

PENYEBAB BADAN JALAN NASIONAL AMBLES DI PROVINSI JAWA BARAT

Satrio Tunggul Satoto Jagad

Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
Jln. Grafika 2, Kampus UGM,
Yogyakarta 55281
satrio.tunggul.s@mail.ugm.ac.id

Wimpy Santosa

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan
Jln. Ciumbuleuit No.94
Bandung 40141
wimpy@unpar.ac.id

Agus Taufik Mulyono

Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
Jln. Grafika 2, Kampus UGM
Yogyakarta 55281
atm8002@yahoo.com

Sunjoto

Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
Jln. Grafika 2, Kampus UGM
Yogyakarta 55281
sunysunyoto@gmail.com

Abstract

The cycle of structural pavement damage caused by subsidence generally has a repetitive pattern of damage and handling. The surface of the road looks great, but the bearing capacity under the surface is very low. The purpose of this research is to understand the dominant factors causing the subsidence on a national road section and determine its best solution. This study uses primary data, in the form of aerial photo recording using drones, geological field observations, georadar investigations, observation of pavement and drainage system damages, and soil investigations with sounding (Quasi Static Penetration Test) and hand boring tests. Then, the road damage analysis was performed using the factor value analysis. The road drainage and road pavement damage conditions were considered as the dominant factors causing the road subsidence, due to rain runoff that broke through the damaged pavement cavity and seeped into the soil layer below the road pavement. These conditions cause the saturation of water in the clay layer, so that it becomes expansive soils that have weathering. The solution to this is to stabilize the soil using lime-added material, geomembrane installation, and vertical moisture barrier at subsurface location.

Keywords: subsidence; road pavement; factor analysis; road drainage; expansive soil.

Abstrak

Siklus kerusakan struktural perkerasan jalan akibat amblesan badan jalan umumnya memiliki pola kerusakan dan penanganan yang berulang. Permukaan jalan terlihat mantap, tetapi daya dukung di bawah permukaannya ternyata sangat rendah. Tujuan penelitian adalah memahami faktor-faktor dominan penyebab amblesan badan jalan pada suatu ruas jalan nasional serta menentukan solusi penanganannya. Studi ini menggunakan data primer, yang berupa hasil perekaman foto udara dengan menggunakan *drone*, pengamatan geologi lapangan, penyelidikan georadar, pengamatan kerusakan perkerasan dan sistem drainase jalan, serta penyelidikan tanah dengan uji sondir dan *hand boring*. Selanjutnya dilakukan analisis kerusakan jalan dengan menggunakan analisis nilai faktor, dengan kondisi drainase jalan dan kerusakan perkerasan jalan merupakan faktor dominan penyebab badan jalan ambles, karena terdapat air limpasan hujan yang menerobos rongga perkerasan yang rusak dan merembes hingga ke lapisan tanah di bawah badan jalan. Kondisi tersebut menyebabkan terjadinya penjuhan air pada lapisan tanah lempung, sehingga menjadi tanah ekspansif yang memiliki pelapukan. Solusi penanganannya adalah dengan stabilisasi tanah menggunakan bahan tambah kapur, pemasangan geomembran, dan penghalang kelembaban vertikal pada lokasi amblesan badan jalan.

Kata-kata kunci: amblesan; perkerasan jalan; analisis faktor; drainase jalan; tanah ekspansif.

PENDAHULUAN

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004, Tentang Jalan, mensyaratkan bahwa bangunan jalan harus andal, kuat, mantap, aman, berdaya guna dan berhasil

guna, serta berkeselamatan. Artinya bangunan jalan harus memiliki daya tahan lama terhadap gangguan eksternal, seperti beban gandar kendaraan, cuaca ekstrim, aliran air tanah, dan bencana alam. Konstruksi bangunan jalan sudah diperhitungkan terhadap kondisi daya dukung tanah dasar, beban gandar kendaraan kumulatif yang lewat, dan faktor regional, seperti kelembaban udara atau curah hujan dan persentase kendaraan berat yang melewatinya. Bencana alam, berupa longsor, yang berdampak badan jalan ambles sangat merugikan jiwa (manusia) dan harta (kendaraan dan barang yang diangkut), serta menimbulkan biaya perbaikan rutin kerusakan konstruksi jalan yang mahal (Mulyono, 2019).

Fenomena perubahan bangunan infrastruktur jalan sangat berbeda dengan bangunan gedung, terutama yang terkait luasan pengaruh gaya dan beban eksternal terhadap kestabilan struktur bangunannya. Secara umum bangunan gedung memiliki karakteristik: (1) luasan sempit dan vertikal; (2) kekuatan daya dukungnya terletak pada titik kolom panjang yang bertumpu di atas lapisan tanah dasar yang kuat pada kedalaman tertentu; dan (3) beban statis kecuali beban angin. Sedangkan bangunan jalan, secara umum, memiliki karakteristik: (1) luas dan memanjang berupa ruas atau segmen; (2) kondisi tanah dasar dan lingkungan yang tidak stabil sepanjang ruas atau segmen jalan; (3) kondisi gangguan Ruang Milik Jalan (Rumija) dan Ruang Pengawasan Jalan (Ruwasja) sangat kompleks dan heterogen; dan (4) beban dinamis sepanjang ruas atau segmen jalan. Fenomena tersebut memberikan gambaran lapangan bahwa badan jalan diletakkan di atas lapisan tanah yang memiliki keragaman fisiografi regional, stratigrafi regional, dan struktur geologi. Bangunan jalan sangat sensitif dengan perubahan pergerakan alam, baik di bawah badan jalan maupun di atas permukaan jalan, yang kurang dipertimbangkan oleh perencana teknis geometrik bangunan jalan (Mulyono, 2007; Mulyono, 2018).

