

LEMBAR REKOMENDASI UJIAN SKRIPSI

Pembimbing Skripsi memberikan rekomendasi kepada :

Nama : Athala Rania Insyra
NPM : 061940112176
Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil/D IV Perancangan Jalan dan Jembatan
Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Getah Karet (Vulutex) Terhadap Karakteristik *Marshall* Pada Lapisan *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC)

Mahasiswa tersebut telah memenuhi persyaratan dan dapat mengikuti Ujian Skripsi pada tahun akademik 2022/2023.

Pembimbing I,



Mahmuda, S.T., M.T.
NIP. 196207011989032002

Palembang, Agustus 2023
Pembimbing II,



Sumiati, S.T., M.T.
NIP. 196304051989032002

LEMBAR REKOMENDASI UJIAN SKRIPSI

Pembimbing Skripsi memberikan rekomendasi kepada :

Nama : Dwie Antini Agustina
NPM : 061940112178
Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil/D IV Perancangan Jalan dan Jembatan
Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Getah Karet (Vulatex) Terhadap Karakteristik Marshall Pada Lapisan Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)

Mahasiswa tersebut telah memenuhi persyaratan dan dapat mengikuti Ujian Skripsi pada tahun akademik 2022/2023.

Pembimbing I,



Mahmuda, S.T., M.T.
NIP. 196207011989032002

Palembang, Agustus 2023
Pembimbing II,



Sumiati, S.T., M.T.
NIP. 196304051989032002

SURAT KESEPAKATAN BIMBINGAN SKRIPSI

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

Pihak Pertama

Nama : Athala Rania Insyra

NPM : 061940112176

Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil/D IV Perancangan Jalan dan Jembatan

Pihak Kedua

Nama : Mahmuda, S.T., M.T.

NIP : 196207011989032002

Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil/D IV Perancangan Jalan dan Jembatan

Pada hari ini Selasa..... tanggal 7 Maret 2023..... telah sepakat untuk melakukan konsultasi bimbingan Skripsi.

Isi kesepakatan :

1. Konsultasi bimbingan sekurang-kurangnya 1 (satu) kali dalam 1 (satu) minggu.
2. Pelaksanaan bimbingan pada setiap hari Selasa pukul 09.00..... tempat di Politeknik Negeri Sriwijaya.

Demikianlah surat kesepakatan ini dibuat dengan penuh kesadaran guna kelancaran penyelesaian skripsi.

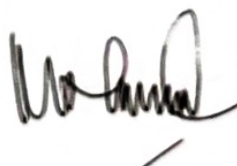
Pihak Pertama,



Athala Rania Insyra
NPM. 061940112176

Palembang,

Pihak Kedua,



Mahmuda, S.T., M.T.
NIP. 196207011989032002

SURAT KESEPAKATAN BIMBINGAN SKRIPSI

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

Pihak Pertama

Nama : Athala Rania Insyra

NPM : 061940112176

Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil/D IV Perancangan Jalan dan Jembatan

Pihak Kedua

Nama : Sumiati, S.T., M.T.

NIP : 196304051989032002

Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil/D IV Perancangan Jalan dan Jembatan

Pada hari ini **RABU**..... tanggal **8 MARET 2023**..... telah sepakat untuk melakukan konsultasi bimbingan Skripsi.

Isi kesepakatan :

1. Konsultasi bimbingan sekurang-kurangnya 1 (satu) kali dalam 1 (satu) minggu.
2. Pelaksanaan bimbingan pada setiap hari **RABU**..... pukul **09.00**..... tempat di Politeknik Negeri Sriwijaya.

Demikianlah surat kesepakatan ini dibuat dengan penuh kesadaran guna kelancaran penyelesaian skripsi.

Pihak Pertama,



Athala Rania Insyra
NPM. 061940112176

Palembang,

Pihak Kedua,



Sumiati, S.T., M.T.
NIP. 196304051989032002

SURAT KESEPAKATAN BIMBINGAN SKRIPSI

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

Pihak Pertama

Nama : Dwie Antini Agustina

NPM : 061940112178

Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil/D IV Perancangan Jalan dan Jembatan

Pihak Kedua

Nama : Mahmuda, S.T., M.T.

NIP : 196207011989032002

Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil/D IV Perancangan Jalan dan Jembatan


Pada hari ini SELASA.... tanggal 07 MARET 2023..... telah sepakat untuk melakukan konsultasi bimbingan Skripsi.

Isi kesepakatan :

1. Konsultasi bimbingan sekurang-kurangnya 1 (satu) kali dalam 1 (satu) minggu.
2. Pelaksanaan bimbingan pada setiap hari SELASA.... pukul 09:00.... tempat di Politeknik Negeri Sriwijaya.

Demikianlah surat kesepakatan ini dibuat dengan penuh kesadaran guna kelancaran penyelesaian skripsi.

Pihak Pertama,



Dwie Antini Agustina
NPM. 061940112178

Palembang,

Pihak Kedua,



Mahmuda, S.T., M.T.
NIP. 196207011989032002

SURAT KESEPAKATAN BIMBINGAN SKRIPSI

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

Pihak Pertama

Nama : Dwie Antini Agustina

NPM : 061940112178

Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil/D IV Perancangan Jalan dan Jembatan

Pihak Kedua

Nama : Sumiati, S.T., M.T.

NIP : 196304051989032002

Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil/D IV Perancangan Jalan dan Jembatan

Pada hari ini RABU..... tanggal 8 MARET 2023... telah sepakat untuk melakukan konsultasi bimbingan Skripsi.

Isi kesepakatan :

1. Konsultasi bimbingan sekurang-kurangnya 1 (satu) kali dalam 1 (satu) minggu.
2. Pelaksanaan bimbingan pada setiap hari RABU..... pukul 09:00..... tempat di Politeknik Negeri Sriwijaya.

Demikianlah surat kesepakatan ini dibuat dengan penuh kesadaran guna kelancaran penyelesaian skripsi.

Pihak Pertama,



Dwie Antini Agustina
NPM. 061940112178

Palembang,

Pihak Kedua,



Sumiati, S.T., M.T.
NIP. 196304051989032002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
 JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jln. Srijaya Negara, Palembang 30139
 Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918 Email. Info@mail.polsriwijaya.ac.id



KARTU ASISTENSI

Nama : Athala Rania Insyra (061940112176)
 Dwie Antini Agustina (061940112178)
 Jurusan / Program Studi : Teknik Sipil / DIV Perancangan Jalan dan Jembatan
 Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Getah Karet (Vulutex) Terhadap Karakteristik Campuran Marshall Pada Lapisan Asphalt Concrete- Wearing Course (AC-WC).
 Dosen Pembimbing : Mahmuda, S.T., M.T.
 NIP : 196207011989032002

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF PEMBIMBING
1	6/03 2023	- konsultasi judul	
2	9/03 2023	- Asistensi jurnal - Acc judul	
3	16/03 2023	- Perbaiki Bab 1 - Perbaiki Latar belakang - Tambah Penelitian Terdahulu	
4	30/03 2023	- Acc Bab 1 - lanjut Bab II	
5	6/04 2023	Perbaiki Bab II - Perbaiki latar penulisan - Tambah penjelasan bab II - Tambah Tabel	
6	13/04 2023	- Acc bab II - lanjut bab III	
7	27/04 2023	Perbaiki Bab III - Perbaiki diagram alir - Tambahkan alat-alat yang digunakan	
8	2/05 2023	- Acc Bab III - Boleh mengikuti seminar proposal	



KARTU ASISTENSI

ma : Athala Rania Insyra (061940112176)
Dwie Antini Agustina (061940112178)
usan / Program Studi : Teknik Sipil / DIV Perancangan Jalan dan Jembatan
tul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Getah Karet (Vulutex)
Terhadap Karakteristik Marshall Pada Lapisan
Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)
sen Pembimbing : Mahmuda,S.T.,M.T.
P : 196207011989032002

TANGGAL	KETERANGAN	PARAF PEMBIMBING
7/2023 /6	<ul style="list-style-type: none">- Perbaiki Keterangan Foto- Perbaiki Tata tulis- Tambahkan sumber tabel- Lanjutkan Bab IV	
13/2023 /6	<ul style="list-style-type: none">- Acc Bab III- Perbaiki spasi di tabel- Rapiakan gambar	
4/2023 /07	<ul style="list-style-type: none">- Acc Bab IV- Lanjut Bab V	
18/2023 /7	<ul style="list-style-type: none">- Buat PPT	
28/2023 /7	<ul style="list-style-type: none">- Rekomendasi sidang- Boleh diperbanyak untuk mengikuti sidang akhir tahun akademik 2022/2023	



KARTU ASISTENSI

Nama : Athala Rania Insyra (061940112176)
Dwie Antini Agustina (061940112178)
Jurusan / Program Studi : Teknik Sipil / DIV Perancangan Jalan dan Jembatan
Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Getah Karet (Vulutex)
Terhadap Karakteristik Campuran Marshall Pada
Lapisan Asphalt Concrete- Wearing Course (AC-WC).
Dosen Pembimbing : Sumiati, S.T., M.T.
NIP : 196304051989032002

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF PEMBIMBING
1.	06/03 2023	- Konsultasi Judul	
2.	09/03 2023	- Asistensi Jurnal - Acc Judul Skripsi	
3.	16/03 2023	- Tambahi Penulisan terdahulu - Perbaiki tata cara penulisan	
4.	30/03 2023	- Acc Bab I	
5.	06/04 2023	- Perbaiki tata cara penulisan - Tambah Penjelasan	
6.	13/04 2023	- Acc Bab II lanjut Bab III	



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK SIPIL



Jln. Srijaya Negara, Palembang 30139
Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918 Email. Info@mail.polsriwijaya.ac.id

KARTU ASISTENSI

Nama

: Athala Rania Insyra (061940112176)

Jurusan / Program Studi

: Dwie Antini Agustina (061940112178)

Judul Skripsi

: Teknik Sipil / DIV Perancangan Jalan dan Jembatan
: Pengaruh Penggunaan Getah Karet (Vulutex)
Terhadap Karakteristik Marshall Pada Lapisan
Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)

Dosen Pembimbing

: Sumiati, S.T.,M.T.

NIP

: 196304051989032002

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF PEMBIMBING
	8 / 5 2023	Bab III -> perbaiki	
	17 / 5 2023	Bab III -> ACC · Data hasil pengujian - Perbaiki Marshall	
	24 / 5 2023	Bab IV -> Analisa hasil pengujian Perbaiki -> lanjutkan	
	7 / 6 2023	Bab IV + V -> ACC -> Buat PPT	



POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

JURUSAN TEKNIK SIPIL

Lembar Disposisi

Dari : Ketua Jurusan Teknik Sipil

Kepada : Sekretaris Jurusan Kepala Lab. Pengujian Bahan
 Ketua Program Studi PJJ Kepala Lab. Komputer
 Kepala lab. Pengelolaan Material Kepala Perpustakaan Sipil
 Administrasi.....
.....

Isi disposisi : Untuk diolah Untuk diedarkan
 Untuk dipertimbangkan Untuk dimanfaatkan
 Siapkan Konsep Jawaban Untuk diketahui
 Harap Saya di wakili Untuk disimpan
 Harap tanggapan Periksa dan ikuti perkembangan
 Koordinasikan dengan.....

Mohon di bantu

9/13
13

Terima kasih

Palembang, 07 Maret 2023

Hal : Permohonan Izin Peminjaman Laboratorium Teknik Sipil
Kepada Yth,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Sriwijaya
Di
Palembang

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan penelitian yang akan kami lakukan guna menyelesaikan skripsi, sesuai dengan kurikulum Jurusan Teknik Sipil Program Studi DIV Perancangan Jalan dan Jembatan Politeknik Negeri Sriwijaya Tahun Akademik 2023, maka dengan ini :

No.	Nama	NIM	Kelas
1.	Athala Rania Insyra	061940112176	8 PJD
2.	Dwie Antini Agustina	061940112178	8 PJD

Memohon untuk izin agar dapat memakai fasilitas alat laboratorium transport dari tanggal 08 Maret sampai selesai (rencana jadwal terlampir)

Demikian surat permohonan ini diajukan. Atas perhatian dan izin yang diberikan, kami ucapkan terima kasih.

Hormat Kami,
Mahasiswa Yang Mewakili



Dwie Antini Agustina
NIM : 061940112178

Lampiran :

No.	Jenis Kegiatan	Durasi															
		Februari				Maret				April				Mei			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
A	Pemeriksaan Agregat Kasar																
1	Analisa Saringan Agregat																
2	Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat																
3	Abrasi dengan Mesin <i>Los Angeles</i>																
4	Kekakalan Agregat Terhadap Aspal																
5	Partikel Pipih dan Lonjong																
6	Material Lolos Ayakan No. 200																
7	Butiran Pecah pada Agregat Kasar																
8	Kekakalan Bentuk Agregat Terhadap Larutan																
B	Pemeriksaan Agregat Halus																
1	Analisa Saringan Agregat																
2	Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat																
3	Gumpalan Lempung dan Butir-Butir Mudah Pecah dalam Agregat																
4	Agregat Lolos Ayakan No. 200																
5	Nilai Setara Pasir																
6	Uji Kadar Rongga Tanpa Pemasadatan																
C	Pemeriksaan Aspal																
1	Berat Jenis Aspal																
2	Penetrasi Aspal																
3	Daktalitas Aspal																
4	Titik Lembek, Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal																
D	Pemeriksaan Filler (Fly Ash)																
1	Berat Jenis																
E	Pembuatan Mix Design																
F	Analisa Hasil Pengujian																
G	Pembuatan Benda Uji																
H	Marshall Test																

Mengetahui
Kasi Laboratorium Transportasi

Mengetahui
Kepala Laboratorium Teknik Sipil

PENGARUH PENAMBAHAN KARET ALAM PADA CAMPURAN ASPAL BETON LAPIS AUS DENGAN FILLER *FLY ASH*

Andi Afriaziz¹⁾, Nusa Sebayang²⁾, Ester Priskasari³⁾
¹²³⁾Jurusan Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang
Email : afriazizandi@gmail.com

ABSTRACT

Natural rubber can increase the value of high stability, but increasing levels of natural rubber in the pavement mixture causes a higher flow value, while the use of coal fly ash filler results in lower flow values at each addition of coal fly ash filler content, because that this study combines from several previous studies in order to get more satisfying results, then this study added natural rubber using coal fly ash filler in AC-WC pavement mixture. The research method used was experimental research conducted in a laboratory. In this study using variations in asphalt levels of 5%, 5.5%, 6%, 6.5% and 7%. The sample specimens made amounted to 5 specimens per asphalt level and obtained Optimum Asphalt Level (KAO) of 6% and then varied with natural rubber content of 6%, 7%, 8%, 9%, and 10. Test results obtained levels Optimum Natural Rubber (KKAO) of 8%. From the KKAO, the value of Stability is 1191.2 kg, Flow 3.55%, VIM 3.98%, VMA 17.61%, Marshall Quotient 335.8 kg / mm, VFA 77.35%. All test results at KKAO meet the AC-WC specification requirements set by the 2018 Bina Marga Public Works Office regulations.

Key Words : *AC-WC, Fly Ash, Natural Rubber.*

ABSTRAK

Karet alam dapat meningkatkan nilai stabilitas yang tinggi, tetapi semakin bertambahnya kadar karet alam pada campuran perkerasan menyebabkan nilai *flow* yang semakin tinggi, sedangkan penggunaan *filler* abu terbang batu bara menghasilkan nilai *flow* yang semakin rendah di setiap penambahan kadar *filler* abu terbang batu bara, oleh karena itu penelitian ini mengkombinasikan dari beberapa penelitian terdahulu agar mendapatkan hasil yang lebih memuaskan, maka penelitian ini menambahkan karet alam dengan menggunakan *filler* abu terbang batu bara pada campuran perkerasan AC-WC. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen yang dilakukan di laboratorium. Pada penelitian ini menggunakan variasi kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 6,5% dan 7%. Sampel benda uji yang dibuat berjumlah 5 benda uji tiap kadar aspal dan didapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 6% kemudian di variasikan dengan kadar karet alam sebesar 6%, 7%, 8%, 9%, dan 10. Hasil pengujian mendapatkan Kadar Karet Alam Optimum (KKAO) sebesar 8%. Dari KKAO tersebut didapatkan nilai Stabilitas 1191,2 kg, *Flow* 3,55%, VIM 3,98%, VMA 17,61%, *Marshall Quotient* 335,8 kg/mm, VFA 77,35%. Semua hasil pengujian pada KKAO memenuhi persyaratan spesifikasi AC-WC yang telah ditetapkan oleh peraturan Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga 2018.

Kata Kunci : *Abu Terbang Batu Bara, AC-WC, Karet Alam.*

1. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara yang memiliki sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan sebagai perkerasan jalan Indonesia juga merupakan salah satu negara penghasil karet alam terbesar di dunia, dengan hasil yang berlimpah dan dengan harga yang fluktuatif, sehingga pada saat harga karet kurang menguntungkan untuk diperdagangkan sebagai komoditas atau secara kualitas kurang baik, maka kita harus mengambil inisiatif memanfaatkan bahan yang selalu dapat dihasilkan oleh hutan tropis kita. Karet alam sebagai

aditif diharapkan bisa meningkatkan mutu campuran aspal.

Selain menggunakan bahan tambahan karet aspal peneliti akan menambahkan *filler* abu terbang batu bara beberapa penelitian yang sudah dilakukan menunjukkan penambahan filler abu terbang sangat berpengaruh terhadap mutu campuran aspal A. Arwin Amiruddin, dkk (2012), *Kajian Eksperimental Campuran HRS-WC Dengan Aspal Minyak dan Penambahan Aditif Lateks Sebagai Bahan Pengikat*, hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi prosentase *lateks* dalam campuran, maka nilai *flow* semakin

rendah, stabilitas semakin tinggi, dan *marshall quotient* semakin tinggi.

Identifikasi Masalah :

- Karet alam adalah salah satu zat *aditif* yang diharapkan dapat meningkatkan nilai stabilitas pada campuran perkerasan AC–WC
- Abu terbang batu bara termasuk dalam kategori limbah industri yang mempunyai potensi sangat tinggi untuk digunakan dalam konstruksi jalan raya, maka penelitian ini memanfaatkan abu terbang batu bara sebagai *filler* yang diharapkan bisa menurunkan nilai *flow* pada campuran perkerasan AC–WC

Hasil Penelitian Terdahulu I Nyoman Arya Thanaya :

Tabel 1. Nilai Karakteristik Campuran Pada Kadar *Lateks*

Karakteristik	Kadar <i>Lateks</i> Pada Kadar Aspal Optimum (%)					
	0	2	4	6	8	10
VIM (%)	4,7	4,6	4,4	4,3	4,3	4,2
VMA (%)	15,2	15,3	15,3	15,2	15,2	15,2
VFB (%)	69,1	70,1	71,0	71,5	71,8	72,1
Stabilitas (Kg)	1276,7	1380,4	1439,3	1572,0	1658,0	1538,8
Flow (mm)	3,8	3,8	3,8	3,9	4,0	4,1
MQ (Kg/mm)	340,3	367,7	379,7	402,0	416,1	378,4

Berikut ini adalah tabel perbandingan dari penelitian – penelitian terdahulu sebagai acuan dalam menentukan bahan kajian pada penelitian ini:

Tabel 2. Karakteristik Campuran Pada Penelitian Terdahulu

	Kepadatan	Flow	Stabilitas	Marshall Quotient
Anas Tahir (2009), abu terbang batu bara	Semakin tinggi di setiap penambahan	Semakin rendah di setiap penambahan	Nilai optimum pada penambahan 6%	Nilai optimum pada penambahan 7%
Djedjen Achmad, dkk (2011), polimer	Semakin rendah di setiap penambahan	Semakin tinggi di setiap penambahan	Semakin rendah di setiap penambahan	Semakin rendah di setiap penambahan
A. Arwin Amiruddin, dkk (2012), lateks	-	Semakin rendah di setiap penambahan	Semakin tinggi di setiap penambahan	Semakin tinggi di setiap penambahan
I Nyoman Arya Thanaya, dkk (2016), lateks	Nilai optimum pada penambahan 2%	Semakin tinggi di setiap penambahan	Nilai optimum pada penambahan 8%	Nilai optimum pada penambahan 8%

2. DASAR TEORI

Bahan Pengisi (*Filler*)

Bahan pengisi (*filler*) berfungsi sebagai pengisi rongga udara pada material sehingga dapat memperkaku lapisan aspal. Bahan yang sering digunakan sebagai *filler* adalah *fly ash*, abu sekam, abu batu dan semen *Portland*. *Filler* yang baik adalah yang tidak tercampur dengan bahan lain yang tidak dikehendaki atau kotoran sampah lainnya dan dalam keadaan kering (kadar air maks. 1%).

Fungsi dari *filler* dalam campuran adalah:

1. Untuk memodifikasi agregat halus sehingga berat jenis dalam campuran meningkat dan jumlah aspal yang diperlukan untuk mengisi rongga dapat berkurang
2. *Filler* dan aspal jika dicampur secara bersamaan akan membentuk suatu pasta yang dapat mengikat agregat halus untuk pembentukan mortar. Dan sebagai pengisi ruang antara agregat halus dan kasar serta meningkatkan kepadatan dan kestabilan

Abu Terbang Batu Bara

Fly ash merupakan salah satu limbah padat yang dihasilkan oleh industri yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar untuk proses produksinya. *Fly ash* memiliki sifat sebagai pozzolan, yaitu suatu bahan yang mengandung silika atau alumina silika yang tidak mempunyai sifat perekat (sementasi) pada dirinya sendiri tetapi dengan butirannya yang sangat halus bisa bereaksi secara kimia dengan kapur dan air membentuk bahan perekat pada temperatur normal.

Karakteristik Karet Alam

Karet adalah *polimer* alam dari satuan *isoprena* yang tersusun dari atom karbon (C) dan atom hidrogen (H) yang berat molekul rata – ratanya tersebar antara 10.000 – 400.000. Senyawa ini terkandung pada getah beberapa jenis tumbuhan karet. Sumber utama dari *lateks* yang di gunakan untuk menciptakan karet adalah pohon karet *Hevea brasiliensis (Euphorbiaceae)*.

Lateks diperoleh dari getah beberapa jenis tumbuhan karet dengan cara melukai kulit pohon sehingga pohon akan memberikan respon yang menghasilkan lebih banyak *lateks* Pada suhu normal, karet tidak berbentuk (*amorf*). Pada suhu rendah ia akan mengkristal. Dengan meningkatnya suhu, karet akan mengembang, Penurunan suhu akan mengembalikan keadaan mengembang ini. Inilah alasan mengapa karet bersifat elastis. Karet adalah bahan utama pembuatan Ban, beberapa alat – alat kesehatan, alat – alat yang memerlukan kelenturan dan tahan guncangan Karet terdiri dari senyawa kimia yang

disebut hidrokarbon. Hidrokarbon dari karet alam tersusun atas rantai – rantai panjang yang mengandung 1000 – 5000 unit *isoprene*. Rantai merupakan rantai *polyisoprene* (C₅H₈), susunan ruang demikian membuat karet mempunyai sifat kenyal.

Pada setiap ikatan *isoprene* terdapat ikatan rangkap gugus metilen, gugus ini merupakan gugus reaktif yang dapat menyebabkan reksi oksidasi sehingga dapat merusak karet. Hidrokarbon karet dan zat – zat non karet merupakan bahan yang penting dalam menentukan sifat – sifat teknis karet alam. Hidrokarbon mudah teroksidasi oleh udara, sinar ultraviolet, panas pemutusan rantai ikatan molekul semakin pendek menyebabkan viskositas dan ketahanan karet terhadap reaksi plastisitas semakin berkurang.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dengan pemanfaatan karet alam dari Kabupaten Bogor, Jawa Barat dan agregat dari Desa Danuredjo, Kecamatan Pasirian, Kabupaten Lumajang, Jawa Timur sebagai bahan campuran AC–WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*) dengan panduan pengujian mengacu standar AASHTO (*The American Association of State Highway and Transportation Officials*), BS (*British Standard*), ASTM (*American Society for Testing and Materials*). Material yang digunakan berasal dari Desa Danuredjo, Kecamatan Pasirian, Kabupaten Lumajang, Jawa Timur

Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan metode cara kering, yaitu dengan cara pencampuran karet alam dimasukkan ke dalam agregat yang dipanaskan, dan sudah ditambahkan bitumen/aspal panas. Penelitian ini menggunakan variasi kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7%, untuk mencari nilai KAO dan variasi kadar karet alam 0%, 6%, 7%, 8%, 9% dan 10% dari berat total benda uji untuk mengetahui komposisi nilai karet alam optimum pada KAO.

Variabel Penelitian

Pengujian *Marshall* pada campuran AC–WC menggunakan dua variabel diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Variabel bebas, yaitu dengan pencampuran karet alam sebagai bahan campuran pada AC–WC.
2. Variabel tak bebas, yaitu hasil dari pengujian *Marshall* meliputi:

- a. Nilai Stabilitas
- b. Nilai *Flow*
- c. Nilai rongga dalam campuran (VIM)
- d. Nilai rongga dalam agregat (VMA)
- e. *Marshall Quotient* (MQ)

4. PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, bahan – bahan yang digunakan berupa agregat dari Desa Danuredjo, Kecamatan Pasirian, Kabupaten Lumajang, Jawa Timur yaitu Agregat Kasar (*Course Aggregate*) ukuran 10/10 mm, Agregat Sedang (*Medium Aggregate*) dengan ukuran 5/10 mm, Agregat Halus (*Fine Aggregate*) dengan ukuran 0/5 mm dan Aspal Pertamina dengan penetrasi 60/70.

Perencanaan Komposisi Campuran

Untuk mencari kadar aspal optimum dengan aspal tengah 6% dibuat dengan 5 variasi kadar aspal diantaranya adalah 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7%.

