

SKRIPSI
ANALISIS PENGGUNAAN LIMBAH KARET BAN BEKAS PADA
CAMPURAN ASPAL DENGAN METODE MARSHALL

Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Program Strata-1 Pada Program
Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Tridianti Palembang



Oleh :
Richardo Panjaitan
NPM.1602210004.P

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
2021

LEMBAR PENGESAHAN

Nama Mahasiswa : Richardo Panjaitan
Npm : 1602210004.P
Program Studi : Teknik Sipil
Jenjang Pendidikan : Strata-1
Judul Skripsi : Analisis Penggunaan Limbah Karet Ban Bekas
Pada Campuran Aspal Dengan Metode Marshall.

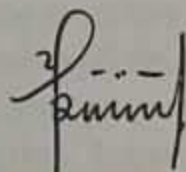
Diperiksa dan Disetujui,

Pembimbing I,



Hariman Al Faritzie, S.ST, M.T.

Pembimbing II,



Zuul Fitriana Umari, S.T., M.T.

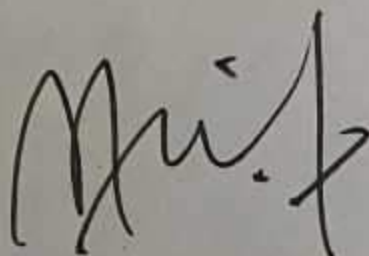
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Sipil,



Ir. Sulkarnain Fatoni, MT., MM.



Reni Andayani ST., MT.

Surat Pernyataan

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Richardo Panjaitan

NPM : 1602210004.P

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Analisis Penggunaan Limbah Karet Ban Bekas Pada Campuran Aspal Dengan Metode Marshall

1. Skripsi dengan judul tersebut diatas adalah murni hasil karya saya sendiri, bukan hasil plagiat, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah skripsi dan disebutkan sebagai bahan referensi serta dimasukkan dalam daftar pustaka.
2. Apabila dikemudian hari penulisan skripsi ini terbukti merupakan hasil plagiat atau jiplakan dari skripsi karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan serta bersedia menerima sanksi hukum berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia No 20 Tahun 2003 tentang "Sistem Pendidikan Nasional" pasal 70 yang berbunyi : Lulusan yang karya ilmiah yang digunakan untuk mendapatkan gelar akademik profesi atau vokasi sebagaimana dimaksud dalam pasal 25 ayat 2 (dua) terbukti merupakan jiplakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 2 tahun / atau pidana denanda paling banyak Rp. 200.000.000,- (Dua ratus juta rupiah).

Demikian surat pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Palembang, April 2021



Richardo Panjaitan

ANALISIS PENGGUNAAN LIMBAH KARET BAN BEKAS PADA CAMPURAN ASPAL DENGAN METODE MARSHALL

Richardo Panjaitan¹, Hariman Al Faritzie², Zuul Fitriana Umari³
Teknik Sipil, Universitas Tridinanti

Jl. Kapten Marzuki No.2446, 20 Ilir D. III, Kec. Ilir Tim. I, Kota Palembang

ABSTRACT: Indonesia is one of the second largest rubber producing countries in the world, in 2011 it produced 2,982,000 tons of natural rubber, in this case Indonesia contributed 27.06% originating from smallholder plantations. The purpose of this research was to determine the effect of tire waste in used vehicles on the characteristics of the asphalt using the Marshall where the test objects that used the added material for waste tires in used vehicles were 0% 2%, 4%, and 6%, respectively, as many as 3 specimens. Researchers conducted experiments on the dependent variable, namely the characteristics of Marshall and the independent variable, namely the addition of tire rubber powder in used vehicles in the AC-WC mixture. This test was conducted to determine the value of VIM (Void in the mix), VMA (Void in Mineral Aggregate), VFA (Void Filled With Asphalt), Flow, Stability and MQ (Marshall Quotient). From the results of the research that the content of used tire rubber is in the range of 0% to 6% which fulfills all Marshall parameters, then the middle value is taken and the optimum content of used tire rubber powder is 4%.

