

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PLASTIK LLDPE
DAN BOTTOM ASH TERHADAP KINERJA
CAMPURAN ASPAL PORUS**

SKRIPSI

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



Oleh :

MUHAMMAD ARYASATYA BIETA

NPM. 2202210008

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TRIDINANTI

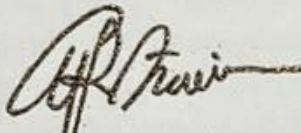
2026

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Muhammad Aryasatya Bieta
Nim : 2202210008
Program Studi : Teknik Sipil
Jenjang Pendidikan : Strata I
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Limbah Plastik LLDPE dan *Bottom Ash* Terhadap Kinerja Campuran Aspal Porus

Diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I



Hariman Al Faritzie, S.ST., M.T.
NIDN. 0017078403

Pembimbing II



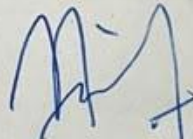
Akhirini, S.T., M.T.
NIDN. 0207058002

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ani Firda, S.T., M.T.
NIDN. 0020117701

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Reni Andayani, S.T., M.T.
NIDN. 0003067801

SURAT PERNYATAAN

Nama Mahasiswa : Muhammad Aryasatya Bieta
Nim : 2202210008
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Limbah Plastik LLDPE dan *Bottom Ash* Terhadap Kinerja Campuran Aspal Porus

Dengan ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa,

1. Skripsi dengan judul tersebut di atas 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 penulis 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 denda paling banyak Rp. 200.000.000,- (Dua Ratus Juta Rupiah).

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dalam keadaan sadar dan tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.



Palembang, Juli 2026



(Muhammad Aryasatya Bieta)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Kadar Aspal Optimum (KAO) serta menganalisis pengaruh penambahan limbah plastik *Linear Low-Density Polyethylene* (LLDPE) dan *Bottom Ash* terhadap kinerja campuran aspal porus berdasarkan parameter *Marshall*, *Cantabro Loss*, dan *Permeabilitas*. Penelitian menggunakan metode eksperimen di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Tridinanti dengan material berupa agregat kasar dan agregat halus, aspal penetrasi 60/70, filler semen Portland tipe I, *Bottom Ash* sebagai substitusi agregat halus, serta limbah plastik LLDPE sebagai bahan modifikasi aspal dengan variasi kadar 4%, 6%, dan 8% terhadap berat aspal. Pengujian dilakukan meliputi karakteristik material, *Marshall*, *Cantabro Loss*, dan *permeabilitas* sesuai Direktorat Jenderal Bina Marga SKh.1.6.37 Tahun 2025. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran dengan penambahan LLDPE 4% memberikan kinerja terbaik berdasarkan parameter *Marshall*, *Cantabro Loss*, dan *permeabilitas* dibandingkan variasi lainnya. Penambahan LLDPE sebesar 6% dan 8% menyebabkan penurunan kinerja campuran sehingga tidak sebaik variasi 4%. Berdasarkan hasil penelitian, campuran aspal porus dengan penambahan limbah plastik LLDPE sebesar 4% dan *Bottom Ash* berpotensi digunakan sebagai alternatif material perkerasan, khususnya pada perkerasan dengan beban lalu lintas rendah.

Kata Kunci: *Aspal Porus, Linear Low-Density Polyethylene (LLDPE), Bottom Ash, Cantabro Loss, Permeabilitas.*

ABSTRACT

This study aims to determine the Optimum Asphalt Content (OAC) and analyze the effect of adding Linear Low-Density Polyethylene (LLDPE) plastic waste and bottom ash on the performance of porous asphalt mixtures, based on Marshall parameters, Cantabro loss, and permeability. The research employed an experimental method at the Civil Engineering Laboratory of Tridianti University, utilizing coarse and fine aggregates, 60/70 penetration grade asphalt, Type I Portland cement filler, bottom ash as a fine aggregate substitute, and LLDPE plastic waste as an asphalt modifier at dosages of 4%, 6%, and 8% by weight of the asphalt. Testing covered material characteristics, Marshall properties, Cantabro loss, and permeability, in accordance with the Directorate General of Highways (Bina Marga) standard SKh.1.6.37 (2025). The results indicate that the mixture with 4% LLDPE yielded the best performance across Marshall, Cantabro loss, and permeability parameters compared to the other variations. Additions of 6% and 8% LLDPE resulted in reduced mixture performance, making them inferior to the 4% variation. Based on these findings, porous asphalt mixtures incorporating 4% LLDPE plastic waste and bottom ash show potential as an alternative pavement material, particularly for low-traffic volume applications.

