

**STUDI EKSPERIMENTAL CAMPURAN AC – WC MENGGUNAKAN
ASPAL MODIFIKASI KARET ALAM DENGAN VARIASI SUHU
PEMADATAN TERHADAP NILAI DURABILITAS**

TUGAS AKHIR



OLEH:
DHANIL RAMADHAN
NIM : 1922201076

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LANCANG KUNING
PEKANBARU
JULI 2024**

**STUDI EKSPERIMENTAL CAMPURAN AC – WC MENGGUNAKAN
ASPAL MODIFIKASI KARET ALAM DENGAN VARIASI SUHU
PEMADATAN TERHADAP NILAI DURABILITAS**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik



OLEH:
DHANIL RAMADHAN
NIM : 1922201076

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LANCANG KUNING
PEKANBARU
JULI 2024**

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri atau tidak plagiat, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Jika ternyata tidak benar saya bersedia untuk pembatalan gelar kesarjanaan yang telah saya peroleh.

Nama : Dhanil Ramadhan
NIM : 1922201076
Tanggal : 06 Juli 2024

Tanda Tangan



LEMBAR PELAKSANAAN

Judul : Studi Eksperimental Campuran AC – WC Menggunakan
Aspal Modifikasi Karet Alam dengan Variasi Suhu
Pemadatan Terhadap Nilai Durabilitas

Nama : Dhanil Ramadhan

NIM : 1922201076

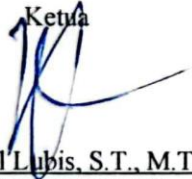
Program Studi : Teknik Sipil

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji pada hari Sabtu tanggal Enam bulan Juli tahun Dua Ribu Dua Puluh Empat pada Semester Genap Tahun Akademik 2023/2024.

Disetujui

TIM PENGUJI

Ketua



Fadrizal Lubis, S.T., M.T
NIDN. 1003046901

Sekretaris



Ir. Virgo Trisep Haris, M.T
NIDN. 0013096210

Anggota Penguji



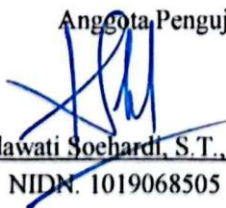
Alfian Saich, S.T., M.Sc
NIDN. 1029098703

Anggota Penguji



Lusi Dwi Putri, S.T., M.T
NIDN. 1007028101

Anggota Penguji



Fitridawati Soehardi, S.T., M.T.
NIDN. 1019068505

LEMBAR PELAKSANAAN

Judul : Studi Eksperimental Campuran AC – WC Menggunakan
Aspal Modifikasi Karet Alam dengan Variasi Suhu
Pemadatan Terhadap Nilai Durabilitas

Nama : Dhanil Ramadhan

NIM : 1922201076

Program Studi : Teknik Sipil

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji pada hari Sabtu tanggal Enam
bulan Juli tahun Dua Ribu Dua Puluh Empat pada Semester Genap Tahun
Akademik 2023/2024.

Disetujui

TIM PENGUJI

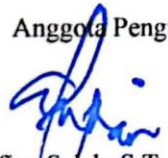
Ketua


Fadrizal Lubis, S.T., M.T
NIDN. 1003046901

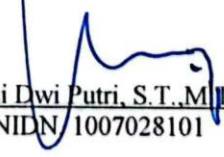
Sekretaris


Ir. Virgo Trisep Haris, M.T
NIDN. 0013096210

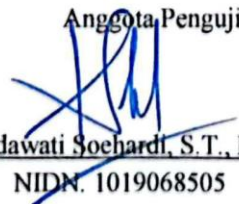
Anggota Penguji


Alfian Satch, S.T., M.Sc
NIDN. 1029098703

Anggota Penguji


Lusi Dwi Putri, S.T., M.T.
NIDN. 1007028101

Anggota Penguji


Fitridawati Soehardi, S.T., M.T.
NIDN. 1019068505

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillahirabbil'alamiin saya ucapkan puji Syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat untuk berkuliah dan bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Terimakasih banyak atas dukungan mama dan papa yang telah memberikan dukungan sepenuh hati kepada anak mu ini semoga apa yang telah di perjuangkan menjadi buah manis di suatu hari nanti

Terimakasih banyak kepada teman-teman Teknik Sipil 19 A (FCE'19) yang sudah kebersamai selama 5 tahun ini

Terimakasih banyak bapak ibu dosen yang sudah memberikan ilmu selama berkuliah di Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning.

