 - 8
Karakteristik Fisik dan Organoleptik Pempek menggunakan Surimi Hasil Budidaya <i>Daur, Suparno, Rizmah</i>	9 - 15
Perkembangan Arsitektur Rumah Adat Tradisional Bali Kawasan Sepuluh Raman Lampung Tengah <i>Diana Lia, Fadhilah Kusnanti, I Gede Yoga Adi Swastika, Dena Jhonata</i>	16 - 22
Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Menggunakan Multilevel Inverter dengan Mengatur Tegangan Output <i>Noer Saadjarwan, Ocha Zahra, M. Hardy Lazuardy</i>	23 - 27
Analisis Pemanfaatan Air Sungai di Hilir Bendung Way Seputih sebagai Suplesi untuk Optimalisasi Daerah Irigasi Way Seputih Layanan Bws.22 S/D Bws.33 Schias 5000 Ha <i>Muhammad Makhlis</i>	28 - 39
Kekesatan Perkerasan Kaku pada Jalan Tol dengan Retak Melintang Pertengahan Jalan <i>Chatarina Niken, Raini, Muhammad Karani, Vera A</i>	40 - 47
Conductivity Zone On Audio-Magnetote-Baric Data (Amt) in Parangtritis Area, Bantul, Yogyakarta <i>Akroma Hidayatika, Sahroni, Hesti</i>	48 - 53
Analisis Risiko Daerah Rawan Kecelakaan Pada Perlintasan Sebidang Kereta Api (Studi Kasus: Perlintasan Tarakan – Perlintasan Sukamenanti) <i>Muhammad Nalik Karani, Rahayu Sulistyanti, Al-Akhsander Parba</i>	54 - 62
Efek Swelling yang ditambah dengan Bahan Aditif Limbah Beton terhadap Tebal Perkerasan <i>Iwan, Rahayu Sulistyanti, Karani Zamrud Fakhri</i>	63 - 72
Hubungan SDI dan IRI pada perkerasan flexible (studi kasus: Jalan Nasional Lampung Indonesia) <i>Chatarina Niken, Ahmad Tri Herjanto, Rahayu Sulistyanti, M. Karani, Al-Akhsander Parba</i>	73 - 79
Identifikasi Jenis Daging Konsumsi Berbasis Pengolahan Citra Menggunakan Metode Persentase RGB <i>Afri Yulianan, F.X. Arianto Satyanan, Sri Rama Sulistyanti, Tito Yulianto</i>	80 - 84
Uji Validasi Instrumen Akalometer ADXL345 untuk Pengukuran Kemantapan Gempa dengan Metode HVS <i>I Gede Bay Darmanan, Rahmi Mulyanti, Ahmad Anindita, Daran Surya Ejiadi dan Sahroni</i>	85 - 92
Analisa Statistik Nilai Kekasaran Permukaan dan Profil Permukaan Ti 6AL-4V ELI pada Pemestian Micro-milling <i>A. Fatmaha, G.A. Hraha, A. Hani, E.A. Supriyadi, E. Suparna</i>	93 - 99

# Bukti Kinerja



## LEMBAR PENGESAHAN PUBLIKASI

1. Judul : Kekesatan Perkerasan Kaku pada Jalan Tol dengan Retak Melintang Pertengahan Jalan
2. Nama Penulis : Chatarina Niken, Rainal, M Karami, Vera
3. Publikasi
  - a. Nama Publikasi : Prosiding SINTA
  - b. ISBN/ ISSN : ISSN: 2655-2914
  - c. Vol/ No/ Tgl/ Bln/Hal : -/-/September 2019/40-47
4. Tautan : <http://repository.lppm.unila.ac.id/21369/1/>
5. Penerbit : Fakultas Teknik Universitas Lampung

Bandar Lampung, 7 Oktober 2021

Mengetahui  
Dekan Fakultas Teknik UNILA



Prof. Dr. Suharno M.S., M.Sc, PhD, IPU  
NIP 196207171987031002

Penulis



Dr. Chatarina Niken, MT  
NIP 195806131984032003

Menyetujui  
Ketua LPPM UNILA



Dr. H. Kusmeilia Afriani, D.E.A  
NIP 196505101993032008

DOKUMENTASI LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT UNIVERSITAS LAMPUNG	
TGL	11/11/2021
NO. INVEN	143/P/B/M/FT/2021
JENIS	Prosiding
PARAF	f

# Kekesatan perkerasan kaku pada jalan tol dengan retak melintang pertengahan jalan

Chatarina Niken<sup>1\*</sup>, Rainal<sup>2</sup>, Muhammad Karami<sup>3</sup>, Vera A Norhidana<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