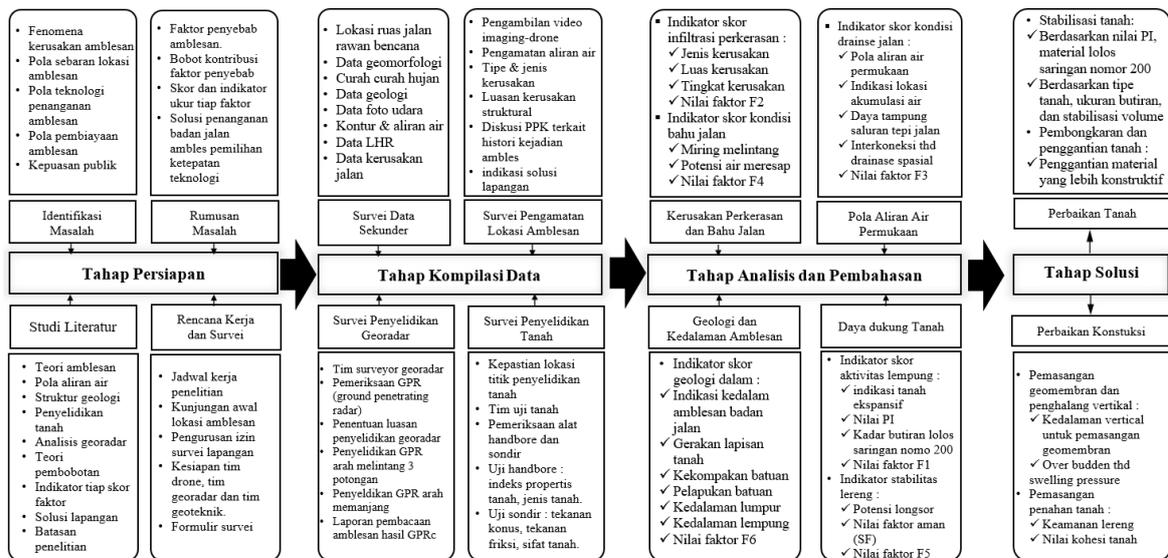
Terdapat peluang penyelenggara jalan nasional kurang cermat dalam melakukan analisis faktor-faktor penyebab kerusakan struktural perkerasan akibat badan jalan ambles. Pada kondisi tersebut, solusi teknis lebih mengedepankan pertimbangan aspek geoteknik yang serba cepat tanpa mempertimbangkan aspek geografi dan geomorfologi (analisis topografi dan hidrologi permukaan), aspek geologi (analisis struktur geologi dan penyelidikan georadar), dan aspek teknik jalan (geometrik, drainase, dan pemanfaatan ruang bagian jalan). Artinya penanganan badan jalan ambles belum dilakukan dengan pendekatan komprehensif dan integratif antara aspek geografi, aspek geologi, aspek geoteknik, dan aspek teknik jalan.

Berdasarkan pertimbangan fakta lapangan tersebut, studi ini dimaksudkan untuk menentukan faktor-faktor penyebab badan jalan ambles, di ruas Jalan Nasional 086, antara Batas Kota Sumedang hingga Cijelag, pada KM 64+200 hingga KM 64+250. Bagian ini memiliki segmen ambles yang paling luas dibandingkan dengan segmen-segmen yang lain. Kajian pada studi ini dilakukan secara komprehensif dan integratif, dengan mempertimbangkan aspek-aspek geografi, geologi, geoteknik, dan teknik jalan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini disusun melalui beberapa tahapan. Tahapan-tahapan tersebut direncanakan secara sistematis, untuk menjelaskan kronologi penelitian yang dilakukan, hingga

menghasilkan kesimpulan yang akurat. Secara sistematis studi ini dilakukan dalam 3 tahapan, yaitu: (1) Tahap persiapan; (2) Tahap pengumpulan data; dan (3) Tahap analisis dan pembahasan, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Metodologi Pelaksanaan Penelitian

Tahap persiapan penelitian berisi kegiatan untuk menyiapkan rencana kegiatan studi ini. Tahap ini berisi penyusunan: (1) identifikasi masalah; (2) rumusan masalah; (3) pema-haman studi literatur (tinjauan pustaka dan landasan teori); (4) batasan penelitian; dan (5) rencana kerja dan pelaksanaan survei.

Tahap kompilasi data dilakukan untuk mendukung analisis teknis. Data yang diguna-kan berupa data sekunder, yang didapat melalui survei instansional, dan data primer, yang didapat melalui penelitian secara langsung di lapangan.

Berdasarkan survei data primer dan data sekunder, didapat data teknis penting untuk analisis penyebab badan jalan ambles beserta solusi penanganannya. Data tersebut meliputi:

(1) Daya dukung tanah dasar (F1): 20,0%	(4) Kondisi bahu jalan (F4): 12,0%
(2) Kerusakan struktural perkerasan (F2): 18,0%	(5) Stabilitas lereng (F5): 10,0%
(3) Kondisi drainase jalan (F3): 25,0%	(6) Struktur geologi dalam (F6): 15,0%

Langkah selanjutnya adalah mencari Nilai Faktor yang merupakan hasil perkalian antara Bobot dan Skor yang dilengkapi indikator cara mengukurnya. Penentuan skor beserta indikator pengukurannya pada tiap faktor penyebab dapat dilihat pada Tabel 1 sampai dengan Tabel 6.

Tabel 1 Skor dan Indikator Tingkat Daya Dukung Tanah

Skor	Tingkat Daya Dukung	Indikator kuantitatif
1	Tinggi	Nilai aktivitas lempung < 0,50
2	Sedang	Nilai aktivitas lempung 0,50–0,70
3	Rendah	Nilai aktivitas lempung 0,70–0,90
4	Ambles	Nilai aktivitas lempung > 0,90

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2019) dan Hendratno (2019)

Tabel 2 Skor dan Indikator Tingkat Infiltrasi Perkerasan Jalan

Skor	Tingkat Infiltrasi	Indikator Kuantitatif
1	Sangat Rendah	Kondisi perkerasan Baik (B), luas kerusakan < 6,0% dari luas lapis perkerasan permukaan yang diteliti.
2	Rendah	Kondisi perkerasan Sedang (S), luas kerusakan 6,0–11,0% dari luas lapis perkerasan permukaan yang diteliti.
3	Tinggi	Kondisi perkerasan Rusak Ringan (RR), luas kerusakan 11,0–15,0% dari luas lapis perkerasan permukaan yang diteliti.
4	Sangat Tinggi	Kondisi perkerasan Rusak Berat (RB), luas kerusakan > 15,0% dari luas lapis perkerasan permukaan yang diteliti.

Sumber: Pemerintah Republik Indonesia (2011a)

Tabel 3 Skor dan Indikator Keberfungsian Saluran Drainase Jalan

Skor	Tingkat Keberfungsian	Indikator Kualitatif
1	Berfungsi Optimal	Saluran tepi jalan yang ada dapat menampung air permukaan tanpa meresap ke badan jalan dan tidak ada genangan di permukaan jalan.
2	Berfungsi Sebagian	Saluran tepi jalan yang ada dapat menampung air permukaan tetapi sebagian besar meresap ke badan jalan, kapasitas saluran terlampaui oleh debit air permukaan.
3	Tidak Berfungsi	Saluran tepi jalan yang ada tidak dapat mengalirkan air permukaan karena: (1) mengalami kerusakan; (2) tidak interkoneksi dengan drainase spasial; (3) kemiringan memanjang tidak standar; (4) air permukaan tidak mengalir ke saluran.
4	Tidak Ada	Tidak ada saluran tepi jalan (selokan samping).

