

**PEMANFAATAN LIMBAH *POLYVINYL CHLORIDE* (PVC)  
SEBAGAI *FILLER* PADA CAMPURAN ASPAL BETON LAPIS  
AUS (AC-WC) MENGGUNAKAN ASPAL MODIFIKASI  
POLIMER**

**SKRIPSI**

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T)



**Disusun oleh:**

**DEA DESVITA AULIA**

**3336210056**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**

**2025**

**SKRIPSI**  
**PEMANFAATAN LIMBAH *POLYVINYL CHLORIDE* (PVC)**  
**SEBAGAI *FILLER* PADA CAMPURAN ASPAL BETON LAPIS**  
**AUS (AC-WC) MENGGUNAKAN ASPAL MODIFIKASI**  
**POLIMER**

Dipersiapkan dan disusun oleh :  
**DEA DESVITA AULIA / 3336210056**  
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Pada Tanggal : 30 Juni 2025

**Susunan Dewan Penguji**

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.

NIP. 198212062010122001



Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.

NIP. 198601242014042001

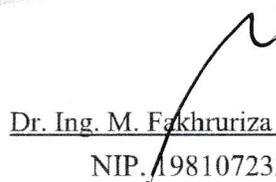
Dosen Penguji I



Wiwien Suzanti, S.T., M.T.

NIP. 199402222024062002

Dosen Penguji II



Dr. Ing. M. Fakhuriza Pradana, S.T., M.T.

NIP. 198107232006041002

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Tanggal : 30 Juni 2025

Mengetahui

Ketua Jurusan



Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.

NIP. 198212062010122001

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya sebagai penulis skripsi berikut:

Judul : Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai *Filler* Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer

Nama : Dea Desvita Aulia

NPM : 3336210056

Fakultas/Jurusan : Fakultas Teknik/Jurusan Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi tersebut di atas adalah benar – benar hasil karya asli saya dan tidak memuat hasil karya orang lain, kecuali dinyatakan melalui rujukan yang benar dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari ditemukan hal - hal yang menunjukkan bahwa sebagian atau seluruh karya ini bukan karya saya, maka saya bersedia dituntut melalui hukum yang timbul dari pertanyaan yang secara sadar dan sengaja saya nyatakan melalui lembar ini.

Cilegon, 30 Juni 2025



Dea Desvita Aulia  
3336210056

## PRAKATA

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai *Filler* Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer" yang disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T, selaku pembimbing utama, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas kesabaran dan dedikasi yang telah diberikan.
2. Ibu Dwi Esti Entari, S.T., M.Sc, selaku pembimbing pendamping, yang telah memberikan banyak masukan dan saran konstruktif yang sangat berarti bagi penyelesaian skripsi ini.
3. Ibu Wiwien Suzanti, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji I dan Bapak Dr. Ing. M. Fakhuriza Pradana, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan saran dan masukan yang sangat bermanfaat dalam penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
5. Ibu Woelandari Fathanah, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
6. Keluarga tercinta, yaitu Bapak Tamid, Ibu Patimah, kakak saya Koko Setiawan dan Annisa Kurniasih dan keponakan saya Khiyyara Maezurra Afsheen yang selalu memberikan dukungan moral, materiil, dan doa yang tiada henti. Terima kasih atas cinta, pengertian, dan kesabaran yang telah diberikan selama ini.
7. Sahabat – sahabat saya, ana, nisrul, yuyu, ulul, dan bela yang selalu menemani dan memberikan *support* untuk menyelesaikan perkuliahan ini dengan baik.

8. Teman – teman seperjuangan dalam melakukan penelitian di laboratorium yang telah sama sama berjuang dan berusaha untuk menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
9. Semua pihak yang telah memberikan dukungan, semangat, dan bantuan dalam menyelesaikan penelitian ini. Terima kasih atas kebersamaan dan segala bantuannya, baik secara langsung maupun tidak langsung.
10. *Last but not least, i wanna thank me for believing in me, i wanna thank me for doing all this hard work, i wanna thank me for having no days off, i wanna thank me for never quitting, i wanna thank me for always being a giver and tryna give more than i receive, i wanna thank me for tryna do more right than wrong, i wanna thank me for just being me at all the times.*

Saya menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun akan sangat saya harapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Teknik Sipil, serta bagi pembaca pada umumnya. Akhir kata, saya berharap semoga karya ini dapat memberikan kontribusi positif dalam dunia pendidikan dan memberikan manfaat bagi masyarakat.

Cilegon, 30 Juni 2025

Dea Desvita Aulia

**PEMANFAATAN LIMBAH *POLYVINYL CHLORIDE* (PVC)  
SEBAGAI *FILLER* PADA CAMPURAN ASPAL BETON LAPIS  
AUS (AC-WC) MENGGUNAKAN ASPAL MODIFIKASI  
POLIMER**

Dea Desvita Aulia

---

**INTISARI**

Kerusakan jalan seringkali disebabkan karena beban lalu lintas yang berat, suhu yang terlalu tinggi, dan volume kendaraan yang meningkat. Hal tersebut dapat dicegah salah satunya dengan meningkatkan kualitas aspal yang berperan sebagai pengikat agregat. PVC dapat digunakan sebagai *filler* pada campuran AC-WC karena dapat meningkatkan elastisitas aspal dan daya tahannya terhadap air. Penelitian ini membahas tentang pengaruh penggunaan limbah PVC sebagai *filler* pada campuran aspal beton lapis aus (AC-WC) menggunakan aspal modifikasi polimer yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik agregat, aspal, dan *filler* serbuk PVC serta untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah serbuk PVC pada campuran aspal (AC-WC) sebagai *filler* terhadap karakteristik *marshall* menggunakan aspal modifikasi polimer.

Pengujian dilakukan dengan metode pengujian *marshall* dengan variasi kadar aspal rencana 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5% dan variasi penambahan serbuk PVC 0%, 3%, 6% dan 9% dari persentase berat *filler*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai stabilitas pada campuran meningkat hingga mencapai titik optimum pada kadar serbuk PVC 6% dengan kadar aspal 6,5%. Nilai *flow* pada campuran dengan tambahan serbuk PVC lebih rendah daripada campuran tanpa tambahan serbuk PVC. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan serbuk PVC sebagai *filler* dapat meningkatkan stabilitas dan daya tahan aspal dalam menahan beban lalu lintas dan deformasi permanen.

**Kata kunci : Serbuk PVC, Aspal Beton Lapis Aus, Aspal Polimer, Uji *Marshall*.**

**UTILIZATION OF POLYVINYL CHLORIDE (PVC) WASTE AS  
FILLER IN ASPHALT CONCRETE WEAR LAYER (AC-WC)  
MIXTURES USING POLYMER MODIFIED BITUMEN**

Dea Desvita Aulia

---

**ABSTRACT**

*Road damage is often caused by heavy traffic loads, too high temperatures, and increasing vehicle volumes. This can be prevented by improving the quality of asphalt which acts as a binder for aggregates. PVC can be used as a filler in AC-WC mixes because it can increase the elasticity of asphalt and its resistance to water. This study discusses the effect of using PVC waste as filler in asphalt concrete wearing course (AC-WC) mixtures using polymer modified asphalt which aims to determine the characteristics of aggregate, asphalt, and PVC powder filler and to determine the effect of adding PVC powder waste to asphalt mixtures (AC-WC) as filler on marshall characteristics using polymer modified asphalt.*

*The tests were conducted using the marshall testing method with variations in the planned asphalt content of 4.5%, 5%, 5.5%, 6%, 6.5% and variations in the addition of PVC powder 0%, 3%, 6% and 9% of the filler weight percentage. The results showed that the stability value of the mixture increased until it reached the optimum point at 6% PVC powder content with 6.5% asphalt content. The flow value of the mixture with added PVC powder was lower than the mixture without added PVC powder. This shows that the addition of PVC powder as filler can increase the stability and durability of asphalt in resisting traffic load and permanent deformation.*