Keywords: *Porous Asphalt, Linear Low-Density Polyethylene (LLDPE), Bottom Ash, Cantabro Loss, Permeability.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Perkerasan Jalan.....	8
2.2 Jenis Konstruksi Perkerasan Jalan	9

2.2.1 Konstruksi Perkerasan Lentur	9
2.2.2 Komponen Lapisan Perkerasan Lentur (<i>Flexible Pavement</i>).....	11
2.3 Aspal	12
2.4 Aspal Penetrasi 60/70.....	14
2.5 Aspal Porus	14
2.5.1 Kelebihan Aspal Porus	15
2.5.2 Kekurangan Aspal Porus.....	15
2.6 Agregat.....	16
2.6.1 Agregat Kasar.....	17
2.6.2 Agregat Halus.....	17
2.7 Bahan Pengisi (<i>Filler</i>).....	18
2.8 <i>Bottom Ash</i>	19
2.9 <i>Linear Low-Density Polyethylene (LLDPE)</i>	20
2.10 <i>Design Mix Formula (DMF)</i>	22
2.11 <i>Job mix formula (JMF)</i>	22
2.12 Kadar Aspal Rencana.....	23
2.13 Pengujian <i>Marshall</i>	24
2.14 Pengujian <i>Cantabro Loss</i>	27
2.15 Pengujian <i>Permeabilitas</i>	28
2.16 Penelitian Terdahulu	29

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	35
3.1 Alur Penelitian	35
3.2 Lokasi Pengujian.....	37
3.3 Studi Literatur	37
3.4 Pengumpulan Data	38
3.5 Pengolahan Data.....	38
3.6 Pengujian Material	39
3.6.1 Pengujian Agregat	39
3.6.2 Pengujian Aspal	44
3.6.3 Pengujian <i>Filler</i>	47
3.7 <i>Treatment Linear Low-Density Polyethylene</i>	48
3.7.1 Pengujian Berat Jenis LLDPE.....	49
3.7.2 Pengujian Titik leleh LLDPE.....	50
3.8 <i>Design Mix Formula (DMF)</i>	52
3.9 <i>Job Mix Formula (JMF)</i>	52
3.10 Pembuatan Benda Uji.....	52
3.11 Pengujian <i>Marshall</i>	54
3.12 Pengujian <i>Cantabro Loss</i>	55
3.13 Pengujian <i>Permeabilitas</i>	56
3.14 Analisis Data	57

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	58
4.1 Pengujian karakteristik agregat	58
4.2 Pengujian Analisa Saringan Agregat	59
4.3 Pengujian Karakteristik LLDPE	60
4.3.1 Pengujian Berat Jenis LLDPE.....	60
4.3.2 Pengujian Titik Leleh LLDPE	62
4.4 Pembuatan Aspal Modifikasi LLDPE.....	63
4.5 Pengujian Karakteristik Aspal.....	64
4.6 Perencanaan Campuran Aspal Porus	65
4.6.1 Penentuan Kadar Aspal Rencana (Pb)	65
4.6.2 Perencanaan <i>Job Mix Formula</i> (JMF).....	66
4.7 Pengujian Tiap Sampel Campuran Aspal Porus	67
4.7.1 Pengujian <i>Marshall</i> Sampel Normal.....	67
4.7.2 Pengujian <i>Marshall</i> Sampel LLDPE 4%	68
4.7.3 Pengujian <i>Marshall</i> Sampel LLDPE 6%	68
4.7.4 Pengujian <i>Marshall</i> Sampel LLDPE 8%	69
4.8 Pengujian <i>Marshall</i>	70
4.8.1 Pengujian <i>Marshall</i> Parameter VIM	70
4.8.2 Pengujian <i>Marshall</i> Parameter Stabilitas	72
4.8.3 Pengujian <i>Marshall</i> Parameter Kelelehan (<i>Flow</i>).....	74

