

**STABILITAS DAN KUAT TEKAN PEKERASAN *BINDER COURSE*
(BC) MENGGUNAKAN BAHAN PENGIKAT LIMBAH
PLASTIK PP (*POLYPROPYLENE*)**

(Skripsi)

Oleh

**VETTO KAUSAR SUANDRA
NPM 2215011029**



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

STABILITAS DAN KUAT TEKAN PERKERASAN *BINDER COURSE* (BC) MENGGUNAKAN BAHAN PENGIKAT LIMBAH PLASTIK PP (*POLYPROPYLENE*)

Oleh

VETTO KAUSAR SUANDRA

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan limbah plastik Polypropylene (PP) sebagai bahan pengikat terhadap stabilitas dan kuat tekan campuran perkerasan Binder Course (BC). Penelitian dilatarbelakangi oleh meningkatnya kebutuhan material konstruksi jalan yang kuat dan ramah lingkungan serta tingginya jumlah limbah plastik yang belum dimanfaatkan secara optimal. Penelitian dilakukan di Laboratorium Inti Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Lampung dengan metode eksperimen laboratorium. Variasi kadar plastik PP yang digunakan yaitu 7,5%, 10%, 12,5%, 13,75%, 15%, 15,625%, dan 17,5%. Pengujian dilakukan menggunakan metode Marshall dan Compression Testing Machine (CTM).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kadar plastik PP meningkatkan nilai stabilitas, Marshall Quotient (MQ), dan kuat tekan, sedangkan nilai flow cenderung menurun sehingga campuran menjadi lebih kaku. Nilai stabilitas tertinggi diperoleh pada kadar 17,5% sebesar 2315,52 kg dan kuat tekan tertinggi sebesar 20,84 MPa. Namun, kadar tersebut menghasilkan flow di bawah spesifikasi sehingga campuran menjadi terlalu getas. Berdasarkan analisis parameter Marshall dan kuat tekan, kadar optimum diperoleh pada kadar 15,625% karena memberikan keseimbangan terbaik antara stabilitas, fleksibilitas, kekakuan, dan kuat tekan campuran. Penggunaan limbah plastik PP terbukti mampu meningkatkan karakteristik mekanis campuran BC serta berpotensi menjadi alternatif bahan pengikat yang lebih ramah lingkungan dalam konstruksi perkerasan jalan.

Kata kunci: PP, *Binder Course*, Stabilitas, Kuat Tekan, Limbah Plastik

ABSTRACT

STABILITY AND COMPRESSIVE STRENGTH OF BINDER COURSE (BC) PAVEMENT USING PP (POLYPROPYLENE) PLASTIC WASTE AS A BINDER

By

VETTO KAUSAR SUANDRA

This study aims to analyze the effect of using Polypropylene (PP) plastic waste as a binding material on the stability and compressive strength of Binder Course (BC) pavement mixtures. The study was motivated by the increasing demand for strong and environmentally friendly road construction materials, as well as the large amount of plastic waste that has not been optimally utilized. The research was conducted at the Highway Engineering Laboratory, Faculty of Engineering, University of Lampung, using an experimental laboratory method. Variations of PP plastic content used were 7.5%, 10%, 12.5%, 13.75%, 15%, 15.625%, and 17.5%. Testing was carried out using the Marshall method and Compression Testing Machine (CTM).

The results showed that increasing PP plastic content improved the stability, Marshall Quotient (MQ), and compressive strength values, while the flow value tended to decrease, causing the mixture to become stiffer. The highest stability value was obtained at 17.5% PP content with a value of 2315.52 kg, while the highest compressive strength reached 20.84 MPa. However, this percentage produced a flow value below the specification limit, making the mixture too brittle. Based on the analysis of Marshall parameters and compressive strength, the optimum PP content was determined to be 15.625% because it provided the best balance between stability, flexibility, stiffness, and compressive strength of the mixture. The use of PP plastic waste proved to improve the mechanical characteristics of BC mixtures and has the potential to become a more environmentally friendly alternative binding material for road pavement construction.

Keywords: PP, Binder Course, Stability, Compressive Strength, Plastic Waste

**STABILITAS DAN KUAT TEKAN PERKERASAN *BINDER COURSE*
(BC) MENGGUNAKAN BAHAN PENGIKAT LIMBAH
PLASTIK PP (*POLYPROPYLENE*)**

Oleh:

Vetto Kausar Suandra

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

JURUSAN TEKNIK SIPIL

Fakultas Teknik Universitas Lampung



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

Judul Skripsi : **STABILITAS DAN KUAT TEKAN
PERKERASAN *BINDER COURSE* (BC)
MENGUNAKAN BAHAN PENGIKAT
LIMBAH PLASTIK PP (*POLYPROPYLENE*)**

Nama Mahasiswa : **Vetto Kausar Suandra**

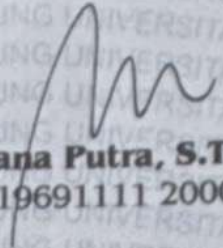
Nomor Pokok Mahasiswa : 2215011029

Program Studi : S1 Teknik Sipil

Jurusan : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

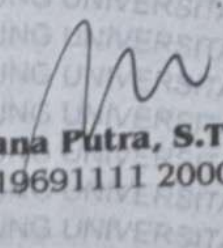


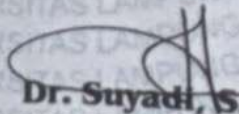

Sasana Putra, S.T., M.T.
NIP 19691111 200003 1 002


Dr. Ir. Rahayu Sullistyorini, S.T., M.T.
NIP 19741004 200003 2 002

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Sasana Putra, S.T., M.T.
NIP 19691111 200003 1 002


Dr. Suyadi, S.T., M.T.
NIP 19741225 200501 1 003

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Sasana Putra, S.T., M.T.

Sekretaris : Dr. Ir. Rahayu Sullistyorini, S.T., M.T.

**Penguji
Bukan Pembimbing : Ir. Tas'an Junaedi, S.T., M.T., IPM.**

2. Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ahmad Herison, S.T., M.T.
NIP 19691030 200003 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 11 Juni 2026

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Vetto Kausar Suandra
Nomor Pokok Mahasiswa : 2215011029
Judul Skripsi : Stabilitas dan Kuat Tekan Perkerasan *Binder Course*
(BC) Menggunakan Bahan Pengikat Limbah Plastik
PP (Polypropylene)
Jurusan : Teknik Sipil

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan semua tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung.

Bandar Lampung, 24 Juni 2026
Pembuat Pernyataan



Vetto Kausar Suandra

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kota Bandar Lampung pada tanggal 01 April 2004. Penulis merupakan anak pertama dari Bapak Achmad Agung Gde Suandra dan Ibu Woro Triani. Penulis merupakan 3 bersaudara dengan 2 (dua) adik perempuan yang bernama Vania Ulya Suandra dan Varisa Ayra Suandra.

Penulis memulai jenjang pendidikan di TK Pratama 2, Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2010, lalu dilanjutkan Pendidikan Tingkat Dasar di SDN 1 Rawa Laut, Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2016, lalu dilanjutkan Pendidikan Tingkat Pertama di SMP Negeri 23 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2019, dan dilanjutkan Pendidikan Menengah Atas di SMA Negeri 2 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2022. Kemudian, penulis diterima di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN pada tahun 2022. Selama menjadi mahasiswa, penulis berperan aktif di dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Lampung sebagai Anggota Hubungan Luar dan Advokasi pada periode 2023-2024 dan 2024-2025. Dan penulis berperan aktif di organisasi luar yaitu Himpunan Pengusaha Muda Indonesia PT Badan Kordinasi Daerah (HIPMI PT BAKORDA) pada periode 2025-2028.

Penulis telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) periode I di Desa Bumidaya, Kecamatan Palas, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung selama 40 hari, yaitu Januari - Februari 2025, Kemudian penulis melaksanakan Kerja Praktik pada Proyek Rekonstruksi Jalan Ruas Kalirejo - Padang Ratu di Kabupaten Lampung Tengah, Lampung. Mulai pada tahun 2025 juga, penulis melakukan penelitian yang berjudul “ Stabilitas dan Kuat Tekan Perkerasan *Binder Course (BC)* Menggunakan Bahan Pengikat Limbah Plastik *PP (Polypropylene)* ” sebagai tugas akhir dan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik.

PERSEMBAHAN

*Alhamdulillahirabbilalamin, Kuucapkan Syukur atas KaruniaMu dan
Dengan Segala Kerendahan Hati meraih Ridho Illahi
Robbi dan syafaat nabi Muhammad SAW, Kupersembahkan karya
Kecilku ini untuk orang-orang yang aku sayangi.*

PAPA DAN MAMA

*Bapak Achmad Agung Gde Suandra, S.E., dan Ibu Woro Triani, S.E. yang
telah memberikan cinta, dukungan, doa yang besar dan pengorbanan
yang tak terhingga. Terima kasih telah memberikan saya
kekuatan dan semangat untuk menyelesaikan studi ini.*

ADIKKU

*Untuk Adik Nia dan Adik Cica
yang selalu ada di sisi saya dalam suka dan duka, memberikan
semangat serta hiburan.*

DOSEN TEKNIK SIPIL

*Untuk dosen yang telah memberikan ilmu dan petunjuk dan selalu
memberikan kritik saran dengan sabar, terima kasih atas semua ilmu
berharga yang tak ternilai.*

KELUARGA BESAR TEKNIK SIPIL 2022 (TEGAS)

*Terima kasih untuk teman-teman keluarga besar Angkatan 2022 atas
dukungannya dalam proses yang panjang menemanin perjalanan kuliah
dari awal hingga akhir studi.*

MOTTO

**“Sesungguhnya, kami telah memberimu nikmat
yang banyak.”**

(Q.S. Al-Kausar:1)

**“Tidaklah mungkin bagi matahari mengejar bulan dan
malam pun tidak dapat mendahului siang. Masing-masing
beredar pada garis edarnya.”**

(Q.S. Yasin:40)

“Temukan makna hidupmu sendiri”

(Baskara)

“ Always Be Kind And Do Good.”

SANWACANA

Atas berkat Rahmat hidayat Allah S.W.T. dengan mengucapkan puji Syukur Alhamdulillah, penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Stabilitas dan Kuat Tekan Perkerasan *Binder Course (BC)* Menggunakan Bahan Pengikat Limbah Plastik *PP (Polypropylene)* sebagai salah satu syarat dalam mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Universitas Lampung. Pada penyusunan laporan ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, dukungan, dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., IPM, ASEAN, Eng., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Ahmad Herison, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Bapak Sasana Putra, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.
4. Bapak Dr. Suyadi, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Sipil Universitas Lampung.
5. Bapak Sasana Putra, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil sekaligus Dosen Pembimbing Utama, yang dengan penuh kesabaran telah membimbing, mengarahkan, dan memberikan banyak ilmu serta masukan selama proses perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas waktu, perhatian, dan dedikasi yang telah diberikan. Semoga segala kebaikan yang Bapak berikan dibalas dengan keberkahan dan kebaikan yang berlipat.
6. Ibu Dr. Ir. Rahayu Sulistyorini, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang dengan penuh kesabaran telah memberikan bimbingan, arahan, serta dukungan selama proses penyelesaian skripsi ini. Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas perhatian, ilmu, dan motivasi yang

telah diberikan. Semoga segala kebaikan Bapak senantiasa dibalas dengan keberkahan.