Sumber: Pemerintah Republik Indonesia (2011b)

Tabel 4 Skor dan Indikator Tingkat Kecepatan Bahu Jalan Mengalirkan Air

Skor	Tingkat Kecepatan Bahu Mengalirkan Air	Indikator Kualitatif
1	Tuntas	Bahu jalan cepat mengalirkan air permukaan tanpa ada air yang meresap ke perkerasan bahu dengan kemiringan melintang perkerasan bahu 2,0–3,0%.
2	Cepat	Bahu jalan cepat mengalirkan air permukaan dengan kemiringan melintang < 2,0%, dan masih ada air permukaan yang meresap ke tanah dasar.
3	Lambat	Bahu jalan tidak cepat mengalirkan air permukaan dengan kemiringan melintang < 2,0% dan kondisinya jenuh air.
4	Menggenang	Bahu jalan terendam air permukaan dan kondisinya sangat jenuh air.

Sumber: Pemerintah Republik Indonesia (2011b) dan Pemerintah Republik Indonesia (2011a)

Tabel 5 Skor dan Indikator Tingkat Keamanan Lereng

Skor	Tingkat Keamanan	Indikator Kualitatif
1	Tidak ada lereng	Tidak ada ancaman longsor
2	Stabil dan aman	Tidak ada potensi longsor, $SF > 1,5$
3	Berbahaya (Kritis)	Ada potensi longsor, $1,2 < SF < 1,5$
4	Sangat berbahaya	Rawan longsor, $SF < 1,2$

Sumber: Lambe dan Whitman (1991), Hardiyatmo (2010), dan Badan Standardisasi Nasional (2017)

Tabel 6 Skor dan Indikator Tingkat Pelapukan Struktur Geologi Dalam

Skor	Tingkat Pelapukan	Indikator kuantitatif
1	Rendah	Tidak ada ancaman longsor
2	Sedang	Tidak ada potensi longsor, $SF > 1,5$
3	Tinggi	Ada potensi longsor, $1,2 < SF < 1,5$
4	Sangat tinggi	Rawan longsor, $SF < 1,2$

Sumber: Hendratno (2019)

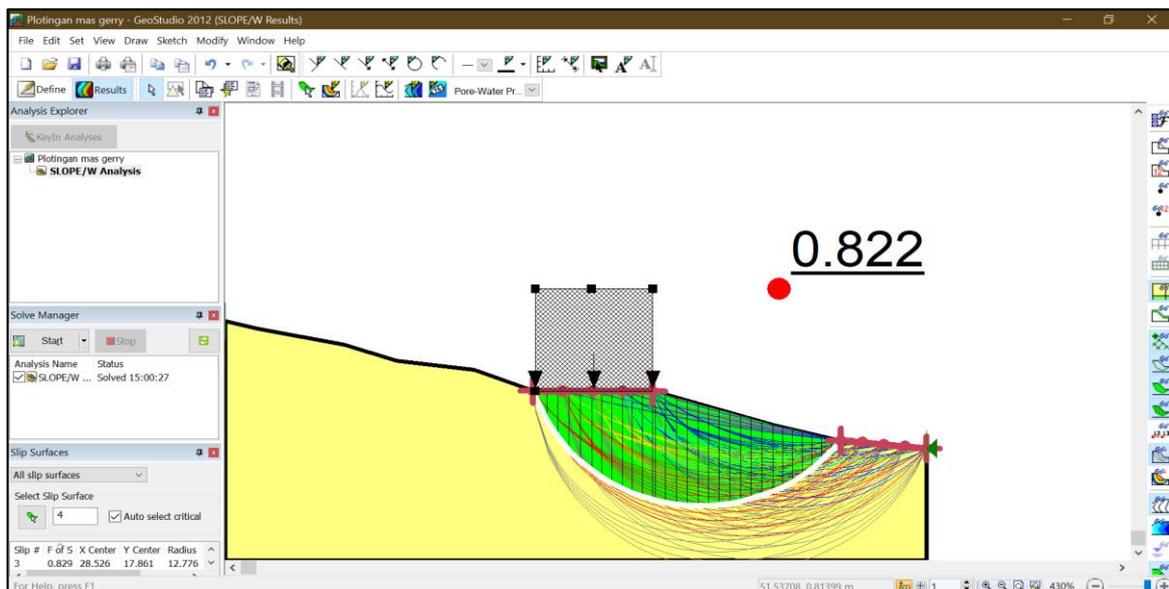
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Stabilitas Lereng dan Akumulasi Aliran Air

Peta kontur menunjukkan bahwa lokasi penurunan badan jalan berada di lengkung vertikal pada punggung bukit. Pola penurunan badan jalan berupa pola penurunan memanjang dan dugaan posisi jalan yang berada di punggung bukit menyebabkan potensi terjadinya erosi pada bagian bawah struktur perkerasan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengecekan lebih lanjut dengan stabilitas lereng untuk mengidentifikasi potensi terjadinya erosi pada badan jalan.

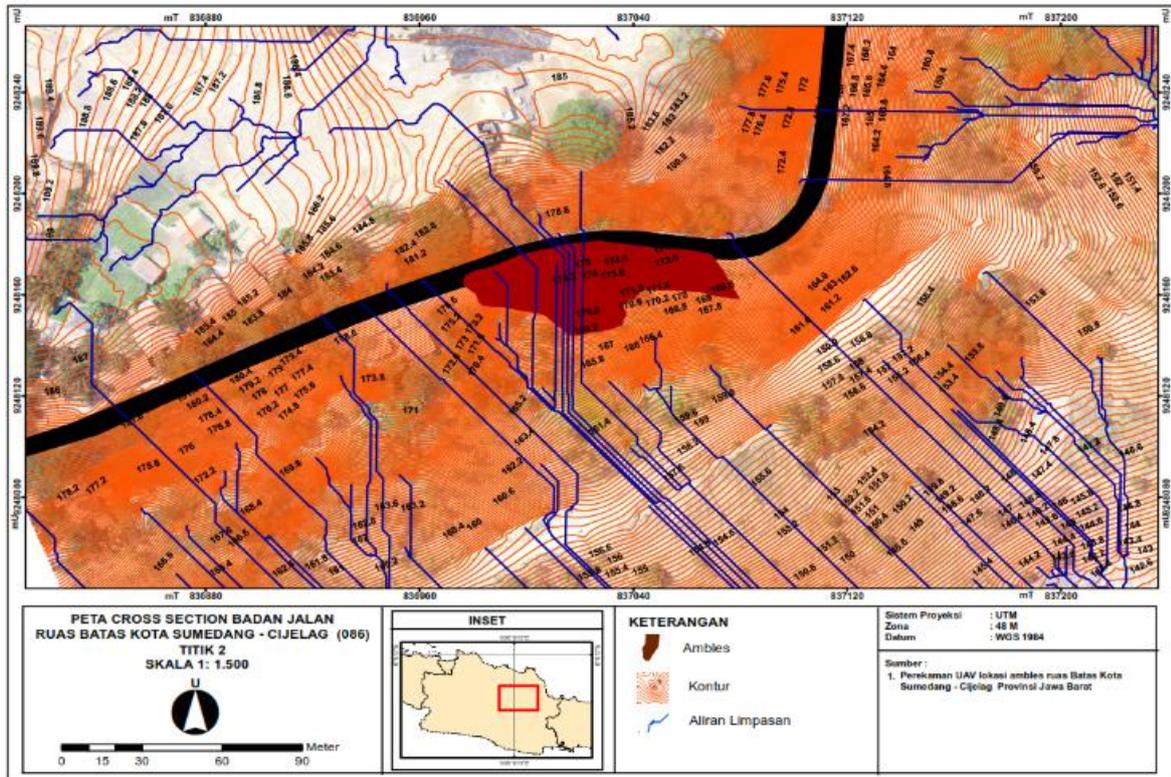
Analisis stabilitas lereng dilakukan untuk mengetahui nilai tingkat keamanan lereng sebagai indikator kuantitatif. Analisis stabilitas lereng pada penelitian ini menggunakan metode analisis Bishop, yang perhitungannya menggunakan perangkat lunak Geostudio Slope/W 2012. Perangkat lunak ini dapat digunakan untuk menganalisis masalah kestabilan lereng dalam berbagai bentuk dan kondisi lereng. Hasil analisis stabilitas lereng disajikan pada Gambar 2, yang menunjukkan bahwa nilai keamanan lereng (*safety factor*) sebesar 0,822 atau jauh di bawah 1,2, yang artinya tingkat keamanan berada dalam kategori “sangat berbahaya”, karena terdapat potensi rawan longsor lereng badan jalan.