E-mail korespondensi: chatarinaniken@yahoo.com

**Abstrak.** Penelitian ini dilakukan pada ruas jalan tol Bakauheni-Sidomulyo Lampung sepanjang 30.000 km. Nilai kekesatan diukur sepanjang jalan tersebut sebelum jalan dipergunakan oleh umum. Pengukuran dilakukan dengan alat yang ditarik mobil sehingga dapat dilakukan dengan mudah dan cepat. Jenis kecacatan jalan diamati secara visual pada setiap segmen. Hubungan segmen dengan retak melintang pertengahan jalan dan nilai kekesatannya diperoleh. Dari hubungan tersebut dicari batasan apakah kekesatan yang ditinjau termasuk jalan utama atau berkecepatan tinggi, jalan dengan kategori sulit dan sangat sulit. Dengan memakai nilai kekesatan, pelaksana dapat dengan cepat dan mudah mengetahui segmen yang masuk kategori sulit dan sangat sulit. Segmen dengan retak melintang ganda memberikan kontribusi pada peningkatan nilai kekesatan dan dapat mengubah kategori jalan menjadi kategori sulit dan sangat sulit. Jalur terluar lebih rentan terhadap timbulnya retak ganda daripada jalur dalam. Dengan demikian, pelaksanaan pengecoran pada jalur luar memerlukan perhatian yang lebih tinggi dibanding jalur dalam.

**Kata kunci:** jalan tol, kekesatan, perkerasan kaku, retak, retak melintang

## 1. Pendahuluan

Transportasi memegang peranan penting dalam meratakan kesejahteraan masyarakat. Indonesia yang merupakan negara kepulauan memiliki panjang jalan 537.892 km. Harga barang produksi rakyat dapat bersaing bila biaya transportasi dapat ditekan. Hal itu dapat terealisasi apabila sarana transportasi sebagai penghubung produsen dan konsumen tersedia dengan baik. Indonesia membutuhkan anggaran sebesar Rp161,2 triliun untuk membangun infrastruktur jalan pada APBN 2018. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat mendapatkan jumlah anggaran paling besar yakni Rp104,2 triliun naik 2,6% dari anggaran APBN 2017. Kondisi jalan rusak ringan sampai rusak berat mencapai 300,3 km (Gianina dan Joice, 2019). Pemeliharaan jalan pada perkerasan fleksibel membutuhkan biaya yang besar, sedangkan pada perkerasan kaku biaya pemeliharaan jalan jauh lebih kecil. Pembangunan jalan beton atau perkerasan kaku membutuhkan biaya yang besar, persiapan yang matang dan penanganan yang tepat sejak persiapan, saat beton dituang dan segera setelah penuangan. Persiapan yang tidak matang, *sub grade* atau *sub base* yang kurang baik, kerusakan alat, pemasangan dowel yang kurang baik atau kendala lain, dan penanganan pasca pengecoran yang tidak tepat dapat mengakibatkan pelaksanaan pengecoran tidak dapat sesuai rencana. Hal tersebut dapat mengakibatkan timbulnya cacat pada perkerasan kaku seperti retak melintang. Amelia dkk, 2015 telah mengevaluasi pemenuhan indikator standar pelayanan minimal jalan tol di Indonesia dimana banyak hal yang belum terpenuhi.

Syarat utama lapis perkerasan jalan adalah aman, nyaman, dan ekonomis. Jalan yang terlalu licin dapat membahayakan keselamatan pengguna, sedangkan jalan yang terlalu kasar menyebabkan menurunnya kecepatan kendaraan dan memperlambat perjalanan. Studi keamanan jalan mengindikasikan hampir 20% kecelakaan lalu-lintas terjadi selama jalan dalam kondisi basah (Fwa, 2017). Kekesatan telah lama dikenal