Tabel 3. Perencanaan Komposisi Campuran

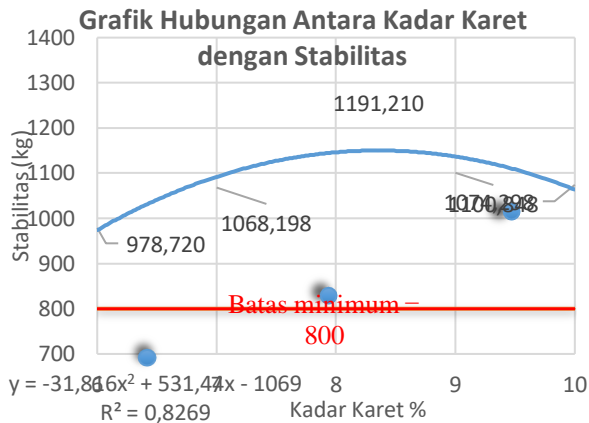
Persentase Aspal	5	5,5	6	6,5	7	
CA 10/10	15,81	180,23	179,29	178,34	177,39	176,44
MA 5/10	28,83	328,66	326,93	325,20	323,47	321,74
FA 0/5	48,36	551,30	548,40	545,50	542,60	539,70
FF	7,00	79,80	79,38	78,96	78,54	78,12
Total	100,00	1140	1134	1128	1122	1116
berat aspal	gram	60	66	72	78	84
berat agregat	gram	1140	1134	1128	1122	1116
Total	gram	1200	1200	1200	1200	1200

Mencari Kadar Karet Alam Optimum (KKAO)

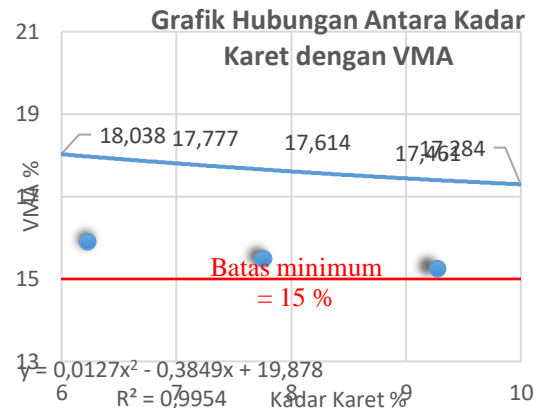
Perhitungan Menggunakan Program Microsoft Excel XP, Berdasarkan hasil rata – rata perhitungan test *marshall* setelah diadakan koreksi validasi data, dapat diplotkan dalam grafik yang menunjukkan hubungan antara lain:

- a. Antara Kadar aspal dengan Stabilitas
- b. Antara Kadar aspal dengan *Flow*
- c. Antara Kadar aspal dengan VIM
- e. Antara Kadar aspal dengan VMA
- f. Antara Kadar aspal dengan VFA
- g. Antara Kadar aspal dengan *Marshall Quotient*

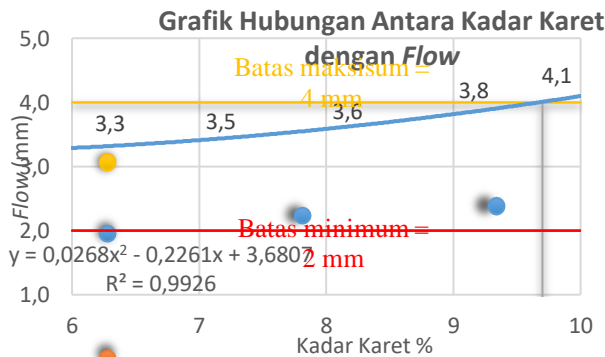
Perhitungan mencari kadar aspal optimum didasarkan pada hasil dari perhitungan parameter *Marshall* yang digambarkan dalam grafik dibawah ini:



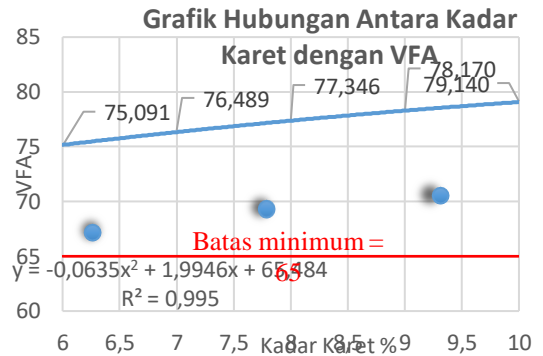
Gambar 1. Hubungan Kadar Karet Dengan Stabilitas



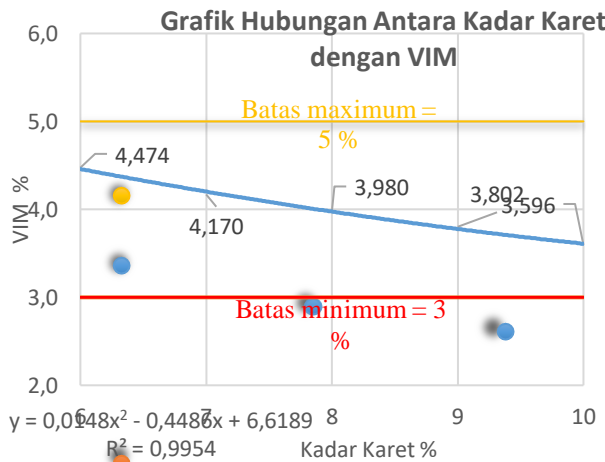
Gambar 4. Hubungan Kadar Karet Dengan VMA



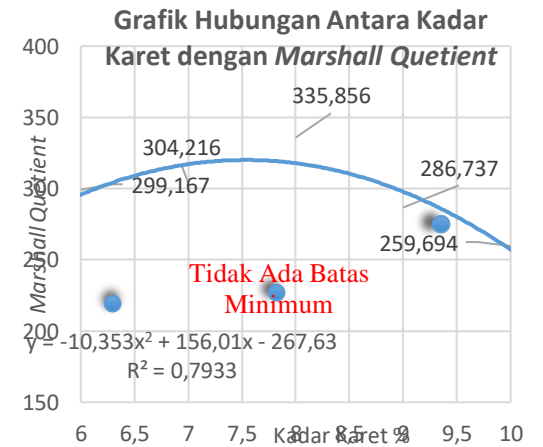
Gambar 2. Hubungan Kadar Karet Dengan Flow



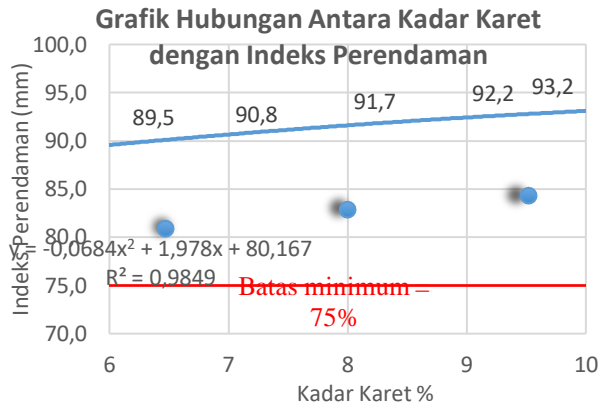
Gambar 5. Hubungan Kadar Karet Dengan VFA



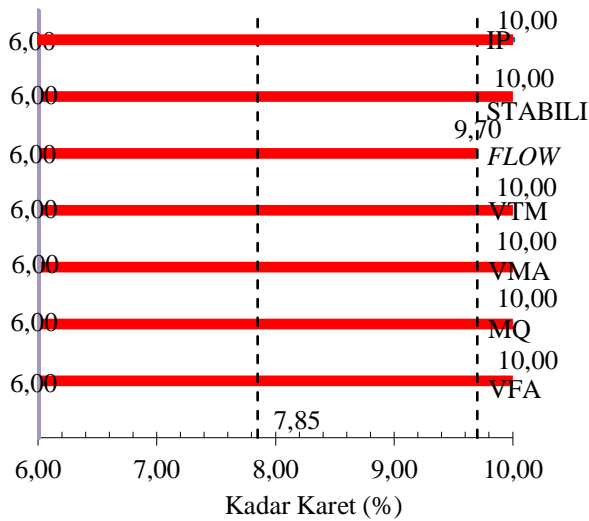
Gambar 3. Hubungan Kadar Karet Dengan VIM



Gambar 6. Hubungan Kadar Karet Dengan Marshall Quotient

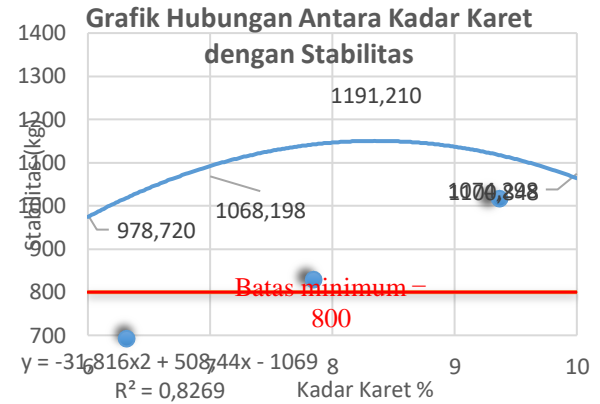


Gambar 7. Hubungan Kadar Karet Dengan Indeks Perendaman



Gambar 9. Diagram Batang Kadar Karet Optimum

Berdasarkan grafik diagram batang kadar karet alam optimum yang memenuhi persyaratan rentang karet 6% hingga 9,7% ditinjau dari *Flow* maka akan diambil titik maksimum pada grafis Stabilitas dengan rentang karet 6% hingga 9,7%.



Gambar 8. Grafik Nilai Stabilitas Pada Karet Alam Optimum

Titik puncak stabilitas pada kadar aspal optimum:

$$Y = -1069 + 508,44x - 31,816x^2$$

$$\frac{dy}{dx} = 508,44 - 2 \cdot 31,816x$$

$$0 = 508,44 - 2 \cdot 31,816x$$

$$63,632x = 508,44$$

$$X = 7,99\%$$

Nilai stabilitas maksimum terjadi pada Karet Alam 7,99%. Jadi Karet Alam Optimum untuk campuran AC-WC adalah 7,99% di bulatkan menjadi 8%.

5. PENUTUP

Kesimpulan

1. Pengaruh penambahan karet alam dengan *filler* abu terbang batu bara mengalami peningkatan pada nilai stabilitas sebesar 26,4%, *flow* sebesar 10,9%, VFA sebesar 3,1% dan *Marshall Quotient* sebesar 14,5%. Sedangkan mengalami penurunan pada nilai VIM sebesar 11,75% dan VMA sebesar 2,55%.
2. Nilai optimum variasi komposisi karet alam pada campuran AC-WC adalah 8% dari berat keseluruhan benda uji, dengan nilai parameter *marshall*:
 - a. Stabilitas = 1191,2 kg
(Syarat > 800)
 - b. Flow = 3,55 mm
(Syarat 2 – 4)
 - c. VIM = 3,98%
(Syarat 3 – 5)
 - d. VMA = 17,61%
(Syarat > 15)
 - e. MQ = 335,8 kg/mm
(Tidak ada ketentuan)
 - f. VFA = 77,35%
(Syarat > 65)

Saran

1. Penelitian terhadap karakteristik campuran yang lebih bervariasi, misalnya membandingkan antara campuran AC, HRS, atau ATB.
2. Penelitian terhadap karakteristik campuran beton aspal, dalam penggunaan aspal di coba dengan aspal yang lebih bervariasi, misalnya membandingkan antara penetrasi 60/70 dengan aspal penetrasi 80/100.
3. Tidak menambah kadar karet alam lebih dari 9% karena mengakibatkan stabilitas menurun dan nilai *flow* yang melebihi batas maksimum yang telah ditetapkan oleh peraturan Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga 2018

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad D. et all, 2011, *Dampak Penambahan Polimer Terhadap Karakteristik Beton Aspal*. Jurnal Poli Teknologi, Jakarta.
- Anonim, 2018, *Spesifikasi Umum Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur*. DPU Bina Marga, Malang.
- Amiruddin A. et all, 2012, *Kajian Eksperimental Campuran HRS-WC Dengan Aspal Minyak dan Penambahan Aditif Lateks Sebagai Bahan Pengikat*. Jurnal KoNTekS 6, Jakarta.
- Hendarsin S. L. 2000, *Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Politeknik Negeri Bandung, Bandung

- Jaelani A. 2017, *Studi Penelitian Pemanfaatan Lumpur Lapindo Sebagai Filler Kombinasi Abu Batu Pada Beton Aspal*. Perpustakaan ITN Malang, Malang.
- Al Hariri, Khalida Umma (2017) *Studi Perencanaan Perkerasan Lentur Dengan Metode Bina Marga Dan Perkiraan Rencana Anggaran Biaya Nya Pada Proyek Pembangunan Jalan Bulukumba – Tondong Provinsi Sulawesi Selatan* Skripsi thesis, ITN Malang.
- Laboratorium Struktur dan Jalan Raya, 2008, *Buku Petunjuk Praktikum Jalan Raya*. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITN Malang, Malang
- Sudjana, 1996, *Teknik Analisa Regresi dan Korelasi*. Tarsito, Bandung.
- Sugiyono, 2014, *Metode Penelitian Kuantitatif Dilengkapi dengan Perbandingan Perhitungan Manual dan SPSS*. Kencana, Jakarta.
- Sukirman, S. 1999, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova, Bandung
- Sukirman, S. 2003, *Beton Aspal Campuran Panas*. Granit, Jakarta
- Tahir A. 2009, *Karakteristik Campuran Beton Aspal (AC-WC) dengan Menggunakan Variasi Kadar Filler Abu Terbang Batu Bara*. Jurnal SMARTek, Palu.
- Thanaya N. A. et all, 2016, *Studi Karakteristik Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Penetrasi 60/70 dengan Penambahan Lateks*. Jurnal Media Komunikasi Teknik Sipil, Bali

Perubahan Karakteristik Aspal Pen 60/70 dengan Substitusi Getah Karet Alam Pangkalan Balai, Sumatera Selatan

BARKAH WAHYU WIDIANTO, MOCHAMAD ISA FAISAL

Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: barkah@itenas.ac.id

ABSTRAK

Berdasarkan data Produksi Karet di Indonesia terdapat peningkatan rata-rata 1,5% pada tahun 2015-2020, dimana produksi karet terbesar adalah Provinsi Sumatera Selatan yaitu 28,77%. Dengan peningkatan dan upaya pemanfaatannya maka dilakukan penelitian substitusi getah karet ke aspal. Getah karet yang digunakan adalah berbentuk padat dan berasal dari Pangkalan Balai, Sumatera Selatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji karakteristik aspal pen 60/70 disubstitusikan dengan kadar getah karet alam 0%, 2,5%, 5%, dan 7,5%. Pengujian mengacu pada SE Menteri PUPR No 04/SE/M/2019. Hasil pengujian menunjukkan nilai penetrasi, daktilitas, berat jenis, viskositas 135°C, kelarutan dalam TCE, TFOT, serta penetrasi dan daktilitas setelah kehilangan berat mengalami penurunan dengan ditambahkannya kadar getah karet. Sedangkan nilai titik leleh, titik nyala, dan kehilangan berat mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan bahwa karakteristik aspal menjadi lebih keras dan diindikasikan tahan terhadap deformasi tetapi rentan terhadap retak. Dari nilai pengujian disimpulkan bahwa kadar getah karet alam 5% memenuhi spesifikasi aspal modifikasi.

Kata kunci: getah karet alam, aspal pen 60/70, aspal modifikasi

ABSTRACT

Based on Rubber Production data in Indonesia, there has been an average increasing of 1.5% for 2016-2020, where the largest production of rubber is South Sumatra Province, which is 28.77%. With the improvement and utilization efforts, research was carried out on mixing rubber sap into asphalt. The rubber sap that has been used is solid and comes from Pangkalan Balai, South Sumatra. This study aims to examine the characteristics of 60/70 pen asphalt substituted with natural rubber latex levels of 0%, 2.5%, 5%, and 7.5%. The test refers to SE Menteri PUPR No 04/SE/M/2019. The test results have shown the value of penetration, ductility, specific gravity, viscosity of 135° C, solubility in TCE, TFOT, penetration and ductility after weight loss has decreased with the addition of rubber sap content. Meanwhile, the values for softening point, flash point, and weight loss increased. This indicates that the characteristics of the asphalt become tougher and indicate that it is resistant to deformation but is prone to cracking. Judging from the test value, it can be concluded that the 5% natural rubber latex content meets the specifications of asphalt modification.

Keywords: natural rubber, asphalt pen 60/70, asphalt modification

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan data Produksi Karet Alam Indonesia menurut Kementerian Pertanian (2019), terdapat peningkatan rata-rata sebesar 1,5% pada tahun 2015-2020, dimana produksi karet terbesar adalah Sumatera Selatan yaitu 28,77%. Peningkatan produksi getah karet di Indonesia dapat dijadikan sebagai alternatif bahan modifikasi aspal. Alternatif modifikasi ini dilakukan dalam rangka pemanfaatan sumber daya alam yang dapat diperbaharui terhadap penggunaan infrastruktur perkerasan jalan lentur di Indonesia. Getah karet alam yang digunakan adalah getah karet berbentuk padat dan berasal dari Pangkalan Balai, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan.

Penelitian modifikasi aspal dengan bahan karet (lateks) sudah dilakukan oleh beberapa peneliti. Menurut Debrina (2005), dengan penambahan kadar lateks 5%, 10%, dan 15% dari berat aspal maka nilai penetrasi semakin menurun seiring dengan penambahan kadar lateks pada aspal yang mengindikasikan aspal semakin keras. Menurut Ali (2010), dengan kadar aspal bercampur lateks 3%, 5%, 7% dari berat aspal maka nilai titik lembek semakin meningkat yang menindikasikan bahwa aspal yang bercampur lateks semakin tidak peka terhadap suhu. Menurut Prastanto (2018), lateks kationik (L2) dan lateks pravulkanisasi 4 jam (L3) menghasilkan aspal karet yang lebih baik daripada aspal karet dengan aditif lateks pekat biasa (L1) dan lateks pekat pravulkanisasi 1 jam (L4). Lateks L2 menghasilkan aspal karet dengan titik lembek yang lebih tinggi daripada lateks L3 namun memiliki *elastic recovery* dan stabilitas penyimpanan yang lebih rendah daripada lateks L3 karena lateks L2 tidak melalui proses pravulkanisasi. Adanya ikatan silang pada lateks pravulkanisasi L3 membuat karet pada campuran aspal karet memiliki elastisitas yang lebih tinggi dan stabilitas penyimpanan yang lebih baik. Perbedaan penelitian ini dan penelitian terdahulu adalah penggunaan bahan getah karet alam padat dan lateks yang digunakan, serta persentase kadar karetnya.

Berdasarkan pemanfaatan getah karet alam padat Pangkalan Balai, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan dan penelitian-penelitian sebelumnya, maka dilakukan penelitian ini yang bertujuan mengkaji perubahan karakteristik aspal pen 60/70 disubstitusi dengan getah karet berkadar 0%, 2,5%, 5%, dan 7,5%. Hal ini akan berkontribusi pada pemanfaatan sumber daya alam karet alam di daerah tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aspal

Menurut Sukirman, S. (2016), aspal merupakan zat perekat material (*viscous cementitious material*), berwarna hitam pekat atau gelap, berbentuk padat atau semi padat yang dapat diperoleh dari alam ataupun sebagai hasil produksi. Pada umumnya aspal digunakan sebagai bahan pembentuk perkerasan jalan. Aspal dapat diperoleh di alam ataupun merupakan residu dari pengilangan minyak bumi. Aspal bersifat termoplastis, yaitu mencair jika dipanaskan dan kembali membeku jika temperatur turun sehingga seringkali digunakan dalam proses konstruksi pekerjaan jalan. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4–10% berdasarkan berat campuran atau 10–15% berdasarkan volume campuran.

2.2 Pengujian Aspal

Berdasarkan SE Menteri PUPR No 04/SE/M/2019, sebagai material konstruksi aspal sebaiknya memiliki karakteristik antara lain:

1) Penetrasi (SNI 06-2456-1991)

Penetrasi merupakan kedalaman yang dapat dicapai oleh suatu jarum standar (diameter 1 mm) pada suhu 25°C, beban 100 gram, dan selama waktu 5 detik dinyatakan dalam 0,1 mm. Uji penetrasi bertujuan untuk mengetahui tingkat kekerasan aspal.

2) Titik lembek (SNI 2434:2011)

Titik lembek adalah suhu pada saat bola baja dengan berat tertentu mendesak turun suatu lapisan aspal yang bertahan dengan cincin berukuran tertentu, sampai aspal tersebut menyentuh plat dasar yang terletak di bawah cincin pada tinggi 25,4 mm sebagai akibat kecepatan pemanasan tertentu.

3) Titik Nyala dan Titik Bakar (SNI 2433:2011)

Titik nyala adalah suhu pada saat terlihat nyala singkat kurang dari 5 detik di permukaan aspal. Titik bakar adalah suhu pada saat terlihat nyala sekurang-kurangnya 5 detik pada permukaan aspal.

4) Kelarutan dalam Trichloroethylene (SNI 2438:2015)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan derajat kelarutan dalam trichloroethylene pada bahan aspal yang tidak atau sedikit mengandung mineral.

5) Berat Jenis (SNI 2441:2011)

Berat jenis adalah perbandingan antara berat aspal dan berat air suling dengan isi yang sama dan pada temperatur yang sama.

6) Daktilitas (SNI 2432:2011)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui sifat kohesi aspal, dengan mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan yang terisi aspal keras sebelum putus pada suhu dan kecepatan tertentu.

7) Viskositas (ASTM D 2170-10)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan kekentalan kinematis dari aspal, minyak untuk jalan dan sisa destilasi aspal cair pada suhu 60°C dan aspal kekerasan pada suhu 135°C dalam batas-batas 30-100.000 cst (Centistokes).

8) TFOT (Thin Film Oven Test) (SNI 06-2440-1991)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui presentase kehilangan berat akibat pemanasan. Menunjukkan nilai selisih penetrasi aspal sebelum dan sesudah pemanasan, maka aspal peka terhadap cuaca dan suhu.

2.3 Persyaratan Aspal

Aspal yang digunakan pada penelitian ini menggunakan aspal pen 60/70 yang dimodifikasi. Hasil dari pengujian mengacu pada persyaratan spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum 2010 revisi 3 Tipe II Aspal yang dimodifikasi elastomer sintesis seperti pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Ketentuan-ketentuan Untuk Aspal Keras

No	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Aspal Pen 60-70	Aspal dimodifikasi karet alam
1	Penetrasi 25 °C (0,1 mm)	SNI 2456-2011	60-70	≥ 50
2	Viskositas Kinematis 135 °C [cst]	ASTM D 2170-10	≥ 300	≤ 2000
3	Titik Lembek [°C]	SNI 2434:2011	≥ 48	≥ 52
4	Daktilitas pada 25 °C, [cm]	SNI 2432:2011	≥ 100	≥ 100
5	Titik Nyala [°C]	SNI 2433:2011	≥ 232	≥ 232
6	Kelarutan dalam Trichloroethylene [%]	SNI 2438:2015	≥ 99	≥ 99
7	Berat Jenis	SNI 2441:2011	≥ 1,0	≥ 1,0
8	Stabilitas Penyimpanan: Perbedaan Titik Lembek [°C]	ASTM D5976 part 6.1	≥ 2,2	≥ 2,2
Pengujian Residu hasil TFOT (SNI-06-2440-1991) atau RTFOT (SNI-03-6835-2002)				

Tabel 1. Ketentuan-ketentuan Untuk Aspal Keras lanjutan

No	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Aspal Pen 60-70	Aspal dimodifikasi karet alam
9	Berat yang Hilang [%]	SNI 06-2440-1991 atau SNI 03-6835-2002	≤ 0,8	≤ 0,8
10	Penetrasi 25 °C [%]	SNI 2456-2011	≥ 54	≥ 54
11	Daktilitas pada 25 °C, [cm]	SNI 8286-2016	≥ 100	≥ 100
12	Kelastisitasan setelah pengembalian [%]	SNI 8286-2016		≥ 30

(Sumber: SE Menteri PUPR No 04/SE/M/2019)

2.4 Getah Karet

Karet alam merupakan polimer alam yang berpotensi sebagai bahan aditif atau pemodifikasi aspal, karena memiliki sifat kelengketan dan plastisitas yang lebih baik dari polimer sintetis. Karet alam juga memiliki elastisitas yang baik, daya regang yang tinggi, dan resilien atau daya kenyal yang baik. Terdapat dua macam produk karet alam yang dapat digunakan sebagai pemodifikasi aspal, yaitu karet padat dan lateks. Lateks memiliki kelebihan lebih mudah untuk bercampur dengan aspal panas jika dibandingkan dengan karet padat. Selain itu, lateks dipilih sebagai aditif dalam pencampuran dengan aspal karena mampu menghasilkan produk yang lebih efisien bila dibandingkan dengan bentuk dan jenis karet lain dalam jumlah yang sama (Smith, 1960).

Menurut Ramadhan, et al. (2005), beberapa kelemahan karet alam antara lain memiliki ikatan rangkap yang banyak dalam struktur molekul karet alam, sehingga karet alam tidak tahan terhadap reaksi oksidasi, ozon, dan minyak. Sementara itu, beberapa kelebihan yang dimiliki oleh karet alam antara lain memiliki daya pantul dan elastisitas yang baik, kuat, serta kepegasan yang tinggi pula.

