

**No. 09/SKRIPSI/S.Tr-TPJJ/2025**

**SKRIPSI**

**ANALISIS PERFORMA ASPAL KERAS DAN MODIFIKASI PADA JALAN  
TOL MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK PERKERASAN**



**Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV  
Politeknik Negeri Jakarta**

**Disusun Oleh :**

**Pranajiwa Noor Mohammad**

**(NIM 2101411014)**

**Pembimbing :**

**Eva Azhra Latifa, S.T., M.T.**

**(NIP 196205071986032003)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**2025**



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PERSETUJUAN**

Skripsi Berjudul :

**ANALISIS PERFORMA ASPAL KERAS DAN MODIFIKASI PADA JALAN  
TOL MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK PERKERASAN** disusun oleh  
**Pranajiwa Noor Mohammad (NIM 2101411014)** telah disetujui oleh dosen  
pembimbing untuk dipertahankan dalam **Sidang Skripsi Tahap 1**

Mengetahui,

**Dosen Pembimbing**

**Eva Azhra Latifa, S.T., M.T.**

**(NIP 196205071986032003)**



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

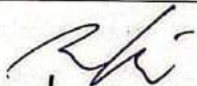
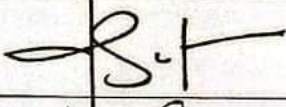
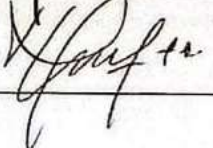
### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul :

**ANALISIS PERFORMA ASPAL KERAS DAN MODIFIKASI PADA JALAN TOL  
MENGUNAKAN PERANGKAT LUNAK PERKERASAN** yang disusun oleh  
**Pranajiwa Noor Mohammad (NIM 2101411014)** telah dipertahankan dalam Sidang  
Skripsi di depan Tim Penguji pada hari Senin tanggal 02 Juni 2025

|         | Nama Tim Penguji                                            | Tanda Tangan                                                                          |
|---------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Ketua   | Rikki Sofyan Rizal, S.Tr., M.T<br>NIP 199304302020121012    |    |
| Anggota | Nuzul Barkah Prihutomo, S.T., M.T<br>NIP 197808212008121002 |   |
| Anggota | Maya Fricilia, S.T., M.T<br>NIP 199005182022032007          |  |

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Politeknik Negeri Jakarta



Istiatun, S.T., M.T.

NIP 19660518199010200



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Pranajiwa Noor Mohammad  
NIM : 2101411014  
Program Studi : D4 – Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan  
Email : [pranajiwa.noor.mohammad.ts21@mhsw.pnj.ac.id](mailto:pranajiwa.noor.mohammad.ts21@mhsw.pnj.ac.id)  
Judul Naskah : Analisis Performa Aspal Keras dan Modifikasi pada Jalan Tol Menggunakan Perangkat Lunak Perkerasan

Dengan ini menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2024/2025 adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikutkan dalam segala bentuk kegiatan akademis/perlombaan.

Apabila di kemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Jakarta, 22 Mei 2025

Yang Menyatakan,

(Pranajiwa Noor Mohamamd)



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## KATA PENGANTAR

Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT. atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, yang telah memberikan kekuatan serta kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah skripsi yang berjudul **“Analisis Performa Aspal Keras dan Modifikasi pada Jalan Tol Menggunakan Perangkat Lunak Perkerasan”** tepat pada waktunya. Naskah skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan jenjang studi Sarjana Terapan Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.

Dalam prosesnya, penulis tidak bisa menyelesaikan naskah ini tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT. yang telah memberikan kekuatan dan keyakinan melalui berkat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyusun naskah skripsi ini.
2. Mama, Papa, Kak Aji, Ayuk Jeanar, Kak Monic, dan Aruna yang menjadi alasan utama penulis untuk menyelesaikan naskah skripsi ini dan selalu memberikan doa, dukungan, dan motivasi tiada hentinya.
3. Ibu Eva Azhira Latifa, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya dan tiada lelahnya untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan naskah skripsi ini.
4. Ibu Istiatun, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
5. Bapak Hendrian Budi Bagus Kuncoro, S.T., M.Eng., selaku Kepala Program Studi Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta.
6. PT Jasa Marga (Persero) Tbk yang sudah memberikan akses data penelitian kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan naskah skripsi ini.
7. Rekan-rekan dari Jasa Marga, Pak Nouval, Pak Alif, Pak Iqbal, Pak Firman, Pak Uska, Pak Lugas, Pak Michael, Mas Alif, Mas Luthfi, Mas Yudha, Mas Gogo, Mas Hanan, Mas Kansa, Mas Hanief, Kak Nita, dan Kak Laras yang



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

senantiasa memberikan dukungan kepada penulis dalam penyusunan naskah skripsi ini.

