

**PENGARUH SUBSTITUSI LIMBAH PLASTIK *POLYPROPYLENE* PADA
CAMPURAN ASPAL POROUS DENGAN PENGUJIAN *MARSHALL* DAN
*CANTABRO***

SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Program Strata-I

Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Tridianti



Oleh :

M. Wahyu Ramadhani

NPM. 2102210003

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TRIDINANTI

2025

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : M. Wahyu Ramadhani
Nim : 2102210003
Program Studi : Teknik Sipil
Jenjang Pendidikan : Strata I
Judul Skripsi : Pengaruh Substitusi Limbah Plastik *Polypropylene* pada Campuran Aspal Porous dengan Pengujian Marshall dan Cantabro.

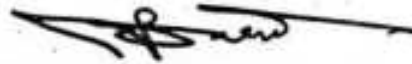
Diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I



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

Pembimbing II



Bazar Asmawi, S.T., M.T.
NIDN.0216126702

Dekan Fakultas Teknik



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

Ketua Program Studi Teknik Sipil



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

SURAT PERNYATAAN

Nama Mahasiswa : M. Wahyu Ramadhani
Nim : 2102210003
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Pengaruh Substitusi Limbah Plastik *Polypropylene* pada Campuran Aspal *Porous* dengan Pengujian *Marshall* dan *Cantabro*.

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, Februari 2025



(M. Wahyu Ramadhani)

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

Cintai kekurangan anda dan akui keunikan anda.

"Life is Short, be grateful, be happy, and follow happy impulses, the rest will sort itself out later, have pure intentions one good for other people"

(Ariana Grande)

Persembahan :

"Tiada lembar paling indah dalam laporan skripsi ini kecuali lembar persembahan dengan mengucapkan syukur atas rahmat Allah SWT, Skripsi ini saya persembahkan sebagai bukti kepada Orang Tua tersayang, keluarga besar dan teman-teman yang selalu memberi dukungan untuk menyelesaikan skripsi ini"

ABSTRAK

Aspal porous merupakan inovasi perkerasan jalan yang bertujuan untuk mengurangi genangan air di permukaan jalan, meningkatkan keselamatan dan mengurangi kebisingan kendaraan. Aspal porous memiliki stabilitas rendah dan permeabilitas tinggi, hal ini perlu ditambahkan material lain agar dapat meningkatkan nilai stabilitas. Pada penelitian ini menggunakan limbah plastik Polypropylene (PP) sebagai substitusi campuran aspal berdasarkan pengujian Marshall dan Cantabro, dengan spesifikasi Australian Asphalt Pavement Association (AAPA) 2004. Penelitian ini dilakukan dengan kadar limbah plastik PP 0%, 3%, 5%, dan 7%.

Hasil pengujian marshall pada kadar aspal PP 3% adalah VIM dengan nilai 22,55%, Stabilitas dengan nilai 758 kg, Flow dengan nilai 4,32 mm, dan Marshall Quotient dengan nilai 187,09 kg/mm. Kadar aspal PP 5% adalah VIM dengan nilai 18,12%, Stabilitas dengan nilai 945,00 kg, Flow dengan nilai 5,92 mm, dan Marshall Quotient dengan nilai 304,16 kg/mm. Kadar aspal PP 7% adalah VIM dengan nilai 19,47%, Stabilitas dengan nilai 834,32 kg, Flow dengan nilai 5,25 mm, dan Marshall Quotient dengan nilai 187,02 kg/mm. Kemudian hasil pengujian cantabro PP 3% dengan nilai 11,52%, PP 5% dengan nilai 10,50, dan PP 7% dengan nilai 6,01%.

Kata Kunci : *Aspal porous, Marshall, Cantabro, Polypropylene*

ABSTRACT

A road pavement innovation called porous asphalt seeks to decrease vehicle noise, increase safety, and lessen puddles on the road surface. Because porous asphalt has a high permeability and low stability, additional materials must be added to raise the stability value. According to the guidelines set forth by the Australian Asphalt Pavement Association (AAPA) in 2004, this study substituted polypropylene (PP) plastic waste for asphalt mixtures based on Marshall and Cantabro tests. The PP plastic waste contents used in this investigation were 0%, 3%, 5%, and 7%.