7. Bapak Ir. Tas'an Junaedi, S.T., M.T., IPM., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan evaluasi, masukan yang konstruktif, serta kritik dan saran yang sangat membantu dalam penyempurnaan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas kontribusi dan ilmu yang telah diberikan. Semoga segala kebaikan Ibu senantiasa mendapatkan keberkahan.
8. Ibu Prof. Dr. Ir. Dyah Indriana kusumastuti, S.T., M.Sc., selaku dosen Pembimbing Akademik atas bimbingan dan pengarahan selama masa perkuliahan.
9. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil yang sudah memberikan ilmu dan wawasan yang bermanfaat dalam proses pembelajaran agar lebih baik kedepannya.
10. Seluruh Staff dari Laboratorium Jalan Raya (Pak Suroto, Mas Andi, Mas Ihsan, dan Bang Kadek) yang sudah memberikan fasilitas sarana prasarana dalam menunjang penelitian serta memberikan saran, dan dukungan serta bimbingan selama kami melakukan penelitian.
11. Seluruh Staff Administrasi Jurusan Teknik Sipil yang selalu membantu dalam administrasi selama perkuliahan penulis.
12. Orang tua Tercinta, Mama Ani dan Papa Adun, yang senantiasa memberikan perhatian, doa, kasih sayang, serta dukungan moral, material, juga menjadi penyemangat dan motivasi terbesar penulis untuk menyelesaikan skripsi.
13. Adik Tersayang, Adik Nia dan Adik Cica, yang selalu memberikan doa dan hiburan yang lucu, juga menjadi penyemangat penulis.
14. Kepada Syifa Atika Rifda, S.Ak. alias Dek Yip, *thank you for your patience, prayers, and unwavering support. Thank you for being a place of comfort, a companion through every step of the journey, and a source of strength and consolation during times of sadness. Thank you very much.*
15. Tim Lab Jalan, Hafiz si noy pemalas, Denni si sabar, El si medit, dan Japin si hilang, yang sangat membantu selama proses penulisan dan memberikan warna selama proses penelitian di Lab dengan segala canda dan tingkah laku

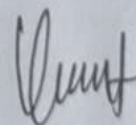
aneh yang terjadi setiap harinya. Terima kasih Tim Lab Jalan yang senantiasa sabar membantu apabila ada kesulitan.

16. Teman-Teman LPK (Aldo, Aldi, Irbon, Ghozi, Fikri, Iam, Vier, Momo, Adji, Rono). Teman-teman Apakek (Akbar si krempeng, Wildan si MUN, Daiva si gupek, Akhdan si nyengir, EL si kalem berbisa, Patof si lincah, Ameng si pendengar baik, Dindam si gakdeket, Diro si pns, Farah si asbak, Keisya si asbun, Lala si princess, Sesa si A?, Syifa si anak tk, dan Moza). Teman-teman Lambar (Falih, Bapet, dan Aldi si item, Rido si parfum, Abay si kompres, Ikker si malas, Yanzil si politikus, Daci si cinematic, Jikri, Kobul si pengusaha, Akhdan, Noy si gendut, Wais si kadep, Jakijek si penakut, Jakikul si dingin). Tim Mole (Adhen, Akbar, Wildan, dan Fathul). Tim Dinasti Sipil (Dzaki, Khalila, dan Faras). Tim RBLX (Jakjew, Nadya, dan Cipa). Terima kasih semuanya telah berkontribusi atas kesanggupan penulis untuk menjalani masa-masa perkuliahan.
17. Keluarga besar Teknik Sipil Angkatan 2022 (TEGAS) yang menemani penulis berjuang dari awal perkuliahan, memberikan semangat dan dukungan sampai penulis bisa menyelesaikan penulisan ini. terimakasih kita sudah bertahan dan menjalani kehidupan skripsi yang menyenangkan ini.
18. Kepada abang dan kakak, khususnya keluarga besar Teknik Sipil angkatan 2020, yang sudah membantu dalam proses penyelesaian skripsi serta memberikan pengalaman, cerita dan arahan selama di perkuliahan sehingga saya bisa bertahan dan nyaman di kampus ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga saran dan masukan membangun diperlukan oleh penulis dikemudian hari. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna,

Bandar Lampung, 24 Juni 2026

Penulis,



Vetto Kausar Suandra

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL.....	i
DAFTAR GAMBAR	i
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Perkerasan Jalan	6
2.2 Bahan Campuran Perkerasan	7
2.3 Limbah Plastik sebagai Bahan Modifikasi Aspal	13
2.3.1 Minyak Jelantah Sebagai Pencampur Limbah Plastik (PP)	15
2.4 Stabilitas dan Kuat Tekan.....	16
2.4.1 Stabilitas Campuran Perkerasan dengan Bahan Pengikat Polypropylene (PP).....	16
2.4.2 Kuat Tekan Campuran Perkerasan dengan Bahan Pengikat Polypropylene (PP)	17
2.5 Penelitian Terdahulu.....	18
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	24
3.1 Diagram Alir Penelitian	24
3.2 Lokasi Penelitian.....	25
3.3 Bahan-Bahan Penelitian	26
3.4 Peralatan Penelitian.....	28
3.5 Prosedur Penelitian	30
3.5.1 Studi Literatur	30

3.5.2	Persiapan Bahan	30
3.5.3	Pengujian Bahan	31
3.5.4	Perancangan Gradasi Agregat	32
3.5.5	Jumlah Benda Uji.....	34
3.5.6	Pembuatan Benda Uji <i>Marshall</i>	34
3.5.7	Pembuatan Benda Uji Kuat Tekan	36
3.5.8	Pengujian Benda Uji sesuai Kondisi Pengujian dengan Alat <i>Marshall</i>	37
3.5.9	Pengujian Benda Uji sesuai Kondisi Pengujian dengan Alat <i>Compression Testing Machine (CTM)</i>	38
3.5.10	Analisis Data dan Pembahasan Hasil	39
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1	Hasil Pengujian Agregat.....	40
4.2	Hasil Pengujian <i>Marshall</i>	42
4.3	Hasil Pengujian Kuat Tekan	51
4.4	Kadar Optimum.....	54
4.5	Hubungan Hasil Uji <i>Marshall</i> dan Uji Kuat Tekan	56
V.	PENUTUP	60
5.1	Kesimpulan	60
5.2	Saran.....	61
	DAFTAR PUSTAKA.....	62
	LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Amplop Gradasi Agregat Campuran untuk AC-BC	9
Tabel 2.2 Ketentuan Agregat Halus	10
Tabel 2.3 Ketentuan Agregat Kasar	11
Tabel 2.4 Ketentuan Filler.....	12
Tabel 3.1 Standar Pemeriksaan Agregat	32
Tabel 3.2 Gradasi Agregat Perkerasan <i>Binder Course</i> (BC).....	33
Tabel 3.3 Jumlah Benda Uji.....	34
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Agregat.....	40
Tabel 4.2 Rekapitulasi Nilai Parameter <i>Marshall</i> dengan Campuran PP	43
Tabel 4.3 Rekapitulasi Nilai Kuat Tekan dengan Campuran PP.....	52
Tabel 4.4 Rekapitulasi Nilai Stabilitas dan Kuat Tekan.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Plastik PP	12
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	24
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan).....	25
Gambar 3.3 Agregat Kasar	26
Gambar 3.4 Agregat Halus.....	26
Gambar 3.5 <i>Filler</i>	27
Gambar 3.6 Plastik.....	27
Gambar 3.7 Minyak Jelantah	28
Gambar 3.8 Grafik Rencana Gradasi Agregat.....	33
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Kadar Plastik dengan Nilai Stabilitas.....	43
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Kadar Plastik dengan Nilai Flow	45
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Kadar Plastik dengan Nilai MQ	47
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Kadar Plastik dengan Nilai VIM.....	49
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Kadar Plastik dengan Kuat Tekan	52
Gambar 4.6 Diagram Batang Kadar Optimum Plastik	54
Gambar 4.7 Diagram Hubungan Nilai Kuat Tekan & Stabilitas.....	57

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Infrastruktur jalan memegang peranan sangat penting dalam pembangunan ekonomi dan sosial di Indonesia, karena jalan menjadi tulang punggung mobilitas orang dan barang antar-wilayah, serta memperkuat konektivitas antar pulau dan daerah. Sebagaimana dikemukakan bahwa pembangunan infrastruktur jalan di Indonesia dianggap sebagai fondasi kemajuan bangsa karena “infrastruktur yang baik tidak hanya memperlancar mobilitas barang dan manusia, tetapi juga membuka akses terhadap pelayanan publik, memperluas kesempatan kerja, serta meningkatkan daya saing nasional di tingkat global”. Seiring dengan itu, pembangunan dan pemeliharaan jaringan jalan menuntut bahan-bahan konstruksi dalam jumlah besar. Di sisi lain, isu lingkungan semakin mendesak karena akumulasi limbah plastik dan penggunaan sumber daya alam yang terus meningkat, sehingga integrasi antara pembangunan jalan yang berkelanjutan dan pengelolaan limbah plastik menjadi topik relevan dalam konteks nasional.

Dalam struktur jalan fleksibel, lapisan binder course (lapisan pengikat) memiliki fungsi krusial sebagai penghubung antara base course dan surface course, serta harus mampu menahan beban lalu lintas sekaligus mempertahankan kekuatan dan kestabilan campuran aspal. Penelitian oleh Darmawan Senolinggi et al., (2023) pada campuran beraspal untuk lapis binder di Indonesia menunjukkan bahwa campuran dengan agregat halus silika Bangka memiliki Kadar Aspal Optimum (KAO) berbeda dan indeks kekuatan sisa (IKS) untuk lapis binder course pada dua jenis agregat adalah masing-masing 94,6 % dan 90,8%, yang menunjukkan bahwa karakteristik material sangat penting

untuk kinerja lapisan ini. Hal ini menunjukkan bahwa lapisan binder course memerlukan perhatian khusus terhadap desain campuran dan karakteristik material agar stabilitas dan kuat tekan (atau karakteristik mekanik lainnya) dapat terpenuhi secara teknis.

Walaupun aspal murni (bitumen konvensional) telah lama digunakan sebagai bahan pengikat dalam campuran jalan, penggunaannya memiliki beberapa keterbatasan: ketersediaan bahan baku yang terbatas, naiknya biaya impor, serta performa yang dapat menurun terutama di kondisi suhu tinggi atau beban tinggi. Di Indonesia, arah inovasi material jalan semakin terfokus pada alternatif bahan pengikat atau bahan tambah yang mampu meningkatkan performa sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap aspal murni. Namun demikian, penelitian yang mengganti atau memodifikasi bahan pengikat dengan limbah plastik (seperti PP) masih relatif terbatas, khususnya dalam aplikasi lapisan binder course. Dengan kata lain, terdapat gap penelitian pada bagaimana limbah plastik PP dapat diterapkan sebagai bahan pengikat dalam lapisan binder course dan bagaimana evaluasi stabilitas serta kuat tekan campurannya belum banyak diteliti secara komprehensif.

Limbah plastik di Indonesia merupakan masalah lingkungan yang signifikan, sejumlah penelitian menyebut bahwa sebagian besar limbah plastik berasal dari rumah tangga dan industri yang belum dikelola secara optimal. Dalam konteks konstruksi jalan, pemanfaatan limbah plastik menawarkan potensi ganda: mengurangi beban lingkungan sekaligus meningkatkan performa material. Salah satu jenis plastik yang banyak diteliti ialah *polypropylene* (PP). Penelitian Rahmawati, (2017) mengemukakan bahwa penggunaan limbah plastik PP dan HDPE sebagai aditif dalam campuran aspal dapat meningkatkan nilai stabilitas, flow, VIM dan VMA pada campuran asphalt concrete (lapis aus) di Indonesia. Oleh karena itu, mencoba menggunakan limbah plastik PP sebagai bahan pengikat (atau modifikasi pengikat) dalam lapisan binder course dapat menjadi inovasi yang menjanjikan yang sekaligus merespon tantangan lingkungan dan kebutuhan material jalan.