sebagai parameter terpenting dalam mereduksi kecelakaan khususnya pada kondisi basah (Mataei dkk, 2016). Koefisien tahanan gesek dan *skid resistance* merupakan informasi yang sangat berharga untuk keamanan para pengguna jalan (Mataei dkk, 2016). Kekesatan (*skid resistance*) merupakan tahanan gesek antara permukaan jalan dan ban kendaraan sehingga tidak mengalami selip atau tergelincir baik pada saat kering atau kondisi basah diwaktu hujan. Tahanan gesek diperlukan untuk memberikan tambahan gaya traksi, gaya pengereman, kendali arah dan tahanan gaya ke samping (Willey, 1935). Permukaan perkerasan yang basah lebih berbahaya bagi kendaraan dengan permukaan ban halus daripada kondisi permukaan kering (Suwardo, 2003). Pada waktu kering semua jalan mempunyai tahanan gesek yang besar, sedangkan pada musim dingin bila permukaan jalan tertutup lapisan lumpur, salju, es, atau lainnya maka tahanan gesek tidak tersedia cukup. Tahanan gesek dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti variasi bentuk tekstur permukaan jalan dan kondisi ban. Tekstur permukaan jalan kasar akan memberikan kekuatan yang lebih dibandingkan dengan permukaan jalan yang licin. Kekesatan atau *skid resistance* pada perkerasan basah merupakan pengaruh utama pada semua kecelakaan lalu-lintas selama musim penghujan. Dengan demikian system drainase merupakan propertis jalan yang penting. Optimisasi kedua hal tersebut untuk mencapai keawetan maximum masih merupakan fokus pada penelitian yang sedang berjalan. Pada kondisi basah terdapat 2 sifat yang tidak tercakup oleh *skid resistance* yang baik tanpa system drainase. Gesek dalam kondisi basah dipengaruhi oleh geometri permukaan jalan dan kedalaman air. Jumlah titik kontak antara perkerasan dan ban ditentukan oleh kedalaman air. Kienie dkk, 2018 telah mengidentifikasi *skid resistance* basah sehubungan dengan tekstur mikro permukaan perkerasan jalan dan ketebalan lapisan air. Monitoring *skid resistance* pada perkerasan jalan telah menjadi bagian integral dari sistem majemen perkerasan.

Wesolowski dan Blacha, 2019 telah mempelajari hubungan tekstur mikro dan makro permukaan jalan terhadap *skid resistance*. Model kekesatan pada daerah beriklim panas untuk perkerasan lentur sudah diciptakan (Tang dkk, 2018). Pengaruh kontaminasi terhadap *skid resistance* telah dipelajari (Lubis dkk, 2018). Li dkk, 2018 menyatakan *skid resistance* dipengaruhi oleh sifat tekstur agregat. Meegoda dan Gao, 2015 telah mempelajari faktor reduksi untuk perkerasan fleksibel tua berdasarkan volume trafik kumulatif untuk memprediksi *skid resistance*.

Sukirman, 1992 telah melakukan studi *skid resistance* pada *asphalt concrete*, *concrete block* dan *hot rolled sheet* (HRS) berturut-turut adalah 45.29 (dengan standard deviasi 3.55), 48.18 (dengan standard deviasi 3.57), dan 60.05 (dengan standard deviasi 6.66). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 16/PRT/M/2014 tanggal 17 Oktober 2014 mensyaratkan nilai kekesatan jalan sesuai dengan standar minimum pelayanan jalan tol adalah lebih besar dari 0.33 perkilometer lajur. Penurunan kekesatan pada permukaan perkerasan beton semen (tanpa beton karet) 1.6 kali relatif lebih cepat daripada perkerasan beton aspal. Penurunan kekesatan permukaan beton semen yang menggunakan ukuran butir maksimum 19 mm (3/4 inci) 1.1 kali lebih cepat daripada dengan ukuran butir maksimum 37 mm (1 1/2 inci). Peranan parutan karet ban bekas memberikan sumbangan yang cukup baik dalam meningkatkan kekesatan permukaan perkerasan jalan beton semen (Syahdanulirwan dan Tatang, 2013).

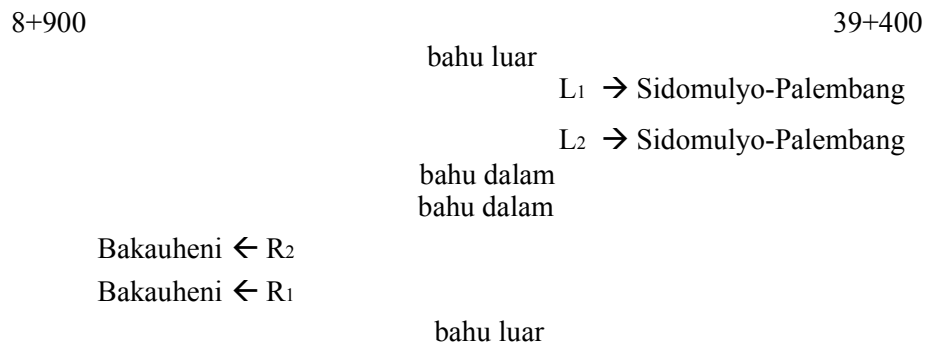
Semakin rendah nilai kekesatan, semakin tinggi kecepatan kendaraan. Retak melintang yang timbul pada perkerasan kaku membuat kekasaran jalan meningkat. Dengan adanya retak melintang, nilai kekesatan jalan menjadi semakin tinggi, kecepatan kendaraan menjadi turun. *Road notes* 18, 1999 mencantumkan nilai kekesatan minimum pada 3 jenis lokasi. Nilai kekesatan yang lebih tinggi dari nilai maximum untuk lokasi sulit menunjukkan sinyal urgenitas yang perlu ditangani segera. Hal tersebut karena menurunkan tingkat kenyamanan, meningkatkan resiko kecelakaan, dan menimbulkan kemacetan. Dengan mengetahui nilai kekesatan maka lokasi yang memerlukan perhatian tersebut dapat diketahui dengan cepat.