When the PP asphalt concentration was 3%, the Marshall test yielded the following results: VIM (22.55%), Stability (758 kg), Flow (4.32 mm), and Marshall Quotient (187.09 kg/mm). VIM (value of 18.12%), Stability (945.00 kg), Flow (value of 5.92 mm), and Marshall Quotient (value of 304.16 kg/mm) are the asphalt composition of PP 5%. VIM has a value of 19.47%, Stability has a value of 834.32 kg, Flow has a value of 5.25 mm, and the Marshall Quotient has a value of 187.02 kg/mm for the 7% asphalt composition. Next, the PP 3% cantabro test results with a PP 7% with a value of 6.01%, PP 5% with a value of 10.50, and PP 11.52%.

Keywords : *Porous Asphalt, Marshall, Cantabro, Polypropylene*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan berkah-Nya, sholawat serta salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "PENGARUH SUBSTITUSI LIMBAH PLASTIK *POLYPROPYLENE* PADA CAMPURAN ASPAL POROUS DENGAN PENGUJIAN *MARSHALL* DAN *CANTABRO*" ini dengan tepat waktu. Adapun maksud dari penulisan skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan dan meraih gelar sarjana pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih sebesar besarnya kepada Bapak Hariman Al Faritzie, S.ST, M.T selaku pembimbing I dan kepada Bapak Bazar Asnawi, S.T, M.T selaku pembimbing II atas saran, bimbingan dan nasihat selama penulisan skripsi ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Yth. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Edizal AE., MS, selaku Rektor Universitas Tridinanti.
2. Yth. Ibu Dr. Ani Firda, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.
3. Yth. Ibu Reni Andayani, S.T, M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.
4. Yth. Seluruh dosen Teknik Sipil Universitas Tridinanti atas ilmu yang telah diberikan.

5. Teristimewa, saya persembahkan untuk Ibu tersayang Zalina, S.Pd. yang selama hidupnya selalu memberikan do'a dan usaha yang luar biasa untuk memberikan anak-anaknya kesempatan menempuh pendidikan dan juga memberikan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Untuk kakak perempuan Yeni Permata Sari, S.Pd.Gr. Terimakasih atas dukungan dan selalu menemani setiap perjalanan pendidikan, dan juga senantiasa selalu memberikan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.
7. Seluruh teman-teman seperjuangan angkatan 2021 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tridianti. Terutama kepada Anggi Pratiwi, Clara Dea Norendah, Fira Oktavia yang telah memberikan banyak sekali pengalaman, pembelajaran, dan keceriaan selama menjalani perkuliahan.
8. Kepada teman seperjuangan selama penelitian skripsi di Laboratorium Dimas Jaya Saputra, M. Ashri, Ahmad Juliansyah, Elsa Dwi Apriyanti, Maharani, M. Rifano Anggara, M. Dimas Rahmat Junianto yang banyak membantu dalam menjalani penelitian dan saling *support* agar dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi.
9. Untuk yang terakhir, kepada diri saya sendiri M. WAHYU RAMADHANI. Terimakasih sudah bertahan sejauh ini, segala perjuangan, ketekunan, usaha, dan kesabaran selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini. Dengan banyaknya berbagai tantangan serta rintangan yang dihadapi, tetap berusaha untuk menyelesaikan. Terimakasih telah tetap percaya pada diri sendiri, tidak mudah menyerah, dan selalu memberikan yang terbaik. Semoga pencapaian ini menjadi langkah awal menuju kesuksesan yang lebih besar. Dan semoga

cita-citamu untuk melanjutkan pendidikan Universitas di Korea dan Jepang tercapai.

Dalam penyusunan skripsi, penulis menyadari masih banyak kekurangan untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk kesempurnaan penyusunan ini dikemudian hari. Akhirnya, hanya kepada Allah SWT penulis berserah diri dan semoga skripsi ini berguna bagi para pembaca dan terutama bagi penulis sendiri.

