

## Pemetaan Tingkat Kerawanan Jalan Rusak Berdasarkan Struktur Tanah dan Jenis Kendaraan yang Melintas pada Kecamatan Sukorejo Kabupaten Pasuruan

Fahrizal Novan Pahlevy, Sri Astutik\*, Era Iswara Pangastuti, Fahmi Arif Kurnianto, Ana Susiati

Program Studi Pendidikan Geografi, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37, Jember, 68121, Indonesia

\*Penulis korespondensi, e-mail: tika.fkip@unej.ac.id

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memetakan kerawanan jalan rusak berdasarkan struktur tanah dan kendaraan yang melintas. Metode survei dan pengamatan digunakan dalam pengambilan data primer berupa sampel tanah dan kendaraan pada jalan di Kecamatan Sukorejo. Sampel tanah diambil secara *purposive random sampling* dengan 22 titik sampel berdasarkan jalur mobilisasi. Analisis data menggunakan analisis deskriptif untuk menjelaskan kerawanan jalan rusak dan dampaknya terhadap kendaraan. Hasil menunjukkan persebaran potensi kerusakan jalan dengan kerawanan sangat tinggi berada pada Jl. Raya Sukorejo bagian utara dan Jl. Raya Surabaya-Malang dan kerawanan tinggi berada pada Jl. Desa Sekarjalak, Jl. Raya Sukorejo bagian selatan dan ruas Jl. Raya Sukorejo.

**Kata Kunci** : Pemetaan; tanah dan kendaraan; kerawanan jalan rusak

### PENDAHULUAN

Jalan atau jalan raya merupakan jalur tanah di atas permukaan bumi yang dibuat oleh manusia dengan bentuk, ukuran-ukuran dan jenis konstruksinya sehingga dapat digunakan untuk menyalurkan lalu lintas orang, hewan dan kendaraan yang mengangkut barang dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan mudah dan cepat (Nahak dkk., 2019). Jalan raya termasuk alat pemandu pengendara agar sampai tempat yang dituju dan tidak tersesat karena jalan raya memiliki berbagai jenis dengan fungsinya masing-masing. Penggunaan jalan raya sebagai jalur perjalanan harus dipikirkan terlebih dahulu mengenai lokasi yang cocok untuk dilalui berbagai jenis kendaraan seperti sepeda motor, mobil, truk, maupun bus agar tidak sia-sia dalam pembangunannya yang memakan biaya besar. Dewasa ini, jalan raya menjadi hal vital bagi masyarakat karena pengguna kendaraan khususnya di Indonesia mengalami perkembangan baik angkutan umum maupun kendaraan pribadi.

Sebelum adanya jalan raya masyarakat masih banyak yang berjalan kaki, maka dari adanya berjalan kaki terciptalah jalan setapak (Santosa dan Hidayat, 2019) sehingga belum terhubung seluruh wilayah terlebih hanya menghubungkan desa-desa sekitar. Dahulu kota-kota besar yang terdapat jalan antara lain Batavia, Semarang, dan Surabaya, akan tetapi kualitas jalannya yang belum maksimal dan beraspal sering kali menyebabkan kerusakan yang parah.

Awal mula adanya jalan di Indonesia yaitu pada masa pemerintahan Gubernur ke-36, Jendral Herman Willem Daendels tahun 1808-1811 dengan nama Jalan Raya Pos (*Grote Postweg*) Anyer-Panarukan atau Serang-Situbondo. Jalan raya tersebut merupakan jalan Nasional sepanjang 1000 km (621,3 mil). Pembangunan jalan ini sebagai bentuk modernisasi

Jawa terutama di bidang pemerintahan dan pertahanan walaupun belum menggunakan aspal hanya tanah yang diratakan. Pembangunan jalur Daendels ini awal mulanya dari *Buitenzorg* (Bogor) ke Karangsembung (Kecamatan Tomo, Sumedang) kemudian menghubungkan antara Sumedang-Cirebon-Surabaya-Panarukan.

Pembangunan jalan merupakan bentuk infrastruktur yang membutuhkan ruang besar dengan tingkat rintangan fisik yang relatif rendah diantara berbagai moda transportasi (Istianto, 2019). Namun, fakta di lapangan justru sebaliknya yang banyak rintangan-rintangan fisik alamnya sangat signifikan sehingga mengharuskan keluar lebih banyak biaya tambahan untuk membangun jalan melewati perbukitan yang naik-turun. Kecamatan Sukorejo sendiri topografi alamnya berupa dataran naik dengan ketinggian mulai 51 mdpl sampai 410 mdpl namun masih keadaan landai bukan perbukitan naik-turun dengan begitu tidak terlalu sulit membangun jalan di Kecamatan Sukorejo ini. Inovasi jalan terus dilakukan sampai menambahkan infrastruktur berupa jembatan, terowongan, penerangan, pembatas, nama daerah, arah mata angin, lampu lalu lintas, dan lain sebagainya.

Perlengkapan jalan raya sejatinya harus ada, karena berkaitan dengan kenyamanan pengendara agar selalu aman saat di jalan. Menurut Utary, dkk (2019) perlengkapan jalan berupa rambu lalu lintas, marka jalan, alat pemberi isyarat/peringatan pada lalu lintas, alat penerangan pada jalan, alat pengendali dan pengamanan pada jalan, alat pengawasan dan pengamanan jalan, fasilitas untuk sepeda, fasilitas untuk pejalan kaki, fasilitas untuk penyandang cacat dan fasilitas pendukung kegiatan lalu lintas dan angkutan jalan yang berada di jalan dan di luar badan jalan wajib dimiliki oleh setiap jalan yang digunakan sebagai lalu lintas. Sebagian besar jalan raya termasuk di Kecamatan Sukorejo memiliki perlengkapan jalan raya tersebut, tetapi untuk fasilitas pesepeda, pejalan kaki, dan penyandang disabilitas tergolong kurang. Selain itu juga pelayanan jalan harus ada karena berkaitan dengan kapasitas jalan, di mana kapasitas jalan yang tidak dapat menampung volume lalu lintas akan mempengaruhi kinerja jalan dan berdampak pada tingkat pelayanan jalan (Rahman dkk., 2023). Jalan akan mengalami penurunan tingkat pelayanan seiring dengan berjalannya waktu. Menurunnya tingkat pelayanan jalan akan ditandai dengan adanya kerusakan pada jalan (Meisnnehr dkk., 2020).

Sejauh ini kurang lebih sekitar 2 tahun yang lalu sejak dilakukan pengaspalan ulang berupa dua lapis aspal dan pengecoran pada pinggir aspal belum ada tanda-tanda kerusakan baik ringan maupun berat, karena sebelum-sebelumnya apabila dilakukan pengaspalan ulang sekitar satu tahun sudah mulai menunjukkan kerusakan aspal. Banyaknya truk yang melintas juga menjadi pertimbangan untuk melakukan analisa ulang terhadap daya tahan aspal dalam jangka waktu lama.

