JURNAL REKAYASA SIPIL
Vol. 20 No. 3, Desember 2024
Diterbitkan oleh:
Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas (Unand)
ISSN (Print): 1858-2133
ISSN (Online): 2477-3484
http://jrs.ft.unand.ac.id

STUDI PENYEBAB KERUSAKAN JALAN DITINJAU DARI PERFORMA SUBGRADE, STUDI KASUS: JALAN TERUSAN RYACUDU, LAMPUNG SELATAN

SYAHIDUS SYUHADA[1]*, ANDRY YULIYANTO[1], GALIH RIO PRAYOGI[1], RINA YULIET[2]

[1] Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Lampung
[2]Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat,

**Corresponding Author: syahidus.syuhada@si.itera.ac.id*

Naskah diterima: 17 Mei 2024. Disetujui: 18 Desember 2024. Diterbitkan: 30 Desember 2024

ABSTRAK

Ruas Jalan Terusan Ryacudu merupakan jalur akses tol dari kota Bandar Lampung. Banyak kendaraan yang melintas pada jalan tersebut. Kendaraan yang melintas mulai dari kendaraan kecil hingga kendaraan bermuatan berat. Jalan akses tol ini sering kali mengalami kerusakan, sehingga mengganggu kenyamanan dan menimbulkan kecelakaan. Kondisi topografi, kondisi tanah, kondisi material, kelas jalan, material perkerasan, mutu konstruksi, beban kendaraan dan masalah drainase merupakan faktor penyebab kerusakan jalan. Penelitian dilakukan untuk mengetahui penyebab kerusakan jalan yang dapat ditinjau dari nilai kuat geser tanah California Bearing Ratio (CBR), topografi serta data pendukung lainnya. Uji CBR dilakukan dengan menggunakan Alat DCP (Dynamic Cone Penetrometer) dengan konus 60o. Dari hasil pengujian DCP didapatkan nilai CBR yang rendah pada lapisan tanah yang relatif tebal sehingga menyebabkan tanah dasar turun saat dikenakan beban. Pada posisi melintang jalan, badan jalan berada sedikit di bawah elevasi bahu jalan, menyebabkan aliran air terhalang sehingga tanah dasar (subgrade) menjadi jenuh air (saturasi). Dari hasil uji Flat Base Electrical Resistivity (FBER) didapatkan litologi di bawah permukaan jalan yang rusak memiliki nilai resistivitas yang cukup rendah. Nilai resistivitas yang rendah menandai adanya saturasi yang cukup besar pada daerah itu. Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan penanganan elevasi pada badan jalan sehingga penjenuhan akibat pengaruh topografi dapat dihindari dan mencegah penurunan nilai CBR subgrade jalan.

Kata kunci : *subgrade, CBR, topografi, saturasi*

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan bagian dari sistem transportasi nasional yang memiliki peranan penting dalam mendukung bidang ekonomi, sosial, budaya, dan lingkungan. Pengembangan jalan dilakukan melalui pendekatan pengembangan wilayah untuk mencapai keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah, membentuk dan memperkukuh kesatuan nasional, serta membentuk struktur ruang dalam sasaran pembangunan nasional (Undang-undang No

DOI : https://doi.org/10.25077/jrs.20.3.209-216.2024
Attribution-NonCommercial 4.0 International. Some rights reserved