Palembang, Januari 2025

M. Wahyu Ramadhani

2102210003

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	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Perkerasan Jalan	7
2.1.1 Jenis Konstruksi Perkerasan Jalan	8
2.1.2 Konstruksi Perkerasan Lentur (<i>Flexible Pavement</i>)	8
2.2.3 Susunan Lapisan Perkerasan Lentur (<i>Flexible Pavement</i>).....	9
2.3 Campuran Beraspal Panas.....	10

2.3.1 Aspal Penetrasi 60/70.....	14
2.4 Aspal Porus	15
2.5 <i>Polypropylene</i>	16
2.6 <i>Design Mix Formula (DMF)</i>	17
2.7 <i>Job Mix Formula (JMF)</i>	17
2.8 Kadar Aspal Rencana	17
2.9 Pengujian Marshall.....	18
2.9.1 Stabilitas (<i>Stability</i>).....	19
2.9.2 Kelelehan (<i>Flow</i>).....	19
2.9.3 <i>Marshall Quotient (MQ)</i>	20
2.9.4 <i>Void In Mix (VIM)</i>	21
2.10 Pengujian <i>Cantabro</i>	21
2.11 Penelitian Terdahulu.....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Lokasi Penelitian.....	25
3.2 Alur Penelitian.....	26
3.3 Tahapan Penelitian	28
3.4 Pengujian Material	28
3.4.1 Pengujian Agregat.....	28
3.4.2 Pengujian Aspal.....	34
3.4.3 <i>Treatment Polypropylene</i>	37
3.4.4 <i>Design Mix Formula (DMF)</i>	37
3.4.5 <i>Job Mix Formula (JMF)</i>	37

3.5 Pembuatan Benda Uji.....	37
3.6 Pengujian Marshall.....	39
3.7 Pengujian <i>Cantabro</i>	40
3.8 Analisa Data	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42
4.1 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat.....	42
4.1.1 Hasil Pengujian Berat Jenis Semen <i>Portland</i>	43
4.2 Hasil Pengujian Analisa Saringan	43
4.3 Hasil Pengujian Karakteristik Aspal	44
4.4 Perancangan Campuran Aspal Porous	45
4.4.1 Penentuan Kadar Aspal Rencana (Pb)	45
4.4.2 Perancangan <i>Job Mix Formula (JMF)</i>	46
4.5 Kadar Aspal Optimum (KAO)	47
4.5.1 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Kadar Aspal Normal.....	47
4.5.2 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Kadar Aspal PP 3%.....	48
4.5.3 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Kadar Aspal PP 5%.....	49
4.5.4 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Kadar Aspal PP 7%.....	49
4.6 Hasil Kadar Aspal Optimum (KAO).....	50
4.7 Karakteristik Marshall.....	51
4.7.1 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Parameter <i>Void In Mix (VIM)</i>	51
4.7.2 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Parameter Stabilitas.....	53
4.7.3 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Parameter Kelelehan (<i>Flow</i>)	54
4.7.4 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Parameter <i>Marshall Quotient (MQ)</i>	56

4.8 Hasil Pengujian Cantabro.....	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	61
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Susunan Lapisan Perkerasan Lentur	9
Gambar 2. 2 <i>Polypropylene</i>	16
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian.....	25
Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian.....	25
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian.....	26
Gambar 3. 4 Diagram Alir Penelitian Laboratorium.....	27
Gambar 4. 1 Pengujian Marshall.....	58
Gambar 4. 2 Hasil Pengujian <i>Cantabro</i>	60
Gambar 4. 3 Pengujian <i>Cantabro</i>	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Aspal 60/70	14
Tabel 2. 2 Gradasi Agregat Campuran Aspal Porus	15
Tabel 2. 3 Kriteria Perencanaan Aspal Porus	18
Tabel 3. 1 Rencana Jumlah Sampel Benda Uji	39
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat	42
Tabel 4. 2 Hasil Berat Jenis Semen <i>Portland</i>	43
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Analisa Saringan	44
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Karakteristik Aspal	44
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Batas Kadar Aspal Rencana	46
Tabel 4. 6 <i>Job Mix Formula (JMF)</i>	47
Tabel 4. 7 Hasil Rata-Rata Pengujian Marshall Kadar Aspal Normal	48
Tabel 4. 8 Hasil Rata-Rata Pengujian Marshall Kadar Aspal PP 3%	48
Tabel 4. 9 Hasil Rata-Rata Pengujian Marshall Kadar Aspal PP 5%	49
Tabel 4. 10 Hasil Rata-Rata Pengujian Marshall Kadar Aspal PP 7%	50
Tabel 4. 11 Parameter <i>Void In Mix (VIM)</i>	51
Tabel 4. 12 Parameter Stabilitas	53
Tabel 4. 13 Parameter Kelelehan (<i>Flow</i>)	55
Tabel 4. 14 Parameter Marshall Quotient (MQ)	56
Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Cantabro	58