Berdasarkan penelitian Zunaidi, dkk (2020) memberikan hasil bahwa penentuan jalan rusak dapat diperoleh melalui aplikasi seluler menggunakan *Location Based Service* dan penggunaan *GPS* sebagai perolehan lokasi jalan rusak sehingga dapat ditampilkan warna tanda berdasarkan tingkat kerusakan jalan.

Dewasa ini, sudah banyak wilayah yang melakukan renovasi jalan baik hanya ditambah saja maupun diaspal ulang tak terkecuali daerah penelitian sendiri yang sudah mendapat renovasi berupa pengaspalan ulang. Dampaknya dapat dirasakan oleh seluruh lapisan masyarakat baik pekerja pabrik maupun para petani yang memerlukan jalan sebagai ruang mobilitas mereka dengan sangat baik.

Pemetaan jalan rusak lebih mudah dilakukan dengan pemanfaatan teknologi berupa ArcGIS karena menurut Pandapotan, dkk (2020) "selama ini, proses pemetaan kondisi jalan dilakukan secara manual, yaitu dengan pergi ke jalan untuk pengecekan, lalu jika

menemukan bagian yang rusak, maka harus menunggu jalan kosong untuk sementara atau menutup jalan tersebut untuk melakukan pemetaan”.

Penelitian sebelumnya telah mengetahui cara pemetaan jalan rusak dengan bantuan ArcGIS. Studi pertama oleh Pinem (2018) menunjukkan bahwa untuk memetakan jalan yang rusak dapat menggunakan *Web-based mapping* berdasarkan koordinat muka bumi yang didapat dari *Google Maps* dengan seangkaian proses pemrograman komputer. Studi selanjutnya oleh Pandapotan, dkk (2020) menunjukkan bahwa pemetaan kerusakan jalan dapat melalui data citra dengan proses membentuk ulang citra agar mirip keadaan asli kemudian menyatukan citra tersebut untuk divalidasi posisi sesuai lokasi jalan rusak.

Berdasarkan uraian penelitian terdahulu tersebut belum ditemukan penelitian yang berkonsentrasi pada pemetaan jalan rusak melalui *software* ArcGIS berdasarkan struktur tanah dasar (*subgrade*) dan jenis kendaraan yang melintasi jalan raya. Berlandaskan uraian tersebut, peneliti mengambil topik penelitian Pemetaan Tingkat Kerawanan Jalan Rusak Berdasarkan Struktur Tanah dan Jenis Kendaraan yang Melintas pada Kecamatan Sukorejo Kabupaten Pasuruan.

## METODE

Pada studi ini, digunakan metode penelitian survei dengan pendekatan deskriptif berorientasi pada kuantitatif. Pendekatan kuantitatif pada penelitian ini didasari seberapa banyak data kendaraan kemudian dihitung rata-rata per hari sehingga diketahui apakah jalannya rawan rusak atau tidak dengan struktur tanah yang diketahui. Variabel bebas dari penelitian ini adalah struktur tanah dasar dan kendaraan yang melintas serta variabel terikat penelitian ialah tingkat kerawanan jalan rusak di Kecamatan Sukorejo Kabupaten Pasuruan. Teknik analisis data menggunakan teknik *overlay*, peta yang akan di *overlay* yaitu data struktur, tekstur, konsistensi, dan klasifikasi tanah serta data peta volume, kecepatan, dan kepadatan kendaraan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini berlangsung selama satu bulan pada bulan September tahun 2023 pada wilayah Kecamatan Sukorejo. Pemilihan lokasi penelitian menggunakan metode *purposive random sampling*, dengan pemilihan lokasi berdasarkan pertimbangan tertentu. Pengambilan sampel penelitian ini ditentukan berdasarkan sepanjang jalur mobilitas yang masih aktif digunakan dan jenis kendaraan yang melintas beragam mulai dari truk kecil hingga truk trailer dan bus. Sementara jalan yang nonaktif tidak dilakukan pengambilan sampel tanahnya karena sudah pasti tidak berpengaruh bagi masyarakat.

Sampel penelitian berupa struktur tanah pada sepanjang jalur mobilitas diambil dengan metode manual menggunakan alat berupa linggis, jadi struktur tanah yang diambil termasuk struktur tanah terganggu dan pengambilan struktur tanah pada horizon A di mana struktur tersebut berkisar antara 15-20 cm ke bawah tanah. Peneliti mengambil pada horizon A dengan pertimbangan alat yang digunakan terbatas serta waktu pengambilan sampel yang sedikit jadi untuk mendapatkan sampel penelitian secara efektif.

Tabel 1. Data Struktur Tanah

Lokasi Pengambilan Sampel	Penggunaan Lahan	Tipe Struktur Tanah	Nilai Kelas
Jl. Raya Surabaya-Malang	Persawahan	Granuler	7
Jl. Raya Sukorejo	Ladang	Granuler	7
Ruas Jl. Raya Sukorejo	Persawahan	Granuler	7
Jl. Raya Sukorejo	Persawahan	Granuler	7
Jl. Desa Sekarjalak	Persawahan	Granuler	7

Lokasi Pengambilan Sampel	Penggunaan Lahan	Tipe Struktur Tanah	Nilai Kelas
Jl. Taman Safari II	Persawahan	Gumpal membulat	6
Jl. Desa Dukusari	Ladang	Gumpal bersudut	5
Jl. Desa Gunting	Perkebunan	Gumpal bersudut	5

Hasil Penelitian 2024

Berdasarkan Tabel 1. diperoleh hasil sebagian besar struktur tanah granuler mendominasi, karena tipikalnya berbentuk membulat dengan permukaan yang tidak teratur sehingga dampak bagi jalan rawan berubah bentuk dengan maksud jalan aspal dapat ambles, retak secara memanjang, ataupun melebar pada sisinya. Wilayah jalan di Kecamatan Sukorejo yang memiliki struktur tanah granuler antara lain Jl. Raya Surabaya-Malang dengan penggunaan lahan persawahan, Jl. Raya Sukorejo dengan penggunaan lahan ladang, Ruas Jl. Raya Sukorejo dengan penggunaan lahan persawahan, Jl. Raya Sukorejo dengan penggunaan lahan persawahan, dan Jl. Desa Sekarjalak dengan penggunaan lahan persawahan. Struktur tanah dasar dapat mempengaruhi jalan di atasnya karena subgrade yang baik akan menentukan kualitas bangunan kedepannya, adanya struktur granuler bagi subgrade jalan raya tidak baik karena jalan lebih rawan untuk rusak.

