

DAMPAK GENANGAN AIR TERHADAP KERUSAKAN JALAN DI JL. UDARA BERASTAGI - SIMPANG DESA SEMANGAT, DUSUN IV KOTA BERASTAGI

THE IMPACT OF WATER FUNDING ON ROAD DAMAGE ON JL. BERASTAGI AIR - SIMPANG VILLAGE SPIRIT, VILLAGE IV, BERASTAGI CITY

Parada Afkiki Eko Saputra*, Fatmila

Universitas Quality, Indonesia

*E-mail : paradaafkiki@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisa kerusakan badan jalan akibat genangan air yang terjadi di Kota Berastagi dan untuk memberikan solusi alternatif penanganan kerusakan permukaan jalan yang sesuai dengan kondisi kerusakan jalan di Lapangan. Berdasarkan identifikasi masalah di lokasi penelitian diketahui setidaknya ada empat masalah yang menjadi penyebab terjadinya genangan air di permukaan jalan yaitu curah hujan yang relatif tinggi, sistem drainase yang kurang baik, Kendaraan yang mengangkut muatan melebihi Kapasitas Jalan, dan penggunaan lahan di sekitar jalan yang tidak sesuai peruntukannya. Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan metode kualitatif, metode ini lebih menekankan pada fakta dilapangan serta memanfaatkan literatur yang ada sebagai bahan pendukung. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Jalan Udara Berastagi – Simpang Desa Semangat, Dusun Iv Kota Berastagi mengalami kerusakan yang cukup parah di beberapa titik. Dari hasil analisis di lapangan menunjukkan masalah genangan air yang terjadi di ruas jalan diakibatkan kondisi saluran drainase yang kurang baik. Alternatif penyelesaian genangan air adalah memberikan himbauan dan menertibkan masyarakat yang menggunakan daerah tangkapan air (catchment area) sebagai lahan pertanian atau perumahan sehingga air yang mengalir dapat terserap dengan lebih baik. Selain aspek kebijakan pembiayaan dan manajemen pemeliharaan, juga perlu dukungan berbagai pihak terkait termasuk stake holders pengguna jalan agar dapat memahami kemampuan dan daya dukung infrastruktur dan ikut bertanggung jawab guna memeliharanya guna keberlanjutan pelayanan yang memberikan rasa aman, nyaman, dan bermartabat kepada pengguna jalan tersebut.

Kata kunci : Alternatif; drainase; infrastruktur; tangkapan air.

Abstract

This study aims to determine and analyze road damage due to waterlogging that occurred in Berastagi City and to provide alternative solutions for handling road surface damage in accordance with road damage conditions in the field. Based on the identification of problems at the research location, it is known that there are at least four problems that cause puddles on the road surface, namely relatively high rainfall, poor drainage system, vehicles carrying loads exceeding road capacity, and inappropriate land use around the road. its allotment. This research was carried out using qualitative methods, this method emphasizes more on facts in the field and utilizes existing literature as supporting material. The results of this study indicate that the Berastagi Airway - Simpang Spirit Village, Hamlet Iv, Berastagi City suffered quite severe damage at several points. From the results of the analysis in the field, it shows that the problem of stagnant water that occurs on roads is caused by poor drainage conditions. An alternative solution to standing water is to give advice and discipline the people who use the catchment area as agricultural land or housing so that flowing water can be better absorbed. In addition to aspects of financing policy and maintenance management, it also needs the support of various related parties, including road user stake holders, so they can understand the capabilities and carrying capacity of infrastructure and take responsibility for maintaining it for the sake of continuity of service that provides a sense of security, comfort and dignity to these road users.

Keywords : Alternative; drainage; infrastructure; water catch.

PENDAHULUAN

Transportasi merupakan urat nadi perekonomian. Dengan adanya transportasi yang baik merupakan suatu faktor pendukung utama untuk menentukan majunya pertumbuhan perekonomian suatu daerah atau negara. Tersedianya jalan raya yang baik akan memberikan pelayanan terhadap kendaraan yang mengangkut barang-barang kebutuhan dan dapat lewat dengan cepat, aman dan nyaman sampai ke tujuan (Wirnanda Intan., et al,2018). Departemen Pekerjaan Umum, (2007) Permasalahan kerusakan jalan dipengaruhi oleh beberapa faktor utama yakni material konstruksi, lalu lintas, iklim dan air. Salah satu penyebab yang dominan berpengaruh terhadap kerusakan jalan adalah karena adanya air yang menggenangi jalan pada saat hujan.