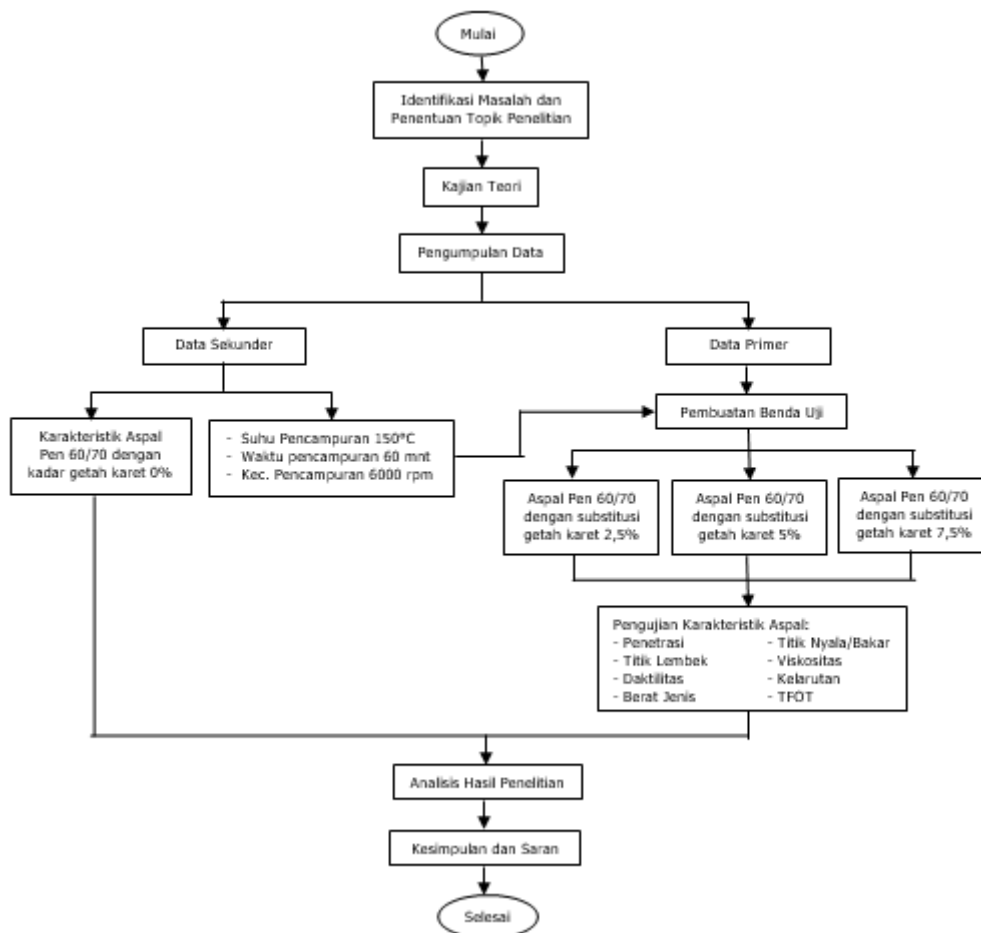
Getah karet seperti terlihat pada **Gambar 1** digunakan untuk melihat peningkatan mutu aspal dan mutu campuran beraspalnya. Aspal yang dimodifikasi dengan karet merupakan dua campuran yang mengandung karet dan aspal. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja aspal, mengurangi deformasi pada perkerasan, meningkatkan ketahanan terhadap retak, serta meningkatkan kelekatan aspal terhadap agregat. Pengaplikasian campuran lateks karet alam dengan aspal dalam pekerjaan jalan raya diharapkan mampu meningkatkan konsumsi karet alam khususnya di dalam negeri. Selain itu, pengaplikasian ini juga bertujuan untuk meningkatkan kualitas lapisan jalan raya dan umur pakai jalan raya, serta mengurangi biaya pemeliharaan jalan raya.



Gambar 1. Getah karet alam padat Pangkalan Balai, Sumatera Selatan

3. METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 2** di bawah ini.



Gambar 2. Bagan alir penelitian

Proses penelitian dimulai dari identifikasi masalah dan penentuan topik yaitu material infrastruktur aspal modifikasi getak karet alam yang bersifat berkelanjutan (dapat diperbaharukan) yang didukung oleh referensi terkait dan studi-studi yang telah dilakukan. Pada pengumpulan data yang dibutuhkan berupa data primer dan sekunder. Data primer didapatkan dari hasil pengujian karakteristik aspal pen 60/70 yang disubstitusi getah karet 0%, 2,5%, 5%, dan 7,5%. Proses selanjutnya yaitu pencampuran aspal dengan getah karet dilaboratorium PUSJATAN. Data suhu pencampuran, waktu pencampuran dan kecepatan pencampuran didapat dari penelitian PUSLITBANG PUSJATAN (2018). Aspal dan getah karet alam dicampurkan pada suhu pencampuran 150°C, waktu pencampuran 60 menit, dan kecepatan pencampuran 6000 rpm. Dari data yang dikumpulkan kemudian dilakukan kajian perubahan karakteristik aspal yang telah disubstitusi getah karet.

Kemudian dilakukan pengujian karakteristik aspal yang telah disubstitusi getah karet alam 0%; 2,5%; 5%; dan 7,5% seperti Penetrasi, Titik Lembek, Daktilitas, Berat Jenis, Titik Nyala/Titik Bakar, Viskositas 135°C, Kelarutan dalam TCE, dan TFOT. Pengujian mengacu pada Surat Edaran Menteri PUPR No 04/SE/M/2019. Pada tahap kesimpulan yaitu dapat dihasilkan kajian perubahan karakteristik aspal Pen 60/70 dengan bertambahnya kadar getah karet alam akan menjadi lebih keras atau lebih lembek, serta dapat diketahui persentase penambahan dan penurunannya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Aspal yang digunakan pada penelitian ini menggunakan aspal pen 60/70 yang dimodifikasi. Hasil dari pengujian mengacu pada persyaratan spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum 2010 revisi 3 Tipe II Aspal yang dimodifikasi elastomer sintesis seperti pada **Tabel 2**.

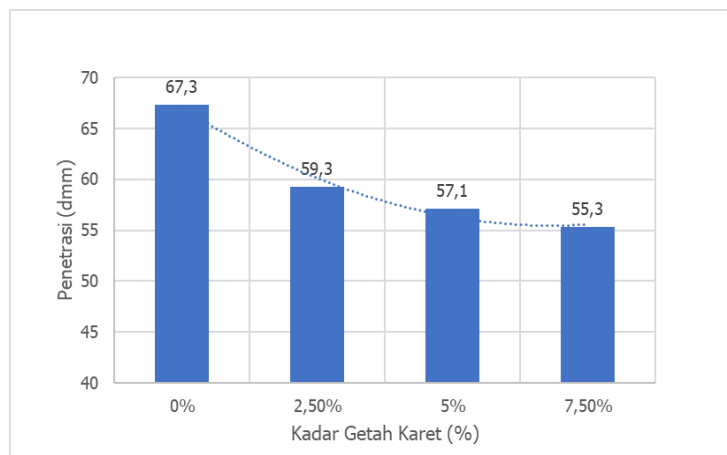
Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pengujian

No	Pengujian	Satuan	0% Kadar Getah Karet		2,5% Kadar Getah Karet		5% Kadar Getah Karet		7,5% Kadar Getah Karet		Spek
			Hasil	Spek	Hasil	Ket.	Hasil	Ket.	Hasil	Ket.	
1	Penetrasi	dmm	67,3	60 – 70	59,3	OK	57,1	OK	55,3	OK	≥ 50
2	Titik Lembek	°C	50,5	≥ 48	52,5	OK	55,5	OK	56,5	OK	≥ 52
3	Titik Nyala	°C	301,5	≥ 232	304	OK	305,5	OK	308,5	OK	≥ 232
4	Daktilitas	cm	150	≥ 100	139,5	OK	114,5	OK	85,25	NO	≥ 100
5	Berat Jenis	-	1,0405	≥ 1,0	1,0337	OK	1,0311	OK	1,0245	OK	≥ 1,0
6	Viskositas 135 °C	cSt	411,5	≥ 300	465	OK	523	OK	631,75	OK	≤ 3000
7	Kelarutan dalam <i>Trichloroethylene</i>	%	99,18	≥ 99	99,09	OK	99,01	OK	97,82	NO	≥ 99
8	Kehilangan Berat	% Berat	0,199	≤ 0,8	0,424	OK	0,576	OK	0,672	OK	≤ 0,8
9	Penetrasi setelah Kehilangan Berat	% asli	83,66	≥ 54	83,14	OK	82,49	OK	81,92	OK	≥ 54
10	Daktilitas setelah Kehilangan Berat	cm	150	≥ 100	137,5	OK	106,5	OK	66	NO	≥ 100

Catatan:
 OK = Masuk kedalam spesifikasi
 NO = Tidak masuk kedalam spesifikasi

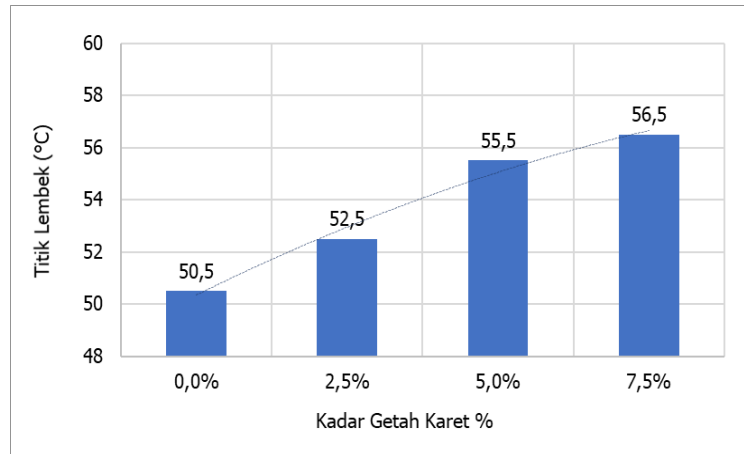
Dari **Tabel 2** di atas dapat dikaji perubahan karakteristik aspal Pen 60/70 dengan substitusi getah karet alam yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

Nilai penetrasi semakin menurun seiring dengan penambahan kadar getah karet, yaitu 67,3 dmm untuk 0%, 59,3 dmm untuk 2,5%, 57,1 dmm untuk 5%, dan 55,3 dmm untuk 7,5%, seperti pada **Gambar 3**. Nilai penetrasi yang masuk dalam spesifikasi (min 50 dmm) adalah semua kadar getah karet. Presentase penurunan terjadi sebesar 11,88% untuk kadar getah karet 0% dan 2,5%, 3,85% untuk kadar getah karet 2,5% dan 5%, 3,25% untuk kadar getah karet 5% dan 7,5. Dengan semakin menurunnya nilai penetrasi maka aspal semakin keras.



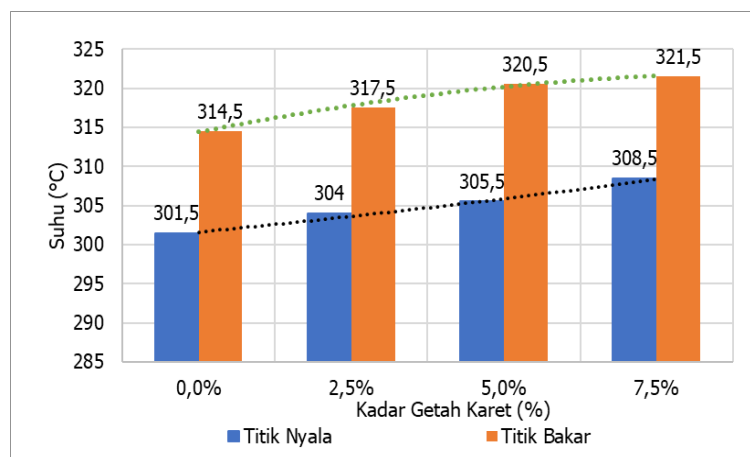
Gambar 3. Perubahan nilai penetrasi aspal

Nilai titik lembek semakin meningkat seiring dengan penambahan kadar getah karet, yaitu 50,5°C untuk 0%, 52,5°C untuk 2,5%, 55,5°C untuk 5%, dan 56,5°C untuk 7,5%, seperti pada **Gambar 4**. Nilai titik lembek yang masuk dalam spesifikasi ($\geq 52^\circ\text{C}$) adalah kadar getah karet 5% dan 7,5%. Presentase peningkatan terjadi sebesar 3,96% untuk kadar getah karet 0% dan 2,5%, 5,71% untuk kadar getah karet 2,5% dan 5%, 1,80% untuk kadar getah karet 5% dan 7,5%. Dengan semakin meningkatnya nilai titik lembek maka aspal semakin keras karena membutuhkan suhu yang lebih tinggi untuk mencapai titik lembek. Suhu ini menjadi acuan di lapangan atas kemampuan aspal untuk menahan suhu permukaan yang terjadi agar tidak lembek dan berkurang daya lekatnya.



Gambar 4. Perubahan nilai titik lembek aspal

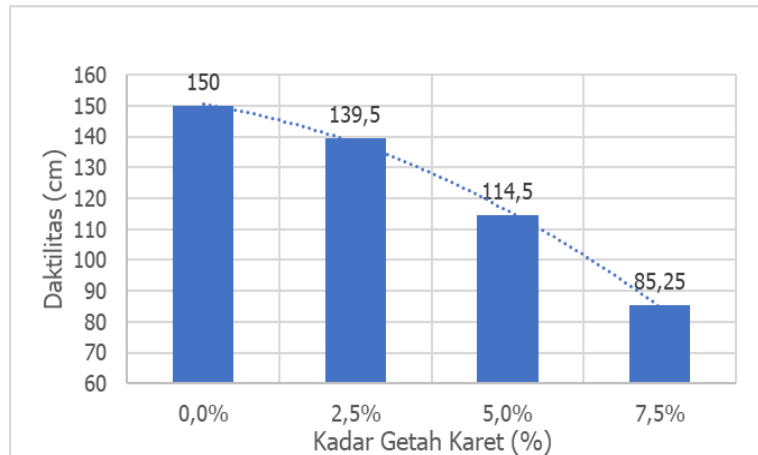
Nilai titik nyala semakin meningkat seiring dengan penambahan kadar getah karet, yaitu 301,5°C untuk 0%, 304°C untuk 2,5%, 305,5°C untuk 5%, dan 308,5°C untuk 7,5%, seperti pada **Gambar 5**. Nilai titik nyala yang masuk dalam spesifikasi ($\geq 232^\circ\text{C}$) adalah semua kadar getah karet. Presentase peningkatan terjadi sebesar 0,83% untuk kadar getah karet 0% dan 2,5%, 0,49% untuk kadar getah karet 2,5% dan 5%, 0,98% untuk kadar getah karet 5% dan 7,5%. Dengan semakin meningkatnya nilai titik nyala maka aspal semakin keras karena membutuhkan suhu yang lebih tinggi untuk mencapai titik nyala. Suhu ini sebagai simulasi terhadap suhu maksimum yang dapat terjadi pada aspal sampai aspal mengalami kerusakan permanen.



Gambar 5. Perubahan nilai titik nyala aspal

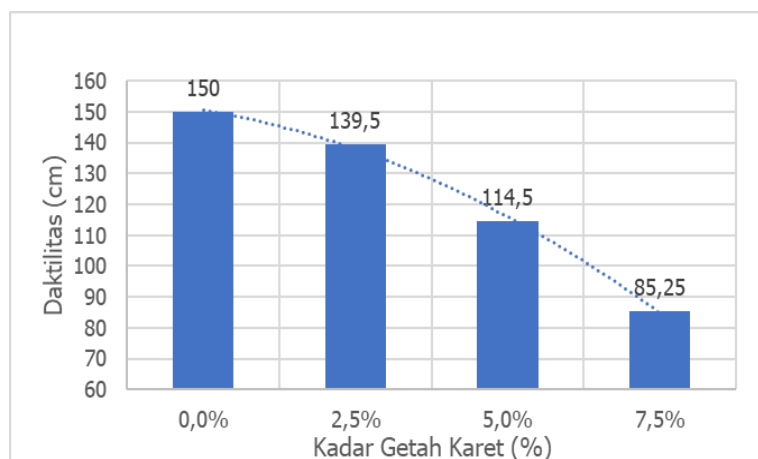
Nilai daktilitas semakin menurun seiring dengan penambahan kadar getah karet, yaitu 150 cm untuk 0%, 139,5 cm untuk 2,5%, 114,5 cm untuk 5%, dan 85,25 cm untuk 7,5%, seperti

pada **Gambar 6**. Nilai daktilitas yang masuk dalam spesifikasi (≥ 100 cm) adalah kadar getah karet 0%, 2,5%, dan 5%. Presentase penurunan terjadi sebesar 7,53% untuk kadar getah karet 0% dan 2,5%, 21,83% untuk kadar getah karet 2,5% dan 5%, 34,31% untuk kadar getah karet 5% dan 7,5. Dengan semakin menurunnya nilai daktilitas maka aspal semakin getas atau tidak kenyal dan indikasi mudah retak/putus dalam penggunaannya pada lapisan perkerasan.



Gambar 5. Perubahan nilai titik nyala aspal

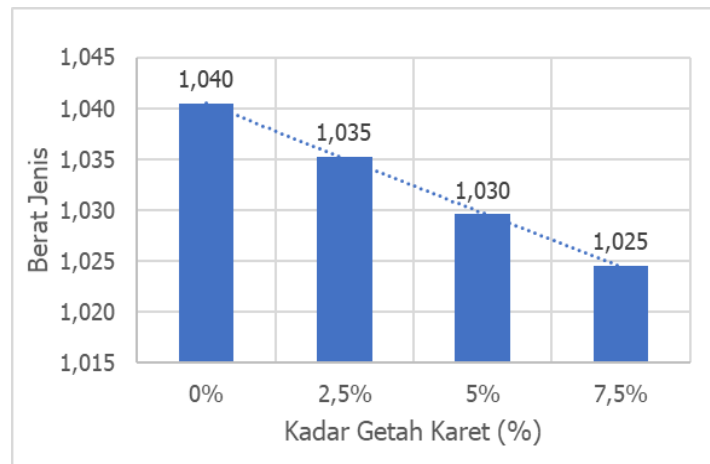
Nilai daktilitas semakin menurun seiring dengan penambahan kadar getah karet, yaitu 150 cm untuk 0%, 139,5 cm untuk 2,5%, 114,5 cm untuk 5%, dan 85,25 cm untuk 7,5%, seperti pada **Gambar 6**. Nilai daktilitas yang masuk dalam spesifikasi (≥ 100 cm) adalah kadar getah karet 0%, 2,5%, dan 5%. Presentase penurunan terjadi sebesar 7,53% untuk kadar getah karet 0% dan 2,5%, 21,83% untuk kadar getah karet 2,5% dan 5%, 34,31% untuk kadar getah karet 5% dan 7,5. Dengan semakin menurunnya nilai daktilitas maka aspal semakin getas atau tidak kenyal dan indikasi mudah retak/putus dalam penggunaannya pada lapisan perkerasan.



Gambar 6. Perubahan nilai daktilitas aspal

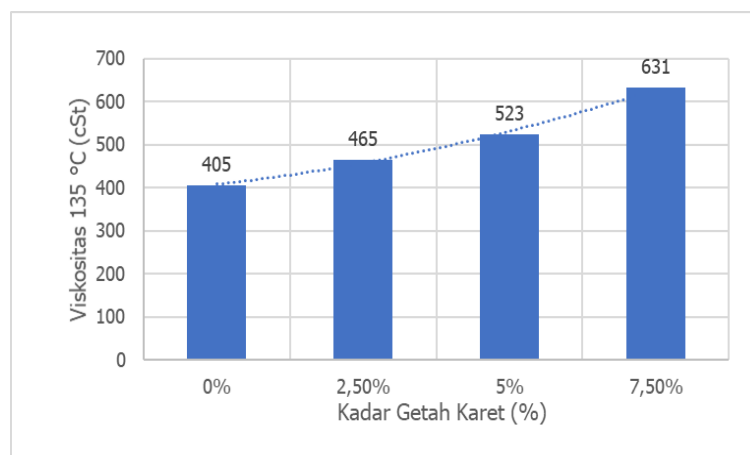
Nilai Berat Jenis Aspal semakin menurun seiring dengan penambahan kadar getah karet, yaitu 1,040 untuk 0%, 1,035 untuk 2,5%, 1,030 untuk 5%, dan 1,025 untuk 7,5%, seperti pada **Gambar 7**. Nilai berat jenis aspal yang masuk dalam spesifikasi ($\geq 1,0$) adalah semua kadar getah karet. Presentase penurunan terjadi sebesar 0,483% untuk kadar getah karet 0% dan 2,5%, 0,485% untuk kadar getah karet 2,5% dan 5%, 0,487% untuk kadar getah karet 5%

dan 7,5. Dengan semakin menurunnya nilai berat jenis aspal maka diindikasikan akan menurunkan volume dalam campuran beraspal.



Gambar 7. Perubahan nilai berat jenis aspal

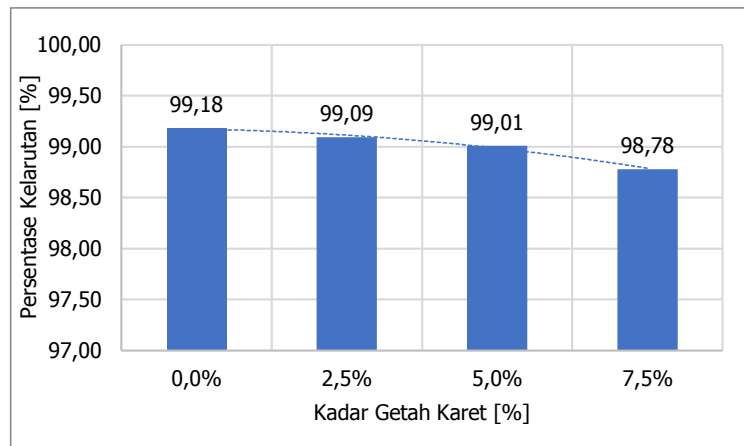
Nilai viskositas 135°C semakin meningkat seiring dengan penambahan kadar getah karet, yaitu 405 cst untuk 0%, 465 cst untuk 2,5%, 523 cst untuk 5%, dan 631 cst untuk 7,5%, seperti pada **Gambar 8**. Nilai viskositas yang masuk dalam spesifikasi (≤ 3000 cst) adalah semua kadar getah karet. Presentase peningkatan terjadi sebesar 13,00% untuk kadar getah karet 0% dan 2,5%, 12,47% untuk kadar getah karet 2,5% dan 5%, 20,79% untuk kadar getah karet 5% dan 7,5%. Dengan semakin meningkatnya nilai viskositas maka aspal semakin kental karena membutuhkan suhu yang lebih tinggi untuk mencapai suhu viskositas 135°C. Nilai viskositas ini sebagai simulasi terhadap kekentalan aspal dalam menentukan suhu pencampuran dan pemadatan di lapangan.



Gambar 8. Perubahan nilai viskositas aspal

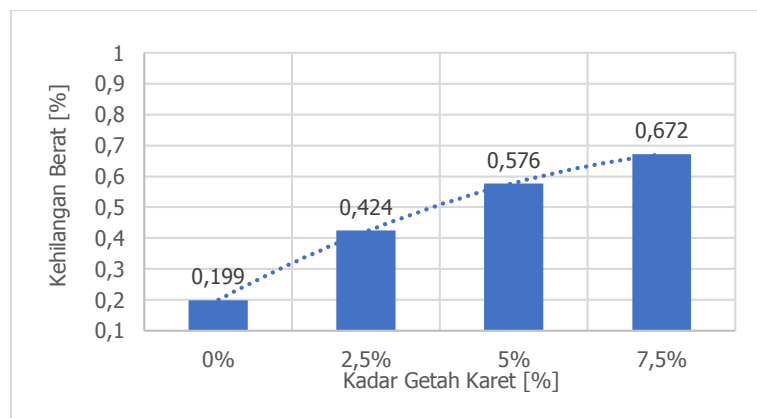
Nilai kelarutan dalam TCE semakin menurun seiring dengan penambahan kadar getah karet, yaitu 99,18% untuk 0%, 99,09% untuk 2,5%, 99,01% untuk 5%, dan 98,78% untuk 7,5%, seperti pada **Gambar 9**. Nilai kelarutan dalam TCE yang masuk dalam spesifikasi ($\geq 99\%$) adalah kadar getah karet 0%, 2,5%, dan 5%. Presentase penurunan terjadi sebesar 0,091% untuk kadar getah karet 0% dan 2,5%, 0,081% untuk kadar getah karet 2,5% dan 5%, 0,232% untuk kadar getah karet 5% dan 7,5. Dengan semakin menurunnya nilai kelarutan dalam TCE maka aspal semakin kurang murni. Kemurnian aspal dalam kelarutan dengan TCE

untuk mengetahui kandungan material non bitumen yang ada pada aspal, yaitu kadar getah karet.



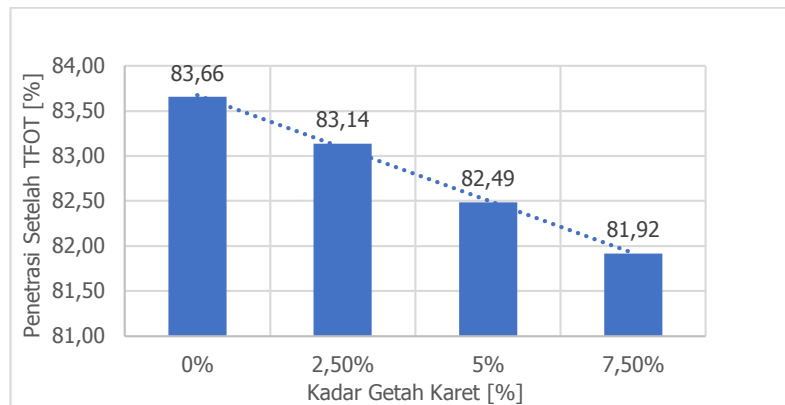
Gambar 9. Perubahan nilai kelarutan aspal

Nilai kehilangan berat (TFOT) semakin meningkat seiring dengan penambahan kadar getah karet, yaitu 0,199% untuk 0%, 0,424% untuk 2,5%, 0,576% untuk 5%, dan 0,672% untuk 7,5%, seperti pada **Gambar 10**. Nilai kehilangan berat (TFOT) yang masuk dalam spesifikasi ($\leq 0,8$) adalah semua kadar getah karet. Presentase penurunan terjadi sebesar 133,14% untuk kadar getah karet 0% dan 2,5%, 35,85% untuk kadar getah karet 2,5% dan 5%, 16,67% untuk kadar getah karet 5% dan 7,5. Dengan semakin meningkatnya nilai kehilangan berat (TFOT) maka kehilangan minyak pada aspal akibat pemanasan semakin besar. Hal ini mengindikasikan kinerja aspal sebagai pengikat dan pengisi rongga akan berkurang.



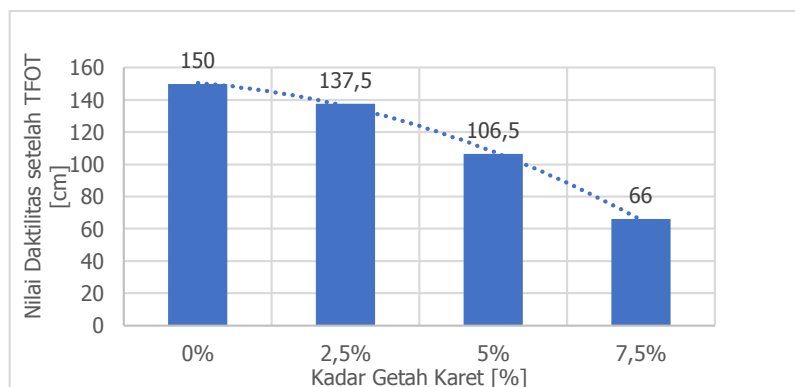
Gambar 10. Perubahan nilai kehilangan berat aspal

Nilai penetrasi setelah kehilangan berat semakin menurun seiring dengan penambahan kadar getah karet, yaitu 83,66 dmm untuk 0%, 83,14 dmm untuk 2,5%, 82,49 dmm untuk 5%, dan 81,92 dmm untuk 7,5%, seperti pada **Gambar 11**. Nilai penetrasi yang masuk dalam spesifikasi (min 54 dmm) adalah semua kadar getah karet. Presentase penurunan terjadi sebesar 0,625% untuk kadar getah karet 0% dan 2,5%, 0,787% untuk kadar getah karet 2,5% dan 5%, 0,695% untuk kadar getah karet 5% dan 7,5. Dengan semakin menurunnya nilai penetrasi maka aspal semakin keras, walaupun telah kehilangan minyak pada aspal akibat pemanasan semakin besar.