Key words: asphalt, rubber, marshall, optimum

ABSTRAK : Indonesia merupakan salah satu negara penghasil karet terbesar ke-2 di dunia, pada tahun 2011 menghasilkan sebesar 2.982.000 ton karet alam dalam hal ini Indonesia mempunyai kontribusi terhadap produksi karet dunia sebesar 27,06%. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari limbah ban dalam bekas kendaraan terhadap karakteristik aspal dengan menggunakan pengujian *marshall* yang menggunakan bahan tambah limbah ban dalam bekas kendaraan 0% 2 %, 4 %, dan 6 % masing masing dibuat sebanyak 3 benda uji. Peneliti melakukan eksperimen terhadap variabel terikat yaitu karakteristik *marshall* dan variabel bebas yaitu penambahan serbuk karet ban dalam bekas kendaraan pada campuran AC-WC. Pengujian ini dilakukan guna mengetahui nilai dari VIM (*Void in the mix*), VMA (*Void in Mineral Agregate*), VFA (*Void Filled With Asphalt*), Pelelehan (*Flow*), Stabilitas dan MQ (*Marshall Quotient*). Dari hasil penelitian bahwa kadar karet ban bekas dengan rentang 0% hingga 6% yang memenuhi semua parameter *Marshall*, lalu rentang tersebut diambil nilai tengahnya dan didapatkan Kadar serbuk karet ban bekas optimumnya sebesar 4%.

Kata kunci : aspal, karet, *marshall*, optimum

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul, ***“Analisis Penggunaan Limbah Karet Ban Bekas Pada Campuran Aspal dengan Metode Marshall”*** dengan waktu yang telah ditentukan. Tujuan dari penulisan Skripsi ini adalah untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Strata-1 Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.

Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, dukungan, dan semangat dari berbagai pihak, khususnya kepada Hariman Al Faritzie, S.ST.,M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Zuul Fitriana Umari, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahannya.

Selain itu pada kesempatan ini penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Hj. Nyimas Manisah, M.P., selaku Rektor Universitas Tridianti Palembang.
2. Bapak Ir. Zulkarnain Fatoni, M.T., MM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.
3. Ibu Reni Andayani ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Tridianti Palembang.
4. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan berupa do'a dan semangat hingga tersusunnya skripsi ini.

5. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil Universitas Tridianti Palembang yang telah memberikan semangat dalam perjuangan menghadapi suka dan duka selama ini serta pihak yang telah mendukung penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

Semoga dengan adanya skripsi ini dapat berguna bagi kita semua, terutama rekan-rekan mahasiswa/i khususnya Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang, sehingga mendapatkan tambahan ilmu baru dan korelasi antara aplikasi dengan teori ilmu yang didapat dibangku kuliah.

Palembang, April 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.2 Defenisi Jalan	7
2.1 Defenisi Aspal	12
2.3 Metode Pengujian Aspal dengan Marshall Test	23
2.4 Karet Ban Bekas	27
2.5 Recycling dengan campuran bahan karet ban bekas	28
2.6 Penelitian Terdahulu	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Metode dan Desain	34
3.2 Variabel Penelitian	36
3.3 Teknik Pengumpulan Data	37
3.3.1 Data Primer	37
3.3.2 Data Sekunder	37

3.4 Diagram Alur Penelitian	38
3.5 Diagram Alur Penelitian Labratorium.....	39
3.6 Persiapan Alat dan Bahan	40
3.7 Pengujian Bahan	45
3.7.1 Pengujian Aspal	45
3.7.2 Pengujian Agregat	46
3.8 Prosedur Pelaksanaan	46
3.8.1 Marshall Test.....	48