Semoga Allah SWT selalu memberikan nikmat rezeki serta Kesehatan kepada mama dan papa semoga anak mu inshaallah bisa membahagiakan mu di suatu saat nanti

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunianya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Penulis sangat menyadari dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tanpa bantuan dan bimbingan serta saran-saran dari berbagai pihak sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Zainuri, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning Pekanbaru.
2. Ibu Fitridawati Soehardi, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning.
3. Ibu Lusi Dwi Putri, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Fitridawati Soehardi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan serta arahan selama penulisan Tugas Akhir ini hingga selesai.
4. Bapak Ir. Virgo Trisep Haris, M.T. selaku Ketua Penguji, Bapak Fadrizal Lubis, S.T., M.T. selaku Sekretaris Penguji, dan Bapak Alfian Saleh, S.T., M.T. selaku Anggota Penguji yang telah memberikan saran dan masukan pada Tugas Akhir ini.
5. Bapak Hendri Rahmat, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Program Studi Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning.

Penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan penulis namun penulis berharap Tugas Akhir ini dapat menambah wawasan para pembaca.

Pekanbaru, Maret 2024

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Lancang Kuning, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dhanil Ramadhan

NIM : 1922201076

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas tugas akhir saya yang berjudul :

**Studi Eksperimental Campuran AC-WC Menggunakan Aspal Modifikasi
Karet Alam dengan Variasi Suhu Pemadatan Terhadap Nilai Durabilitas**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Dibuat : Pekanbaru

Pada Tanggal : 06 Juli 2024

Yang Menyatakan,



Dhanil Ramadhan

ABSTRAK

DANIL RAMADHAN Studi Eksperimental Nilai Durabilitas Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC – WC) Menggunakan Aspal Karet Alam Terhadap Variasi Suhu Pemadatan. Dibimbing oleh LUSI DWI PUTRI dan FITRIDAWATI SOEHARDI

Perubahan temperatur aspal dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan deformasi dan retak pada aspal sehingga diperlukan nya suhu temperatur yang sesuai untuk mencegah terjadi nya kerusakan saat di lapangan. Durabilitas ialah ketahanan aspal terhadap perubahan temperatur, cuaca, air dan udara, aspal dengan durabilitas yang buruk akan menyebabkan permukaan aspal menjadi mudah rusak serta permukaan bisa mengalami deformasi sehingga membuat aspal menjadi bergelombang dan membahayakan aktivitas berkendara, durabilitas yang buruk juga mengakibatkan berkurang nya umur rencana jalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai durabilitas aspal karet alam dengan menggunakan variasi suhu pemadatan 100°C, 100°C, 110°C, 120°C, 130°C dan 140°C. Penelitian dimulai dengan pemeriksaan propertis agregat dan propertis aspal kemudian dilanjutkan dengan membuat benda uji untuk menentukan kadar aspal optimum dengan variasi 5%, 5.5%, 6%, 6.5%, 7%, didapatkan kadar aspal optimum sebesar 6.38%. Selanjutnya membuat benda uji dengan variasi suhu pemadatan 100°C, 110°C, 120°C, 130°C dan 140°C. Setelah benda uji dibuat berdasarkan variasi suhu pemadatan maka dilakukan pengujian durabilitas selama 30 menit dan 24 jam di dalam alat *waterbath* menggunakan suhu 60°C. Dari pengujian ini didapatkan nilai durabilitas pada suhu 100°C nilai durabilitas 116%, suhu 110°C nilai durabilitas 103%, suhu 120°C nilai durabilitas 93%, suhu 130°C nilai durabilitas 85%, suhu 140°C nilai durabilitas 80%. Hasil dari perhitungan nilai durabilitas pada suhu pemadatan 100°C hingga 120°C memenuhi spesifikasi dari Bina Marga 2020 dimana untuk nilai durabilitas minimal 90%, sedangkan pada suhu 130°C dan 140°C nilai durabilitas tidak memenuhi dari spesifikasi dari Bina Marga 2020. Kesimpulan dari penelitian ini ialah durabilitas menurun seiring dengan meningkatnya suhu pemadatan.

