

ANALISIS KERUSAKAN JALAN TERHADAP PEMELIHARAAN JALAN UNTUK MENINGKATKAN UMUR LAYANAN DENGAN METODE BINA MARGA PADA RUAS JALAN MEDAN-ACEH TAKENGON

M Oriza Satifa Hasibuan¹, Diana Suita Harahap²

¹⁾ Mahasiswa Program Sarjana Teknik Sipil, Universitas Harapan Medan

²⁾ Staf Pengajar dan Pembimbing Program Sarjana Teknik Sipil, Universitas Harapan Medan
orizahasibuan26@gmail.com

Abstrak

Pemeliharaan jalan sangat penting untuk menjamin kualitas dan keberlanjutan infrastruktur jalan. Untuk itu diperlukannya analisis terhadap kerusakan jalan untuk mengetahui kondisi perkerasan jalan dengan melakukan penilaian kondisi jalan yang nantinya dapat dijadikan acuan untuk menentukan jenis evaluasi yang harus dilakukan. Oleh karena itu, penulisan ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana tingkat kerusakan jalan pada setiap segmen jalan Pameue–Sp.Uning yang ditinjau berdasarkan hasil skoring dengan menggunakan metode Bina Marga serta menentukan program pemeliharaan yang dapat dilakukan untuk setiap jenis kerusakan berdasarkan hasil evaluasi tingkat kerusakan jalan guna meningkatkan umur layanan. Jenis analisis yang digunakan pada penulisan ini adalah analisis deskriptif dengan menggunakan metode Bina Marga dimana metode tersebut mempunyai hasil akhir yaitu urutan prioritas serta bentuk program pemeliharaan apa yang akan dilakukan. Dari hasil analisis didapatkan nilai urutan prioritas dalam perbaikan adalah 8 dimana ruas jalan Pameue–Sp. Uning masih dalam keadaan baik dan hanya diperlukan pemeliharaan rutin. Program pemeliharaan yang dapat digunakan pada pemeliharaan ruas jalan Pameue–Sp.Uning guna meningkatkan umur layanan yaitu dengan melakukan penambalan ulang, perbaikan retak, perbaikan alur serta pemeliharaan perkerasan berlubang. Berdasarkan hasil analisa data dapat diketahui ada beberapa jenis kerusakan pada ruas jalan Pameue–Sp.Uning seperti kerusakan alur, lubang, retak buaya, retak memanjang, pelepasan butir, kekasaran permukaan, sungkur serta tambalan dengan luas total kerusakan seluruh segmen adalah sebesar 40,265 m². Kerusakan jalan didominasi oleh kerusakan pelepasan butir dengan luas total kerusakan pada seluruh segmen adalah sebesar 16,751 m² dan kerusakan tambalan dengan luas total kerusakan pada seluruh segmen adalah sebesar 19,504 m².

Kata Kunci: Kerusakan, Pemeliharaan, Umur, Jalan

I. PENDAHULUAN

Infrastruktur jalan merupakan bagian penting dalam kehidupan ekonomi dan sosial di berbagai negara. Struktur jalan yang baik tidak hanya dapat memperlancar arus transportasi, tetapi juga mendukung perkembangan ekonomi, distribusi barang, dan aksesibilitas masyarakat terhadap berbagai layanan. Namun, seiring berjalannya waktu dan penggunaan yang intensif, jalan-jalan ini mengalami berbagai bentuk kerusakan, mulai dari retakan permukaan hingga kerusakan struktural yang signifikan. Ruas jalan Aceh-Takengon tepatnya di STA jalan Pameue – Sp. Uning mengalami peningkatan frekuensi lalu lintas sehingga rawan terjadi kerusakan yang dapat berpengaruh terhadap keamanan dan kenyamanan pemakai jalan.

Penilaian kondisi jalan perlu dilakukan secara periodik baik struktural maupun non-struktural. Nilai kondisi jalan ini nantinya dijadikan acuan untuk menentukan jenis evaluasi yang harus dilakukan (Waani, 2021). Penanganan pemeliharaan jalan dapat dilakukan secara rutin maupun berkala. Pemeliharaan jalan secara rutin dilakukan secara terus-menerus

sepanjang tahun dan dilakukan penanganan secepat mungkin sebelum kerusakan jalan tersebut bertambah.