4.8.4 Pengujian <i>Marshall</i> Parameter <i>Marshall Quotient</i> (MQ)	76
4.8.5 Pengujian <i>Marshall</i> Kadar Aspal Optimum (KAO)	79
4.8.6 Pengujian Stabilitas <i>Marshall</i> KAO.....	80
4.9 Pengujian <i>Cantabro Loss</i>	83
4.10 Pengujian <i>Permeabilitas</i>	86
4.11 Pembahasan Hasil Pengujian	88
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	90
5.1 Kesimpulan	90
5.2 Saran.....	91
DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN.....	98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Konstruksi Perkerasan Lentur (<i>Flexible Pavement</i>).....	11
Gambar 2. 2 <i>Linear Low-Density Polyethylene</i> (LLDPE)	21
Gambar 2. 3 Mesin <i>Cantabro Loss</i>	28
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	35
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian Laboratorium	36
Gambar 3. 3 Lokasi Pengujian	37
Gambar 3. 4 <i>Treatment Plastik Linear Low-Density Polyethylene</i>	49
Gambar 3. 5 Pembuatan Benda Uji.....	53
Gambar 4. 1 Pengujian Berat Jenis LLDPE.....	61
Gambar 4. 2 Pengujian Titik Leleh LLDPE.....	63
Gambar 4. 3 Proses Pembuatan Aspal Modifikasi LLDPE	63
Gambar 4. 4 Grafik Hasil Pengujian Parameter VIM	71
Gambar 4. 5 Hasil Pengujian Parameter Stabilitas	73
Gambar 4. 6 Grafik Hasil Pengujian Parameter Kelelehan (<i>Flow</i>).....	75
Gambar 4. 7 Hasil Pengujian Parameter <i>Marshall Quotient</i> (MQ)	77
Gambar 4. 8 Grafik Kadar Aspal Optimum (KAO).....	79
Gambar 4. 9 Grafik Hasil Pengujian Stabilitas <i>Marshall</i> KAO.....	81
Gambar 4. 10 Pengujian <i>Marshall</i>	83
Gambar 4. 11 Grafik Hasil Pengujian <i>Cantabro Loss</i>	84
Gambar 4. 12 Pengujian <i>Cantabro Loss</i>	85
Gambar 4. 13 Grafik Pengujian <i>Permeabilitas</i>	86
Gambar 4. 14 Pengujian <i>Permeabilitas</i>	87

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Aspal 60/70.....	14
Tabel 2. 2 Ketentuan Agregat Kasar	17
Tabel 2. 3 Ketentuan Agregat Halus	18
Tabel 2. 4 Gradasi Agregat Campuran Aspal Porus	18
Tabel 2. 5 Kriteria Perencanaan Aspal Porus.....	24
Tabel 2. 6 Penelitian Terdahulu	29
Tabel 3. 1 Rencana Jumlah Sampel Benda Uji Aspal Porus + LLDPE.....	54
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat	58
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Berat Jenis Semen.....	59
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat.....	60
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Berat Jenis LLDPE	61
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Berat Jenis LLDPE	62
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Karakteristik Aspal	64
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Kadar Aspal Rencana	65
Tabel 4. 8 <i>Job Mix Formula</i> (JMF).....	66
Tabel 4. 9 Hasil Rata-Rata Pengujian <i>Marshall</i> Sampel Aspal Normal	68
Tabel 4. 10 Hasil Rata – Rata Pengujian <i>Marshall</i> Sampel Aspal LLDPE 4%....	68
Tabel 4. 11 Hasil Rata – Rata Pengujian <i>Marshall</i> Sampel Aspal LLDPE 6%....	69
Tabel 4. 12 Hasil Rata – Rata Pengujian <i>Marshall</i> Sampel Aspal LLDPE 8%....	70
Tabel 4. 13 Hasil Pengujian Parameter VIM	70
Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Parameter Stabilitas	73
Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Parameter Kelelehan (<i>Flow</i>)	75

Tabel 4. 16 Hasil Pengujian Parameter <i>Marshall Quotient</i> (MQ)	77
Tabel 4. 17 Hasil Pengujian Kadar Aspal Optimum (KAO)	79
Tabel 4. 18 Hasil Pengujian Stabilitas <i>Marshall</i> KAO	81
Tabel 4. 19 Hasil Pengujian <i>Cantabro Loss</i>	84
Tabel 4. 20 Hasil Pengujian <i>Permeabilitas</i>	86
Tabel 4. 21 Hasil Pengujian Berdasarkan KAO.....	88