Genangan air dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan jalan dikarenakan air dapat melonggarkan ikatan antara agregat dengan aspal. Saat ikatan aspal dan agregat longgar karena air, kendaraan yang lewat akan memberi beban yang menimbulkan retak atau kerusakan jalan lainnya.

Faktor penyebab genangan air di ruas jalan bisa disebabkan banyak hal seperti:

1. Genangan yang disebabkan oleh curah hujan yang terlalu tinggi
2. Genangan yang disebabkan oleh sampah
3. Genangan yang disebabkan oleh endapan atau sidimentasi
4. Genangan yang disebabkan kemiringan saluran yang tidak sesuai dengan rencana
5. Genangan yang disebabkan oleh letak saluran berada pada dataran yang lebih rendah dari DAS pembuangan.

Kondisi air permukaan dipengaruhi oleh tata guna lahan yang bersifat makro dan mikro, dimana bila tata guna lahan di daerah atasnya tidak mendukung resapan air ke tanah maka akan menyebabkan banjir.

Lemahnya daya dukung tanah terjadi akibat pengembangan volume tanah pada tanah dasar perkerasan. Upaya penanganan dan pencegahan kerusakan jalan yang ideal tidak hanya sebatas pada perencanaan overlay atau rekonstruksi permukaan jalan dengan menggunakan kualitas material yang lebih baik, akan tetapi juga perlu direncanakan perbaikan sistem drainase yang ideal sehingga dapat mencegah adanya air yang menggenangi permukaan jalan. Selain itu juga perlu direncanakan upaya untuk mengurangi kejenuhan air yang terdapat dibawah lapisan aspal, dengan cara mengalirkan air bawah tanah, merencanakan saluran drainase bawah tanah atau Subsurface Drainase.

Permasalahan

Ruas Jalan di Kota Berastagi cukup banyak memiliki daerah – daerah rawan terjadinya genangan, khususnya Jl. Udara simpang desa Semangat, dusun IV, kecamatan Merdeka, Kabupaten. Karo. Genangan yang terjadi akibat adanya perubahan fungsi lahan dan berkurangnya daerah resapan, diperparah lagi dengan kondisi saluran drainase yang kurang berfungsi dengan baik. Menyebabkan saluran drainase jalan kelebihan kapasitas, membuat ruas jalan mengalami kerusakan yang berdampak pada ketidaknyamanan pengguna jalan yang melintas di ruas jalan tersebut.

Kajian Pustaka

Undang – undang yang mengatur tentang ruang milik jalan terdapat pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, Nomor 34 tahun 2006, tentang jalan. Pada Pasal 36 ayat (1) berbunyi: “Saluran tepi jalan dimaksudkan terutama untuk menampung dan menyalurkan air hujan yang jatuh di ruang manfaat jalan.

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui dan menganalisa penyebab kerusakan badan jalan.

2. Mengetahui Potensi genangan air pada ruas jalan dan kondisi drainase pada ruas jalan.
3. Memberikan solusi dan alternatif penanganan kerusakan permukaan jalan yang sesuai dengan kondisi kerusakan di ruas jalan,

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Jl. Udara simpang desa Semangat, dusun IV, kecamatan Merdeka, Kabupaten Karo. Adapun langkah-langka yang di lakukan adalah, menganalisis intensitas curah hujan, menganalisis saluran drainase, mengidentifikasi dan menghitung volume kerusakan jalan.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah, meteran, alat tulis, kertas, waterpass, camera , formulir survey, kuisisioner. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode survei. Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi, wawancara semi struktur terhadap informan kunci, data primer dan sekunder.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara teknis kerusakan jalan menunjukan suatu kondisi dimana struktural, fungsional dan kerataan fisik yang sudah tidak sesuai dengan awal pasca pembuatan jalan dengan perubahan tersebut jalan sudah tidak mampu memberikan pelayanan optimal terhadap pengguna jalan. Kerusakan jalan raya yang biasanya sangat mengganggu pengguna jalan dan berdampak pada kenyamanan menggunakan prasarana jalan raya.

