

ANALISIS NILAI KUAT TARIK DENGAN MEMANFAATKAN ASPAL APE EL 55 PG 70 TERHADAP VARIASI SUHU PEMADATAN

Supriandy Pahala Bertuah Silaen¹, Alfian Saleh^{2*}, dan Muthia Anggraini.³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Lancang Kuning

Jl. Yos Sodarso No. Km. 8, Umban Sari, Kec. Rumbai

* E-mail: alfian.saleh@unilak.ac.id

Abstrak

Lapisan perkerasan mengalami pembebanan beban tekan dan tarik, beban tarik lebih sering menyebabkan retakan, maka dilakukan modifikasi aspal yaitu aspal modifikasi polimer elastomer APE EL 55 PG 70. Metode penelitian yang digunakan adalah metode pengujian yang dilakukan pada laboratorium dengan pengujian kuat tarik menggunakan alat *marshall* dengan pelat yang sudah dimodifikasi dan dilakukan dua perlakuan, yaitu *conditional* dan *unconditional* dengan lima variasi suhu pemadatan yaitu suhu pemadatan 110°C, 120°C, 130°, 140°C, 150°C. Hasil pengujian kuat tarik pada perlakuan *conditional* terbesar adalah 754 N/mm² pada suhu 150°C, perlakuan *unconditional* terbesar adalah 937 N/mm² pada suhu 150°C. Adapun rasio nilai kuat tarik pada suhu 150°C sebesar 80,59% yang memenuhi standar kuat tarik sisa menurut AASHTO T-283 yaitu > 80 %, namun untuk suhu pemadatan kecil dari 150°C masih belum memenuhi > 80%.

Kata kunci: Aspal modifikasi, kuat tarik, suhu pemadatan

PENDAHULUAN

Lapisan pada perkerasan jalan akan menerima dua pembebanan beban tarik dan tekan. Kondisi dalam lapangan beban tarik adalah penyebab terjadinya retak, diawali dengan terjadinya retak awal (*crack initiation*) terdapat di bagian bawah lapisan perkerasan yang akan menjalar menuju permukaan, salah satu penyebabnya adalah suhu pemadatan yang tidak tepat (Badaron, F., dkk 2019).

Aspal juga memiliki daya lekat tinggi yang mampu mengisi pada rongga-rongga antar butir agregat secara merata, namun dengan pemanasan terlalu tinggi juga dapat berakibat rusaknya sifat-sifat aspal tersebut, sehingga membuat aspal tersebut menjadi lebih cepat mengeras dan pada akhirnya akan terjadi suatu retakan pada permukaan jalan dan berpotensi menjadi kerusakan jalan, sebaliknya pemanasan terlalu rendah, viscositas aspal tinggi berakibat terhadap aspal yang tidak menyeliputi rongga diantara agregat maupun rongga dalam campuran secara merata (Asmidar, dkk., 2022).

Polimer elastomer adalah salah satu solusi untuk memodifikasi aspal. Fungsi penambahan polimer elastomer sebagai bahan untuk peremaja dengan harapan dapat mengembalikan sifat termoplastik atau lunak dari aspal tersebut (Pradani, N., 2013)

Pada penelitian ini dilakukan pengujian pada campuran aspal AC-WC terhadap variasi suhu pemadatan 110°C, 120°C, 130°, 140°C,

150°C. Mengacu pada penelitian terdahulu menggunakan aspal penetrasi 60/70 dan variasi suhu pemadatan yang sama (Lagaligo, D., dkk., 2022).

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian dilakukan di dua tempat yang berbeda yaitu untuk pengujian penetrasi aspal, titik lembek aspal, *marshall test*, dan kuat tarik dilakukan di dalam Laboratorium Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning Pekanbaru dan perendaman menggunakan *waterbath* di dalam Laboratorium Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru.

Data penelitian adalah data primer yang akan meliputi uji analisa saringan agregat kasar dan halus, uji titik lembek aspal, uji penetrasi aspal, nilai kadar aspal optimum, rancangan benda uji dan pengujian *marshall* dan kuat tarik. Data sekunder adalah data dari pengujian PT.APE.