**Keywords : PVC Powder, Asphalt Concrete Wearing Course, Polymer Asphalt, Marshall Test.**

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>iv</b>
<b>INTISARI</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Keaslian Penelitian .....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Penelitian Terdahulu yang Relevan .....	5
2.2 Keterkaitan Penelitian .....	8
<b>BAB 3 LANDASAN TEORI</b>	
3.1 Perkerasan Jalan .....	10
3.1.1 Jenis Konstruksi Perkerasan Jalan .....	10
3.1.2 Fungsi Lapis Perkerasan .....	13
3.2 Aspal .....	17
3.2.1 Jenis Campuran Beraspal .....	18
3.2.2 Karakteristik Campuran Beraspal .....	19
3.2.3 Beton Aspal Lapis Aus (AC-WC) .....	21
3.2.4 Aspal Modifikasi Polimer Elastomer .....	23
3.3 Agregat .....	25
3.4 <i>Filler</i> .....	27

3.5 <i>Polyvinyl Chloride (PVC)</i> .....	29
3.6 <i>Marshall Test</i> .....	30
<b>BAB 4 METODE PENELITIAN</b>	
4.1 Prosedur Penelitian .....	34
4.1.1 Persiapan .....	35
4.1.2 Pengujian Aspal .....	35
4.1.3 Pengujian Agregat .....	37
4.1.4 Pengujian Serbuk PVC .....	38
4.1.5 Perencanaan Gradasi Agregat .....	39
4.1.6 Kadar Aspal Perkiraan .....	39
4.1.7 Metode Pembuatan Benda Uji .....	40
4.2 Bahan Penelitian .....	44
4.3 Alat Penelitian .....	44
4.4 Analisa Data .....	45
4.5 Jadwal Penelitian .....	46
<b>BAB 5 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
5.1 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Material .....	47
5.1.1 Analisis Karakteristik Agregat.....	47
5.1.1.1 Hasil Pengujian Agregat Kasar.....	47
5.1.1.2 Hasil Pengujian Agregat Halus .....	49
5.1.2 Analisis Karakteristik Serbuk PVC.....	51
5.1.2.1 Pengujian Berat Jenis Serbuk PVC .....	51
5.1.2.2 Pengujian <i>X-Ray Fluorescence (XRF)</i> Serbuk PVC ....	52
5.1.3 Analisis Karakteristik Aspal .....	53
5.2 Rencana Campuran Aspal Beton .....	61
5.2.1 Proporsi Agregat Campuran Aspal Beton.....	61
5.2.2 Perkiraan Awal Kadar Aspal Rencana.....	62
5.2.3 Kebutuhan Berat Agregat Untuk Campuran Beraspal.....	63
5.2.4 Pembuatan Benda Uji Campuran Beraspal dengan Pengganti <i>Filler</i> Serbuk PVC .....	63
5.2.5 Analisis Sifat Volumetrik Campuran Beraspal .....	63

5.3 Analisis Karakteristik Campuran Beraspal dengan Pengganti <i>Filler</i> Serbuk PVC Pada Kadar Aspal Rencana.....	65
5.3.1 Hasil Pengujian Campuran Beraspal dengan Pengganti <i>Filler</i> Serbuk PVC pada Kadar Aspal Rencana .....	66
5.3.2 Analisis Pengaruh Kadar Aspal dan Serbuk PVC Terhadap Karakteristik <i>Marshall</i> Pada Campuran Beraspal .....	67
5.4 Analisis Karakteristik Campuran Aspal Beton dengan Kadar Aspal Optimum .....	80
5.5 Analisis Proporsi Ideal yang Memenuhi Karakteristik Campuran Aspal Beton .....	83
5.6 Kelebihan dan Kekurangan Serbuk PVC sebagai <i>Filler</i> dalam Campuran AC-WC .....	83
5.7 Perbandingan Pengaruh Penggunaan <i>Filler</i> Serbuk PVC pada Aspal Modifikasi Polimer dan Aspal Penetrasi 60/70 .....	84

## **BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN**

6.1 Kesimpulan .....	85
6.2 Saran .....	86

## **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu .....	7
Tabel 2.2 Keterkaitan Penelitian .....	8
Tabel 3.1 Spesifikasi Aspal Pen 60/70 dan Aspal Modifikasi Polimer .....	24
Tabel 4.1 Standar Pengujian Aspal Modifikasi Polimer .....	37
Tabel 4.2 Standar Pengujian Agregat Kasar .....	38
Tabel 4.3 Standar Pengujian Agregat Halus .....	38
Tabel 4.4 Standar Pengujian <i>Filler</i> .....	38
Tabel 4.5 Persyaratan Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Laston .....	39
Tabel 4.6 Total Jumlah Benda Uji .....	39
Tabel 4.7 Standar Sifat Campuran Laston Modifikasi (AC Mod) .....	43
Tabel 4.8 Estimasi Jadwal Penelitian .....	46
Tabel 5.1 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar (Split 1-2) .....	47
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar ( <i>Screening</i> ) .....	48
Tabel 5.3 Hasil Pengujian Agregat Halus .....	50
Tabel 5.4 Hasil Pengujian Berat Jenis Serbuk PVC .....	51
Tabel 5.5 Hasil Pengujian XRF Serbuk PVC .....	52
Tabel 5.6 Hasil Pengujian Penetrasi Aspal .....	53
Tabel 5.7 Hasil Pengujian Kehilangan Berat Minyak Aspal .....	55
Tabel 5.8 Pengujian Daktilitas Aspal .....	56
Tabel 5.9 Pengujian Titik Lembek Aspal .....	57
Tabel 5.10 Hasil Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal .....	58
Tabel 5.11 Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal .....	58
Tabel 5.12 Hasil Pengujian Karakteristik Aspal .....	60
Tabel 5.13 Hasil Pengujian Aspal oleh PT. Aspal Polimer Emulsindo .....	60
Tabel 5.14 Persentase Gradasi Rencana Campuran Aspal Beton .....	61
Tabel 5.15 Perkiraan Nilai Kadar Aspal Rencana .....	63
Tabel 5.16 Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik <i>Marshall</i> .....	66
Tabel 5.17 Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai VIM .....	68
Tabel 5.18 Nilai Koefisien Determinasi Terhadap Nilai VIM .....	69

Tabel 5.19 Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai VMA .....	70
Tabel 5.20 Nilai Koefisien Determinasi Terhadap Nilai VMA .....	71
Tabel 5.21 Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai VFA .....	72
Tabel 5.22 Nilai Koefisien Determinasi Terhadap Nilai VFA .....	73
Tabel 5.23 Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai Stabilitas .....	74
Tabel 5.24 Nilai Koefisien Determinasi Terhadap Nilai Stabilitas .....	74
Tabel 5.25 Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai <i>Flow</i> .....	76
Tabel 5.26 Nilai Koefisien Determinasi Terhadap Nilai <i>Flow</i> .....	76
Tabel 5.27 Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai MQ .....	77
Tabel 5.28 Nilai Koefisien Determinasi Terhadap Nilai MQ .....	78
Tabel 5.29 Penentuan KAO Campuran Beraspal dengan Serbuk PVC 0% .....	79
Tabel 5.30 Penentuan KAO Campuran Beraspal dengan Serbuk PVC 3% .....	79
Tabel 5.31 Penentuan KAO Campuran Beraspal dengan Serbuk PVC 6% .....	79
Tabel 5.32 Penentuan KAO Campuran Beraspal dengan Serbuk PVC 9% .....	80
Tabel 5.33 Rekapitulasi Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Dengan Kadar Aspal Optimum .....	81
Tabel 5.34 Hasil Analisis Proporsi Ideal Penambahan Serbuk PVC .....	83
Tabel 5.35 Kelebihan dan Kekurangan Serbuk PVC sebagai <i>Filler</i> dalam Campuran AC-WC .....	84
Tabel 5.36 Perbandingan Pengaruh Penggunaan <i>Filler</i> Serbuk PVC pada Aspal Modifikasi Polimer dan Aspal Penetrasi 60/70 .....	84