Pengaruh Genangan Air Terhadap Kerusakan Jalan

Dari hasil data yang diperoleh curah hujan yang tinggi dan kurang tersedianya areal resapan air ditambah akibat adanya perubahan guna lahan yakni dari lahan pertanian dan atau ruang publik menjadi perumahan/pemukiman. Jalan Udara Berastagi berfungsi sebagai jalan

lokal sekunder dengan status jalan kota. Titik awal pengamatan yang terletak di Gg. Pertanian dan berakhir pada Simpang Desa Semangat, Dusun IV Kota Berastagi.

Kondisi geometrik pada Jalan Udara Berastagi – Simpang Desa Semangat, Dusun IV Kota Berastagi pada lokasi penelitian adalah sebagai berikut :

- a. Lebar Perkerasan : 4,00 m
- b. Lebar Bahu Jalan : 1,50 m
- c. Panjang Ruas : 900 m
- d. Kelandaian : 0 %
- e. Tipe Jalan : 1 jalur
2 lajur-2 arah

Kajian teoritis dan fakta dilapangan menunjukkan bahwa secara umum kerusakan struktural perkerasan jalan di pengaruhi tiga faktor penting, yaitu : 1. Repetisi beban kendaraan, 2. Tidak adanya saluran drainase, 3. Perubahan tataguna lahan. Dari hasil penelitian dilapangan didapatkan juga bahwa kontruksi jalan ini tidak dilengkapi dengan bangunan drainase pada sisi badan jalan.

Dari hasil ananlisis didapatkan data rata-rata Curah Hujan Di Tahun 2019 seperti tergambar pada table di bawah ini:

Tabel. 1 Data curah hujan di Kecamatan Berastagi pada tahun 2019.

Bulan	Jumlah Curah Hujan (mm)	Jumlah Hari Hujan (hari)
Januari	163	10
Pebruari	145	8
Maret	134	6
April	143	11
Mei	118	8
Juni	17	3
Juli	137	15
Agustus	63	4
September	99	6
Oktober	321	22
November	140	9
Desember	288	17

Sumber : Badan Statistik Tanah Karo

Pada Tabel 1 diatas dapat kita ketahui bahwa curah hujan tertinggi di tanah karo terjadi pada bulan Januari, April, Juli, Oktober, dan Desember.

Kondisi Kerusakan Jalan

Dari hasil identifikasi dan pengambilan data langsung di lapangan kerusakan perkerasan ini adalah komplikasi dari berbagai tipe kerusakan, lokasi, dan luas penyebarannya. Identifikasi kondisi permukaan jalan pada ruan Jalan Udara Berastagi – Simpang Desa Semangat, Dusun IV Kota Berastagi dilakukan secara visual pada jarak tiap 100 meter, sehingga diharapkan dapat diperoleh variabel jenis (*distress type*) dan luas kerusakan (*distress amount*).

Tabel 2. Jenis kerusakan jalan Udara Berastagi –Simpang Desa Semangat, Dusun IV Kota Berastagi

No	Distress Type	Luas Kerusakan (m ²)	Luas Terhadap Panjang Jalan (m ² /km)	Presentase Kerusakan (%)
1	Lubang	718,30	607,47	16,11
2	Retak-retak	195,40	164,46	4,11
3	Ambblas	0,00	0,00	0
4	Alur	153,30	130,06	3,25
5	Pelepasan butiran	47,90	40,25	1,01
6	Kondisi baik	0,00	0,00	75,52
	Total	1,114,9	942,24	100



Gambar 1. Diagram presentase jenis kerusakan Jalan Udara Berastagi – SimpangDesa Semangat, Dusun IV Kota Berastagi

Kondisi Genangan Air Sekitar Jalan Udara Berastagi – Simpang Desa Semangat, Dusun IV Kota Berastagi

Genangan air pada lokasi ruas Jalan Udara Berastagi – Simpang Desa Semangat, Dusun IV Kota Berastagi sering diakibatkan oleh sisa air hujan yang tidak meresap dengan baik dan luapan dari drainase yang tidak mampu menampung Debit air.