Oleh karena itu, dapat ditegaskan bahwa pembangunan infrastruktur jalan di Indonesia membutuhkan inovasi dalam pemilihan bahan konstruksi yang tidak hanya kuat dan tahan lama, tetapi juga ramah lingkungan. Di sisi lain, peningkatan volume limbah plastik menimbulkan tantangan serius bagi keberlanjutan lingkungan, sehingga diperlukan solusi yang mampu mengubah limbah tersebut menjadi material bernilai guna. Lapisan *binder course* sebagai salah satu komponen utama struktur perkerasan jalan berperan penting dalam menentukan kekuatan dan daya tahan jalan, sehingga perlu dikaji lebih lanjut ketika bahan pengikatnya dimodifikasi. Namun, penelitian yang secara spesifik membahas penggunaan limbah plastik jenis PP (*polypropylene*) sebagai bahan pengikat pada lapisan *binder course* masih sangat terbatas. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengisi kesenjangan tersebut melalui analisis stabilitas dan kuat tekan perkerasan *binder course* dengan bahan pengikat limbah plastik PP, yang diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata baik dari sisi teknis maupun lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh pemanfaatan limbah plastik *Polypropylene* (PP) sebagai bahan pengikat terhadap stabilitas campuran perkerasan lapis permukaan (BC) yang diuji menggunakan metode *Marshall* dan *Compression Testing Machine* (CTM).
2. Bagaimana menganalisis perbandingan karakteristik perkerasan lapis permukaan dengan bahan pengikat utama limbah plastik PP dengan kadar 7,5% ,10% ,12,5%, 15%, dan 17,5%.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh penggunaan limbah plastik PP sebagai bahan pengikat tambahan terhadap stabilitas perkerasan *Binder Course* (BC).
2. Menganalisis perbandingan karakteristik perkerasan lapis permukaan dengan bahan pengikat utama limbah plastik PP dengan kadar 7,5%, 10%, 12,5%, 15%, dan 17,5%.

1.4 Batasan Penelitian

Agar penelitian lebih terarah dan tidak meluas, maka penelitian ini dibatasi pada beberapa hal berikut:

1. Campuran perkerasan *Binder Course* (BC) sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.
2. Sumber bahan pengikat pada penelitian ini adalah plastik *Polypropylene* (PP).
3. Penelitian ini didasarkan pada pengujian Marshall untuk mengetahui kinerja campuran aspal dengan limbah plastik *Polypropylene* (PP), yaitu pada nilai Stabilitas, Flow, VIM dan *Marshall Quotient*.
4. Penelitian ini didasarkan pada pengujian kuat tekan untuk mengetahui kinerja campuran aspal dengan limbah plastik *Polypropylene* (PP).
5. Penelitian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Universitas Lampung.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik dari sisi teknis maupun lingkungan. Dari segi konstruksi jalan, hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk meningkatkan kualitas lapis permukaan melalui pemanfaatan limbah plastik *Polypropylene* (PP) sebagai bahan pengikat tambahan pada campuran perkerasan *Binder Course* (BC). Dari aspek

lingkungan, penelitian ini berpotensi membantu mengurangi permasalahan sampah plastik yang terus meningkat di Indonesia dengan memanfaatkannya sebagai material alternatif. Selain itu, penelitian ini juga memiliki kontribusi akademis karena dapat memperkaya pengetahuan di bidang teknik sipil, khususnya inovasi material perkerasan jalan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

1.6 Sistematika Penulisan

I. Pendahuluan

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

II. Tinjauan Pustaka

Bab ini berisikan pembahasan dari teori-teori dan rumus-rumus yang digunakan untuk menunjang penelitian yang diperoleh dari berbagai sumber.

III. Metodologi Penelitian

Bab ini akan menjelaskan mengenai metode yang digunakan dalam penelitian untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan dalam proses pengolahan data.

IV. Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini berisi tentang pelaksanaan penelitian yang dilakukan mencakup hasil pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan pembahasan data berdasarkan hasil yang diperoleh dan teori yang ada.

V. Kesimpulan dan Saran

Bab ini akan berisi kesimpulan yang diambil dari penelitian ini dan saran. Pada akhir penulisan skripsi ini akan dilampirkan daftar pustaka sebagai referensi penunjang yang digunakan dan lampiran yang berisikan data-data penunjang dalam proses pengolahan data.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan struktur berlapis yang dirancang untuk menyalurkan beban kendaraan dari permukaan jalan ke tanah dasar secara efisien. Struktur ini terdiri dari beberapa lapisan, antara lain lapisan permukaan, lapisan pondasi atas, dan lapisan pondasi bawah. Setiap lapisan tersusun dari agregat yang dipadatkan dengan bahan pengikat seperti aspal, semen, atau tanah liat, tergantung pada jenis perkerasan yang digunakan. Fungsi utama dari struktur ini adalah untuk memberikan permukaan jalan yang stabil, aman, dan nyaman bagi pengguna jalan serta memiliki umur pelayanan yang panjang (Hakim & Farida, 2021).

Jenis-jenis perkerasan jalan secara umum dibedakan berdasarkan bahan pengikat dan karakteristik strukturalnya, yaitu:

1. Perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) merupakan jenis perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat utama. Perkerasan ini terdiri dari beberapa lapisan berurutan yang fleksibel dan bekerja secara komposit untuk menyebarkan beban kendaraan secara bertahap ke tanah dasar. Setiap lapisan berkontribusi terhadap kemampuan struktur dalam menahan beban. Kelebihan perkerasan lentur adalah proses konstruksi yang relatif mudah dan cepat, serta biaya awal yang lebih rendah dibandingkan dengan perkerasan kaku. Namun, perkerasan ini lebih sensitif terhadap perubahan suhu dan beban berulang, sehingga memerlukan pemeliharaan berkala (Haikal et al., 2021).

2. Perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) menggunakan pelat beton bertulang atau tidak bertulang sebagai lapisan permukaan utama. Beton memiliki modulus elastisitas yang tinggi, sehingga mampu menanggung beban kendaraan langsung tanpa distribusi bertingkat seperti pada perkerasan lentur. Dalam sistem ini, kekuatan beton sangat menentukan performa perkerasan secara keseluruhan. Perkerasan kaku biasanya memiliki umur layanan yang lebih panjang dan membutuhkan lebih sedikit pemeliharaan dalam jangka panjang. Namun, biaya konstruksi awal cenderung lebih tinggi dan memerlukan perencanaan sambungan yang baik untuk menghindari retak akibat susut beton (Haikal et al., 2021).
3. Perkerasan komposit (*Composite Pavement*) adalah kombinasi antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku, dengan tujuan menggabungkan kelebihan masing-masing jenis. Umumnya, pelat beton ditempatkan di bawah lapisan aspal atau sebaliknya, tergantung pada desain struktural yang diinginkan. Kombinasi ini bertujuan untuk meningkatkan ketahanan terhadap deformasi, retak, dan memperpanjang umur jalan. Perkerasan komposit banyak digunakan di jalan dengan volume lalu lintas tinggi, seperti jalan tol atau bandara, di mana dibutuhkan kinerja struktural yang optimal dengan efisiensi biaya pemeliharaan (Haikal et al., 2021).

2.2 Bahan Campuran Perkerasan

Bahan campuran perkerasan jalan merupakan komponen utama dalam struktur lapisan perkerasan, di mana setiap elemen memiliki peranan krusial dalam menentukan kekuatan, stabilitas, serta ketahanan terhadap beban lalu lintas. Umumnya, campuran ini terdiri dari agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi (*filler*), dan bahan pengikat. Agregat berfungsi sebagai struktur penopang utama untuk menahan beban kendaraan, sedangkan bahan pengikat berperan dalam merekatkan butiran agregat sehingga terbentuk campuran yang padat, stabil, dan tahan air. *Filler* digunakan untuk mengisi celah antarbutiran agregat serta memperkuat ikatan antarpartikel di dalam campuran.

A. Agregat

Agregat adalah material granular seperti batu pecah, kerikil, atau pasir yang berfungsi sebagai komponen utama dalam campuran perkerasan jalan. Dokumen perkerasan jalan menunjukkan bahwa agregat membentuk kerangka struktural campuran, memungkinkan beban kendaraan didukung dan didistribusikan ke lapisan bawah dengan efektif. Agregat biasanya dibagi menjadi dua jenis: agregat kasar yang berperan sebagai tulang kampangan yang menahan beban langsung lalu lintas; dan agregat halus yang mengisi rongga antara agregat kasar, membantu meningkatkan kekompakan dan stabilitas campuran. Kombinasi antara agregat kasar, agregat halus, dan filler menghasilkan struktur padat dalam campuran aspal yang mampu menahan beban secara efisien dan memperpanjang umur layanan jalan.

Kualitas agregat memiliki pengaruh besar terhadap kinerja dan durabilitas perkerasan jalan. Beberapa karakteristik penting yang perlu diperhatikan antara lain ukuran butir dan gradasi agregat, bentuk dan tekstur butir (misalnya butir yang angular cenderung memberi ikatan lebih baik), kekasaran permukaan, serta ketahanan terhadap keausan dan penyerapan air. Penelitian di Indonesia yang dilakukan terhadap campuran aspal beton menunjukkan bahwa agregat yang memenuhi spesifikasi tersebut memiliki nilai stabilitas yang lebih tinggi dan parameter volumetrik yang lebih baik, sehingga kinerja perkerasan yang dihasilkan lebih tahan lama dan stabil (Mega et al., 2021). Gradasi agregat menentukan kepadatan dan stabilitas campuran. Dalam penelitian ini menggunakan batas gradasi tengah. Amplop gradasi untuk AC-BC dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Amplop Gradasi Agregat Campuran untuk AC-BC

Ukuran Ayakan		% Berat yang Lolos terhadap Total Agregat		
		WC	BC	Base
ASTM	(mm)			
1½"	37,5			100
1"	25		100	90-100
¾"	19	100	90-100	76-90
½"	12,5	90-100	75-90	60-78
⅜"	9,5	77-90	66-82	52-71
No.4	4,75	53-69	46-64	35-54
No.8	2,36	33-53	30-49	23-41
No.16	1,18	21-40	18-38	13-30
No.30	0,600	14-30	12-28	10-22
No.50	0,300	9-22	7-20	6-15
No.100	0,150	6-15	5-13	4-10
No.200	0,075	4-9	4-8	3-7

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga 2018

1. Agregat Halus

Agregat halus, yang berasal dari sumber material apa pun, harus terdiri dari pasir atau penyaringan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No.4 (4,75 mm) sesuai dengan standar SNI 03-6819-2002. Fraksi agregat halus yang dihasilkan dari pemecahan mesin dan pasir harus disimpan terpisah. Penggunaan pasir dalam campuran aspal diperbolehkan dengan persentase maksimum yang direkomendasikan sebesar 15% dari total berat agregat. Agregat halus harus bersih, keras, bebas dari lempung, dan bahan lainnya yang tidak diinginkan, serta

harus diperoleh dari batu yang memenuhi standar mutu yang ditetapkan. Agar dapat memenuhi standar mutu, batu pecah halus harus dihasilkan dari batu yang bersih. Agregat halus dan pasir harus disimpan terpisah dan harus dipasok ke Asphalt Mixing Plant (AMP) menggunakan cold bin feeds yang terpisah untuk mengontrol rasio agregat pecah halus dan pasir dengan baik. Agregat halus harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Metoda Pengujian	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min. 50%
Uji Kadar Rongga Tanpa Pematatan	SNI 03-6877-2002	Min. 45
Gumpalan Lempung dan Butir-butir Mudah Pecah dalam Agregat	SNI 03-4141-1996	Maks 1%
Agregat Lolos Ayakan No. 200	SNI ASTM C117:2012	Maks. 10%

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Spesifikasi Umum 2018

2. Agregat Kasar

Fraksi agregat kasar dalam perancangan harus memenuhi standar ketat, termasuk kriteria kebersihan, kekerasan, ketahanan, serta kebebasan dari kontaminan seperti lempung, sejalan dengan ketentuan yang tercantum dalam Tabel 2.2. Agregat tersebut harus berupa batu pecah atau kerikil pecah dengan ukuran maksimum dan nominal maksimum yang telah ditetapkan. Selain itu, agregat kasar juga diharapkan memiliki butir pecah sesuai dengan persyaratan dalam Tabel 2.3, yang didefinisikan sebagai persentase berat dari agregat dengan satu atau lebih muka bidang pecah, dengan ukuran lebih besar dari saringan No.4 (4,76 mm).