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Irisan Hubungan Penelitian .....	9
Gambar 3.1 Komponen Perkerasan Lentur .....	11
Gambar 3.2 Komponen Perkerasan Kaku .....	12
Gambar 3.3 Komponen Perkerasan Komposit .....	13
Gambar 3.4 Serbuk PVC .....	30
Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian .....	34
Gambar 4.2 Alat Uji Penetrasi Aspal .....	35
Gambar 4.3 Alat Uji Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal .....	35
Gambar 4.4 Alat Uji Titik Lembek Aspal .....	36
Gambar 4.5 Alat Uji Daktilitas Aspal .....	36
Gambar 4.6 Alat Uji Kehilangan Berat Minyak Aspal .....	37
Gambar 4.7 Keausan Agregat ( <i>Los Angeles Abrasion</i> ) .....	38
Gambar 4.8 Diagram Alir Pembuatan Benda Uji .....	42
Gambar 5.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar .....	48
Gambar 5.2 Pengujian Keausan Agregat Kasar .....	49
Gambar 5.3 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus .....	49
Gambar 5.4 Pengujian Berat Jenis <i>Filler</i> Serbuk PVC .....	51
Gambar 5.5 Pengujian Penetrasi Aspal .....	54
Gambar 5.6 Pengujian Kehilangan Berat Minyak Aspal .....	55
Gambar 5.7 Pengujian Daktilitas Aspal .....	56
Gambar 5.8 Pengujian Titik Lembek Aspal .....	57
Gambar 5.9 Pengujian Titik Lembek Aspal .....	58
Gambar 5.10 Pengujian Titik Lembek Aspal .....	59
Gambar 5.11 Alat Pengujian Viskositas Aspal .....	59
Gambar 5.12 Grafik Gradasi Rencana Campuran Aspal Beton .....	62
Gambar 5.13 Pengujian dengan Alat <i>Marshall</i> .....	67
Gambar 5.14 Skematis Jenis Rongga Aspal Beton Padat .....	67
Gambar 5.15 Grafik Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai VIM .....	69
Gambar 5.16 Grafik Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai VMA .....	71
Gambar 5.17 Grafik Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai VFA .....	72

Gambar 5.18 Grafik Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai Stabilitas .....	74
Gambar 5.19 Grafik Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai <i>Flow</i> .....	76
Gambar 5.20 Grafik Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai MQ .....	78

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Jalan merupakan salah satu infrastruktur transportasi yang memegang peranan penting dalam menunjang pertumbuhan ekonomi dan kelancaran distribusi barang maupun mobilitas masyarakat. Oleh karena itu, sistem perkerasan jalan harus memiliki ketahanan struktural yang tinggi, durabilitas baik, dan mampu menahan deformasi akibat beban lalu lintas berulang (Prabudi & Kosim, 2015). Di Indonesia, kerusakan jalan kerap disebabkan oleh beban sumbu berat, desain perkerasan yang kurang memadai, serta sistem drainase yang tidak efektif (Asrol et al., 2018). Selain itu, penggunaan aspal dengan karakteristik yang tidak sesuai dapat memicu kerusakan prematur, seperti deformasi plastis (alur), gelombang, hingga bleeding. Salah satu solusi untuk meningkatkan kinerja perkerasan adalah dengan memodifikasi kualitas aspal sebagai bahan pengikat agregat (Abdillah & Kartikasari, 2018).

Pembangunan infrastruktur jalan memegang peran penting dalam menunjang mobilitas dan pertumbuhan ekonomi, terutama di Indonesia yang mayoritas konstruksi jalannya menggunakan sistem perkerasan lentur dengan bahan utama berupa aspal beton. Aspal beton merupakan campuran agregat bergradasi menerus dan bitumen, yang menghasilkan struktur perkerasan dengan fleksibilitas tinggi dan ketahanan terhadap beban lalu lintas serta kondisi iklim tropis. Kinerja campuran aspal sangat dipengaruhi oleh karakteristik agregat, kadar aspal, dan bahan pengisi (*filler*) yang berfungsi mengisi rongga antar agregat untuk meningkatkan kepadatan dan stabilitas. Meskipun demikian, kerusakan dini seperti deformasi permanen, retak, atau *bleeding* masih sering ditemukan akibat mutu material yang kurang optimal. Oleh karena itu, diperlukan inovasi material, salah satunya melalui pemanfaatan limbah berbasis polimer seperti PVC sebagai *filler* alternatif untuk meningkatkan kinerja mekanik dan durabilitas campuran aspal beton (Muttaqin et al., 2020).

Polivinil klorida (PVC) merupakan salah satu jenis polimer termoplastik yang banyak digunakan secara global setelah polietilena dan polipropilena, namun keberadaan limbah PVC menimbulkan permasalahan lingkungan karena sifatnya yang sulit terurai secara alami dan proses daur ulangnya yang memerlukan biaya tinggi. Dalam konteks rekayasa perkerasan jalan, limbah PVC dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran aspal karena memiliki sifat tahan air serta mampu meningkatkan elastisitas dan daya tahan aspal terhadap deformasi akibat beban lalu lintas (Pratama et al., 2017). Pemanfaatan limbah PVC sebagai bahan tambahan dalam campuran aspal tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan kinerja campuran, tetapi juga menjadi solusi alternatif dalam pengelolaan limbah plastik berbasis polimer yang berpotensi mencemari lingkungan serta membahayakan kesehatan apabila tidak dikelola dengan tepat (Rasul & Sari, 2022).

Aspal modifikasi polimer telah terbukti mampu meningkatkan performa campuran aspal, selama pemilihannya disesuaikan dengan kondisi lalu lintas, karakteristik lokasi, dan lingkungan (Ramadhan et al., 2023). Dalam kaitannya dengan isu lingkungan, pemanfaatan limbah PVC sebagai *filler* pada campuran aspal beton lapis aus (AC-WC) yang menggunakan aspal modifikasi polimer diharapkan dapat meningkatkan kinerja campuran dari aspek stabilitas, durabilitas, dan ketahanan terhadap deformasi permanen. Penelitian ini menjadi relevan untuk mengevaluasi potensi limbah PVC sebagai *filler* alternatif, sekaligus mendukung terciptanya konstruksi perkerasan jalan yang lebih berkualitas, ekonomis, dan berwawasan lingkungan.

Bersumber dari penelitian yang telah dilakukan oleh (Amin & Arif, 2023) tentang pengaruh penambahan limbah PVC terhadap karakteristik campuran aspal beton AC-WC dengan variasi kadar 0%, 2%, 3% dan 4% dinyatakan bahwa kadar paling optimum adalah 2%. Berbeda dengan penelitian serupa yang dilakukan oleh (Rasul & Sari, 2022) dengan variasi kadar PVC 0%, 2%, 4% dan 6% didapatkan hasil optimum yaitu pada kadar PVC 6%. Dari hasil penelitian di atas, maka penulis akan melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan limbah PVC sebagai *filler* pada campuran aspal beton lapis aus (AC-WC) menggunakan aspal modifikasi polimer dengan keterbaruan variasi persentase kadar campuran serbuk PVC sebesar

0%, 3%, 6%, dan 9%. Dengan variasi tersebut, diharapkan hasil karakteristik *marshall* diantaranya stabilitas, *flow*, VIM (rongga dalam campuran), VMA (rongga dalam agregat), VFA (rongga terisi aspal), dan MQ (*marshall quotient*) memenuhi Spesifikasi Teknik Bina Marga Tahun 2024.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka dirumuskan permasalahan pada penelitian ini sebagai berikut:

- a. Bagaimana karakteristik material pada campuran aspal beton AC-WC menggunakan aspal modifikasi polimer?
- b. Bagaimana pengaruh penambahan limbah serbuk *polyvinyl chloride* (PVC) pada campuran aspal beton lapis aus (AC-WC) menggunakan aspal modifikasi polimer dengan persentase kadar campuran serbuk PVC 0%, 3%, 6%, dan 9% sebagai *filler* terhadap karakteristik *marshall*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

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

- a. Mengetahui karakteristik material pada campuran aspal beton AC-WC menggunakan aspal modifikasi polimer.
- c. Mengetahui pengaruh penambahan limbah serbuk *polyvinyl chloride* (PVC) pada campuran aspal beton lapis aus (AC-WC) menggunakan aspal modifikasi polimer dengan persentase kadar campuran serbuk PVC 0%, 3%, 6%, dan 9% sebagai *filler* terhadap karakteristik *marshall*.