Gambar 11. Perubahan nilai penetrasi aspal setelah TFOT

Nilai daktilitas setelah kehilangan berat semakin menurun seiring dengan penambahan kadar getah karet, yaitu 150 cm untuk 0%, 137,5 cm untuk 2,5%, 106,5 cm untuk 5%, dan 66,0 cm untuk 7,5%, seperti pada **Gambar 12**. Nilai daktilitas yang masuk dalam spesifikasi (≥ 25 cm) adalah semua kadar getah karet. Presentase penurunan terjadi sebesar 71,43% untuk kadar getah karet 0% dan 2,5%, 29,11% untuk kadar getah karet 2,5% dan 5%, 61,36% untuk kadar getah karet 5% dan 7,5. Dengan semakin menurunnya nilai daktilitas maka aspal semakin getas atau tidak kenyal dan indikasi mudah retak/putus dalam penggunaannya pada lapisan perkerasan, walaupun telah kehilangan minyak pada aspal akibat pemanasan semakin besar.



Gambar 12. Perubahan nilai daktilitas aspal setelah TFOT

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Hasil kajian perubahan karakteristik aspal Pen 60/70 dengan substitusi getah karet alam menghasilkan nilai penetrasi, daktilitas, berat jenis, viskositas 135°C, kelarutan dalam TCE, kehilangan berat (TFOT), serta penetrasi dan daktilitas setelah kehilangan berat mengalami penurunan dengan ditambahnya kadar getah karet. Sedangkan nilai titik lembek, titik nyala, dan kehilangan berat (TFOT) mengalami peningkatan.
2. Perubahan karakteristik aspal yang dihasilkan menunjukkan bahwa semakin meningkatnya kadar getah karet alam maka aspal semakin keras dan tidak peka terhadap suhu. Hal ini disebabkan oleh kandungan getah karet alam yang non bitumen dan bersifat elastis.
3. Dengan penambahan kadar getah karet alam yang menghasilkan perubahan fisik aspal yang lebih keras dapat diindikasikan bahwa aspal akan lebih tahan terhadap deformasi tetapi

lebih rentan terhadap retak. Bertambahnya kadar getah karet alam juga diindikasikan akan dibutuhkan suhu yang lebih tinggi untuk dilakukan pencampuran dan pemadatan.

4. Dari hasil pengujian bahwa kadar getah karet alam yang disubstitusi aspal per 60/70 dan memenuhi persyaratan yang lebih besar adalah 5%. Hal ini akan berkontribusi pada pemanfaatan sumber daya alam (bioaspal) Pangkalan Balai, Sumatera Selatan

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah dilanjutkan dengan tambahan/modifikasi bahan aditif/kimia untuk meningkatkan kinerja dan karakteristik aspal dengan penambahan kadar getah karet yang lebih besar dan masuk dalam spesifikasi, serta dilanjutkan ke tahap kinerja campuran beraspal panas.

DAFTAR RUJUKAN

- Ali, D.Y. (2010). *Pemanfaatan Lateks Karet Alam Sebagai Bahan Pemodelifikasi Aspal Untuk Meningkatkan Mutu Perkerasan Aspal*. Departemen Teknologi Industri Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Debrina, D. (2005). *Studi Penggunaan Lateks Pada Aspal Sebagai Campuran Lapisan Permukaan Aspal Porus*. Bandung: Institut Teknologi Nasional
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2019). *SE Menteri PUPR Nomor 04/SE/M/2019 Perancangan dan Pelaksanaan Campuran Beraspal Panas dengan Aspal yang mengandung Karet Alam*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Kementerian Pertanian. (2019). *Statistik Perkebunan Indonesia*. Jakarta: Direktorat Jendral Perkebunan.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2018). *Penerapan Terbatas Aspal Plastik dan Aspal Karet di Jalan Lingkungan Pusjatan*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan
- Prastanto, H., dkk. (2018). *Sifat Fisika Aspal Modifikasi Karet Alam pada Berbagai Jenis dan Dosis Lateks Karet Alam*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan
- Ramadhan, A., Prastanto, H., dan Alfa, A.A. (2005). *Pengaruh Waktu Reaksi depolimerisasi Terhadap Viskositas Mooney Karet Mentah Pada Proses Pembuatan Karet Alam Cair Sistem Redoks*. Yogyakarta: Yayasan Media Utama.
- Smith, L.M. (1960). *Some Viscous and Elastic Properties of Rubberised Bitumens*. Journal of Apply Chemistry. Vol. 10, 296-305.
- Sukirman, S. (2016). *Beton Aspal Campuran Panas*. Bandung: Nova.

Pemanfaatan Getah Karet Untuk Substitusi Aspal Modifikasi Lapisan *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)* Dengan Metode Basah

Joti Asri¹, Febrina Dian Kurniasari², Bunyamin³

^{1, 2, 3}Civil Engineering Department, Universitas Iskandar Muda, Banda Aceh, Indonesia,
Jalan Kampus Unida Surien-Banda Aceh

e-mail: ¹jotiasri75@gmail.com, ²febrina@unida-aceh.ac.id, ³bunyamin@unida-aceh.ac.id

Abstract

aspal merupakan salah satu jenis perkerasan lentur (*flexible pavement*) yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Ketersediaan semakin menurun seiring dengan semakin menurunnya ketersediaan aspal dunia. Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu di cari alternatif pengganti yaitu dengan mengembangkan aspal modifikasi dengan cara mensubstitusikan sebagian dari jumlah aspal dengan bahan polimer untuk menghemat penggunaan aspal tanpa mengurangi kualitas dari campuran yang diharapkan dapat meningkatkan kinerja stabilitas. Maka perlu penambahan bahan lain pada penelitian ini di gunakan getah karet. Untuk bahan campuran aspal getah karet adalah cairan yang berwarna putih yang di dapat dari sadap pohon karet. Ada beberapa persen pemanfaatan getah karet untuk substitusi aspal modifikasi lapisan (AC-WC) dengan metode basah. Tujuan ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah getah karet dapat digunakan sebagai bahan substitusi getah karet yang terus meningkat setiap harinya oleh aktivitas masyarakat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode basah yang mengacu pada Spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi empat (2018). Pengujian karakteristik *Marshall* dilakukan pada 5 (lima) kadar aspal untuk menentukan kadar aspal optimum (KAO). Selanjutnya pada kondisi KAO direncanakan pembuatan benda uji dengan variasi persentase *getah karet* 3%, 6%, 9%, 12%, dan 15%. Hasil yang diperoleh untuk substitusi terbaik adalah persentase *getah karet* 6% dengan kadar aspal 5,50% didapat nilai *VIM* 3,80, *VMA* 17,08%, *VFA* 78,32%, Stabilitas 1220,99 kg, dan *Flow* 2,67 mm, semua nilai memenuhi spesifikasi yang ditentukan oleh Bina Marga 2010 Revisi 4 (2018).

Kata kunci : karakteristik *marshall*, getah karet karet, aspal modifikasi, substitusi

asphalt is a type of flexible pavement that uses asphalt as a binder. Availability is decreasing along with the decreasing availability of world asphalt. To overcome these problems, it is necessary to find a substitute alternative, namely by developing modified asphalt by substituting a portion of the amount of asphalt with polymer materials to save on the use of asphalt without reducing the quality of the mixture which is expected to improve stability performance. So it is necessary to add other materials in this study using rubber latex. As for the asphalt mixture, rubber latex is a white liquid obtained from tapping rubber trees. There are several percent of the use of rubber latex for the substitution of modified asphalt layer (AC-WC) with the wet method. The aim of this research is to find out whether rubber latex can be used as a substitute for rubber latex which continues to increase every day by community activities. The method used in this study is the wet method which refers to the 2010 Highways Specifications Revision four (2018). Marshall characteristic test was carried out on 5 (five) asphalt content to determine the optimum asphalt

content (KAO). Furthermore, in KAO conditions, it is planned to manufacture test objects with variations in the percentage of rubber latex 3%, 6%, 9%, 12%, and 15%. The results obtained for the best substitution is the percentage of rubber latex 6% with asphalt content of 5.50%, the value of VIM is 3.80, VMA is 17.08%, VFA is 78.32%, Stability is 1220.99 kg, and Flow is 2.67 mm. , all values meet the specifications specified by Bina Marga 2010 Revision 4 (2018).

Keywords: *characteristics of marshal, Rubber sap, modified asphalt, substitusi*

1. PENDAHULUAN

Aspal bahan pengikat pada perkerasan yang penting dalam suatu konstruksi jalan. Ketersediaan aspal sebagai bahan pengikat semakin menurun seiring dengan semakin menurunnya ketersediaan aspal dunia. Permasalahan diatas akhirnya mencari suatu alternatif untuk mengembangkan aspal modifikasi yang antara lain saat ini sedang dikembangkan adalah karet alam dalam bentuk getah karet.

persen pemanfaatan getah karet untuk substitusi aspal modifikasi dengan metode basah. pengambilan getah karet dari kebun karet yang terletak di gampong Manjeng, Kecamatan Pante Ceureumen, Kabupaten Aceh Barat. Material yang digunakan untuk pengujian tersebut diambil dari PT. Dana Dinamika Persada.

2. TINJAUAN KEPERPUSTAKAAN

Pada penelitian ini, tinjauan kepustakaan meliputi konsep-konsep dan pengertian dari konstruksi perkerasan jalan, materi – materi dari hasil penelitian terdahulu dari pendapat para pakar ahli.

Spesifikasi Bahan Pekeraan Laston

Aspal

Aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Jadi aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, dan kembali membeku jika temperatur turun (Sukirman,2003) Aspal akan mengeras agregat pada tempatnya (sifat *termoplastis*).

Modifikasi

modifikasi aspal didapat dengan mencampur aspal keras dengan bahan tambahan. Bahan campuran tambahan yang digunakan untuk aspal modifikasi seperti : getah karet, plastik, botol minuman, oli bekas, karet remah (*Crumb Rubber*) dan lain – lainnya.

Karet

Karet alam yang di sadap dari pohonnya langsung yang warna putih kekuningan.

3. METODE PENELITIAN

Material

Material yang diambil dari PT. Dana Dinamika Persada berlokasi Aceh besar, Kabupaten Aceh Besar. Penelitian yang akan di uji dengan Getah karet dilakukan substitusi aspal pen 60/70.

Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian di laboratorium Universitas Iskandarmuda Banda Aceh.

1. Benda uji dengan variasi kadar aspal pen 60/70 dan Aus (AC-WC). Kadar aspal tengah (pb) dapat dihitung dengan persamaan

No	Kadar Aspal	Kode Benda Uji	Jumlah
1	Pb – 1%	XA1,XA2,XA3	3
2	Pb – 0,5%	XB1,XB2,XB3	3
3	Pb	XC1,XC2,XC3	3
4	Pb + 0,5%	XD1,XD2,XD3	3
5	Pb + 1%	XE1,XE2,XE3	3
Jumlah			15

2. maka dilanjutkan pembuatan sampel dengan substitusi Getah karet (GK) dan aspal pen 60/70

No	Kombinasi	Kadar Aspal	Kode Benda Uji	Jumlah
1	0% GK	KAO _(Bw)	F _{A1} , F _{A2} , F _{A3}	9
		KAO	F _{B1} , F _{B2} , F _{B3}	
		KAO _(At)	F _{C1} , F _{C3} , F _{C3}	
2	3% GK	KAO _(Bw)	G _{A1} , G _{A2} , G _{A3}	9

3	6% GK	KAO	G _{B1} , G _{B2} , G _{B3}	9
		KAO _(A1)	G _{C1} , G _{C3} , G _{C3}	
		KAO _(Bw)	H _{A1} , H _{A2} , H _{A3}	
4	9% GK	KAO	H _{B1} , H _{B2} , H _{B3}	9
		KAO _(A1)	H _{C1} , H _{C3} , H _{C3}	
		KAO _(Bw)	I _{A1} , I _{A2} , I _{A3}	
5	12% GK	KAO	I _{B1} , I _{B2} , I _{B3}	9
		KAO _(A1)	I _{C1} , I _{C3} , I _{C3}	
		KAO _(Bw)	J _{A1} , J _{A2} , J _{A3}	
6	15% GK	KAO	J _{B1} , J _{B2} , J _{B3}	9
		KAO _(A1)	J _{C1} , J _{C3} , J _{C3}	
		KAO _(Bw)	J _{A1} , J _{A2} , J _{A3}	
		KAO	J _{B1} , J _{B2} , J _{B3}	
Jumlah				54

3. Setelah campuran *filler* substitusi getah karet diperoleh nilai persentase terbaik

	Kombinasi Percobaan	Jumlah Benda Uji
1	Campuran KAO Terbaik	3
2	Getah Karet (GK) yang terbaik	3
Jumlah		6

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Penelitian

Hasil yang akan diperoleh pada penelitian ini tentang sifat fisis agregat dan sifat fisis aspal pen 60/70.

Hasil Pemeriksaan Gradasi

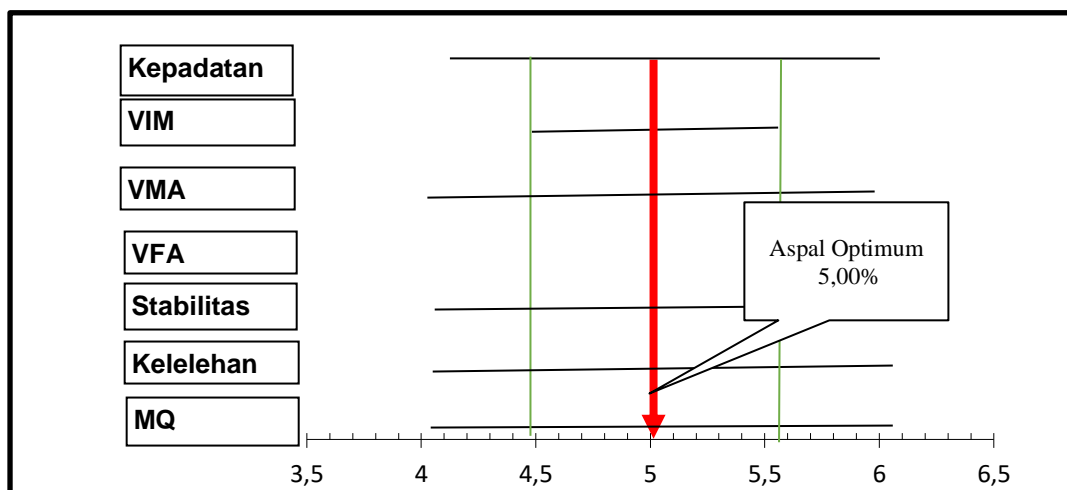
Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Gradasi (AC-WC)

Ukuran Saringan	Laston Lapis Aus (AC-WC)					
	Ukuran (mm)	Spesifikasi bawah	Spesifikasi atas	Gradasi Uji Rencana	% Berat yang tertahan	
Tertahan					Kumulatif	
3/4"	19	100	100	100		
1/2"	12.5	90	100	94	6	6
3/8"	9.5	77	90	87.4	6.6	12.6
No. 4	4.75	53	69	68.4	19	31.6
No.8	2.36	33	53	48.6	19.8	51.4
No. 16	1.18	21	40	34.4	14.2	65.6

No. 30	0.6	14	30	25.7	8.7	74.3
No. 50	0.3	9	22	17.6	8.1	82.4
No. 100	0.15	6	15	10.5	7.1	89.5
No. 200	0.075	4	9	5.3	5.2	94.7
Filler	0	0	0	0	5.3	100

Tabel 4.2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall KAO

No	Karakteristik Campuran	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi Bina Marga(2018)
		4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	
1.	VIM (%)	5,07	4,91	4,76	3,88	2,59	3 – 5
2.	VMA (%)	14,51	15,47	16,42	16,73	16,69	Min. 15
3.	VFA (%)	66,36	68,83	72,21	77,71	84,88	Min. 65
4.	Stabilitas (Kg)	982,03	896,08	900,65	885,49	875,62	Min. 800
5.	Kelelehan (mm)	2,27	3,50	2,17	2,50	2,67	2 – 4
6.	MQ (kg/mm)	296,54	270,20	415,70	369,25	333,12	Min. 250



Hasil Pengujian Marshall dengan Variasi Getah Karet Pada Aspal Pen 60/70

Tabel 4.3 Hasil Rekapitulasi Pengujian Marshall Substitusi Getah Karet (GK) pada kadar aspal 4,50%

No	Paramater Marshall	Variasi getah karet (GK) - Aspal Pen 60/70						Spesifikasi Bina Marga 2018
		0%	3%	6%	9%	12%	15%	
1	VIM (%)	4,91	9,69	5,05	9,24	3,51	6,87	3-5
2	VMA(%)	15,47	19,98	15,95	19,84	14,80	17,84	Min.15

3	VFA(%)	68,83	58,02	69,12	53,46	77,49	62,94	Min.65
4	Stabilitas (kg)	896,08	1012,92	1020,11	1030,90	1050,43	950,00	Min.800
5	kelelehan (mm)	3,50	1,80	2,87	2,47	2,70	2,23	2-4
6	MQ (kg/mm)	270,20	567,73	357,66	418,28	395,70	439,02	Min.250

Sumber : Penulis

Tabel 4.8 Hasil Rekapitulasi Pengujian Marshall Substitusi Getah Karet (GK) pada kadar *aspal 5,00%*

N O	Paramater Marshall	Variasi getah karet (GK) - Aspal Pen 60/70						Spesifikasi Bina Marga 2018
		0%	3%	6%	9%	12%	15%	
1	VIM (%)	4,76	3,65	4,19	6,83	3,04	4,05	3-5
2	VMA(%)	16,42	15,75	16,32	18,83	15,53	16,50	Min.15
3	VFA(%)	72,21	77,14	76,37	63,74	80,80	77,13	Min.65
4	Stabilitas (kg)	900,65	1115,50	1118,72	1005,04	1015,06	980,72	Min.800
5	kelelehan (mm)	2,17	2,53	2,40	2,50	2,23	2,57	2-4
6	MQ (kg/mm)	415,70	448,50	466,77	407,00	459,77	386,48	Min.250

Sumber : Penulis

Tabel 4.9 Hasil Rekapitulasi Pengujian Marshall Substitusi Getah Karet (GK) pada kadar *aspal 5,50%*

N O	Paramater Marshall	Variasi getah karet (GK) - Aspal Pen 60/70						Spesifikasi Bina Marga 2018
		0%	3%	6%	9%	12%	15%	
1	VIM (%)	3,88	4,33	3,80	3,31	4,66	7,97	3-5
2	VMA(%)	16,73	17,44	17,08	16,89	18,07	21,00	Min.15
3	VFA(%)	77,71	75,21	78,32	80,60	74,69	62,43	Min.65
4	Stabilitas (kg)	885,49	1200,63	1220,99	1215,31	1010,72	860,93	Min.800
5	kelelehan (mm)	2,50	2,97	2,67	2,50	3,00	2,67	2-4
6	MQ (kg/mm)	369,25	412,35	457,99	508,05	342,67	327,26	Min.250

Tinjauan Terhadap Nilai VIM (Void In Mix)

Tabel 4.12 Variasi *Getah Karet* Variasi Kadar Aspal.

No	Campuran <i>Getah Karet</i> + Aspal Pen 60/70	Kadar Aspal (%)		
		4,50%	5,00%	5,50%
1.	0% (Aspal Normal)	4,91	4,76	3,88
2.	3%	9,69	3,65	4,33
3.	6%	5,05	4,19	3,80
4.	9%	4,28	4,08	3,31
5.	12%	3,51	3,04	4,66
6.	15%	3,34	4,05	4,60

Sumber : Penulis

Tinjauan Terhadap Nilai VMA (Void Mineral Agregat)

Tabel 4.13 Variasi *Getah Karet* Variasi Kadar Aspal.

	<i>Getah Karet</i> + Aspal Pen 60/70	Kadar Aspal (%)		
		4,50%	5,00%	5,50%
1.	0% (Aspal Normal)	15,47	16,42	16,73
2.	3%	19,98	15,75	17,44
3.	6%	15,95	16,32	17,08
4.	9%	15,47	16,43	16,89
5.	12%	14,80	15,53	18,07
6.	15%	14,73	16,50	18,11

Sumber : Penulis

Tinjauan Terhadap VFA (Void Filled By Asphalt)

Tabel 4.14 Variasi *Getah Karet* Variasi Kadar Aspal.

	<i>Getah Karet</i> + Aspal Pen 60/70	Kadar Aspal (%)		
		4,50%	5,00%	5,50%
1.	0% (Aspal Normal)	68,83	72,21	77,71
2.	3%	58,02	77,14	75,21
3.	6%	69,12	76,37	78,32
4.	9%	98,06	79,09	80,60
5.	12%	77,49	80,80	74,69
6.	15%	86,47	77,13	79,22

Sumber : Penulis

Gambar

Karet alam merupakan polimer alami yang dapat digunakan sebagai campuran aspal karena karet alam dapat meningkatkan nilai stabilitas pada campuran.



4. KESIMPULAN

Dari Hasil kesimpulan diatas aspal yang telah dimodifikasi dengan getah karet sudah memenuhi spesifikasi yang disyaratkan serta dapat digunakan sebagai bahan campuran AC-WC. Berdasarkan evaluasi parameter Marshall diperoleh kadar aspal optimum (KAO) 4,50%: 5,00% dan 5,50%.

5. SARAN

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar menggunakan jenis lainnya seperti Getah Karet yang sudah tercampur air baterai dan limbah getah karet yang sudah terendam air, ditambahkan dalam campuran aspal dengan persentase yang berbeda.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. Abadi Abubakar, MT. Sebagai Pembimbing Utama dan Ibu Febrina Dian Kurniasari, S.ST, MT sebagai Co. Pembimbing , dan yang teristimewa terima kasih kepada kedua orang tua yang telah memberi dukungan financial terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonymous, 1991, Aggregate Wear Testing Method With Los Angeles Abrasion Machine, SNI 03-2417-1991, Public Works Department, PU Research and Development Agency, Indonesian National Standards, Jakarta.
2. Anonyme, 1991, Méthode d'essai de l'attachement à l'asphalte, SNI 03-2439-1991, Département des travaux publics, Agence de recherche et de développement PU, Normes nationales indonésiennes, Jakarta.
3. Anonyme, 2010, Spécification générale, Ministère des travaux publics, Direction générale de Bina Marga, Jakarta.
4. Andi Syaiful Amal, (2011) Département de la Faculté de génie civil avec le titre « Utilisation du caoutchouc sur la base traitée d'asphalte (ATB) ». Faculté d'ingénierie, Université de Muhammadiyah Malang.
5. Direction générale de Bina Marga, 2018, Spécification générale de la Direction générale de Bina Marga Edition 2010 Revision 4 Division 6, Jakarta.
6. Farlin Rosyad Dkk (2017). Génie civil, Université Binadarma. Avec le titre « Analyse de l'effet de l'ajout de déchets de caoutchouc sur la durabilité et l'asphalte en béton Flexibilias (AC-WC) ». JL. Général Sudirman Ahmad Yani No.03 Palembang.
7. Riky pradana Trisilvana, Dkk, (2010) Département de génie civil Faculté d'ingénierie Universitas Brawijaya avec le titre « Effet de l'ajout de matériaux naturels en latex (sève de caoutchouc) sur la performance de Porus Asphalt Marshall ». Jalan M.T Haryono 167 Malang 65145, Java oriental-Indonésie
8. Sukirman, S. (2003). Béton bitumineux mélangé à chaud. Yayasan Obor Indonésie.
9. Saodang, 2005. « Planification de la chaussée ». Nova, Bandung 72. Said J.A, 2013, Technical Book of Airport Runway Evaluation According to Marshall Parameters, Malikussaleh Lhokseumawe Airport, North Aceh

**PENGARUH PENGGUNAAN GETAH KARET
TERHADAP STABILITAS MARSHALL
PADA CAMPURAN ASPHALT CONCRETE – BASE (AC-BASE)**

***THE EFFECT OF USING RUBBER LATEX ON THE STABILITY
OF MARSHALL IN THE ASPHALT CONCRET-BASE MIXTURE
(AC-BASE)***

Pramono^{1)*}, Karminto²⁾, Sopia Ayu Lestari³⁾,

pram_smile@yahoo.com¹⁾, karminto_m@yahoo.com²⁾ sopialstri@gmail.com³⁾,

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda

^{1,2,3}Jl. Cipto Mangunkusumo Kampus Gunung Panjang, Kota Samarinda 75131, Kalimantan Timur

Korespondensi Naskah : Pramono

INTISARI

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Jenis aspal yang digunakan pada umumnya adalah *Asphalt Concrete* (AC). Namun perkerasan AC cukup peka terhadap retak dan pelepasan butir. Untuk mengatasi permasalahan di tersebut, perlu dilakukan peningkatan kualitas campuran aspal, salah satunya dengan memberi bahan tambah pada aspal atau bisa disebut dengan aspal modifikasi. Dalam penelitian ini dicoba mencampur antara campuran AC-Base dengan bahan tambah getah karet. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan stabilitas Marshall pada campuran *Asphalt Concrete-Base* (AC-Base) dengan penambahan getah karet. Pada penelitian ini dibuat benda uji Marshall dengan variasi getah karet 0%, 2%, 4%, dan 6% terhadap berat aspal serta kadar aspal yang direncanakan adalah 4%, 4,5%, 5%, 5,5% dan 6% yang kemudian akan diketahui kadar aspal optimum, stabilitas, flow, VIM, VMA, VFA dan MQ pada campuran AC-Base. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh penambahan getah karet menurunkan kadar aspal optimum dan meningkatkan stabilitas. Dengan stabilitas tertinggi terjadi pada penambahan getah karet sebesar 4% dengan nilai kadar aspal optimum 5,063% dan stabilitas secara grafis sebesar 3.180 kg kg dan pada kondisi aktual 3.222,70 kg. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran AC-Base dengan penambahan getah karet memenuhi persyaratan.

Kata kunci: *Asphalt Concrete – Base*, AC-Base, Getah Karet, Marshall, Kadar Aspal Optimum.