38, 2004). Pertumbuhan kendaraan yang cepat setiap tahun berdampak pada kepadatan lalu lintas, baik di jalan dalam kota maupun luar kota. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan kualitas dan kuantitas infrastruktur jalan. Selama ini, penanganan kerusakan jalan hanya sebatas pemeliharaan dengan perbaikan fungsional pada permukaan jalan yang rusak. Namun, penanganan ini dinilai belum cukup tepat karena tidak dapat bertahan lama sesuai dengan umur rencana (Juansyah, Oktarina, Feriyansyah , & Dewi, 2019).Kerusakan jalan yang terjadi di ruas jalan Ryacudu depan Kampus Institut Teknologi Sumatera mengakibatkan aksesibilitas kendaraan terganggu. Banyak faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan jalan antara lain dalam sebuah jurnal (Melisyanah & Murtini, 2012) menyebutkan bahwa penyebab-kerusakan yakni kondisi topografi, kondisi tanah dan kelas jalan, kondisi material jalannya atau mutu konstruksinya, kondisi beban kendaraan pengguna jalan, curah hujan, drainase air permukaan jalan serta resikonya tergenang banjir. Salah satu faktor yang perlu diperhatikan adalah kondisi tanah dasar pada suatu jalan yang harus memiliki kestabilan agar konstruksi di atasnya memiliki keawetan dan kemandirian dari segi permukaan jalan. Oleh karena itu perlu ada tindak lanjut dalam menilai serta mengevaluasi stuktur perkerasan jalan yakni tanah dasarnya agar didapatkan berapa besar daya dukung tanah pada ruas tersebut. Pada saat ini banyak metode dalam mengukur nilai daya dukung tanah di lapangan, salah satu pendekatan dengan Alat Dynamic Cone Penetrometer (DCP) terdiri atas tangkai baja yang di bagian ujung dipasang konus baja dengan ukuran dan sudut tertentu, dan di bagian atas dilengkapi dengan batang pengarah jatuh palu penumbuk. Metode DCP ini adalah cara pengujian kekuatan lapisan perkerasan jalan (tanah dasar, pondasi bahan berbutir) yang relatif cepat, yaitu dengan menekan ujung konus yang ditimbulkan oleh pukulan palu dengan beban dan tinggi jatuh tertentu menerus sampai kedalaman tertentu. Untuk memperkirakan nilai CBR tanah Beberapa organisasi internasional atau bahan granular dapat menggunakan beberapa metode, namun yang cukup akurat dan paling murah sampai saat ini adalah dengan alat Penetrasi Konus Dinamis atau DCP. Di samping itu DCP adalah salah satu cara pengujian tanpa merusak atau Non-Destructive Testing (NDT)(Dachlan, 2005) .

Ruas Jalan Terusan Ryacudu merupakan jalur akses Tol dari Kota Bandar Lampung. Banyak kendaraan yang melintas pada jalan tersebut. Kendaraan yang melintas mulai dari kendaraan kecil hingga kendaraan bermuatan berat. Jalan akses tol ini sering kali mengalami kerusakan, sehingga mengganggu kenyamanan dan menimbulkan kecelakaan. Oleh karena itu perlu ditinjau penyebab kerusakan jalan mulai dari kondisi tanah dasar hingga topografi dan keadaan sekitar dari jalan Terusan Ryacudu. Hal ini dilakukan agar dapat diketahui lebih detail penyebab kerusakan jalan sehingga jalan dapat diperbaiki dengan cara yang lebih efisien.

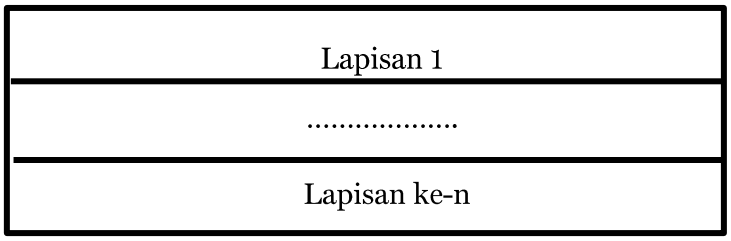
1.1. California Bearing Ratio(CBR)

CBR merupakan nilai perbandingan penetrasi antara suatu material dengan batu pecah dengan kecepatan tertentu yang dinyatakan dalam persentase. Pengujian CBR dapat dilakukan di lapangan ataupun di laboratorium lapangan. Pengujian CBR di laboratorium diatur dalam SNI 1744: 2012 atau ASTM D1883-16. Biasanya pengujian di laboratorium dilakukan untuk mengetahui kualitas material jika dipadatkan dilapangan, dan untuk mengecek kualitas material yang terpasang di lapangan jika dilakukan di lapangan. Untuk pengujian CBR tanah dilapangan dapat dilakukan dengan menggunakan alat CBR lapangan atau DCP. Alat CBR lapangan membutuhkan beban untuk menahan pergerakan mesin penekan CBR, misalnya dump truck sehingga sehingga tidak terlalu praktis dalam pengerjaannya. Pengujian DCP diatur dalam Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No.4/SE/M/2010 tentang Pemberlakuan Pedoman Tata Cara Pengujian CBR dengan DCP.