Kata Kunci : aspal karet alam, durabilitas, variasi suhu pemadatan

ABSTRACT

DANIL RAMADHAN Experimental Study of Durability Value of Asphalt Concrete Wearing Course (AC - WC) Mixture Using Natural Rubber Asphalt Against Compaction Temperature Variations. Supervised by LUSI DWI PUTRI and FITRIDAWATI SOEHARDI

Changes in asphalt temperature can result in deformation damage and cracking of the asphalt so it is necessary to have the appropriate temperature to prevent damage in the field. Durability is the resistance of asphalt to changes in temperature, weather, water and air, asphalt with poor durability will cause the asphalt surface to be easily damaged and the surface can deform so as to make the asphalt bumpy and endanger driving activities, poor durability also results in reduced road plan life. This study aims to determine the durability value of natural rubber asphalt using compaction temperature variations of 100 °C, 100 °C, 110 °C, 120 °C, 130 °C and 140 °C. The research started with the examination of aggregate properties and asphalt properties then continued with making test specimens to determine the optimum asphalt content with variations of 5%, 5.5%, 6%, 6.5%, 7%, the optimum asphalt content was obtained at 6.38%. Next, make test specimens with variations in compaction temperature of 100 °C, 110 °C, 120 °C, 130 °C and 140 °C. After the specimens are made based on the compaction temperature variation, durability testing is carried out for 30 minutes and 24 hours in a waterbath tool using a temperature of 60 °C. From this test, the durability value is obtained at 100 °C durability value 116%, 110 °C durability value 103%, 120 °C durability value 93%, 130 °C durability value 85%, 140 °C durability value 80%. The results of the calculation of the durability value at a compaction temperature of 100 °C to 120 °C meet the specifications of Bina Marga 2020 where the durability value is at least 90%, while at temperatures of 130 °C and 140 °C the durability value does not meet the specifications of Bina Marga 2020. The conclusion of this research is that durability decreases with increasing compaction temperature.

Keywords: natural rubber asphalt, durability, compaction temperature variation

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Rumusan Masalah.....	2
1.5 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Perkerasan Lentur (Flexible Pavement).....	4
2.2 Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC).....	5
2.3 Karakteristik Campuran Aspal Perkerasan	6
2.4 Bahan Penyusun Campuran	7
2.4.1 Agregat.....	7
2.4.2 Aspal	8
2.4.3 Bahan pengisi (filler)	9
2.5 Gradasi	9
2.6 Aspal Modifikasi.....	10

2.7	Aspal Modifikasi Karet Alam	10
2.8	Marshall Test	12
2.9	Durabilitas.....	13
2.10	Penelitian Terdahulu	13
BAB 3. METODE PENELITIAN.....		15
3.1	Lokasi Penelitian.....	15
3.2	Bahan Penelitian	15
3.3	Data Penelitian	15
3.4	Rancangan Penelitian.....	16
3.4.1	Persiapan material.....	16
3.4.2	Persiapan alat	16
3.4.3	Perencanaan campuran.....	17
3.4.4	Rancangan benda uji	17
3.5	Tahapan pengujian	19
3.5.1	Pengujian propertis	19
3.5.2	Penentuan kadar aspal optimum	20
3.5.3	Pengujian marshall test	21
3.5.4	Penentuan kadar aspal optimum secara laboratorium.....	22
3.5.5	Pembuatan benda uji dengan variasi suhu pemadatan.....	22
3.5.6	Analisa durabilitas aspal	22
3.6	Bagan Alir Penelitian.....	24
BAB 4. PEMBAHASAN		25
4.1	Hasil	25
4.1.1	Hasil pemeriksaan agregat	25
4.1.2	Hasil pemeriksaan aspal.....	26
4.1.3	Hasil gradasi campuran agregat	26
4.1.4	Hasil pemeriksaan KAO secara teoritis	28

4.1.5	Hasil pengujian marshall kadar aspal optimum (KAO).....	29
4.1.6	Hasil pengujian durabilitas	34
4.2	Analisis	36
BAB 5. PENUTUP		38
5.1	Kesimpulan	38
5.2	Saran	38
Daftar Pustaka		39

