

# Pengaruh Repetisi Beban Lalu Lintas Harian Terhadap Nilai Kepadatan Perkerasan AC-WC Pasca Konstruksi

Dwiky Erlangga<sup>1\*</sup>, Puji Laila Ramadhan<sup>1</sup>, Saktiadin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nggusuwaru, Jalan Imam Bonjol Salama, Kota Bima, 84116, Indonesia

\*e-mail: dwiky202@gmail.com

(Received: 23 September 2024; Reviewed: 11 November 2024; Accepted: 07 Januari 2025)

## Abstract

**Effect of Daily Traffic Load Repetition Daily Traffic Load Repetition on Post-Construction AC-WC Pavement Density Value.** The compaction process needs to be carried out carefully in each layer of asphalt pavement. Problems often faced by implementing contractors in the field are sometimes heavy equipment damage and decreased productivity, even though the material mixture is in accordance with the quality and the compaction process follows the number of planned passes, but the results of field compaction testing do not meet specifications. The additional load factor of daily traffic can be used as a parameter that helps the compaction process. This research analyzes the comparison of the percentage of AC-WC density to the value of traffic growth load repetitions after paving and the PHO period of the project. Knowing the calculation results of the AC-WC density value after paving and the project PHO period. The calculation results show that the post-paving AC-WC density value in segment 1 is 100.42%, while segment 2 is 99.73%, and segment 3 is 98.82%. Then the density value of the PHO project period in segment 1 is obtained 104.44% with a load repetition of 43,708.75 cesa, while segment 2 is obtained 100.20% with a load repetition of 1,277.5 cesa, and segment 3 is obtained 99.20% with a load repetition value of 1,368.75 cesa. These results show that traffic load repetition helps increase the percentage value of AC-WC density, so it becomes an alternative to reduce the frequency of heavy equipment usage in the process of compacting AC-WC asphalt pavement layers.

**Keywords:** AC-WC, Core Drill, Density, Traffic, Load Repetition.

## Abstrak

Proses pemadatan perlu dilakukan secara cermat dalam setiap hamparan lapis perkerasan aspal. Permasalahan yang sering dihadapi kontraktor pelaksana di lapangan terkadang alat berat mengalami kerusakan dan penurunan produktivitas, meskipun campuran material sudah sesuai mutu dan proses pemadatan mengikuti jumlah lintasan rencana, akan tetapi hasil pengujian pemadatan lapangan tidak memenuhi spesifikasi. Faktor beban tambahan lalu lintas harian dapat digunakan sebagai parameter yang membantu proses pemadatan. Penelitian ini menganalisa perbandingan persentase kepadatan AC-WC terhadap nilai repetisi beban pertumbuhan lalu lintas pasca pengaspalan dan masa PHO proyek. Mengetahui hasil perhitungan nilai kepadatan AC-WC pasca pengaspalan dan masa PHO proyek. Hasil perhitungan menunjukan Nilai kepadatan AC – WC pasca pengaspal pada segmen 1 didapat 100.42 %, sedangkan segmen 2 didapat 99.73 %, dan segmen 3 didapat 98.82 %. Kemudian nilai kepadatan masa PHO proyek pada segmen 1 didapat 104.44 % dengan repetisi beban sebesar 43.708,75 cesa, sedangkan segmen 2 didapat 100.20 % dengan repetisi beban sebesar 1.277,5 cesa, dan segmen 3 didapat 99.20 % dengan nilai repetisi beban sebesar 1.368.75 cesa. Hasil tersebut menunjukan bahwa repetisi beban lalu lintas membantu meningkatkan nilai persentase kepadatan AC-WC, sehingga menjadi alternatif untuk mengurangi frekuensi pemakaian alat berat dalam proses konstruksi pemadatan lapis perkerasan aspal AC-WC.

**Kata Kunci:** AC-WC, Core Drill, Kepadatan, Lalu Lintas, Repetisi Beban.

## PENDAHULUAN

Jalan raya merupakan infrastruktur dasar bagi manusia untuk beraktivitas dan melakukan pergerakan antar lokasi. Infrastruktur jalan dibuat dengan tujuan pemerataan pertumbuhan ekonomi di seluruh wilayah, sehingga mobilitas antara daerah pusat dan pelosok dapat terkoneksi dengan baik. Masyarakat mendapat kemudahan dalam melakukan aktivitas perjalanan dengan angkutan pribadi maupun umum, termasuk kemudahan pergerakan aktivitas barang dan jasa. Pemerintah sebagai pemangku kebijakan dituntut untuk menyediakan fasilitas jalan raya yang aman, nyaman, efektif digunakan untuk mobilitas masyarakat. Hal tersebut dapat terwujud apabila konstruksi jalan yang dibangun harus memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan.