Tabel 3. Data genangan air ruas Jalan Udara Berastagi – Simpang Desa Semangat, Dusun IV Kota Berastagi

Stasiun	Panjang genangan (m)	Lebar rata-rata genangan (m)	Tinggi rata-rata genangan (m)	Volume genangan (m ³)	Presentase genangan (%)
0+000 - 0+100	0	0,00	0,00	0,00	0,00
0+100 - 0+200	50	4,50	0,04	8,00	1,21
0+200 - 0+300	100	5,00	0,11	49,50	7,49
0+300 - 0+400	100	5,00	0,15	75,00	11,34
0+400 - 0+500	100	5,00	0,25	125,00	18,90
0+500 - 0+600	100	5,00	0,33	165,00	24,95
0+600 - 0+700	100	5,00	0,27	135,00	20,42
0+700 - 0+800	100	5,00	0,14	70,00	10,59
0+800 - 0+900	75	4,50	0,10	33,75	5,10
Jumlah	725	725	4,75	661,25	100,00

Kondisi volume genangan air pada ruas jalan ini mencapai 661,25 m³. Lama genangan yang terjadi pada lokasi ini sangat bergantung pada kondisi cuaca.

Deskripsi kerusakan Jalan Udara Berastagi – Simpang Desa Semangat, Dusun IV Kota Berastagi

Dari hasil Survei kerusakan jalan yang dilakukan di lokasi ruas jalan didapat hasil sebagai berikut.

Jenis Kerusakan

1. Retak Rambut

Kerusakan dengan lebar celah bervariasi antara 3mm sampai 6mm. Daerah kerusakan banyak dijumpai di antara sta 0+80 sampai 0+200 dan sta 0+650 sampai 0+800. Total luas kerusakan 80,9 m²

Penyebab Kerusakan.

- Kurangnya gesek internal dalam base sehingga tanah dasar kurang stabil.
- Adanya penyusutan pada lapis dibawahnya



Gambar 2. Kondisi Retak Rambut Di Lokasi

2. Retak Kulit Buaya

Kondisi retak bersegi banyak dan membentuk jaringan (poligon) pada lapis permukaan dengan lebar celah > 3mm. daerah kerusakan banyak dijumpai diantara sta 0+150 sampai 0+300 dan sta 0+700 sampai 0+850 sampai 0+ 900. Total luas kerusakan 140,0 m²

Penyebab Kerusakan

- Gerakan lapisan pondasi
- Kelelahan dari permukaan
- Modulus lapis pondasi rendah
- Lapis pondasi terlalu getas.

Retak ini disebabkan oleh kelelahan akibat beban lalu-lintas berulang-ulang. Retak kulit buaya terjadi hanya pada daerah yang dipengaruhi beban kendaraan secara berulang-ulang, seperti pada lintasan roda. Karena itu, retak ini tidak menyebar ke seluruh area perkerasan, kecuali jika pola lalu-lintasnya juga menyebar. Pola retak yang terjadi menyeluruh ke area perkerasan, dan bukan akibat pengaruh oleh beban lalu-lintas adalah "retak blok" (block cracking).



Gambar 3. Kondisi Retak Kulit Buaya Di Lokasi

3. Retak Pinggir

Jenis retak ini paling sering dijumpai pada jalan ini retak terjadi sejajar dengan pinggir perkerasan serta memanjang dengan cabang mengarah ke bahu jalan, dengan jarak retakan sekitar 0,3 - 0,6, lebar celah mencapai 2cm. daerah kerusakan banyak dijumpai antara sta 0+300 sampai 0+600 dan sta 0+700 sampai 0+800. Total luas kerusakan 192,9 m², umumnya retak ini disertai dengan terjadinya amblas

Faktor Penyebab.

- Kurangnya dukungan bahu jalan
- Kembang susut tanah sekitar
- Bau jalan turun
- Adhesi permukaan tanah
- Terjadi erosi pada bahu jalan



Gambar 4. Kondisi Retak Pinggir Di Lokasi

4. Retak Refleksi

Kondisi retak berbentuk memanjang, melintang, diagonal, dan membentuk blok dan lebar celah mencapai 1cm. daerah kerusakan banyak dijumpai diantara sta 0+400 sampai 0+600 dan sta 0+700 sampai 0+850. Total luas kerusakan mencapai 121,5 m²

Faktor Penyebab

Terjadi gerakan vertical dan horizontal pada lapisan dibawah lapis tambahan, yang timbul akibat ekspansi dan kontraksi saat terjadi perubahan temperature dan kadar air.