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pemeriksaan Karakteristik Agregat	50
4.2 Pemeriksaan Karakteristik Aspal	53
4.3 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat.....	56
4.4 Komposisi Campuran Agregat	57
4.5 Menghitung Kadar Aspal Rencana	59
4.6 Pengujian <i>Marshall</i>	61
4.7 Pembuatan Benda Uji Campuran <i>AC-WC</i>	61
4.8 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Campuran <i>AC-WC</i>	62
4.9 Pembuatan Benda Uji Campuran <i>AC-WC</i> + Serbuk Ban Bekas	68
4.10 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Campuran Karet Ban Bekas KAO.	69
4.11 Analisis Karakteristik <i>Marshall</i>	70
4.11.1 Karakteristik Aspal	70
4.11.2 Karakteristik Agregat	73
4.11.3 Karakteristik <i>Marshall</i> pada kondisi KAO	75

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	86
5.2 Saran	90

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Persyaratan Aspal Keras Penetrasi 60/70 dan 80/100.....	12
Tabel 2.2 Toleransi angka penetrasi rata rata dari 3 kali pembacaan.....	16
Tabel 2.3 Daftar toleransi suhu pada pengujian titik nyala dan titik bakar	19
Tabel 2.4 Ketentuan Sifat – sifat Laston	26
Tabel 2.4 Ketentuan Sifat-sifat Lastaston	26
Tabel 3.1 Kode notasi dan jumlah benda uji.....	35
Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Batu Pecah 1-2	50
Tabel 4.2 Hasil Pemeriksaan Batu Pecah 1-1	51
Tabel 4.3 Hasil Pemeriksaan Abu Batu.....	52
Tabel 4.4 Hasil Pemeriksaan Pasir	52
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Karakteristik Aspal Pen 60/70.....	53
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Karakteristik Aspal Modifikasi Karet 2%.....	54
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Karakteristik Aspal Modifikasi Karet 4%.....	54
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Karakteristik Aspal Modifikasi Karet 6%.....	55
Tabel 4.9 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat	56
Tabel 4.10 Rekapitulasi Komposisi Campuran AC-WC fraksi agregat	58
Tabel 4.11 Rencana Benda Uji Campuran AC-WC	60
Tabel 4.12 Kebutuhan Material Pada Benda Uji Campuran AC-WC	62
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Marshall Campuran Aspal AC-WC	62
Tabel 4.14 Hasil Pengujian Marshall terhadap nilai KAO	68
Tabel 4.15 Kebutuhan Material Benda Uji Pada Posisi KAO	68

Tabel 4.16 Rencana Benda Uji Campuran Aspal Karet Ban Bekas.....	69
Tabel 4.17 Hasil Pengujian Marshall campuran karet ban bekas KAO 6,15%	70

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Lapisan Perkerasan Kaku	7
Gambar 2.2 Lapisan Perkerasan Lentur	8
Gambar 2.3 Spesifikasi alat penguji titik lembek.....	15
Gambar 2.4 Spesifikasi alat <i>Cloveland Open Cup</i>	16
Gambar 2.5 Spesifikasi alat uji daktilitas	18
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> hubungan variabel penelitian	30
Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian	32
Gambar 3.3 Alur Penelitian Laboratorium.....	33
Gambar 3.4 Agregat Kasar	34
Gambar 3.5 Agregat Halus	35
Gambar 3.6 Serbuk Karet Ban	35
Gambar 3.7 Aspal	35
Gambar 3.8 Pnetrometer	36
Gambar 3.9 Jarum Penetrasi	37
Gambar 3.10 Termometer.....	37
Gambar 3.11 Stopwatch	37
Gambar 3.12 Saringan Agregat	38
Gambar 3.13 Timbangan	38
Gambar 3.14 Marshall Test	38
Gambar 4.1 Grafik titik kontrol gradasi campuran.....	59
Gambar 4.2 Grafik Nilai VMA terhadap kadar aspal campuran AC-WC.....	63