8. Nepor *Family*, Nini, Manda, Shifa, Rizka, Salma, Gerald, Abiyyu, Renaldy, Arif, dan Ikrom yang sudah menemani dalam suka dan duka semenjak masa kuliah dimulai hingga penulis menyelesaikan naskah skripsi ini.
9. R, yang senantiasa menjadi *support system* bagi penulis dalam penyusunan naskah skripsi ini.
10. Perunggu dengan lagu-lagu magisnya yang selalu menemani kesendirian penulis dalam pengerjaan naskah skripsi ini.
11. Sllu Tmpn dengan obrolan jam 3 paginya.
12. Serta seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan naskah skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis meenyadari bahwa naskah skripsi ini jauh dari kata sempurna dan memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Besar harapan penulis untuk naskah skripsi ini dapat memberikan manfaat berupa ilmu pengetahuan atau sekadar informasi baru bagi para pembaca. Atas perhatiannya, penulis ucapkan terima kasih.

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Jakarta, 22 Mei 2025

Pranajiwa Noor Mohammad



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR ISI**

|                                             |             |
|---------------------------------------------|-------------|
| <b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>            | <b>ii</b>   |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>              | <b>iii</b>  |
| <b>LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b> | <b>iv</b>   |
| <b>ABSTRAK .....</b>                        | <b>v</b>    |
| <b>ABSTRACT .....</b>                       | <b>vi</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                  | <b>vii</b>  |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                      | <b>ix</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                   | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                   | <b>xiv</b>  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>               | <b>16</b>   |
| 1.1 Latar Belakang .....                    | 16          |
| 1.2 Perumusan Masalah .....                 | 17          |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                 | 18          |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....                | 18          |
| 1.5 Pembatasan Masalah .....                | 18          |
| 1.6 Sistematika Penulisan .....             | 19          |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>         | <b>21</b>   |
| 2.1 Pendahuluan .....                       | 21          |
| 2.2 Keterbaruan ( <i>Novelty</i> ) .....    | 21          |
| 2.3 Penelitian Terdahulu .....              | 21          |
| 2.4 Perkerasan Lentur.....                  | 27          |
| 2.5 Bahan Penyusun Perkerasan Lentur.....   | 29          |
| 2.5.1 Agregat Kasar.....                    | 29          |
| 2.5.2 Agregat Halus.....                    | 30          |
| 2.5.3 Bahan Pengisi ( <i>Filler</i> ).....  | 31          |



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|                                            |                                                                    |           |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.5.4                                      | Aspal .....                                                        | 31        |
| 2.6                                        | Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode MDP 2024 .....          | 32        |
| 2.6.1                                      | Umur Rencana.....                                                  | 33        |
| 2.6.2                                      | Lalu Lintas .....                                                  | 33        |
| 2.7                                        | <i>California Bearing Ratio</i> (CBR) Tanah Dasar .....            | 35        |
| 2.8                                        | Program <i>KENPAVE</i> .....                                       | 35        |
| 2.7.1                                      | Input Data Program <i>KENPAVE</i> .....                            | 36        |
| 2.7.2                                      | Output Data Program <i>KENPAVE</i> .....                           | 37        |
| 2.9                                        | Kerusakan pada Perkerasan.....                                     | 37        |
| 2.8.1                                      | Retak Lelah ( <i>Fatigue cracking</i> ) .....                      | 38        |
| 2.8.2                                      | Retak Alur ( <i>Rutting</i> ).....                                 | 38        |
| 2.8.3                                      | Deformasi Permanen ( <i>Permanent Deformation</i> ) .....          | 38        |
| 2.10                                       | Nilai Sisa Umur Layan.....                                         | 39        |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b> |                                                                    | <b>40</b> |
| 3.1                                        | Jenis Penelitian.....                                              | 40        |
| 3.2                                        | Lokasi Tinjauan.....                                               | 40        |
| 3.3                                        | Pengumpulan dan Analisis Data .....                                | 41        |
| 3.3.1                                      | Pengumpulan Data .....                                             | 41        |
| 3.3.2                                      | Analisis Data .....                                                | 41        |
| 3.3.3                                      | Bagan Alir Penelitian .....                                        | 41        |
| 3.4                                        | Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode MDP 2024.....    | 50        |
| 3.4.1                                      | Menentukan Umur Rencana.....                                       | 50        |
| 3.4.2                                      | Analisis Beban Lalu Lintas .....                                   | 50        |
| 3.4.3                                      | Menghitung <i>California Bearing Ratio</i> (CBR) Tanah Dasar ..... | 54        |
| 3.4.4                                      | Desain Perkerasan Lentur .....                                     | 55        |
| 3.5                                        | Pengoperasian Program <i>KENPAVE</i> .....                         | 57        |
| 3.5.1                                      | Menu-menu pada Program <i>KENPAVE</i> .....                        | 57        |