Analisis kerusakan jalan sangat diperlukan untuk mengetahui kondisi suatu permukaan jalan yang mengalami kerusakan tersebut. Analisis tentang kerusakan jalan meliputi beberapa faktor seperti perencanaan perkerasan, perencanaan campuran, pemilihan bahan, mutu pelaksanaan, kondisi lingkungan, volume lalu lintas atau gabungan beberapa faktor tersebut (Ismail, 2022).

Pemeliharaan jalan sangat penting untuk menjamin kualitas dan keberlanjutan infrastruktur jalan. Hal ini dilakukan untuk memberikan masukan pada saat perencanaan kualitas jalan pada ruas jalan Pameue- Sp.Uning di masa yang akan datang. Salah satu metode untuk menganalisis kerusakan jalan adalah dengan menggunakan metode Bina Marga. Metode Bina Marga merupakan metode yang ada di Indonesia yang mempunyai hasil akhir yaitu urutan prioritas serta bentuk metode pemeliharaan sesuai nilai yang didapat dari urutan prioritas, pada metode ini menggabungkan nilai yang didapat dari survei visual yaitu jenis kerusakan serta survei LHR (Lalu

lintas Harian Rata-Rata) yang selanjutnya didapat nilai kondisi jalan serta nilai kelas LHR) (Rahmanto, 2016).

Pada metode Bina Marga (BM) ini jenis kerusakan yang perlu diperhatikan saat melakukan survei adalah kekasaran permukaan, lubang, tambalan, retak, alur, dan ambias. Penentuan nilai kondisi jalan dilakukan dengan menjumlahkan setiap angka dan nilai untuk masing-masing keadaan kerusakan. Evaluasi kondisi kerusakan jalan sangat perlu dilakukan untuk memonitor seberapa tingkat kerusakan yang terjadi pada suatu ruas jalan guna meningkatkan umur layanan pada jalan (Rahmanto, 2016).

Rumusan permasalahan dalam analisis kerusakan jalan terhadap pemeliharaan jalan untuk meningkatkan umur layanan dengan metode Bina Marga pada ruas jalan Medan-Aceh Takengon adalah:

- a. Bagaimana tingkat kerusakan jalan pada setiap *section* jalan Pameue-Sp.Uning ditinjau berdasarkan hasil skoring dengan menggunakan metode Bina Marga?
- b. Bagaimanakah meningkatkan umur layanan dengan menentukan metode pemeliharaan yang dilakukan untuk setiap jenis kerusakan berdasarkan hasil metode evaluasi tingkat kerusakan jalan?

Adapun tujuan dari analisis ini adalah memecahkan masalah yang telah diuraikan dalam rumusan masalah, antara lain:

- a. Untuk mengetahui tingkat kerusakan jalan pada ruas jalan Pameue-Sp.Uning berdasarkan metode Bina Marga.
- b. Untuk mengetahui cara dalam meningkatkan umur layanan dengan menentukan metode pemeliharaan yang dilakukan untuk setiap jenis kerusakan berdasarkan hasil metode evaluasi tingkat kerusakan jalan.

II. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada analisis ini menggunakan metode analisis deskriptif.

2.1 Lokasi dan Jadwal Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada ruas jalan Pameue-Sp. Uning Kabupaten Aceh Tengah, Provinsi Aceh. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2024.

2.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada analisis ini yaitu:

1. Data *primer*

Data primer yang dibutuhkan yaitu data observasi dan analisis jenis kerusakan jalan pada ruas jalan Pameue-Sp.Uning

2. Data *sekunder*

Data sekunder yang dibutuhkan adalah data geometrik, data jenis-jenis kerusakan jalan serta perhitungan LHR. Data ini dibutuhkan untuk membantu dalam pengolahan data hasil penelitian.