## 1.4 Batasan Masalah

Agar permasalahan tidak semakin meluas yang mengakibatkan penelitian tidak terfokus dan hasil yang tidak maksimal, maka ditetapkan batasan masalah yang berkaitan dengan penelitian ini sebagai berikut:

- a. Standar pengujian karakteristik bahan yang digunakan adalah Spesifikasi Umum Bina Marga 2024 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- b. Lapisan aspal yang digunakan adalah aspal beton lapis aus (AC-WC, *Asphalt Concrete Wearing Course*).

- c. Aspal yang digunakan adalah aspal modifikasi polimer PG-70 jenis elastomer.
- d. Serbuk PVC yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari limbah (*waste*) pabrik PT. Asahimas Chemical yang terletak di Cilegon, Banten.
- e. Material yang digunakan sebagai pengganti *filler* adalah serbuk PVC yang lolos saringan no. 200 dengan persentase 0%, 3%, 6%, dan 9%.
- f. Penelitian ini dilakukan dengan tidak membedakan jenis limbah PVC.
- g. Penelitian dan pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Memberikan rekomendasi pemanfaatan limbah plastik jenis PVC (*polyvinyl chloride*) untuk meningkatkan kualitas perkerasan lentur jalan raya.
- b. Meningkatkan pemanfaatan limbah plastik serta mengurangi timbunan limbah plastik yang sulit terurai.

### **1.6 Keaslian Penelitian**

Penelitian ini menganalisis Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl chloride* (PVC) Sebagai *Filler* Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer dengan persentase kadar campuran serbuk PVC sebanyak 0%, 3%, 6%, dan 9%. Penelitian ini belum pernah dilakukan sebelumnya, sehingga penelitian ini bersifat asli dan tidak ada unsur plagiarisme dari penelitian manapun yang sudah dilakukan sebelumnya.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu yang Relevan**

Choirul Amin dan Samsul Arif melakukan penelitian di Universitas Islam Lamongan pada tahun 2023 mengenai “Pengaruh Penambahan Limbah Plafon PVC Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton AC-WC” yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh bahan tambah limbah plafon PVC pada aspal lapis beton tipe AC-WC sesuai dengan spesifikasi bina marga 2018. Berdasarkan hasil pengujian laboratorium diketahui bahwa kadar campuran limbah plafon PVC optimum terdapat pada persentase campuran sebanyak 2% (Amin & Arif, 2023).

Rahmad Fadillah Rasul dan Yusra Aulia Sari melakukan penelitian di Politeknik Negeri Padang pada tahun 2022 mengenai “Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk PVC Pada Campuran Laston Lapis Aus” yang bertujuan untuk menganalisis bagaimana karakteristik aspal beton lapis aus setelah diberi bahan tambah berupa limbah serbuk plastik jenis PVC dengan kadar campuran yang berbeda-beda. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa benda uji aspal dengan kadar campuran 6% memiliki nilai yang paling optimum (Rasul & Sari, 2022).

JF. Soandrijanie Linggo dan Julius Yoga Kurniawan melakukan penelitian di Universitas Atma Jaya Yogyakarta pada tahun 2015 mengenai “Penggunaan PVC Sebagai Bahan Tambah Pada Beton Aspal” yang bertujuan untuk mencari jumlah campuran PVC yang optimum pada karakteristik aspal sehingga dapat meningkatkan stabilitas serta mutu aspal yang kemudian digunakan sebagai bahan perkerasan jalan. Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diketahui bahwa nilai stabilitas yang dihasilkan cenderung tidak beraturan dan nilai VIM menjadi meningkat melampaui batas yang disyaratkan dalam Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton untuk Jalan Raya SKBI-2.4.26.1987 (Linggo & Kurniawan, 2015).

Arif Rizki Andika Pratama, Mohammad Erfan, Ester Priskasari, dan Agus Prajitno melakukan penelitian di Institut Teknologi Nasional Malang pada tahun 2017 mengenai “Pengaruh Penambahan Limbah Plastik *Polyvinyl Chloride* Pada Campuran *Asphalt Treated Base* ATB Terhadap Nilai Parameter *Marshall Test*”

yang bertujuan untuk memeriksa apakah penambahan limbah plastik PVC dengan abu batu sebagai material pengisi dapat menghasilkan nilai uji *marshall* yang baik, serta mengetahui nilai optimum pada persentase campuran PVC dengan *Asphalt Treated Base* (ATB). Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium bahwa diperoleh nilai optimum pada komposisi campuran ATB yang diberi bahan tambah baliho sebesar 4,98% dari berat keseluruhan (Pratama dkk., 2017).

Alfianus Hanssel, Alpius, dan Charles Kamba melakukan penelitian di Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar pada tahun 2022 mengenai “Karakteristik Campuran AC-BC Dengan Menggunakan Bahan Tambah Plastik PVC” yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik campuran AC-BC dengan penambahan bahan plastik PVC, guna mengurangi akumulasi limbah plastik PVC yang sulit terurai. Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diketahui bahwa nilai stabilitas *Marshall* Sisa sebesar 96,53% pada kadar plastik PVC 4% (Hanssel dkk., 2022).

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Judul	Tujuan	Metode	Hasil Penelitian
1.	Amin & Arif, 2023	Pengaruh Penambahan Limbah Plafon PVC terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton AC-WC.	Mengetahui bagaimana pengaruh bahan tambah limbah plafon PVC pada aspal lapis beton tipe AC-WC sesuai dengan spesifikasi bina marga 2018.	Eksperimental	Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diketahui bahwa kadar campuran limbah plafon PVC optimum terdapat pada persentase campuran sebanyak 2%.
2.	Rasul & Sari, 2022	Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk PVC pada Campuran Laston Lapis Aus	Menganalisis bagaimana karakteristik aspal beton lapis aus setelah diberi bahan tambah berupa limbah serbuk plastik jenis PVC dengan kadar campuran yang berbeda-beda.	Eksperimental	Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diketahui bahwa benda uji aspal dengan kadar campuran 6% memiliki nilai yang paling optimum.
3.	Linggo & Kurniawan, 2015	Penggunaan PVC sebagai Bahan Tambah pada Beton Aspal	Mencari jumlah campuran PVC yang optimum pada karakteristik aspal sehingga dapat meningkatkan stabilitas serta mutu aspal.	Eksperimental	Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diketahui bahwa nilai stabilitas yang dihasilkan cenderung tidak beraturan dan nilai VIM menjadi meningkat melampaui batas yang disyaratkan.
4.	Pratama dkk., 2017	Pengaruh Penambahan Limbah Plastik <i>Polyvinyl chloride</i> Pada Campuran <i>Asphalt Treated Base</i> ATB Terhadap Nilai Parameter <i>Marshall Test</i>	Memeriksa apakah penambahan limbah plastik PVC dengan abu batu sebagai material pengisi dapat menghasilkan nilai uji <i>marshall</i> yang baik, serta mengetahui nilai optimum pada persentase campuran PVC dengan <i>Asphalt Treated Base</i> (ATB).	Eksperimental	Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diketahui bahwa diperoleh nilai optimum pada komposisi campuran ATB yang diberi bahan tambah baliho sebesar 4,98% dari berat keseluruhan.
5.	Hanssel dkk., 2022	Karakteristik Campuran AC-BC dengan Menggunakan Bahan Tambah Plastik PVC	Mengetahui karakteristik campuran AC-BC dengan penambahan bahan plastik PVC, guna mengurangi akumulasi limbah plastik PVC yang sulit terurai.	Eksperimental	Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diketahui nilai stabilitas <i>Marshall</i> Sisa sebesar 96,53% pada kadar plastik PVC 4%.