Pada Pengujian CBR, Bisa terdapat perbedaan nilai dari tiap lapisan yang dipadatkan. Untuk menjadikan nilai CBR mewakili satu lapisan, maka dibutuhkan formulasi seperti pada persamaan (1) sebagai berikut:

$$CBR_{Titik\ Pengamatan} = \left(\frac{h_1\sqrt[3]{CBR_1}+\cdots+h_n\sqrt[3]{CBR_n}}{h_{total}}\right)^3 \quad (1)$$

Dimana:
CBR = *California Bearing Ratio*
h_n = Tebal lapisan dengan CBR yang sama
h_{total} = Tebal total lapisan yang diuji



Gambar 1. Lapisan Tanah Pada Titik Pengamatan (Sukirman, 2010)

1.2. Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

Pengujian Dynamic Cone Penetrometer merupakan pengujian lapangan untuk menentukan besarnya nilai CBR tanah dasar. Pengujian ini menggunakan alat yang dapat memberikan penetrasi kedalam tanah dengan cara menumbuk dengan hammer yang memiliki massa 8 kg dan tinggi jatuh setinggi 575 mm. pengujian ini memiliki 2 jenis konus yang dapat digunakan, yaitu konus dengan ujung 30° dan 60°. Untuk mendapatkan nilai CBR pada pengujian ini, terlebih dahulu dihitung besarnya penurunan per tumbukan (DCPI) yang nanti akan di masukkan kedalam formulasi sebagai berikut:

Untuk Konus 60°:

$$Log\ (CBR) = 2{,}8135 - 1{,}313\log(DCPI) \ldots\ldots dalam\ mm/tubukan \quad (2)$$

Untuk Konus 30°:

$$Log\ (CBR) = 1{,}352 - 1{,}125 \ldots\ldots\ dalam\ cm/tumbukan \quad (3)$$

Untuk penggunaan alat DCP, terdapat faktor penyesuaian untuk musim yang ada pada Manual Desain Perkerasan Jalan Raya 2017. Berikut nilai faktor penyesuaian musim di Tabel 1.

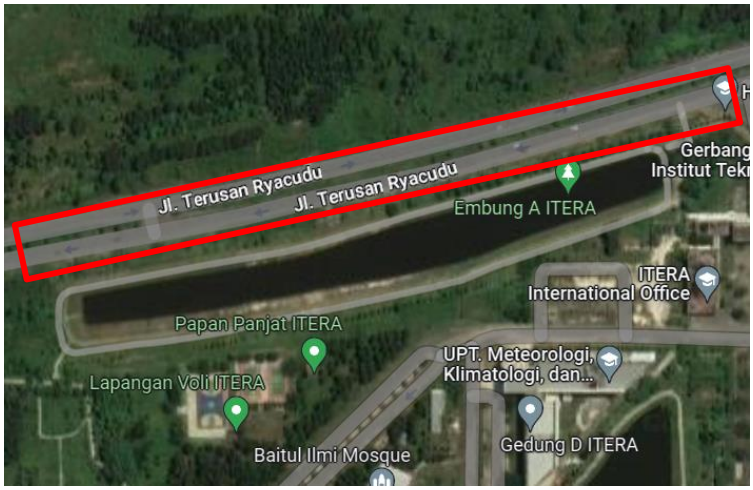
Tabel 1. Faktor Penyesuaian Musim untuk Alat DCP (Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

Musim	Faktor Penyesuaian
Musim Hujan dan Tanah Jenuh	0,9
Masa Transisi	0,8
Musim Kemarau	0,7

2. METODE PENELITIAN

2.1 LOKASI PENELITIAN

Lokasi pengujian berada pada Jalan Terusan Ryacudu, Lampung Selatan (-5,357042582767468; 105,31325548389857). Lokasi adalah tempat yang paling banyak ditemukan titik-titik kerusakan pada badan jalan.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

2.2 PENGAMBILAN DATA

Uji DCP dilakukan pada 6 titik disepanjang lokasi penelitian disekitar jalan Terusan Ryacudu, Desa Way Huwi, Kecamatan Jati Agung, Lampung Selatan. Pengambilan data DCP dilakukan pada bagian bahu jalan yang sejajar dengan titik kerusakan jalan. Pada pengujian DCP ini digunakan konus 60o untuk penetrasi tanah. Skema pengujian DCP dapat dilihat pada Gambar 3.