Kecacatan yang tidak ditangani dengan cepat dapat menurunkan tingkat pelayanan. Gianina dan Joice, 2019 melakukan penelitian pada ruas jalan Worang bypass yang terakhir di *overlay* pada tahun 2017. Jalan ini memiliki Indeks Permukaan Awal ( $IP_0$ ) 4.2 dan Indeks Permukaan Akhir ( $IP_t$ ) 1.5. Namun hanya selang satu tahun setelah jalan di *overlay* jalan tersebut telah mengalami penurunan Indeks Permukaan pada tahun 2018. Dengan beban lalu lintas sebesar 1.250.000 Indeks Permukaan pada ruas jalan tersebut turun mencapai angka 2.2 berarti masih dalam fungsi pelayanan yang cukup. Hingga pada akhir umur rencana dengan beban lalu lintas sebesar 15.510.000 diperkirakan  $IP_t$  akan berada pada angka 0 yang menyatakan fungsi pelayanan yang sangat kurang. Hal tersebut dapat dipicu oleh kecacatan pada permukaan perkerasan.



## 2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di jalan tol Bakauheni – Sidomulyo STA. 8+900 – 39+400 Provinsi Lampung, Indonesia (Gambar 1).



**Gambar 1.** Skema lokasi penelitian

Metode penelitian ini adalah dengan menggolongkan nilai kekesatan pada segmen yang memiliki retak melintang sesuai Road Notes 18, 1999 (Tabel 1). Nilai pada Tabel 1 sebenarnya diperuntukkan bagi perkerasan bitumen di daerah tropis dan sub tropis. Karena kekesatan berhubungan dengan kenyamanan, maka dalam penelitian ini tingkat kenyamanan dianggap sama dengan perkerasan bitumen. Suhu udara mempengaruhi nilai kekesatan. Suhu udara yang tinggi membuat lapisan air di atas perkerasan menghilang, permukaan jalan cenderung kering. SNI 4427, 2008 memberikan koreksi nilai kekesatan seperti Tabel 2. Dengan demikian rentang nilai kekesatan di daerah sulit adalah 66-76. Pada daerah sulit ini perlu dilakukan studi lapangan lebih lanjut untuk diketahui penyebabnya. Bila nilai kekesatan lebih dari 76 maka lokasi tersebut perlu segera diperhatikan. Tinjauan lapangan perlu dilakukan juga meneliti kembali proses pelaksanaannya.

**Tabel 1.** Nilai resistensi gesek minimum

Kategori	Tipe Lokasi	Kekesatan, 20°C
A	Lokasi sulit: bundaran, belokan dengan radius < 150m pada jalan bebas, kemiringan 1:20 atau lebih curam dengan panjang > 100m, lengan pendekat simpang bersinyal pada jalan bebas hambatan	65
B	Jalan utama/ cepat, menerus dan jalan kelas 1, jalan berlalulintas berat di perkotaan (> 2000 kendaraan/hari)	55
C	Lokasi lain	45

Sumber: Road Notes 18 (1999), Wessex skid tester (Suwardo, 2013).

**Tabel 2.** Koreksi nilai kekesatan

Temperatur (°C)	Koreksi	Temperatur (°C)	Koreksi
< 27	0	32 – 37	+2
27– 32	+1	> 37	+3

Retak pertengahan jalan diketahui dengan pengamatan visual pada setiap segmen di lajur L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, R<sub>1</sub> dan R<sub>2</sub> jalan tol Bakauheni – Sidomulyo STA. 8+900 – 39+400 (Gambar 1). Pengecoran L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, R<sub>1</sub> dan R<sub>2</sub> tidak dilakukan bersamaan. Pengujian kekesatan diambil pada saat beton berumur lebih dari 3 bulan dan dilaksanakan pada kondisi tidak hujan. Pada saat dilakukan tes kekesatan, jalan tersebut belum dioperasikan untuk umum. Nilai kekesatan yang diperoleh pada penelitian ini dibandingkan dengan nilai pada Tabel 1 dengan penambahan sebesar 1sesuai SNI 4427, 2008 yang tercantum pada Tabel 2. Hal tersebut didasarkan pada suhu di Indonesia berkisar 28±3°C (Niken et al, 2013).

