

**ANALISIS KARAKTERISTIK MARSHALL PADA
CAMPURAN AC- WC DENGAN MENGGUNAKAN ASPAL
KARET DAN FLY ASH**

SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Strata-1
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Tridinanti**



Oleh :

MUHAMMAD IRFAN

1802210023

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TRIDINANTI

2023

LEMBARAN PENGESAHAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Muhammad Irfan
Npm : 1802210023
Program Studi : Teknik Sipil
Jenjang Pendidikan : Strata-I (S1)
Judul Skripsi : Analisis Karakteristik Marshall Pada Campuran Ac-Wc Dengan Menggunakan Aspal Karet Dan Fly Ash

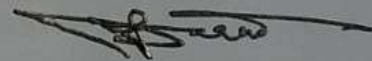
Diperiksa dan Disetujui

Pembimbing I



Ani Firda, S.T.,M.T.

Pembimbing II



Bazar Asnawi, S.T.,M.M

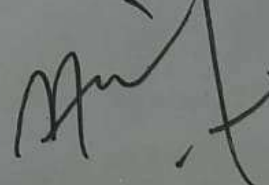
Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Zulkarnain Fatoni, MT,MM

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Reni Andayani S.T.,M.T

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah Ini,

Nama : Muhammad Irfan

NPM : 1802210023

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Analisis Karakteristik Marshall Pada Campuran Ac-Wc Dengan Menggunakan Aspal Karet dan Fly Ash

1. Skripsi dengan judul yang 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 dimasukan dalam daftar pustaka.
2. Apabila dikemudian hari penulis skripsi ini terbukti merupakan hasil plagiat atau jiplakan dari skripsi karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan serta bersedia menerima sanksi hukuman berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia nomor 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 aya 2 (dua) terbukti merupakan jiplakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 2 tahun / atau pidana sdenda paling banyak Rp 200.000.000,- (Dua ratus juta rupiah).

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

Palembang, 4 November 2023

Penulis



(Muhammad Irfan)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR GRAFIK	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	4
1.3 Maksud dan Tujuan	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Perkerasan Jalan	7
2.1.1 Perkerasan Lentur (<i>Flexible Pavement</i>)	8
2.1.2 Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>)	10
2.2 Campuran Beraspal Panas	11
2.3 Aspal Karet	15
2.4 Lateks Pravulkanisasi	16

2.5	Bahan Tambahan Fly Ash atau Abu Batu Bara	17
2.5.1	Sifat Fisik dan Karakteristik Fly Ash	18
2.6	Lapisan aspal Beton.....	18
2.6.1	Laston Lapisan Aus (AC- WC)	20
2.7	Gradasi Agregat Gabungan	21
2.8	Kadar Aspal Rencana (KAR) <i>Atau Design Mix</i> <i>Formula (DMF)</i>	22
2.9	<i>Job Mix Formula (JMF)</i>	23
2.10	Pengujian <i>Marshall</i>	23
2.11	Stabilitas (<i>stability</i>).....	24
2.12	Kelelehan (<i>flow</i>).....	25
2.13	Rongga Dalam Agregat (VMA)....	26
2.14	Rongga Dalam Campuran (VIM)	27
2.15	Volume Pori Aspal Beton Aspal Yang Terisi Oleh Aspal (VFA).....	29
2.16	<i>Marshall Quotien (MQ)</i>	30
2.17	Penelitian Terdahulu	32
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	34
3.1	Alur Penelitian	34
3.2	Lokasi Penelitian	36
3.3	Studi Literatur	37
3.4	Pengumpulan Data	37
3.5	Alat dan Bahan	38
3.6	Persiapan Bahan	42
3.7	Pengujian Karakteristik Aggreгат	43
3.8	<i>Design Mix Formula (DMF)</i>	45
3.9	<i>Job Mix Formula (JMF)</i>	45