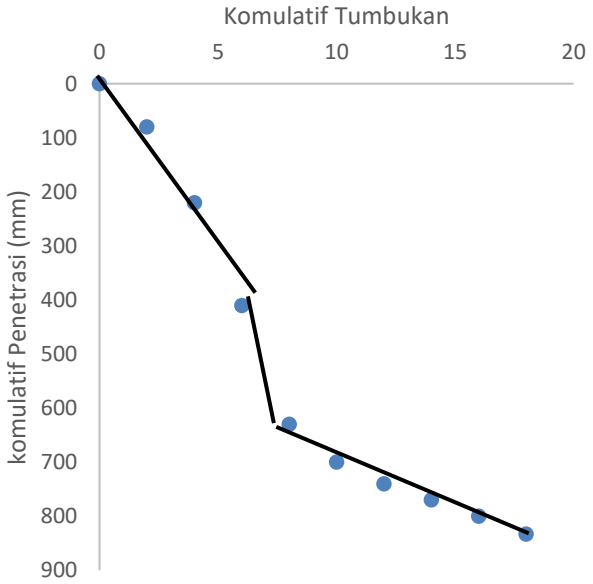
Gambar 3. Skema Pengujian DCP

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian DCP dilakukan setelah terjadinya hujan di lokasi penelitian. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan hasil CBR dalam keadaan kritis. Contoh hasil dari pengujian DCP dapat dilihat pada Tabel 2. Dapat dilihat hasil dari pengujian DCP terdapat beberapa nilai CBR dengan masing – masing tebal lapisan yang mewakilinya. Digunakan konus 60o dalam pengujian ini dan mendapatkan 3 nilai CBR yang berbeda. Nilai CBR yang berbeda tersebut dapat dilihat dari kemiringan garis yang dibentuk oleh data komulatif tumbukan dan komulatif penetrasi (Gambar 3.). Semakin curam garis yang terbentuk, maka CBR yang didapatkan semakin kecil dan sebaliknya. Pada titik 4 tersebut terdapat nilai CBR 3,4% dengan tebal lapisan 22 cm, CBR 1,5 % dengan tebal lapisan 41 cm, dan CBR 12,5% dengan tebal lapisan 20,3 cm. Hal ini menunjukkan bahwa nilai CBR yang didapatkan secara keseluruhan adalah 3,5%. Nilai ini cukup kecil untuk CBR tanah dasar, sehingga jalan tidak dapat dilalui oleh kendaraan berat. Pada Tabel 2 dapat dilihat hasil pengujian DCP untuk 6 titik pengujian.

Tabel 1. Hasil Pengujian DCP Pada Titik 4

Banyak Tumbukan	Tumbukan Kumulatif	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	DCP (mm/tumbukan)	CBR (%)
0	0	70	0	55	3,4
2	2	150	80		
2	4	290	220		
2	6	480	410	102,5	1,5
2	8	700	630		
2	10	770	700	20,3	12,5
2	12	810	740		
2	14	840	770		
2	16	870	800		
2	18	903	833		



Gambar 4. Hubungan Komulatif Tumbukan dengan Komulatif Penetrasi Pada Titik 4

Dari hasil pengujian DCP di 6 titik pada lokasi penelitian didapatkan kecenderungan setiap titik memiliki lapisan yang cukup tebal dengan nilai CBR yang relatif kecil. Pada Tabel 3., meskipun ada titik yang memiliki nilai rata-rata CBR yang mewakili titik ada relatif besar, tapi dengan terdapatnya lapisan yang memiliki CBR yang kecil ini akan mempengaruhi kekuatan dan deformasi dari lapisan perkerasan jalan. Untuk nilai CBR yang besar kemungkinan disebabkan oleh lapisan bekas perbaikan jalan yang telah dikerjakan sebelumnya (terdapat batu pecah bekas perbaikan di sekitar bahu jalan).

Tabel 2. Hasil CBR Masing – Masing Titik Pengujian

Lapisan	Titik 1		Titik 2		Titik 3		Titik 4		Titik 5		Titik 6	
	CBR (%)	h (cm)	CBR (%)	h (cm)	CBR (%)	h (cm)	CBR (%)	h (cm)	CBR (%)	h (cm)	CBR (%)	h (cm)
1	29,7	14,7	33,9	9,5	4,0	29	3,4	22	5,6	15	16,7	10,5
2	46,2	7,5	308,0	9,9	7,4	24,1	1,5	41	14,9	28,4	2,02	50
3	10,9	22,5	72,9	10,6	162,7	6,9	12,5	20,3	94,9	9,1	29,2	17
4	3,7	30,5	14,5	21,8	435,9	9,5	-	-	267,9	17,5	-	-
5	-	-	132,7	4,7	-	-	-	-	-	-	-	-