Gambar 4.3 Grafik Nilai VFA terhadap kadar aspal campuran AC-WC	64
Gambar 4.4 Grafik Nilai VIM terhadap kadar aspal campuran AC-WC	64
Gambar 4.5 Grafik Nilai Stabilitas terhadap kadar aspal campuran AC-WC..	65
Gambar 4.6 Grafik Nilai Flow terhadap kadar aspal campuran AC-WC	66
Gambar 4.7 Grafik Nilai MQQ terhadap kadar aspal campuran AC-WC	66
Gambar 4.8 Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran AC-WC	67
Gambar 4.9 Grafik Hubungan Kadar Aspal Karet dengan KAO (VMA)	76
Gambar 4.10 Grafik Hubungan Kadar Aspal Karet dengan KAO (VFA).....	77
Gambar 4.11 Grafik Hubungan Kadar Aspal Karet dengan KAO (VIM).....	79
Gambar 4.12 Grafik Hubungan Kadar Aspal Karet dengan KAO (Stabilitas)	81
Gambar 4.13 Grafik Hubungan Kadar Aspal Karet dengan KAO (Flow).....	82
Gambar 4.14 Grafik Hubungan Kadar Aspal Karet dengan KAO (MQ)	83

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil karet terbesar ke-2 di dunia, pada tahun 2011 menghasilkan sebesar 2.982.000 ton karet alam dalam hal ini Indonesia mempunyai kontribusi terhadap produksi karet dunia sebesar 27,06%, sebagian besar karet alam yang di hasilkan berasal dari perkebunan rakyat. Di Indonesia karet merupakan salah satu hasil pertanian terkemuka karena banyak menunjang perekonomian negara. Dengan meningkatnya hasil karet Indonesia, peningkatan pada industri ban yang bahan utamanya adalah karet juga meningkat. Sejalan dengan itu keberadaan ban-ban bekas yang sudah tidak terpakai juga semakin banyak yang tentu saja menjadi masalah dalam pencemaran lingkungan. Karena produksi ban di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun, seiring dengan itu maka limbah ban-ban bekas yang tidak terpakai di lingkungan semakin meningkat. Masalah ini semakin besar dikarenakan ban bekas tidak dapat terurai dengan mudah apabila hanya dibiarkan begitu saja. (Shulan Zhao,LiliWang and Lian Duo , 2012)

Penggunaan ban-ban bekas yang berwawasan lingkungan banyak mendapat perhatian. Sekitar enam ribu ton ban bekas dihasilkan setiap tahun di Eropa, Amerika dan Jepang Hal ini akan terus meningkat sejalan

dengan meningkatnya industri otomotif dunia. Upaya pemusnahan dengan cara pembakaran yang biasa dilakukan ternyata menghasilkan dampak polusi yang berbahaya karena berpengaruh buruk pada kesehatan manusia. Jika dibuang begitu saja, ban bekas tentunya akan mencemari lingkungan sekitarnya mengingat ban bekas tidak dapat terurai dengan mudah secara biologis.

Maka perlu dilakukan suatu usaha yang serius untuk menangani dan mengolah limbah ban bekas tersebut agar tidak menimbulkan masalah terhadap lingkungan. Ada dua cara utama yang dapat dilakukan terhadap ban-ban bekas, yakni mendaur ulang dan menggunakan kembali karet ban bekas serta mereklamasi bahan baku karet. Daur ulang ban bekas membutuhkan teknik khusus karena ban bekas adalah bahan termoset, yang tidak dapat diolah kembali seperti termoplastik. Pengolahan ban bekas menjadi serbuk ban bekas adalah salah satu teknik menarik untuk pemanfaatan ban-ban bekas. Satu cara yang menjanjikan dalam mendaur ulang serbuk ban bekas adalah dengan mencampurkan ke dalam lateks untuk mendapatkan karet yang bagus kualitasnya. Oleh karena itu, di perlukan usaha untuk mengubah limbah ban bekas menjadi sesuatu yang lebih berguna, salah satunya memanfaatkan serbuk ban bekas menjadi bahan isian karet lembaran.

