

**STABILITAS DAN KUAT TEKAN CAMPURAN PERKERASAN  
*WEARING COURSE (WC)* MENGGUNAKAN BAHAN PENGIKAT  
LIMBAH PLASTIK *Polyethylene Terephthalate (PET)***

**(SKRIPSI)**

**Oleh**

**MOZA RIZKYTA KAYLA**

**NPM 2215011034**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG**

**2026**

## ABSTRAK

### STABILITAS DAN KUAT TEKAN *WEARING COURSE* (WC) MENGUNAKAN BAHAN PENGIKAT LIMBAH PLASTIK *POLYETHYLENE TEREPHTHALATE* (PET)

Oleh

**MOZA RIZKYTA KAYLA**

Pemanfaatan limbah plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) sebagai bahan pengikat alternatif dalam campuran perkerasan jalan merupakan upaya untuk mengurangi pencemaran lingkungan sekaligus meningkatkan kinerja perkerasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi stabilitas dan kuat tekan campuran *Wearing Course* (WC) menggunakan bahan pengikat PET serta menentukan kadar optimum. Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium dengan variasi kadar PET 5%, 7,5%, 10%, 12,5% dan 15% terhadap berat campuran. Pengujian *Marshall* dilakukan untuk memperoleh stabilitas dan *flow* berdasarkan standar Direktorat Jenderal Bina Marga, sedangkan kuat tekan diuji menggunakan *Compression Testing Machine* (CTM). Hasil menunjukkan stabilitas meningkat seiring penambahan PET tanpa kecenderungan menurun, dengan nilai tertinggi pada kadar 15% yang masih memenuhi spesifikasi Bina Marga. Kuat tekan mulai muncul pada kadar 10% sebesar 0,11 MPa dan meningkat hingga 7,91 MPa pada kadar 15%, namun masih belum memenuhi klasifikasi mutu beban sedang hingga berat mengacu pada SNI 03-0691-1996. Disimpulkan bahwa PET meningkatkan kinerja campuran, dengan kadar optimum 15%.

Kata kunci: PET, *Wearing Course*, Stabilitas, Kuat Tekan

## ABSTRACT

### ***STABILITY AND COMPRESSIVE STRENGTH OF WEARING COURSE (WC) USING POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET) PLASTIC BINDER***

By

**MOZA RIZKYTA KAYLA**

*The use of Polyethylene Terephthalate (PET) plastic waste as an alternative binder in pavement mixtures is an effort to reduce environmental impact while improving pavement performance. This study aims to evaluate the stability and compressive strength of wearing course (WC) mixtures using PET and to determine the optimum content. A laboratory experimental method was applied with PET variations of 5%, 7,5%, 10%, 12,5%, and 15% by total mixture weight. Marshall testing was conducted to obtain stability and flow based on Direktorat Jenderal Bina Marga standards, while compressive strength was tested using a Compression Testing Machine (CTM). The results show that stability increases with higher PET content without a decreasing trend, with the highest value at 15% still meeting Bina Marga specifications. Compressive strength started at 10% (0,11 MPa) and increased to 7,91 MPa at 15%, but has not met the quality classification for medium to heavy loads based on SNI 03-0691-1996. It is concluded that improves mixture performance, with 15% as the optimum content.*

*Keywords: PET, Wearing Course, Stability, Compressive Strength*

**STABILITAS DAN KUAT TEKAN *WEARING COURSE* (WC)  
MENGUNAKAN BAHAN PENGIKAT LIMBAH PLASTIK  
*POLYETHYLENE TEREPHTHALATE* (PET)**

**Oleh:**

**Moza Rizkyta Kayla**

**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  
WEARING COURSE (WC)  
MENGUNAKAN BAHAN PENGIKAT  
LIMBAH PLASTIK POLYETHYLENE  
TEREPHTHALATE (PET)**

Nama Mahasiswa

**: Moza Rizkyta Kayla**

Nomor Pokok Mahasiswa

**: 2215011034**

Program Studi

**: S1 Teknik Sipil**

Jurusan

**: Teknik Sipil**

Fakultas

**: Teknik**



**1. Komisi Pembimbing**

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

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

**2. Ketua Jurusan Teknik Sipil**

**3. 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 Sulistyorini, S.T., M.T.**

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

**2: Dekan Fakultas Teknik**

**M. Dr. Ahmad Herison, S.T., M.T.**

**NIP 19691030 200003 1 001**

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 20 April 2026**



Handwritten signatures of the members of the examination team and the Dean of the Faculty of Engineering.

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Moza Rizkyta Kayla  
Nomor Pokok Mahasiswa : 2215011034  
Judul Skripsi : Stabilitas dan Kuat Tekan *Wearing Course* (WC)  
Menggunakan Bahan Pengikat Plastik *Polyetyhlene Terephthalate* (PET)  
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, 14 April 2026  
Pembuat Pernyataan



Moza Rizkyta Kayla

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di salah satu kota yang terletak di Kota Bandar Lampung pada tanggal 16 Juli 2004. Penulis merupakan anak kedua dari Bapak Yulian dan Ibu Dian. Penulis merupakan 2 bersaudara dengan 1 (satu) kakak perempuan yang bernama Clarissa.

Penulis memulai jenjang pendidikan di TK Telkom Tanjung Agung Raya, Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2010, lalu dilanjutkan Pendidikan Tingkat Dasar di SD Kartika II-5 (Persit), Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2016, lalu dilanjutkan Pendidikan Tingkat Pertama di SMP Negeri 1 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2019, dan dilanjutkan Pendidikan Menengah Atas di SMA Negeri 10 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2022. Kemudian, penulis diterima di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN pada tahun 2022. Selama menjadi mahasiswa, penulis berperan aktif di dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Lampung sebagai Anggota dan Sekretaris Departemen Hubungan Luar pada periode 2023-2024 dan 2024-2025.

Penulis telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) periode I di Desa Kelapa Tujuh, Kecamatan Kotabumi Selatan, Kabupaten Lampung Utara, Lampung selama 40 hari, yaitu Januari – Februari 2025, Kemudian pada Mei – Juli 2025 penulis melaksanakan Kerja Praktik pada Proyek Rekonstruksi jalan Ruas Kalirejo – Bangunrejo (Link.025), Kabupaten Lampung Tengah, Lampung. Mulai pada tahun 2025 juga, penulis melakukan penelitian yang berjudul “Stabilitas dan Kuat Tekan *Wearing Course* (WC) Menggunakan Bahan Pengikat Limbah Plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET)” sebagai tugas akhir dan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik.

## **PERSEMBAHAN**

Alhamdulillahirabbalamin, dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, segala puji bagi Allah Swt atas limpahan rahmat, nikmat, kekuatan, dan kesempatan, kuucapkan syukur atas Karunia Mu dan dengan segala kerendahan hati. Akhirnya saya dapat menyelesaikan karya yang semoga menjadikan saya insan yang berguna, bermanfaat, dan bermartabat.

Saya persembahkan karya sederhana ini untuk kedua orangtua saya, Bunda dan Buya yang sangat saya cintai, yang telah memberikan cinta, dukungan yang besar, doa yang tiada henti-hentinya, dan juga pengorbanan yang tak terhingga. Terimakasih karena tetap menyayangi anak-anaknya seburuk apapun itu, terimakasih Bunda dan Buya untuk segalanya sehingga saya ada di titik ini.

Untuk kakak saya yang sudah memberikan motivasi dan selalu mensupport selama masa kuliah saya.

Untuk sahabat-sahabat yang telah mendukung dan telah menjadi tempat untuk berbagi cerita dan tempat keluh kesah saya.

Terima kasih untuk para dosen yang tak hentinya memberikan ilmu pengetahuan, arahan serta bimbingannya.

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

Dan Skripsi ini saya persembahkan untuk diri saya sendiri sebagai bukti usaha dan kerja keras saya dalam menyelesaikan studi ini.

## MOTTO

**“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai  
dengan kesanggupannya”  
(Q.S. Al-Baqarah:286)**

**“Tidak ada mimpi yang terlalu tinggi dan tidak ada mimpi yang patut  
diremehkan. Lambungkan setinggi yang kau inginkan dan gapailah  
dengan selayaknya yang kau harapkan.”  
(Maudy Ayunda)**

**“Tidur selalu tak tenang, pagi selalu menyiksa, semua akan baik saja,  
Sebab Tuhan telah berjanji setelah sempit ada kemudahan”  
(Raim Laode – Bersenja Gurau)**

***“Long story short, I survived”***

## SANWACANA

Atas berkat Rahmat hidayat Allah S.W.T. dengan mengucapkan puji Syukur Alhamdulillah, penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Stabilitas dan Kuat Tekan *Wearing Course* (WC) Menggunakan Bahan Pengikat Limbah Plastik *Polyetyhlene Terephthalate* (PET)” 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., I.P.M, ASEAN, Eng., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. H. 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, Fakultas Teknik, Universitas Lampung selaku Dosen Pembimbing Utama yang sudah meluangkan waktunya dalam memberikan arahan, dan bimbingan selama masa perkuliahan dan dalam proses penyelesaian skripsi. Saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas pengetahuan, ide, dan kesabaran yang diberikan selama proses penulisan ini. Saya berharap semua kebaikan yang telah Bapak berikan akan selalu membawakan berkah bagi Bapak dan seluruh keluarga.
6. Ibu Dr. Ir. Rahayu Sulistyorini, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Kedua atas segala bentuk bimbingan, arahan, serta dukungannya dalam proses penyelesaian skripsi ini. Saya berharap segala kebaikan dan didikan yang

telah Ibu berikan akan selalu membawa berkah kepada Ibu dan seluruh keluarga.

7. Bapak Ir. Tas'an Junaedi, S.T., M.T. I.P.M., selaku Dosen Penguji yang selalu mampu memberikan pengetahuan baru, masukan, serta kritik dan saran yang sangat bermanfaat bagi saya dalam proses perkuliahan maupun dalam proses penyelesaian skripsi ini. Saya berharap segala kebaikan dan didikan yang telah Bapak berikan akan selalu membawa berkah kepada Bapak dan seluruh keluarga.
8. Bapak Bayzoni, S.T., M.T. 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, Bang Kadek, dan Mas Ihsan) 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. Keluarga tercinta, Buya Yulian dan Ibu Dian, Kakak Clarissa, dan juga kucing yang aku sayangi Michi, yang senantiasa memberikan perhatian, doa, kasih sayang, serta dukungan moral, material, juga menjadi penyemangat dan motivasi terbesar penulis untuk menyelesaikan skripsi.
13. Tim Lab Jalan, Denny Kurniawan dan Rafael Aidil Azra 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.
14. Alisha Andrianna, teman perjuangan sejak SD hingga sekarang, terimakasih atas dukungan dan doa yang selalu kita berikan satu sama lain meskipun jarang bertemu. Terima kasih juga atas semua cerita dan kebersamaan yang telah kita lewati, semoga kesuksesan segera kita raih bersama.

15. APAKEK, Dinda, Keisya, Pradeka, Prayoga, teman-teman kuliah penulis yang selalu menemani dan memberikan dukungan kepada penulis, baik secara emosional maupun hiburan. Terimakasih karena dengan adanya kalian menjadi salah satu alasan saya bertahan di dunia perkuliahan ini.
16. Riluciana, Sari, Asyifa, Fayza, Nadia, Abel, Nayla, Dinda Pece, Argya, Muafii, Rakha selaku teman perjuangan dari SMP hingga sekarang yang tetap memberikan dukungan dan mendoakan satu sama lain walaupun jarang bertemu. Terimakasih atas cerita yang telah kita lewati bersama, semoga kesuksesan segera kita dapatkan bersama.
17. Keluarga besar Teknik Sipil Angkatan 2022 (TEGAS) yang menemani penulis berjuang dari awal perkuliahan, memberikan dukungan sampai penulis bisa menyelesaikan penulisan ini. terimakasih kita sudah bertahan dan menjalani kehidupan skripsi yang menyenangkan ini.
18. Dan yang terakhir, kepada diri sendiri, Moza Rizkyta Kayla, atas segala perjuangan yang telah dilalui. Terimakasih karena tetap bertahan di tengah kelelahan, tetap kuat saat keraguan datang, dan terus melangkah meskipun perjalanan terasa panjang dan tidak mudah. Setiap proses, air mata, doa, serta pengorbanan yang telah dilalui menjadi bukti bahwa tidak ada usaha yang sia-sia. Terimakasih untuk tetap memutuskan tidak menyerah sesulit apapun proses perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi ini dan telah menyelesaikannya dengan sebaik dan semaksimal mungkin.

