

**ANALISIS CAMPURAN ASPAL LASTON AC-BC
MENGUNAKAN *BOTTOM ASH* SEBAGAI BAHAN
PENGANTI PASIR**

SKRIPSI

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



Oleh :

Lisa Bonita

NPM. 1702210001

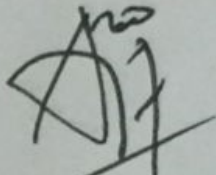
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
2022**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Lisa Bonita
Npm : 1702210001
Program Studi : Teknik Sipil
Jenjang Pendidikan : Strata-1
Judul Skripsi : Analisis Campuran Aspal Laston AC-BC
Menggunakan *Bottom Ash* Sebagai Bahan Pengganti
Pasir

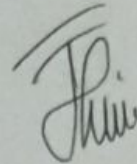
Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Pembimbing I,



Ani Firda, S.T.,M.T

Pembimbing II,



Felly Misdalena, S.T.,M.T

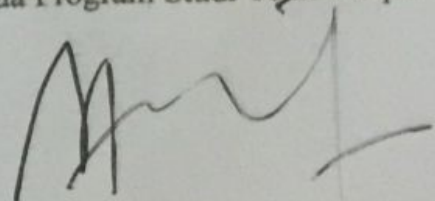
Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Zulkarnain Fatoni, MT.,M.M

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Reni Andayani, S.T.,M.T

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Lisa Bonita

NPM : 170221001

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Analisis Campuran Aspal Laston AC-BC Menggunakan *Bottom Ash* Sebagai Bahan Pengganti Pasir

Dengan ini menyatakan sebenar – benarnya bahwa,

1. Skripsi dengan judul 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 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 ayat 2 (dua) terbukti merupakan jiplakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 2 tahun / atau pidana denda paling banyak Rp. 200.000.000,- (Dua ratus juta rupiah).

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



Palembang, 16 April 2022

Penulis,



(Lisa Bonita)

ABSTRAK

Bottom ash adalah bahan buangan dari proses pembakaran batu bara pada pembangkit tenaga yang mempunyai ukuran partikel lebih besar dan lebih berat dari pada fly ash, sehingga bottom ash akan terjatuh pada dasar tungku pembakaran (boiler) dan terkumpul pada penampung debu (ash hopper) lalu di keluarkan dari tungku dengan cara di semprotkan dengan air untuk kemudian dibuang atau dipakai sebagai bahan tambahan pada perkerasan jalan. Penelitian ini bermaksud untuk memanfaatkan limbah buangan batu bara atau bottom ash kedalam bahan campuran laston AC-BC, untuk meningkatkan elastisitas dan keawetan campuran laston AC-BC dengan cara mencampurkan bottom ash kedalam campuran beraspal sebagai bahan pengganti pasir. Penelitian akan menggunakan metode Marshall Test. Berdasarkan dari hasil pengujian, pembahasan dan analisa dapat diambil kesimpulan bahwa dari hasil campuran laston AC-BC 5%, 5,5%, 6%, 6,5% dan 7% yang telah di uji dan di dapatkan kadar optimum sebesar 6,2 terhadap Laston AC-BC. Dengan nilai hasil VMA, VFA, Stabilitas dan Flow memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6 Revisi 1, sedangkan untuk nilai VIM dan *Flow* tidak memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6 Revisi 1. Nilai VIM sebesar 8,22 mengalami kenaikan dari nilai VIM yang di syaratkan, mengakibatkan berkurangnya keawetan lapisan perkerasan, karena rongga yang terlalu besar akan mudah terjadi oksidasi. Nilai *Flow* sebesar 4,10 mengalami kenaikan dari nilai *Flow* standar yang di syaratkan, menghasilkan lapisan perkerasan yang plastis sehingga perkerasan akan mudah mengalami perubahan bentuk seperti gelombang (*washboarding*) dan (*rutting*).