Kadar aspal optimum yang akan digunakan untuk uji kuat tarik, melalui uji *marshall* terlebih dahulu dilakukan dengan persamaan (1) :

$$Pb = 0,035 \times (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18(FF) + k \quad (1)$$

Keterangan :

Pb = Persentase berat total dari campuran

CA = Agregat kasar yang tertahan

FA = Agregat halus yang lolos saringan no.4

FF = Agregat halus yang lolos saringan no.200

K = Konstanta (0,5-1 untuk laston)

Rancangan benda uji untuk kadar aspal optimum adalah sebanyak 15 benda uji, dan rancangan benda uji untuk kuat tarik adalah 30 benda uji, dengan dua perlakuan *conditional* sebanyak 15 benda uji dan *unconditional* sebanyak 15 benda uji. Suhu pemadatan adalah 5 variasi suhu pemadatan 110°C, 120°C, 130°, 140°C, 150°C.

Uji *Marshall* menggunakan tujuh parameter adalah dengan persamaan (2) :

Stabilitas

$$S = q \times C \times k \quad (2)$$

Keterangan :

S = Nilai stabilitas terkoreksi (Kg)

q = Nilai bacaan dial *marshall* (lb)

k = Faktor kalibrasi pada alat

C = Angka koreksi ketebalan

Kelelahan (*flow*)

Kelelahan plastis (*flow*) merupakan nilai besarnya suatu deformasi saat awal pembebanan sampai benda uji menerima kondisi stabil maksimum atau benda uji retak dengan ketelitian 0,01 mm.

Marshall Quotient

$$MQ = \frac{S}{F} \quad (3)$$

Keterangan :

MQ = *Marshall quotient* (Kg/ mm)

S = Angka nilai stabilitas terkoreksi (Kg)

F = Angka nilai *flow* (mm)

Rongga dalam agregat (VMA)

Merupakan ruang antar rongga partikel agregat pada suatu perkerasan termasuk rongga udara dan volume aspal.

$$VMA = 100 - \frac{(100 - \% \text{ aspal}) \times \text{Berat volume}}{\text{BJ Agregat}} \quad (3)$$

Keterangan :

VMA = Rongga udara mineral pada agregat (%)

% Aspal = Kadar aspal terhadap campuran (%)

BJ Agregat = Berat jenis efektif

Rongga dalam campuran (VIM)

Merupakan rongga udara pada campuran agregat yang terselimuti aspal setelah pemadatan.

$$VIM = 100 - \frac{100 \times \text{Berat volume benda uji}}{\text{BJ Maksimum teoritis}}$$

$$BJ = \frac{\% \text{ agregat}}{\text{BJ Agregat}} + \frac{\% \text{ aspal}}{\text{BJ Aspal}}$$

Keterangan :

VIM = Rongga udara campuran setelah pemadatan (%)

BJ Teoritis = Berat jenis campuran maksimum setelah pemadatan (gr)

Rongga terisi aspal (VFWA)

Merupakan nilai persen rongga yang terdapat diantara partikel agregat (VMA) yang

terisi oleh aspal.

$$VFWA = 100 \times \frac{(\text{Berat Campuran } i)}{(\text{VMA})}$$

Keterangan :

VFWA = Rongga udara terisi aspal (%)

VMA = Rongga udara pada mineral agregat (%)

i = Berat pada campuran (%)

HASIL

Sebelum pembuatan benda uji perlu dilakukan pengujian material terlebih dahulu yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan spesifikasi pada material yang akan digunakan, terlebih dahulu dilakukan pengujian seperti pengujian analisa saringan, rumus analisis, dan berat jenis aspal. Material yang digunakan merupakan agregat kasar dan halus dari PT. Riau Mas Bersaudara, Rimbo Panjang, Kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar.

Tabel 1. Pemeriksaan Agregat Kasar

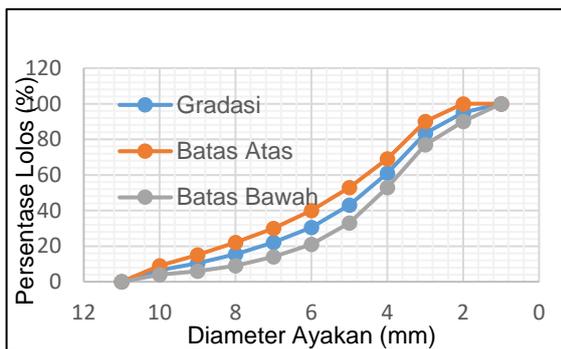
| No | Jenis Pengujian | Nilai syarat (Bina Marga 2018) | Hasil Uji Material |
|----|-----------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| 1 | Keausan Agregat | Maks 40 % | 21,66% |
| 2 | Berat jenis agregat | ≥2,5 | 2,578 |
| 3 | Penyerapan air oleh agregat | <3 | 2,266 |