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era pembangunan yang berkembang, Indonesia merupakan salah satu negara yang sedang berkembang dalam dunia transportasi darat untuk menghubungkan daerah satu ke daerah yang lain sebagai roda perekonomian masyarakat. Infrastruktur dalam sarana jalan sebagai akses mendistribusikan barang, jasa, dan perpindahan penduduk. Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap lalu lintas. (Luh, dkk., 2019). Jalan juga sebagai pendukung kegiatan ekonomi yang dimana memerlukan prasarana jalan yang terkait dengan penyediaan material pada struktur jalan. Adapun peraturan sebagai acuan dalam merehabilitasi jalan dengan adanya perencanaan jalan, perkerasan jalan, dan perawatan jalan. (Mouwlaka, 2024)

Perkerasan jalan raya merupakan lapisan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, memiliki lapis konstruksi tertentu yang mempunyai ketebalan, kekuatan, kekakuan, dan kestabilan tertentu dapat menyalurkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Perkerasan memiliki beberapa jenis yaitu, perkerasan lentur (*flexible pavement*), perkerasan kaku (*rigid pavement*), dan perkerasan komposit (*composite pavement*). (Sembung, dkk., 2020).

Perkerasan lentur merupakan salah satu yang banyak digunakan dibandingkan perkerasan lainnya. Kelebihan dari perkerasan lentur ini memiliki biaya konstruksi yang relatif rendah, masa pemeliharaan tidak menunggu waktu

lama, perjalanan relatif lebih nyaman, dan biaya perbaikan lebih murah. Permasalahan yang sering terjadi mengakibatkan gangguan kenyamanan pengendara dengan adanya genangan air hujan di atas permukaan jalan yang terjadi di musim penghujan. Genangan air tersebut membuat perkerasan jalan menjadi tidak tahan lama terhadap masa layanannya. Oleh karena itu, perkerasan ini berkembang menjadi perkerasan dengan aspal porous (*porous asphalt*). (Jimmyanto, dkk., 2024).

Aspal porous merupakan inovasi untuk meningkatkan resapan air hujan untuk mengurangi adanya genangan di atas jalan. Aspal porous juga merupakan perkerasan lentur dengan durabilitas yang tinggi dan mampu mengatasi genangan air dalam waktu yang cukup lama. Hal ini dikarenakan aspal porous mampu dilewati air dan diteruskan ke dalam drainase. Rongga yang ada pada aspal porous ini didukung oleh agregat yang digunakan, dimana agregat tersebut diatur untuk memiliki celah antar agregat. Aspal porous ini juga sering digunakan pada lahan parkir, dan pedestrian pejalan kaki. Aspal porous mempunyai stabilitas yang rendah tapi mempunyai permeabilitas yang tinggi disebabkan banyaknya rongga pada campuran, maka perlu ditambahkan material lain untuk meningkatkan stabilitas. (Arlia, dkk., 2018)

Salah satu cara yang sering digunakan dalam menaikkan mutu aspal dengan menambahkan bahan aditif, seperti polimer, plastik yang dikenal dengan aspal modifikasi. Plastik merupakan salah satu bahan dasar yang susah terurai, yang mengakibatkan masalah besar jika tidak dilakukan penanganan yang tepat selain dilakukan pendauran ulang. Seperti yang kita ketahui bersama, Indonesia

merupakan salah satu penyumbang limbah plastik terbesar yang menghasilkan 12,87 juta ton sampah plastik pada tahun 2023. (KLHK, 2024).