Kata Kunci: *Bottom Ash*, Campuran Laston AC-BC, VMA, VFA, VFB

ABSTRACT

Bottom ash is a waste material from the coal combustion process at a power plant which has a particle size larger and heavier than fly ash, so that the bottom ash will fall to the bottom of the combustion furnace (boiler) and collect in the dust collector (ash hopper) and then remove it from the furnace by spraying it with water and then throw it away or use it as an additive in road pavement. Waste of coal or bottom ash into the mixed material for the AC-BC finalton mixture, to increase the elasticity and durability of the laston AC-BC mixture by mixing the bottom ash into the asphalt mixture as a substitute for sand. Based on the results of testing, discussion and analysis it can be concluded that from the results of the mixture of AC-BC 5%, 5.5%, 6%, 6.5% and 7% laston which has been tested and obtained an optimum level of 6.2 against Laston AC-BC. With the values of VMA, VFA, Stability and MQ meeting the General Specifications of Highways 2018 Division 6 Revision 1, while the VIM and Flow values do not meet the General Specifications of Highways 2018 Division 6 Revision 1. the VIM value is 8,22 experienced an increase from the required VIM value, resulting in reduced durability of the pavement layer, because a cavity that is too large will easily occur to oxidation. The Flow value of 4.10 has increased from the required standard Flow value, resulting in a plastic pavement layer so that the pavement will easily experience changes in shape such as waves (washboarding) and (rutting).

keyword : *Bottom Ash, Mix Laston AC-BC, VMA, VFA, VFB*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBARAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Pengertian Prasarana Jalan.....	6
2.2. Sistem Jaringan Jalan.....	7
2.2.1. Konstruksi Perkerasan Lentur (<i>Flexibel Pavement</i>).	8

2.2.2. Konstruksi Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>).....	8
2.2.3. Konstruksi Perkerasan Komposit (<i>Composite Pavement</i>).....	9
2.3. Campuran Beraspal Panas (<i>Hot Mix Asphalt</i>).....	9
2.4. Lapisan Aspal Beton (<i>Asphalt Concrete</i>)	11
2.4.1. Laston AC-BC (<i>Asphalt Concrete Binder Course</i>).....	12
2.5. Aspal	12
2.6. Agregat.....	14
2.6.1. Agregat Kasar.	14
2.6.2. Agregat Halus.	15
2.7. Bahan pengisi (<i>Filler</i>).....	16
2.8. Gradasi Agregat Gabungan	17
2.9. <i>Bottom Ash</i>	18
2.10. <i>Dry Mix</i>	20
2.11. Kadar Aspal Rencana (KAR) Atau <i>Design Mix</i> Formula (DMF).....	20
2.12. <i>Job Mix</i> Formula (JMF)	21
2.13. Pengujian <i>Marshall</i>	21
2.14. Stabilitas (<i>Stability</i>).....	22
2.15. Kelelehan (<i>Flow</i>)	23
2.16. Rongga Dalam Agregat (VMA)	24
2.17. Rongga Dalam Campuran (VIM)	25
2.18. Volume Pori Beton Aspal (VFA)	26
2.19. <i>Marshall Quotien</i> (MQ)	27
2.20. Penelitian Terdahulu	28

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1. Alir	30
3.2. Lokasi Penelitian	32
3.3. Pengumpulan Data.....	33
3.4. Persiapan Alat Dan Bahan	33
3.5. Persiapan Bahan	38
3.6. Pengujian Sifat Fisik Material	39
3.7. <i>Design Mix Formula</i> (DMF).....	40
3.8. <i>Job Mix Formula</i> (JMF).....	40
3.9. Pembuatan Benda Uji	41
3.10. Pengujian <i>Marshall</i>	41
3.11. Analisa Data	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1. Pengujian Bahan	43
4.2. Hasil Pengujian Agregat	43
4.3. Komposisi Campuran Agregat	48
4.4. Hasil Pengujian Aspal.....	49
4.5. Penentuan Perkiraan Kadar Aspal Rencana (KAR)	50
4.6. Pembuatan Benda Uji Aspal Laston AC-BC	51
4.7. Pengujian Dan Hasil <i>Marshall</i> Laston AC-BC	52
4.8. Pembuatan DMF Dan JMF	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	69
5.1. Kesimpulan	69