Parameter tekstur tanah digunakan untuk mengetahui perbandingan antara partikel dari struktur tanah yang berupa liat, lanau, pasir, dan debu. Data hasil struktur tanah masih perlu dilakukan pengamatan mengenai teksturnya karena struktur tanah merupakan gabungan antara beberapa butir tanah sehingga membentuk suatu struktur tanah, berikut hasil tekstur tanah:

Tabel 2. Data Tekstur Tanah

Lokasi Pengambilan Sampel	Tekstur Tanah	Kelas Tekstur	Nilai Kelas
Jl. Raya Surabaya-Malang	Lempung berdebu	Halus	7
Jl. Raya Sukorejo	Lempung berdebu	Halus	7
Ruas Jl. Raya Sukorejo	Lempung berdebu	Halus	7
Jl. Raya Sukorejo	Lempung berdebu	Halus	7
Jl. Desa Sekarjalak	Lempung berdebu	Halus	7
Jl. Taman Safari	Pasir berlempung	Sangat kasar	1
Jl. Desa Dukusari	Lempung berpasir	Sangat kasar	1
Jl. Desaa Gunting	Lempung berpasir	Sangat kasar	1

Hasil Penelitian 2024

Berdasarkan hasil tekstur tanah, tekstur halus mendominasi sampel penelitian dengan jenis lempung berdebu. Lokasi sampel dengan tekstur tanah tersebut antara lain Jl. Raya Surabaya-Malang, Jl. Raya Sukorejo, ruas Jl. Raya Sukorejo, dan Jl. Desa Sekarjalak. Tekstur tanah menjelaskan kasar halusnya sebuah tanah pada suatu wilayah, tekstur tanah merupakan perbandingan antara pasir, liat, dan debu untuk membentuk susunan tanah atau struktur tanah.

Parameter konsistensi tanah digunakan untuk mengetahui ketahanan tanah terhadap tekanan dari luar atau tekanan gaya dari luar dalam hal ini tekanan tersebut berasal dari kendaraan yang lewat pada permukaan aspal. Konsistensi tanah dipengaruhi oleh tekstur, struktur, dan kadar air permukaan, khusus kadar air permukaan, peneliti menggunakan kondisi kering karena kondisi ini untuk menilai derajat kekerasan tanah. Berikut hasil konsistensi tanah:

Tabel 3. Data Konsistensi Tanah

Lokasi Pengambilan Sampel	Tipe Konsistensi	Nilai Kelas
Jl. Raya Surabaya-Malang	Lepas	9
Jl. Raya Sukorejo	Lepas	9
Ruas jl. Raya Sukorejo	Lepas	9

Lokasi Pengambilan Sampel	Tipe Konsistensi	Nilai Kelas
Jl. Raya Sukorejo	Lepas	9
Jl. Desa Sekarjalak	Lepas	9
Jl. Taman Safari II	Agak keras	5
Jl. Desa Dukuhsari	Keras	3
Jl. Desa Gunting	Keras	3

Hasil Penelitian 2024

Berdasarkan Tabel 3. Menunjukkan rata-rata tipe konsistensi pada wilayah penelitian yaitu lepas. Wilayah jalan di Kecamatan Sukorejo yang memiliki konsistensi tanah lepas antara lain Jl. Raya Surabaya-Malang, Jl. Raya Sukorejo, ruas jl. Raya Sukorejo, dan Jl. Desa Sekarjalak. Konsistensi lepas pada wilayah tersebut sesuai dengan data tekstur yang halus, data struktur tipe granuler, dan kadar air keadaan kering. Konsistensi tanah menjelaskan seberapa kuatnya tanah apabila diberi tekanan dari luar, tekanan tersebut berasal dari kendaraan yang setiap hari melintas pada permukaan aspal.

Parameter klasifikasi tanah digunakan untuk mengkategorikan tanah berdasarkan sistem yang telah dibuat, sistem yang digunakan peneliti berasal dari USCS atau Unified Soil Classification System. Sistem tersebut mengkategorikan tanah berdasarkan kasar dan halusnnya tanah dengan simbol yang telah ditetapkan. Simbol pertama menunjukkan jenis tanah dan simbol kedua menunjukkan sifat tanah. Berikut hasil klasifikasi tanah:

Tabel 4. Data Klasifikasi Tanah

Lokasi Pengambilan Sampel	Klasifikasi Tanah	Ukuran Butir (mm)	Sifat	Simbol
Jl. Raya Surabaya-Malang	Pasir	3,8	P-r	SM
Jl. Raya Sukorejo	Pasir	2,7	P-t	SC
Ruas Jl. Raya Sukorejo	Kerikil	16,2	G-br	GP
Jl. Raya Sukorejo	Kerikil	22,7	P-r	GM
Jl. Desa Sekarjalak	Kerikil	14,6	P-r	GM
Jl. Taman Safari II	Kerikil	18,4	P-r	GM
Jl. Desa Dukuhsari	Kerikil	10,1	P-r	GM
Jl. Desa Gunting	Kerikil	15,3	G-bk	GW

Keterangan:

P-r = Plastisitas rendah    G-br = Gradasi buruk    SM = pasir berlanau  
P-t = Plastisitas tinggi    G-bk = Gradasi baik    SC = pasir berlempung  
GM = kerikil berlanau    GW = kerikil bergradasi baik    GP = kerikil bergradasi buruk

Hasil Penelitian 2024

Klasifikasi tanah menjelaskan golongan tanah berdasarkan kriteria tertentu seperti tingkat gradasi antar partikel tanah, tingkat plastisitasnya, dan ukuran butiran sehingga didapatkan klasifikasi tanah dengan benar sesuai pengamatan. Wilayah jalan yang memiliki klasifikasi pasir berlempung berada pada Jl. Raya Sukorejo dengan sifat plastisitas tinggi dan ukuran butir yaitu 2,7 mm. Pasir berlempung merupakan klasifikasi terburuk bagi *subgrade* jalan raya karena sifat dari lempung sendiri yang mudah mengembang dan mengempis menyebabkan jalan mudah rusak jadi klasifikasi tersebut tidak cocok digunakan sebagai tanah dasar suatu jalan raya.