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 April 2026  
Penulis,



Moza Rizkyta Kayla

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>iv</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
<b>II. TINJAUAN PUSATAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Perkerasan Jalan .....	6
2.2 Lapisan Perkerasan.....	9
2.2.1 Lapis Tanah Dasar ( <i>Subgrade</i> ).....	9
2.2.2 Lapis Pondasi Bawah ( <i>Subbase Course</i> ).....	10
2.2.3 Lapis Pondasi Atas ( <i>Base Course</i> ) .....	10
2.2.4 Lapis Permukaan ( <i>Surface Course</i> ) .....	11
2.3 Bahan Campuran Perkerasan.....	14
2.3.1 Agregat .....	14
2.3.2 Filler .....	16
2.3.3 <i>Polyethylene Terephthalate</i> (PET).....	16
2.3.4 Minyak Jelantah sebagai Pencampur Limbah Plastik PET .....	18
2.4 Stabilitas dan Kuat Tekan pada Benda Uji.....	19
2.4.1 Stabilitas .....	19

2.4.2 Kuat Tekan .....	20
2.5 Penelitian Terdahulu.....	21
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>26</b>
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	26
3.2 Lokasi Penelitian .....	27
3.3 Bahan - Bahan Penelitian .....	27
3.4 Peralatan Penelitian .....	29
3.5 Prosedur Penelitian .....	31
3.5.1 Studi Literatur.....	31
3.5.2 Persiapan Bahan Penelitian .....	32
3.5.3 Pengujian Bahan.....	33
3.5.4 Perancangan Gradasi Agregat .....	34
3.5.5 Jumlah Benda Uji .....	36
3.5.6 Pembuatan Benda Uji <i>Marshall</i> .....	36
3.5.7 Pembuatan Benda Uji Kuat Tekan .....	39
3.5.8 Pengujian Benda Uji sesuai Kondisi Pengujian dengan Alat <i>Marshall</i> .....	41
3.5.9 Pengujian Benda Uji sesuai Kondisi Pengujian dengan Alat <i>Compression Testing Machine (CTM)</i> .....	42
3.5.10 Analisis Data dan Pembahasan Hasil .....	43
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>44</b>
4.1 Hasil Pengujian Agregat.....	44
4.2 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> .....	46
4.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan .....	55
4.4 Perbandingan Hasil Uji <i>Marshall</i> dan Kuat Tekan .....	57
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>59</b>
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>61</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Tipikal Struktur Perkerasan.....	9
3.1. Diagram Alir Penelitian.....	26
3.2. Diagram Alir Penelitian (lanjutan) .....	27
3.3. Rencana Gradasi Agregat Lapis Aspal Beton WC .....	35
4.1 Grafik Hubungan Kadar Plastik dengan Nilai Stabilitas.....	48
4.2 Grafik Hubungan Kadar Plastik dengan Nilai <i>Flow</i> .....	50
4.3 Grafik Hubungan Kadar Plastik dengan VIM.....	51
4.4 Grafik Hubungan Kadar Plastik dengan Nilai MQ.....	52
4.5 Diagram Batang KAO % .....	54
4.6 Grafik Hubungan Kadar Plastik dengan Kuat Tekan .....	56
4.7 Grafik Hubungan Nilai Kuat Tekan & Stabilitas .....	58

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Amplop gradasi agregat campuran untuk WC .....	14
2.2. Persyaratan agregat kasar untuk WC .....	15
3.1. Standar pemeriksaan agregat .....	34
3.2. Rencana gradasi agregat lapis aspal beton WC .....	35
3.3. Jumlah benda uji .....	36
4.1 Hasil pengujian agregat.....	44
4.2 Hasil pengujian agregat (lanjutan) .....	45
4.3 Rekapitulasi nilai parameter <i>marshall</i> dengan campuran PET .....	47
4.4 Rekapitulasi nilai uji kuat tekan dengan campuran PET .....	55
4.5 Nilai stabilitas dan kuat tekan .....	57

# I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Jalan merupakan salah satu infrastruktur dasar yang memiliki peran vital dalam menunjang pergerakan roda perekonomian, baik di tingkat nasional maupun daerah. Keberadaan jalan tidak hanya berfungsi sebagai sarana distribusi barang dan jasa, tetapi juga sebagai media utama mobilitas penduduk. Oleh karena itu, ketersediaan jaringan jalan menjadi syarat penting dalam menarik investasi ke suatu wilayah. Jalan juga memberikan kemudahan akses bagi masyarakat terhadap layanan pendidikan, kesehatan, maupun lapangan pekerjaan. Mengingat peran strategis tersebut, maka diperlukan suatu perencanaan struktur perkerasan jalan yang memiliki kekuatan tinggi, berumur panjang, serta mampu menahan deformasi plastis akibat beban lalu lintas. (Telehala, 2023).

Dalam konstruksi jalan, lapisan aus (*Wearing Course*) merupakan elemen paling atas yang langsung menerima beban lalu lintas, melindungi lapisan di bawahnya, dan menjamin kenyamanan serta keselamatan berkendara melalui permukaan yang rata, halus, dan tahan air. Oleh sebab itu, material penyusunnya harus memiliki stabilitas tinggi, tahan terhadap deformasi, serta memiliki daya ikat yang baik antara agregat dan bahan pengikat (Khaliq et al., 2025)

Di sisi lain, persoalan limbah plastik, terutama jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET), semakin mengkhawatirkan. Setiap tahunnya, Indonesia memproduksi sekitar 64 juta ton sampah, di mana limbah botol plastik berkontribusi sekitar 1,3 juta ton. Plastik PET memiliki sifat yang sulit terurai

secara alami sehingga dapat menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan. Oleh karena itu, pemanfaatan limbah plastik PET sebagai pengganti sebagian aspal pada campuran *Wearing Course* (WC) dipandang sebagai salah satu solusi alternatif yang berpotensi diterapkan.

Melalui penelitian ini, pemanfaatan limbah plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) sebagai bahan pengikat dalam campuran *Wearing Course* (WC) diharapkan dapat meningkatkan stabilitas dan kekuatan tekan, sehingga menghasilkan lapisan perkerasan jalan yang lebih kuat, tahan lama, dan ekonomis. Selain itu, penerapan PET sebagai pengikat juga merupakan langkah strategis dalam mengurangi volume limbah plastik yang sulit terurai, sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap bahan berbasis minyak bumi. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi akademis dalam pengembangan material perkerasan inovatif di bidang Teknik Sipil, tetapi juga memiliki nilai praktis dalam mewujudkan infrastruktur jalan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan (Khaliq et al., 2025).

Penelitian ini berbeda dari sebagian besar penelitian terdahulu yang umumnya menggunakan limbah plastik PET hanya sebagai bahan tambah (*additive*) atau sebagai modifikasi aspal, di mana plastik dicampurkan dalam jumlah kecil untuk memperbaiki sifat aspal. Dalam penelitian ini, PET digunakan sebagai bahan pengikat utama (*binder substitute*) tanpa menggunakan aspal konvensional, sehingga menghadirkan pendekatan baru dalam pemanfaatan limbah plastik pada perkerasan jalan. Pendekatan ini memberikan sudut pandang inovatif dalam menilai kemampuan plastik PET untuk menggantikan peran aspal sepenuhnya dalam mengikat agregat.

Selain itu, penelitian ini juga memanfaatkan minyak jelantah sebagai *plasticizer* untuk meningkatkan kinerja limbah plastik PET ketika digunakan sebagai bahan pengikat. Minyak jelantah membantu menurunkan viskositas limbah plastik PET selama proses pencampuran, sehingga PET dapat meleleh dan menyelimuti agregat dengan lebih merata. Penambahan minyak jelantah

juga berpotensi meningkatkan fleksibilitas campuran serta mengurangi sifat getas PET murni, sehingga diharapkan dapat menghasilkan campuran yang lebih homogen, stabil, dan tahan terhadap retak.

Melalui penelitian ini, pemanfaatan limbah plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) sebagai bahan pengikat dalam campuran *Wearing Course* (WC) diharapkan dapat meningkatkan stabilitas dan kekuatan tekan, sehingga menghasilkan lapisan perkerasan jalan yang lebih kuat, tahan lama, dan ekonomis. Selain itu, penerapan PET sebagai pengikat juga merupakan langkah strategis dalam mengurangi volume limbah plastik yang sulit terurai, sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap bahan berbasis minyak bumi. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi akademis dalam pengembangan material perkerasan inovatif di bidang Teknik Sipil, tetapi juga memiliki nilai praktis dalam mewujudkan infrastruktur jalan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas pada penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui bagaimana pengaruh penggunaan plastik PET sebagai bahan pengikat terhadap kuat tekan campuran *Wearing Course* (WC) berdasarkan hasil uji *Marshall Test* dan *Compression Testing Machine* (CTM).
2. Menganalisis perbandingan karakteristik *Wearing Course* (WC) dengan bahan pengikat utama limbah plastik PET dengan kadar 5%, 7,5%, 10%, 12,5%, dan 15%.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Mengkaji Stabilitas campuran perkerasan *Wearing Course* (WC) menggunakan bahan pengikat plastik PET.

2. Mengkaji Kuat Tekan campuran perkerasan *Wearing Course* (WC) menggunakan bahan pengikat plastik PET.

#### 1.4 Batasan Penelitian

Agar penelitian ini dapat efektif dan sesuai dengan tujuan, penelitian ini perlu dibatasi. Lingkup penelitian ini terbatas pada:

1. Perencanaan penelitian ini difokuskan jenis perkerasan *Wearing Course* (WC) menggunakan gradasi Spesifikasi Bina Marga 2018.
2. Sumber bahan pengikat yang digunakan pada penelitian ini adalah:
  - a. Limbah Plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) dalam bentuk cacahan tanpa mencampurkan aspal konvensional.
  - b. Minyak Jelantah.
  - c. Agregat (kasar, halus, dan abu batu) berasal dari Tanjungan Lampung Selatan.
3. Variasi kadar PET yang digunakan ditentukan dalam lima tingkatan persentase tertentu terhadap berat total campuran yaitu 5%, 7,5%, 10%, 12,5%, dan 15%, sehingga dapat dianalisis perbandingan kinerjanya.
4. Penelitian ini didasarkan pada pengujian *Marshall* untuk mengetahui kinerja limbah plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET), yaitu pada nilai Stabilitas, *Flow*, MQ, VIM.
5. Penelitian ini didasarkan pada pengujian Uji Kuat Tekan.
6. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Lampung.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya kajian ini, diharapkan mampu memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu Teknik Sipil, khususnya dalam bidang material perkerasan jalan melalui kajian pemanfaatan limbah plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) sebagai bahan pengikat pengganti aspal pada campuran *Wearing Course* (WC). Selain memiliki nilai akademis dalam memperkaya literatur akademis

mengenai pengaruh penggunaan PET terhadap stabilitas dan kuat tekan campuran, penelitian ini juga memberikan manfaat praktis berupa alternatif solusi pengurangan limbah plastik yang sulit terurai serta menawarkan inovasi material konstruksi jalan yang lebih 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 lapisan konstruksi yang berfungsi untuk menyalurkan beban lalu lintas dari permukaan ke lapisan tanah dasar secara merata agar tidak menimbulkan deformasi permanen. Lapisan ini harus memiliki kekuatan struktural yang memadai, ketahanan terhadap beban berulang, serta kemampuan menahan pengaruh cuaca dan air. Secara umum, perkerasan lentur terdiri atas beberapa lapisan, yaitu lapisan aus (*wearing course*), lapisan pondasi atas (*base course*), lapisan pondasi bawah (*subbase course*), dan tanah dasar (*subgrade*). Lapisan aus merupakan bagian teratas yang berfungsi langsung menerima beban kendaraan dan paparan lingkungan, sehingga material penyusunnya harus memiliki stabilitas tinggi, kelekatan baik antar agregat, serta ketahanan terhadap perubahan suhu dan air (Tilik et al., 2022).