Sampai saat ini masih menjadi permasalahan yang dibicarakan, permasalahan sampah ini tentunya bisa terjadi karena kurangnya kesadaran masyarakat bagaimana cara mengelola sampah yang baik. Namun, di beberapa daerah di Indonesia saat ini, pengelolaan sampah sudah banyak yang dikelola dengan baik. Palembang merupakan salah satu kota di Indonesia yang jumlah sampah plastik tercatat 1000 ton per hari, tapi hanya 700 s.d 800 ton saja yang dapat dibawa ke tempat pembuangan akhir. Pemerintah berupaya melakukan untuk memanfaatkan limbah plastik ini dan bekerja sama dengan badan usaha lain untuk mengangkut sampah. (DLHK Palembang, 2022)

Berdasarkan permasalahan meningkatnya penggunaan plastik yang menyebabkan penumpukan limbah plastik, maka perlu dilakukannya upaya untuk mengurangi limbah plastik dengan memanfaatkannya. Pemanfaatan limbah plastik dapat dilakukannya dengan berbagai macam inovasi salah satunya adalah digunakan dalam penelitian. Namun, perlu dilakukannya peninjauan terlebih dahulu terhadap limbah plastik yang akan digunakan dalam penelitian. Ada beberapa jenis limbah plastik yang dapat dimanfaatkan dan digunakan untuk penelitian salah satunya yaitu *Polypropylene*, limbah plastik jenis ini memiliki titik leleh yang tinggi dan juga memiliki rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi dan sangat kokoh meskipun ringan. *Polypropylene* merupakan termoplastik sehingga akan meleleh jika dipanaskan, dan kembali mengeras jika suhunya kembali.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan di atas, maka penelitian ini merumuskan pertanyaan yaitu:

1. Bagaimanakah pengaruh substitusi limbah plastik *Polypropylene* terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO)?
2. Bagaimanakah pengaruh limbah plastik *Polypropylene* terhadap kinerja aspal porous berdasarkan pengujian *Marshall* dan *Cantabro*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh penggunaan limbah plastik *Polypropylene* terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO).
2. Mengetahui pengaruh limbah plastik *Polypropylene* terhadap kinerja aspal porous berdasarkan pengujian *Marshall* dan *Cantabro*.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Memberikan pengetahuan tentang aspal porous terutama penggunaan limbah plastik *Polypropylene* sebagai bahan campuran pada aspal porous.
2. Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan rekomendasi dalam pemanfaatan limbah plastik *Polypropylene* sebagai campuran pada aspal porous.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup pada penelitian ini antara lain:

1. Penelitian ini bersifat eksperimental, yaitu pembuatan benda uji dan melakukan pengujian terhadap benda uji tersebut dalam skala laboratorium.

2. Limbah plastik jenis *Polypropylene* yang didapat dari hasil pengumpulan limbah plastik dari daerah sekitar tempat pembuangan sampah sementara seperti, botol minuman atau gelas plastik sekali pakai.
3. Material yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:
 - a. Campuran aspal menggunakan gradasi aspal porus dengan penetrasi 60/70 yang berasal dari PT. Asphalt Bangun Sarana.
 - b. *Filler* yang digunakan dalam campuran ini berupa semen portland.
 - c. Agregat kasar menggunakan batu *split* dan agregat halus menggunakan pasir sungai, keduanya berasal dari Depot Musi 2.
 - d. Abu batu yang digunakan dalam campuran berasal dari PT. Bintang Selatan Agung, Kota Palembang.
 - e. Persentase substitusi *Polypropylene* yang digunakan dalam campuran aspal 3%, 5%, dan 7%.
4. Pengujian sampel dan pengolahan data menggunakan metode *Marshall* dan *Cantabro* dengan gradasi AAPA 2004 (*Australian Asphalt Pavement Association*).