ABSTRACT

Flexible pavement is pavement that uses asphalt as a binding agent. The type of asphalt used in general is Asphalt Concrete (AC). However, AC pavement is quite sensitive to cracking and release of grains. To overcome the above problems, it is necessary to improve the quality of the asphalt mixture, one of which is by adding ingredients to asphalt or can be called as modified asphalt. In this study a mixture of AC-Base was mixed with rubber latex added ingredients. The purpose of this study was to improve Marshall stability in Asphalt Concrete-Base (AC-Base) mixtures with the addition of rubber latex. In this study Marshall test specimens were made with variation of rubber latex 0%, 2%, 4%, and 6% to the weight of asphalt and the planned asphalt content was

4%, 4.5%, 5%, 5.5% and 6% which will then be known as optimum asphalt content, stability, flow, VIM, VMA, VFA and MQ in the AC-Base mixture. Based on the results of the study obtained the addition of rubber latex reduces the optimum asphalt levels and increases stability. With the highest stability, the addition of rubber latex was 4% with optimum bitumen content value of 5.063% and graphically stability of 3,180 kg kg and in actual conditions 3222.70 kg. the results showed that the AC-Base mixture with the addition of rubber latex fulfilled the requirements.

Keywords: Asphalt Concrete - Base, AC-Base, Rubber Gum, Marshall, Optimum Asphalt Levels.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Jenis aspal yang digunakan pada umumnya adalah *Asphalt Concrete* (AC). Namun perkerasan AC cukup peka terhadap retak dan pelepasan butir (Yamin, 2002). Kerusakan jalan di Indonesia sering sekali terjadi, bahkan kerusakan terjadi sebelum jalan tersebut mencapai umur rencana yang telah ditetapkan (Amal, 2011). Salah satu penyebab kerusakan dapat terjadi karena kurangnya stabilitas campuran sehingga lapis perkerasan tidak mampu menahan beban lalu lintas.

Untuk mengatasi permasalahan di atas, perlu dilakukan peningkatan kualitas campuran aspal, salah satunya dengan memberi bahan tambah pada aspal atau bisa disebut dengan aspal modifikasi. Aspal modifikasi adalah aspal yang dibuat dengan mencampur aspal keras dengan suatu bahan tambah. Aspal modifikasi mulai diperkenalkan di luar negeri lebih dari 15 tahun lalu, dengan maksud mencegah retak pada waktu musim dingin, mencegah deformasi plastis pada beban berat di cuaca panas. Maka bahan tambah yang diperlukan untuk menstabilkan campuran aspal modifikasi untuk mencegah deformasi plastis serta pelepasan agregat memerlukan bahan yang memiliki daya lekat yang baik.

Bahan yang biasanya digunakan untuk memodifikasi aspal adalah polimer sintetis. Polimer yang digunakan bisa polimer sintetis atau polimer alam. Polimer sintetis yang banyak digunakan sebagai bahan pemodifikasi aspal adalah SBS (*Styrene Butadiene Styrene*), namun masalah biaya dan ketersediaan bahan yang sulit sehingga dalam penelitian ini dicoba menggunakan

polimer alam yaitu getah karet yang banyak di Indonesia.

Getah karet memiliki daya pantul dan elastisitas yang baik, serta sifat fisik seperti elastisitas, kuat tarik, dan kepegasan yang tinggi pula (Ferdila, 2018). Atas dasar hal tersebut dalam penelitian ini dicoba mencampur antara campuran AC-Base dengan bahan tambah getah karet.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis merumuskan suatu permasalahan, diantaranya:

- Bagaimana pengaruh penggunaan getah karet terhadap sifat-sifat Marshall yaitu nilai stabilitas, kelelahan (flow), *Void In Mix* (VIM), *Void Mineral Agregat* (VMA) dan *Marshall Quotient* (MQ) pada campuran *Asphalt Concrete-Base* (AC-Base)?
- Berapa kadar aspal optimum (KAO) dari variasi kadar getah karet tersebut sehingga didapatkan campuran yang memenuhi spesifikasi teknis untuk campuran Asphalt Concrete Base (AC-Base)?

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan stabilitas Marshall pada campuran Asphalt Concrete Base (AC-Base) dengan penambahan getah karet.

TINJAUAN PUSTAKA

Asphalt Concrete- Base (AC-Base)

Asphalt Concrete-Base (AC-Base) merupakan perkerasan yang terletak di bawah lapis pengikat, perkerasan ini tidak berhubungan langsung dengan cuaca, tetapi perlu memiliki stabilitas untuk menahan beban lalu lintas yang disebarkan melalui roda

kendaraan. AC-Base merupakan pondasi perkerasan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas. Persyaratan yang harus dipenuhi lapisan AC-Base dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi campuran AC-Base

Sifat-sifat Campuran		Lapisan Aspal Beton AC-Base
Jumlah Tumbukan per Bidang	Min.	112
Rongga dalam Campuran (%)	Min.	3,0
	Maks.	5,0
Rongga dalam Agregat (%)	Min.	14
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	1800
Pelelehan (mm)	Min.	3,0
	Maks.	6,0
Marshall Quotient (kg/mm)	Min.	300

Getah Karet

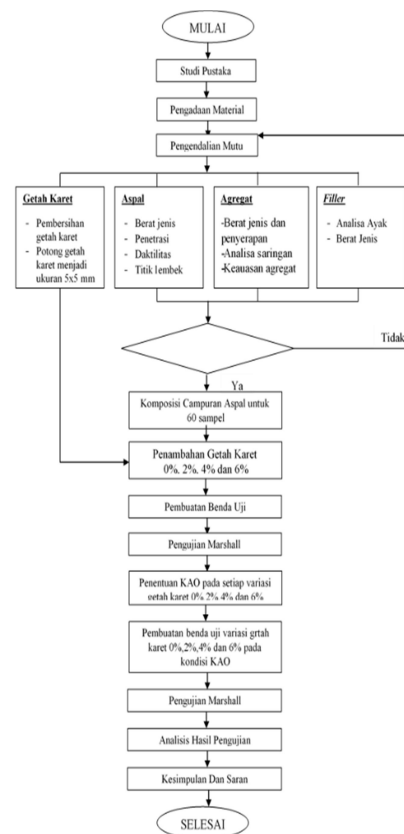
Getah karet alam dapat diperoleh dari tanaman *Hevea brasiliensis* yang menghasilkan getah berupa cairan berwarna putih ketika permukaan kulit pohonnya disadap. Getah karet merupakan emulsi kompleks yang mengandung protein, alkaloid, pati, gula, (poli) terpena, minyak, tanin, resin dan gom. Pada banyak tumbuhan karet biasanya berwarna putih, namun ada juga yang berwarna kuning, jingga, atau merah.

Getah karet memiliki beberapa keunggulan, seperti daya elastis yang baik, plastisitas yang tinggi, mudah dalam pengolahannya, harga yang ekonomis dibandingkan harga aspal, tidak mudah aus (tidak mudah habis karena gesekan) dan tidak mudah panas. Selain itu, getah karet alami juga memiliki daya tahan yang tinggi terhadap keretakan, tahan hentakan yang berulang-ulang, serta daya lengket yang tinggi terhadap berbagai bahan (Ferdila, 2018). Sehingga getah karet dapat menambah stabilitas pada perkerasan jalan. Karet alam melunak pada suhu 130°C dan mengurai pada suhu 200 °C (Al-mukarrrom, 2014).

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan penyusun yang digunakan pada penelitian ini, yaitu aspal pen 60/70, agregat kasar, agregat halus dan getah karet. Agregat kasar berupa batu pecah (split) ukuran 2/3” dan 3/8”, agregat halus berupa abu batu dan pasir Palu, sedangkan getah karet berasal dari Kecamatan Palaran, serta *filler* berupa semen PCC.

Pada penelitian ini akan direncanakan aspal beton *Asphalt Concrete – Base (AC-Base)* dengan bahan tambah getah karet variasi 0%, 2%, 4% dan 6% terhadap berat aspal serta kadar aspal yang direncanakan 4%, 4.5%, 5%, 5.5% dan 6%, yang menjadi acuan standarnya yaitu Spesifikasi Umum Perkerasan Aspal (Bina Marga 2018). Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Politeknik Negeri Samarinda. Dengan bagan alir penelitian seperti Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir penelitian

Secara umum tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian ini sesuai Gambar 1, dan dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Material berupa agregat kasar, agregat halus, batu laterit, filler dan aspal yang telah disiapkan dilakukan pengujian meliputi: berat jenis dan penyerapan, analisa saringan, keausan agregat dan kekekalan agregat. Sedangkan pengujian aspal meliputi: daktilitas, titik lembek, berat jenis, dan penetrasi.
- b. Setelah didapatkan komposisi agregat yang sesuai dengan spesifikasi campuran yang akan dibuat dan kadar aspal rencana, kita dapat membuat benda uji. Dalam penelitian ini akan dibuat 60 benda uji dengan 5 variasi kadar aspal rencana yaitu: %, 4.5%, 5%, 5.5%, 6% dan 5 variasi kadar getah karet 0%, 2%, 4% dan 6%. Masing-masing kadar aspal dibuat 3 buah benda uji. Didalam pencampuran benda uji dilakukan pemanasan terhadap agregat dengan suhu $\pm 160^{\circ}\text{C}$, sedangkan kadar aspal dengan suhu $\pm 150^{\circ}\text{C}$. Campuran yang telah siap dimasukkan kedalam mold. Selanjutnyadipadatkan dengan alat hammer sebanyak 2x112 tumbukan. Suhu pemadatan yaitu $\pm 147^{\circ}\text{C}$. Kemudian diamkan beberapa saat, setelahdingin benda uji dikeluarkan dari mold.
- c. Pengujian Marshall bertujuan untuk mendapatkan stabilitas dan kelelahan(*flow*). Analisis kepadatan dan pori dari campuranpadat yang terbentuk dilakukan dengan cara menimbang benda uji. Setelah proses pembuatan benda uji, maka benda uji didiamkan ± 24 jam, kemudian ditimbang untuk memperoleh berat kering udara. Benda uji tersebut kemudian direndam untuk mencari berat dalam air dan berat SSD. Pengujian marshall dilakukan dengan alat marshall, setelahbenda uji terlebih dahulu direndam dalam airbersuhu 60°C . Dari hasil pengujian Marshallakan didapatkan nilai karakteristik marshall meliputi: stabilitas, *flow*, *Marshall Quotient* (MQ), Rongga Antara Mineral Agregat (VMA), Rongga Udara dalam campuran(VIM) dan Rongga Terisi aspal (VFA).
- d. Data nilai sifat-sifat marshall yang didapatkan kemudian dianalisa dengan kurva regresi untuk mendapatkan suatu kurva yang sesuai. Kemudian dibuat barchat untuk mendapatkan kadar aspal

- optimum (KAO) untuk masing-masing variasi dan nilai sifat-sifat Marshall pada KAO secara grafis.
- e. Setelah mendapat KAO pada variasi getah karet 0%, 2%, 4% dan 6% dibuat 3 buah benda uji tiap variasi. Dilakukan pembuatan benda uji dan pengujian Marshall seperti sebelumnya. Sehingga didapat nilai karakteristik marshall meliputi: stabilitas, *flow*, *Marshall Quotient* (MQ), Rongga Antara Mineral Agregat (VMA), Rongga Udara dalam campuran(VIM) dan Rongga Terisi aspal (VFA) pada kondisi KAO aktual.
- f. Dari keempat getah karet kemudian dibuat tabel, untuk dapat dibandingkan pada variasi getah karet berapa persen yang memenuhi persyaratan sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 tentang sifat-sifat campuran lapisan aspal beton (*AC-Base*) yang dapat dilihat pada Tabel 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium pengujian aspal didapatkan data seperti pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa nilai berat jenis, penetrasi, titik lembek dan daktilitas memenuhi persyaratan aspal pen 60/70.

Tabel 2. Hasil Pengujian Aspal

Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil
Berat Jenis	≥ 1	1,02
Penetrasi (mm)	60-70	64,5
Titik Lembek ($^{\circ}\text{C}$)	≥ 48	50,75
Daktilitas (cm)	≥ 100	115,5

Hasil pengujian sifat fisik agregat kasar, agregat halus dan filler memnuhi persyaratan dan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian

Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil
Agregat Kasar (Batu 2/3")		
Berat Jenis	Min. 2,5	2,72
Penyerapan (%)	Maks. 3%	0,464
Abrasi (%)	Maks. 40%	20,10
Agregat Kasar (Batu 3/8")		
Berat Jenis	Min. 2,5	2,70
Penyerapan (%)	Maks. 3%	0,75
Abrasi (%)	Maks. 40%	21,48
Agregat Halus (Abu Batu)		

Berat Jenis	Min. 2,5	2,62
Penyerapan (%)	Maks. 3%	1,11
Agregat Halus (Abu Batu)		
Berat Jenis	Min. 2,5	2,58
Penyerapan (%)	Maks. 3%	1,11
Filler		
Berat Jenis	Min. 1	3,018
Lolos Ayakan (%)	≥ 75%	87,80

Kadar aspal optimum (KAO) masing-masing variasi penambahan getah karet dari hasil pengujian Marshall ini diperoleh untuk variasi getah karet 0% sebesar 5,39%, untuk 2% getah karet sebesar 5,16%, untuk 4% getah karet sebesar 5,063% dan untuk 6% getah karet sebesar 5%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin bertambahnya getah karet maka KAO akan semakin menurun.

Dari hasil pengujian didapat nilai sifat-sifat Marshall pada penambahan getah karet 0%, dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji Marshall getah karet 0%

Uraian	Kadar Getah Karet	
	0%	
	Grafis	Aktual
KAO (%)	5,39	
Stabilitas (kg)	2110,00	2204,28
Flow (mm)	5,00	4,54
MQ (kg/mm)	425,00	485,29
VIM (%)	4,30	4,90
VMA (%)	15,80	16,30
VFA (%)	73,00	69,96

Dari pengujian Marshall penambahan getah karet 0% didapat kadar aspal optimum dari grafik gabungan sebesar 5,39% dengan stabilitas sebesar 2.110 kg. Pada keadaan kadar aspal optimum aktual diperoleh stabilitas yang lebih besar yaitu 2312,37 kg. Namun kedua nilai tersebut sudah memenuhi spesifikasi minimum 1800 kg Secara grafis diperoleh hasil kelelahan (*flow*) sebesar 5 mm, VIM sebesar 4,30%, VMA sebesar 15,80%, VFA sebesar 73% dan nilai MQ sebesar 425 kg/mm. Pada kondisi aktual nilai *flow* turun 9,2%, VIM naik 19,95%, VMA naik 3,16%, VFA turun 4,16% dan nilai MQ naik 19,77% terhadap kondisi grafis.

Dari hasil penambahan getah karet 0% akan dibandingkan dengan hasil peambaan getah karet 2%, dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji Marshall getah karet 2%

Uraian	Kadar Getah Karet			
	0%		2%	
	Grafis	Aktual	Grafis	Aktual
KAO (%)	5,39		5,16%	
Stabilitas (kg)	2110	2204,28	2400	2467,02
Flow (mm)	5,00	4,54	5,20	4,64
MQ (kg/mm)	425	485,29	460	531,52
VIM (%)	4,30	4,90	4,10	4,43
VMA (%)	15,80	16,30	15,20	15,40
VFA (%)	73,00	69,96	73,00	71,22

Pada penambahan getah karet 2% didapat stabilitas yang lebih tinggi dibandingkan tanpa getah karet. Stabilitas yang didapat secara grafis pada kondisi kadar aspal optimum sebesar 2.400 kg dan pada kondisi aktual sebesar 2.467,02 kg. Peningkatan ini terjadi karena getah karet memiliki daya lekat yang tinggi sehingga saat tercampur dengan aspal dapat memperkuat campuran.

Penambahan getah karet 2% dibanding getah karet 0% pada campuran aspal pada kondisi grafis akan meningkatkan nilai *flow* sebesar 4% dan MQ sebesar 4,42% serta menurunkan nilai VIM sebesar 4,65%, VMA sebesar 3,80% dan VFA tetap. Sedangkan pada kondisi aktual nilai VFA meningkat 1,80%.

Dari hasil penambahan getah karet 0% akan dibandingkan dengan hasil peambaan getah karet 4%, dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil uji Marshall getah karet 4%

Uraian	Kadar Getah Karet			
	0%		4%	
	Grafis	Aktual	Grafis	Aktual
KAO (%)	5,39		5,063%	
Stabilitas (kg)	2110	3180	3180	3222,70
Flow (mm)	5,00	5,30	5,30	4,93
MQ (kg/mm)	425	580	580	653,18
VIM (%)	4,30	4,00	4,00	4,31
VMA (%)	15,80	14,80	14,80	15,07
VFA (%)	73,00	74,00	74,00	71,42

Pada penambahan getah karet 4% menunjukkan bahwa semakin bertambahnya getah karet maka stabilitas akan meningkat

menjadi 3.180 kg dibandingkan dengan penambahan getah karet 0% dan 2%. Pada kondisi aktual stabilitas naik 1,34% terhadap kondisi grafis.

Sedangkan pada nilai kelelahan (*flow*) baik grafis maupun aktual mengalami kenaikan menjadi 5,30 mm dan 4,93 mm. Nilai VIM dan VMA mengalami penurunan baik secara grafis maupun aktual terhadap getah karet 0%. Nilai VIM turun menjadi 4% dan 4,31% serta nilai VMA menjadi 14,80% dan 15,07%. Dan nilai VFA yang diperoleh secara grafis dan aktual mengalami kenaikan sebesar 1,37% dan 2,07%. Nilai MQ naik menjadi 580 kg/mm dan pada kondisi aktual naik 12,62% terhadap kondisi grafis.

Dari hasil penambahan getah karet 0% akan dibandingkan dengan hasil penambahan getah karet 6%, dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil uji Marshall getah karet 6%

Uraian	Kadar Getah Karet			
	0%		6%	
	Grafis	Aktual	Grafis	Aktual
KAO (%)	5,39		5,00%	
Stabilitas (kg)	2110	2204,28	2810	2838,28
Flow (mm)	5,00	4,54	5,50	5,74
MQ (kg/mm)	425	485,29	530	494,58
VIM (%)	4,30	4,90	4,00	3,97
VMA (%)	15,80	16,30	15,00	14,63
VFA (%)	73,00	69,96	74,00	72,93

Stabilitas menjadi 2.810 kg pada campuran dengan getah karet 6%, pada kondisi aktual stabilitas meningkat menjadi 2.838,28 kg. Nilai *flow* naik 10% terhadap campuran aspal dengan getah karet 0% secara grafis dan naik 26,43% pada kondisi aktual. Nilai VIM mengalami penurunan pada kondisi grafis menjadi 4% dan 3,97% pada kondisi aktual. Nilai VIM 15% pada grafis dan 14,63% pada kondisi aktual, spesifikasi minimum 13% masih terpenuhi. Nilai VFA secara grafis naik menjadi 74% dan pada kondisi aktual meningkat menjadi 72,93%. Dan nilai MQ pada secara grafis dan aktual

meningkat menjadi 530 kg/mm dan 494,58 kg/mm.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan terhadap penambahan getah karet 0%, 2%, 4% dan 6% pada campuran *Asphalt Concrete-Base (AC-Base)* menunjukkan peningkatan stabilitas dan memenuhi sifat-sifat Marshall serta menurunnya kadar aspal. Dari keempat variasi penambahan getah karet pada penambahan getah karet 4% dengan kadar aspal optimum 5,036% terjadi peningkatan terbesar dibanding penambahan getah karet yaitu sebesar 50,71% secara grafis dan 46,20% secara aktual.

Nilai *flow* sebesar 5,30 mm, VIM sebesar 4%, VMA sebesar 14,80%, VFA sebesar 74% dan MQ sebesar 580 kg/mm secara grafis. Dan pada kondisi aktual nilai *flow* sebesar 4,93mm, VIM sebesar 4,31%, VMA sebesar 15,07%, VFA sebesar 71,42% dan MQ sebesar 654,18 kg/mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Amal, A.S. (2011). *Pemanfaatan Getah Karet Pada Aspal AC 60/70 Terhadap Stabilitas Marshall Pada Asphalt Treated Base (ATB)*, Jurnal Media Teknik Sipil, Vol. 9, No.1, Februari 2011: 8-16.
- Al-mukarrom, M.R. (2014). *Kualitas Aspal Sintesis Dari Ban Bekas, Limbah Plastik (HDPE & PET) Dengan Menggunakan Pelarut Minyak*, Tugas Akhir, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- Badan Standarisasi Nasional. RSNI M 01-2003. *Metode Pengujian Campuran Beraspal dengan Alat Marshall*.
- Badan Standarisasi Nasional. SNI 1969-2016. *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar*.
- Badan Standarisasi Nasional. SNI 2417-2016, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus*.

- Badan Standarisai Nasional. SNI 2417-2008.
Metode Pengujian Abrasi dengan Mesin Los Angeles.
- Badan Standarisai Nasional. SNI 2432-2011.
Metode Uji Daktilitas Aspal.
- Badan Standarisai Nasional. SNI 2434-2011.
Cara Uji Titik Lembek Aspal dengan Alat Cincin dan Bola (ring and ball).
- Badan Standarisai Nasional. SNI 2441-2011.
Metode Pengujian Berat Jenis Aspal Keras.
- Badan Standarisai Nasional. SNI 2456-2011.
Metode Uji Penetrasi Aspal.
- Badan Standarisai Nasional SNI 3407:2008.
Metode Pengujian Sifat Kekekalan Agregat dengan Cara Perendaman menggunakan Larutan Natrium Sulfat atau Magnesium Sulfat.
- Badan Standarisai Nasional. SNI ASTM C117:2012 *Metode Uji untuk Analisa Saringan Agregat Kasar dan Agregat Halus.*
- Direktorat Jendral Bina Marga. (2018). *Spesifikasi Umum Divisi 6 Campuran Beraspal Panas.*
- Ferdilla, S, C. (2018). *Pengaruh Penambahan Bahan Alami Lateks (Getah Karet) Terhadap Karakteristik Beton Aspal Lapis Pengikat Dengan Pengujian Marshall.* Skripsi Universitas Riau Pekanbaru.
- Hendarsin, S, L. (2000). *Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya,* Politeknik Negeri Bandung – Jurusan Teknik Sipil, Bandung.
- Sukirman, S. (2007). *Beton Aspal Campuran Panas,* Yayasan Obor Indonesia: Jakarta.
- Yamin, A. (2002). *Kinerja Campuran Beraspal di Indonesia, Desiminasi Spesifikasi Baru Campuran Beraspal Panas dengan Alat PRD.* Puslitbang Prasarana Transportasi Bandung.

PENELITIAN PENAMBAHAN KARET ALAM (LATEKS) PADA CAMPURAN LASTON AC-WC TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL

¹Fauzie Nursandah, ²Moch. Zaenuri

Civil Engineering Department, Kadiri University, Jl.Selomangleng 1 Kediri Indonesia
Email: fauzie_nursandah@unik-kediri.ac.id, moch_zauenuri@unik-kediri.ac.id

ABSTRAK

Suatu upaya dalam meningkatkan kemampuan perkerasan perkerasan aspal guna menanggulangi adanya perubahan pada aspal maka perlu penambahan aditif. Pada kesempatan ini dicoba dengan menambahkan karet alam cair (lateks). Adapun tujuannya yaitu mencari nilai karakteristik pada laston AC-WC pada nilai KAO dengan penambahan variasi lateks 3%, 5%, 7%, 9%, dan 11% dari total berat aspal pada benda uji. Pengujian menggunakan alat uji Marshall didapat nilai KAO sebesar 6,20% dari campuran laston AC-WC dengan variasi lateks 7% terhadap total berat aspal pada benda uji dimana semua perhitungan dan penelitian menggunakan alat uji Marshall memenuhi. Didapat nilai stabilitas 1349,63 kg, nilai Flow 3,49 mm, nilai MQ 397,78 kg/mm, nilai VIM 4,35 %, nilai VMA 16,39 %, nilai VFB 72,62.

Kata-kata Kunci: Campuran AC-WC, Lateks Alami, Marshall Test.

Latar Belakang

“Pada tahun 2015 Jumlah kendaraan bermotor di Indonesia mencapai 121,390 juta unit yang berarti mengalami kenaikan unit sebesar 6,29% dari tahun 2014 yang terdiri dari angkutan 13,48 juta unit, angkutan barang 6,6 juta unit, pribadi 2,4 juta unit dan paling dominan sepeda motor sebanyak 98,88 juta unit” (Limantara, Candra, and Mudjanarko 2017). “Pertambahan volume lalu lintas akan menyebabkan penurunan layanan karena di akibatkan oleh menurunnya kapasitas jalan karena adanya peningkatan hambatan samping maupun karena beratambahnya volume lalu lintas itu sendiri yang pada akhirnya akan menyebabkan tingkat kejenuhan jalan meningkat” (Philipus Resato Nahak, Yosef Cahyo SP.STMT.M.Eng, Drs. Sigit Winarto, n.d.). “Perkerasan lentur merupakan perkerasan yang paling diminati pada struktur perkerasan jalan raya. Daya dukung yang besar sehingga mampu menerima beban lalu lintas kendaraan ditambah biaya konstruksi yang lebih ekonomis merupakan kelebihan dari perkerasan lentur dibandingkan dengan perkerasan lainnya” (Ac-l 2018). “Aspal beton sebagai bahan untuk konstruksi jalan sudah lama dikenal dan digunakan secara luas dalam pembuatan jalan. Penggunaannya pun di

Indonesia dari tahun ketahun makin meningkat” (Gunarto 2019).

“Aspal beton mempunyai karakteristik kuat dari pengaruh keausan serta kedap air dan juga mempunyai stabilitas tinggi, dan mudah pelaksanaannya. Namun pada keadaan tertentu jenis perkerasan ini sering menimbulkan masalah terutama pada kekakuan lapisan dan umur rencana yang tidak seperti diharapkan” (Evrilyana, Ridwan, and Cahyo 2018). Pada penelitian kali ini dicoba dengan laston AC-WC menggunakan bahan penambah karet alam cair (lateks).

“Karet alam (Lateks) merupakan bahan alami yang ketersediaannya cukup berlimpah di Indonesia karena merupakan salah satu hasil perkebunan unggulan dalam negeri. Penggunaan karet alam baru, seperti lateks alam sebagai bahan tambah pada bahan pengikat aspal” (Hermadi and Ronny 2015). Agregat diambil dari daerah ketanen. Sampai saat ini agregat dari daerah ketanen tersebut banyak digunakan sebagai material dalam perkerasan jalan. Penelitian ini untuk menentukan kadar aspal optimum (KAO) dengan penambahan lateks.