Perkerasan jalan umumnya terdiri dari dua komponen utama, yaitu agregat dan bahan pengikat. Agregat berfungsi sebagai kerangka penopang beban lalu lintas, sedangkan bahan pengikat merekatkan butiran agregat agar membentuk struktur yang padat dan stabil. Dalam beberapa penelitian, bahan pengikat aspal mulai digantikan dengan material alternatif seperti limbah plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) yang dilelehkan dan digunakan langsung sebagai pengikat agregat. Teknologi ini dikenal dengan istilah *plastipaving*, yaitu metode pemanfaatan plastik daur ulang sebagai bahan pengikat pada campuran perkerasan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan plastik PET sebagai bahan pengikat dapat meningkatkan stabilitas, ketahanan terhadap deformasi, dan daya tahan terhadap suhu tinggi dibandingkan dengan aspal konvensional. Selain meningkatkan kinerja lapisan perkerasan, metode ini juga membantu mengurangi limbah plastik dan mendukung pembangunan infrastruktur yang berkelanjutan (Prihatini et al., 2024).

Agregat merupakan komponen utama dalam campuran perkerasan jalan, dengan proporsi sekitar 90 – 95% dari total berat campuran. Bentuk agregat yang angular dan permukaan yang kasar membantu meningkatkan ikatan antar butir serta daya lekat dengan bahan pengikat. Gradasi dan sifat fisik agregat sangat mempengaruhi kepadatan, stabilitas, dan ketahanan campuran terhadap deformasi akibat beban lalu lintas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gradasi agregat yang baik dapat menurunkan porositas dan meningkatkan stabilitas lapisan. (Toruan et al., 2013).

Agregat berfungsi sebagai rangka utama campuran perkerasan, sementara bahan pengikat (binder) merekatkan butiran agregat sehingga terbentuk struktur yang padat dan homogen. Secara umum binder yang sering dipakai adalah aspal penetrasi 60/70 yang bersifat *viskoelastis*, melunak pada suhu tinggi dan mengeras pada suhu rendah, namun aspal rentan terhadap fluktuasi suhu dan berasal dari sumber fosil yang terbatas. Oleh karena itu, berbagai studi di Indonesia mengkaji pemanfaatan limbah plastik PET sebagai alternatif atau bahan modifikasi binder untuk meningkatkan stabilitas dan mengurangi penggunaan aspal konvensional. Penelitian-penelitian eksperimental menunjukkan bahwa penambahan PET (baik dalam bentuk serat maupun cacahan) dapat meningkatkan nilai stabilitas *Marshall* dan mengurangi porositas campuran bila proporsi dan metode pencampuran dioptimalkan, sehingga PET berpotensi menjadi alternatif ramah lingkungan pada perkerasan jalan (Gaus & Hakim, 2022; Vol, 2020).

Limbah plastik PET merupakan polimer termoplastik yang memiliki titik leleh tinggi (sekitar 250–260 °C), tahan terhadap air, dan memiliki kestabilan kimia sehingga dapat dilelehkan dan dibentuk menjadi material padat untuk keperluan konstruksi. Sebagai material termoplastik, PET memiliki sifat dapat meleleh ketika dipanaskan dan kembali mengeras ketika suhu menurun tanpa mengalami perubahan struktur kimia secara permanen. Sifat ini memungkinkan PET mencair dan melapisi agregat pada saat proses pencampuran, kemudian mengeras kembali ketika campuran mendingin sehingga membentuk ikatan yang kuat antar agregat. Di beberapa penelitian Indonesia, PET dimanfaatkan sebagai bahan utama atau substitusi agregat pada pembuatan produk konstruksi non aspal misalnya, *paving block*, bata ringan dan lainnya yang diuji sebagai benda uji padat tanpa pencampuran aspal. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa penggunaan PET dapat menurunkan densitas produk dan mengubah porositas serta penyerapan air, pada proporsi optimal PET juga mampu menghasilkan kekuatan tekan dan sifat mekanik yang masih memenuhi syarat untuk aplikasi non struktural atau fungsi tertentu (Angelia, 2024). Selain aspek teknis, pemanfaatan limbah PET membantu mengurangi akumulasi sampah plastik *non-biodegradable* sehingga memberi manfaat lingkungan.

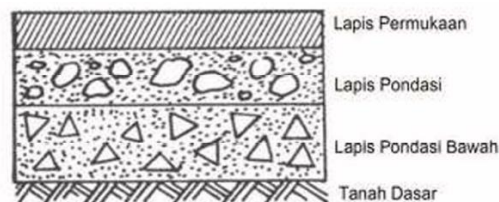
Selain itu, beberapa penelitian mulai mengkaji penggunaan minyak jelantah sebagai bahan tambahan (*plasticizer*) untuk meningkatkan kinerja pengikat berbasis PET. Minyak jelantah berperan menurunkan viskositas PET saat pencampuran, sehingga PET lebih mudah meleleh dan melapisi agregat secara merata. Penggunaannya juga membantu meningkatkan fleksibilitas campuran serta mengurangi sifat getas PET murni, sehingga dapat memperbaiki stabilitas dan ketahanan retak pada campuran *Wearing Course* (WC) berbasis plastik.

Secara umum, penggunaan limbah plastik sebagai bahan pengikat pada campuran perkerasan memberikan beberapa keunggulan, antara lain peningkatan stabilitas campuran, ketahanan terhadap air, serta kemampuan menahan suhu tinggi, sekaligus mendukung praktik pembangunan

berkelanjutan melalui pemanfaatan kembali sampah plastik. Namun, penggunaannya juga menghadirkan tantangan, seperti kebutuhan proporsi material yang tepat agar campuran tetap optimal, proses pencampuran yang lebih kompleks, dan potensi berkurangnya fleksibilitas pada kondisi suhu rendah yang dapat menimbulkan retak. Oleh karena itu, meskipun pemanfaatan limbah plastik, termasuk PET, sebagai pengganti aspal menunjukkan prospek yang menjanjikan dalam campuran WC, tetap diperlukan optimasi proporsi dan metode pencampuran agar performa campuran memenuhi standar teknis perkerasan jalan.

## 2.2 Lapisan Perkerasan

Menurut Sukirman (1999), struktur perkerasan jalan umumnya terdiri dari beberapa lapisan yang disusun secara berurutan dari bawah ke atas, yaitu mulai dari tanah dasar (*subgrade*), lapisan pondasi bawah (*subbase course*), lapisan pondasi atas (*base course*), hingga lapisan permukaan (*surface course*).



Gambar 2.1 Tipikal Struktur Perkerasan  
(Sumber: limbong, P.F.2012)

### 2.2.1 Lapis Tanah Dasar (*Subgrade*)

Lapis tanah dasar merupakan bagian terbawah dari struktur perkerasan jalan yang berfungsi sebagai penopang utama bagi seluruh lapisan di atasnya. Lapisan ini memiliki peranan penting dalam menyebarkan lalu lintas secara merata ke tanah di bawahnya agar tidak terjadi penurunan atau kerusakan pada perkerasan. Kualitas dan kestabilan lapisan tanah dasar sangat berpengaruh terhadap kekuatan serta umur rencana jalan (Hardiyatmo & Terpaku, 2016). Secara teknis, lapisan tanah dasar harus memenuhi sejumlah persyaratan agar dapat mendukung struktur perkerasan secara optimal, yaitu:

- a) Memiliki daya dukung yang memadai, ditunjukkan melalui nilai CBR sesuai dengan kriteria perencanaan.
- b) Stabil terhadap beban berulang, sehingga tidak mengalami deformasi plastis maupun penurunan permanen.
- c) Mempunyai sistem drainase yang baik, agar tidak terakumulasi dan menurunkan kekuatan tanah.
- d) Dapat dipadatkan dengan mudah, sehingga mencapai kepadatan maksimum pada kadar air optimum.
- e) Berplastis rendah, agar tidak mengalami perubahan volume akibat fluktuasi kadar air.

### **2.2.2 Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*)**

Lapis pondasi bawah merupakan bagian dari struktur perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar (*subgrade*) dan lapisan pondasi atas (*base course*). Lapisan ini berfungsi untuk meningkatkan daya dukung sistem perkerasan serta membantu mendistribusikan beban lalu lintas dari lapisan di atasnya ke tanah dasar secara lebih merata. Selain fungsi struktural, keberadaan lapisan ini juga memberikan keuntungan ekonomis karena memungkinkan penggunaan material berbiaya lebih rendah pada bagian bawah perkerasan tanpa mengurangi kekuatan keseluruhan struktur (Hardiyatmo & Terpaku, 2016).

- a) Menyebarkan lalu lintas dari lapisan pondasi atas ke tanah dasar secara lebih merata untuk mengurangi tegangan yang terjadi.
- b) Mengurangi biaya konstruksi, dengan memanfaatkan lapisan peralihan yang efisien secara teknis dan ekonomis.
- c) Bertindak sebagai lapisan pemisah, yang mencegah terjadinya pencampuran antara material lapisan atas dan tanah dasar, sehingga menjaga stabilitas dan daya dukung struktur perkerasan.

### **2.2.3 Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)**

Lapis pondasi atas merupakan elemen penting dalam struktur perkerasan jalan yang terletak di antara lapis pondasi bawah (*subbase course*) dan

lapis permukaan (*surface course*). Lapisan ini berperan sebagai penopang utama yang menerima dan menyalurkan beban dari lapisan permukaan ke lapisan di bawahnya. Dalam sistem perkerasan lentur, *base course* memiliki kontribusi besar terhadap kekuatan, kestabilan, serta daya tahan struktur perkerasan terhadap pengaruh beban lalu lintas yang berulang.

Fungsi utama dari lapis pondasi atas antara lain:

- a) Meningkatkan kapasitas struktural perkerasan, sehingga mampu menahan beban berulang tanpa menyebabkan kelelahan material (*fatigue*) atau penurunan kualitas di bawahnya.
- b) Membentuk sistem perkerasan yang lebih kokoh dan stabil, dengan memastikan distribusi beban dari kendaraan ke lapisan bawah berlangsung secara merata.

Lapisan ini juga berperan penting dalam menjaga integritas keseluruhan sistem perkerasan agar tidak mudah mengalami deformasi, retak, atau penurunan kinerja akibat beban berat maupun kondisi lingkungan. Oleh karena itu, *base course* harus memiliki karakteristik yang mampu menahan tegangan tinggi dan mempertahankan kestabilan dalam jangka panjang.

#### **2.2.4 Lapis Permukaan (*Surface Course*)**

Lapis permukaan merupakan bagian teratas dari struktur perkerasan jalan yang berfungsi sebagai bidang kontak langsung antara kendaraan dan konstruksi jalan. Lapisan ini memiliki peran penting dalam menerima, menyalurkan, serta menahan beban lalu lintas secara langsung. Karena posisinya yang paling atas, lapisan permukaan harus memiliki stabilitas tinggi, tahan terhadap deformasi, serta mampu memberikan kenyamanan dan keselamatan bagi pengguna jalan.

Selain berfungsi secara struktural, lapisan permukaan juga berperan dalam aspek fungsional, seperti melindungi lapisan di bawahnya dari infiltrasi air. Sifat kedap air pada lapisan ini mencegah masuknya air ke lapisan

pondasi yang dapat menurunkan daya dukung jalan. air yang tertahan di permukaan dialirkan menuju saluran drainase melalui kemiringan melintang permukaan jalan yang telah dirancang sebelumnya.

Fungsi utama dari lapisan permukaan antara lain:

- a) Sebagai lapisan aus (*wearing course*) yang menyediakan daya cengkeram optimal antara ban kendaraan dan permukaan jalan, sehingga meningkatkan keamanan berkendara.
- b) Sebagai media penerus beban, yaitu menyalurkan beban kendaraan secara merata ke lapisan pondasi di bawahnya tanpa menimbulkan tegangan berlebih yang dapat menyebabkan kerusakan dini.

Suatu perkerasan yang baik harus mampu memenuhi aspek struktural, fungsional, serta memiliki ketahanan jangka panjang dengan biaya perawatan yang efisien. Namun, dalam praktiknya, berbagai jenis kerusakan sering ditemukan, seperti retak, deformasi, gelombang, dan lubang (*potholes*). Faktor penyebabnya antara lain mutu material yang kurang baik, sistem drainase yang tidak efektif, beban lalu lintas berlebih, serta pengaruh kondisi lingkungan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, berbagai penelitian kini mulai mengarah pada pemanfaatan material inovatif dan ramah lingkungan, seperti penggunaan limbah plastik sebagai bahan pengikat alternatif dalam perkerasan jalan.