	3.10. Pembuatan Benda Uji.....	45
	3.11. Pengujian Marshall.....	46
	3.12 Analisa Data	47
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	48
	4.1 Hasil Pengujian Karakteristik Material	48
	4.2 Proses pembuatan Aspal Karet	49
	4.3 Hasil Pengujian Karakteristik Aspal	50
	4.4 Design Mix Formula	51
	4.5 Komposisi Campuran Aspal (Job Mix Formula)	52
	4.6 Hasil pengujian Marshall	54
	4.6.1 Hasil Pengujian Marshall Stabilitas	54
	4.6.2 Hasil Pengujian Marshall Kelelahan (Flow)	59
	4.6.3 Hasil Pengujian Marshall VIM	64
	4.6.4 Hasil Pengujian Marshall VMA	69
	4.6.5 Hasil Pengujian Marshall VFA.....	74
	4.6.6 Hasil Pengujian Marshall Quotient.....	79
	4.7 Hasil Penentuan Kadar Aspal Optimum	83
	4.8. Analisis Perbandingan Hasil pengujian Tiap Sampel Menurut Karakteristik Marshall	88
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	94
	5.1 Kesimpulan.....	94
	5.2 Saran	94

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Ketentuan Agregat Kasar	12
Tabel 2.2. Ketentuan Agregat Halus	13
Tabel 2.3. Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston (AC)	19
Tabel 2.4. Ketentuan Sifat Sifat Campuran Laston (AC) Aspal Karet	20
Tabel 2.5. Ketentuan Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran Beraspal	21
Tabel 2.6. Perbandingan Peneliti Terdahulu	32
Tabel 3.1. Rencana Jumlah Sempel Benda Uji Campuran AC-WC Aspal Beton + Fly Ash	46
Tabel 3.1. Rencana Jumlah Sempel Benda Uji Campuran AC-WC Aspal karet + Fly Ash	46
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat	48
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Karakteristik Aspal	50
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Perhitungan Batas Kadar Aspal Rencana.....	51
Tabel 4.4. Jumlah Sampel Untuk Kadar Aspal Rencana.....	51
Tabel 4.5. Hasil Pengujian Analisis Saringan	52
Tabel 4.6. Hasil Pengujian Komposisi Berat Tertahan Rancangan Gradasi AC-WC	53
Tabel 4.7. Hasil Pengujian hasil Marshall Stabilitas	55
Tabel 4.8. Hasil Pengujian hasil Marshall Kelelehan (Flow).....	60
Tabel 4.9. Hasil Pengujian hasil Marshall VIM	65
Tabel 4.10 Hasil Pengujian hasil Marshall VMA	70
Tabel 4.11 Hasil Pengujian hasil Marshall VFA	75
Tabel 4.12 Hasil Pengujian hasil Marshall Quotient	79
Tabel 4.13.. Kadar Aspal Optimum Pada Sempel Aspen	84
Tabel 4.14. Kadar Aspal Optimum Pada Sempel Aspen 50 FA	84
Tabel 4.15. Kadar Aspal Optimum Pada Sempel Aspen 100 FA	85
Tabel 4.16. Kadar Aspal Optimum Pada Sempel LP 7	86
Tabel 4.17. Kadar Aspal Optimum Pada Sempel LP 7 50 FA	87
Tabel 4.18. Kadar Aspal Optimum Pada Sempel LP7 100 FA	87

Tabel 4.19. Perbandingan Hasil Pengujian Marshall	88
---	----

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Grafik 4.1. Susunan Lapisan Perkerasan Lentur	8
Gambar 2.2. Susunan Lapisan Perkerasan Kaku	11
Gambar 2.3. Ilustrasi Pengertian VMA	26
Gambar 2.4. Ilustrasi Pengertian VIM	28
Gambar 2.5. Ilustrasi Pengertian VFA	30
Gambar 3.1. Bagan Alir Penelitian	34
Gambar 3.2. Bagan Alir Laboratorium	35
Gambar 3.3. Lokasi Penelitian	36
Gambar 3.4. Lokasi Penelitian	37
Gambar 3.5. Alat Uji Berat Jenis	38
Gambar 3.6. Alat Uji Penetrasi	39
Gambar 3.10. Alat Uji Analisa Saringan dan Berat Jenis Agregat	39
Gambar 3.11. Alat Uji Abrasi dan Nilai Setara Pasir	40
Gambar 3.12. Mesin Penumbuk Sampel	40
Gambar 3.13. Alat Dongkrak Sampel	40
Gambar 3.14. Waterbath	41
Gambar 3.15. Alat <i>Marshall Test</i> , <i>Mould</i> , dan Termometer	41
Gambar 3.16. Aspal	43
Gambar 3.17. Fly Ash	43

DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 4.1. Gradasi Rancangan yang digunakan	12
Grafik 4.2. Hasil Pengujian Marshall Stabilitas Aspen	55
Grafik 4.3. Hasil Pengujian Marshall Stabilitas Aspen 50 FA	56
Grafik 4.4. Hasil Pengujian Marshall Stabilitas Aspen 100 FA	57
Grafik 4.5. Hasil Pengujian Marshall Stabilitas LP 7	57
Grafik 4.6. Hasil Pengujian Marshall Stabilitas LP 7 50 FA	58
Grafik 4.7. Hasil Pengujian Marshall Stabilitas LP 7 100 FA	59
Grafik 4.8. Hasil Pengujian Marshall Kelelehan (Flow) Aspen	60
Grafik 4.9. Hasil Pengujian Marshall Kelelehan (Flow) Aspen 50 FA	61
Grafik 4.10. Hasil Pengujian Marshall Kelelehan (Flow) Aspen 100 FA	62
Grafik 4.11. Hasil Pengujian Marshall Kelelehan (Flow) LP 7	62
Grafik 4.12. Hasil Pengujian Marshall Kelelehan (Flow) LP 7 50 FA	63
Grafik 4.13. Hasil Pengujian Marshall Kelelehan (Flow) LP 7 100 FA	64
Grafik 4.14. Hasil Pengujian Marshall VIM Aspen	65
Grafik 4.15. Hasil Pengujian Marshall VIM Aspen 50 FA	66
Grafik 4.16. Hasil Pengujian Marshall VIM Aspen 100 FA	67
Grafik 4.17. Hasil Pengujian Marshall VIM LP 7	67
Grafik 4.18. Hasil Pengujian Marshall VIM LP 7 50 FA	68
Grafik 4.19. Hasil Pengujian Marshall VIM LP 7 100 FA	69
Grafik 4.20. Hasil Pengujian Marshall VMA Aspen	70
Grafik 4.21. Hasil Pengujian Marshall VMA Aspen 50 FA	71
Grafik 4.22. Hasil Pengujian Marshall VMA Aspen 100 FA	72

Grafik 4.23. Hasil Pengujian Marshall VMA LP 7	72
Grafik 4.24. Hasil Pengujian Marshall VMA LP 7 50 FA	73
Grafik 4.25. Hasil Pengujian Marshall VMA LP 7 100 FA	74
Grafik 4.26. Hasil Pengujian Marshall VFA Aspen	75
Grafik 4.27. Hasil Pengujian Marshall VFA Aspen 50 FA	76
Grafik 4.28. Hasil Pengujian Marshall VFA Aspen 100 FA	77
Grafik 4.29. Hasil Pengujian Marshall VFA LP 7	77
Grafik 4.30. Hasil Pengujian Marshall VFA LP 7 FA	78
Grafik 4.31. Hasil Pengujian Marshall VFA LP 7 100 FA	78
Grafik 4.32. Hasil Pengujian Marshall Quotient Aspen	80
Grafik 4.33. Hasil Pengujian Marshall Quotient Aspen 50 FA	80
Grafik 4.34. Hasil Pengujian Marshall Quotient Aspen 100 FA	81
Grafik 4.35. Hasil Pengujian Marshall Quotient LP 7	82
Grafik 4.36. Hasil Pengujian Marshall Quotient LP 7 50 FA	82
Grafik 4.37. Hasil Pengujian Marshall Quotient LP 7 100 FA	83
Grafik 4.38. Perbandingan Hasil Pengujian Marshall Stabilitas.....	89
Grafik 4.39. Perbandingan Hasil Pengujian Marshall Kelelahan	89
Grafik 4.40. Perbandingan Hasil Pengujian Marshall VIM.....	90
Grafik 4.41. Perbandingan Hasil Pengujian Marshall VMA	91
Grafik 4.42. Perbandingan Hasil Pengujian Marshall VFA.....	92
Grafik 4.43. Perbandingan Hasil Pengujian Marshall Quotient	92