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|                                        |                                                                                        |           |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.5.2                                  | Program <i>KENLAYER</i> .....                                                          | 59        |
| 3.5.3                                  | Input Data Program <i>KENPAVE</i> .....                                                | 64        |
| 3.5.4                                  | Output Data Program <i>KENPAVE</i> .....                                               | 66        |
| 3.5.5                                  | Menghitung Nilai Repetisi Beban.....                                                   | 66        |
| 3.6                                    | Analisis Nilai Sisa Umur Layan.....                                                    | 68        |
| 3.7                                    | Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....                                                     | 68        |
| <b>BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN.....</b> |                                                                                        | <b>70</b> |
| 4.1                                    | Data Umum .....                                                                        | 70        |
| 4.1.1                                  | Data Geometri Jalan.....                                                               | 70        |
| 4.1.2                                  | Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata .....                                                | 70        |
| 4.1.3                                  | Perbandingan Data Aspal Pen 60/70 dan Aspal PG 70.....                                 | 71        |
| 4.1.4                                  | Data <i>California Bearing Ratio</i> (CBR) .....                                       | 72        |
| 4.2                                    | Perhitungan Jumlah LHR Berdasarkan Golongan Kendaraan Bina Marga<br>72                 |           |
| 4.3                                    | Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Metode MDP 2024 .....                              | 76        |
| 4.3.1                                  | Perhitungan Beban Lalu Lintas .....                                                    | 76        |
| 4.3.2                                  | Tebal Perkerasan Lentur .....                                                          | 80        |
| 4.4                                    | Analisis Perkerasan Lentur Aspal Pen 60/70 menggunakan Program<br><i>KENPAVE</i> ..... | 81        |
| 4.4.1                                  | Tahapan Analisis Data Aspal Pen 60/70.....                                             | 81        |
| 4.4.2                                  | Hasil Analisis Aspal Pen 60/70 menggunakan Program <i>KENPAVE</i> .....                | 85        |
| 4.5                                    | Analisis Perkerasan Lentur Aspal PG 70 menggunakan Program<br><i>KENPAVE</i> .....     | 86        |
| 4.5.1                                  | Tahapan Analisis Data Aspal PG 70.....                                                 | 86        |
| 4.5.2                                  | Hasil Analisis Aspal PG 70 menggunakan Program <i>KENPAVE</i> .....                    | 89        |
| 4.6                                    | Analisis Kerusakan.....                                                                | 91        |
| 4.6.1                                  | Hasil Analisis Kerusakan Aspal Pen 60/70.....                                          | 91        |
| 4.6.2                                  | Hasil Analisis Kerusakan Aspal PG 70.....                                              | 94        |



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|                                        |                                                          |            |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------|
| 4.7                                    | Rekapitulasi Hasil Analisis Data.....                    | 96         |
| 4.7.1                                  | Rekapitulasi Hasil Analisis Program <i>KENPAVE</i> ..... | 96         |
| 4.7.2                                  | Rekapitulasi Hasil Analisis Kerusakan .....              | 97         |
| 4.7.3                                  | Rekapitulasi Hasil Nilai Sisa Umur Layan .....           | 97         |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b> |                                                          | <b>99</b>  |
| 5.1                                    | Kesimpulan .....                                         | 99         |
| 5.2                                    | Saran.....                                               | 100        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>             |                                                          | <b>101</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                   |                                                          | <b>103</b> |