Gambar 5. Kondisi Retak Refleksi Di Lokasi

5. Alur

Terjadinya penurunan perkerasan aspal memanjang pada lintasan jalur roda kendaraan dengan kedalaman mencapai 2 cm. daerah kerusakan banyak dijumpai di antara sta 0+500 sampai 0+650 dan sta 0+700 sampai 0+850. Total luas kerusakan 151,2 m².

6. Lubang

Berbentuk cekung seperti mangkuk dengan ukuran bervariasi dari diameter 0,2 - 0,4 m, dan kedalaman 5 - 20 cm. daerah kerusakan yang banyak dijumpai diantara sta 0+300 sampai 0+500 dan sta 0+500 sampai 0+900. Total luas kerusakan 192,5 m².

Tabel 4. Tabel Alternatif Perbaikan Ruas Jalan

No	Jenis kerusakan	Luas kerusakan (m ²)	Metode Perbaikan			
			P ¹	P ²	P ³	P ⁴
1	Retak halus	90,50	X	-	-	-
2	Retak kulit buaya	152,20	X	-	-	X
3	Retak pinggir	195,90	X	-	-	X
4	Retak refleksi	120,30	X	X	X	-
5	Alur	151,20	X	-	-	X
6	Lubang	195,50	X	-	-	X
7	Pelepasan butir	13,50	X	-	-	-
8	Pengelupasan lapisan permukaan	34,40	X	-	-	-
Jumlah		953,5	8	1	1	4

Berikut Keterangan Alternatif Penanganan Perbaikan Jalan Yang Rusak Akibat Genangan Air Jalan Udara Berastagi – Simpang Desa Semangat, Dusun IV Kota Berastagi

Keterangan :

- P¹ = Laburan aspal setempat
- P² = Penutupan dengan pelapisan retak
- P³ = Pengisian retak
- P⁴ = Penambalan lubang

Kondisi Drainase Pada Jalan Udara Berastagi – Simpang Desa Semangat, Dusun IV Kota Berastagi.

Berdasarkan analisis langsung dilapangan Kondisi drainase pada jalan tersebut sangat memprihatikan dan di sepanjang jalan ada yang tidak mempunyai saluran drainase. Hal ini diakibatkan karena kurangnya kesadaran masyarakat yang membuang sampah pada drainase hingga menyebabkan sedimentasi, air berwarna hitam, keruh, tumbuhnya rumput liar, pada saluran drainase dan juga. Peranan Jalan Udara Berastagi sebagai penghubung antar desa menuntut adanya sarana dan prasarana yang memadai untuk menunjang kegiatan

perekonomian dan pembangunan di jalan tersebut.

1. Jenis dan tipe saluran drainase
 Pada Jalan Udara Berastagi – Simpang Desa Semangat, Dusun Iv Kota Berastagi drainase yang dibangun adalah drainase permukaan yang membentuk komponen drainase yang memanjang (parit/selokan)



Gambar 6. Ruas Jalan Yang Tidak Mempunyai Drainase



Gambar 7. Ruas Jalan Yang Tidak Mempunyai Drainase

Dari hasil penelitian di lapangan di ketahui beberapa faktor teknis yang menyebabkan terjadinya genangan air adalah :

1. Dimensi saluran yang terbatas
 Dimensi saluran meliputi lebar penampang, panjang serta tinggi saluran merupakan salah satu faktor yang dominan menyebabkan terjadinya genangan air di daerah drainase jalan. Drainase pada kontur jalan yang cekung tentu berbeda

kontruksi dan dimensinya dengan drainase pada kontur jalan yang rata atau landai. Kondisi demikian tidak mampu untuk menampung berikut menyalurkan jumlah debit air yang besar pada saat hujan maksimum.

2. Timbunan sadimentasi

Pendangkalan umumnya terjadi karena endapan sadimentasi dan timbunan sampah. Dengan demikian fungsi saluran tersebut tidak dapat mengalirkan air dengan baik dan kapasitas saluran menjadi berkurang dan air meluap ke jalan.

3. Letak dan kemiringan saluran

Beberapa kenyataan menunjukkan letak saluran tersier di bawah ketinggian saluran sekunder dan saluran saluran sekunder di bawah ketinggian saluran primer dan pembuang.