Setelah mengetahui data tentang struktur tanah dan parameter pendukungnya, maka dilakukan penggabungan semua data hingga didapat hasil akhir sebagai berikut:

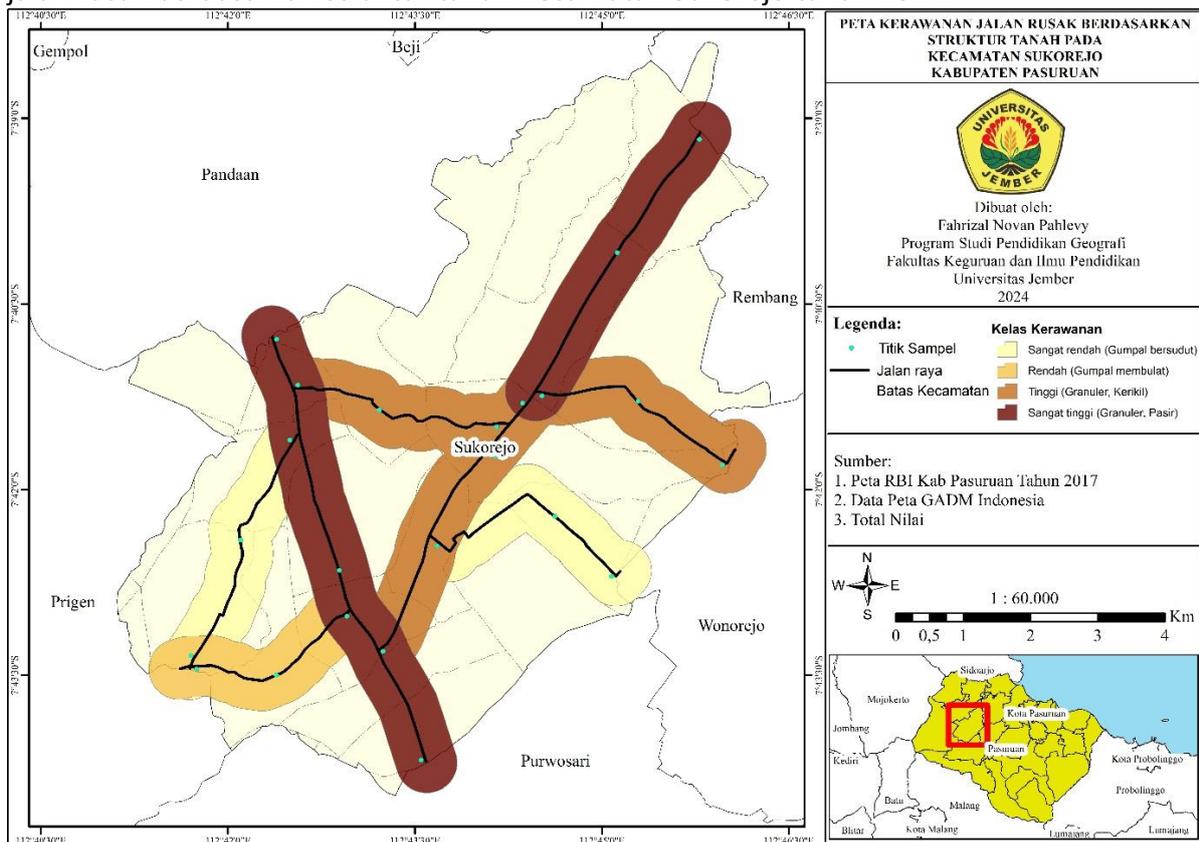
Tabel 5. Kerawanan Jalan Rusak Berdasarkan Struktur Tanah

Lokasi Jalan	Nilai Parameter				Total	Kelas
	Struktur Tanah	Tekstur Tanah	Konsistensi Tanah	Klasifikasi Tanah		

Jl. Raya Surabaya-Malang	7	7	9	5	28	Sangat tinggi
Jl. Raya Sukorejo	7	7	9	6	29	Sangat tinggi
Ruas jl. Raya Sukorejo	7	7	9	1	24	Tinggi
Jl. Raya Sukorejo	7	7	9	2	25	Tinggi
Jl. Desa Sekarjalak	7	7	9	2	25	Tinggi
Jl. Taman Safari II	6	1	5	2	14	Rendah
Jl. Desa Dukuhsari	5	1	3	2	11	Rendah
Jl. Desa Gunting	5	1	3	1	10	Sangat rendah

Hasil Penelitian 2024

Berdasarkan tabel 5. kerawanan jalan rusak pada masing-masing jalan, diketahui kerawanan paling tinggi berada pada Jl. Raya Surabaya-Malang dan Jl. Raya Sukorejo bagian utara dengan total nilai parameter 28 dan 29, menjadikan Jl. Raya Sukorejo bagian utara berpotensi sangat tinggi terhadap kerusakan jalan. Kerawanan jalan rusak yang tinggi berada pada ruas Jl. Raya Sukorejo, Jl. Raya Sukorejo bagian selatan, dan Jl. Desa Sekarjalak dengan total nilai parameter 24 dan 25, menjadikan Jl. Raya Sukorejo bagian selatan dan Jl. Desa Sekarjalak berpotensi tinggi terhadap kerusakan jalan. Tiga jalan lain yaitu Jl. Taman Safari II, Jl. Desa Dukuhsari, dan Jl. Desa Gunting memiliki kerawanan rendah terhadap jalan rusak dengan total nilai 10, 11, dan 14 sehingga jalan tersebut dikategorikan sebagai aman terhadap kerusakan jalan berdasarkan struktur tanah. Berikut merupakan peta kerawanan jalan rusak berdasarkan struktur tanah Kecamatan Sukorejo tahun 2024:



Gambar 1. Peta Kerawanan Jalan Rusak Berdasarkan Struktur Tanah Kecamatan Sukorejo Kabupaten Pasuruan Tahun 2024

Pengamatan jenis kendaraan dilakukan selama tujuh hari tetapi pada hari kerja (Senin-Jum'at) sementara Sabtu dan Minggu tidak dilakukan pengamatan karena jalan raya lebih banyak kendaraan pribadi yang menyebabkan data jenis kendaraan kurang valid. Waktu pengamatan yaitu pagi dan sore hari sesuai waktu masyarakat pergi dan pulang bekerja. Fokus penelitian yaitu pada kendaraan truk dan bus karena pengaruh dari kendaraan tersebut cukup signifikan terhadap jalan raya. Berikut perhitungan volume kendaraan:

Tabel 6. Data Perhitungan Volume Kendaraan Melintas

Lokasi	Jumlah Total Volume Setiap Kendaraan								
	Bus 1.2	Truk kecil 1.2	Truk besar 1.2	Tronton 1.22	Gandeng 1.2 2.2	Trailer 1.2 22	Trailer 1.2 222	Trailer 1.22 22	Trailer 1.22 222
Jl. Raya Surabaya-Malang	250	6100	550	1300	80	180	70	40	-
Jl. Raya Sukorejo	-	420	20	-	-	-	-	-	-
Ruas Jl. Raya Sukorejo	-	90	-	-	-	-	-	-	-
Jl. Desa Sekarjalak	-	110	-	-	-	-	-	-	-
Jl. Desa Dukuhsari	-	150	-	-	-	-	-	-	-
Jl. Desa Gunting	-	30	-	-	-	-	-	-	-
Jl. Taman Safari II	30	200	20	-	-	-	-	-	-

Hasil Penelitian 2024

Berdasarkan tabel hasil perhitungan kendaraan yang melintas pada tujuh lokasi penelitian, tren kendaraan yang paling banyak melintas yaitu jenis truk kecil atau engkel dengan sumbu roda 1.2 (satu gandar depan, dua gandar belakang) pada masing-masing lokasi, sementara lokasi paling banyak dilintasi kendaraan berada pada Jl. Raya Surabaya-Malang dengan hampir semua jenis kendaraan terbanyak.