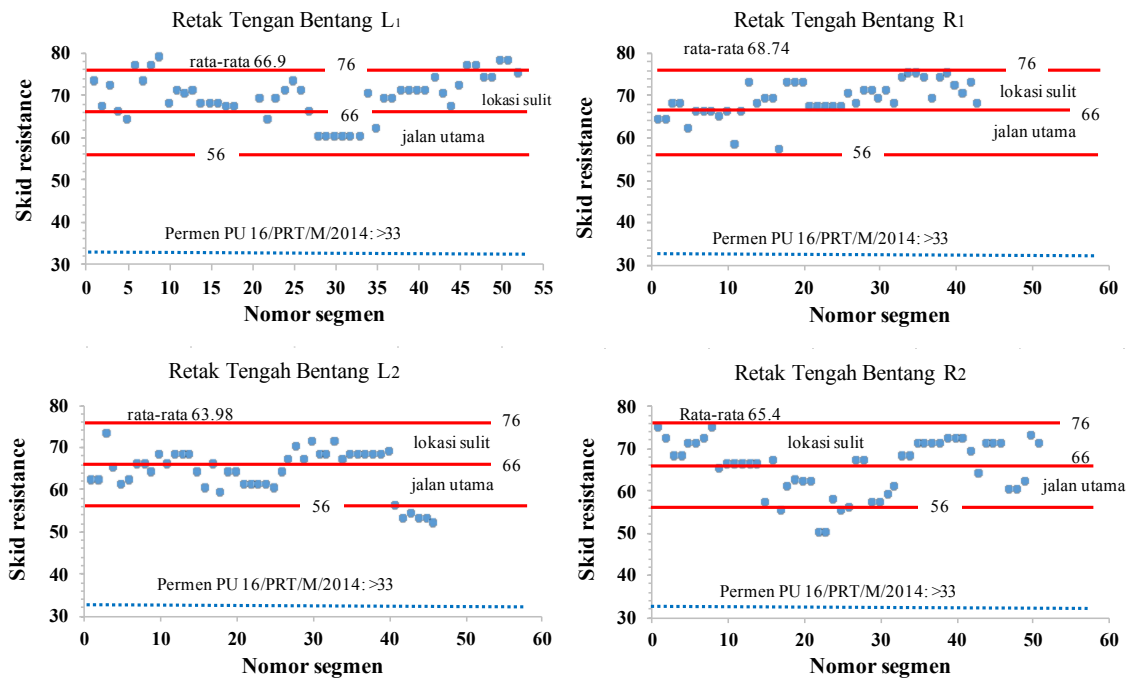
Nilai kekesatan pada segmen yang memiliki retak melintang di pertengahan jalan dibandingkan dengan nilai kekesatan seluruh segmen. Terdapat beberapa kondisi pada seluruh segmen yaitu kondisi baik, dengan retak rambut, dengan retak melintang pertengahan segmen dan dengan retak melintang *saw joint*. Retak *saw joint* adalah retak melintang yang berada pada satu atau dua sisi dari posisi *saw joint* dengan jarak sekitar 50 cm.

Pembahasan pada penelitian ini dilakukan dengan menganggap kualitas *grooving* pada seluruh segmen adalah sama. Dari perbandingan tersebut dan studi literatur dapat diambil kesimpulan.

### 3. Hasil Penelitian

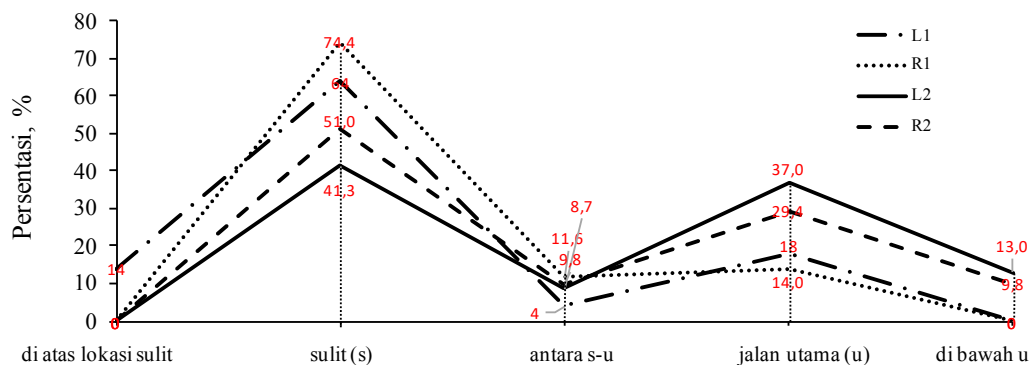
#### 3.1. Segmen yang mengalami retak melintang