Tabel 2.3 Ketentuan Agregat Kasar

Penguji		Metode Pengujian	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	natrium sulfat	SNI 3407:2008	Maks. 12%
	magnesium sulfat		Maks. 18%
Abrasi dengan mesin los angeles (1)	Campuran AC modifikasi dan SMA	100 putaran	Maks. 6%
		500 putaran	Maks. 30%
	Semua jenis campuran beraspal bergradasi lainnya	100 putaran	Maks. 8%
		500 putaran	Maks. 40%
Berat Jenis dan Penyerapan Air (Agregat Kasar)		SNI 1969:2016	Berat Jenis (SSD) $\geq 2,5$ Penyerapan $\leq 3\%$)
Aggregate Crushing Value (ACV)	SMA	SNI 2417:2018	Min. 30%
	Lainnya		
Aggregate Impact Value (AIV)	SMA	SNI 2417:2018	Maks. 30%
	Lainnya		
Material lolos ayakan No. 200		SNI ASTM C117:2012	Maks. 1%

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Spesifikasi Umum 2018

3. Filler

Filler adalah bahan pengisi tersebut harus dalam keadaan kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan, serta ketika diuji dengan metode pengayakan sesuai dengan standar SNI ASTM C136:2012, harus memiliki kandungan bahan yang lolos ayakan No.100 harus lolos 100% dan No.200 (0,075 mm) tidak kurang dari 75% dari berat totalnya. Penambahan bahan pengisi harus dilakukan dalam rentang persentase antara 1% hingga 2% dari berat total agregat. *Filler* yang dipakai pada penelitian ini adalah semen

Tabel 2.4 Ketentuan Filler

Ukuran Saringan	%Berat yang lolos
No.200 (0,074 mm)	Min. 75%

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Spesifikasi Umum 2018

B. Bahan Pengikat

Dalam teknik sipil dan konstruksi jalan, bahan pengikat seperti aspal dan mortar semen memainkan peran penting dalam menyatukan agregat dan memberikan integritas struktural. Aspal, sebagai material viskoelastik, memiliki viskositas yang sangat dipengaruhi oleh suhu: semakin tinggi suhu, semakin rendah viskositas, sehingga memengaruhi kinerja pencampuran dan penempatan. Sementara itu, mortar semen yang terdiri dari campuran semen, air, dan filler menunjukkan karakteristik rheologi yang bergantung pada jenis material dan perbandingan campuran. (Paiva et al., 2015) melaporkan bahwa sifat rheologi mortar, termasuk viskositas plastis dan tegangan leleh, sangat dipengaruhi oleh jenis filler dan rasio air terhadap semen, yang berdampak langsung pada aliran dan kekuatan awal mortar).



Gambar 2.1 Plastik PP

Polypropylene (PP), jenis plastik termoplastik, banyak dikaji sebagai bahan pengikat atau modifikator dalam binder aspal karena memiliki karakteristik viskositas yang mirip dengan aspal. Plastik PP memiliki kestabilan termal dan iriantotitik leleh yang tinggi, yang memungkinkan pencampuran yang homogen saat dipanaskan bersama aspal. Penambahan mikroplastik PP

sebesar 5-10% ke dalam campuran aspal meningkatkan nilai viskositas dan softening point, serta menurunkan tingkat penetrasi, sehingga memperkuat daya tahan terhadap deformasi permanen (Tumpu & Irianto, 2020). Penggunaan PP juga dinilai ramah lingkungan karena memanfaatkan limbah plastik yang sulit terurai.

Peningkatan viskositas akibat penambahan polypropylene menjadikannya bahan yang potensial untuk memperkuat binder aspal. Dalam tinjauan yang dilakukan oleh Schaur et al., (2021), viskositas aspal yang dimodifikasi dengan PP mengalami peningkatan signifikan dibandingkan binder biasa. Peningkatan viskositas ini berkorelasi positif dengan peningkatan ketahanan terhadap deformasi dan stabilitas dimensi pada suhu tinggi (Kumar Arya, 2025). Meski demikian, viskositas yang terlalu tinggi dapat menurunkan workability pada saat pencampuran dan aplikasi di lapangan. Oleh karena itu, dibutuhkan pengendalian formulasi campuran yang tepat agar polypropylene dapat berfungsi optimal sebagai pengikat sekaligus mendukung keberlanjutan lingkungan.

2.3 Limbah Plastik sebagai Bahan Modifikasi Aspal

Penggunaan limbah plastik PP sebagai bahan modifikasi pada campuran BC merupakan inovasi yang sekaligus teknis dan ramah lingkungan. Limbah PP dipreparasi (cacah atau dalam bentuk butiran halus) dan ditambahkan ke dalam campuran aspal sebagai bagian dari binder atau sebagai bahan aditif tambahan, termasuk metode *dry mixing* (plastik dicampur dengan agregat) ataupun *wet mixing* (plastik dicampur ke dalam binder aspal). Tujuannya adalah untuk meningkatkan kekakuan campuran, mengurangi deformasi permanen (rutting) serta memperpanjang umur layanan perkerasan jalan. Penelitian laboratorium di Indonesia menunjukkan bahwa penambahan plastik PP dalam proporsi tertentu pada lapisan BC mampu meningkatkan nilai stabilitas uji Marshall dibandingkan campuran konvensional tanpa PP (Ilwandri et al., 2023).

Salah satu aspek kunci dalam evaluasi modifikasi aspal dengan PP adalah parameter uji Marshall, termasuk nilai stabilitas, flow (kelelehan), dan Marshall Quotient (MQ), serta kuat tekan atau compressive strength jika diaplikasikan sebagai block uji padat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan PP dalam campuran BC meningkatkan nilai stabilitas uji Marshall karena plastik PP berperan memperkeras struktur campuran dengan memperbaiki ikatan agregat-binder dan mengurangi pergerakan internal. Misalnya, sebuah penelitian menemukan bahwa penambahan PP hingga ~5 % berat binder mengakibatkan peningkatan stabilitas dan penurunan flow (Susanto et al., 2021). Kuat tekan (compressive strength) dari benda uji campuran yang dipadatkan pun menunjukkan kecenderungan meningkat, yang menandakan bahwa struktur internal campuran lebih padat dan tahan beban

Dari sudut kualitas campuran dan desain struktur lapisan BC, penggunaan PP membawa beberapa perbaikan teknis penting. Pertama, peningkatan kekakuan campuran memungkinkan penurunan deformasi permanen di bawah beban lalu lintas berat. Kedua, karena PP meningkatkan kekakuan, maka pemadatan dan struktur butir agregat dapat lebih optimal, yang berarti nilai volumetrik seperti VIM (voids in mix) dan VMA (voids in mineral aggregate) bisa dikontrol lebih baik. Namun demikian, perlu dicatat bahwa dosis optimal PP sangat penting—penambahan yang berlebihan bisa menyebabkan viskositas tinggi, segregasi plastik, atau bahkan retak awal akibat kurang fleksibilitas. Studi “Utilization of plastic waste to improve properties of road material” mencatat bahwa proporsi PP perlu disesuaikan agar mencapai keseimbangan antara kekakuan dan durabilitas (Pangestika et al., 2023).

Secara praktik dan keberlanjutan, memasukkan limbah PP ke dalam campuran BC tidak hanya meningkatkan performa struktural tetapi juga mendukung prinsip ekonomi sirkular, mengurangi limbah plastik yang sulit terurai dan mengurangi konsumsi bahan baku baru. Namun, untuk penerapan skala lapangan, beberapa tantangan masih perlu diatasi: standarisasi ukuran partikel plastik PP, kontrol distribusi dalam campuran, kompatibilitas dengan binder

dan agregat lokal, serta uji kinerja jangka panjang terhadap kondisi lalu lintas dan iklim tropis. Oleh karena itu, penelitian lanjut dengan data lapangan sangat diperlukan sebelum modifikasi ini dapat diterapkan sebagai standar dalam spesifikasi nasional.

2.3.1 Minyak Jelantah Sebagai Pencampur Limbah Plastik (PP)

Pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan tambahan dalam sistem pengikat berbasis limbah merupakan salah satu strategi ramah lingkungan untuk mengurangi limbah organik dan meningkatkan performa bahan bangunan. Minyak jelantah atau waste cooking oil (WCO) diketahui memiliki sifat pelumas dan viskositas rendah yang dapat menurunkan kekakuan campuran pengikat, sehingga meningkatkan workability dan fleksibilitas pada suhu rendah. Ramadhansyah et al., (2020) melaporkan bahwa WCO mampu memodifikasi binder aspal dengan menurunkan viskositas, meningkatkan performa pada suhu rendah, dan memperbaiki sifat rheologi secara keseluruhan. Selain itu, minyak jelantah dapat difungsikan sebagai pelunak (softener) dalam campuran polimer seperti plastik daur ulang, untuk menghasilkan material pengikat yang lebih homogen dan mudah dicetak

Polypropylene (PP), jenis plastik termoplastik yang bersifat kaku dan tahan panas, telah lama digunakan sebagai modifikasi binder karena kemampuannya meningkatkan modulus dan daya tahan terhadap deformasi. Namun, sifat PP yang sangat kaku menyebabkan penurunan workability dan meningkatkan viskositas secara signifikan. Penggunaan minyak jelantah sebagai pencampur dapat mengimbangi kekakuan tersebut. Dalam penelitian oleh Buruiana et al., (2023), penambahan limbah PP ke dalam campuran aspal menghasilkan peningkatan kekuatan struktural dan stabilitas, tetapi kombinasi dengan minyak

jelantah membuka potensi modifikasi rheologi yang lebih seimbang antara fleksibilitas dan kekakuan.

Kombinasi antara minyak jelantah dan limbah PP sebagai bahan pencampur menghasilkan formulasi pengikat hybrid yang menjanjikan dari sisi teknis dan keberlanjutan. Minyak jelantah berfungsi sebagai agen pelunak yang menurunkan viskositas dan meningkatkan kemampuan alir, sementara PP memperkuat struktur dan resistensi terhadap deformasi. Tinjauan oleh Ramadhansyah et al., (2020) mengonfirmasi bahwa penggunaan WCO dalam campuran binder menurunkan nilai viskositas dan meningkatkan performa terhadap retak suhu rendah, namun perlu dikombinasikan dengan bahan penguat seperti PP agar mampu menjaga kestabilan pada suhu tinggi. Dengan formulasi yang tepat, kombinasi ini dapat menghasilkan bahan pengikat baru yang tidak hanya efisien secara mekanis, tetapi juga berkontribusi terhadap pengurangan limbah dan konservasi sumber daya

2.4 Stabilitas dan Kuat Tekan

Stabilitas dan kekuatan tekan adalah dua indikator utama dalam menilai mutu serta kinerja, khususnya pada lapisan Binder Course (BC). Kedua aspek tersebut memiliki hubungan yang erat dan berperan penting dalam menentukan ketahanan serta daya tahan campuran terhadap beban lalu lintas dan pengaruh lingkungan.

2.4.1 Stabilitas Campuran Perkerasan dengan Bahan Pengikat Polypropylene (PP)

Kemampuan campuran beraspal untuk menahan beban lalu lintas tanpa mengalami deformasi permanen merupakan pengertian dari stabilitas. Menurut Purnomo et al., (2024), beberapa faktor seperti komposisi material, suhu pencampuran, tingkat pemadatan, serta karakteristik

bahan pengikat memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai stabilitas Marshall.