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR GAMBAR**

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 Struktur Perkerasan Lentur pada Tanah Asli (At Grade).....                   | 27 |
| Gambar 2. 2 Struktur Perkerasan Lentur pada Timbunan.....                                | 28 |
| Gambar 2. 3 Struktur Perkerasan Lentur pada Galian .....                                 | 28 |
| Gambar 2. 4 Agregat Kasar.....                                                           | 30 |
| Gambar 2. 5 Agregat Halus.....                                                           | 31 |
| Gambar 2. 6 Bahan Pengisi (Filler) .....                                                 | 31 |
| Gambar 2. 7 Aspal.....                                                                   | 32 |
| Gambar 2. 8 Konfigurasi Sumbu Roda.....                                                  | 34 |
| Gambar 2. 9 Retak Lelah (Fatigue cracking) .....                                         | 38 |
| Gambar 2. 10 Retak Alur (Rutting) .....                                                  | 38 |
| Gambar 3. 1 Lokasi Tinjauan.....                                                         | 40 |
| Gambar 3. 2 Bagan Alir Penelitian .....                                                  | 43 |
| Gambar 3. 3 Bagan Alir Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan Lentur Metode MDP<br>2024..... | 45 |
| Gambar 3. 4 Bagan Alir Analisis dengan Program <i>KENPAVE</i> .....                      | 47 |
| Gambar 3. 5 Bagan Alir Analisis Kerusakan .....                                          | 49 |
| Gambar 3. 6 Main Screen Program <i>KENPAVE</i> .....                                     | 57 |
| Gambar 3. 7 Main Menu <i>LAYERINP</i> .....                                              | 59 |
| Gambar 3. 8 Menu General.....                                                            | 60 |
| Gambar 3. 9 Menu Zcoord.....                                                             | 61 |
| Gambar 3. 10 Menu Layer .....                                                            | 62 |
| Gambar 3. 11 Menu Interface .....                                                        | 62 |
| Gambar 3. 12 Menu Moduli.....                                                            | 63 |
| Gambar 3. 13 Menu Load .....                                                             | 63 |
| Gambar 4. 1 Ketebalan Lapis Perkerasan Lentur (cm).....                                  | 81 |
| Gambar 4. 2 Sketsa Koordinat Kedalaman Lapisan yang ditinjau (cm).....                   | 83 |
| Gambar 4. 3 Grafik Nilai Sisa Umur Layan Aspal Pen 60/70 .....                           | 93 |
| Gambar 4. 4 Grafik Nilai Sisa Umur Layan Aspal PG 70 .....                               | 96 |
| Gambar 4. 5 Grafik Nilai Sisa Umur Layan .....                                           | 97 |



## DAFTAR TABEL

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu .....                                   | 21 |
| Tabel 3. 1 Umur Rencana.....                                            | 50 |
| Tabel 3. 2 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i).....                      | 51 |
| Tabel 3. 3 Nilai VDF pada Jawa Barat - Lintas Tengah .....              | 52 |
| Tabel 3. 4 Klasifikasi dan Konfigurasi Sumbu Kendaraan.....             | 52 |
| Tabel 3. 5 Faktor Distribusi Lajur (DL).....                            | 54 |
| Tabel 3. 6 Desain Perkerasan Lentur dengan Lapis Fondasi Agregat .....  | 55 |
| Tabel 3. 7 Penyesuaian Tebal Lapis Fondasi Agregat untuk CBR >6% .....  | 56 |
| Tabel 3. 8 Nilai Modulus Elastisitas dan Rasio Poisson.....             | 64 |
| Tabel 3. 9 Data Load pada <i>KENPAVE</i> .....                          | 65 |
| Tabel 3. 10 Titik Koordinat NPT pada <i>KENPAVE</i> .....               | 65 |
| Tabel 3. 11 Data Time Program <i>KENPAVE</i> .....                      | 65 |
| Tabel 3. 12 Data Creep Compliance Program <i>KENPAVE</i> .....          | 66 |
| Tabel 3. 13 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....                          | 69 |
| Tabel 4. 1 Data Lalu Lintas Harian.....                                 | 70 |
| Tabel 4. 2 Hasil Uji Laboratorium Aspal Pen 60/70 dan Aspal PG 70 ..... | 71 |
| Tabel 4. 3 Data CBR Tol Jakarta-Cikampek KM 50 - 66.....                | 72 |
| Tabel 4. 4 LHR Tertimbang Tol JORR.....                                 | 73 |
| Tabel 4. 5 Data LHR Sesuai Golongan Bina Marga.....                     | 75 |
| Tabel 4. 6 Nilai CESA5 Metode MDP 2024.....                             | 79 |
| Tabel 4. 7 Tebal Perkerasan Lentur .....                                | 80 |
| Tabel 4. 8 Data General Aspal Pen 60/70 .....                           | 81 |
| Tabel 4. 9 Data Zcoord.....                                             | 82 |
| Tabel 4. 10 Data Layer.....                                             | 83 |
| Tabel 4. 11 Data Moduli Aspal Pen 60/70.....                            | 83 |
| Tabel 4. 12 Data General pada Menu Viscoelastic .....                   | 84 |
| Tabel 4. 13 Hasil Analisis <i>KENPAVE</i> Aspal Pen 60/70 .....         | 85 |
| Tabel 4. 14 Rekapitulasi Nilai Regangan (Strain) Aspal Pen 60/70 .....  | 86 |
| Tabel 4. 15 Data General Aspal PG 70 .....                              | 87 |
| Tabel 4. 16 Data Moduli Aspal PG 70.....                                | 88 |
| Tabel 4. 17 Hasil Analisis <i>KENPAVE</i> Aspal PG 70 .....             | 90 |