Jumlah segmen yang mengalami retak melintang pada tengah bentang lajur L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, R<sub>1</sub> dan R<sub>2</sub> berturut-turut adalah 50, 43, 46 dan 51. Nilai kekesatan per meter pada segmen-segmen tersebut, batasan kondisi jalan utama, lokasi sulit dan nilai kekesatan sesuai Permen PU 16/PRT/M/2014 disajikan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Nilai kekesatan pada segmen yang mengalami retak melintang

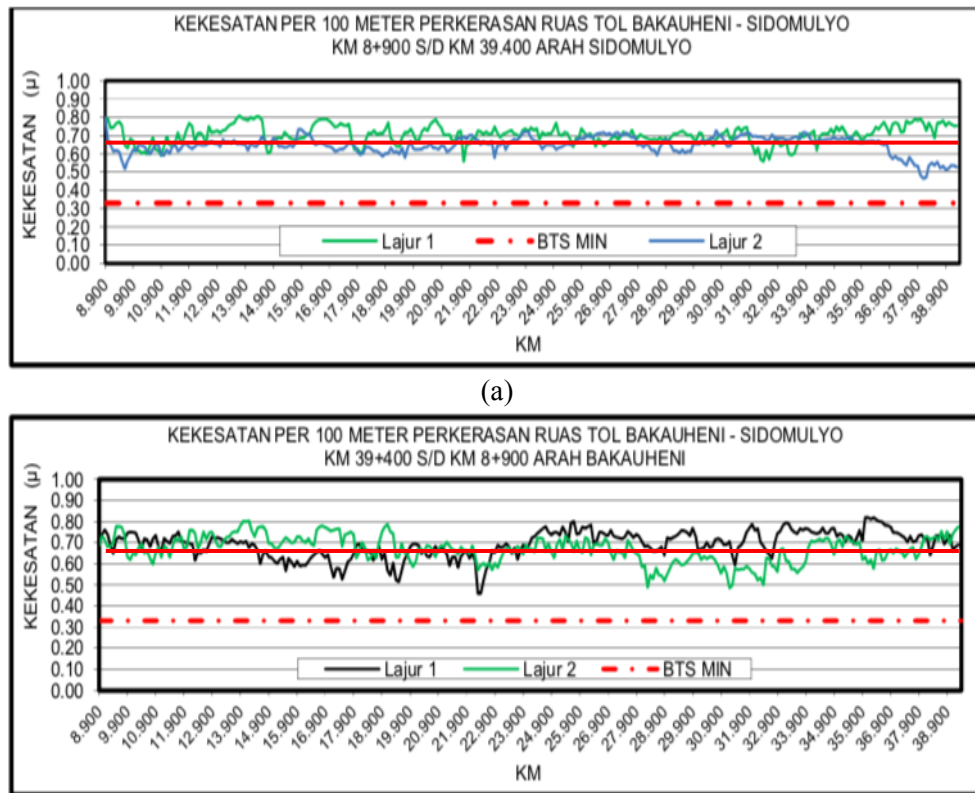
Persentase nilai kekesatan sesuai kondisi atau penggolongan jalan terhadap jumlah segmen yang mengalami retak melintang pertengahan jalan pada setiap lajur dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Persentase nilai kekesatan terhadap tipe lokasi jalan

### 3.2. Segmen keseluruhan

Secara keseluruhan, nilai kekesatan per 100m ( $\mu$ ) dengan kondisi baik, retak rambut, retak *saw joint* dan retak pertengahan bentang dapat dilihat pada Gambar 4. Nilai kekesatan maximum dan minimum dari seluruh segmen tersebut tercantum pada Tabel 3.



**Gambar 4.** Nilai kekesatan keseluruhan: (a) arah Sidomulyo, (b) arah Bakauheni

**Tabel 3.** Kekesatan per 100 meter Bakauheni-Sidomulyo

Sub ruas jalur	Kekesatan per 100 meter ( $\mu$ )			
	Lajur 1		Lajur 2	
	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum
Bakauheni- Sidomulyo	0.82	0.46	0.80	0.46
Sidomulyo - Bakauheni	0.79	0.46	0.80	0.48