Pada penelitian ini, bahan pengikat aspal konvensional digantikan dengan limbah plastik Polypropylene (PP). Karena PP memiliki kekakuan yang tinggi, ketahanan terhadap panas, dan modulus elastisitas yang besar, bahan ini mampu memperkuat ikatan antara agregat serta meningkatkan daya tahan campuran terhadap deformasi plastis. Pengujian dengan metode Marshall menghasilkan parameter seperti stabilitas, flow, VIM, VMA, dan VFB yang digunakan untuk mengevaluasi keseimbangan antara kekuatan dan fleksibilitas campuran. Berdasarkan studi sebelumnya, penambahan PP terbukti dapat meningkatkan stabilitas Marshall serta memperkuat struktur internal campuran, sehingga membuatnya lebih tahan terhadap rutting dan kondisi suhu tinggi (Liu et al., 2024).

2.4.2 Kuat Tekan Campuran Perkerasan dengan Bahan Pengikat Polypropylene (PP)

Kuat tekan menggambarkan kemampuan campuran beraspal untuk menahan beban vertikal yang timbul akibat lalu lintas kendaraan. Semakin tinggi nilai kuat tekan, semakin besar kekuatan struktural campuran serta ketahanannya terhadap deformasi permanen. Menurut Purnomo et al., 2024), faktor-faktor seperti jenis bahan pengikat, kekakuan material, dan kualitas ikatan antar agregat sangat memengaruhi nilai kuat tekan.

Pada penelitian ini, bahan pengikat konvensional diganti dengan Polypropylene (PP) dengan tujuan meningkatkan kekuatan mekanis campuran. PP merupakan material termoplastik yang memiliki titik leleh sekitar 160–170°C, sehingga mampu melapisi agregat secara efektif dan menciptakan ikatan yang lebih kuat serta stabil dibandingkan aspal biasa.

Pengujian kuat tekan dilakukan menggunakan Compression Testing Machine (CTM) untuk menentukan batas kekuatan maksimum campuran sebelum terjadi kerusakan. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, penggantian aspal dengan PP terbukti meningkatkan nilai kuat tekan dan stabilitas campuran, sekaligus memperpanjang masa guna perkerasan jalan (Irianto et al., 2021).

2.5 Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian yang membahas mengenai penggunaan sampah plastik sebagai modifikasi. Beberapa penelitian tersebut antara lain:

1. (Haikal et al., 2021)

Judul penelitian ini adalah “Studi Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode Bina Marga MDPJ 2017 (Pada Proyek Ruas Jalan Balige By Pass)”, yang dipublikasikan dalam *Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan tahun 2021*. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tebal lapisan perkerasan lentur yang optimal pada ruas jalan Balige By Pass, Kabupaten Toba, menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2017 Nomor 04/SE/Db/2017. Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur tebal perkerasan optimal terdiri dari LPA Kelas A setebal 40 cm, AC-BC setebal 6 cm, dan AC-WC setebal 4 cm, dengan CBR tanah dasar sebesar 5,68% serta umur rencana jalan selama 20 tahun. Perhitungan ini menghasilkan rancangan perkerasan yang lebih efisien dan memiliki faktor keamanan lebih tinggi dibandingkan desain rencana awal.

2. (Tumpu & Irianto, 2020)

Judul penelitian ini adalah “*Compressive Strength of Asphalt Concrete Wearing Course Mixture Containing Waste Plastic Polypropylene*”. Penelitian ini mengkaji pemanfaatan limbah plastik *polypropylene* (PP) sebagai bahan tambahan pada campuran *Asphalt Concrete Wearing Course*

(AC-WC) menggunakan *Modified Buton Asphalt* (MBA) untuk meningkatkan kuat tekan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan limbah PP sebesar 1% dan 2% dari berat aspal mampu meningkatkan nilai kuat tekan dibandingkan campuran tanpa PP, dengan peningkatan paling signifikan terjadi pada kadar 2% PP, sehingga disimpulkan bahwa limbah PP berkontribusi positif dalam meningkatkan ketahanan campuran aspal terhadap beban tekan sekaligus berpotensi menjadi solusi material berkelanjutan untuk perkerasan jalan

3. (Irianto et al., 2021)

Judul penelitian ini adalah *Strength and Toughness Characteristics of AC-WC Mixture Containing PET and PP Plastic Waste Under Static Compression*. *International Journal of GEOMATE*, 20(78), 20–27. Penelitian ini mengevaluasi kekuatan tekan dan ketangguhan campuran AC-WC yang ditambahkan limbah PET dan PP. Pengujian kompresi menunjukkan bahwa limbah plastik dapat meningkatkan kekuatan struktural campuran pada kondisi statik.

4. (Pangestika et al., 2023)

Judul penelitian ini adalah “Utilization of Plastic Waste to Improve Properties of Road Material: A Review”. Penelitian ini merupakan review literatur yang membahas pemanfaatan limbah plastik seperti PET, HDPE, LDPE, PVC, PP, dan PS sebagai bahan modifikasi campuran aspal untuk perkerasan jalan. Hasil kajian menunjukkan bahwa penambahan limbah plastik secara umum meningkatkan stabilitas, kekakuan, daya dukung, ketahanan terhadap rutting, kelelahan, dan deformasi permanen, bahkan pada beberapa studi mampu menurunkan kedalaman rut hingga sekitar 29% dibanding campuran konvensional, meskipun penentuan jenis dan kadar plastik yang tidak tepat dapat berdampak negatif terhadap kinerja perkerasan, sehingga diperlukan desain campuran yang cermat serta kajian lanjutan aspek lingkungan dan ekonomi.

5. (Ramadhansyah et al., 2020)

Judul penelitian ini adalah “Waste Cooking Oil as Bio Asphalt Binder: A Critical Review” serta diterbitkan oleh IOP Publishing Ltd dalam *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 712 (2020)*. Penelitian ini menggunakan metode tinjauan kritis (critical review). Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengevaluasi potensi WCO sebagai bahan modifikasi aspal yang ramah lingkungan dengan memperbaiki sifat reologis dan mekanis campuran aspal, sekaligus mengurangi dampak pencemaran dari pembuangan minyak goreng bekas. Hasil kajian menunjukkan bahwa penambahan WCO dapat meningkatkan ketahanan terhadap retak pada suhu rendah karena sifat fluida alami minyak, namun menurunkan ketahanan terhadap deformasi permanen (rutting) pada suhu tinggi akibat efek pelunakan binder. Penelitian ini menyimpulkan bahwa WCO memiliki potensi besar sebagai bahan modifikasi bio-aspal yang berkelanjutan, tetapi diperlukan penelitian lanjutan terkait stabilitas oksidatif dan kompatibilitas kimia antara WCO dan aspal konvensional sebelum dapat diterapkan secara luas.

6. (Rahmawati, 2017)

Judul penelitian ini adalah “Perbandingan Penggunaan Polypropylene (PP) dan High Density Polyethylene (HDPE) pada Campuran Laston_WC”, diterbitkan dalam *Jurnal Media Teknik Sipil Vol. 15 No. 1 (Februari 2017)*. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorium dengan uji Marshall untuk mengevaluasi pengaruh penambahan limbah plastik PP dan HDPE terhadap karakteristik campuran aspal beton (Laston_WC). Tujuan utamanya adalah untuk mengetahui perbandingan kinerja campuran aspal yang dimodifikasi dengan PP dan HDPE berdasarkan parameter Marshall seperti stabilitas, flow, VIM, VMA, VFA, dan MQ. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan PP dan HDPE meningkatkan nilai stabilitas, flow, VFA, dan MQ, namun menurunkan nilai VIM dan VMA seiring bertambahnya kadar plastik. Campuran dengan PP menghasilkan karakteristik Marshall yang lebih baik dibandingkan dengan HDPE karena

memiliki stabilitas dan kekakuan lebih tinggi, sehingga dinilai lebih efektif dalam meningkatkan kualitas campuran aspal dan ketahanan terhadap deformasi permanen pada suhu tinggi.

7. (Hakim & Farida, 2021)

Judul penelitian ini adalah “Ketebalan Perkerasan Lentur dengan Metode AASHTO 1993 dan Manual Perkerasan Jalan 2017” diterbitkan dalam Jurnal Teknik Sipil Cendekia Vol. 2 No. 1 (Februari 2021). Penelitian ini menggunakan metode komparatif dengan pendekatan analisis kuantitatif untuk membandingkan ketebalan perkerasan lentur jalan berdasarkan dua metode perhitungan, yaitu AASHTO 1993 dan Manual Perkerasan Jalan (MPJ) 2017. Tujuannya adalah untuk menentukan metode yang lebih efisien dan sesuai digunakan dalam perencanaan jalan di Kecamatan Leles, Kabupaten Garut, menggunakan data sekunder dari *Detail Engineering Design (DED) Bina Marga 2012*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode AASHTO 1993 menghasilkan total tebal perkerasan 55 cm, sedangkan metode MPJ 2017 hanya 35 cm. Perbedaan ini disebabkan oleh variasi parameter perhitungan seperti struktur number, koefisien drainase, dan pendekatan empiris vs mekanistik. Kesimpulannya, metode MPJ 2017 lebih efisien dan praktis digunakan karena menghasilkan desain yang lebih tipis namun tetap memenuhi standar kekuatan dan umur rencana jalan selama 20 tahun.

8. (Susanto et al., 2021)

Judul penelitian ini adalah “Pengaruh Penambahan Limbah Plastik *Polypropylene* (PP) terhadap Ketahanan Ravelling Campuran *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC)” diterbitkan dalam Jurnal Jalan-Jembatan, Volume 38 No. 2, Juli-Desember 2021 oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan (Pusjatan), Kementerian PUPR. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorium dengan uji *Marshall Test* dan uji ketahanan ravelling untuk menilai pengaruh penambahan limbah plastik *polypropylene* (PP) pada campuran aspal beton

lapis aus (AC-WC). Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan ketahanan permukaan aspal terhadap kerusakan ravelling dengan memanfaatkan limbah plastik sebagai bahan modifikasi yang ramah lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan PP sebesar 5% dari berat aspal menghasilkan stabilitas Marshall tertinggi (1397,5 kg) dan meningkatkan ketahanan ravelling secara signifikan dibanding campuran tanpa PP. Namun, penambahan berlebih di atas 5% justru menurunkan nilai stabilitas dan kelekatan agregat, sehingga disimpulkan bahwa komposisi optimum PP adalah 5%, yang mampu meningkatkan daya lekat aspal terhadap agregat serta memperkuat ketahanan aus permukaan jalan.