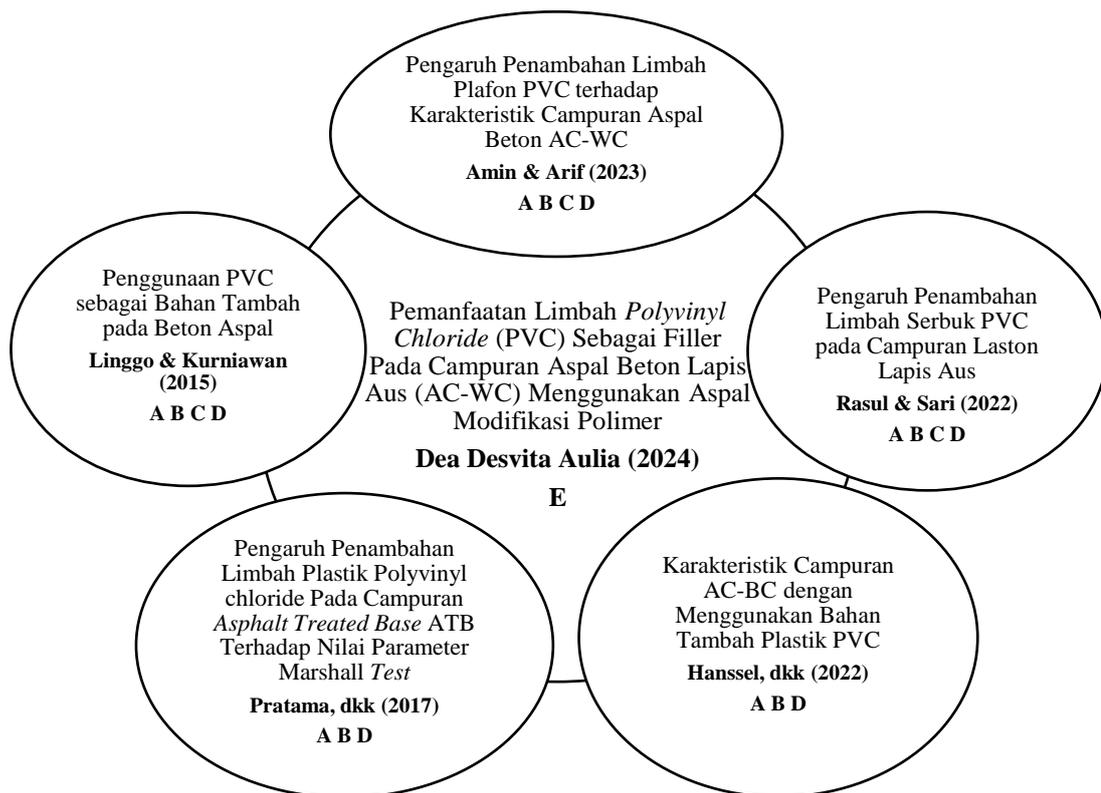
(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

## 2.2 Keterkaitan Penelitian

Tabel 2.2 Keterkaitan Penelitian

No.	Judul Penelitian	A	B	C	D	E
1.	Pengaruh Penambahan Limbah Plafon PVC terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton AC-WC (Amin & Arif, 2023)	✓	✓	✓	✓	
2.	Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk PVC pada Campuran Laston Lapis Aus (Rasul & Sari, 2022)	✓	✓	✓	✓	
3.	Penggunaan PVC sebagai Bahan Tambah pada Beton Aspal (Linggo & Kurniawan, 2015)	✓	✓	✓	✓	
4.	Pengaruh Penambahan Limbah Plastik <i>Polyvinyl chloride</i> Pada Campuran <i>Asphalt Treated Base</i> ATB Terhadap Nilai Parameter <i>Marshall Test</i> (A. R. A. Pratama et al., 2017)	✓	✓		✓	
5.	Karakteristik Campuran AC-BC dengan Menggunakan Bahan Tambah Plastik PVC (Hanssel et al., 2022)	✓	✓		✓	
6.	Pemanfaatan Limbah Serbuk <i>Polyvinyl Chloride</i> (PVC) sebagai Pengganti <i>Filler</i> Terhadap Karakteristik Campuran AC-WC Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer (Aulia, 2025)	✓	✓	✓	✓	✓

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)



Gambar 2.1 Irisan Hubungan Penelitian

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

Keterangan:

- A : Penggunaan Limbah PVC
- B : Perkerasan Aspal
- C : Aspal Beton AC-WC
- D : Metode Pengujian *Marshall*
- E : Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer

## **BAB 3**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Perkerasan Jalan**

Mengacu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006, keberadaan jalan sebagai prasarana transportasi memiliki peran esensial dalam menunjang kelancaran mobilitas kendaraan serta mempermudah pergerakan masyarakat antarwilayah. Struktur perkerasan jalan tersusun dari sejumlah lapisan di atas tanah dasar yang dirancang untuk menopang beban lalu lintas. Oleh karena itu, konstruksi jalan wajib dibangun dengan sistem perkerasan yang andal dan sesuai dengan ketentuan teknis, guna menjamin keselamatan kendaraan yang melintasinya (Gemo, 2019).

Menurut Sukirman (1999), konstruksi perkerasan jalan dilihat dari kemampuannya untuk menahan dan mendistribusikan beban lalu lintas di atasnya, yang harus memenuhi beberapa syarat kekuatan atau struktural sebagai berikut:

- a. Memiliki ketebalan yang memadai untuk menyalurkan beban kendaraan yang melintas ke permukaan tanah dasar.
- b. Kedap air, untuk mencegah kerusakan pada struktur di bawah lapisan permukaan.
- c. Lapisan permukaan harus dapat mengalirkan air dengan efektif, sehingga air pada lapisan tersebut bisa cepat terbuang.
- d. Memiliki kekakuan yang cukup agar dapat menahan beban yang bekerja tanpa menyebabkan deformasi pada lapisan.

##### **3.1.1 Jenis Konstruksi Perkerasan Jalan**

Menurut Sukirman (1999), konstruksi perkerasan jalan harus disesuaikan dengan kebutuhan lalu lintas di suatu wilayah. Tujuannya adalah agar lapisan perkerasan jalan dapat menahan beban yang melintas di atasnya. Berikut adalah beberapa jenis konstruksi perkerasan jalan yang dibedakan berdasarkan bahan pengikatnya.

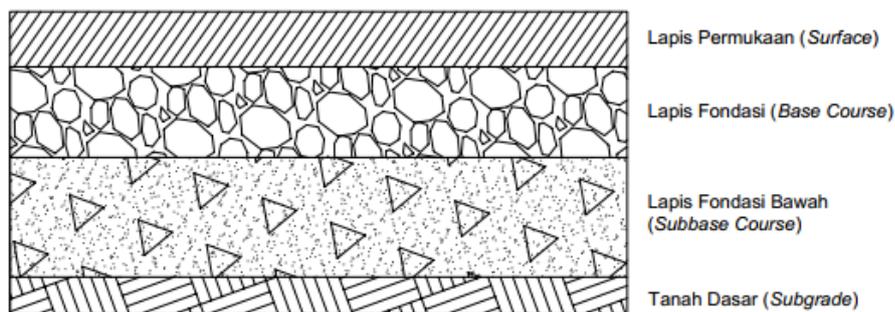
- a. Perkerasan lentur merupakan jenis struktur perkerasan yang memanfaatkan aspal sebagai material pengikat utama dalam pembentukannya.

- b. Perkerasan kaku adalah tipe perkerasan yang mengandalkan *portland cement* sebagai bahan perekat pada pelat beton, baik bertulang maupun tidak bertulang, yang dibangun di atas tanah dasar, dengan atau tanpa tambahan lapisan fondasi bawah.
- c. Perkerasan komposit adalah kombinasi dari perkerasan lentur dan perkerasan kaku, yang bisa tersusun dari perkerasan kaku yang ditempatkan di atas lapisan lentur, ataupun sebaliknya.

Berikut adalah penjelasan lebih lanjut mengenai perkerasan lentur, perkerasan kaku, dan perkerasan komposit.

a. Perkerasan Lentur

Jenis konstruksi perkerasan lentur menggunakan aspal sebagai bahan pengikat, dengan bahan berbutir pada lapisan bawahnya. Perkerasan ini memiliki kelenturan serta kemampuan untuk mendistribusikan beban lalu lintas secara merata ke tanah dasar. Hal ini memungkinkan kenyamanan bagi kendaraan yang melintas di atasnya (Tasik, 2021). Perkerasan lentur memiliki kelebihan diantaranya yaitu biaya awal dan perbaikan yang terjangkau dan dapat digunakan dengan cepat untuk lalu lintas. Sedangkan kekurangannya yaitu memiliki daya tahan yang relatif kurang untuk menahan beban berat, biaya pemeliharaan (*maintenance*) yang mahal, dan umur konstruksi yang relatif pendek (tidak tahan lama).