Selain faktor teknis diatas, ada juga faktor sosial yang berkontribusi terhadap terjadinya genangan dan banjir antara lain :

1. Terjadinya perubahan tata guna lahan yakni dari pertanian dan atau ruang menjadi perumahan/pemukiman sehingga mengurangi luas areal resapan air.
2. Pola hidup masyarakat yang belum berorientasi pada pemeliharaan infrastuktur permukiman yang bersih, sehat dan ramah lingkungan.

Alternatif Perbaikan Saluran Drainase

1. Melakukan solusi perencanaan/pembangunan ulang pada daerah yang rawan genangan di beberapa titik di jalan tersebut.
2. Melakukan penyuluhan kepada masyarakat terhadap pentingnya menjaga kebersihan saluran drainase pada jalan raya.

3. Melakukan penambahan dimensi pada saluran drainase agar drainase berfungsi dengan baik.
4. Melakukan penyuluhan kepada masyarakat sekitar yang menggunakan daerah resapan air sebagai lahan pertanian atau pemukiman.

SIMPULAN

Berdasarkan survey dan analisis yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kerusakan jalan dalam Kota Berastagi umumnya disebabkan oleh selain umur rencana yang telah lewat, juga disebabkan oleh genangan dan aliran air yang deras pada badan jalan.
2. Genangan air juga disebabkan oleh curah hujan yang tinggi, kapasitas saluran terbatas, penampang basah jadi berkurang akibat sedimentasi dan timbulan sampah serta penggunaan lahan di samping kiri kanan jalan yang menyebabkan berkurangnya daerah resapan air.
3. Bentuk kerusakan jalan akibat genangan air antara lain berlubang, retak-retak, terlepasnya lapis permukaan serta kerusakan tepi perkerasan jalan. Tingkat kerusakan jalan paling tinggi adalah 16,11% berlubang dan yang paling kecil 1,01 pelepasan butiran lapis permukaan,
4. Alternatif penanganan kerusakan jalan ini yaitu dengan diadakan kegiatan pemeliharaan jalan periodik.
5. Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan aliran air di ruas jalan.

Saran

Berdasarkan analisis, peneliti memiliki saran untuk mengoptimalkan kondisi lalu-lintas di ruas jalan dengan cara:

1. Untuk mewujudkan kondisi infrastruktur yang baik di kota Berastagi perlu di dukung dengan kebijakan pengolahan infrastuktur yang memadai. Badan anggaran

- pemeliharaan kiranya dapat dialokasikan sesuai kebutuhan dan tingkat kerusakan jalan (efektif dan efisien).
2. Untuk meminimalisir kerusakan jalan yang terjadi, maka rancangan pemeliharannya perlu dilakukan survei yang lebih akurat dengan melibatkan sejumlah konsultan terkait dalam mengumpulkan data mengenai kondisi banjir, area tangkapan air (*cathment area*), serta kapasitas dan kondisi saluran yang ada.
 3. Selain aspek kebijakan pembiayaan dan manajemen pemeliharaan, juga perlu dukungan berbagai pihak terkait termasuk *stake holders* pengguna jalan agar dapat memahami kemampuan dan daya dukung infrastruktur dan ikut bertanggung jawab guna memeliharanya guna keberlanjutan pelayanan yang memberikan rasa aman, nyaman, dan bermartabat.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Bina Jalan Kota, 1997, Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), bekerjasama dengan PT Bina Karya (Persero)
- Badan Pusat Statistik Tanah Karo, 2019. Rata-rata Curah Hujan Dan Kelembapan Udara
- Rcd207,Yulius.2019. Jurnal Studi Genangan Air Terhadap Kerusakan Jalan Raya(hlm. 1-5)
- Udiana,saudale,pah, 2014. Jurnal Analisa Faktor Penyebab Kerusakan Jalan (hlm. 1-6)
- Muliawan, Wayan I, 2019. Jurnal Dampak Genangan Air Hujan Terhadap Kondisi Jalan (hlm. 1-7)
- Monte, David,2021. Pengertian Curah Hujan Dan Alat Ukurnya
- Infinifero, Maria, 2019. Pentingnya Drainase Bagi Pengguna Jalan