Perbedaan utama antara lapisan permukaan dan lapisan pondasi pada struktur perkerasan jalan terletak pada komposisi materialnya, lapisan pondasi biasanya hanya mengandalkan *interlocking* antar agregat, sementara dalam penelitian ini limbah plastik PET digunakan sebagai bahan pengikat utama untuk menyatukan material pondasi. Kajian menunjukkan bahwa penggunaan PET dapat meningkatkan stabilitas struktural mengurangi risiko deformasi permanen, dan memperbaiki daya dukung lapisan pondasi, sekaligus memberikan solusi pemanfaatan limbah plastik secara berkelanjutan.

Berikut adalah beberapa fungsi utama dari lapisan WC:

a) Menahan beban dari kendaraan

Lapisan permukaan harus mampu menahan beban kendaraan secara langsung. Penggunaan limbah plastik PET sebagai bahan pengikat pada lapisan permukaan meningkatkan daya dukung dan stabilitas material, sehingga mengurangi risiko retak atau alur akibat beban berulang (Fathonah et al., 2018).

b) Menjadi Lapisan Aus terhadap gesekan ban

Sebagai lapisan aus yang langsung menerima gesekan ban kendaraan, campuran perkerasan jenis *Wearing Course* harus memiliki permukaan dengan kekasaran cukup tinggi dan daya tahan aus yang baik. Penambahan limbah plastik PET dalam campuran terbukti mampu meningkatkan kekesatan permukaan sekaligus memperkuat ketahanan terhadap keausan, sehingga sangat penting untuk keselamatan terutama dalam kondisi jalan basah (Simangunsong et al., 2021).

c) Melindungi lapisan struktur di bawahnya

Lapisan permukaan berfungsi melindungi pondasi dan tanah dasar dari penetrasi air dan udara yang dapat merusak struktur di bawahnya. Penggunaan limbah plastik PET sebagai bahan pengikat pada lapisan WC meningkatkan kepadatan dan menurunkan porositas, sehingga lapisan menjadi lebih kedap air dan memperpanjang umur perkerasan (Putra, 2016).

d) Menyebarkan beban ke lapisan bawah

Selain menahan beban langsung kendaraan, lapisan permukaan juga harus mendistribusikan beban secara merata ke lapisan di bawahnya. Penelitian menunjukkan bahwa campuran WC yang diberi tambahan limbah plastik PET mampu mempertahankan fungsi distribusi beban sehingga mengurangi konsentrasi tekanan yang dapat menyebabkan kerusakan dini (Pristyawati et al., 2025)

## 2.3 Bahan Campuran Perkerasan

Bahan campuran perkerasan merupakan komposisi utama yang membentuk struktur lapisan jalan di mana setiap komponen memiliki peran penting dalam menentukan kekuatan, stabilitas dan daya tahan perkerasan terhadap beban lalu lintas. Bahan campuran perkerasan di antaranya:

### 2.3.1 Agregat

Agregat merupakan bahan utama yang menyusun sekitar 90-95% berat total campuran atau 75-85% volume campuran. Agregat berfungsi memberikan kekuatan struktural serta mendistribusikan beban ke lapisan di bawahnya.

Kualitas agregat ditentukan oleh gradasi, bentuk butir, tekstur permukaan, berat jenis, serta ketahanan terhadap keausan. Gradasi agregat yang sesuai menghasilkan campuran padat dengan stabilitas tinggi. Tekstur permukaan kasar juga meningkatkan daya lekat antara limbah plastik dan agregat sehingga mengurangi risiko pelepasan butiran. Dalam penelitian ini menggunakan gradasi batas tengah. Amplop gradasi agregat untuk WC dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Amplop gradasi agregat campuran untuk WC.

Ukuran Ayakan		Kumulatif Berat Lolos Terhadap Total Agregat (%)	
ASTM	(mm)	Batas Bawah	Batas Atas
$\frac{3}{4}$	19	100	100
$\frac{1}{2}$	12,5	90	100
$\frac{3}{8}$	9,5	77	90
No. 4	4,75	53	69
No. 8	2,36	33	53
No. 16	1,18	21	40
No. 30	0,6	14	30
No. 50	0,3	9	22
No. 100	0,15	6	15
No. 200	0,075	4	9

Sumber: *Spesifikasi Umum (2018)*

Lapisan permukaan aspal tersusun atas campuran antar agregat kasar yang tertahan pada saringan No. 4,75 mm dan agregat halus yang lolos dari saringan tersebut, dengan spesifikasi yang tercantum pada Tabel 2.2 dan Tabel 2.3 berikut ini:

Tabel 2.2 Persyaratan agregat kasar untuk WC.

Pengujian	Metoda Pengujian	Nilai
Abrasii dengan mesin <i>Los Angeles</i>	SNI 2417:2008	Maks. 1%
<i>Aggregate Impact Value (AIV)</i>	SNI 2417:2018	Maks. 30%
<i>Aggregate Crushing Value (ACV)</i>	SNI 2417:2018	Maks. 30%
Analisa Saringan (Gradasi)	SNI ASTM C136:2012/SNI 03-4142:1996	19 mm: 100% lolos
		12,5 mm: 90-100%
		9,5 mm: 77-90%
		4,75 mm: 54-69%
		2,36 mm: 34-48%
		1,18 mm: 23-36%
		0,6 mm: 15-27%
		0,3 mm: 9-19%
		0,15 mm: 60-13%
		0,075 mm: 4-8%
Berat Jenis dan Penyerapan Air (Agregat Kasar)	SNI 1969:2016	Berat Jenis (SSD) $\geq 2,5$ Penyerapan $\leq 3\%$
Berat Jenis dan Penyerapan Air (Agregat Halus)	SNI 1970:2016	Berat Jenis (SSD) $\geq 2,5$ Penyerapan $\leq 2\%$

Sumber: Spesifikasi umum Bina Marga (2018)

### 2.3.2 Filler

Filler merupakan material halus yang berfungsi sebagai pengisi ruang antar butir agregat dalam campuran aspal. Pada campuran beraspal, filler adalah bahan yang seluruhnya lolos saringan No. 100 dan sedikitnya 75% lolos saringan No. 200. Material ini dapat berasal dari hasil pemecahan batuan alami maupun buatan. Jenis *filler* yang umum digunakan meliputi abu batu, kapur padam, semen *Portland* (PC), abu terbang (*fly ash*), debu dolomit, debu tanur tinggi, serta bahan *mineral nonplastis* lainnya.

Tujuan utama penggunaan filler adalah untuk meningkatkan kekentalan dan kestabilan campuran limbah plastik PET dengan cara memperkuat ikatan antara agregat dan bitumen serta mengurangi *sensitivitas* terhadap perubahan suhu. Selain itu, filler mampu menyerap sebagian bitumen sehingga meningkatkan volume pengikat, memperkecil porositas, menambah kepadatan, serta menurunkan permeabilitas campuran limbah plastik PET sehingga lapisan perkerasan menjadi lebih tahan terhadap kerusakan akibat air dan beban lalu lintas.

### 2.3.3 *Polyethylene Terephthalate* (PET)

Pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan pengikat (*binder*) dalam campuran perkerasan jalan kini banyak dikembangkan sebagai alternatif pengganti aspal konvensional. Inovasi ini didorong oleh semakin menipisnya sumber daya minyak bumi dan meningkatnya limbah plastik yang sulit terurai.

Plastik memiliki sifat termoplastik, yaitu melunak saat dipanaskan dan kembali mengeras setelah dingin. Sifat ini membuat plastik, khususnya *Polyethylene Terephthalate* (PET), berpotensi digunakan sebagai bahan pengikat pengganti aspal karena mampu melapisi agregat dan membentuk ikatan kuat setelah pendinginan (Alwi & Sudiby, 2020). Dalam proses pembuatan campuran perkerasan, limbah plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) dicacah, kemudian dilelehkan pada suhu sekitar 250-

260°C hingga mencair, selanjutnya dicampur dengan agregat menggunakan *hot-mix*, sehingga plastik leleh ini berfungsi sebagai pengikat utama antar butir agregat tanpa memerlukan aspal (Pristyawati et al., 2025).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan limbah plastik PET pada campuran perkerasan dapat meningkatkan stabilitas dan ketahanan terhadap deformasi plastis. Campuran yang menggunakan PET cenderung memiliki rongga udara yang lebih sedikit sehingga menghasilkan lapisan yang lebih rapat, kuat, dan kedap air. Selain itu, teknologi ini juga memberikan dampak positif bagi lingkungan karena dapat mengurangi jumlah limbah plastik dan menekan penggunaan aspal konvensional berbasis minyak bumi (Gaus & Hakim, 2022).

Secara fisik, PET memiliki densitas sekitar 1,38–1,40 g/cm<sup>3</sup>, dengan karakteristik yang kuat, kaku, transparan, dan tahan terhadap berbagai pelarut kimia. Material ini memiliki titik leleh sekitar 250–260°C. Struktur molekul aromatikny memberikan stabilitas termal dan ketahanan deformasi. Sifat tersebut menjadikan PET berpotensi tinggi digunakan dalam material konstruksi perkerasan jalan. Selain itu, pemanfaatan limbah PET pada konstruksi jalan dapat menjadi langkah inovatif dalam mengurangi pencemaran lingkungan serta mendukung penerapan konsep *eco-friendly pavement* (Gaus & Hakim, 2022)

Penggunaan limbah plastik PET dalam campuran perkerasan diketahui dapat meningkatkan nilai stabilitas *Marshall* dan mengurangi potensi deformasi permanen pada lapisan perkerasan. Selain itu, penambahan PET juga dapat meningkatkan kekakuan serta ketahanan campuran terhadap deformasi plastis (*rutting*), meskipun pada kadar yang terlalu tinggi dapat menurunkan nilai *flow* atau kelenturan campuran.

Secara keseluruhan, limbah plastik PET memiliki potensi besar sebagai bahan pengikat pengganti aspal, karena dapat meningkatkan performa mekanis perkerasan sekaligus mengurangi dampak lingkungan. Kajian lanjutan terkait kadar optimum dan durabilitas campuran masih diperlukan agar penerapannya dapat diimplementasikan secara luas di Indonesia.

#### **2.3.4 Minyak Jelantah sebagai Pencampur Limbah Plastik PET**

Pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan pencampur dalam proses peleburan limbah plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) bertujuan untuk menurunkan viskositas lelehan plastik serta meningkatkan homogenitas campuran dengan agregat. Minyak jelantah, yang merupakan hasil sisa penggorengan minyak nabati, memiliki kandungan asam lemak bebas serta senyawa hasil oksidasi. Kandungan tersebut dapat memengaruhi sifat fisik bahan pengikat dalam campuran perkerasan jalan (Elahi et al., 2021).

Secara umum, minyak jelantah memiliki sifat menyerupai bahan pelunak (*plasticizer*) alami yang mampu meningkatkan kelenturan campuran. Ketika digunakan bersama limbah plastik PET, minyak jelantah dapat proses pencairan plastik menjadi lebih mudah dan membuat lelehan plastik lebih cepat menyelimuti agregat. Hal ini menghasilkan campuran yang lebih homogen serta mengurangi risiko campuran menggumpal atau terpisah (Pangestika et al., 2023).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penambahan minyak jelantah dapat menurunkan titik leleh plastik PET sehingga proses pencampuran bisa dilakukan pada suhu yang lebih rendah. Hal ini tertentu menghemat energi serta mengurangi risiko kerusakan termal pada plastik akibat pemanasan berulang. Selain itu, viskositas campuran juga menjadi lebih rendah sehingga bahan lebih mudah diolah dan dihampar (Jwaida et al., 2023).

Dari segi sifat mekanik, minyak jelantah berperan menyeimbangkan antara kekakuan dan kelenturan pada campuran PET agregat. Plastik PET sendiri cenderung membuat campuran lebih kaku dan kuat, tetapi kurang fleksibel setelah dingin. Dengan penambahan minyak jelantah sebanyak sekitar 25% dari berat PET, campuran menjadi lebih lentur tanpa menurunkan nilai stabilitas *Marshall* secara signifikan (Elahi et al., 2021; Pangestika et al., 2023).