ABSTRAK

Perkerasan jalan merupakan suatu lapisan perkerasan jalan yang terletak diantara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan terhadap sarana transportasi, dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Ciri Marshall adalah kemampuan suatu campuran aspal dalam menerima beban hingga meleleh. Arus dinyatakan dalam kilogram. Parameter Marshall meliputi VIM (Void in mix), pengumpulan data yang berkaitan dengan penelitian, berupa referensi dan peralatan pendukung penelitian pengujian campuran Lastaston terhadap pengaruh perubahan suhu. Dengan pengujian Marshall Test kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data bahan untuk pengujian laboratorium yang akan digunakan dalam penelitian. VMA (Void dalam agregat mineral), VFA (Void berisi aspal), stabilitas, aliran dan marshall quotient. Data tersebut diperoleh dengan menggunakan data primer yaitu Data Primer adalah data yang diperoleh dari hasil penelitian di lapangan. Dalam penulisan tugas akhir ini, data primer merupakan data yang diperoleh dari pengamatan langsung dan percobaan di laboratorium mengenai karakteristik kinerja campuran aspal lapis AC-WC yang dimodifikasi dengan fly ash, dimana campuran aspal tersebut diuji dengan metode Marshall Test.

Kata Kunci : Perkerasan jalan, Karakteristik Marchall, Aspal Karet dan Fly Ash

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jalan merupakan salah satu prasarana penting yang sangat dibutuhkan dalam sistem transportasi suatu wilayah, keberadaannya berguna untuk menghubungkan suatu tempat dengan tempat yang lainnya sehingga segala kebutuhan akan terpenuhi, dengan adanya jalan yang secara kuantitas maupun kualitas bagus maka akan menunjang kemajuan suatu wilayah. Prasarana jalan harus direncanakan dengan baik dan juga harus dapat memberikan tingkat pelayanan yang prima, karena akan meningkatkan aksesibilitas antar wilayah, dapat memberikan keamanan dan kenyamanan dalam berkendara. Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang memiliki peranan sangat penting dalam sektor perhubungan darat, yang mendukung kesinambungan distribusi barang dan jasa untuk mendorong pertumbuhan ekonomi disuatu daerah. Kondisi jalan yang dilalui oleh volume lalu lintas yang tinggi dan berulang ulang dapat menurunkan kualitas dari permukaan jalan tersebut, sehingga menjadi tidak nyaman dan tidak aman untuk dilalui. Kerusakan pada jalan akan menimbulkan banyak kerugian yang dapat dirasakan oleh pengguna jalan secara langsung, karena sudah pasti akan menghambat laju dan kenyamanan pengguna jalan serta banyak menimbulkan korban akibat dari kerusakan jalan yang tidak segera ditangani oleh yang berwenang. Kerusakan jalan ini juga berpengaruh pada jenis material dan jenis perkerasan yang digunakan serta metode pelaksanaan pekerjaan.

Perkerasan jalan raya adalah bagian jalan raya yang diperkeras dengan lapis konstruksi tertentu, yang memiliki ketebalan, kekuatan, dan kekakuan, serta kestabilan tertentu agar mampu menyalurkan beban lalu lintas di atasnya ke tanah dasar secara merata. Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi, dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Perkerasan jalan dibagi menjadi tiga yaitu perkerasan kaku, perkerasan lentur dan perkerasan komposit. Perkerasan kaku atau perkerasan beton semen adalah suatu konstruksi (perkerasan) dengan bahan baku agregat dan menggunakan semen sebagai bahan ikatnya. Perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipampatkan dan menggunakan aspal sebagai bahan ikatnya. Perkerasan komposit adalah kombinasi antara perkerasan kaku dengan perkerasan lentur.