Dalam upaya memperbaiki perkerasan jalan kinerja campuran beraspal, selain menggunakan campuran beraspal panas dengan pemilihan agregat dan material yang bermutu baik dapat pula dengan memodifikasi aspal

menggunakan bahan tambahan. Salah satu bahan tambah yang dapat digunakan yaitu getah karet (*lateks*). Lebih dari 70% karet alam dunia digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan aspal dan sisanya digunakan dalam pembuatan kabel, ban, *o-rings*, dan sebagainya. Tentunya karet alam memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan, terutama untuk campuran pembuatan aspal. Sejauh ini sudah dilakukan penelitian dengan menggunakan bahan tambah alami terkhususnya karet, namun masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dari penelitian sebelumnya, terutama pada penggunaan kadar aspal dan kadar karet yang digunakan (Binus, 2014).

Salah satu upaya memperbaiki kerusakan jalan adalah pengembangan teknologi recycling dengan menambahkan bahan tambah (*additive*) terhadap perkerasan yang lama. Prinsip dari proses ini adalah memanfaatkan material jalan yang ada pada lapis permukaan atas yang lama untuk diolah dengan campuran aspal baru dan bahan tambah berupa karet ban bekas sehingga dapat dipergunakan kembali dengan nilai struktur yang lebih tinggi.

Penelitian ini mencoba untuk mendaur ulang lapis permukaan atas dengan menggunakan sampel yang terdapat pada jalan ruas jalan dengan menambahkan bahan tambah lokal yaitu ban dalam bekas yang diparut atau disebut serbuk ban bekas. Karena ban bekas merupakan bahan buangan padat yang tentunya akan menimbulkan masalah bagi lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Bila material ini dapat digunakan sebagai bahan tambah pada

campuran lapis permukaan atas yang lama, maka dapat mengurangi tingkat pencemaran lingkungan.

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memperoleh alternatif bahan tambah selain yang memiliki harga murah serta mudah didapat dibanding dengan bahan tambah (*additive*) yang cenderung mahal, sehingga dapat membantu memecahkan masalah-masalah yang terjadi pada perkerasan jalan. Pengembangan teknologi *recycling* ini diharapkan tidak hanya memperbaiki lubang atau kerusakan yang terjadi, tetapi juga memperkuat struktur jalan agar lebih tahan lama dan tidak mudah rusak kembali. Teknologi *recycling* juga akan mengurangi pemakaian material baru, perlindungan sumber daya alam, penghematan sumber daya, dan penghematan proses industri dimana hal tersebut merupakan hal yang sangat penting untuk dipertimbangkan. (Nugraha, 2011).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang yang telah di kemukakan, maka permasalahan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah :

1. Apakah aspal dapat dimodifikasi dengan campuran karet ban dalam bekas ?
2. Bagaimana hasil analisis kekuatan aspal setelah ditambahkan serbuk karet ban dalam bekas dan perbandingan dengan aspal konvensional ?
3. Manakah campuran optimum dari karet ban dalam bekas untuk modifikasi aspal ?

1.3. Tujuan

Berdasarkan perumusan masalah diatas, adapun tujuan dari penelitian ini, antara lain :

1. Untuk mengetahui apakah aspal dapat dimodifikasi dengan campuran karet ban bekas.
2. Untuk mengetahui hasil analisis tingkat kekuatan dan kualitas aspal yang sudah di campur dengan karet ban bekas.
3. Untuk mengetahui komposisi yang tepat dari aspal karet yang telah dibuat.

1.4. Manfaat

Sedangkan manfaat dari penelitian ini berdasarkan tujuan diatas, antara lain :

1. Memberikan informasi tambahan mengenai pemanfaatan karet ban bekas sebagai campuran dalam agregat aspal.
2. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan informasi khususnya bagi peneliti yang akan melakukan penelitian yang serupa.
3. Sebagai solusi alternative dalam meningkatkan kualitas aspal sebagai bahan dasar pengerasan infrastruktur jalan agar lebih baik dan lebih tahan lama.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian Analisis Penggunaan Limbah Karet Ban Bekas Pada Campuran Aspal dengan Metode *Marshall* memiliki ruang lingkup yaitu :

1. Penelitian akan dilakukan pada skala laboratorium
2. Bahan pengikat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah aspal penetrasi 60/70 dari PT. Bangka Cakra Karya
3. Material agregat kasar dan halus yang akan digunakan dalam penelitian ini diambil dari PT. Bangka Cakra Karya
4. Penentuan kombinasi bahan tambahan dengan komposisi 0%, 2%, 4% dan 6% terhadap campuran aspal yang digunakan untuk meningkatkan mutu aspal dan campurannya.
5. Bahan Tambah yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk karet ban yang berasal dari limbah atau bahan bekas pakai dari mobil atau motor.
6. Metode yang akan digunakan pada penelitian ini adalah metode *Marshall Test*.