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 4. 18 Rekapitulasi Nilai Regangan (Strain) Aspal PG 70 .....     | 90 |
| Tabel 4. 19 Rekapitulasi Hasil Analisis Program <i>KENPAVE</i> .....   | 96 |
| Tabel 4. 20 Rekapitulasi Hasil Repetisi Beban Analisis Kerusakan ..... | 97 |





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Jalan Tol merupakan infrastruktur penting yang menjadi nadi perekonomian di Indonesia, yang mana setiap harinya dilalui hingga 3,5 juta kendaraan di seluruh ruas jalan tol Indonesia sepanjang 2.893,02 km. Oleh karena itu, jalan tol harus selalu dalam kondisi yang baik, khususnya perkerasan yang menjadi bagian utama jalan tol yang langsung menerima beban kendaraan agar dapat digunakan oleh seluruh masyarakat Indonesia.

Jalan Tol Jakarta-Cikampek atau disebut Tol Japek merupakan jantung dari Jalan Tol Transjawa yang menghubungkan Jakarta ke Cikampek dan menjadi penghubung ke provinsi lainnya yang ada di Pulau Jawa. Tol Jakarta-Cikampek memiliki panjang jalan 73 km. Jalan tol ini memainkan peran vital dalam mendukung mobilitas dan pertumbuhan ekonomi yang bukan hanya di wilayah sekitarnya saja tetapi seluruh Pulau Jawa bahkan Indonesia. Untuk memastikan jalan tol ini selalu dalam kondisi yang baik, maka pemilihan jenis perkerasan dan material menjadi faktor krusial. Dalam hal ini Jalan Tol Jakarta-Cikampek menggunakan perkerasan dengan jenis perkerasan lentur (*flexible pavement*), yang mana aspal sebagai bahan pengikat utama.

Perkerasan menjadi faktor penting pada pemenuhan Standar Pelayanan Minimal (SPM). Pemilihan jenis perkerasan jalan bergantung pada faktor-faktor seperti volume lalu lintas, kondisi tanah dasar, dan biaya konstruksi serta pemeliharaan. Perkerasan yang direncanakan dan dibangun dengan baik akan meningkatkan umur layan jalan dan kenyamanan bagi pengguna jalan tol.

Di Indonesia, perkerasan lentur dan komposit umumnya menggunakan aspal Pen 60/70 atau yang disebut aspal keras sebagai bahan pengikat utama. Namun, dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan akan peningkatan performa perkerasan, penggunaan Aspal *Performance Grade* (PG) atau yang disebut aspal modifikasi mulai diterapkan. Berdasarkan Surat Rekomendasi Teknis Dirjen Bina Marga BM 0603-Db/849, spesifikasi aspal PG untuk lapisan AC - WC dan AC - BC telah disesuaikan dengan Spesifikasi Umum untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Jembatan Bina Marga Tahun 2018 Revisi 2. PT Jasa Marga (Persero) Tbk sebagai pengelola jalan tol, telah mengaplikasikan aspal PG 70 pada beberapa ruas jalan tol yang dikelola, termasuk Ruas Jalan Tol Jakarta–Cikampek, Ruas Jalan Tol JORR, dan Ruas Jalan Tol Semarang–Solo.