9. (Hamdani et al., 2017)

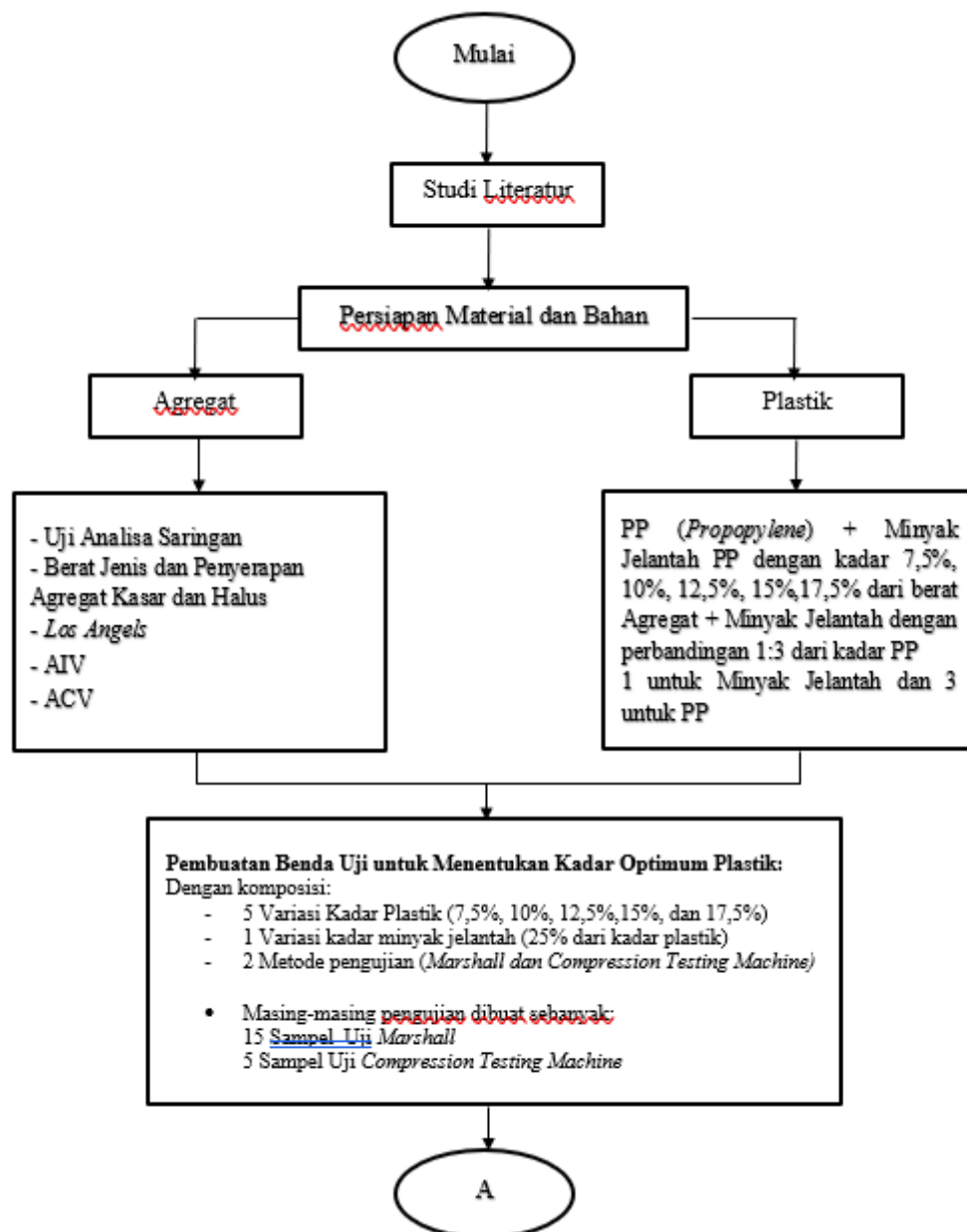
Judul penelitian ini adalah “Pengaruh Pengkondisian Campuran Beraspal Panas terhadap Ketahanan Alur dan Fatik” diterbitkan dalam Jurnal Jalan-Jembatan, Volume 34 No. 2, Juli–Desember 2017. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorium dengan dua perlakuan campuran beraspal panas, yaitu dikondisikan dan tidak dikondisikan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh proses pengkondisian campuran terhadap kinerja aspal panas, khususnya pada jenis ACWC Pen-60 dan ACWC Polimer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran yang dikondisikan memiliki ketahanan alur lebih tinggi, dengan nilai stabilitas dinamis 2.045 lintasan/mm (Pen-60) dan 5.385 lintasan/mm (Polimer) dibandingkan yang tidak dikondisikan. Namun demikian, ketahanan terhadap fatik menurun, karena campuran yang dikondisikan menjadi lebih kaku dan rentan retak, dengan umur fatik ACWC Pen-60 turun dari 75.140 menjadi 32.770 siklus, dan ACWC Polimer dari 192.130 menjadi 149.510 siklus. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pengkondisian meningkatkan ketahanan alur namun menurunkan durabilitas terhadap retak akibat beban berulang.

10. (Bayat & Talatahari, 2016)

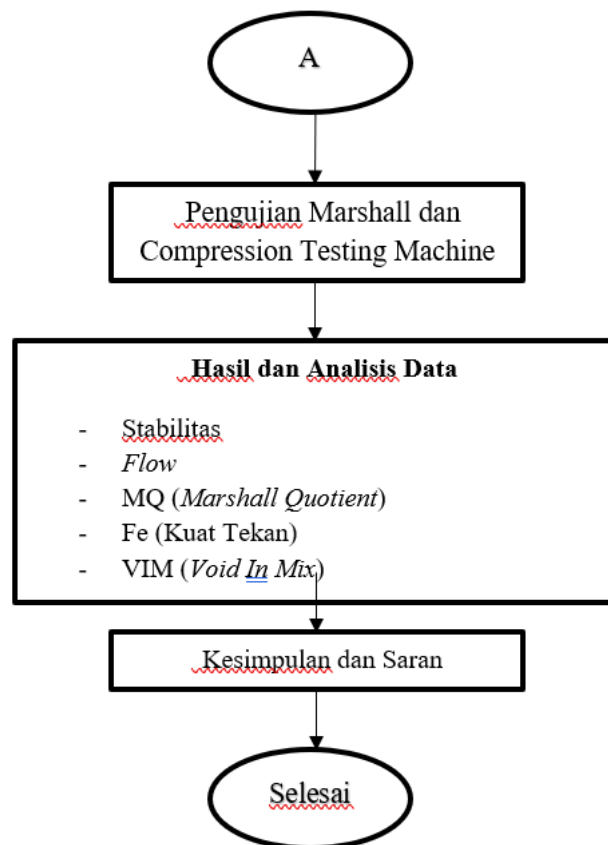
Judul penelitian ini adalah “Influence of Polypropylene Length on Stability and Flow of Fiber-Reinforced Asphalt Mixtures” diterbitkan dalam *Civil Engineering Journal*, Vol. 2 No. 10 (Oktober 2016). Penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorium dengan uji Marshall Stability dan Flow untuk menganalisis pengaruh variasi panjang serat polypropylene (6 mm, 12 mm, dan 19 mm) dan kadar campuran (0,1–0,5%) terhadap kinerja campuran aspal beton. Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan stabilitas campuran aspal dan mengurangi nilai flow, sehingga memperpanjang umur perkerasan lentur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan polypropylene secara signifikan meningkatkan stabilitas Marshall hingga 38% dan menurunkan nilai flow sebesar 39%, dengan hasil terbaik diperoleh pada kadar 0,5% dan panjang serat 19 mm. Kesimpulannya, penggunaan polypropylene sebagai bahan tambah serat efektif meningkatkan ketahanan campuran terhadap deformasi permanen (rutting) dan berpotensi memperpanjang umur layanan perkerasan jalan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Inti Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.

3.3 Bahan-Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Agregat Kasar

Jenis agregat kasar yang digunakan yaitu tertahan ayakan No.8 (2,36 mm).



Gambar 3.3 Agregat Kasar

2. Agregat Halus

Agregat halus terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No.8 (2,36 mm).



Gambar 3.4 Agregat Halus

3. *Filler*

Material lolos saringan No.200 (*Filler*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen.



Gambar 3.5 *Filler*

4. Plastik

Plastik yang digunakan yaitu *Propopylene* (PP).



Gambar 3.6 Plastik

5. Minyak Jelantah

Minyak jelantah yang digunakan yaitu minyak goreng bekas pakai yang sudah digunakan berulang kali untuk menggoreng makanan.



Gambar 3.7 Minyak Jelantah

3.4 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Satu Set Alat Saringan/Ayakan (Sieve)

Penggunaan alat saringan digunakan untuk memisahkan agregat berdasarkan ukuran gradasinya. Alat Uji Pemeriksaan Agregat Peralatan yang digunakan untuk pengujian agregat antara lain mesin Los Angeles untuk melakukan uji abrasi, oven sebagai alat pengering sampel, timbangan, dan alat uji untuk berat jenis.

2. Alat Uji Pemeriksaan Agregat

Peralatan yang digunakan dalam pengujian agregat antara lain:

- a. Alat uji berat jenis untuk mengetahui berat jenis agregat
- b. Alat uji AIV dan ACV untuk mengetahui berat jenis agregat
- c. Mesin Los Angeles dalam melakukan uji abrasi untuk mengetahui kausan agregat
- d. Alat-alat penunjang yang meliputi oven, timbangan, *container*.

3. Alat Uji *Marshall*

Dengan metode Marshall, berikut merupakan alat uji yang digunakan:

- a. Alat uji tekan Marshall mencakup kapal penekan, cincin penguji dengan kapasitas 22,2 KN beserta flow meter.

- b. Cetakan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 4 inchi (10,16 cm) 17 dan tinggi 3 inchi (7,5 cm).
 - c. Cincin penguji dengan kapasitas 2500 kg atau 5000 kg beserta arloji tekan dengan tingkat ketelitian 0,0025 mm.
 - d. Alat Marshall Automatic Compactor yang digunakan untuk pemadatan campuran sebanyak 50 kali tumbukan untuk sisi atas dan bawah.
 - e. Ejector untuk mengeluarkan benda uji setelah proses pemadatan.
 - f. Bak perendam yang dilengkapi dengan suhu pengatur.
 - g. Peralatan pendukung seperti penggorengan, pencampur, kompor pemanas, thermometer, sendok pengaduk, sarung tangan anti panas, kainlap, timbangan, ember untuk merendam benda uji, jangka sorong, pan, dan tipe-x yang digunakan sebagai penanda (marker).
4. Alat uji *Compression Testing Machine* (CTM)
- Alat uji yang digunakan dalam metode uji kuat tekan antara lain:
- a. Mesin Uji Tekan (*Compression Testing Machine*), yaitu mesin yang digunakan untuk memberikan beban tekan secara bertahap pada benda uji hingga benda uji mengalami kerusakan. Mesin ini dilengkapi dengan sistem hidrolik dan manometer digital/analog untuk menunjukkan besar beban yang diterima benda uji dengan kapasitas umumnya 1000-2000kN serta ketelitian ± 1 kN.
 - b. Cetakan benda uji berbentuk segi enam, umumnya berukuran tingal 8cm dan masing-masing sisi 6cm, digunakan sebagai alternatif bentuk benda uji untuk pengujian kuat tekan. Cetakan ini biasanya terbuat dari baja yang dilengkapi baut pengikat agar hasil cetakan rapat dan presisi.
 - c. Pelat tekan (*bearing plates*), yaitu pelat baja berbentuk datar yang ditempatkan di atas dan di bawah benda uji pada saat pengujian. Fungsinya adalah untuk mendistribusikan beban tekan secara merata pada permukaan benda uji sehingga hasil pengujian lebih akurat.
 - d. Alat perata beban (*spherically seated head*), yaitu kepala penekan berbentuk setengah bola yang dapat bergerak menyesuaikan posisi benda uji. Fungsinya agar beban terdistribusi merata dan mengurangi konsentrasi tegangan yang dapat menyebabkan hasil tidak akurat.

- e. Alat pengukur deformasi (dial gauge atau LVDT), yang digunakan untuk mengukur perubahan bentuk atau deformasi benda uji saat menerima beban tekan, dengan ketelitian 0,01mm.
- f. Peralatan pendukung, meliputi oven untuk pengeringan benda uji, timbangan digital, mistar ukur atau jangka sorong untuk mengukur dimensi benda uji, wadah penyimpanan benda uji, serta sarung tangan pelindung untuk keselamatan kerja.

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang akan dilakukan pada penelitian ini akan dijelaskan sebagai berikut:

3.5.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mencari referensi teori yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan. Referensi pada penelitian ini didapatkan dari buku, jurnal, artikel, dan laporan penelitian.

3.5.2 Persiapan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu agregat kasar, agregat halus, *filler*, serta plastik PP. Bahan-bahan tersebut diperoleh melalui proses berikut:

1. Agregat Kasar, Agregat Halus, dan *Filler*
 - a. Susun saringan secara berurutan dari ukuran yang paling besar di atas hingga yang paling kecil di bawah
 - b. Masukkan agregat ke dalam saringan lalu ayak agregat
 - c. Setelah di ayak, ambil masing-masing agregat yang tertahan di setiap saringan, dan pisahkan agregat berdasarkan ukuran saringan.