Parameter kecepatan kendaraan digunakan untuk melihat rata-rata kecepatan truk dan bus pada suatu penampang jalan dengan satuan km/jam. Kecepatan pada truk dan bus pastinya berbeda dengan kecepatan kendaraan kecil semacam sepeda motor dan mobil. Kecepatan kendaraan dapat diketahui melalui aplikasi *smartphone* bernama *smart speed* dan cara kerjanya yaitu *smartphone* diletakkan di pinggir jalan secara vertikal menghadap seberang jalan kemudian atur jarak *smartphone* dengan objek jika sudah ikuti objek dengan menggeser jari sesuai laju kecepatannya maka akan didapat rata-rata kecepatan dari objek tersebut. Berikut hasil dari data kecepatan kendaraan:

Tabel 7. Data Kecepatan Kendaraan

Lokasi Pengamatan	Kecepatan Rata-Rata (km/jam)	Kelas
Jl. Raya Surabaya-Malang	40,9	Sedang
Jl. Raya Sukorejo	40	Sedang
Ruas Jl. Raya Sukorejo	33,2	Rendah
Jl. Desa Sekarjalak	30,9	Rendah
Jl. Desa Dukuhsari	32,1	Rendah
Jl. Desa Gunting	31,4	Rendah

Lokasi Pengamatan	Kecepatan Rata-Rata (km/jam)	Kelas
Jl. Taman Safari II	38,3	Sedang

Hasil Penelitian 2024

Berdasarkan hasil kecepatan kendaraan, wilayah jalan pada Kecamatan Sukorejo yang berkecepatan rata-rata sedang berada di Jl. Raya Surabaya-Malang, Jl. Raya Sukorejo, dan Jl. Raya Taman Safari II. Kecepatan kendaraan di jalan tersebut secara berurutan yaitu 40,9 km/h, 40,0 km/h, dan 38,3 km/h. Rata-rata truk dan bus memiliki kecepatan di bawah mobil atau motor karena dimensinya yang besar dan muatannya yang banyak sehingga apabila kecepatan kendaraan tersebut lebih dari yang dianjurkan maka masuk kategori kecepatan tinggi. Dampak dari kecepatan tinggi tentunya lebih rawan daripada berkecepatan rendah seperti getaran tanah di sekitar.

Parameter kepadatan kendaraan digunakan untuk mengetahui jumlah kendaraan yang menempati suatu panjang jalan atau lajur tertentu dan dirata-ratakan terhadap waktu, untuk satuan kepadatan sendiri menggunakan satuan kendaraan per km (kend/km). Kepadatan kendaraan dihitung menggunakan rumus  $D = V/S$  di mana D adalah kepadatan, V adalah volume, dan S adalah kecepatan. Berikut hasil dari data kepadatan kendaraan:

Tabel 8. Data Kepadatan Kendaraan

Lokasi Pengamatan	Kepadatan (kend/km)	Pembulatan	Kelas
Jl. Raya Surabaya-Malang	209,5	210	Sangat tinggi
Jl. Raya Sukorejo	11	11	Rendah
Ruas Jl. Raya Sukorejo	2,7	3	Sangat rendah
Jl. Desa Sekarjalak	3,6	4	Sangat rendah
Jl. Desa Dukuhsari	4,7	5	Sangat rendah
Jl. Desa Gunting	0,9	1	Sangat rendah
Jl. Taman Safari II	6,5	7	Sangat rendah

Hasil Penelitian 2024

Berdasarkan hasil perhitungan kepadatan kendaraan, wilayah Kecamatan Sukorejo yang mempunyai kepadatan paling tinggi berada pada Jl. Raya Surabaya-Malang dengan jumlah 210 kendaraan/km. Kepadatan dapat berarti kondisi dari kendaraan macet (tidak bergerak), merayap (bergerak sedikit demi sedikit), atau lancar (bergerak bebas). Pengaruh dari kepadatan kendaraan jelas menimbulkan kerawanan jalan rusak pada suatu jalan apabila kepadatan terlampaui tinggi.

Setelah mengetahui data tentang volume kendaraan dan parameter pendukungnya, maka dilakukan penggabungan semua data hingga didapat hasil akhir sebagai berikut

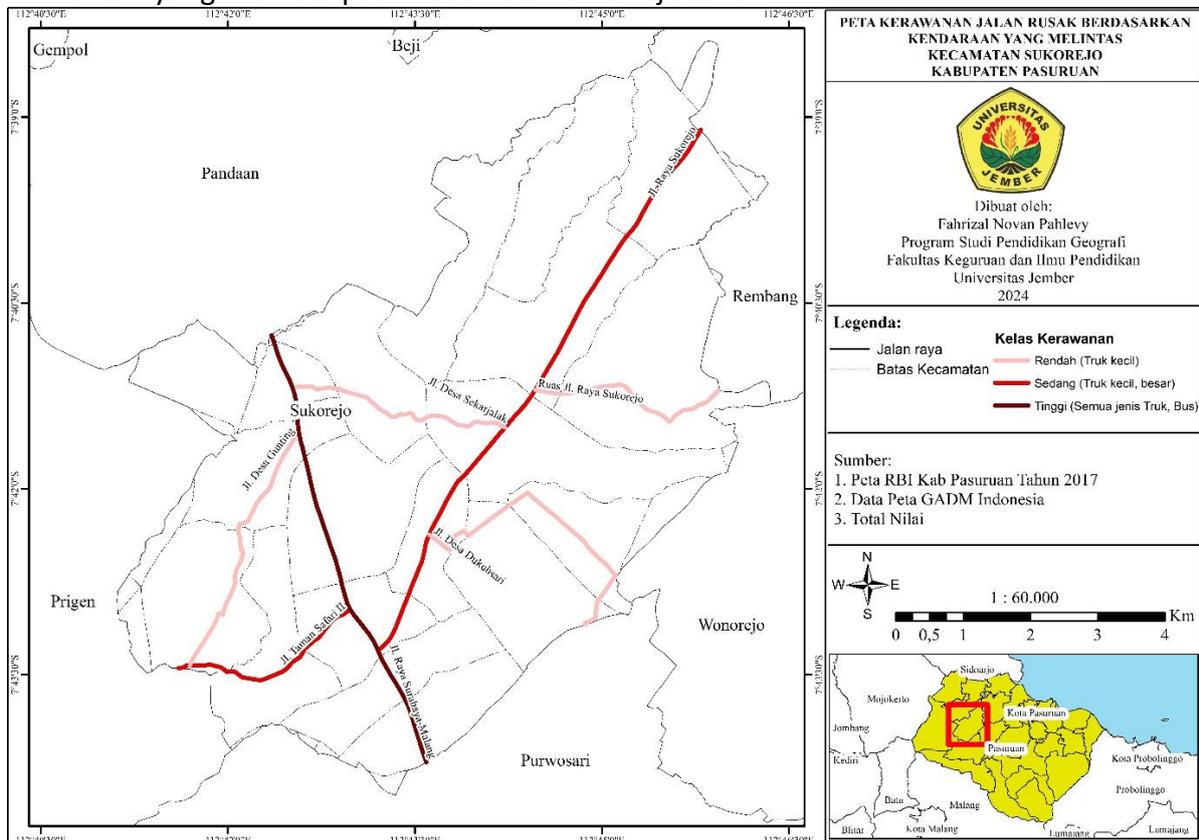
Tabel 9. Kerawanan Jalan Rusak Berdasarkan Kendaraan Melintas