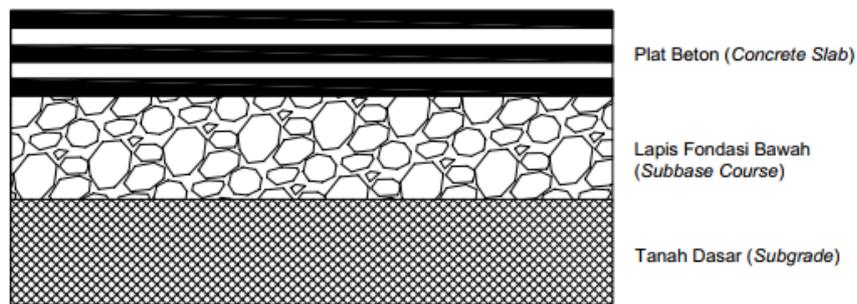
Gambar 3.1 Komponen Perkerasan Lentur

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

b. Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku merupakan jenis struktur jalan yang memanfaatkan semen *portland* (PC) sebagai material pengikat utama. Elemen utama dari sistem ini adalah pelat beton yang berperan dalam menahan beban kendaraan secara langsung. Pelat beton tersebut dapat dipasang dengan atau tanpa tulangan, dan diletakkan di

atas tanah dasar, baik disertai lapis fondasi bawah maupun tidak. Di Indonesia, penggunaan perkerasan jenis ini cukup dominan karena ketahanannya yang lebih tinggi serta masa layan yang lebih panjang jika dibandingkan dengan perkerasan lentur. Saat ini, perkerasan kaku kerap diterapkan pada jalur-jalur strategis seperti jalan nasional dan jalan tol, mengingat tingginya frekuensi lalu lintas kendaraan berat pada ruas-ruas tersebut (Sidabutar et al., 2021). Adapun urutan lapisan pada struktur perkerasan kaku adalah sebagai berikut.

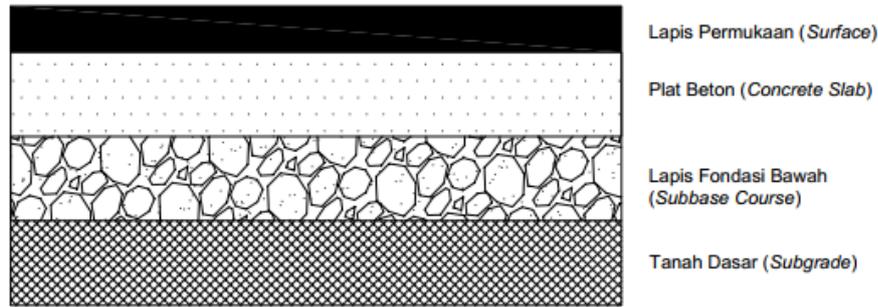


Gambar 3.2 Komponen Perkerasan Kaku

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

### c. Perkerasan Komposit

Perkerasan komposit merupakan bentuk struktur perkerasan yang menggabungkan karakteristik dari perkerasan kaku dan perkerasan lentur dalam satu sistem terpadu. Sinergi antara kedua jenis perkerasan ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas struktur jalan dalam menahan beban lalu lintas secara lebih efisien. Umumnya, konfigurasi perkerasan komposit terdiri atas lapisan perkerasan lentur yang ditempatkan di atas perkerasan kaku, atau sebaliknya, tergantung pada kebutuhan desain dan kondisi lapangan. Menurut (Lourdes et al., 2023) perencanaan ketebalan lapisan pada perkerasan komposit dilakukan melalui pendekatan analisis kombinasi antara perkerasan lentur dan kaku, yang disesuaikan dengan metode perencanaan berdasarkan Pd T-14-2002 dan SNI 1792-1987-F. Pendekatan ini memungkinkan rancangan struktur jalan yang lebih tahan terhadap beban berulang dan perubahan lingkungan, sekaligus mengoptimalkan umur layanan perkerasan.



Gambar 3.3 Komponen Perkerasan Komposit

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

### 3.1.2 Fungsi Lapis Perkerasan

Untuk mencapai keseimbangan antara kekuatan struktur, daya tahan, serta efisiensi biaya, konstruksi perkerasan jalan umumnya dirancang dalam bentuk sistem berlapis (Haswar & Puspawati, 2018). Setiap lapisan memiliki fungsi spesifik dalam mendistribusikan beban lalu lintas dan menjaga kestabilan struktur perkerasan secara keseluruhan. Secara umum, susunan lapisan perkerasan jalan terdiri atas beberapa bagian utama, antara lain:

- a. Lapis Permukaan, terdiri dari lapisan permukaan dasar dan lapis aus.
- b. Lapis Fondasi Atas, merupakan lapis utama yang berperan dalam mendistribusikan beban yang diterima oleh jalan.
- c. Lapis Fondasi Bawah, berfungsi untuk menyebarkan beban, mendukung drainase, dan memberikan permukaan yang stabil selama proses konstruksi.
- d. Tanah Dasar, merupakan bagian paling bawah dari struktur perkerasan yang berfungsi sebagai penyangga seluruh beban dari lapisan-lapisan di atasnya.

Berikut ini adalah penjelasan lebih detail mengenai fungsi lapis perkerasan.

#### a. Lapis Permukaan (*Surface Course*)

Lapis permukaan adalah bagian perkerasan yang terletak paling atas. Fungsi lapis permukaan mencakup dua aspek utama, yaitu:

##### 1) Struktural

Lapis permukaan merupakan bagian teratas dari struktur perkerasan yang berperan dalam menerima, mendistribusikan, dan menahan beban kendaraan, baik yang bersifat vertikal maupun horizontal (gaya geser). Oleh

karena itu, lapisan ini dituntut memiliki karakteristik kekuatan struktural, kekokohan terhadap deformasi, serta kestabilan terhadap pengaruh lalu lintas dan lingkungan. Kualitas lapis permukaan sangat menentukan kenyamanan berkendara dan umur layan perkerasan secara keseluruhan.

## 2) Non-Struktural

Fungsi non-struktural lapis permukaan meliputi:

- a) Memiliki sifat kedap air, sehingga mampu melindungi lapisan-lapisan di bawahnya dari penyerapan air yang dapat merusak struktur perkerasan.
- b) Menyediakan bidang lintasan yang halus dan rata, guna menunjang kelancaran arus lalu lintas serta meningkatkan kenyamanan bagi pengguna jalan.
- c) Memberikan tekstur permukaan yang tidak licin, dengan nilai ketahanan selip (*skid resistance*) yang memadai untuk menjamin keselamatan berkendara, terutama saat kondisi jalan basah.
- d) Berperan sebagai lapisan aus, yaitu bagian perkerasan yang dirancang untuk menerima keausan akibat lalu lintas dan cuaca, serta dapat diganti atau diperbarui tanpa harus membongkar seluruh struktur perkerasan.

Lapis permukaan itu sendiri masih bisa dibagi menjadi dua lapisan lagi, yaitu:

### 1) Lapis Aus (*Wearing Course*)

Lapis aus adalah lapisan teratas dari struktur perkerasan jalan yang berfungsi sebagai elemen pertama yang menerima beban lalu lintas secara langsung. Lapisan ini memiliki peran krusial dalam menjaga kinerja dan umur panjang jalan, karena bertugas melindungi lapisan di bawahnya dari kerusakan akibat infiltrasi air, paparan sinar ultraviolet, dan tekanan berulang dari roda kendaraan. Selain itu, lapis aus juga berfungsi menyediakan permukaan jalan yang halus, rata, dan nyaman dilalui, serta memberikan tingkat kekesatan yang cukup agar kendaraan tidak mudah tergelincir, terutama saat kondisi jalan basah.

Kualitas lapis aus sangat memengaruhi umur teknis perkerasan jalan secara keseluruhan. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa campuran yang digunakan memenuhi persyaratan teknis, seperti stabilitas tinggi, daya

ikat yang baik, serta ketahanan terhadap penetrasi air. Dengan demikian, lapis aus tidak hanya berfungsi sebagai elemen penutup permukaan, tetapi juga sebagai pelindung utama dari keseluruhan struktur jalan.