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan merupakan infrastruktur transportasi darat yang berperan penting dalam mendukung mobilitas masyarakat, kelancaran distribusi barang, dan pertumbuhan ekonomi daerah. Kinerja jalan sangat dipengaruhi oleh struktur permukaan yang mampu menahan beban kendaraan dan menyalurkannya secara aman ke tanah dasar. Di Indonesia, perkerasan lentur (*flexible pavement*) lebih umum digunakan karena biaya konstruksi yang relatif rendah, kenyamanan berkendara, dan kemudahan pemeliharaan dibandingkan perkerasan kaku. Namun demikian, perkerasan lentur rentan mengalami kerusakan dini seperti regangan plastis dan pelepasan butiran agregat akibat beban lalu lintas yang tinggi serta pengaruh iklim tropis yang ekstrem. Oleh karena itu, penelitian tentang performa perkerasan ini menjadi penting sebagai dasar dalam meningkatkan kualitas campuran aspal agar lebih tahan terhadap kondisi lapangan (Susanto dkk., 2023).

Aspal porus (*porous asphalt*) merupakan salah satu inovasi dalam teknologi perkerasan jalan yang menggunakan gradasi terbuka dengan kandungan rongga udara yang tinggi. Struktur ini memungkinkan air hujan mengalir dengan cepat ke lapisan bawah sehingga dapat mengurangi genangan di permukaan jalan. Keunggulan lain dari aspal porus adalah kemampuannya dalam meningkatkan keselamatan berkendara melalui pengurangan risiko hydroplaning serta mereduksi kebisingan lalu lintas. Di sisi lain, tingginya

kadar rongga udara menyebabkan kekuatan mekanik campuran menjadi lebih rendah dibandingkan campuran bergradasi rapat, sehingga lebih rentan terhadap kerusakan berupa raveling dan deformasi akibat beban lalu lintas berulang.(Moulaka dkk., 2024)

Upaya peningkatan kualitas campuran aspal tidak hanya berfokus pada jenis bahan baku dan metode pengerjaan, tetapi juga pada pengembangan material melalui penambahan bahan aditif atau perubahan komposisi. Salah satu metode yang semakin berkembang adalah penggunaan limbah plastik untuk memodifikasi sifat mekanik campuran aspal. Modifikasi ini bertujuan memperkuat ikatan antar agregat, meningkatkan daya tahan campuran, serta memperpanjang umur jalan. Secara umum, penggunaan bahan aditif terbukti dapat meningkatkan sifat mekanik campuran apabila dirancang sesuai dengan kondisi pelayanan (Arif dkk., 2023).

Permasalahan lingkungan akibat penumpukan sampah plastik merupakan isu yang mendesak di Indonesia karena sifatnya yang sulit terurai dan berpotensi merusak ekosistem. Salah satu jenis plastik yang umum digunakan adalah *Linear Low-Density Polyethylene* (LLDPE), yang banyak ditemukan di berbagai sektor kemasan, distribusi logistik, serta usaha kecil dan menengah. Selain sebagai kantong dan kemasan fleksibel, LLDPE juga digunakan untuk membungkus barang skala besar seperti *pallet wrap* karena sifat elastis dan kekuatannya yang tinggi, sehingga limbahnya tersedia dalam jumlah banyak dan cukup konsisten. Dalam pedoman pengelolaan limbah non-B3 Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan (KLHK), limbah plastik

seperti LLDPE diklasifikasikan sebagai limbah non-B3 karena tidak mengandung zat berbahaya sebagaimana yang terdapat pada limbah industri kimia yang tercantum dalam daftar limbah B3. Penggunaan LLDPE sebagai bahan modifikasi campuran aspal dapat meningkatkan sifat mekanik perkerasan sekaligus mengurangi limbah plastik, dimana penelitian menunjukkan bahwa polietilena dapat meningkatkan kestabilan dan mempengaruhi karakteristik volumetrik campuran beraspal (Firdaus dkk., 2025).