Penurunan badan jalan diduga tidak hanya disebabkan oleh erosi, tetapi juga disebabkan karena pengaruh air. Survei lapangan yang dilakukan pada musim kemarau tidak dapat memberikan informasi mengenai aliran air permukaan. Pada studi ini digunakan perangkat lunak ArcGIS, yang memiliki fitur untuk melakukan pemodelan aliran air permukaan dengan menggunakan data *digital terrain model* (DTM), yang memuat data elevasi setiap piksel foto. Hasil Peta akumulasi aliran air yang telah diproses menggunakan perangkat lunak ArcGIS dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2 Hasil Analisis Pemodelan dan Nilai *Safety Factor* pada *Software* Geostudio

Peta akumulasi aliran air menunjukkan bahwa aliran air mengarah ke nilai elevasi terendah. Aliran air yang melewati badan jalan diduga menyebabkan tanah mengalami penjuanan, yang diduga menyebabkan tanah lempung menjadi ekspansif, sehingga terjadi penurunan pada badan jalan. Hasil analisis akumulasi aliran air memperjelas dugaan hasil analisis stabilitas lereng, yang menunjukkan adanya keterkaitan akumulasi air dengan stabilitas lereng.

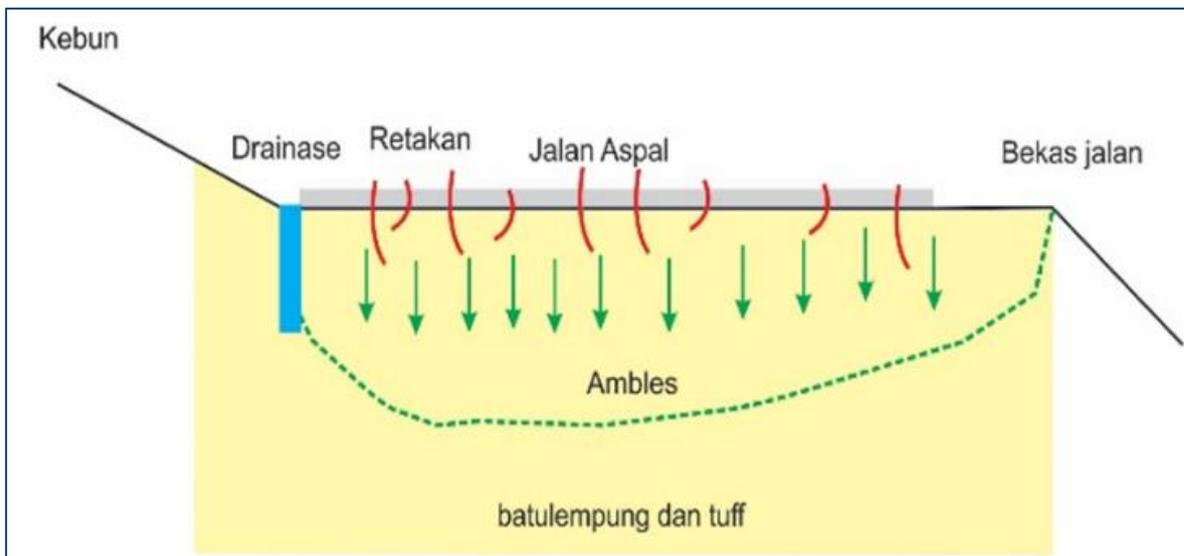


Gambar 3 Peta Akumulasi Aliran Air Menggunakan Drone dan Aplikasi GIS

Pangamatan Geologi dan Pembacaan Penyelidikan Georadar

Hendratno (2019) menyatakan bahwa ruas Jalan Nasional 086, Batas Kota Sumedang hingga Cijelag, berada di daerah yang relatif bergelombang. Jenis kondisi geologi yang ditemukan di sekitar lokasi badan jalan ambles adalah: (1) breksi andesit, berwarna coklat dengan ukuran matriks butir pasir lanau dan sortasi buruk; (2) batu lempung berwarna abu-abu, mengandung fragmen berupa material karbonat berwarna putih; dan (3) *tuff* berwarna kuning kecoklatan, ukuran butir pasir halus-lanau, sortasi baik, kemas tertutup, struktur per lapisan, dan komposisi material vulkanik.