Proyek Penanganan Long Segmen Jalan Melayu – Kolo tahun 2023, Pemerintah Kota Bima melakukan program penanganan kerusakan jalan minor maupun mayor yang tersebar di beberapa titik. Long segmen merupakan kegiatan perbaikan jalan yang dilakukan secara sporadis dan menerus dalam satu ruas untuk mendapatkan kondisi jalan yang mantap dan standar sepanjang segmen (Priyadi, 2022). Penggunaan aspal pada proyek ini berjenis *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC). Aspal Jenis ini sangat sensitif, jika kadar aspal tinggi akan beresiko terjadinya bleeding dan apabila kadar aspal rendah akan mengalami keretakan di permukaan. Kemudian jumlah pori di antara butiran agregat yang menyelimuti aspal (VITM) berpengaruh terhadap keawetan perkerasan lentur AC-WC (Gunawan, 2019). Pori-pori sangat berperan terhadap bergesernya butir-butir agregat, apabila terjadi peningkatan temperatur udara akan membuat aspal yang terhampar di lapangan menjadi lunak serta beresiko mengalami kerusakan berlebih jika tergilas tidak merata oleh beban kendaraan yang melintas. Resiko tersebut dapat diminimalisir apabila proses pengerjaan dilakukan sesuai standar operasional yang telah ditetapkan, terutama pada pekerjaan pemadatan lapis perkerasan aspal. Standar pemadatan yang memenuhi syarat harus diawali dengan tahap percobaan untuk menentukan jumlah lintasan yang sesuai dengan komposisi aspal yang di hampar (*Trial Compacting*), sehingga mendapatkan hasil kepadatan dan tebal yang disyaratkan oleh Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (Ayzadt, 2024).

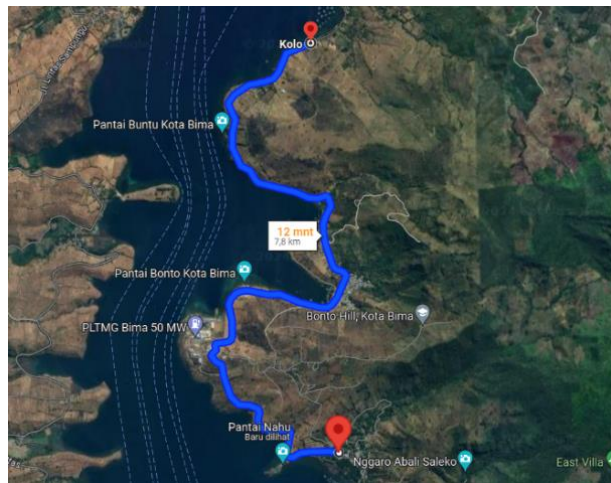
Nilai kepadatan lapangan sangat dipengaruhi oleh jumlah lintasan alat pemadat, (Lubis, 2024) dalam penelitiannya menggunakan metode analisis kausal komparatif untuk mengevaluasi pengaruh variasi jumlah lintasan terhadap nilai kepadatan lapangan. Penelitian yang sama juga dilakukan oleh (Rofi, 2017), metode trial compaction digunakan dalam menentukan nilai kepadatan sesuai spesifikasi teknis. Stabilitas rongga dalam campuran agregat perlu diperhatikan, (Hutapea, 2022) melakukan trial substitusi komposisi material dan variasi jumlah pemadatan. Pengaruh temperatur saat proses penghamparan material di lapangan sehingga nilai kepadatan tidak selalu bergantung pada variasi jumlah lintasan pemadat (Faruddin, 2018). Pengaturan komposisi kadar aspal yang optimum juga berpengaruh terhadap nilai kepadatan, sehingga mencegah perkerasan mengalami deformasi (Alwi, 2022).