Metodologi penelitian

“Tahapan-tahapan dari penelitian ini meliputi persiapan, pelaksanaan dan analisa data. Persiapan dimulai dengan dilakukan studi literatur terlebih dahulu dengan mengumpulkan referensi berupa buku atau jurnal yang berhubungan dengan judul dari penelitian ini” (Zaenuri 2018).

Setelah itu diadakan penelitian di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kadiri. Aspal penetrasi 60/70 yang diperoleh dari PT TRIPLE S di kota Kediri. Lateks diperoleh dari suplier dari Nganjuk. Rancangan agregat yang tertahan ayakan 2,36 mmdan harus memenuhi syarat yaknikeberbersihan, kekerasan, keawetan dan terbebas dari kadar lempung. “pembatasan lolos gradasiayakan0,075 mm, agregat kasar harus bersih dari kotoran atau lumpur agar mudah dilekati aspal”(Hadi 2007). Gadasi campuran dinyatakan pada Tabel 1.

tabel 1. Gradasi agregat campuran AC-WC

Ukuran saringan (mm)	% berat lolos			% tertahan
	atas	bawah	Batas tengah	
25,4	100,0	100,0	100,0	
19	100,0	100,0	100,0	
12,5	100,0	90,0	96,0	4,0
9,5	90,0	77,0	84,0	11,0
4,8	69,0	53,0	62,0	21,0
2,4	53,0	33,0	44,0	17,0
1,2	40,0	21,0	31,0	12,0
0,6	30,0	14,0	23,0	7,0
0,3	22,0	9,0	16,0	6,0
0,15	15,0	6,0	11,0	4,0
0,0750	9,0	4,0	7,0	3,0
Pan				<u>5,0</u>
			Jumlah :	100,0

komposisi agregat kasar 40%, agregat halus 60% dan filler 5%. Kadar aspal 4,0%,5,0%,6,0%, 6,50%, dan 7,0%. Setelah itu dibuat3 dari setiap sampel pada kadar aspal, kemudian diambil dari nilai rata-rata sampel sebagai hasil penelitian.

Laston AC-WC dengan PRD

PRD(Derajat kepadatan mutlak) adalah “perbedaan antara pematandari uji lab

denganpematatan mutlak dalam persen (%)” (Anam 2018). “Kepadatan mutlak merupakan pendekatan terhadap kondisi lapangan setelah campuran beraspal dipadatkan secara sekunder oleh lalu lintas selama beberapa tahun umur rencana, tanpa mengalami perubahan bentuk plastis”(Ariawan 2007).

KAO

“Hal ini dilakukan dengan menggunakan metode bar-chart, dimana dibuat bar chart yang menunjukkan rentang kadar aspal yang memenuhi setiap karakteristik Marshall sesuai spesifikasi” (I Nyoman Arya Thanaya 2016). “Kadar aspal optimum ditentukan pada kadar aspal yang memenuhi semua spesifikasi karakteristik Marshall”(Fitri, Saleh, and Isya 2018).

Uji marshall sisa

Untuk mengevaluasi keawetan campuran adalah pengujian Marshall perendaman di dalam air pada suhu 60o C selama 24 jam. Perbandingan stabilitas yang direndam dengan stabilitas standar, dinyatakan sebagai persen dan disebut Indeks Stabilitas Sisa (IRS):

Uji kadar karet alam

“Lateks adalah cairan getah yang didapat daribidang sadap pohon karet”. Lateks yang baik harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

- a. “Tidak terdapat kotoran atau benda-benda lain, seperti daun atau kayu”.
- b. “Tidak tercampur dengan bubur Lateks, air ataupun serum Lateks”.
- c. “Warna putih dan berbau karet segar d. Mempunyai kadar karet kering 20 % sampai 28 %” (Amal 2012).

Langkah dalam pengujian ini meliputi perhitungan berat karet alam cair, lalu dipanaskan dengan perlahan hingga beratnya tetap. Kadar lateks kering adalah berat kering dibagi berat semula latekscair.

Pembahasan

Uji agregat

Dalam tugas akhir ini juga melakukan pengujian agregat kasar,halus dan filler. “Dalam uji agregat kasar ada beberapa pengujian yakni: uji ayakan, uji bulk (berat jenis)sertadaya serap air, kadar lempung, kelekatan aspal terhadap agregat, tes abrasi

dan uji tingkat keawetan” (Umum 1990). Hasilnya seperti pada Tabel 3. Serta “uji agregat halus yakni: uji ayakan, uji bulk (berat jenis) dan daya resap air, uji keangularitasan” (03-1968-1990 1990), hasilnya disajikan pada Tabel 4.

Uji Aspal Penetrasi 60/70

“Aspal yang digunakan yaitu tipe aspal pen 60 yang sudah memenuhi spesifikasi dan juga persyaratan” (Hadi 2007). “Hasil uji ini guna mencari nilai penetrasi aspal itu dengan kriteria penelitian pada aspal lembek dan keras” (Umum 1991b). “Dari uji diatas hasilnya digunakan dalam kendali mutu aspal serta guna rehabilitasi jalan” (Iii, n.d.) (“Solid Atau Semi Solid). 1.1.2” 1991). Hasil pengujian pada Tabel 5.

Karakteristik laston AC-WC

“Uji Marshall mendapatkan hasil yakni ketahanan (stabilitas) dan keplastisan (*flow*)” (Umum 1991a). “Guna mendapatkan nilai ketahanan dan keplastisan yang akurat maka perlu adanya kalibrasi alat uji dulu agar nilai yang didapatkan maksimal” (I Nyoman Arya Thanaya 2016). Tabel 7 menunjukkan nilai kadar aspal yang sesuai dengan persyaratan dan spesifikasi.

Hasil pada pengujian Marshall digambarkan pada Gambar 1, guna mencari nilai kadar aspal optimum (KAO).

tabel 2. Hasil uji agregat kasar

Jenis Pengujian	Hasil				Spesifikasi
	Bulk	SSD	Apparent	Penyerapan	
BJ&Bulk	2.53	2.43	2.57	1.34%	
Angular			98,89%		> 96,0%
Kadar lumpur			0,67%		< 1,0%
Soundness test			5,13%		< 18,0%
Keausan (abrasi)			32,1%		Maks 40,0%
Kelekatan agregat dengan aspal			97,5%		Min 95,0%

tabel 3. Hasil uji agregat halus

Jenis Pengujian	Hasil				Spesifikasi
	Bulk	SSD	Apparent	Penyerapan	
	2,207	2,224	2,24	0,68%	
Angularitas			46,12%		Min 45%
Sand equivalent			78,57%		≥ 60%

tabel 4. Hasil uji aspal

Pengujian	Hasil	Spesifikasi
Penetrasi aspal	67,73	60,0 – 70,0
Titik nyala aspal	342°C	≥ 232,0°C
Titik lembek aspal	49,68°C	≥ 48,1°C
Berat jenis aspal	1,025	≥ 1
Daktalitas aspal	132 cm	< 100 cm
Kehilangan berat aspal	0,31 %	Maks. 0,80 %

Tabel 5. Hasil ujikaret alam cair

Material	Jenis pengujian	Hasil	Spesifikasi
Karet alam	BJ (berat jenis)	0,88	
	karet kering	63,12	Min. 60

tabel 6. Hasil campuran laston AC-WC pada variasi kadar aspal

Karakteristik campuran	Kadar aspal(%)					Persyaratan
	4	5	6	6,5	7	
1. kekuatan (Stabilitas)	1193	1269	1314	1264	1206	>800 kg
2. kelelahan (Flow)	3,27	3,35	3,51	3,68	3,92	2,0-4,0 mm
3. Marshall Quotient	336,61	348,39	357,8	345,25	310,47	>250 kg/mm
4. VTIM Marshall	8,01	6,67	5,27	4,34	3,77	3 – 5 %
5. VTMA	16,90	16,62	16,34	16,41	16,89	>15 %
6. VFA	48,45	56,32	64,41	70,18	75,85	>65 %

no	parameter marshall	spesifikasi	kadar aspal minyak				
			4	5	6	6,5	7
1	VTIM (%)	3,0-5,0					
2	VTMA (%)	>15,0					
3	VFA (%)	>65,0					
4	Stabilitas (kg)	>800,0					
5	Kelelehan (mm)	2,0-4,0					
6	MQ (kg/mm)	>250					
7	KAO					6,2%	

Gambar 1. Penentuan KAO

Kadar aspal optimum pada campuran AC-WC

Setelah didapatkan nilai KAO pada keadaan normal, maka selanjutnya ditambah dengan lateks dan dicari nilai KAO pada kadar aspal 6,2 % (KAO aspal normal) seperti pada Tabel dan gambar berikut:

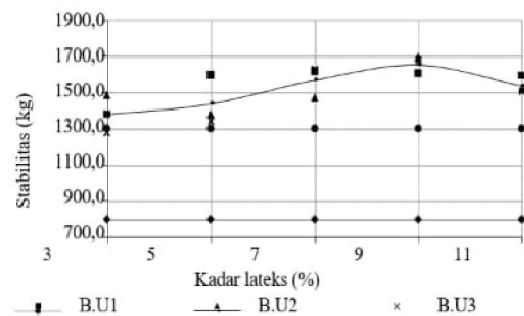
Tabel 8. Karakteristik pada kadar aspal optimum

Karakteristik campuran	KAO6,2%	Persyaratan campuran
Stabilitas	1276 kg	Min. 800,0
Flow	3,86 mm	2,0– 4,0
Marshall Quotient	340,29 kg/mm	Min 250,0
VTIM Marshall	4.682 %	3,0– 5,0
VTMA	15,15 %	Min. 15,0
VFA	69,089	Min 65,0
Stabilitas (sisa)	93,92 %	Min 90,0

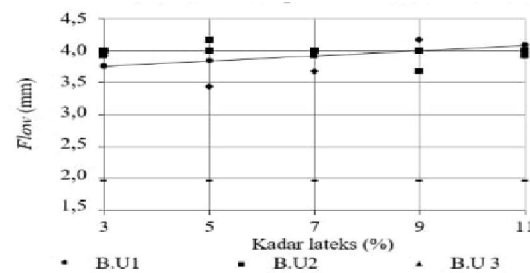
Tabel 9. Sampel uji dengan penambahan

Karakteristik Campuran	Kadar lateks pada kadar aspal optimum(%)						Spek.
	0	3	5	7	9	11	
Stabilitas	1266,7	1370,42	1429,26	1582	1648	1548,84	>800
Flow	3,76	3,76	3,84	3,92	4	4,08	2 - 4
MQ	341,27	368,7	380,66	412,40	426,30	368,36	>250
VTIM	4,62	4,59	4,37	4,33	4,81	4,31	3 - 5
VTMA	15,15	15,34	15,28	15,26	15,19	15,16	≥15
VFA	69,09	70,06	70,61	71,18	71,81	72,09	≥65

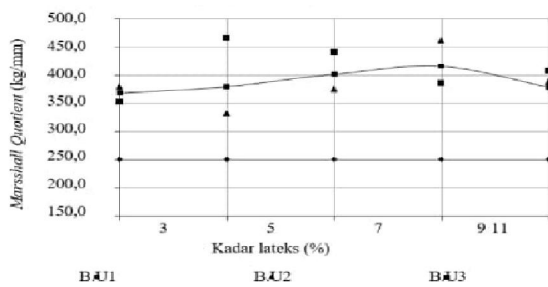
lateks



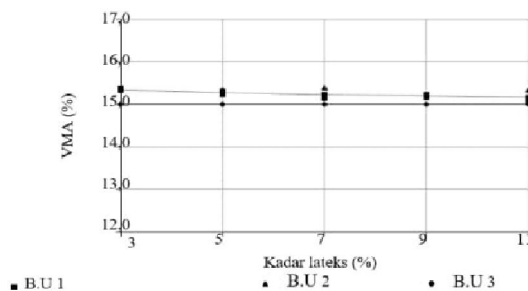
Gambar 2. Hubungan Stabilitas dan kadar lateks



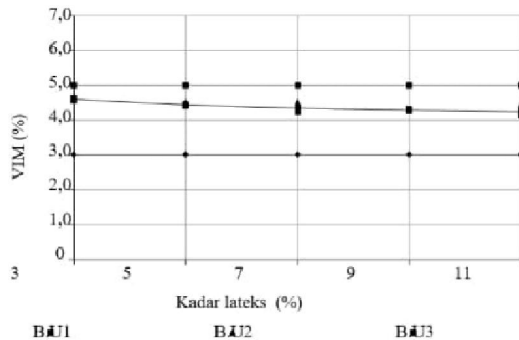
Gambar 3. Hubungan Flow dan kadar lateks



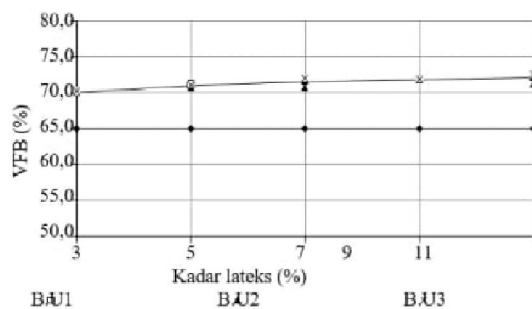
Gambar 4..Hubungan Marshall Quotient dan kadar lateks



Gambar 5..Hubungan VMA dan kadar lateks



Gambar 6..Hubungan VIM dan kadar lateks



Gambar 7..Hubungan VFB dan kadar lateks

Kesimpulan

1. Hasil dari penelitian dengan menambahkan

lateks ke dalam campuran AC- WC menghasilkan nilai dari stabilitas, flow, Marshall Quotient, dan VFB yang semakin, sedangkan VTIM dan VTMA yang cenderung rendah. Dari data diatas dihasilkan nilai stabilitas tertinggi pada campuran dengan kadar karet alam (lateks)7%, dengan nilai sebesar 1349,63kg.

2. Dengan data penelitian serta hasil perhitungan maka digunakan lateks kadar 7%, yang sudah memenuhi spesifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

“(Solid Atau Semi Solid). 1.1.2.” 1991, 6–9.

03-1968-1990, SNI metode. 1990. “Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar,” 1–5.

Ac-1, Agregat Pada. 2018. “No Bahan Jumlah % Individual Comulative 1 Agregat Kasar Agregat Halus Filler No Bahan Jumlah % Individual Comulative Filler Aspal” 3 (2): 180–85.

Amal, Andi Syaiful. 2012. “Pemanfaatan Getah Karet Pada Aspal Ac 60/70 Terhadap Stabilitas Marshall Pada Asphalt Treated Base (ATB).” *Media Teknik Sipil* 9 (1).

Anam, Sulik. 2018. “PENGUJIAN PERKERASAN ASPAL PORUS DENGAN PENAMBAHAN TREAD BAN BEKAS PADA UJI MARSHALL.” *UKaRsT* 2 (2): 59–69.

Ariawan, I M Agus. 2007. “PENGUNAAN BATU KAPUR SEBAGAI FILLER PADA CAMPURAN ASPHALT CONCRETE BINDER COARSE (AC-BC) DENGAN METODE KEPADATAN MUTLAK (PRD).” *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*.

Evrilyana, Cici Sri Isma, Ahmad Ridwan, and Yosef Cahyo. 2018. “PENELITIAN CAMPURAN ASPAL BETON MENGGUNAKAN PASIR VULKANIK GUNUNG KELUD DENGAN LIMBAH

- BOTOL PLASTIK.” *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil* 1 (2).
- Fitri, Suraya, Sofyan M Saleh, and Muhammad Isya. 2018. “PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PLASTIK KRESEK SEBAGAI SUBSTITUSI ASPAL PEN 60/70 TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN LASTON AC-BC.” *JURNAL TEKNIK SIPIL* 1 (3): 737-48.
- Gunarto, April. 2019. “PENELITIAN CAMPURAN ASPAL BETON DENGAN MENGGUNAKAN FILLER BUNGA PINUS.” *UKaRsT* 3 (1): 37-47.
- Hadi, Anwar. 2007. *Pemahmn & Penerapan ISO/IEC 17025: 2005*. Gramedia Pustaka Utama.
- Hermadi, Madi, and Yohanes Ronny. 2015. “Pengaruh Penambahan Lateks Alam Terhadap Sifat Reologi Aspal” 1 (2): 105-14.
- I Nyoman Arya Thanaya. 2016. “Studi Karakteristik Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Penetrasi 60 / 70 Dengan Penambahan Lateks Material Dan Metode” 22 (2): 77-86. <https://docplayer.info/47885470-Studi-karakteristik-campuran-aspal-beton-lapis-aus-ac-wc-menggunakan-aspal-penetrasi-60-70-dengan-penambahan-lateks.html>.
- Iii, B A B. n.d. “BAB III METODOLOGI Dalam Bab Ini Peneliti Menjelaskan Langkah-Langkah Yang Akan Dilakukan Selama Penelitian Tentang “Studi Komparasi Antara Beton Aspal Dengan Aspal Buton,” 42-59.
- Limantara, Arthur Daniel, A I Candra, and S W Mudjanarko. 2017. “Manajemen Data Lalu Lintas Kendaraan Berbasis Sistem Internet Cerdas Kadiri.” *Semnastek* 4 (2): 1-2. jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek.
- Philipus Resato Nahak, Yosef Cahyo SP.STMT.M.Eng, Drs. Sigit Winarto, ST. MT. n.d. “Studi Perencanaan Tebal Perkerasan Konstruksi Jalan Raya (Menggunakan Metode Bina Marga) Pada Ruas Jalan Umasukaer Di Kabupaten Malaka” 1. <http://ojs.unik-kediri.ac.id/index.php/jurmateks/article/view/393>.
- Umum, Departemen Pekerjaan. 1990. “Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar SNI 03-1968-1990.” *Jakarta: Badan Pekerjaan Umum*.
- . 1991a. “Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat Marshall.” SNI 06-2489-1991.
- . 1991b. “SNI 06-2456-1991 Metode Pengujian Penetrasi Bahan-Bahan Bitumen.” *Badan Penelitian dan Pengembangan PU*.
- Zaenuri, Moch. 2018. “Penelitian Penggunaan Batu Gamping Sebagai Agregat Kasar Dan Filler Pada Aspal Campuran.” *UKaRsT* 2 (1). <https://doi.org/10.30737/ukarst.v2i1.357>.

Jenis Pengujian : Analisa Saringan

Tanggal Pengujian : Mei 2023

Sumber Material : PT. Bintang Selatan Agung (BSA)

No. Saringan (mm)	Berat Agregat Tertahan			Lolos	LASTON AC-WC	
	Gram	%	% (kumulatif)		Batas Bawah	Batas Atas
19	0	0	0	100	100	100
12,5	67	6	6	94	90	100
9,5	138	11	17	83	77	90
4,75	259	22	39	61	53	69
2,36	198	16	55	45	33	53
1,18	151	13	68	32	21	40
0,6	107	9	77	23	14	30
0,3	87	7	84	16	9	22
0,15	54	4	88	12	6	15
0,075	69	6	94	6	4	9
PAN	70	6	-	-	-	-
Total	1200	100	528	472	-	-

$$\begin{aligned} \text{Modulus Halus Butir (MHB)} &= \frac{\% \text{ Kumulatif}}{100} \\ &= \frac{528}{100} \\ &= 5,28 \end{aligned}$$

Jenis Pengujian : Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Tanggal Pengujian : Juni 2023

Sumber Material : PT. Bintang Selatan Agung (BSA)

Pemeriksaan	I	II	Rata - Rata
Berat Jenis Kering / <i>Bulk</i> $Bk/(Bj - Ba)$	2,648	2,635	2,64
Berat Jenis SSD $Bj/(Bj - Ba)$	2,662	2,652	2,66
Berat Jenis Semu / <i>Apparent</i> $Bk/(Bk - Ba)$	2,690	2,680	2,69
Berat Jenis Efektif $(Bj \text{ Bulk} + Bj \text{ semu})/2$			2,67
Penyerapan $\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\%$	0,528	0,635	0,58

Jenis Pengujian : Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Tanggal Pengujian : Juni 2023

Sumber Material : PT. Bintang Selatan Agung (BSA)

Pemeriksaan		I	II
Berat benda uji kering (SSD) (A)	(A)	500	500
Berat Picnometer + Air (B)	(B)	1385,5	1385,5
Berat Picnometer + Air + Benda Uji (C)	(C)	1689,9	1689,7
Berat benda uji kering oven (D)	(D)	495,9	495,5

Pemeriksaan	I	II	Rata - Rata
Berat Jenis Kering/ <i>Bulk</i>	2,54	2,53	2,54
Berat Jenis SSD	2,56	2,55	2,56
Berat Jenis Semu/ <i>Apparent</i>	2,59	2,59	2,59
Berat Jenis Efektif	2,57		
Penyerapan	0,827	0,908	0,87

$$\text{Berat Jenis Kering/Bulk} : \frac{D}{B+500-C}$$

$$\text{Berat Jenis SSD} : \frac{500}{B+500-C}$$

$$\text{Berat Jenis Semu/Apparent} : \frac{D}{B+D-C}$$

$$\text{Berat Jenis Efektif} : \frac{B_j \text{ Bulk} + B_j \text{ Semu}}{2}$$

$$\text{Penyerapan} : \frac{500 - D}{D} \times 100\%$$

Jenis Pengujian : Kadar Lumpur

Tanggal Pengujian : Juni 2023

Sumber Material : PT. Bintang Selatan Agung (BSA)

Agregat	Berat Kering Oven (W1)	Berat Kering Oven (W2)
	(Sebelum Dibersihkan) (gr)	(Setelah Dibersihkan) (gr)
Kasar	679,7	663,1
Halus	680,5	665,8

Kadar Lumpur Agregat Kasar : $\frac{W1-W2}{W1} \times 100\%$

: 2,44%

Kadar Lumpur Agregat Halus : $\frac{W1-W2}{W1} \times 100\%$

: 2,16%

Jenis Pengujian : Keausan Agregat Kasar dengan Mesin *Los Angeles*

Tanggal Pengujian : Juni 2023

Sumber Material : PT. Bintang Selatan Agung (BSA)

Pemeriksaan	Hasil
Berat Awal (W1)	5002
Jumlah Putaran	500
Jumlah Bola	11
Berat Tertahan (W2)	4760

$$\begin{aligned} \text{Abrasi dengan Mesin } Los Angeles &: \frac{W1 - W2}{W1} \times 100\% \\ &: \frac{5002 - 4760}{5002} \times 100\% \\ &: 4,84\% \end{aligned}$$

Jenis Pengujian : Berat Jenis *Filler* (Semen *Portland*)

Tanggal Pengujian : Juli 2023

Sumber Material : PT. Semen Baturaja

Pemeriksaan	I	II
Berat Semen	64	64
Pembacaan Pertama pada Skala Botol (V1)	0,3	0,4
Pembacaan Kedua pada Skala Botol (V2)	22,3	22,4

Berat Jenis Semen 1 : $\frac{\text{BERAT SEMEN}}{V2 - V1} \times 1$

: 2,909

Berat Jenis Semen 2 : $\frac{\text{BERAT SEMEN}}{V2 - V1} \times 1$

: 2,909

Rata – Rata : **2,909**

Jenis Pengujian : Berat Jenis *Filler* (Abu Batu dan *Fly Ash*)

Tanggal Pengujian : Juli 2023

Sumber Material : PT. Pupuk Sriwijaya (PUSRI)

Pemeriksaan Abu Batu		I	II
Berat piknometer + contoh	W2	48,25	46,7
Berat piknometer	W1	38,08	36,24
Berat tanah	$W_t = W_2 - W_1$	10,17	10,46
Piknometer + air + tanah	W3	66,58	65,22
Piknometer + air	W4	60,33	59,26
$W_5 = W_t + W_4$		70,5	69,72
Berat jenis	$W_5 - W_3 / W_t$	2,59	2,32
Rata - Rata		2,46	

Pemeriksaan <i>Fly Ash</i>		I	II
Berat piknometer + contoh	W2	43,17	42,95
Berat piknometer	W1	35,25	34,27
Berat tanah	$W_t = W_2 - W_1$	7,92	8,68
Piknometer + air + tanah	W3	62,37	62,77
Piknometer + air	W4	57,73	57,67
$W_5 = W_t + W_4$		65,65	66,35
Berat jenis	$W_5 - W_3 / W_t$	2,41	2,42
Rata - Rata		2,42	

Jenis Pengujian : Pencampuran Aspal Dan Vulatex

Tanggal Pengujian : Juli 2023

**Sumber Material : 1. PT. Riset Perkebunan Nusantara (RPN)
2. PT. Aspal Indo**

Variasi	Berat Getah Karet (Vulatex)	Berat Aspal
3%	$\frac{3}{103} \times 1400 = 40,77$	$\frac{100}{103} \times 1400 = 1359,22$
6%	$\frac{6}{106} \times 1400 = 79,24$	$\frac{100}{106} \times 1400 = 1320,75$
9%	$\frac{9}{109} \times 1400 = 115,59$	$\frac{100}{109} \times 1400 = 1284,40$
12%	$\frac{12}{112} \times 1400 = 150,00$	$\frac{100}{112} \times 1400 = 1250,00$

Jenis Pengujian : Berat Jenis Aspal

Tanggal Pengujian : Juni 2023

Sumber Material : 1. PT. Riset Perkebunan Nusantara (RPN)

2. PT. Aspal Indo

PEMERIKSAAN					Ketent uan
Notasi	Pengamatan	Satuan	Pen I	Pen II	
Pen 60/70	Nomor piknometer				≥ 1,0
A	Berat piknomter	Gram	36,18	37,15	
B	Berat piknometer + air	Gram	59,78	60,76	
C	Berat piknometer + aspal	Gram	50,4	50,11	
D	Berat piknometer + aspal + air	Gram	60,78	60,35	
	Berat Jenis $\frac{(C-A)}{(B-A)-(D-C)}$		1,08	0,97	
Berat Jenis Aspal			1,022 (OKE)		
PEMERIKSAAN					Ketentu an
Notasi	Pengamatan	Satuan	Vul I	Vul II	
Vul 3%	Nomor piknometer				≥ 1,0
A	Berat piknomter	Gram	36,57	35,04	
B	Berat piknometer + air	Gram	59,79	58,77	
C	Berat piknometer + aspal	Gram	50,84	49,84	
D	Berat piknometer + aspal + air	Gram	60,27	59,4	
	Berat Jenis $\frac{(C-A)}{(B-A)-(D-C)}$		1,08	1,03	
Berat Jenis Aspal			1,040 (OKE)		