Dalam upaya meningkatkan efisiensi dan efektivitas umur layan dari perkerasan jalan, penting untuk melakukan analisis perbandingan antara penggunaan aspal Pen 60/70 dan aspal PG 70. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja dan ketahanan kedua jenis aspal tersebut pada Jalan Tol Jakarta–Cikampek. Metode yang digunakan meliputi desain tebal lapisan perkerasan dengan metode Manual Desain Perkerasan (MDP) Tahun 2024, simulasi kinerja dan ketahanan dari aspal Pen 60/70 dan aspal PG 70 dengan menggunakan perangkat lunak *KENPAVE*, serta menganalisis umur layan dari perkerasan.

Berdasarkan pembahasan di atas, maka dilakukan penelitian dengan judul “Analisis Performa Aspal Keras dan Modifikasi Pada Jalan Tol Menggunakan Perangkat Lunak Perkerasan.” Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran dan rekomendasi mengenai material yang lebih efektif dan efisien untuk jalan tol, sehingga dapat meningkatkan umur layan perkerasan.

### 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka didapatkan perumusan masalah penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana ketebalan lapisan perkerasan lentur pada Jalan Tol Jakarta–Cikampek yang diperoleh menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP 2024).
2. Bagaimana perbandingan kinerja antara aspal Pen 60/70 dan aspal PG 70 berdasarkan nilai modulus elastisitas jika diaplikasikan pada Jalan Tol Jakarta–Cikampek KM 50–KM 66.
3. Bagaimana ketahanan aspal Pen 60/70 dan aspal PG 70 terhadap kerusakan perkerasan jika ditinjau dari hasil analisis menggunakan program *KENPAVE*.
4. Bagaimana sisa umur layan aspal Pen 60/70 dan Aspal PG 70 dalam kondisi lalu lintas tinggi di Ruas Tol Jakarta-Cikampek KM 50 – KM 66.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan, maka didapatkan tujuan penelitian ini, yaitu :

1. Menganalisis ketebalan lapisan perkerasan lentur pada Jalan Tol Jakarta-Cikampek yang didapat dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP 2024).
2. Menganalisis kinerja antara aspal Pen 60/70 dan aspal PG 70 jika diaplikasikan di Jalan Tol Jakarta-Cikampek KM 50 – KM 66 menggunakan program *KENPAVE*.
3. Menganalisis ketahanan aspal Pen 60/70 dan aspal PG 70 terhadap kerusakan perkerasan ditinjau dari hasil data program *KENPAVE*.
4. Menganalisis sisa umur layan perkerasan dari kedua jenis aspal yang diuji dalam kondisi lalu lintas tinggi di Jalan Tol Jakarta-Cikampek KM 50 – KM 66.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat-manfaat untuk berbagai pihak sebagai berikut :

1. Bagi lingkungan akademis, penelitian ini dapat menjadi sumbangsih ilmu pengetahuan dan bisa menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya terkait penggunaan Aspal *Perfomance Grade* di Indonesia.
2. Bagi pemangku kepentingan, penelitian ini dapat dijadikan sebagai dasar pertimbangan untuk pemilihan penggunaan material yang tepat.
3. Bagi masyarakat umum, penelitian ini dapat dijadikan sebagai informasi dan pengetahuan baru mengenai bagaimana perkerasan memengaruhi kenyamanan dan keamanan para pengguna jalan.

### 1.5 Pembatasan Masalah

Berdasarkan perumusan masalah diatas dapat ditentukan pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan pada Jalan Tol Jakarta-Cikampek KM 50 – KM 66 yang dikelola oleh PT Jasa Marga (Persero) Tbk.
2. Penelitian ini tidak membandingkan kondisi aktual yang ada di lapangan.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Penelitian ini tidak mencakup aspek lain seperti dampak lingkungan atau pengaruh kondisi cuaca terhadap kinerja aspal.
4. Penelitian ini hanya menganalisis kerusakan yang dihasilkan oleh program *KENPAVE*.
5. Analisis yang dilakukan dengan program *KENPAVE* hanya menggunakan metode viskoelastik.
6. Data modulus elastisitas dan rasio Poisson yang digunakan pada penelitian ini menggunakan data dari Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) 2024.
7. Persentase data golongan kendaraan pada penelitian ini menggunakan data golongan kendaraan pada Tol JORR yang diperoleh dari data *Weight in Motion* (WIM).