Proses pemadatan perlu dilakukan secara cermat dalam setiap hamparan lapis perkerasan aspal, selain itu ketersediaan alat berat harus diperhatikan kelayakan produktivitasnya. Permasalahan yang sering dihadapi kontraktor pelaksana di lapangan terkadang alat berat mengalami kerusakan dan penurunan produktivitas, meskipun campuran material sudah sesuai mutu dan proses pemadatan mengikuti jumlah lintasan rencana, akan tetapi hasil pengujian pemadatan lapangan tidak memenuhi spesifikasi sehingga kontraktor pelaksana harus menambah jumlah lintasan pemadatan dan jam kerja penggunaan alat berat di lapangan. Dibutuhkan langkah konkrit untuk menekan pengurangan efektivitas pekerjaan agar tidak berdampak terhadap peningkatan biaya dan waktu. (Muldiyanto, 2017) dan (Lebang, 2021) dalam penelitiannya menyatakan repetisi beban lalu lintas dapat menambah nilai kepadatan lapis perkerasan jalan, persentase kepadatan optimal harus didukung dengan komposisi aspal dan gradasi agregat sesuai ketentuan spesifikasi umum yang digunakan dalam campuran agar tidak terjadi *bleeding* dan stabilitas perkerasan dapat terjaga dengan baik. Pada penelitian ini akan dilakukan percobaan perhitungan faktor beban tambahan lalu lintas harian, sehingga dapat digunakan sebagai parameter yang membantu proses pemadatan pasca pengaspalan, sehingga dalam mencapai target mutu yang diharapkan tidak selalu bergantung dengan penggunaan alat berat.

## METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode analisis kausal komparatif yang menjelaskan hubungan sebab akibat. Hubungan sebab akibat yang akan dianalisis adalah bagaimana hubungan beban tambahan lalu lintas harian terhadap nilai kepadatan aspal AC-WC. Lokasi penelitian berada di ruas Jalan Melayu - Kolo Kota Bima Nusa Tenggara barat untuk pengambilan sampel aspal, sedangkan pengujian sampel dilakukan di Laboratorium PT. Tukadmas G.C Bima

pasca pengaspalan dan Balai Pengujian Dinas Pekerjaan Umum dan Penataran Ruang Propinsi Nusa Tenggara Barat saat memasuki masa PHO.



**Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel**

Berikut tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian :

- a. Pengambilan sampel aspal  
Pengambilan sampel dilakukan 2 hari pasca pengaspalan dengan alat core drill tes pada 3 segmentasi penelitian. Masing-masing segmen di ambil 1 sampel. Sampel aspal dibawa ke Laboratorium untuk diukur ketebalannya dan ditimbang dalam keadaan kering, basah setelah direndam selama 24 jam serta kondisi kering jenuh permukaan, sehingga nilai berat jenis dan persentase kepadatan aspal pada masing-masing sampel dapat diketahui. Proses pengambilan dan pengujian sampel juga dilakukan dengan metode yang sama saat masa PHO proyek periode 4 bulan setelah pengaspalan.
- b. Survey data lalu lintas harian  
Survey data lalu lintas diambil setelah pengaspalan untuk jumlah kendaraan yang melintas pada 3 segmentasi penelitian. Data kendaraan diambil dari jam 7.30 sampai 17.30 pada awal pekan dan akhir pekan, masing-masing kendaraan yang dihitung dikelompokkan berdasarkan golongan kendaraan dari kendaraan ringan hingga berat. Data di kedua waktu dianalisis sehingga diperoleh jumlah kendaraan rata-rata per hari yang melintas.
- c. Analisa perhitungan repetisi beban tambahan lalu lintas harian terhadap nilai kepadatan AC-WC.  
Repetisi beban diperoleh dari perhitungan beban lalu lintas kendaraan berat yang melintas pada ketiga segmentasi penelitian. Data lalu lintas harian yang diperoleh dihitung pertumbuhan lalu lintasnya selama 4 bulan kedepan (masa PHO proyek), sehingga nilai repetisi beban dapat diperoleh berdasarkan perhitungan manual desain perkerasan jalan bina marga 2017. Data repetisi beban lalu lintas pada masing-masing segmen saat pemeriksaan sampel aspal awal pasca pengaspalan dan pemeriksaan akhir masa PHO proyek ditinjau persentase kepadatannya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Pengambilan sampel aspal dilakukan 2 hari setelah selesai pengaspalan, sedangkan PHO proyek dilakukan 4 bulan pasca pengaspalan. Segmentasi penelitian terdiri dari 3 Lokasi, Masing-masing lokasi diambil 1 sampel menggunakan alat *core drill* pada titik yang telah ditentukan untuk diukur ketebalan, dan uji berat jenis dilaboratorium, sehingga dapat diketahui persentase kepadatan berdasarkan parameter spesifikasi umum 2018 untuk pekerjaan konstruksi jalan. Adapun hasil pengujian sampel core drill test pasca pengaspalan sebagai berikut:

**Tabel 1. Hasil core drill test pasca pengaspalan**

| No | Lokasi   | BJ.Rencana<br>(Ton/m <sup>3</sup> ) | BJ Lapangan<br>rata – rata<br>(Ton/m <sup>3</sup> ) | Kepadatan<br>rata – rata<br>(%) |
|----|----------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1  | Segmen 1 | 2,264                               | 2,274                                               | 100,44%                         |
| 2  | Segmen 2 | 2,264                               | 2,258                                               | 99,73%                          |
| 3  | Segmen 3 | 2,264                               | 2,238                                               | 98,82%                          |

**Tabel 2. Hasil core drill test PHO proyek**

| No | Lokasi   | BJ.Rencana<br>(Ton/m <sup>3</sup> ) | BJ Lapangan<br>rata – rata<br>(Ton/m <sup>3</sup> ) | Kepadatan<br>rata – rata<br>(%) |
|----|----------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1  | Segmen 1 | 2,264                               | 2,365                                               | 104,44%                         |
| 2  | Segmen 2 | 2,264                               | 2,269                                               | 100,20%                         |
| 3  | Segmen 3 | 2,264                               | 2,246                                               | 99,20%                          |

Hasil survey data lalu lintas harian, dianalisis faktor pertumbuhannya dari pasca pengaspalan saat pengambilan sampel pertama sampai pada pengambilan sampel kedua dimasa PHO proyek, sehingga repetisi beban lalu lintas berdasarkan manual desain perkerasan jalan 2017, dapat dihitung sebagai faktor tambahan yang mendukung pemadatan lapis perkerasan AC-WC. Adapun hasil perhitungan dapat diuraikan sebagai berikut:

**Tabel 3. Repetisi Beban Pasca Pengaspalan Segmen 1**

| No | Jenis         | Beban | LHR<br>(kend/hari) | VDF normal | ESA 5<br>(cesa) |
|----|---------------|-------|--------------------|------------|-----------------|
| 1  | Sepeda motor  | 1     | 1790               | -          |                 |
| 2  | Sedan         | 2     | 112                | -          |                 |
| 3  | Mini bus      | 3     | 7                  | -          |                 |
| 4  | Pic up        | 4     | 122                | -          |                 |
| 5  | Truck 2 sumbu | 6     | 7                  | 0,5        | 638,75          |
| 6  | Truck 3 sumbu | 7a    | 38                 | 6,0        | 41610           |
|    | Jumlah        |       |                    |            | 42248,75        |

**Tabel 4. Repetisi Beban Pasca Pengaspalan Segmen 2**

| No | Jenis         | Beban | LHR<br>(kend/hari) | VDF normal | ESA 5<br>(cesa) |
|----|---------------|-------|--------------------|------------|-----------------|
| 1  | Sepeda motor  | 1     | 2808               | -          |                 |
| 2  | Sedan         | 2     | 392                | -          |                 |
| 3  | Mini bus      | 3     | 87                 | -          |                 |
| 4  | Pic up        | 4     | 231                | -          |                 |
| 5  | Truck 2 sumbu | 6     | 13                 | 0,5        | 1.186,25        |
|    | Jumlah        |       |                    |            | 1.186,25        |

**Tabel 5. Repetisi Beban Pasca Pengaspalan Segmen 3**

| No | Jenis        | Beban | LHR<br>(kend/hari) | VDF normal | ESA 5<br>(cesa) |
|----|--------------|-------|--------------------|------------|-----------------|
| 1  | Sepeda motor | 1     | 2635               | -          |                 |
| 2  | Sedan        | 2     | 309                | -          |                 |
| 3  | Mini bus     | 3     | 80                 | -          |                 |

|        |               |   |     |     |         |
|--------|---------------|---|-----|-----|---------|
| 4      | Pic up        | 4 | 139 | -   |         |
| 5      | Truck 2 sumbu | 6 | 14  | 0,5 | 1.277,5 |
| Jumlah |               |   |     |     | 1.277,5 |