***h adalah tebal lapisan**

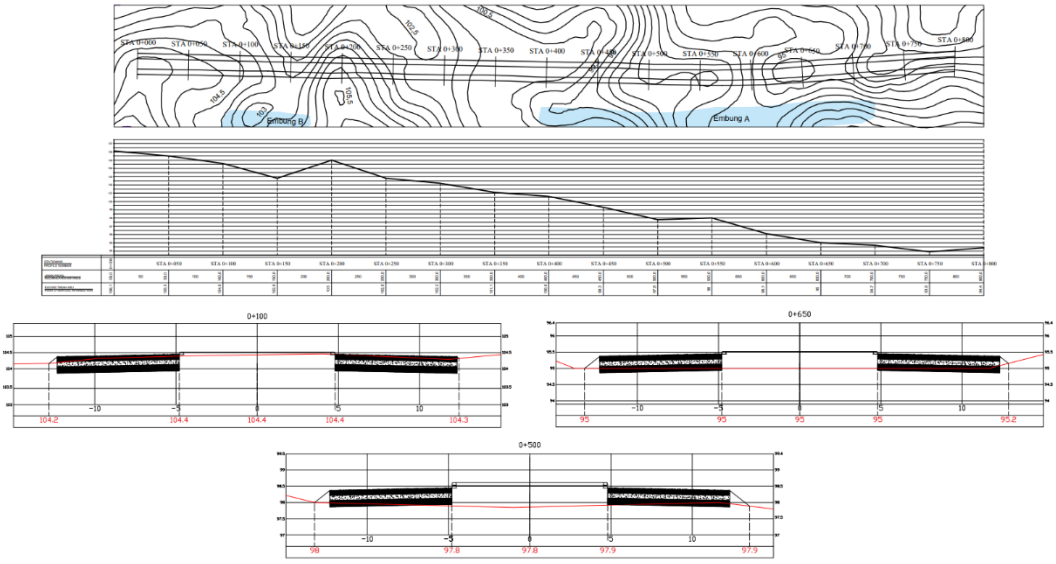
Selain masalah drainase alami yang tidak baik, median jalan yang berukuran besar juga menjadi masalah untuk saturasi tanah dasar dari badan jalan. Air hujan akan tertampung pada median jalan dan akan merembes pada lapisan tanah dasar. Akibatnya kuat geser tanah dasar menjadi turun dan mudah untuk terjadinya penurunan.



Gambar 5. Median Jalan Terusan Ryacudu

Selain hasil dari pengujian CBR dan Geolistrik, bentuk dari topografi jalan berdampak signifikan pada kerusakan jalan. Hal ini dibuktikan pada topografi yang membentuk cekungan memiliki kerusakan jalan lebih parah seperti pada STA 0+100 dan STA 0+500. Kerusakan akibat air (*Moistrure Damage*) merupakan penyebab utama kerusakan pada perkerasan jalan. Dalam kasus ini kenaikan permukaan air tanah pada posisi jalan dengan topografi cekung terbukti memiliki kerusakan yang lebih berat dibandingan dengan lainnya. Aspal mengikat agregat membutuhkan gaya kohesif dan adhesif agar tetap saling mengikat (Kakar, Hamzah, & Valentin, 2015). Gaya adhesi yang terjadi pada permukaan aspal dinilai sangat penting untuk durabilitas perkerasan jalan. Gaya adhesi yang dimiliki perkerasan jalan dapat dilemahkan oleh air, hal ini mengakibatkan penipisan tebal aspal pada agregat dimana air tersebut terserap pada

agregat yang bersifat hidrofilik. Sehingga mengakibatkan kerusakan jalan berupa *stripping* (Ray dkk, 1998). Aliran air yang terjebak di bawah badan jalan ini merupakan penyebab utama terjadinya *stripping* pada kasus ini.



Gambar 3. 1 Peta Topografi dan Profil Memanjang Jalan Terusan Ryacudu

Dilakukan pengujian *nondestructive* metode *Flat Base Electrical Resistivity,* didapatkan litologi dibawah permukaan jalan yang rusak memiliki nilai resistivitas yang cukup rendah(Putra, Paembonan, & Rizki, 2020). Nilai resistivitas yang rendah menandai adanya saturasi yang cukup besar pada daerah itu. Untuk daerah yang sering terjadi kerusakan merupakan daerah yang memiliki elevasi lebih rendah dan menjadi daerah genangan air. Hal ini terjadi karena terjadi karena drainase alami dari jalan tidak berfungsi dengan baik sehingga air tertampung pada daerah yang lebih rendah (cekungan). Daerah yang mengalami kerusakan adalah daerah yang memiliki nilai saturasi cukup besar dan sesuai dengan indikasi dari pengujian *Flat Base Electrical Resistivity* (FEBR)