Beton aspal atau *asphalt concrete* (AC) merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konstruksi pada perkerasan lentur. Campuran beton aspal tersebut terdiri atas agregat kasar, agregat halus, filler dan menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Filler yang biasa disebut juga bahan pengisi dapat diperoleh dari hasil pemecahan batuan secara alami maupun buatan. Filler yang umum digunakan adalah jenis filler abu (debu) batu dan semen. Jenis perkerasan ini merupakan campuran merata antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu. Macam-macam beton aspal yang sering digunakan yaitu lapis pondasi (AC-Base), lapis pengikat (AC-BC) dan lapis aus (AC-WC). Jenis AC-WC merupakan lapisan yang paling atas dan bersentuhan langsung dengan roda

kendaraan sehingga perlu dilakukan perencanaan yang baik dari segi perancangan material maupun metode pelaksanaan pekerjaan. Penelitian mengenai lapis AC-WC telah banyak dilakukan dan memperoleh hasil yang baik namun material yang digunakan masih menggunakan material tak terbarukan seperti aspal minyak dan filler abu batu. Pada penelitian ini mengusulkan penggunaan aspal yang dimodifikasi dengan karet serta penggunaan abu terbang (*fly ash*) sebagai filler. Aspal yang dimodifikasi dengan karet mampu mengurangi jumlah penggunaan aspal dalam campuran dan mampu meningkatkan stabilitas marshall (Trisilviana, dkk 2022).

Fly ash adalah partikel halus yang merupakan endapan dari tumpukan hasil pembakaran batu bara. Abu terbang batu bara dapat dijadikan sebagai mineral filler karena ukuran partikelnya yang sangat halus, dan dari beberapa literatur penelitian yang dilakukan sebelumnya, abu terbang batu bara mengandung unsur pozzolan, sehingga dapat berfungsi sebagai bahan pengisi rongga dan pengikat aspal beton (Anas Tahir, 2009). Selain itu juga penggunaan *Fly Ash* dapat meningkatkan nilai stabilitas dan flow serta mengurangi rongga pada campuran aspal (Alfiiaziz, Dkk 2019).

Berdasarkan uraian sebelumnya, penggunaan dari karet dan *fly ash* memberikan dampak positif pada campuran aspal. maka dari itu akan diusulkan penelitian lebih lanjut mengenai karakteristik marshall pada campuran AC-WC dengan menggunakan aspal karet dan *Fly Ash*.

Karakteristik Marshall adalah kemampuan suatu campuran aspal untuk menerima beban sampai menjadi kelelahan *Flow* yang dinyatakan dalam

kilogram, parameter *marshall* meliputi VIM (*Void in mix*), VMA (*Void in the mineral aggregate*), VFA (*Void filled with asphalt*), *stabilitas*, *flow* dan *marshall quotient*

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah disebutkan maka terdapat beberapa rumusan masalah yang dapat diambil yaitu:

- 1) Bagaimana karakteristik Marshall pada campuran aspal beton AC-WC dan aspal karet yang menggunakan fly ash sebagai filler?
- 2) Berapa persen nilai KAO (Kadar Aspal Optimum) pada campuran aspal beton dan aspal karet AC WC yang menggunakan fly ash berdasarkan parameter marshall test?

1.3. Maksud dan Tujuan

Maksud dan Tujuan dari penelitian ini adalah

- 1) Mengetahui karakteristik Marshall untuk campuran aspal beton AC-WC dan aspal karet yang menggunakan *Fly Ash* sebagai *Filler*.
- 2) Mengetahui nilai KAO (Kadar Aspal Optimum) pada campuran aspal beton AC WC dan aspal karet yang menggunakan Fly Ash berdasarkan parameter marshall test.