Lokasi Jalan	Nilai Parameter			Total	Kelas
	Volume	Kecepatan	Kepadatan		
Jl. Raya Surabaya-Malang	5	3	5	13	Sangat tinggi
Jl. Raya Sukorejo	2	3	2	7	Sedang
Ruas Jl. Raya Sukorejo	1	2	1	4	Rendah
Jl. Desa Sekarjalak	1	2	1	4	Rendah
Jl. Desa Dukuhsari	1	2	1	4	Rendah
Jl. Desa Gunting	1	2	1	4	Rendah
Jl. Taman Safari II	1	3	1	5	Rendah

Hasil Penelitian 2024

Berdasarkan tabel 9 kerawanan jalan rusak pada masing-masing jalan, diketahui kerawanan paling tinggi berada pada Jl. Raya Surabaya-Malang dengan total nilai parameter 13, menjadikan jalan tersebut berpotensi terhadap kerusakan jalan secara terus-menerus walaupun sudah diperbaiki. Kerawanan jalan rusak tingkat sedang berada pada Jl. Raya

Sukorejo dengan total nilai parameter 7, menjadikan jalan tersebut lumayan berpotensi terhadap kerusakan jalan. Kerawanan jalan rusak tingkat rendah berada pada ruas Jl. Raya Sukorejo, Jl. Desa Sekarjalak, Jl. Desa Dukuhsari, Jl. Desa Gunting, dan Jl. Taman Safari II dengan total nilai parameter 4 dan 5, menjadikan jalan tersebut berpotensi rendah terhadap kerusakan jalan. Berikut merupakan peta kerawanan jalan rusak berdasarkan kendaraan yang melintas pada Kecamatan Sukorejo tahun 2024:



Gambar 2. Peta Kerawanan Jalan Rusak Berdasarkan Kendaraan Melintas Kecamatan Sukorejo Kabupaten Pasuruan Tahun 2024

Penelitian ini dilaksanakan selama 2 minggu yang terdiri dari 7 hari pengamatan kendaraan dan 7 hari pengambilan sampel struktur tanah. Penentuan lokasi penelitian menggunakan *purposive random sampling* dan menghasilkan *output* yaitu jalan di 7 tempat sebagai lokasi penelitian. Tahap berikutnya ialah penentuan sampel penelitian yang terdiri dari struktur, tekstur, konsistensi, serta klasifikasi tanah dan pengamatan kendaraan terdiri dari volume, kecepatan, serta kepadatan truk dan bus pada lokasi yang sudah ditentukan berdasarkan kriteria tertentu.

Berdasarkan data struktur tanah pada Kecamatan Sukorejo, menunjukkan bahwa struktur tanah di tempat ini cukup bervariasi yakni struktur gumpal bersudut, struktur gumpal membulat, dan struktur granuler. Data menunjukkan pada jalan Kecamatan Sukorejo yang memiliki struktur granuler yaitu Jl. Raya Surabaya-Malang, Jl. Raya Sukorejo, ruas Jl. Raya Sukorejo, dan Jl. Desa Sekarjalak. Jalan raya dengan struktur tanah granuler memiliki tingkat kerawanan tinggi terhadap kerusakan jalan karena struktur granuler merupakan struktur yang berbutir lepas sehingga mudah mempengaruhi perubahan terhadap jalan raya (Jagad dkk., 2020).

Tekstur tanah halus menjadikan jalan raya menjadi mudah mengalami perubahan apalagi saat musim penghujan menyebabkan tanah dasar menjadi licin dan tidak stabil. Tekstur tanah yang halus dapat berupa debu dan liat, apabila kondisi jalan berada pada

tekstur halus (debu dan liat) akan menyebabkan tanah menjadi tidak stabil sehingga mengakibatkan jalan ambles sebagai hasil dari ketidak-stabilan tanah. Tekstur tanah yang cocok untuk kondisi jalan adalah tekstur tanah berpasir dengan ukuran 2 mm hingga berlanau dengan ukuran 0,6 mm karena tekstur tanah tersebut termasuk tekstur kasar dan sedang sehingga tingkat kestabilan pada tanah akan relatif stabil apalagi saat musim penghujan tekstur tersebut akan menjadi padat dan rapat memungkinkan kecil terjadinya kerusakan jalan (Septiyana, 2021). Jalan raya yang memiliki tekstur tanah halus berada pada Jl. Raya Surabaya-Malang, Jl. Raya Sukorejo, ruas Jl. Raya Sukorejo, dan Jl. Desa Sekarjalak. Empat lokasi jalan tersebut memiliki tekstur halus sehingga dampak untuk kerawanan jalan rusak berpotensi tinggi, apalagi sudah memasuki musim penghujan seperti saat ini.

Konsistensi tanah pada jalan raya haruslah memiliki konsistensi yang tidak mudah mengalami perubahan dengan kata lain konsistensi harus sangat keras, apabila konsistensi tanah mudah lepas maka dampak pada jalan raya berpotensi merusak aspal jalan karena kurang dapat mempertahankan bentuk susunannya. Konsistensi tanah adalah kemampuan tanah dalam ketahanan suatu tekanan terhadap perubahan bentuk atau perpecahan (Mina dkk., 2021). Konsistensi tanah pada Kecamatan Sukorejo memiliki beberapa tipe konsistensi yaitu keras, agak keras, dan lepas. Konsistensi tanah paling banyak yaitu konsistensi lepas berada pada Jl. Raya Surabaya-Malang, Jl. Raya Sukorejo, ruas Jl. Raya Sukorejo, dan Jl. Desa Sekarjalak. Konsistensi lepas diukur dalam keadaan kering karena lebih memudahkan pengamatan daripada kondisi basah dan lembab. Jalan raya dengan konsistensi tanah lepas perlu dilakukan peningkatan terhadap struktur aspal agar tidak mudah rusak.