4. KESIMPULAN

Saturasi jalan Terusan Ryacudu berdasarkan pengamatan lapangan dapat disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranaya kontur jalan yang berada pada area cekungan. Lokasi pengamatan merupakan daerah turunan dan pada bagian melintang jalan juga dapat terlihat aliran air dari badan jalan terjebak karena kontur tanah pada bagian bahu jalan lebih tinggi dari badan jalan. Kemudian median jalan yang relatif besar juga menjadi area tangkapan hujan yang mengaliri air ke subgrade badan jalan. Akibat dari saturasi tersebut adalah penurunan kuat geser dan menambah potensi deformasi tanah. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengujian DCP didapatkan hasil CBR perlapisan yang relatif besar pada titik pengujian, kecuali pada titik 4 (CBR = 3,5 %). Namun hasil CBR pada titik pengujian terdapat suatu lapisan yang relatif tebal yang memiliki CBR rendah. Tebal lapisan lunak berkisar antara 21-50 cm. Hal ini dapat menyebabkan penurunan tanah saat diberikan beban dan menimbulkan kerusakan jalan. Rendahnya kuat geser tanah ini dapat diakibatkan oleh adanya saturasi dari tanah dasar yang tinggi. Tidak hanya deformasi tanah yang terjadi akibat buruknya sistem drainase jalan ini, namun perkerasan jalan juga terdampak kerusakan jenis stripping. Oleh karena itu dibutuhkan suatu sistem drainase yang baik dan pengaturan tinggi badan jalan terhadap elevasi drainase

sehingga air hujan tidak tertampung pada badan jalan dan tanah dasar dan pekerasan tidak mengalami kerusakan.

DAFTAR PUSTAKA

Dachlan, A. T. (2005). Pengujian Daya Dukung Perkerasan Jalan Dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP) Sebagai Standar Untuk Evaluasi Perkerasan Jalan. *Jurnal Standardisasi, 7*(3), 126-134.

D. Ray, R.K. Sharma, B.C. Das, M. Mazumder, A.K. Sarkar, S.K. Rao, B.B. Pandey. (1998). Stripping of Aggregates In Bituminous Construction, *Indian Roads Congr.* 26 (7) 19–24.

Juansyah, Y., Oktarina, D., Feriyansyah , & Dewi, F. (2019). Analisa Pengaruh Kerusakan Jalan Ditinjau Dari Nilai Daya Dukung Dan Karakteristik Tanah Dengan Metode California Bearing Ratio (CBR) (Studi Kasus: Ruas Jalan Campang Raya). *Jurnal Rekayasa, Teknologi, dan Sains, Vol.3*(No. 2), 67-71. doi:https://doi.org/10.33024/jrets.v3i2.1983

Kakar, M. R., Hamzah, M. O., & Valentin, J. (2015). A review on moisture damages of hot and warm mix asphalt and related investigations. *Journal of Cleaner Production, 99*, 39-58. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.03.028

Melisyanah, N., & Murtini, S. (2012). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kerusakan Jalan Berdasarkan Bentuk Lahan Di Kabupaten Lamongan. *Vol. 1*(No. 2).

M.R. Kakar, M.O. Hamzah, J. Valentin. (2015) A Review On Moisture Damages Of Hot And Warm Mix Asphalt And Related Investigations, *J. Cleaner Prod.* 15 (99) 39–58.

Putra, F. D., Paembonan, A. Y., & Rizki, R. (2020). Aplikasi Metode Flat Base Electical Resistivity Survey Untuk Mengetahui Kerusakan Di Jalan Terusan Ryacudu Lampung Selatan. *Jurnal Geosaintek, Vol 6*(No. 3), 153 - 160. doi:http://dx.doi.org/10.12962/j25023659.v6i3.7890

Ray, D., Sharma, R., Das, B., Mazumder, M., Sarkar, A., Rao, S., & Pandey, B. (1998). Stripping of aggregates in bituminous construction. *Indian Highways, 26*(7), 19-24. Retrieved from http://worldcat.org/oclc/1790571

Sukirman, S. (2010). *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur.* Bandung: Penerbit NOVA.

Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No.04/SE/M/2010 tentang Pemberlakukan Pedoman Cara Uji California Bearing Ratio (CBR) Jakarta.

Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan Infrastruktur Jalan, (2004).

Umum, K. P., & Marga, D. J. B. (2017). Manual Desain Perkerasan Jalan.*Jakarta: Binamarga*