Selain manfaat teknis, penggunaan minyak jelantah juga memiliki nilai lingkungan yang penting. Setiap satu liter minyak jelantah yang dibuang ke saluran air dapat mencemari hingga seribu liter air bersih. Oleh karena itu, pemanfaatannya dalam campuran perkerasan jalan dapat mengurangi pencemaran dan mendukung konsep ekonomi sirkular, di mana limbah yang tidak terpakai dapat digunakan kembali menjadi bahan konstruksi.

Secara keseluruhan, kombinasi antara limbah plastik PET dan minyak jelantah dapat menghasilkan bahan pengikat yang memiliki performa mekanis baik, stabilitas tinggi, serta daya tahan yang lebih seimbang. Selain mengurangi penggunaan aspal berbasis minyak bumi, penggunaan kedua limbah ini juga mendukung pembangunan jalan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

## **2.4 Stabilitas dan Kuat Tekan pada Benda Uji**

### **2.4.1 Stabilitas**

Stabilitas merupakan parameter utama dalam pengujian *Marshall* yang berfungsi untuk menunjukkan kemampuan campuran perkerasan dalam menahan beban lalu lintas tanpa mengalami deformasi permanen. Nilai stabilitas diperoleh dari beban maksimum yang dapat diterima oleh benda uji sebelum mengalami nilai kerusakan plastis, sehingga parameter ini menjadi indikator penting dalam menilai kekuatan struktural campuran limbah plastik yang digunakan (Sukirman, 2016).

Pada penelitian ini, pengujian stabilitas dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) sebagai bahan pengikat terhadap sifat mekanik lapisan *Wearing Course* (WC). Sifat termoplastik PET yang keras dan kaku setelah pendinginan mampu memperkuat ikatan antara agregat dan matriks. Hasil penelitian (Hafidz et al., 2025) menunjukkan bahwa penggunaan penambahan PET pada campuran AC – WC dapat meningkatkan nilai stabilitas *Marshall* hingga mencapai 1192,08 kg pada variasi kadar 6%.

Penelitian lain oleh (Khadka et al., 2024) juga membuktikan bahwa PET memiliki nilai stabilitas yang lebih tinggi dibandingkan plastik jenis LDPE karena struktur PET yang lebih kaku. Namun, kadar plastik yang berlebihan dapat membuat campuran menjadi getas dan mudah retak akibat beban berulang atau perubahan suhu (Hidayat et al., 2020).

Oleh sebab itu, perlu dilakukan analisis terhadap kadar optimum PET agar diperoleh campuran yang memiliki stabilitas tinggi namun tetap memenuhi kriteria kelenturan sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2020.

#### **2.4.2 Kuat Tekan**

Kuat tekan merupakan parameter penting dalam menilai kemampuan campuran perkerasan menahan beban vertikal yang bekerja di permukaan jalan. pengujian kuat tekan dilakukan untuk mengetahui sejauh mana penambahan limbah plastik PET dapat meningkatkan kekompakan dan ketahanan campuran terhadap tekanan. Nilai kuat tekan yang tinggi menunjukkan bahwa campuran memiliki ikatan antar partikel agregat yang baik dan struktur yang padat, yang berkontribusi terhadap daya dukung perkerasan (Mulyono, 2018).

Plastik PET yang dicairkan berperan dalam mengisi rongga antar agregat dan memperkuat kohesi antar partikel, sehingga dapat meningkatkan kepadatan dan kekakuan campuran. Akan tetapi, apabila kadar plastik

terlalu tinggi, campuran menjadi terlalu kaku dan kehilangan *fleksibilitas*, yang dapat menyebabkan retak dini (*cracking*) pada lapisan perkerasan (Syaiful, 2021). Oleh karena itu, nilai kuat tekan optimum perlu dianalisis bersamaan dengan parameter stabilitas untuk menentukan kadar PET yang memberikan bersamaan dengan parameter stabilitas untuk menentukan kadar PET yang memberikan keseimbangan antar kekuatan, fleksibilitas, dan ketahanan terhadap deformasi.

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium, perbandingan antara nilai stabilitas dan kuat tekan digunakan untuk menentukan kecocokan campuran dengan bahan pengikat limbah plastik PET. Apabila campuran menunjukkan nilai stabilitas tinggi tetapi kuat tekan rendah, maka material tersebut cenderung lebih sesuai digunakan sebagai *paving block*, sedangkan campuran dengan kedua nilai tinggi berpotensi digunakan sebagai lapisan perkerasan jalan (*hot mix aspal*) (Rahmadani & Rachman, 2023).

## 2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai pemanfaatan limbah plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) dalam bidang perkerasan jalan telah banyak dilakukan, baik sebagai bahan tambah (*additive*) maupun bahan pengikat pengganti aspal. Plastik jenis PET banyak ditemukan dalam bentuk botol air minum kemasan, memiliki titik leleh tinggi (sekitar 250–260°C), bersifat kuat, kaku, serta tahan terhadap suhu tinggi dan bahan kimia. Karakteristik ini menjadikan PET berpotensi untuk digunakan sebagai bahan pengikat alternatif dalam campuran perkerasan jalan, khususnya *Wearing Course* (WC).

Namun, penggunaan PET sebagai bahan pengikat utama tanpa campuran aspal masih jarang dilakukan di Indonesia. Penelitian yang sudah ada umumnya berfokus pada modifikasi aspal konvensional dengan penambahan limbah plastik PET untuk meningkatkan stabilitas, ketahanan terhadap suhu, dan daya

dukung campuran. Berikut ini beberapa penelitian terdahulu yang relevan sebagai dasar bagi penelitian ini.

1. (Hafidz et al., 2025)

Penelitian ini meneliti pengaruh penggunaan limbah plastik PET sebagai bahan tambah pada campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC). Hasil uji *Marshall Stability* menunjukkan peningkatan nilai stabilitas hingga 40,85% dibandingkan campuran tanpa limbah plastik. Selain itu campuran dengan tambahan PET juga menunjukkan peningkatan kekakuan yang berpengaruh terhadap daya tahan terhadap deformasi. Namun, pada kadar PET di atas 10%, campuran mulai kehilangan fleksibilitas dan cenderung getas.

2. (Machsus et al., 2021)

Dalam penelitian ini, limbah botol plastik PET dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pada campuran *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC) untuk meningkatkan performa mekanis lapisan permukaan jalan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa campuran dengan kadar PET sebesar 6 – 8% menghasilkan peningkatan stabilitas *Marshall* dan kuat tekan secara signifikan. Penambahan PET terbukti meningkatkan ikatan antar partikel agregat, namun kadar yang terlalu tinggi dapat mengurangi nilai *flow* dan menyebabkan getas pada campuran.

3. (Khadka et al., 2024)

Penelitian ini membandingkan pengaruh penggunaan dua jenis limbah plastik, yaitu *Low-Density Polyethylene* (LDPE) dan *Polyethylene Terephthalate* (PET), terhadap kinerja campuran aspal berdasarkan uji *Marshall*. Hasilnya menunjukkan bahwa plastik PET memberikan nilai stabilitas dan kuat tekan lebih tinggi dibandingkan LDPE. Campuran dengan PET juga menunjukkan ketahanan yang lebih baik terhadap suhu tinggi dan beban lalu lintas berat, sehingga direkomendasikan untuk digunakan pada lapisan *Wearing Course* (WC).

4. (Rahmadani & Rachman, 2023)

Dalam penelitiannya Pengaruh Limbah Plastik PET terhadap Stabilitas *Marshall* pada Campuran AC-WC Menggunakan Metode *Dry Process*, didapatkan bahwa penambahan PET meningkatkan nilai stabilitas dan kepadatan campuran. Campuran dengan 6% PET memiliki nilai stabilitas 20% lebih tinggi dibanding campuran tanpa plastik, sementara nilai *flow* menurun yang menunjukkan peningkatan ketahanan terhadap deformasi permanen.

5. (Saputra & Prasetyo, 2024)

Melakukan penelitian Karakteristik Campuran AC-WC Menggunakan Limbah Plastik PET sebagai Bahan Pengikat Utama. Hasil uji kuat tekan dan *Marshall* menunjukkan bahwa campuran dengan limbah PET mampu mencapai nilai stabilitas yang memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018. Penggunaan PET juga terbukti menurunkan porositas dan meningkatkan ketahanan terhadap air, menjadikannya bahan pengikat potensial pengganti aspal minyak bumi dalam perkerasan fleksibel.

6. (Arafah et al., 2023)

Dalam penelitian berjudul *Kajian Paving Block Campuran Limbah Plastik PET Terhadap Kuat Tekan dengan Standar SNI 03-0691-1996*, diperoleh bahwa pemanfaatan limbah plastik PET sebagai bahan campuran *paving block* menghasilkan kuat tekan terbaik sebesar 8,8 MPa pada variasi komposisi Pb 5 (50% pasir dan 50% PET). Nilai tersebut telah memenuhi persyaratan SNI 03-0691-1996 dan termasuk dalam Mutu D, yang diperuntukkan bagi taman kota atau area beban ringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan komposisi agregat (pasir) dalam campuran PET dapat meningkatkan kepadatan dan kuat tekan paving block.

## 7. (Patriotika et al., 2022)

Dalam penelitian berjudul *Uji Kesesuaian Kuat Tekan Paving Block Menggunakan Bahan Dasar Sampah Plastik PET dan LDPE dengan SNI 03-0691-1996*, diperoleh bahwa campuran plastik PET dan LDPE berpengaruh terhadap peningkatan kuat tekan paving block. Nilai kuat tekan tertinggi dicapai pada komposisi 50% PET dan 50% LDPE dengan kuat tekan rata-rata sebesar 26,22 MPa pada umur 28 hari. Hasil tersebut memenuhi standar SNI 03-0691-1996 dan termasuk dalam Mutu B, sehingga dapat digunakan untuk area parkir. Penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi PET dan LDPE sebagai bahan dasar paving block dapat menjadi alternatif material konstruksi sekaligus solusi pemanfaatan limbah plastik.

## 8. (Nofrianto et al., 2025)

Berdasarkan penelitian berjudul *Pengaruh Gradasi Agregat Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Panas Ac-Wc Berdasarkan Pengujian Marshall*, kadar aspal berpengaruh terhadap nilai stabilitas *Marshall*. Pada Quarry Atokan, stabilitas menurun lalu sedikit meningkat, sedangkan pada Quarry Gunung Nago stabilitas cenderung meningkat seiring bertambahnya kadar aspal. Seluruh nilai stabilitas memenuhi spesifikasi  $\geq 800$  kg, dan perbedaannya dipengaruhi oleh karakteristik agregat.