Klasifikasi tanah oleh sistem USCS (Unified Soil Classification System) banyak digunakan sebagian besar lembaga tidak terkecuali para peneliti dalam mengkategorikan tanah. Sistem tersebut menjelaskan ada 15 kategori tanah mulai dari tanah kerikil hingga tanah organik. Menurut Rompas, dkk (2020) sistem klasifikasi tanah oleh USCS mengklasifikasikan tanah ke dalam dua kategori utama yaitu tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus. Tanah berbutir kasar berupa kerikil, pasir, lanau, lempung, dan organik sementara tanah berbutir halus lebih ke arah sifat seperti baik atau buruknya gradasi tanah (ukuran tanah mulai terbesar-terkecil) dan tingkat plastisitasnya. Klasifikasi tanah pada Kecamatan Sukorejo memiliki keberagaman diantaranya kerikil dengan gradasi baik, kerikil dengan gradasi buruk, kerikil dengan plastisitas rendah, pasir dengan plastisitas rendah, dan pasir dengan plastisitas tinggi. Tanah pasir merupakan salah satu jenis tanah yang dianggap agak baik sebagai subgrade konstruksi jalan raya karena mempunyai sifat dapat terpengaruh oleh gaya-gaya permukaan, mudah terbawa oleh tambahan kadar air, sangat lepas pada keadaan kering, bersifat agak mengikat pada kadar air sedang dan bersifat gembur pada kadar air tinggi sehingga berpotensi merusak struktur ringan jalan raya (Astuti dkk., 2021).

Parameter struktur tanah, tekstur tanah, konsistensi tanah, dan klasifikasi tanah akan menghasilkan peta kerawanan jalan rusak. Pembagian kelas kerawanan jalan rusak pada Kecamatan Sukorejo dibagi menjadi menjadi lima kelas yaitu kelas kerawanan sangat rendah, kerawanan rendah, kerawanan sedang, kerawanan tinggi, dan kerawanan sangat tinggi. Jalan raya dengan kerawanan rusak sangat tinggi berada pada Jl. Raya Surabaya-Malang dengan total nilai parameter 28 di keseluruhan penampang jalan dan Jl. Raya Sukorejo bagian utara dengan total nilai parameter 29 menjadikan Jl Raya Sukorejo bagian utara berpotensi sangat tinggi terhadap kerawanan jalan rusak. Jalan raya dengan kerawanan rusak tinggi berada pada Jl. Raya Sukorejo bagian selatan dengan total nilai parameter 25, ruas Jl. Raya Sukorejo pada keseluruhan penampang jalan dengan total nilai parameter 24, dan Jl. Desa Sekarjalak pada keseluruhan penampang jalan dengan total nilai

parameter 25 menjadikan Jl. Raya Sukorejo bagian selatan dan Jl. Desa Sekarjalak berpotensi tinggi terhadap kerawanan jalan rusak.

Berdasarkan data kendaraan yang melintas, jumlah volume kendaraan secara harian setelah pengamatan memiliki jumlah berbeda-beda. Perhitungan volume truk dan bus berdasarkan jumlah per jam kemudian dikalikan 12 karena operasional kendaraan tersebut paling banyak pada siang hari atau jam sibuk di Kecamatan Sukorejo, sementara waktu malam hari hanya berada pada Jl. Raya Surabaya-Malang dan itupun memiliki jumlah yang sedikit sehingga perhitungan volumenya kurang valid. Jalan dengan volume kendaraan truk dan bus paling tinggi berada pada Jl. Raya Surabaya-Malang dengan jumlah 8570 per hari. Volume lalu lintas dan beban kendaraan yang melewati jalan raya merupakan salah satu penyebab terjadinya kerusakan jalan pada suatu ruas atau penampang jalan dengan pertumbuhan kendaraan yang semakin meningkat apalagi pada jam padat lalu lintas saat pagi di hari Senin (Hadijah dan Putra, 2017), (Kurniasari dan Pramesty, 2018).

Kecepatan kendaraan truk dan bus pada jalan raya di Kecamatan Sukorejo memiliki rata-rata antara 30-40 km/jam dan kecepatan di atas 40 km/jam berada pada Jl. Raya Surabaya-Malang serta Jl. Raya Sukorejo sehingga kecepatan tersebut berkategori sedang. Kendaraan truk dan bus pada jalan tersebut bisa saja menambah kecepatan laju kendaraannya untuk sampai tujuan lebih cepat tetapi tergantung situasi dan kondisi jalan sekitar. Menurut Dewo, dkk (2022) lambatnya kecepatan kendaraan dapat dipengaruhi oleh besarnya nilai kerusakan jalan begitu juga sebaliknya cepatnya laju kendaraan dipengaruhi oleh kecilnya nilai kerusakan jalan, namun kembali lagi ke pengendaranya ingin memacu kendaraannya lebih cepat atau tidak pada jalan yang bagus.

Kepadatan kendaraan merupakan hasil pembagian antara volume lalu lintas dengan kecepatan lalu lintas dengan satuan kendaraan per kilometer (kend/km) (Jaya dan Najid, 2021). Kepadatan sangat tinggi berada pada Jl. Raya Surabaya-Malang dengan nilai 209,5 kend/km yang dibulatkan menjadi 210 kend/km, menandakan jalan raya tersebut berpotensi rusak karena selain menjadi jalur mobilitas truk dan bus juga sebagai jalur penghubung ke arah Kabupaten Malang (selatan) serta Kabupaten Sidoarjo (utara). Jenis terbanyak untuk kendaraan yang melintas yaitu truk kecil atau truk engkel dengan gandar roda 1.2 dan untuk muatannya sangat bervariasi seperti lpg 3 kg, bahan bangunan, bahan industri, sembako, hasil panen, hingga rongsokan. Menurut Wijaya dan Prasetyo (2021) semakin tinggi jumlah kepadatan kendaraan yang melewati jalan raya maka tingkat kerusakan jalan akan semakin besar dengan umur jalan yang sedikit.