## 1.6 Sistematika Penulisan

Penelitian ini disusun dalam lima bab yang dirancang untuk memberikan gambaran yang jelas dan mempermudah pembahasan. Setiap bab memiliki peran penting dalam menyusun alur penelitian secara sistematis, mulai dari pendahuluan hingga kesimpulan, diantaranya :

### BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang penelitian yang menyoroti pentingnya perkerasan jalan tol dalam mendukung kelancaran mobilitas serta mendorong pertumbuhan ekonomi. Dalam bab ini juga ditegaskan urgensi dilakukannya analisis perbandingan antara aspal Pen 60/70 dan PG 70. Selain itu, bab ini memuat perumusan masalah, tujuan penelitian, serta manfaat yang diharapkan dari hasil studi yang dilakukan.

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menyajikan tinjauan pustaka yang mencakup dasar-dasar teori serta hasil-hasil penelitian sebelumnya yang relevan sebagai pendukung pelaksanaan studi ini. Referensi terhadap penelitian terdahulu digunakan sebagai acuan sekaligus pembanding dalam merumuskan kerangka kajian yang dibangun dalam penelitian ini.

### BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini memaparkan metode yang digunakan dalam penelitian, mencakup lokasi studi serta tipe data yang dimanfaatkan. Selain itu, bab ini menyajikan langkah-



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

langkah analisis data secara sistematis yang divisualisasikan melalui bagan alir, guna memberikan pemahaman menyeluruh mengenai proses dan pendekatan yang diterapkan dalam pelaksanaan penelitian ini.

#### **BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menyajikan temuan penelitian yang meliputi perhitungan tebal perkerasan lentur berdasarkan metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) 2024, serta evaluasi mutu dan daya tahan aspal Pen 60/70 dan PG 70 melalui simulasi menggunakan perangkat lunak *KENPAVE*. Analisis yang dilakukan mencakup identifikasi jenis kerusakan perkerasan, seperti retak leleh, retak alur, dan deformasi permanen, disertai dengan estimasi sisa umur layan perkerasan. Seluruh hasil analisis disajikan secara sistematis dalam bentuk tabel, grafik, dan uraian naratif guna mendukung interpretasi data secara komprehensif.

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini memuat kesimpulan yang dirumuskan berdasarkan hasil analisis penelitian, sekaligus memberikan jawaban terhadap perumusan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya. Selain itu, bab ini juga menyajikan sejumlah saran terkait pemanfaatan hasil penelitian serta memberikan rekomendasi untuk penelitian lanjutan guna menyempurnakan kajian di masa mendatang.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan perhitungan dan analisis performa perkerasan lentur dengan material aspal Pen 60/70 dan aspal PG 70 pada Jalan Tol Jakarta-Cikampek Km 50 – 66 dengan program *KENPAVE*, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Tebal lapis perkerasan lentur yang didapat dari analisis metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) 2024 adalah lapisan AC - WC setebal 40 mm, AC - BC setebal 75 mm, AC - Base setebal 100 mm sebanyak 2 lapisan, LFA kelas A setebal 300 mm, LFA Kelas B setebal 150 mm, LFA kelas C 150 mm, dan total tebal perkerasan yang diperoleh setebal 915 mm.
2. Hasil analisis program *KENPAVE* menunjukkan bahwa perkerasan dengan material aspal PG 70 menghasilkan nilai regangan horizontal dan regangan vertikal yang lebih rendah dibandingkan dengan aspal Pen 60/70 diseluruh titik kedalaman yang ditinjau.
3. Hasil analisis kerusakan menunjukkan bahwa perkerasan yang menggunakan material aspal Pen 60/70 terpengaruh oleh kerusakan retak lelah (*fatigue cracking*), retak alur (*rutting*), dan deformasi permanen (*permanent deformation*). Namun, pada retak alur (*rutting*) menunjukkan tidak memenuhi nilai repetisi beban izin. Pada perkerasan yang menggunakan aspal PG 70 juga terpengaruh oleh kerusakan retak lelah (*fatigue cracking*), retak alur (*rutting*), dan deformasi permanen (*permanent deformation*) akan tetapi tidak sebesar aspal Pen 60/70 dan memenuhi semua nilai repetisi beban izin.
4. Hasil analisis terhadap nilai sisa umur layan menunjukkan bahwa perkerasan yang menggunakan material aspal Pen 60/70 mengalami pengurangan nilai sisa umur layan akibat kerusakan retak lelah (*fatigue cracking*) dan deformasi permanen (*permanent deformation*), namun masih berada dalam batas umur rencana. Meskipun demikian, kerusakan berupa retak alur (*rutting*) menyebabkan terjadinya *failure* pada tahun ke-18, sehingga umur layan tidak sesuai dengan umur rencana. Sebaliknya, perkerasan yang menggunakan material aspal PG 70 mengalami pengurangan nilai sisa umur layan akibat kerusakan yang sama, tetapi dalam tingkat yang lebih rendah, sehingga tetap