Tabel 2. Pemeriksaan Agregat Halus

| No. | Jenis Pengujian | Nilai syarat (Bina Marga 2018) | Hasil Uji Material |
|-----|-----------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| 1 | Berat jenis agregat | ≥2,5 | 2,624 |
| 2 | Sand equivalent | >50 | 84,55% |
| 3 | Penyerapan air oleh agregat | <3 | 1,626 |

Tabel 3. Pengujian Analisa Saringan

| Spesifikasi Gradasi Agregat | | | | | | | |
|-----------------------------|--------|------------|-----------------------|---------|----------------|------|-------|
| Ukuran Ayakan (mm) | ASTM | Tertahan % | Berat Tertahan (gram) | Lolos % | Syarat % lolos | | Agg |
| | | | | | Min | Maks | |
| 19 | 3/4" | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | |
| 12,5 | 1/2" | 5,069 | 60,838 | 95 | 90 | 100 | |
| 9,5 | 3/8" | 11,660 | 139,928 | 83,5 | 77 | 90 | 57,66 |
| 4,75 | No.4 | 22,814 | 273,773 | 61 | 53 | 69 | |
| 2,36 | No.8 | 18,251 | 219,019 | 43 | 33 | 53 | |
| 1,18 | No.16 | 12,482 | 149,789 | 30,5 | 21 | 40 | |
| 0,6 | No.30 | 8,488 | 101,856 | 22 | 14 | 30 | |
| 0,3 | No.50 | 6,490 | 77,890 | 15,5 | 9 | 22 | 36,36 |
| 0,15 | No.100 | 4,993 | 59,915 | 10,5 | 6 | 15 | |
| 0,075 | No.200 | 3,994 | 47,932 | 6,5 | 4 | 9 | |
| >0,075 | Pan | 5,754 | 69,054 | | | | 5,98 |
| Total | | 100 | 1.200 | | | | |



Gambar 1. Grafik hubungan diameter ayakan dan presentase lolos saringan

Tabel 4. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal

| No | Berat pikno kosong (A) | 81,0 | gr |
|----|--------------------------------------|-------|----|
| 1 | Berat pikno + aquades penuh (B) | 179,8 | gr |
| 2 | Berat pikno + bitumen (C) | 86,5 | gr |
| 3 | Berat pikno + bitumen + aquades (D) | 179,9 | gr |
| 4 | $BJ = (C - A) / ((B - A) - (D - C))$ | 1,019 | |

Tabel 5. Pemeriksaan Penetrasi Aspal

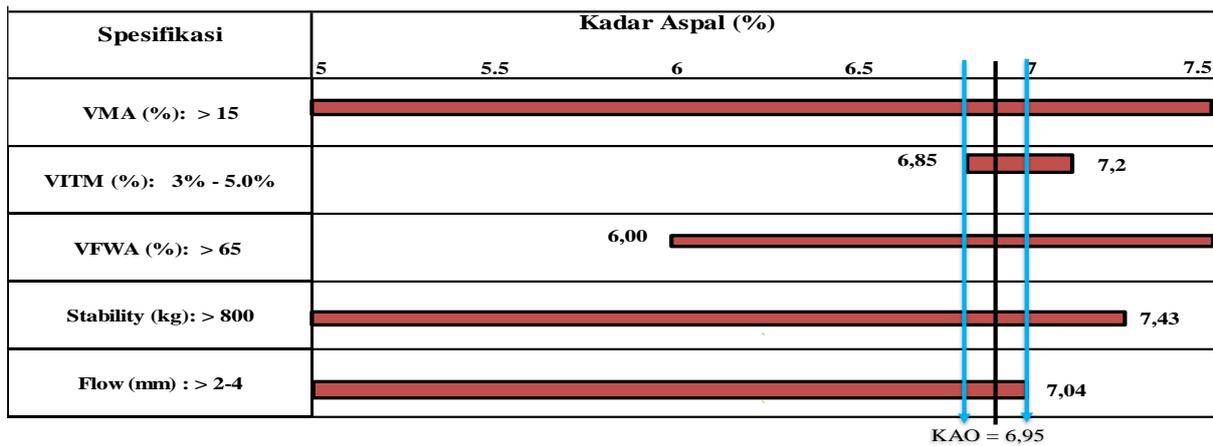
| No | Benda Uji 1 | Benda Uji |
|-----------|-------------|-----------|
| 1 | 44 | 43 |
| 2 | 46 | 43 |
| 3 | 50 | 50 |
| 4 | 46 | 50 |
| 5 | 34 | 48 |
| Rata-rata | | 45,4 mm |