Penelitian mengenai campuran aspal tidak hanya berfokus pada pemanfaatan limbah plastik, tetapi juga meneliti pengembangan penggunaan limbah yang berasal dari pembakaran batubara yaitu *bottom ash*. *Bottom ash* adalah bahan yang serupa dengan *fly ash* tetapi ukuran butirnya lebih besar dibandingkan *fly ash* sehingga gradasinya hampir menyerupai pasir halus. (Azka, 2023). Pemanfaatan *bottom ash* juga telah ditingkatkan pada material perkerasan jalan termasuk campuran aspal, yang menunjukkan pengaruh terhadap sifat *Marshall* seperti nilai stabilitas dan *flow* (Rahmatullah dkk., 2025). Mengacu pada Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan, *bottom ash* dari sisa pembakaran batu bara kini telah dikategorikan sebagai limbah non-B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun).

Berbagai penelitian telah meneliti penggunaan limbah plastik dan *bottom ash* dalam campuran aspal. Namun, kajian yang secara khusus mengkaji pengaruh limbah plastik LLDPE terhadap stabilitas *Marshall*, ketahanan *Cantabro*, dan *permeabilitas* pada campuran aspal porus masih terbatas,

terutama di Indonesia. Penelitian terdahulu umumnya lebih fokus pada plastik jenis PET atau LDPE dan belum mengeksplorasi secara mendalam potensi mekanik LLDPE pada campuran aspal porus. Padahal, sifat elastis dan ketahanan deformasi LLDPE berpotensi meningkatkan stabilitas campuran serta mengurangi kehilangan agregat akibat *raveling* tanpa mengurangi kemampuan *drainase*.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh penambahan limbah plastik LLDPE terhadap karakteristik *Marshall*, ketahanan *Cantabro*, serta *permeabilitas* pada campuran aspal porus. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan teknologi perkerasan jalan yang lebih tahan terhadap kerusakan, serta mendukung penggunaan limbah plastik sebagai material alternatif yang ramah lingkungan dalam bidang teknik sipil.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan penjelasan latar belakang di atas, maka beberapa permasalahan yang dapat dirumuskan antara lain:

1. Berapa Kadar Aspal Optimum (KAO) terhadap campuran limbah plastik *Linear Low-Density Polyethylene* (LLDPE) dan *Bottom Ash* yang didapat dari hasil pengujian *Marshall*?
2. Bagaimanakah pengaruh penambahan limbah plastik *Linear Low-Density Polyethylene* (LLDPE) dan *Bottom Ash* terhadap kinerja aspal porus berdasarkan dengan pengujian *Cantabro* dan *permeabilitas*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui Kadar Aspal Optimum (KAO) terhadap campuran limbah plastik *Linear Low-Density Polyethylene* (LLDPE) dan *Bottom Ash* yang didapat dari hasil pengujian *Marshall*
2. Mengetahui pengaruh penambahan limbah plastik *Linear Low-Density Polyethylene* (LLDPE) dan *Bottom Ash* terhadap kinerja aspal porous dengan pengujian *Cantabro* dan *permeabilitas*.

1.4 Manfaat Penelitian

Sedangkan manfaat penulisan penelitian ini berdasarkan tujuan di atas, antara lain :

1. Memberikan pengetahuan tentang aspal porous terutama penambahan limbah plastik *Linear Low-Density Polyethylene* (LLDPE) dan *Bottom Ash* sebagai bahan campuran pada aspal porous.
2. Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan rekomendasi dalam pemanfaatan limbah plastik *Linear Low-Density Polyetshylene* (LLDPE) dan *Bottom Ash* sebagai campuran aspal porous.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

1. Penelitian ini merupakan penelitian yang bersifat eksperimental, karena dilakukan pembuatan benda uji serta dilakukannya serangkaian pengujian yang berlokasi di laboratorium Universitas Tridianti.