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

mampu mempertahankan fungsinya hingga akhir umur rencana tanpa ada terjadinya *failure*.

### 5.2 Saran

Berdasarkan temuan yang diperoleh dalam penelitian ini, terdapat beberapa saran yang dapat disampaikan sebagai bahan pertimbangan untuk pengembangan lebih lanjut:

1. Perlu penelitian lebih lanjut terhadap material aspal Pen 60/70 dan aspal PG 70 agar bisa mengetahui perbedaan-perbedaan signifikan yang ada pada kedua material tersebut seperti modulus elastisitasnya.
2. Perlu dilakukan analisis pada perangkat lunak selain *KENPAVE* agar bisa menganalisis kerusakan-kerusakan selain retak lelah (*fatigue cracking*), retak alur (*rutting*), deformasi permanen (*permanent deformation*).



POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR PUSTAKA**

- Aquino, T., Sidyn, A., & Muksin. (2014). Perencanaan Konstruksi Perkerasan Lentur Jalan Raya Pada Ruas Jalan Wolotopo – Ngalupolo – Reka Di Kecamatan Ndona Kabupaten Ende. *TEKNOSLAR*, 8(2).
- Arrahman, M. F. (2023). *Evaluasi Kinerja Perkerasan Lentur Dan Nilai Sisa Berdasarkan Metode Bina Marga 2017 Menggunakan Program KENPAVE Pada Ruas Jalan Tawang-Ngalang Segmen I STA 0+000-STA 1+950*. Universitas Islam Indonesia.
- Aszharri, A., & Geni Firuliadhim. (2023). KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL POROUS MENGGUNAKAN ASPAL MODIFIKASI CARIPHALTE DAN PENAMBAHAN GILSONITE. *PILAR JURNAL TEKNIK SIPIL*, 18(02). <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/pilar/index>
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2024a). *Spesifikasi Umum 2024 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2024b). *Surat Edaran Nomor : 15/SE/Db/2024 Tentang Manual Desain Perkerasan Jalan 2024*.
- Direktorat Jendral Bina Marga. (2020). *Surat Edaran Nomor: 16.1/SE/Db/2020 Tentang Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2)*.
- Huang, Y. H. (2004). *Pavement Analysis and Design* (Second). Pearson Education, Inc.
- Jihanny, J., Subagio, B. S., Yang, S. H., Karsaman, R. H., & Hariyadi, E. S. (2021). THE OVERLOAD IMPACT ON DESIGN LIFE OF FLEXIBLE PAVEMENT. *International Journal of GEOMATE*, 20(78), 65–72. <https://doi.org/10.21660/2021.78.j2020>
- Lerich Manuputty, T., Marcha Matitaputty, V., & Paulus, N. (2022). Analisis Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP 2017) Pada Ruas Jalan Desa Kowatu - Desa Ramberu, Kecamatan Inamosol, Kabupaten Seram Bagian Barat. *JURNAL MANUMATA*, 8, 0–1.
- Lusyana, Mukhlis, Suardi, E., Fitri, R., & Sagita, D. C. (2022). Perbandingan Karakteristik Campuran Asphalt Concrete-Wearing Course (AC - WC) Menggunakan Aspal PEN 60/70 dan Aspal PG 76. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 19(1). <http://ejournal2.pnp.ac.id/index.php/jirs/TerakreditasiSINTAPeringkat5>
- Mallick, R. (2022). *Pavement Engineering* (R. Mallick & T. El-Korchi, Ed.; 4 ed.). CRC Press.
- Pade, M. M. M., Kumaat, E. J., Tanudjaja, H., & Pandaleke, R. (2013). PEMERIKSAAN KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON BERAGREGAT KASAR BATU RINGAN APE DARI KEPULAUAN TALAUD. *Jurnal Sipil Statik*, 1(7), 479–485.