## 4. Pembahasan

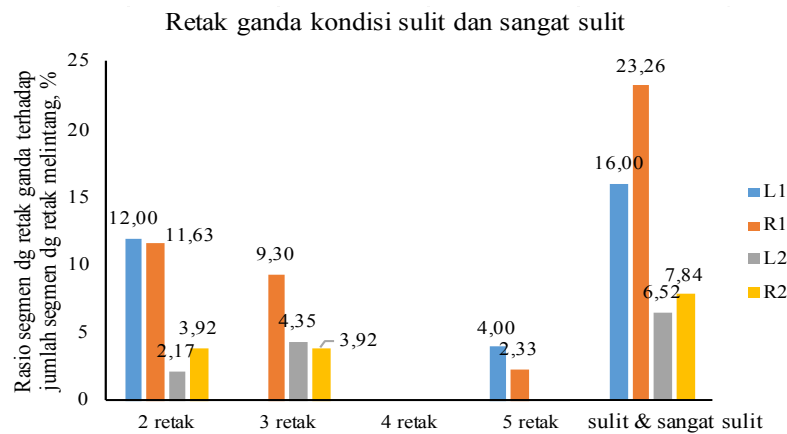
Dari Tabel 1 di atas, dapat dikatakan bahwa batas maximum nilai kekesatan setiap tipe lokasi adalah batas minimum nilai kekesatan tipe lokasi di atasnya. Rentang nilai kekesatan setiap tipe lokasi adalah 10 (Tabel 1). Dengan demikian batas maximum nilai kekesatan kondisi sulit adalah 76. Pembahasan dibagi menjadi 2 yaitu segmen yang mengalami retak melintang, segmen keseluruhan dan membandingkan keduanya.

### 4.1. Segmen yang mengalami retak melintang

Semua nilai kekesatan pada daerah dengan retak melintang pertengahan jalan lebih dari 0.33 sehingga dapat dinyatakan memenuhi Permen PU 16/PRT/M/2014. Namun apabila dilihat dari Gambar 3 terlihat bahwa kondisi sangat sulit terjadi pada lajur L<sub>1</sub> sebesar 14%. Kondisi sulit mendominasi semua jalur

terutama pada jalur terluar. Prosentase jumlah segmen yang mengalami kondisi sulit adalah 74.4%, 64%, 51% dan 41.3% untuk lajur R<sub>1</sub>, L<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, dan L<sub>2</sub>.

Pada kondisi sulit, kendaraan tidak dapat melaju dengan kencang; padahal tujuan pengendara memakai tol adalah agar dapat melakukan perjalanan dengan cepat. Dengan demikian seharusnya jalan tol masuk dalam kategori jalan utama yaitu jalan dengan kecepatan tinggi. Jumlah segmen dimana kendaraan bisa melaju dengan kecepatan tinggi berturut-turut berjumlah 50%, 39.2%, 18%, 14%, untuk lajur L<sub>2</sub>, R<sub>2</sub>, L<sub>1</sub>, dan R<sub>1</sub>. Terdapat retak melintang lebih dari satu buah pada satu segmen. Bila ditinjau kondisi sangat sulit dan sulit maka pada L<sub>1</sub> terjadi pada 9 segmen dengan retak melintang ganda, R<sub>1</sub> 10 segmen, L<sub>2</sub> 7 segmen, dan R<sub>2</sub> 10 segmen. Rasio segmen dengan retak ganda yang tergolong sulit dan sangat sulit terhadap jumlah segmen dengan retak melintang dapat dilihat pada Gambar 5. Kontribusi retak ganda terhadap peningkatan kategori jalan menjadi sulit dan sangat sulit adalah 23.26%, 16%, 7.84%, 6.52% oleh R<sub>1</sub>, L<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> dan L<sub>2</sub>.



Gambar 5. Retak ganda kondisi sulit dan sangat sulit

#### 4.2. Seluruh segmen

Dari Gambar 4a dan 4b, meskipun terdapat kondisi jalan dengan retak melintang di tengah jalan, retak *saw joint* dan retak rambut, nilai kekesatan seluruh jalan tol memenuhi Permen PU 16/PRT/M/2014. Kondisi sangat sulit terjadi pada lajur 1, terutama di dekat daerah Sidomulyo yaitu di bagian ujung rentang segmen yang diamati (Gambar 4a). Untuk arah Bakauheni kondisi sangat sulit terjadi pada kedua jalur, namun pada jalur 1 lebih banyak daripada jalur 2 (Gambar 4b). Nilai kekesatan maximum lajur 1 adalah 82 dan lajur 2 adalah 80 (Tabel 3). Nilai ini tidak terjadi pada segmen dengan retak melintang di tengah jalan. Dengan demikian terdapat penyebab lain yang memicu nilai kekesatan menjadi sangat tinggi.

#### 4. Kesimpulan

Nilai kekesatan jalan tol Bakauheni-Sidomulyo memenuhi Permen PU 16/PRT/M/2014 meskipun terdapat retak melintang ditengah bentang, retak *saw joint* dan retak rambut. Nilai maximum kekesatan pada seluruh segmen tidak terdapat pada segmen dengan retak melintang di tengah bentang. Penyebab lain yang menimbulkan nilai kekesatan tinggi perlu diteliti lebih lanjut.