2.3 Tahapan Evaluasi Kerusakan dengan Metode Bina Marga

Menurut Abriansyah (2022) adapun tahapan evaluasi kerusakan dengan metode Bina Marga adalah sebagai berikut:

a. Penentuan kelas LHR

Penentuan LHR mengacu kepada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997, nilai LHR diperoleh dengan cara jumlah kendaraan dalam satuan mobil penumpang (smp) dibagi dengan lamanya waktu survei (jam). Pengelompokan kelas lalu lintas berdasarkan LHR yang akan digunakan untuk menentukan Urutan Prioritas (UP) dan jenis program pemeliharaan.

b. Penentuan jenis dan pengukuran dimensi kerusakan jalan

Data jenis dan dimensi kerusakan didapatkan langsung dari lokasi penelitian. Data jenis dan dimensi kerusakan diambil per segmen dengan mengacu pada jenis-jenis kerusakan menurut Manual Pemeliharaan Jalan No. 03/MN/B/1983 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga.

c. Penilaian kondisi jalan

Nilai kondisi jalan ditentukan dengan menjumlahkan nilai keseluruhan dari setiap kondisi kerusakan yang didapatkan dari masing-masing jenis atau tipe kerusakan dengan mengacu kepada TP3JK No. 018/T/BNKT/1990.

d. Perhitungan urutan prioritas

Urutan prioritas (UP) dihitung berdasarkan nilai-nilai kelas LHR dan kondisi jalan, dimana angka 17 (tujuh belas) dikurang dengan hasil penjumlahan kelas LHR dengan nilai kondisi jalan dengan berpedoman kepada TP3JK No. 018/T/BNKT/1990.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Geometrik Jalan Pameue-Sp.Uning

Adapun data geometrik Jalan Pameue – Sp. Uning dapat dilihat pada tabel 1. di bawah ini.

Tabel 1. Geometrik Jalan Pameue-Sp.Uning

Geometrik Jalan	Keterangan
Lebar Jalur	6 meter
Lebar Lajur	3 meter
Tipe Jalan	2/2 UD
Status Jalan	Jalan Nasional
Fungsi Jalan	Kolektor Primer

(Sumber : Dinas PU Provinsi Aceh, 2024)

3.2 Menghitung LHR dan Menentukan Nilai Kelas Jalan

Data LHR pada skripsi ini diperoleh melalui pengamatan lapangan secara langsung pada hari minggu, senin dan selasa dengan durasi 14 jam/hari. Penentuan hari pengamatan dilakukan sesuai padatnya aktivitas penggunaan jalan yang ditemukan selama pengamatan di lapangan.

Tabel 2. Penentuan LHR

Hari	Jumlah Kendaraan			SMP		
	LV	HV	MC	LV (1,0)	HV (1,3)	MC (0,5)
1	2	3	4	5	6	7
Minggu	138	47	1837	138	61,1	918,5
Senin	122	54	1726	122	70,2	863
Selasa	104	49	1765	104	63,7	882,5
Total	364	150	5328	364	195	2664

(Sumber : Hasil Analisis, 2024)

Berdasarkan Tabel 2 di atas adapun jenis kendaraan yang mendominasi adalah MC (*Motor Cycle*) dengan total 5328 kendaraan, terbanyak kedua adalah jenis kendaraan LV (*Low Vehicle*) yang berjumlah 364 kendaraan dan terbanyak ketiga adalah jenis kendaraan HV (*Heavy Vehicle*) yang berjumlah 150 kendaraan. Tabel di atas menunjukkan bahwa LHR tertinggi sebesar 1117,6 smp/hari yang terjadi pada hari minggu. LHR 1117,6 smp/hari masuk ke dalam nilai kelas jalan 4.

3.3 Analisis Kerusakan Jalan

Berikut pembagian segmen mengenai data inventarisasi jalan yang sudah dibagi menjadi beberapa segmen sebagai berikut:

1. Segmen 1: STA 10+700 s/d STA 11+700
2. Segmen 2 : STA 11+700 s/d STA 12+700
3. Segmen 3 : STA 12+700 s/d STA 13+700
4. Segmen 4 : STA 13+700 s/d STA 14+700
5. Segmen 5 : STA 26+400 s/d STA 27+400
6. Segmen 6 : STA 27+400 s/d STA 28+400
7. Segmen 7 : STA 29+500 s/d STA 30+500
8. Segmen 8 : STA 38+000 s/d STA 39+000
9. Segmen 9 : STA 39+000 s/d STA 40+000
10. Segmen 10 : STA 72+000 s/d STA 73+000