- d. Lakukan kembali langkah a,b, dan c sampai banyaknya agregat sesuai kebutuhan.
2. Jenis plastik yang digunakan yaitu plastik PP yang didapatkan dari *e-commerce*, kemudian plastik tersebut ditempatkan di Laboratorium Inti Jalan Rayan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung untuk dilakukan pengujian dan penelitian.

3.5.3 Pengujian Bahan

Untuk mengetahui karakteristik dari bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini memenuhi standar spesifikasi yang telah ditentukan atau tidak, maka harus dilakukan pengujian terlebih dahulu.

1. Pengujian Agregat

Untuk menggunakan agregat sebagai bahan pengisi pada campuran perkerasan *Binder Course* (BC), maka harus dilakukan pengujian terlebih dahulu dengan komposisi gradasi yang sesuai dan gradasi yang digunakan telah memenuhi spesifikasi. Dalam penelitian ini, pengujian agregat yang dilakukan yaitu pengujian analisis saringan, pengujian berat jenis dan penyerapan, pengujian AIV dan ACV, serta pengujian *Los Angeles*. Metode pengujian ini didasarkan pada Spesifikasi Umum (2020) dari Peraturan Direktorat Jendral Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia.

Tabel 3.1 Standar Pemeriksaan Agregat

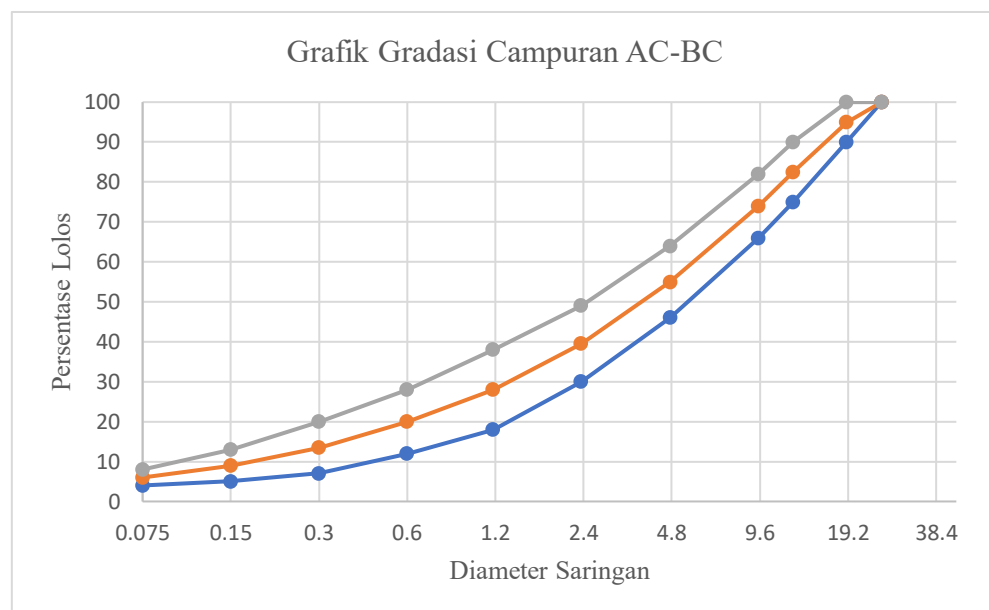
No.	Jenis Pengujian	Standar uji
1	Analisa Saringan	SNI ASTM C136:2012
2	Berat Jenis (berat jenis bulk, berat jenis SSD, dan berat jenis semu) dan Penyerapan Agregat Kasar	SNI 1969:2016
3	Berat Jenis (berat jenis bulk, berat jenis SSD, dan berat jenis semu) dan Penyerapan Agregat Halus	SNI 1970:2016
4	<i>Los Angeles Test</i>	SNI 2417:2008
5	<i>Aggregate Impact Value Test (AIV)</i>	SNI 2417:2008
6	<i>Aggregate Crushing Value Test (ACV)</i>	SNI 2417:2008

3.5.4 Perancangan Gradasi Agregat

Bedasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga (2018) Revisi 2, maka untuk gradasi agregat yang digunakan pada Perkerasan *Binder Course* (BC) dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

Tabel 3.2 Gradasi Agregat Perkerasan *Binder Course* (BC)

Ukuran Saringan (mm)	Spesifikasi % Berat Lolos (Bina Marga, 2018)	% Berat yang Lolos		% Berat yang Tertahan
25	100	100		0
19	90 – 100	95		5
12,5	75 - 90	82,5		12,5
9,5	66 - 82	74		8,5
4,75	46 - 64	55		19
2,36	30 – 49	39,5		15,5
1,18	18 - 38	28		11,5
0,6	12 - 28	20		8
0,3	7 - 20	13,5		6,5
0,15	5 - 13	9		4,5
0,075	4 - 8	6		3
Pan				6
Total				100



Gambar 3.8 Grafik Rencana Gradasi Agregat

3.5.5 Jumlah Benda Uji

Dalam penelitian ini, terdapat 5 variasi kadar plastik untuk menguji stabilitas plastik PP, Tiap masing-masing variasi kadar plastik tersebut dibuat sebanyak 3 sampel. Lalu terdapat 2 variasi kadar plastik untuk menguji kuat tekan dan menguji stabilitas plastik PP. Tiap masing-masing variasi kadar plastik tersebut dibuat sebanyak 3 sampel. Sehingga, jumlah benda uji yang dibutuhkan dalam penelitian ini sebanyak $3 \times 5 = 15$ sampel untuk pengujian marshall dan $3 \times 2 = 6$ sampel untuk pengujian *marshall* dan kuat tekan dengan nilai optimum.

Tabel 3.3 Jumlah Benda Uji

Variasi Kadar Plastik dan Jenis Pengujian	Jumlah Benda Uji
<i>Marshall</i> 7,5%	3
<i>Marshall</i> 10%	3
<i>Marshall</i> 12,5%	3
<i>Marshall</i> 13,75%	3
<i>Marshall</i> 15%	3
<i>Marshall</i> 15,625%	1
<i>Marshall</i> 17,5%	3
Kuat Tekan 7,5%	1
Kuat Tekan 10%	1
Kuat Tekan 12,5%	1
Kuat Tekan 15%	1
Kuat Tekan 17,5%	1
Total	24

3.5.6 Pembuatan Benda Uji *Marshall*

Langkah-langkah pembuatan benda uji adalah sebagai berikut:

- a. Agregat ditimbang sesuai dengan komposisi yang sudah dihitung untuk setiap benda uji
- b. Agregat yang telah ditimbang dikeringkan dan dipanaskan di dalam oven hingga mencapai suhu sekitar $\pm 150^{\circ}\text{C}$. Pemanasan ini bertujuan

- untuk menghilangkan kadar air dan menyesuaikan suhu agregat dengan kondisi pencampuran.
- c. Minyak jelantah dipanaskan terlebih dahulu dan berada dalam kondisi cair yang homogen. Pemanasan ini bertujuan untuk mempermudah pencampuran minyak jelantah dengan limbah plastik PP pada tahap pelelehan.
 - d. Pelelehan PP yang digunakan dilelehkan di atas wajan pemanas hingga mencapai kondisi cair sempurna agar mudah tercampur dengan agregat.
 - e. Agregat panas kemudian dimasukkan secara bertahap ke dalam plastik cair sambil diaduk secara merata hingga seluruh permukaan agregat terselimuti plastik, dengan suhu pencampuran dipertahankan pada $\pm 150^{\circ}\text{C}$.
 - f. Cetakan benda uji serta bagian permukaan alat pemadat dibersihkan terlebih dahulu. Cetakan yang digunakan berbentuk silinder dengan tinggi 6,35 cm dan diameter 10,16 cm.
 - g. Cetakan diletakkan di atas landasan pemadat dan dikunci dengan pemegang cetakan. Selanjutnya, dimasukkan selembar kertas yang telah dipotong sesuai dengan ukuran dasar cetakan untuk mencegah campuran menempel.
 - h. Campuran agregat dan plastik dimasukkan ke dalam cetakan, lalu ditusuk menggunakan spatula yang telah dipanaskan sebanyak 15 kali di bagian tepi dan 10 kali di bagian tengah untuk memastikan tidak ada rongga udara di dalam campuran.
 - i. Pemadatan dilakukan dengan alat penumbuk sebanyak 75 tumbukan pada setiap sisi (atas dan bawah) benda uji.
 - j. Setelah proses pemadatan selesai, pelat dasar dilepaskan dan benda uji dikeluarkan dari cetakan.
 - k. Benda uji dibersihkan dari sisa campuran yang menempel, kemudian tinggi benda uji diukur menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 0,1 mm di tiga titik berbeda. Selanjutnya, benda uji

ditimbang menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,1gram untuk mendapatkan berat kering (W_1).

- l. Benda uji direndam di dalam bak air bersuhu ruang selama 30 menit untuk menentukan kadar penyerapan air, kemudian dilakukan penimbangan di dalam air untuk memperoleh berat jenuh (W_2).
- m. Setelah perendaman, permukaan luar benda uji dikeringkan menggunakan kain lembut, lalu ditimbang kembali untuk mendapatkan berat jenuh kering permukaan (SSD) atau W_3 .

3.5.7 Pembuatan Benda Uji Kuat Tekan

Langkah-langkah pembuatan benda uji adalah sebagai berikut:

- a. Timbang agregat sesuai persentase campuran agregat yang telah dihitung untuk setiap benda uji.
- b. Keringkan dan panaskan agregat di oven hingga suhu $\pm 150^\circ\text{C}$. Apabila menggunakan bahan pengikat cair pemanasan sampai $\pm 140^\circ\text{C}$ di atas suhu pencampuran.
- c. Minyak jelantah dipanaskan terlebih dahulu hingga mencapai suhu tertentu agar viskositasnya menurun. Pemanasan ini bertujuan untuk mempermudah pencampuran minyak jelantah dengan limbah plastik PP pada tahap pelelehan, sehingga diperoleh bahan pengikat yang lebih seragam dan mudah melapisi agregat.
- d. Bahan plastik dipanaskan dalam wajan hingga mencair sempurna.
- e. Setelah plastik mencair, agregat yang telah dipanaskan dimasukkan ke dalam cairan plastik tersebut. Campuran diaduk secara merata hingga seluruh butiran agregat terlapisi plastik dengan baik pada suhu sekitar 150°C .
- f. Peralatan cetak dan bagian permukaan penumbuk dibersihkan terlebih dahulu. Cetakan yang digunakan memiliki bentuk segienam.
- g. Cetakan kemudian diletakkan di atas landasan pematik dan ditahan menggunakan alat penjepit. Setelah itu, selembar kertas yang telah dipotong sesuai ukuran cetakan ditempatkan di bagian dasar cetakan.

- h. Campuran yang telah siap dimasukkan ke dalam cetakan. Untuk memastikan kepadatan yang merata, campuran ditusuk menggunakan spatula yang telah dipanaskan sebanyak 15 kali di bagian tepi dan 10 kali di bagian tengah.
- i. Selanjutnya, pemadatan dilakukan dengan menggunakan alat dongkrak hingga campuran menjadi padat sempurna.
- j. Setelah proses pemadatan selesai, alas cetakan dilepaskan dan benda uji dikeluarkan. Setiap benda uji kemudian diberi tanda identifikasi dan dibiarkan pada suhu ruang selama kurang lebih 24 jam agar stabil.
- k. Setelah masa perawatan awal, benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel. Selanjutnya, tinggi benda uji diukur menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 0,1 mm pada tiga titik berbeda. Kemudian dilakukan penimbangan dengan ketelitian 0,1 gram untuk memperoleh berat kering benda uji.