PEMERIKSAAN					Ketentuan
Notasi	Pengamatan	Satuan	Vul I	Vul II	
Vul 6%	Nomor piknometer				≥ 1,0
A	Berat piknomter	Gram	34,08	36,09	
B	Berat piknometer + air	Gram	58,99	59,28	
C	Berat piknometer + aspal	Gram	49,29	50,91	
D	Berat piknometer + aspal + air	Gram	59,43	59,85	
	Berat Jenis $\frac{(C-A)}{(B-A)-(D-C)}$		1,08	1,03	
Berat Jenis Aspal			1,035 (OKE)		

PEMERIKSAAN					Ketentuan
Notasi	Pengamatan	Satuan	Vul I	Vul II	
Vul 9%	Nomor piknometer				≥ 1,0
A	Berat piknomter	Gram	36,48	34,38	
B	Berat piknometer + air	Gram	59,79	58,55	
C	Berat piknometer + aspal	Gram	48,87	48,4	
D	Berat piknometer + aspal + air	Gram	60,31	58,95	
	Berat Jenis $\frac{(C-A)}{(B-A)-(D-C)}$		1,08	1,04	
Berat Jenis Aspal			1,037 (OKE)		

PEMERIKSAAN					Ketentuan
Notasi	Pengamatan	Satuan	Vul I	Vul II	
Vul 12%	Nomor piknometer				≥ 1,0
A	Berat piknomter	Gram	35,38	34,68	
B	Berat piknometer + air	Gram	57,95	57,76	
C	Berat piknometer + aspal	Gram	51,74	48,89	
D	Berat piknometer + aspal + air	Gram	58,79	57,75	
	Berat Jenis $\frac{(C-A)}{(B-A)-(D-C)}$		1,08	1,05	
Berat Jenis Aspal			1,027 (OKE)		

Jenis Pengujian : Penetrasi Aspal Modifikasi

Tanggal Pengujian : Juli 2023

**Sumber Material : 1. PT. Riset Perkebunan Nusantara (RPN)
2. PT. Aspal Indo**

% Substitusi Karet	Hasil Pengujian Rata-Rata	
	I	II
0	65,86	67,8
3	37,65	36,08
6	62,24	63,31
9	34,06	40,62
12	29,24	28,76

Jenis Pengujian : Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal Modifikasi

Tanggal Pengujian : Juni 2023

Sumber Material : 1. PT. Riset Perkebunan Nusantara (RPN)

2. PT. Aspal Indo

% Substitusi Karet	Waktu	Titik Nyala	Waktu	Titik Bakar
	detik	°C	detik	°C
0	480	263,3	600	333,4
3	720	251,8	780	261,1
6	360	258,1	420	269,1
9	660	328	720	340
12	420	234,1	480	247,6

Jenis Pengujian : Daktilitas Aspal

Tanggal Pengujian : Juni 2023

Sumber Material : 1. PT. Riset Perkebunan Nusantara (RPN)

2. PT. Aspal Indo

PEN 60/70	I	II	Rata - Rata	Ketentuan	Keterangan
	>100	>100	>100	≥ 100	OKE
VUL 3%	I	II		Ketentuan	Keterangan
	89	96	97	≥ 100	Tidak Memenuhi
VUL 6%	I	II		Ketentuan	Keterangan
	132	104	118	≥ 100	OKE
VUL 9%	I	II		Ketentuan	Keterangan
	30	31	30,5	≥ 100	Tidak Memenuhi
VUL 12%	I	II		Ketentuan	Keterangan
	9	10	9,5	≥ 100	Tidak Memenuhi

Jenis Pengujian : Titik Lembek Aspal Modifikasi

Tanggal Pengujian : Juni 2023

**Sumber Material : 1. PT. Riset Perkebunan Nusantara (RPN)
2. PT. Aspal Indo**

Pen 60/70					
No	Temperatur	Waktu		Titik Lembek	
	°C	i	ii	i	ii
1	5	0	0		
2	10	02:20	02:50		
3	15	04:38	04:38		
4	20	06:46	06:46		
5	25	08:44	08:44		
6	30	10:31	10:31		
7	35	12:45	12:45		
8	40	14:56	14:56		
9	45	17:30	17:30		
10	50	18:30	18:30	46,8	47

VUL 3%					
No	Temperatur	Waktu		Titik Lembek	
	°C	i	ii	i	ii
1	5	0	0		
2	10	02:20	02:20		
3	15	04:19	04:19		
4	20	05:59	05:59		
5	25	07:05	07:05		
6	30	08:19	08:19		
7	35	09:17	09:17		
8	40	09:59	09:59		
9	45	10:47	10:47		
10	50	11:44	11:44		
11	55	12:26	12:26		
12	60	12:47	12:58	57	58

VUL 6%					
No	Temperatur	Waktu		Titik Lembek	
	°C	i	ii	i	ii
1	5	0	0		
2	10	02:34	02:34		
3	15	04:08	04:08		
4	20	04:54	04:54		
5	25	07:34	07:34		
6	30	10:54	10:54		
7	35	13:46	13:46		
8	40	15:51	15:51		
9	45	18:09	18:09		
10	50	20:02	20:02		
11	55	21:12	21:12		
12	60	22:18	22:22	48,4	48,6

VUL 9%					
No	Temperatur	Waktu		Titik Lembek	
	°C	i	ii	i	ii
1	5	0	0		
2	10	04:45	04:45		
3	15	07:09	07:09		
4	20	09:33	09:33		
5	25	11:45	11:45		
6	30	13:51	13:51		
7	35	16:25	16:25		
8	40	18:47	18:47		
9	45	21:00	21:00		
10	50	21:15	21:42		
11	55	21:51	21:59	52	53

VUL 12%					
No	Temperatur	Waktu		Titik Lembek	
	°C	i	ii	i	ii
1	5	02:30	02:30		
2	10	04:17	04:17		
3	15	05:45	05:45		
4	20	07:06	07:06		
5	25	08:07	08:07		
6	30	09:07	09:07		
7	35	10:04	10:04		
8	40	10:55	10:55		
9	45	11:35	11:35		
10	50	12:29	12:29		
11	55	13:20	13:20		
12	60	14:26	14:26		
13	65	15:00	15:00		
14	70	15:38	15:42	73	74

Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Getah Karet (Vulutex) Terhadap Karakteristik
Marshall Pada Campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)*

Nama Pengujian : Abrasi Mesin *Los Angeles*

Tanggal Pengujian : Juni 2023

Dikerjakan Oleh : 1. Athala Rania Insyra
2. Dwie Antini Agustina

Diperiksa Oleh : 1. Mahmuda, S.T., M.T.
2. Sumiati, S.T., M.T.

Gradasi		Sample I
Lolos/Tembus	Tertahan	
19,0 (¾")	12,5 (½")	2502
12,5 (½")	9,5 (⅜")	2500
Berat benda uji (gram)	W1	5002
Berat benda uji tertahan ayakan No. 12 setelah abrasi (gram)	W2	4760
Nilai abrasi benda uji (%)	$\frac{W1-W2}{W1} \times 100\%$	4,84%

Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Getah Karet (Vulutex) Terhadap Karakteristik
Marshall Pada Campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)*

Tanggal Pengujian : Juni 2023

Dikerjakan Oleh : 1. Athala Rania Insyra

Nama Pengujian : Berat Jenis Aspal

2. Dwie Antini Agustina

Diperiksa Oleh : 1. Mahmuda, S.T., M.T.

2. Sumiati, S.T., M.T.

Pemeriksaan	Aspal Pen 60/70		Aspal Pen 60/70 + Vulutex 3%		Aspal Pen 60/70 + Vulutex 6%		Aspal Pen 60/70 + Vulutex 9%		Aspal Pen 60/70 + Vulutex 9%		Aspal Pen 60/70 + Vulutex 12%	
	Sampel I		Sample II		Sample III		Sample IV		Sample IV		Sample V	
Piknometer Kosong (A)	36,18	37,15	36,57	36,48	36,48	34,38	36,48	36,09	36,48	34,38	35,38	34,68
Piknometer + Air (B)	59,78	60,76	59,79	59,79	59,79	58,55	59,79	59,28	59,79	58,55	57,95	57,76
Piknometer + Aspal (C)	50,40	50,10	50,84	48,87	48,87	48,40	48,87	50,91	48,87	48,40	48,74	48,89
Piknometer + Aspal + Air (D)	60,78	60,65	60,27	60,31	60,31	58,95	60,31	59,85	60,31	58,95	58,89	57,75

Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Getah Karet (Vulutex) Terhadap Karakteristik
Marshall Pada Campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)*

Nama Pengujian : Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Tanggal Pengujian : Juni 2023

Dikerjakan Oleh : 1. Athala Rania Insyra
2. Dwie Antini Agustina

Diperiksa Oleh : 1. Mahmuda, S.T., M.T.
2. Sumiati, S.T., M.T.

Agregat Halus		
Pemeriksaan	I	II
Berat benda uji SSD	500	500
Berat Piknometer + Air	1385,5	1385,5
Berat Piknometer + Air + Agregat	1689,9	1689,7
Berat Benda Uji Kering Oven	495,9	495,5
Berat Jenis Kering (<i>bulk</i>)	2,54	2,53
Berat Jenis SSD	2,56	2,55
Berat Jenis Semu (<i>apparent</i>)	2,59	2,59
Berat Jenis Efektif	2,57	
Penyerapan	0,87	

Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Getah Karet (Vulutex) Terhadap Karakteristik
Marshall Pada Campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)*

Nama Pengujian : Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Tanggal Pengujian : Juni 2023

Dikerjakan Oleh : 1. Athala Rania Insyra
2. Dwie Antini Agustina

Diperiksa Oleh : 1. Mahmuda, S.T., M.T.
2. Sumiati, S.T., M.T.

PEMERIKSAAN	I	II	Rata-Rata
Berat Contoh Kering (Bk)	1515,5	1259,2	
Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (Bj)	1523,5	1267,2	
Berat Contoh Dalam Air (Ba)	951	789,3	
Berat Jenis <i>Bulk</i>	2,648	2,635	2,64
Bj Jenuh Kering Permukaan (SSD)	2,662	2,652	2,66
Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>)	2,690	2,680	2,69
Berat Jenis Efektif	2,67		
Penyerapan	0,528	0,635	0,58

Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Getah Karet (Vulutex) Terhadap Karakteristik
Marshall Pada Campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)*

Nama Pengujian : Berat Jenis *Filler* (Abu Batu, *Fly Ash* dan Semen)

Tanggal Pengujian : Juni 2023

Dikerjakan Oleh : 1. Athala Rania Insyra
 2. Dwie Antini Agustina

Diperiksa Oleh : 1. Mahmuda, S.T., M.T.
 2. Sumiati, S.T., M.T.

ABU BATU

ABU BATU	I	II
Piknometer + Abu Batu (W2)	48,25	45,42
Berat Piknometer (W1)	38,08	34,73
Berat Abu Batu (Wt) = W2 - W1	10,17	10,69
Piknometer + Air + Abu Batu (W3)	66,58	63,72
Piknometer + Air W4	60,33	57,06
W5 = Wt + W4	70,5	67,75
Berat Jenis = $\frac{W5-W3}{Wt}$	2,59	2,65
Rata - Rata	2,62	

FLY ASH

FLY ASH	I	II
Piknometer + Abu Batu W2	43,17	42,95
Berat Piknometer W1	35,25	34,27
Berat tanah Wt = W2 - W1	7,92	8,68
Piknometer + Air + Abu Batu W3	62,37	62,77
Piknometer + Air W4	57,73	57,67
W5 = Wt + W4	65,65	66,35
Berat Jenis W5 - W3/Wt	2,41	2,42
Rata - Rata	2,42	

SEMEN

SEMEN	I	II
Berat Semen	64	64
V1	0,3	0,4
V2	22,3	22,4
Berat Jenis	2,909	2,909
Rata - Rata	2,909	

Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Getah Karet (Vulutex) Terhadap Karakteristik
Marshall Pada Campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)*

Tanggal Pengujian : Juni 2023

Dikerjakan Oleh : 1. Athala Rania Insyra
 2. Dwie Antini Agustina

Nama Pengujian : Daktilitas Aspal

Diperiksa Oleh : 1. Mahmuda, S.T., M.T.
 2. Sumiati, S.T., M.T.

Benda Uji	Aspal Pen 60/70	Aspal Pen 60/70 + Vulutex 3%		Aspal Pen 60/70 + Vulutex 6%		Aspal Pen 60/70 + Vulutex 9%		Aspal Pen 60/70 + Vulutex 12%	
	Sampel I	Sample II		Sample III		Sample IV		Sample V	
Titik 0 (Cm)		0 cm	0 cm	0 cm	0 cm	0 cm	0 cm	0 cm	0 cm
Titik Putus (cm)	>100 cm	96 cm	98 cm	132 cm	104 cm	31 cm	30 cm	9 cm	10 cm
Panjang Titik Putus (Cm)		96 cm	98 cm	132 cm	104 cm	31 cm	30 cm	9 cm	10 cm
Rata-Rata	>100 cm	97 cm		118 cm		30,5 cm		9,5 cm	

Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Getah Karet (Vulutex) Terhadap Karakteristik
Marshall Pada Campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)*

Nama Pengujian : Kadar Lumpur Agregat

Tanggal Pengujian : Juni 2023

Dikerjakan Oleh : 1. Athala Rania Insyra
2. Dwie Antini Agustina

Diperiksa Oleh : 1. Mahmuda, S.T., M.T.
2. Sumiati, S.T., M.T.

Pengujian		Agregat Kasar
Berat benda uji kering oven sebelum dicuci (gram)	W1	679,7
Berat benda uji kering oven setelah dicuci (gram)	W2	663,1
Kadar butir lolos ayakan No. 200 (%)	$\frac{W1-W2}{W1} \times 100\%$	2,44%

Pengujian		Agregat Halus
Berat benda uji kering oven sebelum dicuci (gram)	W1	680,5
Berat benda uji kering oven setelah dicuci (gram)	W2	665,8
Kadar butir lolos ayakan No. 200 (%)	$\frac{W1-W2}{W1} \times 100\%$	2,16%

Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Getah Karet (Vulutex) Terhadap Karakteristik
Marshall Pada Campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC)

Tanggal Pengujian : Juni 2023

Dikerjakan Oleh : 1. Athala Rania Insyra

Nama Pengujian : Penetrasi Aspal

2. Dwie Antini Agustina

Diperiksa Oleh : 1. Mahmuda, S.T., M.T.

2. Sumiati, S.T., M.T.

Contoh dipanaskan		Mulai Selesai	Suhu oven
Didiamkan pada suhu ruang		Mulai Selesai	
Direndam pada suhu 25°C		Mulai Selesai	Suhu <i>waterbath</i>
Pemeriksaan penetrasi pada 25°C		Mulai Selesai	Suhu alat

Pemeriksaan Penetrasi pada 25°C (100 gram, 5 detik)	Aspal Pen 60/70		Aspal Pen 60/70 + Vulutex 3%		Aspal Pen 60/70 + Vulutex 6%		Aspal Pen 60/70 + Vulutex 9%		Aspal Pen 60/70 + Vulutex 12%	
	Sampel I		Sample II		Sample III		Sample IV		Sample V	
Pengamatan 1	52,4	72,2	36,2	33,6	48,4	56,2	29,6	43,8	27,4	28,8
Pengamatan 2	69,4	78,8	34,4	35,2	57,4	66,4	27,6	40,6	32,6	29,2
Pengamatan 3	60,4	71	38	38,6	60,8	67	33,2	42	28,4	27,6
Pengamatan 4	64	50,8	42,6	39	56	56,8	26,6	37,4	27	30,4
Pengamatan 5	70	70	38,6	35	57,6	65	31,4	36	30,8	27,8
Pengamatan 6	71,6	71	37	34,2	51,8	75	34,2	36,8	33,2	34,2
Pengamatan 7	68,8	69	38,2	35,4	79,4	63,6	43,8	38	31,7	38
Pengamatan 8	68,4	59,4	45,4	35,8	81,6	55,2	39,6	41,4	30,6	31,4
Pengamatan 9	68,4	65	34,7	35,4	70	64,6	39,2	45,8	35,2	32,9
Pengamatan 10	65,2	70,8	31,4	38,6	59,4	65	35,4	44,4	35,4	36,4
Rata - Rata	66,83		36,87		62,86		37,34		31,45	

Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Getah Karet (Vulutex) Terhadap Karakteristik
Marshall Pada Campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)*

Tanggal Pengujian : Juni 2023

Dikerjakan Oleh : 1. Athala Rania Insyra

Nama Pengujian : Titik Lembek Aspal

2. Dwie Antini Agustina

Diperiksa Oleh : 1. Mahmuda, S.T., M.T.

2. Sumiati, S.T., M.T.

Contoh dipanaskan	Mulai Selesai	Suhu oven
Didiamkan pada suhu ruangan	Mulai Selesai	
Direndam pada suhu 25°C	Mulai Selesai	Suhu <i>waterbath</i>

Suhu yang diamati	Aspal Pen 60/70				Aspal Pen 60/70 + Vulutex 3%				Aspal Pen 60/70 + Vulutex 6%				Aspal Pen 60/70 + Vulutex 9%				Aspal Pen 60/70 + Vulutex 12%			
	Sampel I				Sample II				Sample III				Sample IV				Sample V			
	Waktu		Titik Lembek		Waktu		Titik Lembek		Waktu		Titik Lembek		Waktu		Titik Lembek		Waktu		Titik Lembek	
5	0	0			0	0			0	0			0	0			02:30	02:30		
10	02:20	02:50			02:20	02:20			02:34	02:34			04:45	04:45			04:17	04:17		
15	04:38	04:38			04:19	04:19			04:08	04:08			07:09	07:09			05:45	05:45		
20	06:46	06:46			05:59	05:59			04:54	04:54			09:33	09:33			07:06	07:06		
25	08:44	08:44			07:05	07:05			07:34	07:34			11:45	11:45			08:07	08:07		
30	10:31	10:31			08:19	08:19			10:54	10:54			13:51	13:51			09:07	09:07		
35	12:45	12:45			09:17	09:17			15:51	15:51			16:25	16:25			10:04	10:04		
40	14:56	14:56			09:59	09:59			18:09	18:09			18:47	18:47			10:55	10:55		
45	17:30	17:30			10:47	10:47			20:02	20:06			21:00	21:00			11:35	11:35		
50	18:30	18:30	46,8	47	11:44	11:44			21:12	21:16			21:15	21:41			12:29	12:29		
55					12:26	12:26			22:18	22:22	48,7	48,6	21:51	21:59	52	53	13:20	13:20		
60					12:47	12:58	57	58									14:26	14:26		

Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Getah Karet (Vulutex) Terhadap Karakteristik
Marshall Pada Campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)*

Tanggal Pengujian : Juni 2023

Dikerjakan Oleh : 1. Athala Rania Insyra
 2. Dwie Antini Agustina

Nama Pengujian : Titik Nyala dan
 Titik Bakar Aspal

Diperiksa Oleh : 1. Mahmuda, S.T., M.T.
 2. Sumiati, S.T., M.T.

No	Kegiatan	Uraian	
		Contoh dipanaskan	Pembacaan suhu pembakaran
1.	Pembukaan contoh	Mulai	
		Selesai	
2.	Titik nyala perkiraan		

Aspal Pen 60/70			Aspal Pen 60/70 + Vulutex 3%			Aspal Pen 60/70 + Vulutex 6%			Aspal Pen 60/70 + Vulutex 9%			Aspal Pen 60/70 + Vulutex 12%		
Sampel I			Sample II			Sample III			Sample IV			Sample V		
°C Titik Nyala	Waktu (detik)	°C Titik Bakar	°C Titik Nyala	Waktu (detik)	°C Titik Bakar	°C Titik Nyala	Waktu (detik)	°C Titik Bakar	°C Titik Nyala	Waktu (detik)	°C Titik Bakar	°C Titik Nyala	Waktu (detik)	°C Titik Bakar
144,7	60	144,7	147,2	60	147,2	126,9	60	126,9	138,9	60	138,9		60	
155,7	120	155,7	152,3	120	152,3	164,1	120	164,1	165,9	120	165,9		120	
186,5	180	186,5	171,3	180	171,3	200,3	180	200,3	180,4	180	180,4		180	
202,6	240	202,6	180,3	240	180,3	214,9	240	214,9	200,5	240	200,5		240	
214,2	300	214,2	183,7	300	183,7	237,1	300	237,1	202	300	202		300	
220,9	360	220,9	185,2	360	185,2	258,1	360	258,1	214	360	214		360	
243,8	420	243,8	187	420	187	269,1	420	269,1	233	420	233	234,1	420	
263,3	480	263,3	195,3	480	195,3				284	480	284		480	247,6
267,4	540	267,4	207	540	207				285	540	285			
333,4	600	333,4	227,9	600	227,9				325	600	325			
	660		243,8	660	243,8				328	660	328			

Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Getah Karet (Vulutex) Terhadap Karakteristik
Marshall Pada Campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)*

Tanggal Pengujian : Juli 2023

Nama Pengujian : *Marshall Test* (Aspal + 12% Vulutex)

Dikerjakan Oleh : 1. Athala Rania Insyra
 2. Dwie Antini Agustina
 Diperiksa Oleh : 1. Mahmuda, S.T., M.T.
 2. Sumiati, S.T., M.T.

Bulk Specific Gravity (Gsb): 2,60

Efective Specific Gravity: 2,63

Berat Jenis Aspal: 1,037

Specific Gravity (T): gram

Jumlah Pukulan: 2X75 Pukulan

No.	kadar aspal		Berat Jenis		Berat sampel (Gram)			bulk Volume (cm ³)	berat Jenis bulk, G _{mb}	% Volume		% Pori			Stabilitas			Flow (mm)
	% berat terhadap agregat	% berat terhadap campuran	G _{mm}	G _{se}	kering	dalam air	SSD			Aspal terhadap Campuran	Agregat efektif terhadap Campuran	VMA	VIM	VFA	Bacaan Dial (kN)	Justifikasi (kg)	Koreksi (kg)	
	A	B	C	D	E	F	G			H	I	J	K	L	M	N	O	
1	4,5	4,31	2,46	2,63	1208,0	700,1	1225,4	525,3	2,30	9,558	83,670	15,364	6,519	57,572	26,04	2655,341	2732,79	2,759
2	4,5	4,31	2,46	2,63	1227,5	702,7	1251,9	549,2	2,24	9,289	81,321	17,741	9,144	48,461	16,94	1727,3993	1845,08	4,497
3	4,5	4,31	2,46	2,63	1227,9	684,6	1243,5	558,9	2,20	9,131	79,936	19,142	10,691	44,148	19,78	2016,9987	2154,41	3,253
		4,31	2,46	2,63	1221,1	695,8	1240,3	544,5	2,24	9,326	81,642	17,416	8,785	50,060	20,92	2133,2463	2244,09	3,503
1	5	4,76	2,45	2,63	1207,3	699,3	1222,7	523,4	2,31	10,588	83,531	15,506	5,851	62,265	25,25	2574,7834	2750,19	3,239
2	5	4,76	2,45	2,63	1155,1	667,0	1167,0	500,0	2,31	10,604	83,659	15,376	5,706	62,888	18,01	1836,5089	1961,62	2,841
3	5	4,76	2,45	2,63	1203,3	697,3	1217,7	520,4	2,31	10,614	83,734	15,300	5,622	63,255	23,56	2402,4514	2566,12	3,161
		4,76	2,45	2,63	1188,6	687,9	1202,5	514,6	2,31	10,602	83,641	15,394	5,726	62,803	22,27	2271,2479	2425,98	3,080
1	5,5	5,21	2,43	2,63	1223,1	708,1	1236,7	528,6	2,31	11,625	83,395	15,642	4,780	69,443	21,45	2187,2913	2313,52	4,364
2	5,5	5,21	2,43	2,63	1216,6	705,6	1227,2	521,6	2,33	11,718	84,065	14,965	4,015	73,171	22,92	2337,1896	2569,45	4,115
3	5,5	5,21	2,43	2,63	1212,1	703,8	1220,5	516,7	2,35	11,786	84,549	14,476	3,463	76,077	29,88	3046,9120	3161,17	2,938
		5,21	2,43	2,63	1217,3	705,8	1228,1	522,3	2,33	11,710	84,003	15,028	4,086	72,897	24,75	2523,7976	2681,38	3,806
1	6	5,66	2,41	2,63	1233,9	718,4	1239,2	520,8	2,37	12,931	84,986	14,033	1,691	87,948	14,94	1523,4560	1643,11	7,577
2	6	5,66	2,41	2,63	1220,8	710,2	1227,4	517,2	2,36	12,883	84,669	14,354	2,058	85,662	16,94	1727,3993	1899,06	5,051
3	6	5,66	2,41	2,63	1243,0	726,2	1247,8	521,6	2,38	13,007	85,482	13,532	1,118	91,737	19,33	1971,1114	2105,39	6,529
		5,66	2,41	2,63	1232,6	718,3	1238,1	519,9	2,37	12,940	85,046	13,973	1,622	88,449	17,07	1740,6556	1882,52	6,386
1	6,5	6,10	2,40	2,63	1224,2	708,0	1229,5	521,5	2,35	13,809	83,812	15,221	2,189	85,617	16,22	1653,9797	1749,43	7,109
2	6,5	6,10	2,40	2,63	1247,4	717,7	1250,3	532,6	2,34	13,777	83,621	15,414	2,413	84,348	18,63	1899,7313	1989,57	6,559
3	6,5	6,10	2,40	2,63	1225,4	705,7	1228,1	522,4	2,35	13,798	83,750	15,284	2,262	85,200	18,23	1858,9427	1985,58	7,239
		6,10	2,40	2,63	1232,3	710,5	1236,0	525,5	2,35	13,795	83,728	15,306	2,288	85,055	17,69	1804,2179	1908,19	6,969

Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Getah Karet (Vulutex) Terhadap Karakteristik
Marshall Pada Campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)*

Tanggal Pengujian : Juli 2023

Nama Pengujian : *Marshall Test* (Aspal + 9% Vulutex)

Dikerjakan Oleh : 1. Athala Rania Insyra
 2. Dwie Antini Agustina
 Diperiksa Oleh : 1. Mahmuda, S.T., M.T.
 2. Sumiati, S.T., M.T.