## 9. (Rahayu et al., 2021)

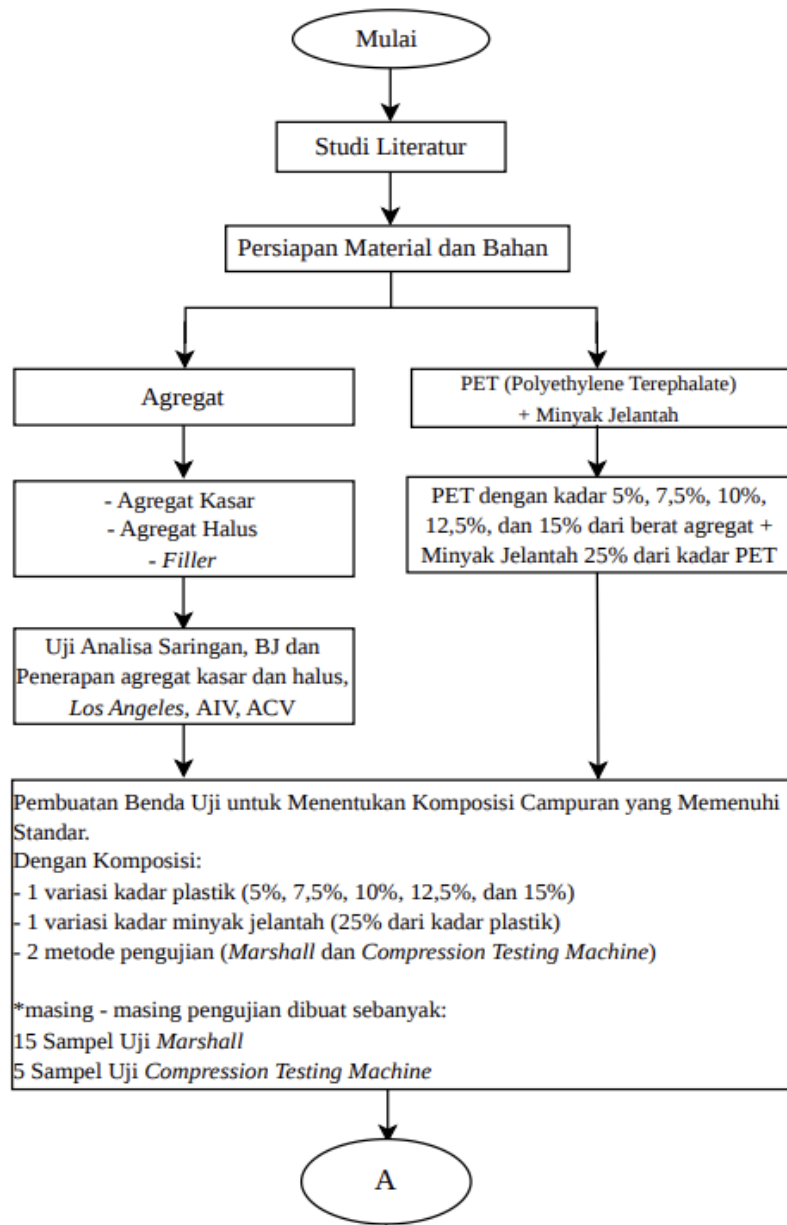
Berdasarkan penelitian berjudul *Pengaruh Penambahan Plastik Tipe PET (Polyethylene Terephthalate) Terhadap Campuran Laston AC-WC* Berdasarkan hasil pengujian stabilitas, terlihat bahwa penambahan PET sebesar 4%, 4,5% dan 5% memberikan peningkatan nilai stabilitas dibandingkan campuran tanpa PET (0%). Nilai stabilitas juga cenderung meningkat seiring bertambahnya kadar aspal 5% hingga 75. Seluruh variasi campuran memenuhi spesifikasi minimum stabilitas. Peningkatan stabilitas ini terjadi karena plastik yang meleleh membantu mengikat agregat

sehingga interlocking antar agregat menjadi lebih baik dan campuran menjadi lebih kuat dalam menahan beban.

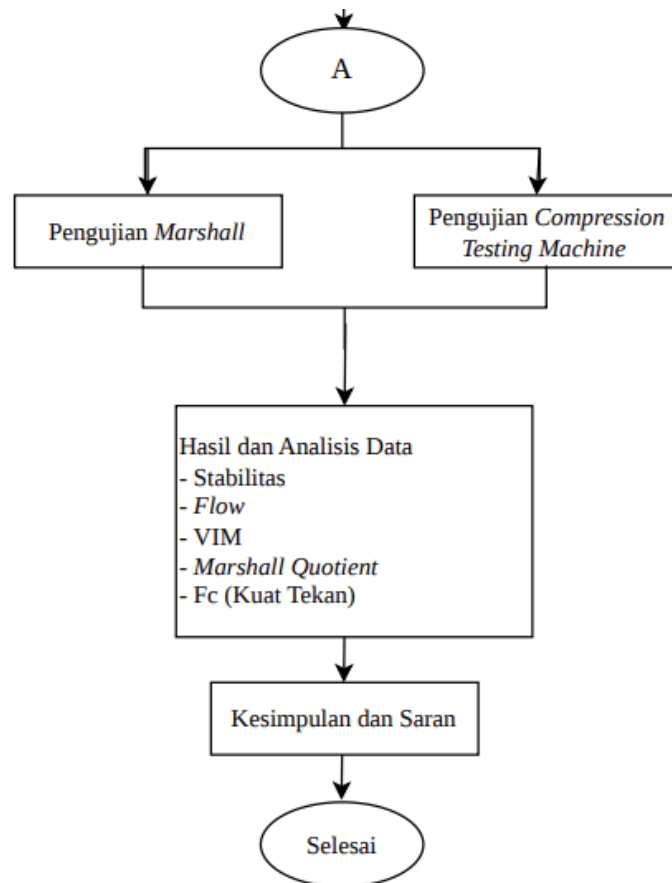
Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa limbah plastik PET berpotensi digunakan sebagai bahan pengikat pengganti aspal dalam campuran WC. Selain dapat meningkatkan nilai stabilitas dan kekuatan campuran, pemanfaatan PET juga berkontribusi terhadap pengurangan volume limbah plastik yang sulit terurai, serta mendukung penerapan teknologi perkerasan ramah lingkungan dan berkelanjutan.

### 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 berlokasi di Laboratorium Jalan Raya & Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Lampung.

### 3.3 Bahan-Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi beberapa komponen utama sebagai berikut:

#### 1. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan merupakan agregat yang tertahan pada saringan No. 8 (2,36 mm). Material ini berfungsi sebagai kerangka utama

dalam campuran perkerasan, memberikan kekuatan serta kestabilan struktur lapisan.

## 2. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan terdiri atas pasir alam maupun hasil pemecahan batu (*stone crusher*), yaitu material yang dapat lolos saringan No. 8 (2,36 mm). Agregat halus berperan penting dalam mengisi rongga antar agregat kasar, sehingga meningkatkan kepadatan dan kekompakan campuran.

## 3. Filler

Filler yang digunakan merupakan material halus yang dapat lolos saringan No. 200 (0,075 mm). Fungsi filler adalah untuk mengisi rongga mikro pada campuran, meningkatkan kohesi antar partikel, serta memperbaiki karakteristik kerja (*workability*) dan stabilitas campuran perkerasan.

## 4. Plastik

Jenis plastik yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Polyethylene Terephthalate* (PET), yaitu jenis plastik termoplastik yang umum ditemukan pada botol minuman kemasan. Plastik PET dipilih karena memiliki sifat mekanik yang kuat, tahan terhadap suhu tinggi, serta potensial digunakan sebagai bahan pengikat pengganti meningkatkan kekuatan dan ketahanan campuran perkerasan terhadap deformasi permanen.

## 5. Minyak Jelantah

Minyak jelantah yang digunakan merupakan minyak goreng bekas yang telah digunakan berulang kali dalam proses penggorengan makanan. Dalam penelitian ini, minyak jelantah berfungsi sebagai bahan modifikasi yang dapat meningkatkan fleksibilitas campuran aspal, mengurangi kekakuan, serta menjadi upaya pemanfaatan limbah rumah tangga yang lebih ramah lingkungan.

### 3.4 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas beberapa kelompok alat yang berfungsi untuk proses persiapan material, pengujian sifat fisik agregat, serta pengujian karakteristik campuran beraspal. Secara umum, peralatan yang digunakan dijelaskan sebagai berikut:

#### 1. Satu Set Saringan (*Sieve Set*)

Satu set saringan digunakan untuk memisahkan agregat berdasarkan ukuran butirannya sesuai dengan gradasi yang telah ditetapkan. Pengayakan ini bertujuan untuk memperoleh distribusi ukuran partikel agregat yang seragam dan memenuhi standar yang digunakan dalam perencanaan campuran perkerasan.

#### 2. Peralatan Uji Agregat

Peralatan uji agregat digunakan untuk menentukan sifat – sifat fisis agregat yang meliputi berat jenis, kekuatan, dan ketahanan aus. Beberapa alat yang digunakan antara lain:

- a. Alat uji berat jenis agregat, digunakan untuk mengetahui berat jenis dan penyerapan air agregat.
- b. Alat uji AIV (*Aggregate Impact Value*) dan ACV (*Aggregate Crushing Value*), digunakan untuk mengetahui kekuatan agregat terhadap beban tumbukan dan tekanan.
- c. Mesin *Los Angeles* (*Los Angeles Abrasion Machine*), digunakan untuk menguji tingkat keausan agregat melalui proses abrasi menggunakan bola baja.
- d. Peralatan penunjang, seperti oven untuk pengeringan, timbangan digital untuk penimbangan material, serta wadah (*container*) untuk penyimpanan sampel.

### 3. Peralatan Uji *Marshall*

Metode *Marshall* digunakan dalam penelitian ini untuk menguji karakteristik mekanik campuran agregat dengan bahan pengikat dari plastik PET dan minyak jelantah. Adapun alat yang digunakan meliputi:

- a. Mesin Uji *Marshall* (*Marshall Testing Machine*), terdiri dari kepala penekan berbentuk lengkung, cincin penguji dengan kapasitas 2500 kg dan ketelitian 12,5 kg, serta dilengkapi arloji tekan dengan ketelitian 0,25 mm. mesin ini digunakan untuk menentukan nilai stabilitas dan flow benda uji.
- b. Cetakan Benda Uji *Marshall*, berbentuk silinder berdiameter 4 inci (10,16 cm) dan tinggi 3 inci (7,62 cm) dengan pelat alas dan leher sambung. Cetakan ini digunakan untuk membentuk benda uji dengan ukuran seragam.
- c. Alat Pematat *Marshall Automatic Compactor*, digunakan untuk proses pemadatan sebanyak 75 tumbukan pada setiap sisi (sisi atas dan sisi bawah) agar benda uji mencapai kepadatan yang optimal.
- d. Ejector (*Extruder*), digunakan untuk mengeluarkan benda uji dari dalam cetakan setelah proses pemadatan selesai.
- e. Bak Perendam (*Water Bath*), digunakan untuk merendam benda uji pada suhu tertentu (biasanya  $60^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) sebelum dilakukan pengujian stabilitas dan *flow*.
- f. Peralatan Pendukung, meliputi oven untuk pemanasan agregat, kompor untuk proses pencairan plastik PET, wajan pengaduk, sendok baja untuk pencampuran, timbangan digital, *thermometer* untuk mengontrol suhu pencairan plastik, sarung tangan tahan panas, jangka sorong untuk pengukuran dimensi, serta tip-X untuk penandaan benda uji.

### 4. Peralatan Uji Kuat Tekan (*Compression Testing Machine/CTM*)

Selain pengujian *Marshall*, pengujian kuat tekan juga dilakukan untuk mengetahui kemampuan benda uji dalam menahan beban tekan. Alat yang digunakan meliputi:

- a. Mesin Uji Tekan (CTM), yaitu mesin berkapasitas 1000 – 2000 kN yang bekerja dengan sistem hidrolik untuk memberikan beban tekan secara bertahap hingga benda uji mengalami kerusakan. Mesin ini dilengkapi manometer digital atau analog dengan ketelitian  $\pm 1$  kN.
- b. Pelat Tekan (*Bearing Plates*), berupa pelat baja datar yang ditempatkan di atas dan bawah benda uji untuk mendistribusikan beban secara merata selama pengujian.
- c. Kepala Penekan (*Spherically Seated Head*), berbentuk setengah bola dan dapat menyesuaikan posisi benda uji agar beban terdistribusi merata.
- d. Peralatan pendukung, meliputi oven pengeringan, timbangan digital jangka sorong untuk pengukuran dimensi, wadah penyimpanan, 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 sebagai dasar dalam memperoleh landasan teori yang relevan dengan topik penelitian. Kegiatan ini bertujuan untuk memahami konsep-konsep ilmiah, prinsip kerja, serta hasil penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penggunaan agregat, plastik PET, dan minyak jelantah dalam campuran material konstruksi. Sumber referensi yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari berbagai literatur seperti buku teks teknik sipil, jurnal ilmiah nasional maupun internasional, artikel ilmiah, serta laporan hasil penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan topik yang dikaji.

### 3.5.2 Persiapan Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas agregat kasar, agregat halus, filler, serta plastik PET sebagai bahan pengikat alternatif. Seluruh bahan tersebut diperoleh dan dipersiapkan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

#### 1. Agregat Kasar, Agregat Halus, dan Filler

Agregat kasar, agregat halus, serta filler yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari sumber material lokal dan dipersiapkan melalui proses pengayakan untuk mendapatkan gradasi yang sesuai dengan langkah-langkah berikut:

- a. Menyusun satu set saringan secara berurutan mulai dari ukuran terbesar di bagian atas hingga ukuran terkecil di bagian bawah.
- b. Memasukkan agregat ke dalam saringan kemudian melakukan proses pengayakan secara manual atau dengan bantuan mesin pengayak.
- c. Mengambil agregat yang tertahan pada setiap ukuran saringan dan memisahkannya berdasarkan fraksi ukuran yang dihasilkan.
- d. Mengulangi proses pengayakan hingga diperoleh jumlah agregat dengan distribusi ukuran yang sesuai dengan kebutuhan campuran.