Tabel 3. Data Kerusakan Jalan

Segmen STA	Jenis Kerusakan	Luasan Kerusakan (m ²)	Luasan Segmen (m ²)	Persentase Kerusakan (%)
	Tambalan	18,231	4500	0,405
10+700 – 11+700	Pelepasan Butir	9,705	4500	0,216
	Retak Memanjang	0,003	4500	0,00007
11+700 – 12+700	Pelepasan Butir	4,995	4500	0,111
	Alur	0,158	4500	0,004
12+700 – 13+700	Pelepasan Butir	0,564	4500	0,013
	Retak Memanjang	0,004	4500	0,00008
13+700 – 14+700	Pelepasan Butir	0,742	4500	0,016
26+400 – 27+400	Kekasaran Permukaan	0,550	4500	0,012
27+400 – 28+400	Pelepasan Butir	0,036	4500	0,0008

Segmen STA	Jenis Kerusakan	Luasan Kerusakan (m ²)	Luasan Segmen (m ²)	Persentase Kerusakan (%)
	Retak Memanjang	0,001	4500	0,00002
29+500 – 30+500	Pelepasan Butir	0,119	4500	0,003
	Pelepasan Butir	0,506	4500	0,011
38+000 – 39+000	Retak Buaya	0,474	4500	0,011
	Sungkur	0,226	4500	0,005
	Lubang	0,013	4500	0,0003
39+000 – 40+000	Pelepasan Butir	0,039	4500	0,0009
	Retak Memanjang	0,043	4500	0,0010
	Sungkur	1,167	4500	0,0259
	Lubang	0,862	4500	0,0192
	Pelepasan Butir	0,045	4500	0,001
72+000 – 73+000	Retak Buaya	0,378	4500	0,0084
	Sungkur	0,131	4500	0,0029
	Tambalan	1,273	4500	0,0283

(Sumber : Hasil Olah Data, 2024)

Berdasarkan hasil olah data pada tabel 3 maka dapat diketahui bahwa ruas jalan Pameue – Sp. Uning memiliki beberapa jenis kerusakan jalan antara lain seperti: jenis kerusakan alur, kekasaran permukaan, lubang, pelepasan butir, retak buaya, retak memanjang, sungkur serta tambalan.

Tabel 4. Persentase Perbandingan Jenis-Jenis Kerusakan Yang Terjadi

No	Jenis Kerusakan	Luas (m ²)	% Kerusakan
1	Alur	0,158	0,3924
2	Kekasaran Permukaan	0,55	1,3660
3	Lubang	0,875	2,1731
4	Pelepasan Butir	16,751	41,6019
5	Retak Buaya	0,852	2,1160
6	Retak Memanjang	0,051	0,1267
7	Sungkur	1,524	3,7849
8	Tambalan	19,504	48,4391
Jumlah		40,265	100

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2024)

Setelah didapat luas kerusakan tiap segmen jalan seperti yang sudah terlampir di tabel 3 maka selanjutnya kita dapat menghitung total luasan tiap kerusakan dari seluruh segmen ruas jalan Pameue – Sp. Uning yang dapat dilihat pada Tabel 4 di atas dan didapat pula berapa persen persentase pada setiap jenis kerusakan ruas jalan.



Gambar 1. Diagram Perbandingan Tiap Jenis Kerusakan yang Terjadi

Dari diagram di atas dapat dilihat perbandingan tiap jenis kerusakan yang terjadi pada seluruh segmen ruas jalan. Kerusakan yang paling banyak terjadi pada ruas jalan Pameue – Sp. Uning yaitu jenis kerusakan tambalan serta pelepasan butir dengan persentase kerusakan 48,4391% dan 41,6019%.

Tabel 5. Nilai Kerusakan Jalan

Jenis Kerusakan Jalan	Tipe	Angka
Retak-retak	Buaya	5
	Memanjang	2
Tambalan dan Lubang	> 30%	3
Kekasaran Permukaan	Pelepasan Butir	3
Alur	0-5 mm	1
Sungkur	< 10%	0
Jumlah		14

(Sumber : Hasil Analisis, 2024)

Dari Tabel 5 disajikan nilai kerusakan jalan pada tiap jenis kerusakan. Didapat total seluruh kerusakan adalah 14 dimana berdasarkan tabel penilaian kondisi jalan diperoleh nilai 5. Adapun untuk menentukan nilai urutan prioritas kondisi jalan sebagai berikut.