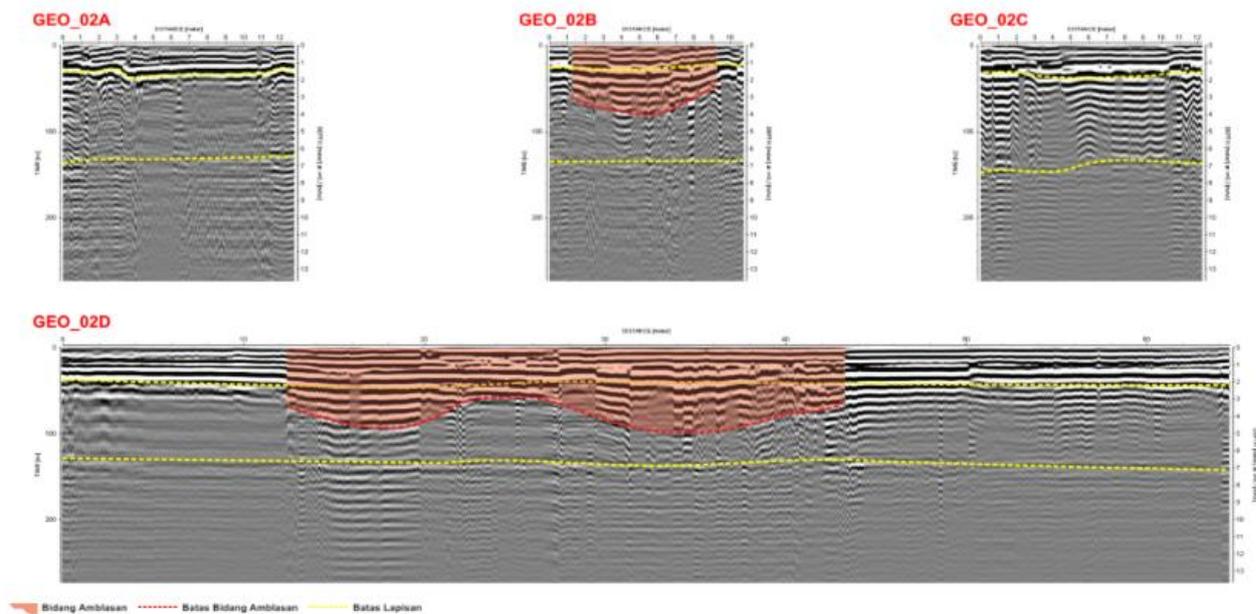
Tingkat pelapukan pada lokasi penelitian termasuk tinggi dengan kekar yang sangat intensif dan kekompakan tanah terlihat relatif lepas. Badan jalan yang mengalami ambles terlihat dengan adanya retakan dan penurunan pada badan jalan dengan dimensi 3,0 m x 25,0 m. Penurunan badan jalan ini diduga disebabkan karena adanya material lempung hasil produk vulkanik dan pelapukan atau alterasi. Ilustrasi penurunan badan jalan ditunjukkan pada Gambar 4.



Sumber: Hendratno (2019)

Gambar 4 Sketsa Penampang Jalan pada Ruas Jalan Nasional 086 Batas Kota Sumedang–Cijelag pada KM 32+000–KM 32+1000

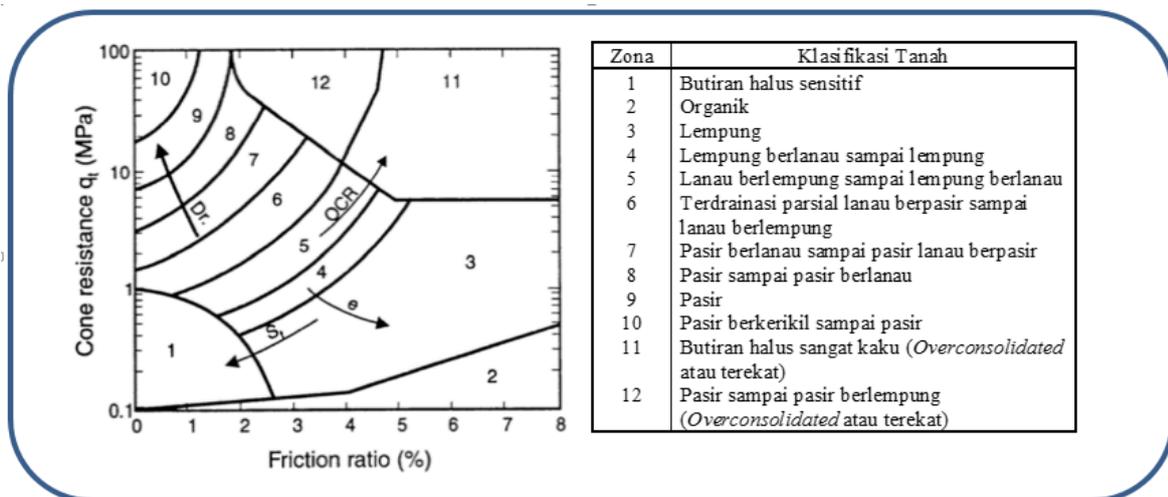
Interpretasi terhadap hasil penyelidikan georadar di lokasi pengamatan bertujuan untuk memetakan luasan dan kedalaman amblesan dan batas lapisan geologi. Interpretasi dilakukan dengan mencari difraksi yang muncul pada radargram yang menunjukkan keberadaan objek pada kedalaman tertentu. Kedalaman batas lapis perkerasan ditunjukkan dengan garis kuning pada setiap lintasan georadar. Hasil penyelidikan georadar ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Hasil Penyelidikan Georadar pada KM 64+200–KM 64+250 Ruas Jalan Nasional 086 Batas Kota Sumedang–Cijelag

Hasil interpretasi data penyelidikan georadar menjelaskan hal-hal berikut:

- 1) Lintasan GEO_02A berupa lintasan melintang pada KM 64+200. Amblesan tidak ditemukan pada lintasan ini. Batas lapisan geologi berada pada kedalaman 1,5 m dan 6,4 m.
- 2) Lintasan GEO_02B berupa lintasan melintang pada KM 64+225. Amblesan berjumlah 1 buah dengan lebar 8,0 m pada posisi 1,2 m hingga 9,2 m. Amblesan memiliki kedalaman maksimum 4,0 m, dengan batas lapisan geologi berada pada kedalaman 1,2 m dan 6,8 m.
- 3) Lintasan GEO_02C berupa lintasan melintang pada KM 64+250. Amblesan tidak ditemukan pada lintasan ini. Batas lapisan geologi berada pada kedalaman 1,6 m dan 7,0 m.
- 4) Lintasan GEO_02D berupa lintasan memanjang dari KM 64+200 hingga KM 64+250. Amblesan yang ada berjumlah 1 buah dengan lebar 31,0 m pada posisi 12,2 m hingga 43,2 m. Amblesan memiliki kedalaman maksimum 5,0 m. Batas lapisan geologi berada pada kedalaman 2,2 m dan 7,2 m.



Sumber: Robertson dan Campanella (1983)

Gambar 6 Klasifikasi Tanah Menurut Robertson dan Campanella

Penyelidikan Tanah

Uji sondir pada ruas jalan nasional yang diamati dapat dilaksanakan hingga kedalaman 9,2 m. Jenis tanah dapat diketahui dari pembacaan *soil behavior type*. Grafik *soil behavior type* didapat dari hasil perbandingan antara nilai tahanan konus (q_c) dengan *friction ratio* (fr). Rentang angka 1 hingga 9 menunjukkan nilai klasifikasi tanah menurut Robertson dan Campanella (1983), yang ditunjukkan pada Gambar 6. Grafik *soil behavior type* menunjukkan angka 5 (lanau berlempung sampai lempung berlanau) di kedalaman 0,0 m hingga 6,0 m dan angka 6 (lanau berpasir terdrainase parsial sampai lanau berlempung) di kedalaman 6,0 m hingga 9,0 m.