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan penulisan proposal ini, maka penulis menguraikan sistematika keterkaitan setiap bab, dimana sistematika penulisannya adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang uraian latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat dan batasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

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

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi metodologi 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 menggunakan metode *Marshall* dan *Cantabro*.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan hasil dan pembahasan analisis yang dilakukan untuk memperoleh jawaban yang sesuai dengan rumusan masalah. Bab ini menyajikan data hasil analisis berupa tabel, gambar, dan perhitungan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan yang diperoleh dari penelitian dan saran yang berguna untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, W., & Basrin, D. (2023). Pengaruh Penambahan Limbah Botol Plastik PET Sebagai Bahan Substitusi Aspal Porus Penetrasi 60/70. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 18(2), 122-129.
- Al Faritzie, H., Umari, Z. F., & Panjaitan, R. (2021). Analisis Kadar Optimum Serbuk Karet Ban Dalam Bekas Pada Campuran Aspal. *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, 11(1), 29-35.
- Direktorat Jendral Bina Marga (2018), Spesifikasi Umum untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2).
- Jimmyanto, H., Firda, A., Al Faritzie, H., Fuad, I. S., Misdalena, F., & Lubis, L. R. (2024). Studi Literature Review Perkembangan Peneletian Aspal Porous (Tahun 2017–2021). *Jurnal Teknik Sipil Lateral*, 2(1), 38-47.
- Jimmyanto, H., Arliansyah, J., Kadarsa, E. (2024), The Impact of Utilizing Waste Tire and Solid Natural Rubber as Asphalt Binder Substitutions on the Asphalt Concrete-Wearing Course Mixtures. *Civil Engineering and Architecture* 12(3): 1660-1677.
- Jimmyanto, H., Arliansyah, J., Kadarsa, E. (2023), Rheological Characteristics of Asphalt with a Crumb Rubber and Solid Natural Rubber Combination. *Civil Engineering and Architecture* 11(5A): 3051-3062.
- Khaerat, N. N., Mahyuddin., Bachtiar, E., Tumpu, M., Ihsan, M. M., Irianto, Kadir, Y., Sharly, T. P. A., Nurjanah, S. A., Masdiana., Halim, H., Syukuriah. (2021). Perancangan Perkerasan Jalan.
- Moulaka, L. H. H., Sadillah, M., & Pandulu, G. D. (2024). Pengaruh Pengisian Rongga Campuran Aspal Porous Menggunakan Limbah Plastik PET (Polyethylene Therephthalate). *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*, 8(1), 30-39.
- Rahma, P. D., Primasworo, R. A., & Maliq, T. M. (2023). Karakteristik Aspal Porus Dengan Bahan Tambahan Agregat Yang Menggunakan Limbah Plastik (*Low Density Polyethylene*) LDPE. *Inersia: Jurnal Teknik Sipil*, 15(2), 85-94.
- RSNI M-01-2003, *Metode Pengujian Campuran Beraspal Panas dengan Alat Marshall*, 2003
- Sa'dillah, M., Oktaviastuti, B., & Nenabu, C. C. C. (2024). Karakteristik Penggunaan Plastik PVC (*Polyvinyl Chloride*) Bahan Tambahan Campuran Aspal Porus. *Inersia: Jurnal Teknik Sipil*, 16(1), 8-20.
- Sembung, N. T., Sendow, T. K., & Palenewen, S. C. (2020). Analisa Campuran Aspal Porus Menggunakan Material Dari Kakaskasen Kecamatan Tomohon Utara Kota Tomohon. *Jurnal Sipil Statik*, 8(3).

- SNI 1969:2008, *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*, Badan Standar Nasional, 2008.
- SNI 1970:2008, *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*, Badan Standar Nasional, 2008.
- SNI 2417:2008, *Cara Uji Keausan agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles*, Badan Standar Nasional, 2008.
- SNI 2441:2011, *Cara Uji Berat Jenis Aspal Keras*, Badan Standar Nasional, 2011.
- SNI 2456:2011, *Cara Uji Penetrasi Aspal*, Badan Standar Nasional, 2011.
- SNI ASTM C136:2012, *Metode Uji untuk Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar*, Badan Standar Nasional, 2012.