Bulk Specific Gravity (Gsb): 2,60

Efective Specific Gravity: 2,63

Berat Jenis Aspal: 1,037

Specific Gravity (T): gram

Jumlah Pukulan: 2X75 Pukulan

No.	kadar aspal		Berat Jenis		Berat sampel (Gram)			bulk Volume (cm ³)	berat Jenis bulk, G _{mb}	% Volume		% Pori			Stabilitas			Flow (mm)
	% berat terhadap agregat	% berat terhadap campuran	G _{mm}	G _{se}	kering	dalam air	SSD			Aspal terhadap Campuran	Agregat efektif terhadap Campuran	VMA	VIM	VFA	Bacaan Dial (kN)	Justifikasi (kg)	Koreksi (kg)	
	A	B	C	D	E	F	G			J	K	L	M	N	O	P	R	
1	4,5	4,31	2,46	2,63	1226,9	684,2	1236,5	552,300	2,221	9,233	80,825	18,243	9,698	46,840	22,35	2279,0657	2345,54	3,547
2	4,5	4,31	2,46	2,63	1202,4	683,8	1227,7	543,900	2,211	9,188	80,434	18,638	10,134	45,626	21,98	2241,3362	2394,03	3,929
3	4,5	4,31	2,46	2,63	1216,0	685,7	1229,1	543,400	2,238	9,301	81,419	17,642	9,034	48,792	20,74	2114,8914	2258,97	3,948
		4,31	2,46	2,63	1215,1	684,6	1231,1	546,533	2,223	9,241	80,893	18,174	9,622	47,086	21,69	2211,764	2332,84	3,808
1	5	4,76	2,45	2,63	1223,6	687,3	1230,0	542,700	2,255	10,349	81,648	17,410	7,973	54,203	24,48	2496,2653	2666,32	4,717
2	5	4,76	2,45	2,63	1218,2	683,3	1225,1	541,800	2,248	10,321	81,422	17,638	8,227	53,355	25,71	2621,6904	2800,29	4,078
3	5	4,76	2,45	2,63	1231,9	697,6	1246,6	549,000	2,244	10,300	81,258	17,804	8,412	52,751	25,22	2571,7243	2746,92	4,847
		4,76	2,45	2,63	1224,6	689,4	1233,9	544,500	2,249	10,323	81,443	17,618	8,204	53,437	25,14	2563,2267	2737,85	4,547
1	5,5	5,21	2,43	2,63	1228,8	691,9	1235,9	544,000	2,259	11,349	81,412	17,649	7,044	60,086	19,73	2011,9001	2128	5,07
2	5,5	5,21	2,43	2,63	1223,9	693,2	1228,6	535,400	2,286	11,485	82,390	16,659	5,928	64,418	18,49	1885,4553	2072,82	5,538
3	5,5	5,21	2,43	2,63	1234,4	696,4	1242,5	546,100	2,260	11,356	81,469	17,591	6,980	60,323	19,81	2020,0578	2095,81	5,176
		5,21	2,43	2,63	1229,0	693,8	1235,7	541,833	2,268	11,397	81,757	17,300	6,651	61,609	19,34	1972,4711	2098,88	5,261
1	6	5,66	2,41	2,63	1240,5	698,9	1243,1	544,200	2,279	12,442	81,767	17,289	5,415	68,679	17,61	1795,7203	1936,76	6,143
2	6	5,66	2,41	2,63	1231,6	696,9	1234,2	537,300	2,292	12,511	82,223	16,828	4,888	70,954	20,84	2125,0886	2336,27	5,978
3	6	5,66	2,41	2,63	1232,6	694,7	1238,7	544,000	2,266	12,367	81,276	17,786	5,983	66,361	18,68	1904,8299	2034,6	4,052
		5,66	2,41	2,63	1234,9	696,8	1238,7	541,833	2,279	12,440	81,755	17,301	5,429	68,665	19,04	1941,8796	2102,54	5,391
1	6,5	6,10	2,40	2,63	1242,9	682,4	1246,3	563,900	2,204	12,965	78,694	20,398	8,162	59,986	15,25	1555,0672	1644,81	5,382
2	6,5	6,10	2,40	2,63	1250,1	704,7	1253,2	548,500	2,279	13,407	81,373	17,689	5,036	71,527	18,97	1934,4017	2025,88	6,471
3	6,5	6,10	2,40	2,63	1247,2	692,8	1250,4	557,600	2,237	13,157	79,859	19,220	6,803	64,604	18,20	1855,8835	1982,32	7,038
		6,10	2,40	2,63	1246,7	693,3	1250,0	556,667	2,240	13,176	79,975	19,102	6,667	65,372	17,47	1781,7841	1884,34	6,297

Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Getah Karet (Vulutex) Terhadap Karakteristik
Marshall Pada Campuran Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)

Tanggal Pengujian : Juli 2023

Nama Pengujian : *Marshall Test* (Aspal + 6% Vulutex)

Dikerjakan Oleh : 1. Athala Rania Insyra

2. Dwie Antini Agustina

Diperiksa Oleh : 1. Mahmuda, S.T., M.T.

2. Sumiati, S.T., M.T.

Bulk Specific Gravity (Gsb): 2,60

Efective Specific Gravity: 2,63

Berat Jenis Aspal: 1,035

Specific Gravity (T): gram

Jumlah Pukulan: 2X75 Pukulan

No.	kadar aspal		Berat Jenis		Berat sampel (Gram)			bulk Volume (cm ³)	berat Jenis bulk, G _{mb}	% Volume		% Pori			Stabilitas			Flow (mm)
	% berat terhadap agregat	% berat terhadap campuran	G _{mm}	G _{se}	kering	dalam air	SSD			Aspal terhadap Campuran	Agregat efektif terhadap Campuran	VMA	VIM	VFA	Bacaan Dial (kN)	Justifikasi (kg)	Koreksi (kg)	
	A	B	C	D	E	F	G			H	I	J	K	L	M	N	O	
1	4,5	4,31	2,46	2,63	1249,5	700,8	1263,0	562,2	2,223	9,255	80,864	18,203	9,654	46,966	30,26	3085,661	3124,232	2,678
2	4,5	4,31	2,46	2,63	1239,8	697,8	1257,9	560,1	2,214	9,218	80,537	18,533	10,019	45,941	33,60	3426,246	3469,075	3,877
3	4,5	4,31	2,46	2,63	1225,3	683,5	1240,1	556,6	2,201	9,167	80,096	18,980	10,512	44,615	33,52	3418,089	3375,363	2,644
		4,31	2,46	2,63	1238,2	694,0	1253,7	559,6	2,212	9,213	80,499	18,572	10,062	45,840	32,46	3309,999	3322,890	3,066
1	5	4,76	2,45	2,63	1215,6	685,7	1224,3	538,6	2,257	10,380	81,731	17,326	7,879	54,524	27,18	2771,589	3047,015	4,134
2	5	4,76	2,45	2,63	1253,1	692,1	1247,9	555,8	2,255	10,369	81,645	17,413	7,976	54,194	30,82	3142,765	3260,619	4,832
3	5	4,76	2,45	2,63	1223,4	690,8	1234	543,2	2,252	10,358	81,559	17,500	8,073	53,868	31,86	3248,816	3470,141	4,048
		4,76	2,45	2,63	1230,7	689,5	1235,4	545,87	2,255	10,369	81,645	17,413	7,976	54,195	29,95	3054,390	3259,259	4,338
1	5,5	5,21	2,43	2,63	1235,5	695,4	1242,9	547,5	2,257	11,359	81,333	17,729	7,135	59,755	30,95	3156,022	3274,372	4,442
2	5,5	5,21	2,43	2,63	1225,1	691,3	1234,9	543,6	2,254	11,345	81,227	17,836	7,256	59,318	32,58	3322,235	3479,349	5,133
3	5,5	5,21	2,43	2,63	1225,4	693	1236,9	543,9	2,253	11,341	81,202	17,861	7,284	59,216	32,23	3286,545	3476,206	5,058
		5,21	2,43	2,63	1228,7	693,2	1238,2	545,0	2,254	11,348	81,254	17,809	7,225	59,430	31,92	3254,934	3409,976	4,878
1	6	5,66	2,4	2,63	1204,8	680,1	1208,4	528,3	2,281	12,471	81,804	17,252	5,373	68,859	23,92	2439,161	2757,777	4,189
2	6	5,66	2,41	2,63	1253,3	708,5	1257,2	548,7	2,284	12,491	81,933	17,121	5,223	69,494	20,51	2091,438	2190,346	6,47
3	6	5,66	2,41	2,63	1255,9	710,4	1260,0	549,6	2,285	12,496	81,969	17,085	5,182	69,671	23,38	2384,097	2546,513	6,637
		5,66	2,41	2,63	1238,0	699,7	1241,9	542,2	2,283	12,486	81,902	17,153	5,259	69,341	22,60	2304,899	2498,212	5,765
1	6,5	6,10	2,40	2,63	1230,3	695,1	1233,6	538,5	2,285	13,465	81,571	17,488	4,805	72,524	18,02	1837,529	2000,992	6,392
2	6,5	6,10	2,40	2,63	1230,9	696,7	1233,8	537,1	2,292	13,507	81,823	17,232	4,510	73,827	18,93	1930,323	2122,149	6,622
3	6,5	6,10	2,40	2,63	1249,8	708,4	1252,2	543,8	2,298	13,545	82,056	16,997	4,239	75,062	15,56	1586,678	1694,771	6,912
		6,10	2,40	2,63	1237,0	700,1	1239,9	539,8	2,292	13,506	81,817	17,239	4,518	73,804	17,50	1784,843	1939,304	6,642

Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Getah Karet (Vulutex) Terhadap Karakteristik
Marshall Pada Campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)*

Tanggal Pengujian : Juli 2023

Nama Pengujian : *Marshall Test* (Aspal + 3% Vulutex)

Dikerjakan Oleh : 1. Athala Rania Insyra
 2. Dwie Antini Agustina
 Diperiksa Oleh : 1. Mahmuda, S.T., M.T.
 2. Sumiati, S.T., M.T.

Bulk Specific Gravity (Gsb): 2,60

Efective Specific Gravity: 2,63

Berat Jenis Aspal: 1,040

Specific Gravity (T): gram

Jumlah Pukulan: 2X75 Pukulan

No.	kadar aspal		Berat Jenis		Berat sampel (Gram)			bulk Volume (cm ³)	berat Jenis bulk, G _{mb}	% Volume		% Pori			Stabilitas			Flow (mm)
	% berat terhadap agregat	% berat terhadap campuran	G _{mm}	G _{se}	kering	dalam air	SSD			Aspal terhadap Campuran	Agregat efektif terhadap Campuran	VMA	VIM	VFA	Bacaan Dial (kN)	Justifikasi (kg)	Koreksi (kg)	
	A	B	C	D	E	F	G			H	I	J	K	L	M	N	O	
1	4,5	4,31	2,46	2,63	1223,0	683,9	1228,6	544,7	2,25	9,305	81,692	17,365	8,729	49,735	26,65	2717,544	2902,676	5,177
2	4,5	4,31	2,46	2,63	1225,8	690,0	1232,1	542,1	2,26	9,371	82,272	16,779	8,081	51,838	25,06	2555,409	2729,496	4,572
3	4,5	4,31	2,46	2,63	1231,4	687,2	1240,7	553,5	2,22	9,220	80,945	18,121	9,563	47,226	26,79	2731,820	2788,733	3,967
		4,31	2,46	2,63	1226,7	687,0	1233,8	546,8	2,24	9,299	81,636	17,422	8,791	49,600	26,167	2668,257	2806,968	4,572
1	5	4,76	2,45	2,63	1207,4	677,9	1216,1	538,2	2,24	10,268	81,240	17,822	8,432	52,686	23,86	2433,043	2674,827	4,642
2	5	4,76	2,45	2,63	1229,9	682,3	1239,0	556,7	2,21	10,112	80,004	19,073	9,826	48,483	26,54	2706,327	2785,261	4,145
3	5	4,76	2,45	2,63	1229,8	679,3	1237,8	558,5	2,20	10,078	79,740	19,340	10,124	47,655	23,35	2381,037	2543,246	4,91
		4,76	2,45	2,63	1222,4	679,8	1231,0	551,1	2,22	10,153	80,328	18,745	9,461	49,608	24,583	2506,802	2667,778	4,566
1	5,5	5,21	2,43	2,63	1232,9	693,8	1238,6	544,8	2,26	11,337	81,564	17,495	6,871	60,726	21,12	2153,641	2300,357	5,82
2	5,5	5,21	2,43	2,63	1235,2	693,9	1242,5	548,6	2,25	11,279	81,150	17,914	7,344	59,005	27,7	2824,614	2958,195	4,925
3	5,5	5,21	2,43	2,63	1224,7	687,8	1229,1	541,3	2,26	11,334	81,545	17,514	6,892	60,646	26,51	2703,268	2887,428	4,115
		5,21	2,43	2,63	1230,9	691,8	1236,7	544,9	2,26	11,317	81,420	17,641	7,036	60,126	25,110	2560,507	2715,327	4,953
1	6	5,66	2,41	2,63	1237,3	703,3	1240,8	537,5	2,30	12,528	82,573	16,475	4,483	72,787	17,51	1785,523	1962,959	6,763
2	6	5,66	2,41	2,63	1236,8	695,5	1240,6	545,1	2,27	12,348	81,389	17,672	5,853	66,880	18,43	1879,337	2026,943	6,436
3	6	5,66	2,41	2,63	1224,0	704,4	1247,1	542,7	2,26	12,275	80,902	18,164	6,415	64,681	21,31	2173,015	2388,959	8,546
		5,66	2,41	2,63	1232,7	701,1	1242,8	541,8	2,28	12,384	81,621	17,437	5,584	68,116	19,083	1945,958	2126,287	7,248
1	6,5	6,10	2,40	2,63	1233,1	699,6	1235,1	535,5	2,30	13,506	82,215	16,837	4,054	75,923	16,26	1658,059	1840,100	7,201
2	6,5	6,10	2,40	2,63	1231,1	692,1	1233,2	541,1	2,28	13,345	81,232	17,831	5,201	70,833	15,51	1581,580	1738,749	5,058
3	6,5	6,10	2,40	2,63	1238,0	697,3	1240,3	543,0	2,28	13,373	81,401	17,660	5,003	71,669	18,37	1873,219	2000,832	7,599
		6,10	2,40	2,63	1234,1	696,3	1236,2	539,9	2,29	13,408	81,616	17,442	4,753	72,808	16,713	1704,286	1859,894	6,619

Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Getah Karet (Vulutex) Terhadap Karakteristik
Marshall Pada Campuran Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)

Tanggal Pengujian : Juli 2023

Nama Pengujian : *Marshall Test* (Aspal + 0% Vulutex)

Dikerjakan Oleh : 1. Athala Rania Insyra
 2. Dwie Antini Agustina
 Diperiksa Oleh : 1. Mahmuda, S.T., M.T.
 2. Sumiati, S.T., M.T.

Bulk Specific Gravity (Gsb): 2,60

Efective Specific Gravity: 2,63

Berat Jenis Aspal: 1,022

Specific Gravity (T): gram

Jumlah Pukulan: 2X75 Pukulan

No.	kadar aspal		Berat Jenis		Berat sampel (Gram)			bulk Volume (cm ³)	berat Jenis bulk, G _{mb}	% Volume		% Pori			Stabilitas			Flow (mm)
	% berat terhadap agregat	% berat terhadap campuran	G _{mm}	G _{se}	kering	dalam air	SSD			Aspal terhadap Campuran	Agregat efektif terhadap Campuran	VMA	VIM	VFA	Bacaan Dial (kN)	Justifikasi (kg)	Koreksi (kg)	
	A	B	C	D	E	F	G			H	I	J	K	L	M	N	O	
1	4,5	4,31	2,46	2,63	1221,5	691,8	1231,0	539,2	2,27	9,554	82,424	16,625	7,911	52,415	27,66	2820,535	2855,792	3,699
2	4,5	4,31	2,46	2,63	1226,7	701,1	1239,7	538,6	2,28	9,605	82,867	16,177	7,416	54,157	24,27	2474,851	2505,787	4,078
3	4,5	4,31	2,46	2,63	1193,4	664,7	1205,8	541,1	2,21	9,301	80,245	18,829	10,345	45,056	24,72	2520,738	2426,211	3,484
		4,31	2,46	2,63	1213,9	685,9	1225,5	539,6	2,25	9,487	81,846	17,210	8,557	50,543	25,550	2605,375	2595,930	3,754
1	5	4,76	2,45	2,63	1226,6	714,8	1235,0	520,2	2,36	10,982	85,388	13,627	3,758	72,425	26,76	2728,761	2914,657	4,163
2	5	4,76	2,45	2,63	1226,0	706,6	1233,7	527,1	2,33	10,833	84,229	14,799	5,064	65,783	24,61	2509,522	2680,483	4,201
3	5	4,76	2,45	2,63	1232,4	717,2	1245,3	528,1	2,33	10,869	84,508	14,517	4,749	67,286	26,37	2688,992	2789,829	4,498
		4,76	2,45	2,630	1228,3	712,9	1238,0	525,1	2,34	10,895	84,708	14,314	4,524	68,498	25,913	2642,425	2794,990	4,287
1	5,5	5,21	2,43	2,6	1226,1	712,8	1234,9	522,1	2,35	11,972	84,641	14,383	3,358	76,653	21,91	2234,198	2363,130	4,171
2	5,5	5,21	2,43	2,63	1220,1	705,0	1229,6	524,6	2,33	11,856	83,825	15,208	4,289	71,796	25,28	2577,843	2699,753	4,483
3	5,5	5,21	2,43	2,63	1234,0	718,1	1241,5	523,4	2,36	12,019	84,974	14,045	2,977	78,805	24,38	2486,068	2629,535	5,181
		5,21	2,43	2,63	1226,7	712,0	1235,3	523,4	2,34	11,949	84,480	14,545	3,541	75,751	23,857	2432,703	2564,139	4,612
1	6	5,66	2,41	2,63	1239,7	721,6	1244,7	523,1	2,37	13,125	85,010	14,009	1,663	88,125	16,36	1668,256	1799,283	6,819
2	6	5,66	2,41	2,63	1245,4	724,2	1248,1	523,9	2,38	13,165	85,271	13,745	1,362	90,090	15,83	1614,211	1674,744	6,228
3	6	5,66	2,41	2,63	1240,5	721,4	1245,5	524,1	2,37	13,108	84,903	14,117	1,788	87,336	16,31	1663,157	1776,460	6,837
		5,66	2,41	2,630	1241,9	722,4	1246,1	523,7	2,37	13,133	85,061	13,957	1,604	88,517	16,167	1648,541	1750,162	6,628
1	6,5	6,10	2,40	2,6	1240,5	710,9	1243,1	532,2	2,33	13,912	83,221	15,819	2,880	81,797	13,90	1417,406	1513,966	7,391
2	6,5	6,10	2,40	2,63	1243,6	714,9	1245,6	530,7	2,34	13,987	83,665	15,370	2,362	84,635	15,70	1600,954	1710,019	6,098
3	6,5	6,10	2,40	2,63	1250,0	717,6	1253,8	536,2	2,33	13,914	83,233	15,807	2,866	81,870	15,71	1601,974	1694,421	7,959
		6,10	2,40	2,63	1244,7	714,5	1247,5	533,0	2,34	13,938	83,373	15,665	2,702	82,767	15,103	1540,111	1639,469	7,149

Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Getah Karet (Vulutex) Terhadap Karakteristik
Marshall Pada Campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)*

Tanggal Pengujian : Juli 2023

Nama Pengujian : *Marshall Test* (Aspal 5,2% + 12% Vulutex KAO)

Dikerjakan Oleh : 1. Athala Rania Insyra
 2. Dwie Antini Agustina

Diperiksa Oleh : 1. Mahmuda, S.T., M.T.
 2. Sumiati, S.T., M.T.

Bulk Specific Gravity (Gsb): 2,60

Efective Specific Gravity: 2,63

Berat Jenis Aspal: 1,037

Specific Gravity (T): gram

Jumlah Pukulan: 2X75 Pukulan

No.	kadar aspal		Berat Jenis		Berat sampel (Gram)			bulk Volume (cm ³)	Berat Jenis bulk, G _{mb}	% Volume		% Pori			Stabilitas			Flow (mm)
	% berat terhadap agregat	% berat terhadap campuran	G _{mm}	G _{se}	kering	dalam air	SSD			Aspal terhadap Campuran	Agregat efektif terhadap Campuran	VMA	VIM	VFA	Bacaan Dial (kN)	Justifikasi (kg)	Koreksi (kg)	
	A	B	C	D	E	F	G			H	I	J	K	L	M	N	O	
1	5,2	4,31	2,46	2,63	1223,0	710,2	1226,6	516,4	2,37	9,843	86,169	12,837	3,727	70,967	22,34	2278,046	2344,49	5,846
2	5,2	4,31	2,46	2,63	1224,8	713,7	1227,5	513,8	2,38	9,908	86,733	12,267	3,097	74,751	21,68	2210,7447	2119,55	7,662
3	5,2	4,31	2,46	2,63	1221,5	712,4	1237,5	525,1	2,33	9,668	84,637	14,386	5,438	62,199	20,12	2051,669	2191,44	5,731
		4,31	2,46	2,63	1223,1	712,1	1230,5	518,4	2,36	9,806	85,846	13,163	4,087	69,306	21,38	2180,153	2218,49	6,413

Jenis Pengujian : Analisa Saringan

Tanggal Pengujian : Mei 2023

Sumber Material : PT. Bintang Selatan Agung (BSA)



Jenis Pengujian : Keausan Agregat Kasar dengan Mesin *Los Angeles*

Tanggal Pengujian : Juni 2023

Sumber Material : PT. Bintang Selatan Agung (BSA)



Jenis Pengujian : Kadar Lumpur

Tanggal Pengujian : Juni 2023

Sumber Material : PT. Bintang Selatan Agung (BSA)



Jenis Pengujian : Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Tanggal Pengujian : Juni 2023

Sumber Material : PT. Bintang Selatan Agung (BSA)



Jenis Pengujian : Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Tanggal Pengujian : Juni 2023

Sumber Material : PT. Bintang Selatan Agung (BSA)



Jenis Pengujian : Pencampuran Aspal dan Vulatex

Tanggal Pengujian : Juni 2023

**Sumber Material : 1. PT. Riset Perkebunan Nusantara (RPN)
2. PT. Aspal Indo**

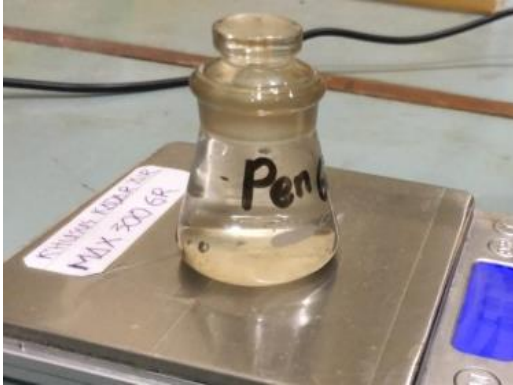


Jenis Pengujian : Berat Jenis Aspal

Tanggal Pengujian : Juni 2023

Sumber Material : 1. PT. Riset Perkebunan Nusantara (RPN)

2. PT. Aspal Indo

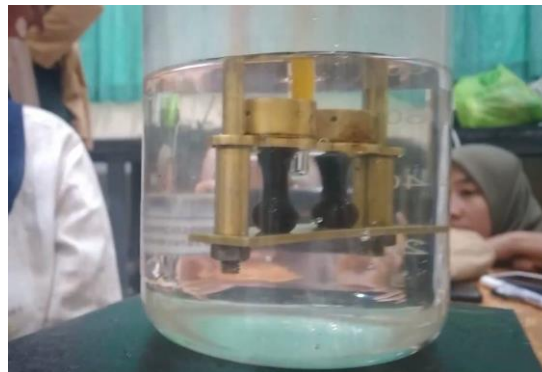


Jenis Pengujian : Titik Lembek Aspal

Tanggal Pengujian : Juni 2023

Sumber Material : 1. PT. Riset Perkebunan Nusantara (RPN)

2. PT. Aspal Indo

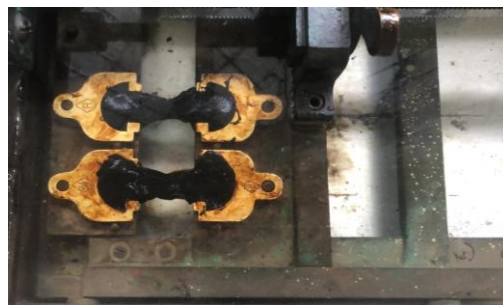


Jenis Pengujian : Daktilitas Aspal

Tanggal Pengujian : Juni 2023

Sumber Material : 1. PT. Riset Perkebunan Nusantara (RPN)

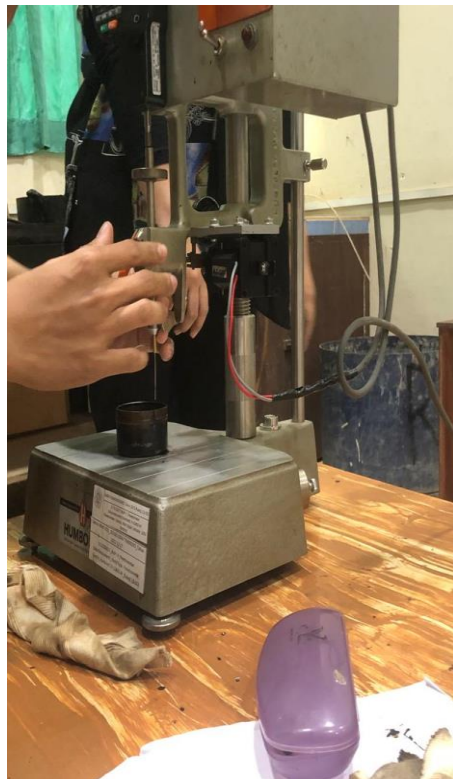
2. PT. Aspal Indo



Jenis Pengujian : Penetrasi Aspal

Tanggal Pengujian : Juni 2023

**Sumber Material : 1. PT. Riset Perkebunan Nusantara (RPN)
2. PT. Aspal Indo**



Jenis Pengujian : Titik nyala dan titik bakar

Tanggal Pengujian : Juni 2023

Sumber Material : 1. PT. Riset Perkebunan Nusantara (RPN)

2. PT. Aspal Indo



Jenis Pengujian : Kelekatan Aspal

Tanggal Pengujian : Juni 2023

**Sumber Material : 1. PT. Riset Perkebunan Nusantara (RPN)
2. PT. Aspal Indo**



Jenis Pengujian : Berat Jenis Semen

Tanggal Pengujian : Juni 2023

Sumber Material : PT. Semen Baturaja



Jenis Pengujian : Berat Jenis Fly Ash dan Abu Batu

Tanggal Pengujian : Juni 2023

Sumber Material : PT. Pupuk Sriwijaya (PUSRI)



Jenis Pengujian : Pembuatan Benda Uji

Tanggal Pengujian : Juli 2023





Jenis Pengujian : *Marshall Test*

Tanggal Pengujian : Juli 2023