Pada pengamatan di segmen dengan retak melintang, dapat dikatakan jalur terluar lebih rentan terhadap timbulnya retak ganda daripada jalur bagian dalam. Segmen dengan retak melintang ganda pada tengah bentang dapat meningkatkan nilai kekesatan menjadi kategori sulit dan sangat sulit. Kontribusi retak ganda pada hal ini dapat mencapai 23% dari segmen dengan retak melintang pada jalur luar tersebut. Karena terjadi peningkatan kategori jalan menjadi sulit dan sangat sulit, pengendara perlu memperlambat kecepatan kendaraan sehingga tidak memenuhi tujuan penggunaan jalan tol yaitu berkendara dengan kecepatan tinggi, aman dan nyaman.

## Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami ucapkan kepada PT Pembangunan Perumahan yang telah memberikan data pengujian kekesatan untuk jalan tol Bakauheni-Sidomulyo. Penghargaan yang tinggi kepada Fakultas Teknik Unila yang telah memberikan dukungan dalam penulisan karya ilmiah ini.

## Daftar Pustaka

- Amelia, M., Rajagukguk, R.P., Santosa, W. (2015) Evaluasi pemenuhan indikator standar pelayanan minimal jalan tol di Indonesia, *Proceeding of 18<sup>th</sup> FSTPT International Symposium*, Unila, Bandar Lampung, 28 Agustus, 10 hal.
- Department for International Development (1999) *Overseas Road Note 18, A Guide to the Pavement Evaluation and Maintenance of Bitumen-Surfaced Roads in Tropical and Sub-Tropical Countries*, 94 Victoria Street London, SW1E 5JL.
- Fwa, T.F. (2017) Skid resistance determination for pavement management and wet-weather road safety, *International Journal of Transportation Science and Technology*, 6.3, 217-227.
- Gianina K. G. S., Waani, J.E., Rumayar, A.L.E. (2019). Analisa kinerja perkerasan jalan ditinjau dari besarnya volume kumulatif lalu lintas dan faktor lingkungan, Studi kasus: Ruas Jalan Worang Bypass – Minahasa Utara, *Jurnal Sipil Statik*, 7.1, 93-102.
- Ilmuddin. (2017) Evaluasi kondisi jalan Kabupaten secara visual dengan kombinasi nilai IRI dan SDI, *Proceeding dari Konferensi Nasional Teknik Sipil ke 11*, Universitas Tarumanagara, 26-27 Oktober 2017, 137-146.
- Kienie, R., Ressel, W., Gotz, T., Welse, M. (2018) The influence of road surface texture on the skid resistance under wet conditions, *Proceeding of the institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology*, Feb 2018.
- Li, Q.J., Zhan, Y., Yang, G., Wang, K.C.P. (2018) Pavement skid resistance as a function of pavement surface and aggregate texture properties. *International Journal of Pavement Engineering*, September.
- Lubis, A.S., Muis, Z.A., Gultom, E.M. (2018) The effect of contamination on skid resistance of pavement surface. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 126. 012040, 6 hal.
- Matael, B., Zahedi, M., Zakeri, H., Nejad, F.M. (2016) Pavement friction and skid resistance measurement methods: A literature review, *Open Journal of Civil Engineering*, 6.4, 537-565.
- Meegoda, J.N., Gao, S. (2015) Evaluation of pavement skid resistance using highspeed texture measurement, *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 2.6, 382-390.
- 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.
- Novianto, V., Widodo, S., Sulandari, E. Pengujian nilai kekesatan permukaan jalan pada jalan utama Ahmad Yani 1 Pontianak, [garuda.risetdikti.go.id](http://garuda.risetdikti.go.id), 1-12.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia No. 16/PRT/M/2014. (2014) *Standar Minimal Pelayanan Jalan Tol*
- Sjahdanulirwan, M., dan Dachlan, A.T. (2013) Kajian kekesatan permukaan perkerasan jalan beton aspal, beton semen, dan beton karet, *Jurnal Jalan-Jembatan*, 30. 3, 152 – 163.
- Sukirman, S. (1992) *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Badan Penerbit Nova, Bandung.
- Suwardo. (2013). Investigasi kekesatan perkerasan jalan menggunakan Wessex Skid Tester” (online), [www.pu.go.id/uploads/services/service20130717121746.pdf](http://www.pu.go.id/uploads/services/service20130717121746.pdf)
- Tang, T., Anupam, K., Kasbergen, C. (2018) Finite element studies of skid resistance under hot weather condition. *Journal of the Transportation Research Board*, 2672.40, 382-394.
- Wesolowski, M., Blacha, K. (2019) Evaluation of airfield pavement micro and macrotexture in the light of skid resistance (friction coefficient) measurement. *MATEC Web Conferences*, 262, 05017, 7 hal.
- Willey, C.C. (1935) *Principles of Highway Engineering*, 2nd Edition, McGraw-Hill, New York