Hasil uji *hand boring* dapat memberikan informasi mengenai jenis tanah dan kedalaman masing-masing lapisan tanah. Hasil uji *hand boring* di lapangan menunjukkan bahwa terdapat lapisan lempung dengan *gravel* batu lempung lapukan di kedalaman 0,0 m

hingga 1,0 m; lapisan batu lempung serpih lapukan di kedalaman 1,0 m hingga 2,0 m; dan lapisan batu lempung serpihan di kedalaman 2,0 m hingga 3,0 m. Data hasil pengujian laboratorium disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil Pengujian Laboratorium pada Ruas Jalan Nasional 086 Batas Kota Sumedang–Cijelag pada Koordinat (-6.798030, 105.862849)

Parameter	Kedalaman Sampel Uji	
	1,00–1,40	3,00–3,30
Klasifikasi tanah menurut USCS	CH	CH
Kadar air - W_n (%)	43,043	29,03
Berat volume basah - γ_m (gr/cm ³)	1,705	-
Berat volume kering - γ_d (gr/cm ³)	1,192	-
Angka pori (e)	1,222	-
Porositas (n)	0,550	-
Derajat kejenuhan (%)	93,279	-
Berat spesifik atau berat jenis (Gs)	2,649	2,674
Indeks Plastisitas - PI (%)	74,33	101,33
Kandungan kerikil (%)	0,00	28,77
Kandungan pasir (%)	2,34	72,560
Kandungan lanau (%)	25,32	0
Kandungan lempung (%)	72,34	6,85
Kandungan fraksi lolos saringan no. 200 (%)	97,66	24,14
Sudut gesek - ϕ (°)	4,693	69,01
Kohesi tanah - c (kg/m ³)	0,290	93,15
Indeks kemampatan (Cc)	0,360	-
Koefisien konsolidasi - Cv (cm ² /detik)	4,44 x 10 ⁻³	-

Korelasi Nilai Indeks Plastisitas Tanah dengan Sifat Tanah Ekspansif

Hipotesis awal yang didapat dari pembacaan data pada pembahasan sebelumnya menunjukkan bahwa tanah yang terdapat pada lokasi penelitian merupakan tanah ekspansif. Untuk membuktikan hipotesis tersebut, perlu dilakukan pengecekan dengan membandingkan nilai indeks plastisitas tanah terhadap tanah ekspansif. Arbianto et al. (2016) menyatakan bahwa semakin besar nilai indeks plastisitas suatu material tanah, semakin besar pula persentase pengembangan material tanah tersebut. Besarnya persentase pengembangan dihitung dengan Persamaan (1):

$$S_{(PI)} = 0,016 (PI)^2 - 0,165(PI) + 2,76 \quad (1)$$

Dengan mensubstitusikan nilai PI sebesar 74,33% dan 101,33% pada lapisan CH (Lapisan I) dan SC (Lapisan II) ke Persamaan (1), didapat nilai S sebesar 78,89% dan 150,32%. Berdasarkan hasil perhitungan persentase pengembangan pada Lapisan I dan Lapisan II, dapat dinyatakan bahwa tanah di kedua lapisan ini memiliki potensi pengembangan yang tinggi (Hardiyatmo, 2014).

Korelasi Nilai Aktivitas

Contoh perhitungan nilai aktivitas lempung yang digunakan untuk mengidentifikasi kemampuan mengembang tanah lempung (Lambe dan Whitman, 1991). Nilai aktivitas lempung dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (2):

$$A = \frac{PI}{c} \quad (2)$$

Hasil Uji Laboratorium Lapisan-I (CH) dan Lapisan-II (SC) disubstitusikan ke dalam Persamaan (2), dengan nilai PI berturut-turut sebesar 74,33% dan 101,33%; nilai presentase fraksi yang lolos saringan No. 200 berturut-turut sebesar 97,66% dan 93,15%, sehingga didapat nilai aktivitas pada Lapisan-I (CH) sebesar 0,76 dan pada Lapisan-II (SC) sebesar 1,08.

Direktorat Jenderal Bina Marga (2019) menyatakan bahwa mineral lempung seperti *illite* dan *kaolinite* dapat bersifat ekspansif apabila ukuran partikelnya sangat halus. Lapisan I (CH) dan Lapisan II (SC) memiliki nilai presentase fraksi yang lolos saringan No. 200 yang sangat besar, sehingga ukuran partikel tanah uji terbilang sangat halus dan dapat dikategorikan bersifat ekspansif. Hasil analisis tersebut diperkuat dengan data *Soil Behaviour Type* (SBT) sondir bahwa tanah pada kedalaman 0,0 m hingga 6,0 m memiliki sifat tanah yang sama.

Pengamatan Kerusakan Struktural Jalan di Lokasi Amblesan

Luasan kerusakan struktural perkerasan yang diamati adalah 7,0 m x 50,0 m atau 350 m², dari KM 64+200 hingga KM 64+250, yang di dalamnya ada lokasi badan jalan ambles, terutama pada KM 64+225. Dari pengamatan lapangan diketahui bahwa jumlah luasan tiap jenis kerusakan struktural adalah 159,0 m² atau 45,43% terhadap total luasan kerusakan perkerasan yang diamati pada lokasi amblesan badan jalan. Luasan kerusakan struktural ini lebih besar daripada 15,0% terhadap luasan perkerasan yang diamati, yang artinya tingkat infiltrasi yang terjadi sangat tinggi, dan jika dibiarkan tanpa penanganan yang serius dan tepat waktu, infiltrasi tersebut dapat menerobos lapis pondasi dan tanah dasar jalan.

Hasil pengamatan pada lokasi kajian yang dikaitkan dengan kejadian badan jalan ambles, mengindikasikan bahwa permasalahan yang ada termasuk kategori “lambat dan tergenang”, yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Bahu jalan tidak cepat mengalirkan air permukaan karena kemiringan melintang kurang daripada 2,0%.
- 2) Kondisi konstruksi jalan sudah jenuh air dan memberikan potensi air meresap ke dalam tanah dasar dan badan jalan, serta terjadi genangan saat hujan.

Hasil pengamatan pada lokasi kajian dikaitkan dengan kejadian badan jalan ambles, menunjukkan bahwa permasalahan termasuk kategori “Tidak Berfungsi”, yang artinya saluran tepi jalan yang ada tidak dapat mengalirkan air permukaan dengan lancar, karena:

- 1) Mengalami kerusakan, luas basah tampang melintang berkurang karena dinding konstruksinya mengalami kerusakan.
- 2) Tidak interkoneksi dengan drainase spasial, jika terjadi hujan ekstrim, air limpasan tidak tertampung lagi di saluran dan saluran tidak dapat mengantarkan air limpasan menuju ke tempat pembuangan spasial.