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. Sifat-Sifat Campuran Laston Yang Mengandung Karet Alam	6
Tabel 2.2 Persyaratan Pemeriksaan Agregat Kasar	8
Tabel 2.3 Persyaratan Agregat Halus	8
Tabel 2.4 Gradasi Agregat AC-WC	9
Tabel 2.5 Spesifikasi Aspal Modifikasi Karet Alam	10
Tabel 2.6 Persyaratan Aspal yang Mengandung Karet Alam	11
Tabel 2.7 Perkiraan Temperatur Pencampuran dan Pemadatan.....	12
Tabel 3.1 Jumlah Benda Uji untuk Pengujian KAO	18
Tabel 3.2 Rancangan Benda Uji.....	19
Tabel 3.3 Spesifikasi Parameter <i>Marshall</i>	22
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Agregat Kasar.....	25
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Agregat Halus	26
Tabel 4.3 Pemeriksaan Propertis Aspal	26
Tabel 4.4 Spesifikasi Gradasi Agregat	27
Tabel 4.5 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> dengan Kadar Aspal Variasi	29
Tabel 4.6 Rekapitulasi Pengujian <i>Marshall Test</i>	33

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Bagian Lapisan Perkerasan	5
Gambar 4.1 Grafik Gradasi Agregat.....	28
Gambar 4.2 Grafik Durabilitas Aspal Modifikasi Karet Alam	36

DAFTAR NOTASI

CA	= Agregat kasar tetahan
d	= Diameter benda uji
FA	= Agregat halus lolos saringan No. 4
FF	= Agregat halus lolos saringan No. 200
h	= Tinggi benda uji
IKS	= Indeks Kekuatan Sisa
K	= Konstanta
KAO	= Kadar aspal optimum
MQ	= <i>Marshall Quotient</i>
P	= Beban maksimum
Pb	= Kadar aspal, persen berat total dari campuran
S	= <i>Marshall Stability</i>
S1	= Stabilitas setelah direndam 0,5 jam (kg)
S2	= Stabilitas setelah direndam 24 jam (kg)

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC) merupakan salah satu jenis lapisan perkerasan yang terletak paling atas dalam struktur perkerasan jalan. Lapisan ini juga dikenal sebagai lapisan aus karena menerima beban lalu lintas dan abrasi secara langsung dari kendaraan yang melintas di atasnya (Lagaligo. dkk., (2022).

Beberapa faktor penyebab kerusakan jalan adalah faktor air, beban kendaraan, aplikasi konstruksi perkerasan yang tidak memenuhi persyaratan teknis, proses pemadatan campuran beraspal yang dilakukan di lapangan pada temperatur yang tidak tepat dan tidak sesuai dengan yang disyaratkan, sehingga akan mempengaruhi karakteristik campuran beton aspal. (Wiyono dan Susilowati, 2020)

Salah satu atribut penting dari campuran beton aspal adalah durabilitasnya. Ini merujuk pada kemampuan campuran tersebut untuk bertahan dari kerusakan atau degradasi yang diinduksi oleh faktor cuaca, air, atau beban kendaraan yang terus menerus. Faktor-faktor seperti komposisi material, metode pembangunan, dan praktik pemeliharaan yang efektif dapat memengaruhi tingkat durabilitas dari jalan tersebut. (Tahir dan Setiawan, 2009)

Menurut Attamimi. dkk., (2021) durabilitas ialah kemampuan aspal dalam menerima beban lalu lintas seperti berat roda kendaraan, gesekan antara roda kendaraan dengan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh iklim cuaca, seperti udara, air atau perubahan temperatur. Semakin tinggi nilai durabilitas jalan tersebut maka semakin awet dan tahan terhadap pengaruh iklim cuaca, air serta perubahan temperatur jalan.

Karet alam memiliki sifat yang elastis karena ketahanannya yang tinggi dan rasio regangan yang tinggi, serta penggunaan karet alam sebagai modifikasi dalam campuran aspal menghasilkan peningkatan ketahanan *ruting*, dan modulus kelenturan. Aspal karet alam lebih elastis serta lebih merekat terhadap agregat. Ide penggunaan lateks karet alam telah dimulai lebih dari 31 tahun yang lalu ketika digunakan pada permukaan aspal untuk meningkatkan kinerja aspal. Penggunaan

lateks karet alam dianggap sebagai metode yang baik untuk meningkatkan sifat aspal karena mengandung karet alam, dan partikel karet terpisah dapat dengan mudah menyatu dengan aspal. Pada cuaca dingin, aspal modifikasi ini akan mengalami elastisitas yang membantu mencegah terbentuknya retakan sekaligus menjaga kekakuan aspal. Ketika suhu meningkat, karet alam bertindak sebagai lapisan yang meningkatkan ketahanan geser yang mencegah retak aspal. Secara umum telah terbukti bahwa penggunaan lateks karet alam secara signifikan meningkatkan kinerja perkerasan jalan dalam jangka panjang (Yussofb, N. I. M., dkk., 2019)