2) Lapis Antara (*Binder Course*)

Lapis antara adalah lapisan perkerasan jalan yang terletak di bawah lapis aus dan di atas lapis pondasi. Peran utama dari lapis ini adalah untuk mengikat antara lapisan permukaan dengan lapisan di bawahnya, serta mendistribusikan beban lalu lintas dari lapisan atas ke struktur jalan di bawahnya secara lebih merata. Meskipun lapis antara tidak langsung bersentuhan dengan beban roda seperti lapis aus, namun kekuatan dan kualitasnya tetap sangat penting. Lapisan ini harus cukup kuat untuk menahan tegangan akibat beban lalu lintas dan perubahan suhu, serta cukup lentur untuk menyesuaikan diri terhadap pergerakan dari lapisan pondasi.

Jika lapis antara gagal berfungsi, maka dapat menyebabkan kerusakan dini pada lapis aus, seperti retak, gelombang, atau bahkan pengelupasan. Material yang digunakan pada lapis antara umumnya berupa campuran aspal dan agregat, namun dengan karakteristik yang berbeda dari lapis aus. Campurannya biasanya lebih tebal, memiliki gradasi agregat yang lebih kasar, dan lebih fokus pada kekuatan struktural daripada kualitas permukaan.

b. Lapis Fondasi Atas (*Base Course*)

Lapis fondasi atas merupakan bagian dari struktur perkerasan yang berada tepat di bawah lapis permukaan dan berfungsi sebagai perantara dalam mendistribusikan beban lalu lintas ke lapis fondasi bawah atau langsung ke tanah dasar apabila tidak terdapat lapisan bawah. Material yang digunakan untuk lapisan ini umumnya terdiri dari batu pecah, kerikil pecah, pasir alami, slag, atau kombinasi dari material tersebut yang telah memenuhi spesifikasi teknis tertentu. Untuk meningkatkan kekuatan, lapisan ini dapat distabilisasi dengan bahan tambahan seperti semen, kapur, atau aspal. Sesuai SNI 1989-F dan AASHTO (1993), mutu material lapis fondasi atas harus lebih tinggi dibanding subbase, terutama dalam hal kekuatan (tegangan), plastisitas, dan gradasi. Nilai CBR > 50% menunjukkan bahwa material harus bebas dari bahan

organik, lempung, dan material lain yang tidak diinginkan. Nilai abrasi maksimum dari agregat kasar adalah 50%, dan indeks plastisitas harus  $< 4\%$ , yang menandakan deformasi plastis yang rendah dan kestabilan yang baik. Fungsi utama dari lapis fondasi atas dalam struktur perkerasan antara lain:

- 1) Menopang lapis permukaan, sehingga mampu menjaga kestabilan dan kekuatan lapisan di atasnya.
- 2) Meneruskan dan menyebarkan beban lalu lintas, baik beban vertikal maupun horizontal, ke lapisan di bawahnya.
- 3) Berperan sebagai elemen struktural pendukung bagi lapis fondasi bawah atau langsung tanah dasar, tergantung konfigurasi perkerasan yang digunakan.

c. Lapis Fondasi Bawah (*Sub-base Course*)

Lapis fondasi bawah merupakan bagian dari struktur perkerasan yang terletak antara lapis fondasi atas dan tanah dasar. Material penyusunnya berupa agregat granular tanpa bahan pengikat, yang berfungsi sebagai lapisan perkuatan tambahan. Meskipun kualitasnya berada di bawah lapis fondasi atas, subbase tetap harus memiliki mutu yang lebih baik dibanding tanah dasar, terutama dalam hal kekuatan, plastisitas, dan gradasi. Berdasarkan standar, nilai CBR  $\geq 20\%$  digunakan sebagai acuan kelayakan material, yang juga harus bebas dari kandungan organik, gumpalan lempung, dan material tidak stabil lainnya. Fungsi utama dari lapis fondasi bawah antara lain:

- 1) Meneruskan dan menyebarkan beban roda ke tanah dasar.
- 2) Berperan sebagai lapisan drainase, guna mengalirkan air dan mengurangi akumulasi kelembapan dalam struktur.
- 3) Mencegah kontaminasi antara tanah dasar dan lapisan fondasi di atasnya.
- 4) Sebagai lapisan awal dalam proses pembangunan struktur perkerasan.

d. Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah dasar adalah lapisan tanah asli, hasil galian, atau timbunan yang telah dipadatkan dan berfungsi sebagai dasar seluruh struktur perkerasan. Umumnya, tanah dasar memiliki nilai CBR 2%–6%. Jika nilai CBR  $< 2\%$ , seperti pada tanah rawa atau gambut, perlu dilakukan perbaikan dengan cara pengupasan, stabilisasi kimia, atau penggunaan material tambahan seperti serusuk dan aspal

khusus. Alternatif modern seperti geosintetik dan kolom pasir juga dapat digunakan untuk meningkatkan daya dukung tanah.

### 3.2 Aspal

Menurut Sukirman (1992), aspal merupakan bahan dasar berjenis hidrokarbon yang dikenal sebagai bitumen, dan umumnya diperoleh dari hasil destilasi minyak bumi, meskipun kini aspal dari pulau Buton juga banyak digunakan. Aspal berfungsi sebagai material pengikat dalam perkerasan lentur, meskipun hanya digunakan sekitar 4%–10% berdasarkan berat atau 10%–15% berdasarkan volume, namun memiliki harga yang relatif tinggi. Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua yang bersifat padat atau semi-padat pada suhu ruang (Suhardi et al., 2016). Ketika dipanaskan, aspal menjadi cair sehingga mampu membungkus agregat atau mengisi pori-pori. Setelah mendingin, aspal mengeras dan mengikat agregat di tempatnya, menunjukkan bahwa aspal bersifat termoplastik (Sukirman, 1992).

Aspal terdiri dari sekitar 80% karbon, 10% hidrogen, 6% belerang, serta sejumlah kecil oksigen, nitrogen, dan logam berat seperti besi, nikel, dan vanadium (Arlia et al., 2018). Dalam bidang konstruksi jalan, aspal memiliki peran penting sebagai material pengikat dan pelapis agregat. Adapun fungsi utama aspal antara lain:

- a. Mengikat agregat agar tetap menyatu dan tidak terlepas akibat beban lalu lintas.
- b. Berfungsi sebagai bahan pelapis dan perekat antar komponen agregat.
- c. Digunakan sebagai lapis resap pengikat (*prime coat*), yaitu lapisan tipis aspal cair yang diaplikasikan di atas fondasi sebelum pelapisan berikutnya.
- d. Sebagai lapis pengikat (*tack coat*), yaitu aspal cair yang dihampar di atas permukaan beraspal lama untuk merekatkan lapisan baru.
- e. Mengisi rongga antara agregat kasar, halus, dan *filler* untuk menciptakan struktur perkerasan yang padat dan stabil.

Beberapa jenis aspal yang umum digunakan dalam konstruksi jalan memiliki karakteristik dan aplikasi yang berbeda (Ade I & Nugroho, 2008), di antaranya:

- a. Aspal Beton, merupakan jenis aspal paling umum dalam pembangunan jalan raya. Tersusun dari campuran agregat dan aspal yang membentuk lapisan perkerasan yang kuat dan tahan lama.

- b. Aspal Pracetak, diproduksi secara pabrikan dalam bentuk panel atau elemen prefabrikasi, kemudian dipasang langsung di lapangan. Aspal jenis ini cocok untuk percepatan konstruksi dan perbaikan lokal.
- c. Aspal Emulsi, yaitu aspal yang telah dicampur dengan air dan bahan *emulsifier*, digunakan pada permukaan lalu lintas ringan, terutama untuk pelapisan tipis seperti *fog seal* atau *chip seal*.
- d. Aspal Modifikasi, merupakan aspal yang ditambahkan bahan aditif seperti polimer, serat, atau karet, untuk meningkatkan kinerja, elastisitas, dan ketahanannya terhadap deformasi serta perubahan suhu.