1.4. Manfaat Penelitian

Berdasarkan manfaat penelitian diatas antara lain:

- 1) Penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi untuk mengurangi limbah Fly Ash sebagai material pada perkerasan jalan
- 2) Memberikan informasi mengenai manfaat penggunaan karet pada campuran aspal

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

- 1) Penelitian menggunakan gradasi campuran AC-WC sesuai dengan Spesifikasi Bina Marga tahun 2018.
- 2) Material yang digunakan berupa batu pecah, screen, abu batu dan pasir sungai. Sedangkan aspal yang digunakan adalah aspal penetrasi 60/70 dari PT Bintang Selatan Agung.
- 3) Pengujian campuran AC-WC menggunakan metode Marshall test
- 4) Filler yang digunakan berupa abu batu dan fly ash. Fly ash yang digunakan sebagai substitusi filler abu batu dengan kadar 0%, 50%, dan 100% terhadap berat filler.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk penyusunan proposal tugas akhir ini, proposal ini disajikan dalam beberapa pokok pembahasan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat, ruang lingkup penelitian, metode pengumpulan data serta sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi mengenai penelitian terdahulu yang berkaitan langsung dengan penelitian yang dilakukan dan kajian literatur yang menjadi landasan teori pendukung yang berhubungan langsung dengan penelitian.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi metode penelitian yang dilakukan, diagram alir metode penelitian, bahan dan alat yang digunakan pada saat penelitian, pengujian material di laboratorium, mendesain campuran, pembuatan benda uji serta pengujian benda uji dengan menggunakan metode *marshall Test*.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil dari penelitian dan pengolahan data yang telah dilakukan selama di laboratorium.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran dari hasil penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad Zadhi Nashruddin dan Cahya Buana, 2021 Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2017. Manual Desain Perkerasan Jalan No. 02/M/BM/2017. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga.
- Ani Firda, Rosmalinda Permatasari, dan Indra Syahrul Fuad. 2021. Pemanfaatan Limbah Baru Bara (Fly Ash) Sebagai Material Pengganti Agregat Kasar Pada Pembuatan Beton Ringan
- Ani Firda, Bahder Djohan, Hendrik Jimmyanto dan Deta Febrianty, .2021. Pengaruh Penambahan Plastik (polyethylene Terephthalate) Pada Campuran AC-WC (Asphalt Concrete – Wearing Course) Terhadap Karakteristik Marshall.
- Anas tahir 2009 : KARAKTERISTIK CAMPURAN BETON ASPAL (AC-WC) DENGAN MENGGUNAKAN VARIASI KADAR FILLER ABU TERBANG BATU BARA. Jurnal Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu
- Andi Afriaziz, Nusa Sebayang , dan Ester Priskasar .2009. Penambahan Karet Alam Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus Dengan Filler Fly Ash. Jurusan Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Divisi 6 Revisi 1. 2018. Spesifikasi Umum
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2017. Spesifikasi Khusus Interim
- Hardiyatmo, 2015 Purnomo, Wahyu, Berry Evaldo dan Latif Budi. 2014. “Pemanfaatan Crumb Rubber (Type Rubber) Sebagai Aditif pada Aspal Modifikasi Polimer”. Jurnal *The 17th FSTPT of International Symposium* Volume 2 No.1. Jember : Universitas Jember.
- Hendrik Jimmyanto, Joni Arliansyah, dan Edi Kadarsa. 2023. Rheological Characteristics of Asphalt With a Crumb Rubber and Solid Natural Rubber Combination
- Kementerian Pekerjaan Umum dan PerumahanRakyat. 2017. Spesifikasi Khusus Aspal Karet Padat dan Cair. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan.
- Riky Pradana Trisilvana , Prayuda Krisna, dan Ludfi Djakfar .2020. Pengaruh Penambahan Bahan Alami Lateks (Getah Karet) Terhadap

Kinerja Marshalll Aspal Porus, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Brawijaya

Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6 Revisi 1 Senolinggi. 2018.
*“Pengaruh Penambahan serbuk Crumb Rubber Menggunakan Filler Abu
Sekam Padi pada Asphalt Concrete – Wearing Course di Tinjau dari
Karakteristik Marshall”*. Skripsi. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Malang.

Silvia Sukirman, 2003. Beton Aspal Campuran Panas. Yayasan Obor Indonesia