Proses pengayakan ini bertujuan untuk memastikan bahwa gradasi agregat memenuhi persyaratan standar serta menghasilkan campuran yang padat dan stabil secara struktural.

#### 2. Plastik

Jenis plastik yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Polyethylene Terephthalate* (PET) yang diperoleh dari hasil daur ulang botol minuman bekas yang dibeli melalui tempat daur ulang (tempat barang bekas). Plastik tersebut kemudian dibersihkan dikeringkan, dan

dipotong menjadi ukuran kecil sebelum digunakan dalam proses pencampuran.

### 3. Minyak Jelantah

Minyak jelantah yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari sisa penggorengan minyak nabati yang diperoleh dari sumber lokal. Sebelum dicampurkan dengan plastik PET, minyak jelantah terlebih dahulu dibersihkan melalui proses penyaringan untuk menghilangkan kotoran padat, kemudian didiamkan hingga partikel halus mengendap. Minyak bagian atas selanjutnya disaring kembali menggunakan filter halus agar lebih jernih dan bebas endapan. Setelah itu dilakukan pemanasan ringan untuk memastikan tidak terdapat kandungan air yang dapat mempengaruhi proses peleburan plastik. Tahapan persiapan ini dilakukan agar minyak jelantah memiliki kualitas yang stabil dan siap digunakan sebagai bahan pencampur dalam proses pelelehan PET.

### 3.5.3 Pengujian Bahan

Untuk memastikan bahwa bahan yang digunakan dalam penelitian ini memenuhi standar spesifikasi yang telah ditetapkan, dilakukan serangkaian pengujian karakteristik material sebelum digunakan dalam proses pencampuran.

#### 1. Pengujian Agregat

Sebelum agregat digunakan sebagai komponen utama dalam campuran perkerasan *Wearing Course* (WC), perlu dilakukan pengujian terhadap sifat fisik dan mekanisnya guna memastikan bahwa material tersebut sesuai dengan standar mutu yang disyaratkan. Dalam penelitian ini, pengujian agregat meliputi analisis saringan, pengujian berat jenis dan pengujian berat jenis dan penyerapan air, *Aggregat Impact Value* (AIV), *Aggregate Crushing Value* (ACV), serta pengujian ketahanan aus menggunakan mesin *Los Angeles* (LA Abrasion Test).

Seluruh pengujian tersebut dilakukan dengan mengacu pada Spesifikasi Umum 2018, yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. Standar ini dijadikan acuan untuk memastikan agregat yang digunakan memiliki kualitas dan kinerja yang sesuai dalam mendukung daya tahan serta stabilitas campuran perkerasan.

Tabel 3.1 Standar pemeriksaan agregat.

No.	Jenis Pengujian	Standar Uji
1	Analisa Saringan	SNI ASTM C136:2012
2	Berat Jenis (berat jenis <i>bulk</i> , berat jenis SSD, dan berat jenis semu) dan penyerapan Agregat Halus	SNI 1970:2016
3	Berat Jenis (berat jenis <i>bulk</i> , berat jenis SSD, dan berat jenis semu) dan Penyerapan Agregat Kasar	SNI 1969:2016
4	<i>Los Angeles Test</i>	SNI 2417:2008
5	<i>Aggregate Impact Value Test (AIV)</i>	SNI 2417:2018
6	<i>Aggregate Crushing Value Test (ACV)</i>	SNI 2417:2018

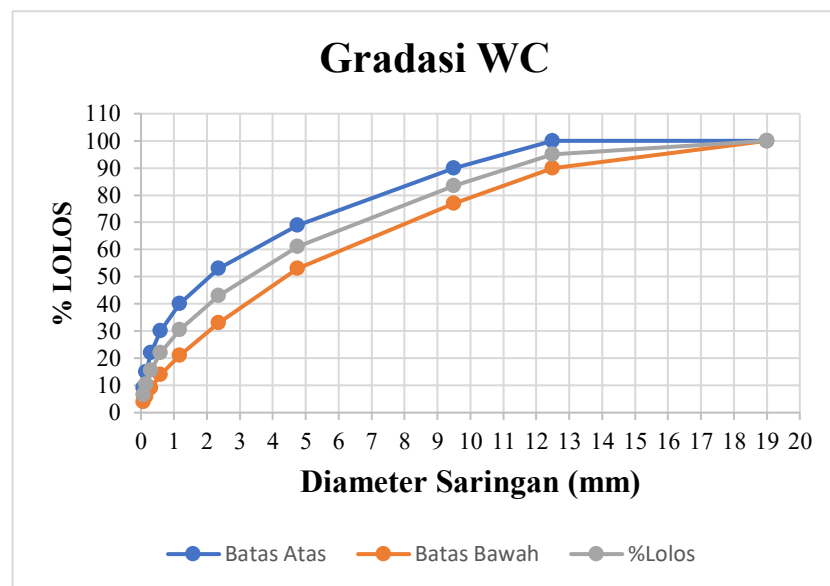
Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga (2018).

#### 3.5.4 Perancangan Gradasi Agregat

Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 Revisi 2, gradasi agregat yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada ketentuan untuk lapisan perkerasan tipe *Wearing Course* (WC). Gradasi ini dipilih agar campuran yang dihasilkan memiliki stabilitas, kekuatan, serta daya tahan yang optimal terhadap beban lalu lintas dan pengaruh lingkungan.

Tabel 3.2 Rencana gradasi agregat lapis aspal beton WC.

Ukuran Ayakan		% Berat yang Lolos Terhadap Total Agregat	% Berat yang Lolos	% Berat yang Tertahan
ASTM	(mm)			
3/4"	19	100	100	0
1/2"	12,5	90-100	95	5
3/8"	9,5	77-90	83,5	11,5
No. 4	4,75	53-69	61	22,5
No. 8	2,36	33-53	43	18
No. 16	1,18	21-40	30,5	12,5
No. 30	0,6	14-30	22	8,5
No. 50	0,3	9-22	15,5	6,5
No. 100	0,15	6-15	10,5	5
No. 200	0,075	4-9	6,5	4
Pan		-	-	6,5
Total				100



Gambar 3.3. Rencana gradasi agregat lapis aspal beton WC.

### 3.5.5 Jumlah Benda Uji

Dalam penelitian ini, digunakan 5 (lima) variasi kadar plastik PET yang diuji menggunakan metode *Marshall* dan *Compression Testing*. Setiap variasi kadar plastik dibuat sebanyak 3 sampel sehingga total benda uji untuk pengujian *Marshall* adalah  $5 \times 3 = 15$  sampel dan Kuat Tekan adalah  $5 \times 1 = 5$  sampel.

Dengan demikian, total keseluruhan benda uji yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 20 sampel, sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 3.3 Jumlah benda uji

Variasi Kadar Plastik dan Jenis Pengujian	Jumlah Benda Uji
<i>Marshall</i> 5%	3
<i>Marshall</i> 7,5%	3
<i>Marshall</i> 10%	3
<i>Marshall</i> 12,5%	3
<i>Marshall</i> 15%	3
Kuat Tekan 5%	1
Kuat Tekan 7,5%	1
Kuat Tekan 10%	1
Kuat Tekan 12,5%	1
Kuat Tekan 15%	1
<b>Total</b>	<b>20</b>

### 3.5.6 Pembuatan Benda Uji *Marshall*

Tahapan pembuatan benda uji dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa langkah sebagai berikut:

#### 1. Penimbangan Agregat

Agregat ditimbang sesuai dengan persentase komposisi campuran yang telah dihitung untuk setiap benda uji.

## 2. Pengeringan dan Pemanasan Agregat

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.

## 3. Pemanasan Minyak Jelantah

Minyak jelantah dipanaskan terlebih dahulu hingga mencapai suhu tertentu agar viskositasnya menurun dan berada dalam kondisi cair yang homogen. Pemanasan ini bertujuan untuk mempermudah pencampuran minyak jelantah dengan limbah plastik PET pada tahap pelelehan, sehingga diperoleh bahan pengikat yang lebih seragam dan mudah melapisi agregat.

## 4. Pelelehan Plastik

Pelelehan PET yang digunakan dilelehkan di atas wajan pemanas hingga mencapai kondisi cair sempurna agar mudah tercampur dengan agregat.

## 5. Proses Pencampuran

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  $\pm 150^{\circ}\text{C}$ .

## 6. Persiapan Cetakan

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.

#### 7. Pemasangan Dasar Cetakan

Cetakan diletakkan di atas landasan pematat dan dikunci dengan pemegang cetakan. Selanjutnya, dimasukkan selebar kertas yang telah dipotong sesuai dengan ukuran dasar cetakan untuk mencegah campuran menempel.

#### 8. Pengisian Campuran

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.

#### 9. Pemadatan Benda Uji

Pemadatan dilakukan dengan alat penumbuk sebanyak 75 tumbukan pada setiap sisi (atas dan bawah) benda uji. Tinggi jatuh pemadat diatur sebesar 457,2 mm, dan posisi palu pemadat dijaga agar tetap tegak lurus terhadap cetakan selama proses pemadatan berlangsung.

#### 10. Pelepasan dan Penandaan Benda Uji

Setelah proses pemadatan selesai, pelat dasar dilepaskan dan benda uji dikeluarkan dari cetakan. Setiap sampel kemudian diberi tanda identifikasi dan didiamkan selama kurang lebih 24 jam pada suhu ruang sebelum dilakukan pengujian lebih lanjut.

#### 11. Pengukuran dan Penimbangan Awal

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 0,1 gram untuk mendapatkan berat kering ( $W_1$ ).

## 12. Perendaman Benda Uji

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 ( $W_2$ ).

## 13. Penimbangan SSD (*Saturated Surface Dry*)

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

#### 1. Penimbangan Agregat

Agregat ditimbang sesuai dengan proporsi campuran yang telah ditentukan untuk masing-masing benda uji.

#### 2. Pengeringan dan Pemanasan Agregat

Agregat kemudian dikeringkan dan dipanaskan dalam oven hingga mencapai suhu sekitar  $150^{\circ}\text{C}$ . Jika menggunakan bahan pengikat berupa cairan, pemanasan dilakukan hingga mencapai  $\pm 150^{\circ}\text{C}$  di atas suhu pencampuran yang direncanakan.

#### 3. Pemanasan Minyak Jelantah

Minyak jelantah dipanaskan terlebih dahulu hingga mencapai suhu tertentu agar viskositasnya menurun dan berada dalam kondisi cair yang homogen. Pemanasan ini bertujuan untuk mempermudah pencampuran minyak jelantah dengan limbah plastik PET pada tahap pelelehan, sehingga diperoleh bahan pengikat yang lebih seragam dan mudah melapisi agregat.

#### 4. Pelelehan Plastik

Bahan plastik dipanaskan dalam wajan hingga mencair sempurna.

#### 5. Proses Pencampuran

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.

#### 6. Persiapan Cetakan

Peralatan cetak dan bagian permukaan penumbuk dibersihkan terlebih dahulu. Cetakan yang digunakan memiliki bentuk segienam.

#### 7. Pemasangan Dasar Cetakan

Cetakan kemudian diletakkan di atas landasan pematik dan ditahan menggunakan alat penjepit. Setelah itu, selembar kertas saring atau kertas penghisap yang telah dipotong sesuai ukuran cetakan ditempatkan di bagian dasar cetakan.

#### 8. Pengisian Campuran

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.

#### 9. Pematatan Benda Uji

Selanjutnya, pematatan dilakukan dengan menggunakan alat dongkrak hingga campuran menjadi padat sempurna.

#### 10. Pelepasan dan Penandaan Benda Uji

Setelah proses pematatan 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.