Tabel 6. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal

| No | Suhu Yang Dicatat (°C) | Waktu (Detik) | | Titik Lembek | |
|----|------------------------|---------------|--------|--------------|--------|
| | | I | II | I | II |
| 1 | 5 | - | - | | |
| 2 | 15 | 0 | 0 | | |
| 3 | 20 | 0 | 0 | | |
| 4 | 25 | 0 | 0 | Suhu | Suhu |
| 5 | 27 | 0 | 0 | 54°C | 54°C |
| 6 | 38 | 0 | 0 | waktu | waktu |
| 7 | 40 | 02'08" | 02'08" | 06'36" | 06'39" |
| 8 | 45 | 04,25" | 04'25" | | |
| 9 | 50 | 05'52" | 05'52" | | |
| 10 | 54 | 06'36" | 06'39" | | |

Tabel 7. Kadar Aspal Optimum Marshall

| Kadar Aspal (%) | Density | VFWA | VITM | VMA | Stabilitas | Flow | MQ |
|-----------------|---------|-------|-------|-------|------------|-------|--------|
| 5,0 | 2,24 | 44,46 | 10,28 | 26,68 | 1.150,06 | 3,10 | 371,43 |
| 5,5 | 2,35 | 58,75 | 9,11 | 22,83 | 1.204,03 | 3,20 | 370,64 |
| 6,0 | 2,40 | 64,70 | 6,43 | 21,57 | 1.164,53 | 3,33 | 333,07 |
| 6,5 | 2,40 | 74,50 | 5,80 | 21,09 | 1.127,89 | 3,60 | 313,14 |
| 7,0 | 2,43 | 77,44 | 3,54 | 18,83 | 1.129,21 | 3,97 | 286,81 |
| 7,5 | 2,44 | 84,09 | 2,61 | 21,18 | 742,72 | 4,43 | 132,34 |
| Spesifikasi | | > 65 | 3 – 5 | > 15 | > 800 | > 2-4 | > 250 |



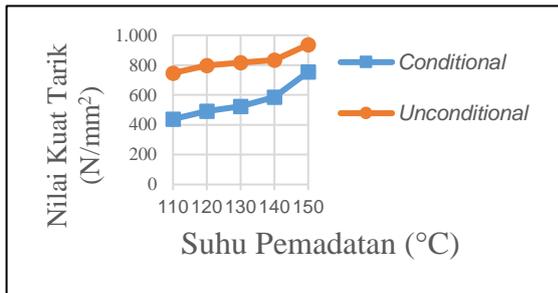
Gambar 2. Penentuan Kadar Aspal Optimum

Tabel 8. Nilai Kuat Tarik Conditional

| Suhu Pemasakan | Nilai ITS | Conditional N/mm ² |
|----------------|-----------|-------------------------------|
| | 372 | |
| 110°C | 411 | 438 |
| | 531 | |
| 120°C | 465 | 492 |
| | 602 | |
| | 494 | |
| 130°C | 512 | 524 |
| | 565 | |
| | 666 | |
| 140°C | 489 | 586 |
| | 604 | |
| | 797 | |
| 150°C | 741 | 754 |
| | 725 | |

Tabel 9. Nilai Kuat Tarik Unconditional

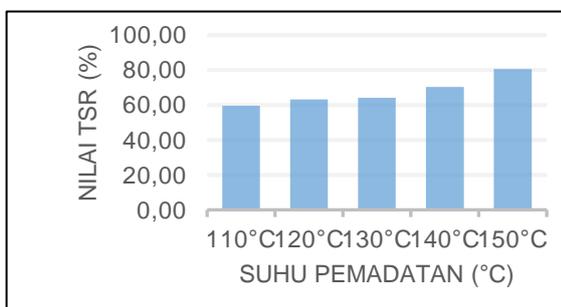
| Suhu Pemasakan | Nilai ITS | Conditional N/mm ² |
|----------------|-----------|-------------------------------|
| | 841 | |
| 110°C | 627 | 747 |
| | 772 | |
| | 778 | |
| 120°C | 919 | 797 |
| | 694 | |
| | 842 | |
| 130°C | 745 | 817 |
| | 864 | |
| | 860 | |
| 140°C | 832 | 833 |
| | 860 | |
| | 860 | |
| 150°C | 832 | 937 |
| | 808 | |