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil karet terbesar di dunia. Produksi karet dalam negeri sekitar 85%. Namun harga karet turun drastis disebabkan oleh rendahnya permintaan ekspor karet mentah. Meningkatkan konsumsi domestik adalah salah satu cara agar nilai karet tetap stabil. Kementerian PUPR mendukung hal tersebut dengan cara menggunakan karet alam dalam bidang infrastruktur, diantaranya digunakan pada campuran aspal sebagai bahan tambah atau menjadi aspal modifikasi karet alam (binamarga.pu.go.id., 2023).

1.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dalam penelitian adalah :

1. Berapakah nilai *flow marshall* dari aspal modifikasi karet alam ?
2. Berapakah nilai penetrasi dari aspal modifikasi karet alam ?
3. Bagaimana karakteristik campuran beton aspal menggunakan aspal modifikasi karet alam terhadap nilai durabilitas dengan variasi suhu pemadatan ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian adalah karakteristik aspal modifikasi karet alam terhadap nilai durabilitas dengan variasi suhu pemadatan sebesar 100°C - 140 °C.

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian adalah berapakah nilai durabilitas pada campuran aspal modifikasi karet alam terhadap variasi suhu pemadatan?.

1.5 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk meneliti nilai durabilitas pada campuran aspal AC-WC modifikasi karet alam terhadap variasi lama perendaman.

Manfaat penelitian :

1. Memberikan informasi kepada penyedia jasa dan pengguna jasa konstruksi tentang nilai durabilitas pada campuran aspal modifikasi karet alam.
2. Memberikan informasi kepada perencana sebagai referensi perencanaan perkerasan jalan menggunakan campuran aspal karet alam.
3. Memberikan informasi kepada peneliti selanjutnya yang ingin meneliti aspal modifikasi karet alam.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini dengan pemanfaatan aspal modifikasi karet alam pada lapisan AC-WC dengan variasi suhu pemadatan 100°C, 110°C, 120°C, 130°C, 140°C disimpulkan bahwa nilai durabilitas turun seiring naiknya suhu pemadatan, perhitungan nilai durabilitas pada suhu pemadatan 100°C hingga 120°C masih memenuhi spesifikasi dari Bina Marga 2020 dimana untuk nilai durabilitas minimal 90%, sedangkan pada suhu 130°C dan 140°C nilai durabilitas tidak memenuhi standar dari spesifikasi dari Bina Marga 2018 revisi 2 Tahun 2020.

5.2 Saran

1. Untuk peneliti selanjutnya yang ingin meneliti aspal karet alam disarankan untuk melakukan suhu pemadatan maksimal pada suhu 120°C
2. Disarankan untuk penelitian selanjutnya meneliti tentang nilai durabilitas pada campuran ac-bc dengan menggunakan suhu pemadatan yang sama terhadap nilai durabilitas
3. Untuk penelitian selanjutnya, direkomendasikan untuk melakukan pengujian marshall untuk mengetahui kekuatan dari aspal modifikasi karet alam terhadap nilai marshall dengan variasi suhu pemadatan yang sama dengan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- 1969, S. (2016). Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 20.
- Attamimi, M. F., Achmad, F., & Desei, F. L. (2021a). *Kajian Durabilitas Dan Penuaan Asphalt Concrete- Wearing Course (Ac-Wc) Asbuton Pracampur Terhadap Variasi*. 1(1), 32–40. <https://doi.org/10.22146/jcef.XXXX>
- Attamimi, M. F., Achmad, F., & Desei, F. L. (2021b). Kajian Durabilitas Dan Penuaan Asphalt Concrete-Wearing Course (Ac-Wc) Asbuton Pracampur Terhadap Variasi Lama Rendaman. *Composite Journal*, 1(1), 33–40. <https://doi.org/10.37905/cj.v1i1.17>
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2018). Spesifikasi Umum 2018. *Edaran Dirjen Bina Marga Nomor 02/SE/Db/2018, Revisi 2*, 6.1-6.104.
- Hasan, F., Saleh, S. M., & Anggraini, R. (2018). Dampak Substitusi Filter Rokok Ke Dalam Aspal Penetrasi 60/70 Terhadap Karakteristik Marshall Laston. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(3), 593–604. <https://doi.org/10.24815/jts.v1i3.9998>
- Intari, D. E., Fathonah, W., & Kirana, F. W. (2018). Analisis Karakteristik Campuran Laston (Hrs-Wc) Akibat Rendaman Air Laut Pasang (Rob) Dengan Aspal Modifikasi Polimer Starbit E-55. *Jurnal Fondasi*, 7(2). <https://doi.org/10.36055/jft.v7i2.4075>
- 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. *Konstruksi*, 1(11), 23–36.
- Lestari, I. G. A. A. I. (2013). Perbandingan Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur. *Ganec Swara*, 7(1), 128–134.
- Marhamatunnisya, A., Arlini, I., Syafier, S., & Mulyawati, F. (2022). Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan Karet Alam Pada Pen 60/70 Terhadap Karakteristik Aspal. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur*, 8(2), 1–7.
- Nugroho, A. (2018). Perbandingan Karakteristik Campuran Hot Rolled Asphalt (Hra) Berbahan Ikatan Aspal Pertamina Pen 60/70 Dan Starbit E-55 Dengan