**Tabel 6. Repetisi Beban PHO Proyek Segmen 1**

| No     | Jenis         | Beban | LHR<br>(kend/hari) | VDF normal | ESA 5<br>(cesa) |
|--------|---------------|-------|--------------------|------------|-----------------|
| 1      | Sepeda motor  | 1     | 1810               | -          | -               |
| 2      | Sedan         | 2     | 113                | -          | -               |
| 3      | Mini bus      | 3     | 11                 | -          | -               |
| 4      | Pic up        | 4     | 123                | -          | -               |
| 5      | Truck 2 sumbu | 6     | 11                 | 0,5        | 1.003,75        |
| 6      | Truck 3 sumbu | 7a    | 38                 | 6,0        | 42.705          |
| Jumlah |               |       |                    |            | 43.708,75       |

**Tabel 7. Repetisi Beban PHO Proyek Segmen 2**

| No     | Jenis         | Beban | LHR<br>(kend/hari) | VDF normal | ESA 5<br>(cesa) |
|--------|---------------|-------|--------------------|------------|-----------------|
| 1      | Sepeda motor  | 1     | 2840               | -          | -               |
| 2      | Sedan         | 2     | 396                | -          | -               |
| 3      | Mini bus      | 3     | 88                 | -          | -               |
| 4      | Pic up        | 4     | 234                | -          | -               |
| 5      | Truck 2 sumbu | 6     | 14                 | 0,5        | 1.277,5         |
| Jumlah |               |       |                    |            | 1.277,5         |

**Tabel 8. Repetisi Beban PHO Proyek Segmen 3**

| No     | Jenis         | Beban | LHR<br>(kend/hari) | VDF normal | ESA 5<br>(cesa) |
|--------|---------------|-------|--------------------|------------|-----------------|
| 1      | Sepeda motor  | 1     | 2665               | -          | -               |
| 2      | Sedan         | 2     | 313                | -          | -               |
| 3      | Mini bus      | 3     | 81                 | -          | -               |
| 4      | Pic up        | 4     | 141                | -          | -               |
| 5      | Truck 2 sumbu | 6     | 15                 | 0,5        | 1.368,75        |
| Jumlah |               |       |                    |            | 1.368,75        |

**Pembahasan**

Pertumbuhan data lalu lintas harian dan repetisi beban lalu lintas berat mempengaruhi nilai kepadatan AC-WC dari masing- masing segmentasi pekerjaan dapat diuraikan sebagai berikut:

**Tabel 9. Repetisi Beban dan Kepadatan AC-WC**

| No | Lokasi   | Repetasi beban                |                        | Kepadatan rata - rata             |                            | Pertumbuhan<br>nilai kepadatan<br>(%) |
|----|----------|-------------------------------|------------------------|-----------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
|    |          | pasca<br>pengaspalan<br>(esa) | PHO<br>proyek<br>(esa) | pasca<br>pengaspalan<br>(ton/mm3) | PHO<br>proyek<br>(ton/mm3) |                                       |
| 1  | Segmen 1 | 42.248,75                     | 43.708,75              | 100.42%                           | 104.44%                    | 4.02%                                 |
| 2  | Segmen 2 | 1.186,25                      | 1.277,5                | 99.73%                            | 100.20%                    | 0.47%                                 |

|   |          |         |          |        |        |       |
|---|----------|---------|----------|--------|--------|-------|
| 3 | Segmen 3 | 1.277,5 | 1.368.75 | 98.82% | 99.20% | 0.38% |
|---|----------|---------|----------|--------|--------|-------|