Nilai Prioritas = 17 – (Kelas LHR + Nilai Kondisi Jalan)

$$= 17 - (4 + 5) \\ = 8$$

Dimana berdasarkan metode Bina Marga, jika nilai $UP \geq 7$, maka jalan tersebut masih dalam kondisi baik dan hanya perlu dilakukan pemeliharaan rutin. Pemeliharaan rutin tersebut meliputi kegiatan seperti:

- Penambalan lubang
- Perbaikan retak
- Perbaikan alur
- Pemeliharaan perkerasan berlubang.

3.4 Menentukan Program Pemeliharaan Jalan Untuk Meningkatkan Umur Layanan

Setelah mengetahui tingkat dan nilai kondisi kerusakan jalan, maka tindakan perbaikan dan pemeliharaan dapat dilakukan sesuai dengan jenis dan tingkat kerusakan yang terjadi. Setelah melakukan analisa kerusakan jalan dengan metode Bina Marga maka didapat nilai urutan prioritas dalam perbaikan yaitu 8 dimana jalan tersebut masih dalam keadaan baik dan hanya diperlukan pemeliharaan rutin untuk meningkatkan umur layanan seperti melakukan penambalan (*patching*) serta pelapisan ulang (*overlay*) agar bekas tambalan yang dilakukan dan retakan-retakan serta kerusakan-kerusakan lain yang terjadi di sepanjang ruas jalan tersebut tertutupi oleh aspal agar mencegah air tidak cepat meresap ke dalam lapisan jalan dan menyebabkan semakin bertambah parahnya kerusakan yang terjadi. Setelah

dilakukannya perbaikan sesuai dengan hasil analisa data menggunakan metode Bina Marga yaitu penambalan (*patching*) serta pelapisan ulang (*overlay*) disarankan perlunya melakukan pemeliharaan lanjutan yaitu mencakup pekerjaan-pekerjaan kecil dan pekerjaan-pekerjaan rutin yang umum untuk menjaga agar jalan tetap pada kondisi yang baik.

3.5 Analisis Hasil Data

Berdasarkan hasil analisa data maka dapat diketahui ada beberapa jenis kerusakan pada ruas jalan Pameue – Sp. Uning seperti kerusakan alur, lubang, retak buaya, retak memanjang, pelepasan butir, kekasaran permukaan, sungkur serta tambalan dengan luas total kerusakan seluruh segmen adalah sebesar 40,265 m². Pada ruas jalan Pameue–Sp. Uning, kerusakan jalan didominasi oleh kerusakan pelepasan butir dengan luas total kerusakan pada seluruh segmen adalah sebesar 16,751 m² dan kerusakan tambalan dengan luas total kerusakan pada seluruh segmen adalah sebesar 19,504 m². Sehingga diperoleh hasil analisis dengan menggunakan metode Bina Marga didapat nilai urutan prioritas dalam perbaikan adalah 8 dimana ruas jalan Pameue – Sp. Uning masih dalam keadaan baik dan hanya diperlukan pemeliharaan rutin seperti melakukan penambalan (*patching*) dan pelapisan ulang (*overlay*).

3.6 Menghitung Luas Kerusakan Jalan Menggunakan Excel

Adapun dalam menghitung luas kerusakan jalan dengan menggunakan excel dapat dilakukan dengan beberapa langkah sebagai berikut.

- Persiapkan data
Langkah awal yang harus dilakukan adalah dengan mempersiapkan data yang berisi tentang panjang dan lebar setiap bagian jalan yang rusak atau luas area yang mengalami kerusakan.
- Buat Tabel
Langkah selanjutnya adalah membuat tabel dengan kolom-kolom yang sesuai untuk memasukkan data, seperti kolom untuk penamaan STA, panjang dan lebar kerusakan, luas kerusakan, total luas kerusakan, serta persentase kerusakan jalan.
- Masukkan Data
Isi tabel dengan memasukkan data yang sesuai dengan jenis kolom.
- Hitung Luas Kerusakan
Menghitung luas kerusakan dengan mengalikan panjang dengan lebar jalan yang rusak dengan menggunakan fungsi excel. Setelah didapat hasil dari luas kerusakan pada setiap STA, langkah selanjutnya adalah menghitung total luas kerusakan dengan menjumlahkan semua kerusakan pada STA masing-masing. Setelah itu, kita dapat menghitung berapa persentase kerusakan jalan di setiap STA.
- Analisis Tambahan