- Substitusi Filler Abu Ampas Tebu (*Comparison Characteristics Of Hot Rolled Asphalt (Hra) Mixes By Using Asphalt Pertamina Pen 60/7*). In *Tugas Akhir*.
- Ramadhani, R. I. (2018). Evaluasi Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode Bina Marga 2013 Dan Metode Mekanistik-Empirik Menggunakan Program Kenpave Pada Ruas Jalan Jogja–Solo.
- Ramlan, R. (n.d.). *CONCRETE-WEARING COURSE (AC-WC ASB H) Analysis of Variation of Mixing Temperature against Durability of Asphaltic Concrete- Wearing Course (AC-WC ASB H)*.
- SNI-06-4289-1991. (1991). Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat Marshall Sni. 2489.
- SNI-1969-2016. (2011). Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar. In *Badan Standardisasi Nasional*.
- SNI-2417-2008. (2008). Sni 2417-2008 Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles. In Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles.
- SNI 06-2434. (2011). Cara Uji Titik Lembek Aspal dengan Alat Cincin dan Bola (Ring and Ball). *Badan Standardisasi Nasional*, 1–17.
- SNI 2432. (2011). Cara Uji Penetrasi Aspal. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 9–17.
- Spesifikasi Khusus Interim, 2021. (n.d.). *Spesifikasi Khusus Interim*.
- Sunarjono, S., Hidayati, N., & Pratama, A. I. (2020). Ketahanan Campuran Ac-Wc Menggunakan Lateks Terhadap Air. *Jurnal Transportasi*, 20(2), 125–136. <https://doi.org/10.26593/jtrans.v20i2.4105.125-136>
- Suprayitno, Mudjanarko, S. W., Koespiadi, & Limantara, A. D. (2019). Studi penggunaan variasi campuran material plastik jenis high density polyethylene (Hdpe) ada campuran beraspal untuk lapis Aus Ac- Wc (Asphalt Concrete Wearing Course). *Paduraksa*, 8(2), 222–233.
- Tahir, A., & Setiawan, A. (2009). Kinerja Durabilitas Campuran Beton Aspal Ditinjau dari Faktor Variasi Suhu Pemadatan dan Lama Perendaman. *SMARTek*, 7(1), 45–61.

Wiyono, E., & Susilowati, A. (2020). Variasi Jumlah Tumbukan Pada Pemadatan Campuran Beton Aspal Menggunakan Bahan Tambah Anti Stripping. *Construction and Material Journal*, 2(1), 33–39.

<https://doi.org/10.32722/cmj.v2i1.2755>

Yussofb, N. I. M., Napaiaha, M., Sutantoa, M., & Al-sabaeia, A. (2019). Tinjauan Penggunaan Karet Alam Dalam Modifikasi Bitumen dan Campuran Aspal Yang Digunakan Untuk Konstruksi Jalan. *ResearchGate*, 81–88.

<https://doi.org/10.11113/jt.v8i1.13487>