3.5.8 Pengujian Benda Uji sesuai Kondisi Pengujian dengan Alat *Marshall*

Langkah-langkah pengujian benda uji adalah sebagai berikut:

- a. Rendamlah benda uji dalam bak perendam (water bath) selama variasi waktu yang telah ditentukan dengan suhu tetap 60°C serta letakkan juga sebagian benda uji pada ruang terbuka selama variasi waktu yang telah ditentukan.
- b. Keluarkan benda uji dari bak perendam atau ambil benda uji dari luar dan letakkan ke dalam segmen bawah kepala penekan.
- c. Pasang segmen atas di atas benda uji, dan letakkan keseluruhannya dalam mesin penguji.
- d. Pasang arloji pengukur alir (flow) pada kedudukannya di atas salah satu batang penuntun dan atur kedudukan jarum penunjuk pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji (sleeve) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan.

- e. Sebelum pembebanan diberikan, kepala penekan beserta benda ujinnya dinaikkan sehingga menyentuh alas cincin penguji.
- f. Atur jarum arloji tekan pada kedudukan angka nol.
- g. Berikan pembebanan pada benda uji dengan kecepatan tetap ± 50 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji tekan dan catat pembebanan maksimum (stability) yang dicapai.
- h. Catat nilai alir (flow) yang ditunjukkan oleh jarum arloji pengukur alir pada saat pembebanan maksimum tercapai.

3.5.9 Pengujian Benda Uji sesuai Kondisi Pengujian dengan Alat *Compression Testing Machine (CTM)*

Langkah-langkah pengujian benda uji adalah sebagai berikut:

- a. Siapkan benda uji berbentuk segi enam berukuran 8 x 8 didiamkan selama 24 jam setelah proses pemadatan. Pastikan permukaan benda uji bersih dari kotoran atau sisa material agar tidak memengaruhi hasil pengujian.
- b. Letakkan benda uji di tengah pelat tekan bawah pada alat Compression Testing Machine (CTM) dalam posisi tegak lurus terhadap arah gaya tekan.
- c. Pasang pelat tekan atas pada posisi sejajar di atas benda uji sehingga gaya tekan dapat terdistribusi secara merata.
- d. Pastikan posisi benda uji dan pelat tekan sejajar, lalu atur jarum pengukur beban (pressure gauge) pada posisi nol.
- e. Naikkan pelat tekan secara perlahan hingga menyentuh permukaan benda uji, memastikan tidak ada celah antara pelat tekan dan benda uji.
- f. Berikan beban tekan secara bertahap dan konstan hingga benda uji menunjukkan retak awal atau hancur.
- g. Catat beban maksimum (P) yang terbaca pada alat uji sebelum benda uji rusak, sebagai dasar perhitungan kuat tekan campuran.
- h. Hitung nilai kuat tekan (f.) menggunakan rumus:

Dengan keterangan:

$$f_c = \frac{P}{A}$$

F_c= kuat tekan (MPa)

P= beban maksimum (N)

A= luas penampang benda uji (mm²)

- i. Ulangi pengujian untuk setiap variasi kadar limbah plastik PP (7,5%, 10%, 12,5%, 15%, dan 17,5%) dengan dua benda uji pada masing-masing variasi.

3.5.10 Analisis Data dan Pembahasan Hasil

Berdasarkan data yang telah didapatkan pada saat penelitian di Laboratorium, akan dilakukan analisa pengolahan serta perhitungan karakteristik Marshall campuran perkerasan Binder Course (BC) dengan menggunakan bahan pengikat limbah plastik PP (Propopylene). Hasil penelitian juga diperoleh nilai karakteristik Marshall terhadap campuran perkerasan Binder Course (BC) akibat variasi bahan pengikat limbah plastik PP (Propopylene). Analisa pada penelitian ini menggunakan parameter nilai VIM, stabilitas, kelelehan (flow) dan kuat tekan. Dari nilai-nilai tersebut akan memperlihatkan apakah campuran tersebut lebih cocok untuk perkerasan dengan cara di hampar atau untuk paving block. Sehingga akan mendapatkan hasil kesimpulan dan saran.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil pengujian Marshall

Penggunaan limbah plastik Polypropylene (PP) sebagai bahan pengikat pada campuran Binder Course (BC) menunjukkan bahwa peningkatan kadar PP berpengaruh terhadap nilai stabilitas, flow, dan Marshall Quotient (MQ). Nilai stabilitas dan MQ meningkat seiring bertambahnya kadar PP, sedangkan nilai flow cenderung menurun sehingga campuran menjadi lebih kaku. Berdasarkan keseimbangan seluruh parameter Marshall, kadar optimum diperoleh pada 15,625%, karena pada kadar tersebut campuran masih memenuhi persyaratan flow, memiliki stabilitas tinggi, serta nilai MQ yang optimal dibandingkan kadar lainnya .

2. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan

Nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada kadar 17,5%, yang menunjukkan bahwa penambahan PP pada kadar tinggi mampu meningkatkan kekuatan struktural campuran secara maksimal. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi kadar PP, maka semakin kuat ikatan antar agregat dan semakin besar kemampuan campuran dalam menahan beban tekan. Namun demikian, kadar tersebut tidak dipilih sebagai kadar optimum secara keseluruhan karena tidak memenuhi keseimbangan karakteristik Marshall, khususnya nilai flow yang terlalu rendah sehingga campuran menjadi terlalu kaku.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengoptimalkan nilai VIM agar memenuhi spesifikasi, misalnya melalui perbaikan gradasi agregat atau metode pemadatan.
2. Disarankan melakukan variasi kadar PP yang lebih detail di sekitar kadar optimum ($\pm 14\%$ – 16%) untuk mendapatkan hasil yang lebih presisi.
3. Penelitian selanjutnya sebaiknya menambahkan pengujian performa jangka panjang seperti uji kelelahan (*fatigue*), rutting, dan durabilitas terhadap perubahan suhu.
4. Perlu dilakukan uji skala lapangan untuk memastikan bahwa hasil penelitian laboratorium dapat diterapkan secara nyata pada konstruksi jalan.
5. Penggunaan limbah plastik PP perlu dikaji lebih lanjut dari aspek lingkungan dan ekonomi agar dapat diterapkan secara berkelanjutan dalam industri perkerasan jalan.
6. Disarankan dilakukan pengujian lanjutan seperti uji viskositas bahan pengikat.

DAFTAR PUSTAKA

- Bayat, R., & Talatahari, S. (2016). Influence of Polypropylene Length on Stability and Flow of Fiber-reinforced Asphalt Mixtures. *Civil Engineering Journal*, 2(10), 538–545. <https://doi.org/10.28991/cej-2016-00000056>
- Buruiana, D. L., Georgescu, P. L., Carp, G. B., & Ghisman, V. (2023). Recycling micro polypropylene in modified hot asphalt mixture. *Scientific Reports*, 13(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-30857-9>
- Darmawan Senolinggi, R., Budi Suparma, L., & Taufik Mulyono, A. (2023). Karakteristik Asphalt Concrete-Binder Course dengan Pasir Silika Bangka Sebagai Agregat Halus. In *Himpunan Pengembangan Jalan Indonesia* (Vol. 9, Issue 2).
- Direktorat Jenderal Bina Marga., 2018. (2020). Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2). *Ministry of Public Works and Housing*, Oktober, 1036.
- Haikal, M. F., Arifin, A. N., & Putri, M. T. Y. E. (2021). STUDI Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode Bina Marga Mdpj 2017 (Pada Proyek Ruas Jalan Balige By Pass). *Prosiding Konferensi Nasional Social & Engineering Polmed (KONSEP) 2021*, 2(1), 28–35.
- Hakim, G. N., & Farida, I. (2021). *Ketebalan Perkerasan Lentur Dengan Metode AASHTO 1993 Dan Manual Perkerasan Jalan 2017*. 2(1), 59–68.
- Hamdani, D., Litbang Jalan dan Jembatan, P., & Nasution No, J. A. (2017). Pengaruh Pengkondisian Campuran Beraspal Panas Terhadap Ketahanan Alur Dan Fatik (the Conditioning Influence of Hot Mix Asphalt To Rutting and Fatigue Resistances). *Jurnal Jalan-Jembatan*, 34(2), 104–114.

- Ilwandri, Insira Insani Fitri, Nanich Framulya, & Titis Wulandari. (2023). Development of asphalt mixture with plastic waste additives to improve road pavement performance. *Inovasi Sosial: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 14–17. <https://doi.org/10.61991/inovasisosial.v1i1.24>
- Irianto, Djamaluddin, A. R., Pasra, M., & Arsyad, A. (2021). Strength and Toughness Characteristics of Ac-Wc Mixture Containing Pet and Pp Plastic Waste Under Static Compression. *International Journal of Geomate*, 20(78), 20–27. <https://doi.org/10.21660/2021.78.68868>
- Kumar Arya, A. (2025). *Materials for High Temperature: A General Concept*. 259–278. <https://doi.org/10.21741/9781644903698-13>
- Liu, Z., Ge, X., Lu, C., Zhang, Z., Duan, Y., & Jiang, Y. (2024). Performance evolution and damage constitutive model of high air content hydraulic concrete coupled freeze-thaw and loads. *Construction and Building Materials*, 453. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.139015>
- Mega, U. C., Putra, S., & Karami, M. (2021). Karakteristik Campuran Aspal Panas Menggunakan Bahan Campuran RAP (Reclaimed Asphalt Pavement) Pada Berbagai Ukuran Agregat Nominal. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain*, 8(3), 525–538. <https://doi.org/10.23960/jrsdd.v8i3.1447>
- Paiva, H., Velosa, A., Cachim, P., & Ferreira, V. M. (2015). Correlation between mortar and concrete behavior using rheological analysis. *Journal of Building Engineering*, 4, 177–188. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2015.09.001>
- Pangestika, S. H., Saptaji, K., Redi, A. A. N. P., Nandiyanto, A. B. D., Liman, S. D., & Triawan, F. (2023). Utilization of plastic waste to improve properties of road material: A review. *Mechanical Engineering for Society and Industry*, 3(3), 120–136. <https://doi.org/10.31603/mesi.10133>
- Purnomo, A. T., Cahyono, A. D., Widyatmoko, D., Hasbi, M. N. Al, Makalah, I., & Singkong, K. (2024). *Peningkatan Stabilitas Aspal Dalam Konstruksi Jalan: Pengaruh Komposisi, Faktor Lingkungan, Dan Metode Pengujian Untuk Keberlanjutan Infrastruktur Jalan*. 25(1), 29–36.

- Rahmawati, A. (2017). Perbandingan Penggunaan Polypropilene (Pp) Dan High Density Polyethylene (Hdpe) Pada Campuran Laston_Wc. *Jurnal Media Teknik Sipil*, 15(1), 11–19. <https://doi.org/10.22219/jmts.v15i1.4414>
- Ramadhansyah, P. J., Masri, K. A., Wan Azahar, W. N. A., Mashros, N., Norhidayah, A. H., Mohd Warid, M. N., Satar, M. K. I. M., & Yaacob, H. (2020). Waste Cooking Oil as Bio Asphalt Binder: A Critical Review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 712(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/712/1/012040>
- Schaur, A., Unterberger, S. H., & Lackner, R. (2021). Impact of molecular structure of PP on thermo-rheological properties of polymer-modified bitumen. *Construction and Building Materials*, 287, 122981. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122981>
- Susanto, H. A., Mrdiana, K., & Indriyati, E. W. (2021). Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Polypropylene (Pp) Terhadap Ketahanan Ravelling Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (The Effect Of Waste Polypropylene (Pp) Plastic To The Ravelling Resistance Of Asphalt Concrete Wearing Course Mixes). *Universitas Jenderal Soedirman*.
- Tumpu, M., & Irianto. (2020). *Compressive Strength Of Asphalt Concrete Wearing Course Mixture Containing Waste*. 15(17), 1835–1839.