Gambar 3. Hubungan Kuat Tarik Terhadap Suhu Pemadatan

Tabel 10. Nilai TSR (%)

| Suhu Pemadatan | Nilai TSR (%) | Nilai TSR Rata-Rata (%) |
|----------------|---------------|-------------------------|
| 110°C | 44,30 | 59,53 |
| | 65,58 | |
| | 68,71 | |
| 120°C | 52,70 | 63,33 |
| | 50,57 | |
| | 86,72 | |
| 130°C | 58,64 | 64,24 |
| | 68,71 | |
| | 65,38 | |
| 140°C | 77,41 | 70,33 |
| | 58,82 | |
| | 74,75 | |
| 150°C | 87,01 | 80,59 |
| | 77,27 | |
| | 77,50 | |



Gambar 3. Hubungan Nilai TSR Terhadap Suhu Pemadatan

PEMBAHASAN

Pengujian *marshall* untuk mendapatkan nilai kadar aspal optimum dengan 6 variasi yaitu 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7%, 7,5%. Namun sebelum memasuki pengujian tersebut terlebih dahulu mencari nilai kadar optimum dengan menggunakan rumus teoritis pada persamaan (3.1) sehingga mendapatkan nilai kadar aspal optimum secara teoritis sebesar 6%. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui nilai kadar aspal optimum berdasarkan karakteristik *marshall* dengan beberapa parameter yaitu stabilitas, kelelahan (*flow*), VITM (rongga dalam campuran), VMA (rongga terisi oleh aspal), VFWA (rongga dalam agregat), *Marshall Quotient* (MQ), dan *Density* (kepadatan). Dengan menggunakan pengujian *marshall*, sehingga didapatkan nilai kadar optimum sebesar 6,95% dan kemudian nilai tersebut digunakan untuk pembuatan benda uji menggunakan variasi suhu pemadatan pada campuran, dan juga digunakan untuk benda uji pada pengujian kuat tarik.

Pengujian kuat tarik menggunakan dua perlakuan *conditional* dan *unconditional* diperoleh nilai kuat tarik untuk perlakuan *conditional* nilai terbesar adalah 754 N/mm² pada suhu 150°C. Untuk perlakuan *unconditional* nilai terbesar adalah 937 N/mm² pada suhu 150°C. Dari dua perlakuan tersebut dapat dianalisis bahwa nilai kuat tarik pada perlakuan *unconditional* lebih besar daripada *conditional* dikarenakan pengaruh dari rendaman untuk perlakuan *conditional* selama 24 jam pada suhu 60°C dan didinginkan pada suhu ruangan selama 24 jam, tentu nilai kuat tarik yang didapat berbeda terhadap perlakuan *unconditional* yang hanya didinginkan pada suhu ruangan selama 24 jam tanpa rendaman. Dari pengujian yang dilakukan diketahui bahwa semakin tinggi suhu pemadatan yang dilakukan nilai kuat tarik juga semakin besar, dan sebaliknya suhu pemadatan yang semakin rendah nilai kuat tarik yang didapat semakin kecil, hal ini berhubungan dengan semakin tingginya suhu pemadatan maka viscositas aspal semakin kecil, dengan alasan aspal lebih mudah cair menyelimuti rongga campuran, sebaliknya suhu pemadatan yang terlalu rendah maka viscositas aspal semakin besar dan berakibat aspal tidak menyelimuti rongga campuran dengan baik (Asmidar, dkk., 2022).

Pada pengujian ini hanya dengan menggunakan aspal modifikasi APE EL 55 PG 70 tanpa tambahan untuk campuran diketahui bahwa suhu 150°C memperoleh nilai kuat tarik sebesar 937 N/mm² memenuhi untuk standar

nilai rasio nilai kuat tarik (TSR) > 80% dibandingkan suhu di bawahnya sama sekali tidak memenuhi. Berbeda dengan penelitian terdahulu tidak menggunakan rasio nilai kuat tarik sehingga tidak diketahui berapa rasio nilai kuat tarik yang akan di dapatkan berdasarkan nilai kuat tarik yang didapat terhadap variasi suhu pemadatan yang di lakukan, kemudian pada penelitian ini diketahui nilai kuat tarik yang semakin kecil seiring semakin rendahnya suhu pemadatan yang dilakukan. Nilai TSR yang memenuhi > 80% mengindikasikan bahwa campuran aspal tersebut adalah tahan terhadap akan kerusakan yang disebabkan oleh air (Handayani, A. T., dan Peni, S. M., 2019).