1.6. Sistematika Penulisan

Penelitian ini dibagi menjadi lima bab dengan uraian sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang penulisan, permasalahan yang akan diangkat, ruang lingkup pembahasan, tujuan, manfaat serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dibahas mengenai tinjauan pustaka yang akan dijadikan landasan dalam pembahasan pada bab-bab selanjutnya. Tinjauan Pustaka yang digunakan berasal dari berbagai sumber seperti buku-buku serta literatur yang berhubungan dengan materi yang akan dibahas.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan mengenai langkah-langkah atau prosedur pengambilan data dan pengolahan data hasil penelitian serta jadwal penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan tentang pengambilan data dan pengambilan data hasil penelitian serta pembahasan dari hasil yang telah di ambil pada saat penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dibahas tentang kesimpulan mengenai hasil dari penelitian dan saran yang tepat untuk penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Binus. 2014. *Pembuatan Aspal*. <http://librarybinus.ac.id/2014/02/pembuatan-aspal.pdf>. Diakses pada 10 Desember 2019
- Hardiyatmo, H.C., 2009, *Pemeliharaan Jalan Raya*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Juliansyah, R. 2017. *Penambahan Limbah Karet Sebagai Additive Untuk Mengatasi Penurunan Kinerja Campuran Superpave Akibat Rendaman Air Hujan. Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta
- Nugraha, M.S. 2011. *Pengujian Aspal Sebagai Perkerasan pada Jalan*. <http://mariestextst.blogspot.co.id/2011/07/pengujian-aspal.html>. Diakses pada 10 Desember 2019.
- Pinandita,A.M. 2017. *Pengaruh Limbah Karet Ban Sebagai Campuran Aspal Terhadap Karakteristik Marshall, Pada Jenis Perkerasaan Lapis Ttipis Aspal Pasir (LATASIR) KELAS B. Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Muhammdiyah Purwokerto
- Sugiyanto, G., 2008, *Pengaruh Penambahan Serbuk Ban Bekas Terhadap Kinerja Campuran Aspal Panas Jenis Hot Rolled Sheet (HRS)*. Universitas Darwan Ali. Vol 2 Edisi Mei 2012 – Agustus 2012. <http://tekniksruyan.files.wordpress.com/2012/07/jurnal-vol-2.pdf> Diakses Pada Tanggal 10 Desember 2019
- Shulan Zhao,LiliWang and Lian Duo , 2009 <https://www.researchgate.net/scientific-contributions/Lian-Duo-47225117>. Diakses pada 28 Maret 2021
- SNI 06-2432-1991, *Metoda Pengujian Daktilitas Bahan-Bahan Aspal*. Pusat Litbang Jalan Dan Jembatan. Bandung.
- SNI 06-2433-1991, *Metoda Pengujian Titik Nyala Dan Titik Bakar Dengan Alat Cleveland Open Cup*. Pusat Litbang Jalan Dan Jembatan. Bandung.

SNI 06-2434-1991, Metoda Pengujian Titik Lembek Aspal Dan Ter. Pusat Litbang Jalan Dan Jembatan. Bandung.

SNI 06-2441-1991, Metoda Pengujian Berat Jenis Aspal Padat. Pusat Litbang Jalan Dan Jembatan. Bandung.

SNI 06-2456-1991, Metoda Pengujian Penetrasi Bahan-bahan Bitumen. Pusat Litbang Jalan Dan Jembatan. Bandung.