2. Limbah plastik jenis *Linear Low-Density Polyethylene* (LLDPE) yang didapat dari hasil pengumpulan limbah plastik dari daerah sekitar tempat pembuangan sampah sementara ataupun pengepul plastik di Jl. Seroja Kecamatan Ilir Timur I Kota Palembang seperti plastik kemasan es batu, plastik pembungkus (*wrapping*), *pallet wrap*, dan kantong belanja.
3. Material yang digunakan berupa agregat kasar dan agregat halus yang berasal dari Depot Musi 2 Palembang. Sedangkan aspal yang digunakan adalah aspal penetrasi 60/70 dari PT. Asphalt Bangun Sarana.
4. Dalam penelitian ini, agregat halus yang digunakan berupa *bottom ash* yang dimanfaatkan sebagai substitusi agregat pasir pada campuran aspal porus. *Bottom ash* pada penelitian ini berasal dari PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang.
5. Abu Batu Pada Penelitian Ini didapat dari PT. Bintang Selatan Agung, Kota Palembang
6. *Filler* yang digunakan berupa *semen portland tipe I (OPC)*.
7. Persentase substitusi *Linear Low-Density Polyethylene* (LLDPE) yang digunakan terhadap berat aspal 4%, 6%, dan 8%
8. Pengujian sampel dan pengolahan data pada penelitian ini menggunakan metode *marshall* dan *cantabro* dengan gradasi Direktorat Jendral Bina Marga SKh.1.6.37, 2025.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk penyusunan proposal tugas akhir ini, proposal ini di 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 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 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*, *cantabro* dan *permeabilitas*, serta jadwal kegiatan penelitian.

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.

DAFTAR PUSTAKA

- Akat, F., Kabo, D., & Ferdinandus, A. (2024). PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR METODE BINA MARGA PADA RUAS JALAN KINILOW-KALI. *Jurnal Ilmiah Surya Pedidikan*, 1(2), 25–30.
- Al Faritzie, H., Firda, A., & Aprilyanti, S. (2022). Identifikasi dan analisis kerusakan jalan pada ruas Jalan Siaran Sako Kota Palembang. *Bearing: Jurnal Penelitian dan Kajian Teknik Sipil*, 7(4), 223–229.
- Ardi, R., Rustamaji, R. M., & Priadi, E. (2021). Sifat-Sifat Fisis Campuran Fly Ash Dan Bottom Ash (Faba) Dengan Tanah Timbunan sifat-Sifat Fisis Campuran Fly Ash Dan Bottom Ash (Faba) Dengan Tanah Timbunan. *Jurnal Teknik Sipil*, 21(1), 98–101.
- Arif, M. I., Putra, S., Herianto, D., & Sulistyorini, R. (2023). Karakteristik Campuran Aspal Porus Dengan Limbah Plastik Polietilena Tereftalat (PET) Sebagai Bahan Tambah Pada Aspal. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 11(1), 189–202.
- Arthono, A., Virginia, A. R., Rahayu, D., & Khoirul, M. (2025). Perencanaan Tebal Lapisan Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Menggunakan Metode Analisa Komponen SNI 1932-1989F. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-ilmu Teknik Sipil*, 9(2), 267–274.
- Asof, M., Arita, S., Andalia, W., & Naswir, M. (2022). Analisis Karakteristik, Potensi dan Pemanfaatan Fly Ash dan Bottom Ash PLTU Industri Pupuk Analysis of Characteristics, Potential and Utilization of Fly Ash and Bottom Ash PLTU Fertilizer Industry. *Jurnal Teknik Kimia*, 28(1), 44–50.

- Assa, T. F., Palenewen, S. C. N., & Waani, J. E. (2022). Perbandingan analisa tebal perkerasan lentur (flexible pavement) dan perkerasan kaku (rigid pavement) terhadap rencana anggaran biaya. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(3), 45–62.
- Ayu, E. S. (2020). ANALISA BIAYA PERKERASAN ASPAL DENGAN SUBSTITUSI PLASTIK. *Jurnal Rekayasa*, 10(1), 17–31.
- Azka, M. F. (2023). Studi Eksperimental Pemanfaatan Fly Ash Dan Bottom Ash Sebagai Agregat Kasar Buatan Beton Struktural. *PROKONS: Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 43–51.
- Badan Standardisasi Nasional. (1991). *SNI 15-2531-1991 Metode pengujian berat jenis semen Portland*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 1969:2008 Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 2417:2008 Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). *SNI 2441:2011 Cara uji berat jenis aspal keras*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). *SNI 2456:2011 Cara uji penetrasi aspal*. Badan Standardisasi Nasional.
- Bitu, L. G. (2019). Studi Karakteristik Marshall Terhadap Campuran Aspal Panas Lawele Granular Asphalt (LGA) Menggunakan Bahan Tambah Sabut Kelapa. *Jurnal MEDIA INOVASI Teknik Sipil Unidayan*, 8(1), 60–69.
- Candra, P. R., Siswanto, H., & Rahardjo, B. (2021). Karakteristik Marshall Campuran Aspal Porus dengan Penambahan Polyurethane. *Jurnal Media*

Teknik Sipil, 19(1), 11–16.