PENUTUP

Kesimpulan adalah nilai kuat tarik mengalami peningkatan pada setiap suhu pemadatan yang divariasikan menggunakan aspal APE EL 55 PG 70, semakin tinggi suhu pemadatan yang dilakukan maka semakin besar pula nilai kuat tarik yang diperoleh dalam perlakuan *conditional* nilai terbesar adalah 754 N/mm² pada suhu 150°C. Untuk perlakuan *unconditional* nilai terbesar adalah 937 N/mm² pada suhu 150°C.

Rasio nilai kuat tarik mengalami peningkatan pada setiap suhu pemadatan yang divariasikan menggunakan aspal APE EL 55 PG 70, semakin tinggi suhu pemadatan yang dilakukan maka semakin besar pula nilai kuat tarik yang diperoleh sebesar 59,53 % pada suhu 110°C, 63,33 % pada suhu 120°C, 64,24 % pada suhu 130°C, 70,33 % pada suhu 140°C, dan 80,59 % pada suhu 150°C.

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji dan Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat yang selalu untuk saya yang sudah kuat, tegar, dan mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Sebuah perjuangan yang dilalui, suatu cita – cita yang telah lama dinantikan akhirnya tercapai, bukan dari akhir sebuah perjuangan, melainkan awal dari perjuangan yang akan datang. Saya persembahkan karya kecil ini untuk kedua orang tua yang selalu senantiasa mendoakan saya selalu.

Saya tak lupa mengucapkan juga terimakasih banyak kepada teman – teman yang sudah menyediakan waktu nya untuk membantu menyelesaikan tugas akhir ini.

Ku ucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing ku, dosen penguji beserta semua pihak yang telah banyak membantu proses

selesai nya tugas akhir ini. Tanpa support, bantuan dan dukungan moral nya, mungkin ini semua tidak akan terselesaikan.

Semoga semua kebaikan yang diterima olehku dibalas oleh Tuhan Yang Maha Esa dengan berkat berlimpah, diberi kesehatan dan umur yang panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Asmidar, Putri, R. S. A., Massara, A., Syarkawi, M. T., & Alifuddin, A. (2022). Pengaruh Temperatur Pemadatan terhadap Parameter Marshall Test dan Tegangan Tarik pada Campuran Split Mastic Asphalt. *JURNAL ILMIAH MAHASISWA TEKNIK SIPIL*, 4(1), 78–89.
<https://jurnal.ft.umi.ac.id/index.php/JILMATEK/article/view/510>
- Badaron, S. F., Gecong, A., Anies, M. K., Achmad, W. M., & Setiani, E. P. (2019). Studi Perbandingan Kuat Tarik Tidak Langsung terhadap Campuran Aspal Beton dengan menggunakan Limbah Marmer dan Abu Sekam Padi sebagai Filler. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Teknik*, 4(2), 145.
https://doi.org/10.51557/pt_jiit.v4i2.593
- Badan Standardisasi Nasional, 2012, *SNI ASTM C136:2012, Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar*, BSN, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2011, *SNI 2434:2011, Cara Uji Titik Lembek Aspal Dengan Alat Cincin dan Bola*, BSN, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2011, *SNI 2432:2011, Cara Uji Penetrasi Aspal*, BSN, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2016, *SNI 1969:2016, Metode Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*, BSN, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga 2018 Revisi 2, 2020, *Spesifikasi Umum 2018*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Lagaligo, D., Said, L. B., & Alifuddin, A. (2022). Pengaruh Temperatur Pemadatan pada Campuran Beton Aspal (AC-WC) dengan Bahan Tambah Karet Alam terhadap Ketahanan Deformasi dan Kuat Tarik Tidak Langsung. *JURNAL KONSTRUKSI*, 01(11), 23–36.
- Pradani, N. (2013). Pengaruh Penambahan Polimer Elastomer Terhadap Indeks Penetrasi Aspal Yang Mengandung Aspal Daur Ulang. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Tadulako*, 3(1), 9–15.