Parameter volume kendaraan, kecepatan rata-rata, dan kepadatan kendaraan akan menghasilkan peta kerawanan jalan rusak. Pembagian kelas kerawanan jalan rusak pada Kecamatan Sukorejo dibagi menjadi lima kelas yakni kelas kerawanan sangat rendah, kerawanan rendah, kerawanan sedang, kerawanan tinggi, dan kerawanan sangat tinggi. Jalan raya dengan kerawanan rusak sangat tinggi berada pada keseluruhan Jl. Raya Surabaya-Malang dengan total nilai parameter 13 menjadikan jalan tersebut berpotensi mengalami kerusakan dalam jangka waktu pendek. Menurut Handayasari dan Cahyani (2016) daya rusak kendaraan berat angkutan barang yang menyebabkan kerusakan jalan dipengaruhi oleh beban muatan kendaraan dan pertumbuhan volume lalu lintas kendaraan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan oleh peneliti diketahui perencanaan infrastruktur jangka panjang di Kecamatan Sukorejo menjadi landasan utama salah satunya jalan raya yang menggunakan aspal, hal tersebut haruslah menjadi prioritas

dalam upaya perbaikan dan perencanaan lebih lanjut apalagi jalan dengan tingkat kerawanan rusak tinggi dan sangat tinggi karena untuk memastikan keberlanjutan dan ketahanan jalan raya di Kecamatan Sukorejo. Kemudian Kerawanan jalan rusak pada Kecamatan Sukorejo berdasarkan jenis kendaraan menghasilkan tingkatan paling tinggi berada pada Jl. Raya Surabaya-Malang. Prioritas pengelolaan jalan harus diberikan pada ruas tersebut dalam jangka waktu yang panjang daripada ruas jalan lainnya. Peta kerawanan jalan rusak menekankan perlunya pemeliharaan pada jalan dengan tingkat kerawanan rusak tinggi. Faktor dari beban muatan kendaraan juga menjadi pengaruh potensial terhadap kerusakan jalan selain dari jenis kendaraannya sendiri.

## REFERENSI

- Astuti, Y. M. R., J. J. Messakh, dan Asrial. 2021. Analisis sifat fisis tanah di Jalan Gor Flobamora Kota Kupang. *BATAKARANG*. 2(2): 21-25.
- Dewo, N. D. S. P., N. E. Hafizah, M. C. A. Theresia, dan M. Firdausi. 2022. Analisis Pengaruh Kerusakan Jalan Terhadap Laju Kendaraan (Studi Kasus Ruas Jalan Raya Tanjungsari–Raya Tambak Mayor, Kota Surabaya). In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*. Oktober 2022. ITATS Press: 1-11.
- Hadijah, I., dan D. N. S. Putra. 2017. Analisa kerusakan perkerasan jalan ditinjau dari daya dukung tanah dan volume lalu lintas (Studi kasus: Ruas Jalan Metro–Tanjung Kari di Kecamatan Sekampung Lampung Timur STA 10+ 600 s/d 11+ 600). *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil*. 7(1): 64-69.
- Handayasari, I., dan R. D. Cahyani. 2016. Pengaruh beban berlebih terhadap umur rencana perkerasan jalan (Studi kasus ruas Jalan Soekarno Hatta Palembang). *Kilat*. 5(1): 25-32.
- Istianto, B. 2019. *Transportasi Jalan di Indonesia Sejarah dan Perkembangannya*. Edisi Pertama. Depok: Melvana.
- Jagad, S. T. S., A. T. Mulyono, W. Santosa, dan Sunjoto. 2020. Penyebab badan jalan nasional ambles di Provinsi Jawa Barat. *Jurnal HPJI (Himpunan Pengembangan Jalan Indonesia)*. 6(2): 151-164.
- Jaya, E. S., dan N. Najid. 2021. Analisis kapasitas dan kinerja lalu lintas di jalan HR Rasuna Said Jakarta. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*. 4(2): 383-396.
- Kurniasari, E., dan D. A. Pramesty. 2019. The effect of vehicles intensity in Summersari Jember Regency. *Geosfera Indonesia*. 3(3): 50-58.
- Meisnnehr, D., H. Putra, T. Aleksandria, M. A. Kandyas, F. A. S. Lubis, F. Raihani, N. Chairunnisa, G. R. Ganda, S. Larasaty, dan R. Amelia. 2020. Evaluasi dan pemetaan tingkat kerusakan jalan di Kelurahan Kadumerak, Kecamatan Karang Tanjung, Kabupaten Pandeglang. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat (PIM)*. 2(4): 555-563.

- Mina, E., R. I. Kusuma, W. Fathonah, dan H. Wibowo. 2021. Pengaruh penambahan arang tempurung kelapa sebagai bahan stabilisasi tanah dasar terhadap nilai kuat tekan bebas (Studi kasus di Jalan Raya Kubang Laban, Desa Trate, Kecamatan Kramatwatu, Kabupaten Serang, Banten). *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*. 10(1): 58-68.
- Nahak, P. R., Y. Cahyo, dan S. Winarto. 2019. Studi perencanaan tebal perkerasan konstruksi jalan raya pada ruas Jalan Umasukaer di Kabupaten Malaka. *Jurmateks* 2(1): 75-85.
- Pandapotan, I. A., D. Siahaan, dan C. Fatichah. 2020. Pengembangan modul pengolah data citra untuk aplikasi pemetaan kerusakan jalan. *Jurnal Teknik ITS*. 8(2): 121-126.
- Pinem, A. P. R. 2018. *Web-based mapping* untuk pemetaan lokasi kerusakan jalan raya menggunakan *Cluster marker*. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi dan Komputer)*. 7(2): 93-97.
- Rahman, A. W., S. Astutik, E. I. Pangastuti, F. A. Kurnianto, dan M. A. Mujib. 2023. Analisis tingkat kemacetan lalu lintas di Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember. *MAJALAH PEMBELAJARAN GEOGRAFI*. 6(1): 141-147.
- Rompas, M. L. T., F. J. Manoppo, dan J. H. Ticoh. 2020. Ijuk untuk mengendalikan tanah berpotensi likuifaksi pada struktur gedung bangunan akibat gempa. *Jurnal Sipil Statik*. 8(3): 299-310.
- Santosa, Y. B. P., dan F. Hidayat. 2019. Peranan Jalan Margonda dalam perkembangan Kota Depok 1999-sekarang. *Tsaqofah* 17(2): 123-128.
- Septiyana, M., dan A. A. Sigit. 2021. Analisis Tingkat Potensi Kerusakan Jalan Menggunakan Aplikasi Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Pulokulon Kabupaten Grobogan. *Skripsi*. Surakarta: Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Utary, C., D. W. D. Riwu, dan A. Pratiwi. 2019. Identifikasi ketersediaan perlengkapan jalan raya. *Musamus Journal of Civil Engineering* 2(1): 34-38.
- Wijaya, S., dan A. Prasetyo. 2021. Pengaruh jumlah kendaraan terhadap tingkat kerusakan jalan di ruas Jalan Tembesi-Sarolangun. *Jurnal KOMPOSITS*. 2(1): 46-52.
- Zunaidi, I. R., T. Afirianto, dan K. C. Brata. 2020. Sistem pemetaan geografis jalan rusak berbasis *Mobile* menggunakan *Location based service* studi kasus Kota Malang. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 3(10): 10216-10224