Diana, I. W. (2004). *Studi rongga menerus dan kinerja permeabilitas perkerasan aspal porus lapis ganda*. *Jurnal Transportasi*, 4(2), 85–98.

Djumari. (2009). *Perkerasan jalan berpori dan sistem drainase perkerasan*. Universitas Sebelas Maret (UNS), Surakarta.

Faqih, J. N. (2025). Analisis Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Perkerasan Jalan Lentur (Aspal) di Kecamatan Alian Kabupaten Kebumen. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 4(02), 18–27.

Firdaus, M. A. S., Suryadi, A., & Riyanto, S. (2025). Pengaruh Penggunaan Plastik (Lldpe) Sebagai Campuran Aspal Terhadap Karakteristik Campuran Ac – Bc. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, 6(1), 83–90. <https://doi.org/10.33795/jos-mrk.v6i1.5834>

Fithra, H. (2017). *Hubungan antara konsistensi perancangan, pelaksanaan, dan pengendalian mutu aspal beton terhadap penurunan kinerja jalan*. SEFA Bumi Persada

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Direktorat Jenderal Bina Marga. (2025). *Spesifikasi khusus interim campuran beraspal porous (SKh.1.6.37)*.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Direktorat Jenderal Bina Marga. (2024). *Manual desain perkerasan jalan 2024 (MDP 2024) (03/M/BM/2024)*. Kementerian PUPR.

Kementerian Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga. (2010). *Spesifikasi umum bidang jalan dan jembatan (Revisi 2)*. Direktorat Jenderal Bina Marga.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Direktorat Jenderal Bina Marga. (2019). *Spesifikasi umum 2018 untuk pekerjaan konstruksi jalan dan jembatan (Revisi 1): Divisi 6 perkerasan aspal*. Direktorat Jenderal Bina Marga.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Direktorat Jenderal Bina Marga. (2020). *Spesifikasi umum 2018 untuk pekerjaan konstruksi jalan dan jembatan (Revisi 2): Divisi 6 perkerasan aspal* (Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 16.1/SE/Db/2020). Direktorat Jenderal Bina Marga.

Moulaka, L. H. H. U. W., Sadillah, M., & Pandulu, G. D. (2024). Pengaruh Pengisian Rongga Campuran Aspal Porus Menggunakan Limbah Plastik PET (Polyethylene Therephthalate). *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*, 8(1), 30–39.

Patiku, M., Lolo, D. P., & Utary, C. (2025). Perencanaan Perkerasan Lentur (Flexible Pavement) Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2024. *Musamus Journal of Civil Engineering*, 8(01), 30–36.

Pratama, R. A. (2023). *Pabrik Linier Low Density Polyetylen (LLDPE) dengan Proses Pre-Polimerisasi Dilanjutkan dengan Polimerisasi Fase Gas* (Skripsi, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur). Repository UPN Veteran Jawa Timur

Radam, I. F. (2021). Pengaruh penambahan limbah plastik terhadap karakteristik campuran aspal AC-WC. *Jurnal Rivet*, 1(02), 80–90.

Rahmatullah, A., Suryadi, A., & Sugiarto, A. (2025). *PENGARUH PENGGUNAAN BOTTOM ASH SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP*

KARAKTERISTIK MARSHALL UNTUK CAMPURAN (AC-WC). 6, 98–105.

Rahmawati, A., & Hidayat, R. N. (2021). Kinerja Campuran Aspal Porus yang Dimodifikasi dengan Lateks. *Semesta Teknika*, 24(1), 47–61.

Susanto, H. A., Mulyono, B., Widyaningrum, A., & Purnomo, W. H. (2023). Kinerja Perkerasan Aspal Berpori Dengan Campuran Limbah Plastik Dan Karet. *Jurnal Jalan Jembatan*, 40(1), 32–43.

Pemerintah Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*.

Wikimedia Commons. (2007). *Resin identification code 4 – LLDPE*. Wikimedia Commons.