- 3) Air permukaan tidak mengalir ke saluran, artinya sebagian besar air limpasan sudah terserap masuk ke dalam rongga-rongga akibat retak permukaan perkerasan.

Faktor Dominan Penyebab Amblesan Badan Jalan

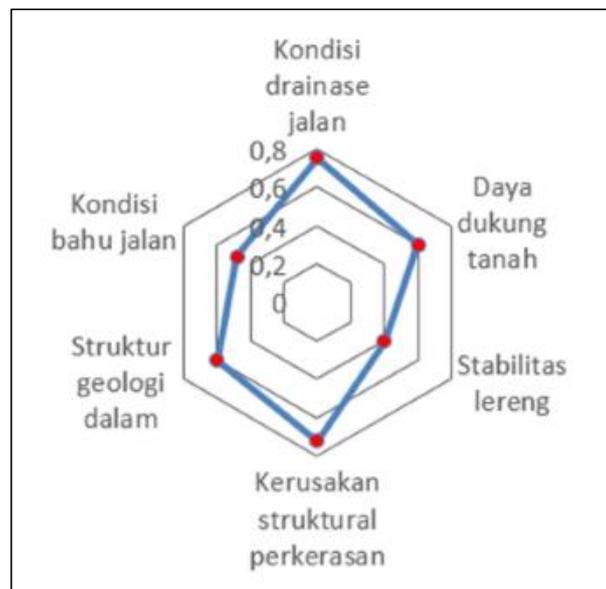
Berdasarkan analisis komprehensif yang mempertimbangkan pendekatan geografi dan geomorfologi, geologi lapangan, geoteknik, dan teknik bangunan jalan, dapat diurutkan kontribusi faktor-faktor dominan yang menyebabkan badan jalan ambles. Berdasarkan besaran nilai faktornya, urutannya adalah sebagai berikut:

- 1) Kondisi drainase jalan (0,75);
- 2) Kerusakan struktural perkerasan (0,72);
- 3) Daya dukung tanah (0,60);
- 4) Struktur geologi dalam (0,60);
- 5) Kondisi bahu jalan (0,48); dan
- 6) Stabilitas lereng (0,40).

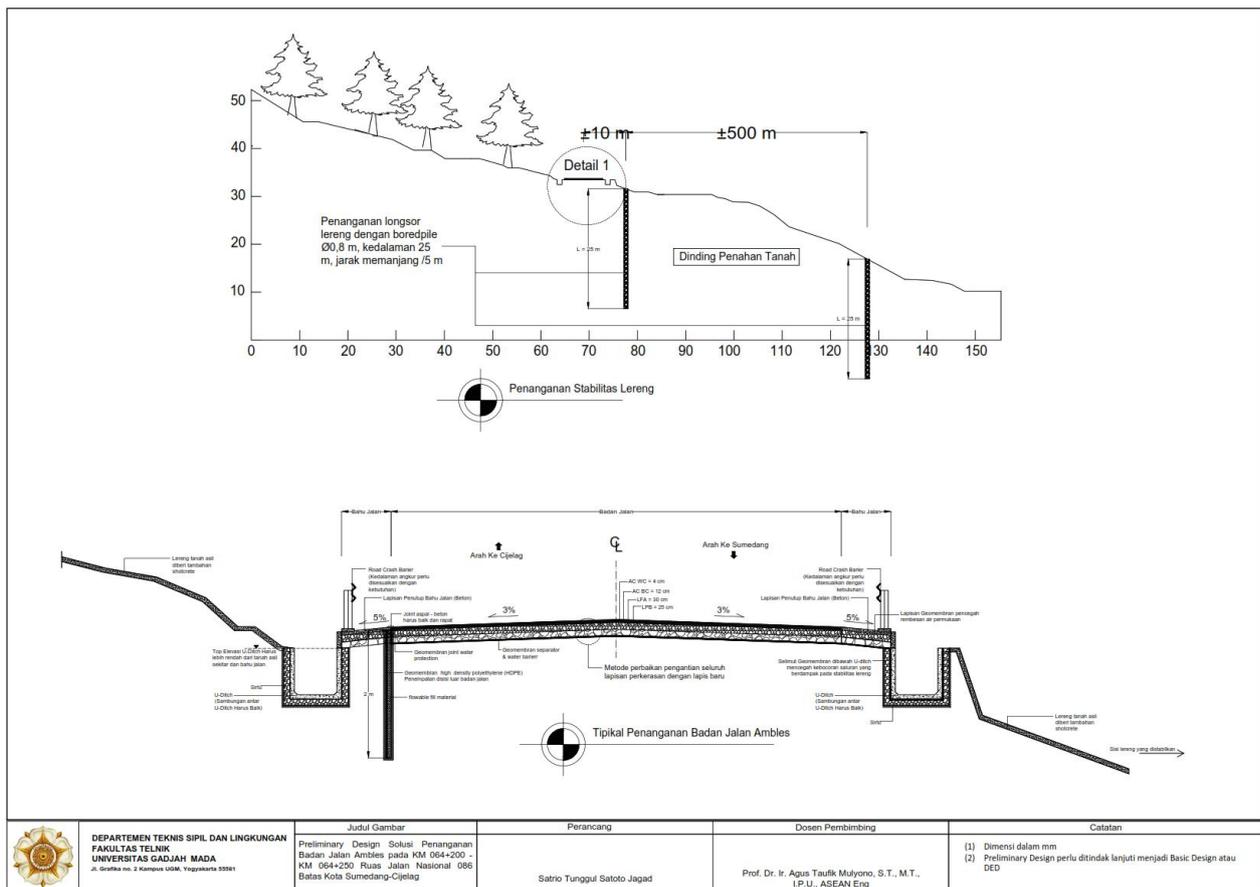
Kontribusi Pengaruh Faktor Dominan Penyebab Badan Jalan di lokasi pengamatan ditunjukkan pada Gambar 7, sedangkan usulan solusi penanganan amblesan ini dapat dilihat pada Gambar 8.