Jika diperlukan, kita bisa melakukan analisis tambahan seperti menampilkan grafik untuk visualisasi distribusi kerusakan jalan berdasarkan lokasi atau jenis kerusakan.

IV. KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil analisa data dengan menggunakan metode Bina Marga maka didapat nilai urutan prioritas dalam perbaikan adalah 8 dimana ruas jalan Pameue–Sp. Uning masih dalam keadaan baik dan hanya diperlukan pemeliharaan rutin seperti melakukan penambalan (*patching*) dan pelapisan ulang (*overlay*).
2. Metode pemeliharaan yang dapat digunakan pada pemeliharaan ruas jalan Pameue–Sp. Uning guna meningkatkan umur layanan yaitu dengan melakukan penambalan ulang, perbaikan retak, perbaikan alur serta pemeliharaan perkerasan berlubang.
3. Berdasarkan hasil analisa data maka dapat diketahui ada beberapa jenis kerusakan pada ruas jalan Pameue–Sp. Uning seperti kerusakan alur, lubang, retak buaya, retak memanjang, pelepasan butir, kekasaran permukaan, sungkur serta tambalan dengan luas total kerusakan seluruh segmen adalah sebesar 40,265 m².
4. Pada ruas jalan Pameue–Sp. Uning, kerusakan jalan didominasi oleh kerusakan pelepasan butir dengan luas total kerusakan pada seluruh segmen adalah sebesar 16,751 m² dan kerusakan tambalan dengan luas total kerusakan pada seluruh segmen adalah sebesar 19,504 m².

1. DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Abriansyah, Iqbal, dkk. 2022. *Evaluasi Kerusakan Jalan Lintas Timur di Kabupaten Bangka dengan Menggunakan Metode Bina Marga* (Studi Kasus: Jalan Lintas Timur STA 10+000 – 11+000). Jurnal Fropil Vol. 10. Universitas Bangka Belitung.
- [2.] Departemen Pekerjaan Umum, 1983, *Manual Pemeliharaan Jalan* No: 03/MN/B/1983, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- [3.] Departemen Pekerjaan Umum, 1990, *Tata Cara Penyusunan Program Pemeliharaan Jalan Kota (TP3JK)* No: 018/T/BNKT/1990, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- [4.] Departemen Pekerjaan Umum, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- [5.] Direktorat Jendral Bina Marga, 1997, *Tata Cara Perencanaan Jalan Antar Kota*, Departemen Pekerjaan Umum
- [6.] Ismail. 2022. *Survey dan Evaluasi Tingkat Kerusakan Permukaan Jaan Suatu Ruas Jalan*. Jurnal Skripsi Program Studi Teknik Sipil Universitas Palembang.
- [7.] Rahmanto, Andi. 2016. *Evaluasi Kerusakan Jalan dan Penanganan dengan Metode Bina Marga pada Ruas Jalan Banjarejo-Ngawen*. Jurnal Simetris Vol. 10 No.1.
- [8.] Sitorus, Orlando. 2017. *Analisis Kinerja Ruas Jalan Berdasarkan Tingkat Pelayanan* (Studi Kasus Jalan Godean km 2,8 sampai km 3, Yogyakarta). Skripsi: Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- [9.] Sunyata N, Rendy Dwi. 2021. *Manajemen Rekayasa Lalu Lintas Saat Konstruksi FlyOver Simpang Kopo*. Skripsi: Institut Teknologi Nasional.
- [10.] Waani, J, E, Samuel Y.R. Rompis. 2021. *Model Hubungan Antara Ketidakrataan Permukaan Jalan Dengan Nilai Kerusakan Permukaan Jalan Pada Ruas Jalan Nasional di Kota Manado*. Jurnal Ilmiah Media Engineering Vol.11 No.2.