5.2 Saran 69

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston (AC)	11
Tabel 2.2. Ketentuan Agregat Kasar	15
Tabel 2.3. Ketentuan Agregat Halus	16
Tabel 2.4. Ketentutan Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Beraspal	17
Tabel 2.5. Sifat Fisik Khas <i>Bottom Ash</i>	19
Tabel 2.6. Perbandingan Penelitian Sebelumnya	29
Tabel 3.1. Rencana Jumlah Sampel Benda Uji Laston AC-BC	41
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Batu Pecah 1-2	43
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Batu Pecah 1-1	44
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Abu Batu.....	45
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Pasir	45
Tabel 4.5. Hasil Pemeriksaan Agregat Saringan Agregat	47
Tabel 4.6. Hasil Komposisi Campuran Agregat.....	48
Tabel 4.7. Spek Gradasi	48
Tabel 4.8. Hasil Pengujian Karakteristik Aspal Pen 60/70.....	50
Tabel 4.9. Rencana Benda Uji Laston AC-BC.....	50
Tabel 4.10. Kebutuhan Material Benda Uji Laston AC-BC	51
Tabel 4.11. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Laston AC-BC	53
Tabel 4.12. DMF Laston AC-BC Dengan Kao 6,2%	61
Tabel 4.13. Kebutuhan Material Benda Uji Laston AC-BC Dengan Kao 6,2% ...	62
Tabel 4.14. Hasil Pengujian Laston AC-BC Dengan Menggunakan <i>Bottom Ash</i>	

Sebagai Bahan Pengganti Pasir 62

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Sususan Lapisan Perkerasaan Lentur.....	6
Gambar 2.2. Sususan Lapisan Perkerasaan Kaku.....	6
Gambar 2.3. Struktur Lapisan Aspal Beton	11
Gambar 2.4. Grafik Titik Kontrol Gradasi Campuran.....	18
Gambar 2.5. <i>Bottom Ash</i>	19
Gambar 3.1. Bagan Alir Penelitian	30
Gambar 3.2. Bagan Alir Penelitian Di Laboratorium.....	31
Gambar 3.3. Peta Lokasi Laboratorium Universitas Tridinati.....	32
Gambar 3.4. Peta Lokasi Laboratorium BBPJNSS	32
Gambar 3.5. Alat Uji Titik Lembek	34
Gambar 3.6. Alat Uji Berat Jenis	34
Gambar 3.7. Alat Uji Titik Nyala Dan Titik Bakar.....	34
Gambar 3.8. Alat Uji Daktilitas	35
Gambar 3.9. Alat Uji Penetrasi	35
Gambar 3.10. Alat Uji Daktilitas.....	35
Gambar 3.11. Alat Berat Jenis Agregat	36
Gambar 3.12. Alat Uji Abrasi.....	36
Gambar 3.13. Alat Nilai Setara Pasir.....	36
Gambar 3.14. Mesin Penumbuk Sampel.....	37
Gambar 3.15. Alat Dongkrak Sampel.....	37
Gambar 3.16. <i>Waterbath</i>	37

Gambar 3.17. Alat <i>Marshall Test</i> , <i>Mould</i> Dan Termometer	38
Gambar 4.1. Grafik Pasir	46
Gambar 4.2. Grafik <i>Bottom Ash</i>	46
Gambar 4.3. Grafik Titik Kontrol Gradasi Campuran	49
Gambar 4.4. Grafik VMA Pengujian <i>Marshall</i> AC-BC	54
Gambar 4.5. Grafik VMA Pengujian <i>Marshall</i> AC-BC	55
Gambar 4.6. Grafik VFA Pengujian <i>Marshall</i> AC-BC	55
Gambar 4.7. Grafik Stabilitas Pengujian <i>Marshall</i> AC-BC.....	56
Gambar 4.8. Grafik <i>FLOW</i> Pengujian <i>Marshall</i> AC-BC.....	57
Gambar 4.9. Grafik MQ Pengujian <i>Marshall</i> AC-BC	58
Gambar 4.10. Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimun (KAO)	59
Gambar 4.11. Grafik Nilai Optimum (KAO) 6,2% Laston AC-BC.....	60
Gambar 4.12. Grafik Perbandingan Nilai VIM Standar Dan Aspal Yang Menggunakan <i>Bottom Ash</i> Sebagai Bahan Pengganti Pasir	63
Gambar 4.13. Grafik Perbandingan Nilai VMA Standar Dan Aspal Yang Menggunakan <i>Bottom Ash</i> Sebagai Bahan Pengganti Pasir	64
Gambar 4.14. Grafik Perbandingan Nilai VFA Standar Dan Aspal Yang Menggunakan <i>Bottom Ash</i> Sebagai Bahan Pengganti Pasir	65
Gambar 4.15. Grafik Perbandingan Nilai Stabilitas Standar Dan Aspal Yang Menggunakan <i>Bottom Ash</i> Sebagai Bahan Pengganti Pasir	66
Gambar 4.16. Grafik Perbandingan Nilai <i>Flow</i> Standar Dan Aspal Yang Menggunakan <i>Bottom Ash</i> Sebagai Bahan Pengganti Pasir	67