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

1. Benda uji terlebih dahulu direndam dalam bak perendam (*water bath*) dengan suhu konstan 60°C selama waktu perendaman yang telah ditentukan. Sebagian benda uji lainnya diletakkan pada ruang terbuka selama waktu yang sama untuk mendapatkan variasi kondisi pengujian.
2. Setelah waktu perendaman selesai, benda uji dikeluarkan dari bak atau diambil dari ruang terbuka, kemudian diletakkan pada segmen bawah kepala penekan mesin uji.
3. Segmen atas kemudian dipasang di atas benda uji, dan keseluruhan susunan ditempatkan pada mesin pengujian.
4. Arloji pengukur alir (*flow meter*) dipasang pada posisi yang sesuai di atas salah satu batang penuntun. Selanjutnya, jarum penunjuk diatur pada posisi nol, sedangkan selubung tangkai arloji (*sleeve*) ditahan agar tetap stabil terhadap segmen atas kepala penekan.
5. Sebelum pembebanan dimulai, kepala penekan bersama benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji untuk memastikan posisi sejajar dan kontak sempurna.
6. Jarum arloji tekan kemudian disetel pada posisi nol untuk menghindari kesalahan pembacaan selama proses pengujian.
7. Pembebanan diberikan pada benda uji dengan kecepatan konstan  $\pm 50$  mm per menit hingga tercapai beban maksimum atau hingga beban mulai menurun, yang ditunjukkan oleh jarum arloji tekan. Nilai beban maksimum tersebut dicatat sebagai *stability* benda uji.
8. Pada saat beban maksimum tercapai, nilai aliran (*flow*) yang ditunjukkan oleh jarum arloji pengukur alir juga dicatat sebagai data hasil pengujian.

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

Langkah-langkah pengujian benda uji adalah sebagai berikut:

1. Siapkan benda uji berbentuk segi enam berukuran tiap sisi 11,5 cm dan tinggi 6 cm yang telah didiamkan selama 24 jam setelah proses pemadatan. Pastikan permukaan benda uji bersih dari kotoran atau sisa material agar tidak mempengaruhi hasil pengujian.
2. Letakkan benda uji di tengah pelat tekan bawah pada alat *Compression Testing Machine* (CTM) dalam posisi tegak lurus terhadap arah gaya tekan.
3. Pasang pelat tekan atas pada posisi sejajar di atas benda uji sehingga gaya tekan dapat terdistribusi secara merata.
4. Pastikan posisi benda uji dan pelat tekan sejajar, lalu atur jarum pengukur beban (*pressure gauge*) pada posisi nol.
5. Naikkan pelat tekan secara perlahan hingga menyentuh permukaan benda uji, memastikan tidak ada celah antara pelat tekan dan benda uji.
6. Berikan beban tekan secara bertahap dan konstan hingga benda uji menunjukkan retak awal atau hancur.
7. Catat beban maksimum (P) yang terbaca pada alat uji sebelum benda uji rusak, sebagai dasar perhitungan kuat tekan campuran.
8. Hitung nilai kuat tekan ( $f_c$ ) menggunakan rumus:

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

Dengan keterangan:

$f_c$  = Kuat Tekan (MPa)

$P$  = Beban Maksimum (N)

$A$  = Luas Penampang Benda Uji ( $\text{mm}^2$ )

9. Ulangi pengujian untuk setiap variasi kadar limbah plastik PET (5%, 7,5%, 10%, 12,5%, 15%) dengan tiga benda uji pada masing-masing variasi.

### 3.5.10 Analisis Data dan Pembahasan Hasil

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujian di laboratorium, dilakukan analisis dan perhitungan terhadap karakteristik *Marshall* dan *Compression Testing Machine* pada campuran perkerasan *Wearing Course* (WC) yang menggunakan bahan pengikat berupa limbah plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET).

Analisis dalam penelitian ini mencakup parameter, Stabilitas (*Stability*), Kelelehan (*flow*), *Voids in Mix* (VIM), *Marshall Quotient* (MQ) serta kuat tekan (*compressive strength*). Berdasarkan hasil dari parameter-parameter tersebut, dapat diketahui apakah campuran tersebut lebih sesuai digunakan sebagai lapisan perkerasan jalan (*hot-mix aspal*) atau sebagai bahan pembuatan *paving block*. Hasil analisis tersebut selanjutnya dijadikan dasar untuk menarik kesimpulan dan memberikan saran terkait pemanfaatan limbah plastik PET sebagai bahan pengikat alternatif dalam campuran perkerasan.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian di Laboratorium Inti Jalan Raya dan Teknologi Bahan dan Konstruksi Universitas Lampung, penambahan plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) terbukti mempengaruhi nilai stabilitas dan kuat tekan campuran *Wearing Course* (WC). Pada pengujian *Marshall*, nilai stabilitas meningkat seiring bertambahnya kadar PET dan memenuhi spesifikasi Bina Marga, yang menunjukkan bahwa PET mampu meningkatkan daya ikat antar agregat sehingga campuran menjadi lebih kaku dan lebih tahan terhadap beban, meskipun kadar yang tinggi berpotensi menyebabkan campuran menjadi lebih getas.

Pada pengujian kuat tekan, nilai yang diperoleh menunjukkan adanya peningkatan seiring bertambahnya kadar PET hingga mencapai kondisi optimum pada kadar 15%, dengan nilai kuat tekan sebesar 7,91 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar PET, kemampuan campuran dalam menahan beban juga meningkat. Meskipun nilai yang diperoleh masih belum memenuhi standar mutu untuk beban sedang hingga berat berdasarkan SNI 03-0691-1996.

Selain itu, berdasarkan hasil pengujian *Marshall* yang diperoleh, nilai stabilitas menunjukkan peningkatan seiring bertambahnya kadar PET dan tidak menunjukkan kecenderungan menurun. Pada kadar 15% diperoleh nilai stabilitas tertinggi yang memenuhi syarat yang ditetapkan. Hal ini

menunjukkan bahwa penambahan PET memberikan kontribusi positif terhadap kekuatan campuran, sehingga kadar 15% dapat ditetapkan sebagai nilai yang mendekati kadar optimum dalam penelitian ini.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian stabilitas dan kuat tekan pada campuran *wearing course* (WC) yang telah dilakukan dalam penelitian ini, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan selanjutnya, antara lain:

1. Dapat dilakukan penelitian lanjutan dengan menambah variasi kadar PET hingga mencapai 20% atau lebih, sehingga dapat diketahui secara lebih pasti kadar optimum yang memberikan kinerja campuran terbaik.
2. Dapat dilakukan untuk mengkombinasikan PET dengan material lain, seperti agregat tambahan atau bahan pengikat lain, guna meningkatkan kuat tekan *paving block*.
3. Dapat dilakukan pengujian tambahan atau lanjutan seperti uji durabilitas, uji serapan air, dan uji ketahanan terhadap suhu untuk mengetahui kinerja jangka panjang material.
4. Dapat dilakukan perbandingan kinerja antara penggunaan PET murni dengan campuran PET dan aspal atau bahan pengikat lain untuk melihat efektivitasnya sebagai bahan material substitusi maupun aditif.
5. Dapat dilakukan penelitian dengan variasi komposisi campuran material penyusun *paving block*, seperti penambahan pasir, semen, atau bahan pengisi lain bersama PET, agar terbentuk struktur yang lebih padat dan memiliki kuat tekan lebih tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alwi, Sudiby, H. (2020). *THE EFFECT OF USING POLYETHYLENE TEREPHTHALATE IN ASPHALT MIXTURE AC-WC FOR*. XII(1), 16–24.
- Angelia, D. J. (2024). *Pemanfaatan Limbah Plastik Jenis Polyethylene Terephthalate ( PET ) Sebagai Pengganti Agregat dalam Pembuatan Bata Ringan*.
- Elahi, Z., Jakarni, F. M., Muniandy, R., & Hassim, S. (2021). *Waste Cooking Oil as a Sustainable Bio Modifier for Asphalt Modification : A Review*. 1–27.
- Fathonah, W., Intari, D. E., Mina, E., & Sulaiman, M. (2018). PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK PET ( POLYETHYLENE TEREPHTHALATE ) SEBAGAI BAHAN STABILISASI TANAH LEMPUNG EKSPANSIF. *Jurnal Fondasi*, 7(2), 31–40.
- Gaus, A., & Hakim, R. (2022). *Pengaruh Penggunaan Limbah Polyethylene Terephthalate Terhadap Campuran Aspal Concrete Binder Course*. 12(1), 131–140.
- Hafidz, M., Mayuni, S., & Azwansyah, H. (2025). *Utilization of Polyethylene Terephthalate ( PET ) Plastic Waste as Material in AC-WC Mixture*. 25(3), 2237–2249.
- Hardiyatmo, H. C., & Terpaku, P. (2016). *ALTERNATIF SOLUSI PEMBANGUNAN PERKERASAN*. 1–12.
- Jwaida, Z., Dulaimi, A., Mydin, A. O., Özkılıç, Y. O., Jaya, R. P., & Ameen, A. (2023). *The Use of Waste Polymers in Asphalt Mixtures : Bibliometric Analysis and Systematic Review*.
- Khadka, R., Poudel, D., Timsina, D., & Madai, P. B. (2024). *Performance Comparison of Two Waste Plastics ( Low- Density Polyethylene ( LDPE ) and Polyethylene Terephthalate ( PET )) for Asphalt Pavement on the Basis of Marshall Test*. 2(1).
- Khaliq, F., Satria, M. A., & Massara, A. (2025). *Pengaruh Penggunaan Serat Polypropylene Terhadap Ketahanan Deformasi pada Lapisan Aspal Concrete Wearing Course ( AC-WC )*. 7(2), 217–229.
- Machsus, M., Chen, J., Hayati, D. W., Khoiri, M., Mawardi, A. F., Basuki, R., & Author, C. (2021). *IMPROVEMENT FOR ASPHALT MIXTURE PERFORMANCE USING PLASTIC BOTTLE WASTE*. 20(79), 139–146.
- Nofrianto, H., Aprilio, Y., & Mulyati, M. (2025). *Pengaruh Gradasi Agregat*

- Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Panas Ac-Wc Berdasarkan Pengujian Marshall. *Jurnal Teknologi Dan Vokasi*, 3(2), 141–153.
- Pangestika, S. H., Saptaji, K., Agung, A., & Perwira, N. (2023). *Utilization of plastic waste to improve properties of road material : A review*. 3(3), 120–136.
- Prihatini, P. R., Nurdin, A., Sari, D. K., Studi, P., Sipil, T., Sains, F., & Jambi, U. (2024). *Karakteristik Pemanfaatan Limbah Plastik dan Getah Damar sebagai Bahan Pengganti Aspal pada Perkerasan Lentur*. 8(1), 75–86.
- Pristyawati, T., Susilo, H., & Adhi, W. (2025). *PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK POLYETHYLENE TEREPTHALETE ( PET ) UNTUK CAMPURAN ASPHALT CONCRETE - WEARING COURSE ( AC – WC )*. 8(2).
- Putra, F. Y. E. (2016). *Pemanfaatan Limbah Polyethylene Terephthalate (Pet) Dengan Reclaimed Asphalt Pavement (Rap) Pada Pembuatan Laston Wc*. *Jurnal Online UNESA*, 2(1), 1–23.
- Rahayu, P., Rifqi, M. G., & Amin, M. S. (2021). *Pengaruh Penambahan Plastik Tipe PET (Polyethylene Terephthalate) Terhadap Campuran Laston AC-WC*. *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology*, 2(1), 1–5.
- Simangunsong, J. E., Alkas, M. J., Wati, A., Teknik, F., Mulawarman, U., Teknik, F., Mulawarman, U., Teknik, F., Mulawarman, U., Aspal, M., & Marshall, K. (2021). *PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK PET SEBAGAI BAHAN TAMBAH ( AC-WC )*. 5(November), 26–33.
- Telehala, A. (2023). *Plastik Sebagai Bahan Campuran Aspal*. *Jurnal Sosial Teknologi*, 3(2), 139–152. <https://doi.org/10.59188/jurnalsostech.v3i2.646>
- Tilik, L. F., Harijadi, S., Ahdi, M. A., & Qalbi, R. D. (2022). *JOURNAL OF APPLIED CIVIL ENGINEERING AND INFRASTRUCTURE TECHNOLOGY ( JACEIT ) Studi Karakteristik Marshall Pada Aspal Dengan Perbandingan Lateks Pada Lapisan Wearing Course*. 3(2), 26–32.
- Toruan, Oh Kaseke, LF Kereh, T. S. (2013). *JENIS MAKSIMUM CAMPURAN*. 1(3), 190–195.
- Vol, I. (2020). *Modifikasi campuran aspal dengan bahan tambah limbah ge plastik* (. 6(1), 9–15.