Tabel 8 Nilai Faktor Penyebab Badan Jalan Ambles pada Lokasi Kajian

Faktor Penyebab Amblesan	Bobot (%)	Skor	Nilai Faktor
1) Daya dukung tanah (F1)	20,0	3	0,60
2) Kerusakan struktural perkerasan (F2)	18,0	4	0,72
3) Kondisi drainase jalan (F3)	25,0	3	0,75
4) Kondisi bahu jalan (F4)	12,0	4	0,48
5) Stabilitas lereng (F5)	10,0	4	0,40
6) Struktur geologi dalam (F6)	15,0	4	0,60



Gambar 7 Kontribusi Pengaruh Faktor Dominan Penyebab Badan Jalan Ambles Lokasi Kajian



Gambar 8 Preliminary Design Solusi Penanganan Badan Jalan Ambles pada KM 064+200–KM 064+250 Ruas Jalan Nasional 086 Batas Kota Sumedang–Cijelag

KESIMPULAN

Beberapa catatan dan temuan penting yang dapat disimpulkan dari hasil analisis dan pengamatan di lapangan, adalah:

- 1) Bentang dan bentuk lahan yang dilintasi jalan, dapat membentuk pola aliran air permukaan yang berkumpul tepat di lokasi amblesan badan jalan, sehingga terjadi penjenjuran air yang diperparah oleh tidak berfungsinya sistem drainase jalan dan peluang infiltrasi air limpasan hujan yang menerobos rongga (pori) perkerasan yang kondisinya rusak struktural.
- 2) Struktur geologi di dalam badan jalan menunjukkan adanya lapisan batuan lempung dan tuff yang memiliki tingkat pelapukan tinggi, terjadi gerakan tanah yang tinggi yang dipicu oleh potensi longsor bahan rombakan dan lapisan lumpur yang dangkal.
- 3) Hasil penyelidikan georadar menunjukkan bahwa kedalaman amblesan dapat mencapai 5,0 m dengan luasan 8,0 m x 25,0 m. Lokasi amblesan di bawah tanah dasar ini merupakan tempat akumulasi air akibat infiltrasi air limpasan hujan yang berlangsung lama

dan menerobos rongga atau pori hingga lapisan tanah dasar serta terjadi penjuanan air, sehingga mempercepat proses amblesan badan jalan.

- 4) Hasil penyelidikan tanah (uji sondir dan uji *hand boring*) menunjukkan bahwa lapisan tanah di dalam badan jalan memiliki jenis tanah dominan lempung, terutama pada kedalaman 3,0 m hingga 3,3 m berupa tanah jenis Clay High plasticity (CH) yang diperparah dengan penjuanan air, sehingga nilai aktivitas lempung dalam kategori tinggi, yang dapat memicu ketidakstabilan lapisan tanah badan jalan.
- 5) Hasil pengamatan lapangan terhadap kerusakan perkerasan jalan, di lokasi amblesan badan jalan, menunjukkan bahwa 45,43% luasan perkerasan berada dalam kondisi rusak berat, yang memberi peluang terjadinya infiltrasi dengan tingkat yang sangat tinggi ketika air permukaan menerobos rongga-rongga perkerasan yang rusak hingga tanah dasar dan lapisan tanah badan jalan.
- 6) Berdasarkan analisis bobot faktor, skor, dan indikator tiap skor, dapat dihitung nilai faktor yang mengindikasikan kontribusi pengaruh tiap faktor terhadap potensi terjadinya amblesan badan jalan, yaitu:
 - a) Kondisi drainase jalan (0,75), tingkat berfungsi dengan baik karena saluran tepi jalan yang ada tidak dapat mengalirkan air limpasan hujan dengan lancar.
 - b) Kerusakan struktural perkerasan (0,72), tingkat infiltrasi sangat tinggi karena luasan kerusakan struktural 45,43%. Melebihi 15,0%, terhadap luasan perkerasan yang diteliti.
 - c) Daya dukung tanah (0,60), tingkat daya dukung tanah rendah karena nilai aktivitas lempung 0,76 yang berada 0,70 hingga 0,90.
 - d) Struktur geologi dalam (0,60), tingkat pelapukan sangat tinggi karena gerakan tanah yang tinggi yang dipicu oleh potensi longsor dan lapisan lumpur yang dangkal.
 - e) Kondisi bahu jalan (0,48), tingkat kecepatan mengalirkan air permukaan dalam kategori lambat dan menggenang karena penjuanan air dan kemiringan melintang kurang daripada 2,0%.
 - f) Stabilitas lereng (0,40), tingkat keamanan sangat berbahaya karena rawan longsor dengan SF (safety factor) 0,822 (kurang dari 1,2).
 - g) Berdasarkan nilai faktor dominan beserta indikator teknisnya, solusi penanganan amblesan badan jalan (pada Gambar 8), perlu dilakukan perbaikan tanah, melalui pembongkaran dan penggantian tanah yang lebih konstruktif, dan dilakukan stabilisasi tanah dengan bahan tambah kapur.
 - h) Perbaikan konstruksi; dengan pemasangan penahan tanah untuk stabilitas lereng dan pemasangan geomembran dan penghalang kelembaban vertikal.

DAFTAR PUSTAKA

- Arbianto, R., Susilo, B., dan Surjandari, N.S. 2016. *Studi Korelasi Indeks Plastisitas dan Batas Susut terhadap Perilaku Mengembang Tanah*. EJurnal Kajian Teknik Sipil, 1 (2): 101–119.

- Badan Standardisasi Nasional. 2017. *Persyaratan Perancangan Geoteknik*. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2019. *Laporan Penelitian Evaluasi Potensi Longsor pada Badan Jalan Nasional dengan Pendekatan GIS, Georadar, dan Teknik Jalan di Wilayah Jawa Barat dan Banten*. Jakarta: Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VI.
- Hardiyatmo, H.C. 2010. *Stabilisasi Tanah untuk Perkerasan Jalan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H.C. 2014. *Tanah Ekspansif*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hendratno, A. 2019. *Kajian Amblesan Badan Jalan di Wilayah Jawa Barat dan Banten dengan Pendekatan Struktur Geologi Dalam. Bahan Workshop Perbaikan Tanah Dasar Perkerasan Jalan*. Jakarta: BBPJJN-VI Ditjen Bina Marga.
- Lambe, T.W., dan Whitman, R.V. 1991. *Soil Mechanics*. New York, NY: John Wiley & Sons.
- Mulyono, A.T. 2007. *Model Monitoring dan Evaluasi Pemberlakuan Standar Mutu Perkerasan Jalan Berbasis Pendekatan Sistemik*. Disertasi tidak diterbitkan. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Mulyono, A.T. 2018. *Evaluasi Pelaksanaan Paket Long Segment Preservasi Jalan Nasional*. Bahan Workshop Simposium Ke-20 Forum Studi Transportasi Antar-Perguruan Tinggi (FSTPT). Malang: FSTPT.
- Mulyono, A.T. 2019. *Akar Masalah Fenomena Kerusakan Jalan Nasional*. Bahan Workshop Analisis Akar Masalah Kerusakan Jalan Nasional KNTJ-VIII HPJI. Jakarta: HPJI.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2004. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan*. Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2011a. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 13/PRT/M/2011 tentang Tata Cara Pemeliharaan dan Penilikan Jalan*. Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2011b. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 19/PRT/M/2011 tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan*. Jakarta.
- Robertson, P.K., dan Campanella, R.G. 1983. *Interpretation of Cone Penetration Tests*. Canadian Geotechnical Journal, 20 (4): 718–745.