Gambar 4.17. Grafik Perbandingan Nilai MQ Standar Dan Aspal Yang

Menggunakan *Bottom Ash* Sebagai Bahan Pengganti Pasir 68

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkerasan jalan adalah suatu konstruksi jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas di atas dasar jalan yang berfungsi untuk memberikan permukaan jalan yang rata pada jalan pada saat dilintasi oleh pengendara serta berfungsi juga untuk mendistribusikan beban pada kendaraan. Lapisan perkerasan jalan dibagi menjadi dua berdasarkan bahan ikatnya yaitu lapisan perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan lapisan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Perkerasan lentur (*flexible pavement*) merupakan jenis perkerasan yang menjadikan aspal sebagai bahan pengikatnya sedangkan perkerasan kaku (*rigid pavement*) merupakan jenis perkerasan yang menjadikan semen sebagai bahan pengikatnya. Pada umumnya pada perkerasan lentur bagian-bagian dari lapisan perkerasannya terdiri dari tanah dasar (*subgrade*), lapisan pondasi bawah (*subbase course*), lapisan pondasi atas (*base course*) dan lapisan permukaan (*surface course*).

Aspal sebagai salah satu bahan bitumen atau perekat untuk konstruksi jalan sudah lama digunakan secara luas dalam konstruksi jalan raya. Hal ini disebabkan aspal memiliki beberapa kelebihan dibanding dengan bahan-bahan lain, diantaranya harganya yang relatif lebih murah dari pada beton, kemampuannya dalam mendukung beban berat kendaraan yang tinggi, sifat lenturnya mendukung kenyamanan pengendara dan dapat dibuat dari bahan-bahan dalam negeri yang tersedia. Jalan raya dengan perkerasan aspal merupakan sebagian besar prasarana transportasi di Indonesia. Oleh karena itu, campuran aspal membutuhkan

perkuatan dengan bahan tambah sebagai modifikasi untuk mendukung kekuatan, kelenturan plastis,

Agregat halus yang digunakan pada laston umumnya berupa pasir sungai. Pemanfaatan pasir sungai saat ini dirasakan dapat mengganggu ekosistem sungai dan lingkungan, penambangan pasir yang dilakukan secara terus-menerus menyebabkan tanah di sepanjang pinggiran sungai menjadi longsor, dan penurunan dasar sungai.

Bottom ash adalah bahan buangan dari proses pembakaran batu bara pada pembangkit tenaga yang mempunyai ukuran partikel lebih besar dan lebih berat dari pada *fly ash*, sehingga *bottom ash* akan terjatuh pada dasar tungku pembangkitan (*boiler*) dan terkumpul pada penampung debu (*ash hopper*) lalu di keluarkan dari tungku dengan cara di semprotkan dengan air untuk kemudian dibuang atau dipakai sebagai bahan tambahan pada perkerasan jalan.

Penggunaan batu bara sebagai sumber energi pada pembangkit listrik ataupun industri lainya cukup besar. Penggunaan batu bara tersebut menghasilkan residu sebagai hasil pembakaran berupa *fly ash* (abu terbang) dan *bottom ash* (abu dasar). besarnya jumlah residu tersebut akan menimbulkan masalah terutama dalam proses pembuanganya karena dapat mencemari lingkungan sekitar serta membutuhkan fasilitas pembuangan yang relatif mahal. Untuk itu residu tersebut mulai diolah sebagai bahan bangunan misalnya sebagai *fly ash cement*, bahan campuran batako, sebagai bahan urungan, dan dapat juga dipakai sebagai material perkerasan jalan .

Berdasarkan latar belakang diatas penelitian ini bermaksud untuk memanfaatkan *bottom ash* kedalam bahan campuran laston AC-BC, sebagai bahan pengganti pasir dalam campuran laston AC-BC.