Repetisi beban lalu lintas kendaraan merupakan nilai dari jumlah beban sumbu kendaraan berat yang melintas berdasarkan hasil survey lalu lintas harian. Data sampel lalu lintas diambil pasca pengaspalan proyek dan dihitung repetisi bebannya. Kemudian faktor pertumbuhan arus lalu lintas sampai 4 bulan kedepan dianalisis berdasarkan pedoman manual desain perkerasan jalan 2017 untuk memperoleh nilai repetisi beban pasca PHO proyek. Data repetisi beban dibandingkan dengan persentase kepadatan rata-rata perkerasan AC-WC saat pasca pengaspalan dan PHO proyek dari data sampel *core drill test*, hasil perbandingan diperoleh pertumbuhan nilai kepadatan mengalami peningkatan untuk segmen 1 sebesar 4,02%, segmen 2 sebesar 0,47 %, dan segmen 3 sebesar 0,38 %.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pengaruh beban tambahan lalu lintas terhadap nilai kepadatan AC-WC pasca konstruksi pada Proyek Penanganan Long Segmen Jalan Melayu-Kolo Kota Bima diperoleh kesimpulan kepadatan AC – WC pasca pengaspal pada segmen 1 didapat 100.42 %, sedangkan segmen 2 didapat 99.73 %, dan segmen 3 didapat 98.82 %. Kemudian nilai kepadatan masa PHO proyek pada segmen 1 didapat 104.44 % dengan repetisi beban sebesar 43.708,75 cesa, sedangkan segmen 2 didapat 100.20 % dengan repetisi beban sebesar 1.277,5 cesa, dan segmen 3 didapat 99.20 % dengan nilai repetisi beban sebesar 1.368.75 cesa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa repetisi beban lalu lintas membantu meningkatkan nilai persentase kepadatan AC-WC, sehingga dapat dijadikan alternatif untuk mengurangi frekuensi pemakaian alat berat dalam proses konstruksi pemadatan lapis perkerasan aspal AC-WC.

## REFERENSI

- Alwi, A., et al. (2022). Analisis Uji Ketahanan Deformasi pada Campuran Aspal Beton dengan Bahan Tambah Anti Stripping Astive-05 terhadap Variasi Temperatur. *Jurnal Flyover*. 2(2), 111-122.
- Ayzadt, M., et al. (2024). Analisis Kandungan Material Campuran Aspal Panas Mix Design AC-WC terhadap Rekonstruksi Jalan Ruas N-029.1 Bts. Kab. Muaro Jambi / Kab. Tanjabtim-Bts. Kab. Tanjabbar. *Jurnal Talenta Sipil*. 7(2), 550-560.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2018). Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2). Jakarta : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Direktorat Jendral Bina Marga. (2017). Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2017. Jakarta : Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat.
- Faruddin, M., & Susilo, B., H. (2018). Pengaruh Temperatur dan Jumlah Lintasan Pemadatan terhadap Density Perkerasan Asphalt Concrete Wearing Course. *Indonesian Journal of Construction Engineering and Sustainable Development (CESD)*. 1(1), 6-15.
- Gunawan, R. (2019). Penggunaan Pasir Talang Benih Sebagai Bahan Tambah Agregat Halus Pada Hotmix AC-WC dengan Metode Pengujian Marshall Tes. *Majalah Teknik Simes*. 13(1), 50-54.
- Hutapea, M., Y., et al. (2022). Analisis Variasi Jumlah Tumbukan Pada Karakteristik Aspal Berongga Menggunakan Substitusi Limbah Beton. *Jurnal Sipilsains*. 12(1), 1-11.
- Lebang, N., L. (2021). Analisa Stabilitas Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) dan Karet Alam Sebagai Material Perkerasan Jalan. *Jurnal Manumata*. 7(2), 140-146.
- Lubis, A., K., et al. (2022). Pengaruh Variasi Jumlah Lintasan Pemadatan Terhadap Kepadatan Perkerasan Asphalt Concrete Binder Course. *Jurnal Talenta Sipil*. 5(1), 85-92.
- Muldiyanto, A. (2017). Uji Stabilitas Terhadap Flow Campuran Aspal dengan Marshall Test (Kadar Aspal 5 % , Penetrasi 60/70). *Jurnal Pengembangan Rekayasa dan Teknologi*. 1(1), 11-18.

- Priyadi, S. (2022). Preservasi Jalan Batas Kota Medan-Tanak Karo dengan Pendekatan Metode Long Segmen. *Jurnal Vorteks*. 3(1) : 204-208.
- Rofi, M., et al. (2017). Perbandingan Gradasi Agregat AC-WC dari Job Mix Formula Dengan Variasi Jumlah Lintasan Pemadatan. *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil dan Perencanaan*. Pekanbaru, 9 Februari 2017, 112-119.