Menurut Muhammad Yusuf Arifudin (2020), campuran aspal menggunakan *bottom ash* sebagai bahan pengganti agregat kasar pada campuran AC-BC diperoleh persentase campuran yaitu agregat yang mana terdiri dari FA (Fine agregat) 0-5mm, MA (medium agregat) 28%, *bottom ash* 35% dan filler 2% serta KAO (kadar aspal optimum) sebesar 5,65% dapat meningkatkan nilai stabilitas dan juga memberikan campuran sifat elastis pada permukaan aspal sehingga tidak terjadi *bleeding*.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan pemaparan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang dapat dirumuskan berapa persen nilai kadar aspal optimum (KAO) campuran aspal lapis AC-BC ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kadar aspal optimum (KAO) campuran aspal lapis AC-BC.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat penulisan penelitian ini adalah:

1. Untuk menambah pengetahuan dan wawasan tentang pengaruh variasi campuran lapisan perkerasan jalan laston AC-BC menggunakan *bottom ash* sebagai bahan pengganti pasir.

2. Memberikan solusi pengolahan limbah industri.
3. Memberikan solusi referensi bagi peneliti selanjutnya yang berhubungan dengan *bottom ash* sebagai pengganti pasir.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batas masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian agregat dilaksanakan di laboratorium Universitas Tridianti Palembang sedangkan penelitian aspal dan pengujian *marshall* test dilaksanakan di laboratorium aspal Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional V.
2. Menggunakan *bottom ash* sebagai bahan pengganti pasir.
3. Agregat menggunakan proses pencampuran kering (*dry mix*).
4. Beberapa material yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut;
 - a. Aspal Pen. 60/70 .
 - b. Agregat kasar dengan ukuran 4,75 mm (saringan no.4) sampai dengan 40 mm (ukuran saringan no 1½).
 - c. Bottom ash yang digunakan di dapatkan dari PT. Pusri Palembang, sebagai bahan pengganti pasir.
5. Standar yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 DIVISI 6 Revisi 1.
6. Pengujian sampel dan pengolahan data menggunakan metode *marshall* test.

1.6. Sistematika Penulisan

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

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini di uraikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian , ruang lingkup pembahasan dan sistematika penulisan

BAB II 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 III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi metode penelitian yang dilakukan, diagram alir metode di laboratorium, mendesain campuran, pembuatan benda uji serta pengujian benda uji dengan menggunakan metode *marshall* test.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

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

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2005. Panduan Kuliah Perencanaan Geometrik Jalan Raya. Semarang: Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil, UNDIP.
- Arifudin, M.Y. 2020. Pengaruh Penggunaan *Bottom Ash* Pada Campuran Aspal Beton AC-WC Pen 60/70 Terhadap Parameter *Marshall*. Universitas Negeri Surabaya.
- Badan Standar Nasional. 2008. SNI 1969:2008 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standar Nasional. 2008. SNI 1970:2008 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Departemen Permukiman dan Prasaranan Wilayah, (1987). Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen, SNI. No: 1732.1989-F, Yayasan Badan Penerbit PU. Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2018. Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan.
- Fadli, D. 2021. Stabilitas Tanah Dasar Menggunakan *Fly Ash* Dan *Epoxy Resin* Terhadap Daya Dukung Tanah Di Jalan Irigasi Sematang Borang Palembang. Universitas Tridinanti Palembang.
- Firda, A. dkk. 2021. Pemanfaatan Limbah Batu Bara (*Fly Ash*) Sebagai Material penganti Agregat Kasar Pada Pembuatan Beton Ringan. Universitas Tridinanti Palembang.
- Firda, A. dkk. 2021. Penggunaan Limbah *Fly Ash* Dan *Epoxy Resin* Sebagai Bahan Stabilitas Tanah Terhadap Daya Dukung Tanah Di Jalan Irigasi Palembang. Universitas Tridinanti Palembang.
- Indriani, dkk. 2003. Pengaruh Penggunaan *Bottom Ash* Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton. Surabaya. Universitas Kristen Petra.
- Kemertian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat: Direktorat Jendral Bina Marga. 2018. (1995). Tata Cara Pelaksanaan Laburan Aspal Satu Lapis (Burtu) Untuk Permukaan Jalan, 3979.

SNI. 1991. Metode Pengujian Penetrasi Bahan-Bahan Aspal. SNI 06-2439.1991. Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia.

Saodang, Hamirhan. (2004). Konstruksi Jalan Raya – Buku 2 Perancangan Perkerasan Jalan Raya. Nova. Bandung

Sukirman, Silvia. 2003. Beton Aspal Campuran Panas. Grafika Yuana Marga: Bandung.

Silvia, Sukirman. 1999, Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Nova, Bandung.