Menurut (Gunarto & Candra, 2019) aspal memiliki berbagai aplikasi dalam bidang konstruksi, terutama dalam proses manufaktur infrastruktur. Beberapa penggunaannya meliputi:

- a. Sebagai material utama dalam konstruksi jalan raya, jalan kota, jalan tol, hingga jalur pejalan kaki, karena mampu memberikan permukaan yang kuat, awet, dan nyaman dilalui.
- b. Sebagai pelapis pada landasan pacu bandara, pelabuhan, dan area parkir, karena ketahanannya terhadap beban berat dan intensitas lalu lintas tinggi.
- c. Dimanfaatkan dalam pembangunan fasilitas olahraga seperti lapangan sepak bola, lintasan atletik, dan arena balap, berkat kemampuannya menciptakan permukaan yang rata, stabil, dan seragam.

### **3.1.3 Jenis Campuran Beraspal**

Dikutip dari Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2020, campuran beraspal dibagi ke dalam beberapa jenis antara lain sebagai berikut:

- a. *Stone Matrix Asphalt* (SMA)

*Stone Matrix Asphalt* merupakan campuran bergradasi tidak merata dengan proporsi agregat kasar yang tinggi, sehingga membentuk kontak langsung antar butiran batu yang efektif dalam mendistribusikan beban roda. Struktur ini menjadikan SMA lebih tahan terhadap deformasi plastis, memiliki umur layan lebih panjang, dan cocok digunakan pada jalan dengan lalu lintas berat. Kadar aspal dalam SMA relatif tinggi dan distabilkan dengan bahan tambahan seperti serat selulosa, yang membantu menjaga kestabilan campuran (Sandabunga et

al., 2020). SMA diklasifikasikan berdasarkan ukuran maksimum agregat menjadi tiga jenis:

- 1) SMA Tipis: ukuran agregat maksimum 12,5 mm
- 2) SMA Halus: ukuran agregat maksimum 19 mm
- 3) SMA Kasar: ukuran agregat maksimum 25 mm

b. Lapis Tipis Aspal Beton (*Hot Rolled Sheet*, HRS)

Lataston (*Hot Rolled Sheet/HRS*) adalah lapisan permukaan perkerasan jalan yang terdiri dari lapis aus (HRS-WC) dan lapis antara (HRS-Binder), yang menggunakan agregat bergradasi tidak merata dengan dominasi pasir serta aspal keras. Campuran ini dihampar dan dipadatkan dalam kondisi panas pada suhu tertentu. Lataston dibagi menjadi dua jenis, yaitu HRS-Base sebagai lapisan fondasi dengan proporsi agregat kasar yang lebih tinggi, dan HRS-WC sebagai lapisan aus. Keduanya menggunakan agregat dengan ukuran maksimum 19 mm (Marianto et al., 2020). HRS memiliki beberapa karakteristik, antara lain:

- 1) Merupakan lapisan non-struktural, yang berarti tidak berfungsi untuk menahan beban.
- 2) Berperan sebagai lapisan kedap air dan lapisan aus.
- 3) Ketebalan padat HRS berkisar antara 2,5 cm hingga 3 cm.
- 4) Memiliki karakteristik durabilitas dan fleksibilitas yang baik.
- 5) Menggunakan aspal keras jenis AC 60-70 dan AC 80-100.

c. Lapis Aspal Beton (*Asphalt Concrete*, AC)

Menurut Asphalt Institute (1996), aspal beton adalah campuran agregat kasar, agregat halus, *filler*, dan aspal keras sebagai bahan pengikat, yang dicampur dan dipadatkan dalam kondisi panas. Campuran ini digunakan untuk berbagai lapisan perkerasan, seperti lapisan aus, lapisan perata, maupun lapisan fondasi. Aspal beton dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan fungsinya, yaitu AC-WC (lapis aus) dengan agregat maksimum 19 mm, AC-BC (lapis antara) dengan agregat maksimum 25,4 mm, dan AC-Base (lapis fondasi) dengan agregat maksimum 37,5 mm (Thanaya et al., 2016).

### 3.1.4 Karakteristik Campuran Beraspal

Menurut Sukirman (2003), campuran beton aspal ideal harus memenuhi tujuh karakteristik utama, yaitu: stabilitas (*stability*) untuk menahan beban lalu lintas

tanpa deformasi permanen; keawetan (*durability*) agar tahan terhadap pengaruh cuaca dan oksidasi; kelenturan (*flexibility*) untuk mengikuti pergerakan tanah atau beban tanpa retak; ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*) dalam menghadapi lendutan berulang; kekesatan permukaan atau ketahanan geser (*skid resistance*) guna mencegah tergelincirnya kendaraan; kedap air (*impermeability*) agar lapisan tidak mudah dimasuki air; serta kemudahan pelaksanaan (*workability*) yang mencakup kemudahan dalam pencampuran, pemadatan, dan penghamparan campuran.

a. Stabilitas (*stability*) merupakan kemampuan perkerasan untuk menahan beban lalu lintas tanpa mengalami deformasi permanen seperti alur, gelombang, atau *bleeding*. Stabilitas sangat dipengaruhi oleh volume dan jenis lalu lintas; jalan yang dilalui kendaraan berat dalam intensitas tinggi memerlukan stabilitas yang lebih tinggi (Akbar & Wesli, 2012). Nilai stabilitas campuran beton aspal dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

- 1) Gesekan internal, yaitu gaya tahan dalam campuran yang berasal dari kekasaran permukaan agregat, bentuk dan kontak antar butir, gradasi agregat, tingkat kepadatan, serta ketebalan film aspal yang melapisi agregat. Semua faktor ini berkontribusi pada sejauh mana butir agregat dapat saling mengikat dan menahan deformasi.
- 2) Kohesi, yang merupakan gaya ikat yang dihasilkan oleh daya lekat aspal, sehingga mampu mempertahankan tekanan kontak antar butir agregat dan menjaga kestabilan struktur campuran aspal.

b. Keawetan (*durability*) adalah kemampuan campuran beton aspal untuk bertahan terhadap beban lalu lintas berulang dan gesekan roda, serta terhadap pengaruh lingkungan seperti air, udara, dan perubahan suhu (Pangemanan et al., 2015). Durabilitas ini dipengaruhi oleh ketebalan lapisan aspal yang melapisi agregat, jumlah pori dalam campuran, tingkat kepadatan, dan sifat kedap air dari campuran tersebut (Fahmi et al., 2017).

c. Kelenturan (*flexibility*) merupakan kemampuan lapisan perkerasan untuk beradaptasi terhadap deformasi yang disebabkan oleh beban lalu lintas berulang tanpa menimbulkan retak atau perubahan volume (Rosyad et al., 2020).

Deformasi ini dapat timbul akibat akumulasi beban kendaraan maupun tekanan dari tanah timbunan di atas tanah dasar.

- d. Ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*) adalah kemampuan campuran beton aspal untuk menahan lendutan berulang akibat beban lalu lintas tanpa mengalami kerusakan seperti retak atau alur. Ketahanan ini dapat ditingkatkan melalui penggunaan kadar aspal yang tinggi dalam campuran (Rabihati et al., 2018).
- e. Kekesatan atau tahanan geser (*skid resistance*) adalah kemampuan permukaan beton aspal, terutama saat basah, untuk menghasilkan gaya gesek yang cukup agar kendaraan tidak tergelincir. Kekesatan ini dipengaruhi oleh faktor-faktor yang juga berperan dalam stabilitas campuran, seperti kekasaran dan bentuk butir agregat, luas bidang kontak antar butir, gradasi, kepadatan campuran, serta ketebalan film aspal.
- f. Kedap air (*impermeability*) adalah kemampuan beton aspal untuk mencegah masuknya air atau udara ke dalam lapisan beton aspal. Kehadiran air dan udara dapat mempercepat proses penuaan aspal serta menyebabkan pengelupasan selimut aspal dari permukaan agregat.
- g. Kemudahan pelaksanaan (*workability*) adalah kemampuan campuran beton aspal untuk mudah dihamparkan dan dipadatkan. Kemudahan pelaksanaan sangat menentukan efisiensi pekerjaan, dan beberapa faktor yang memengaruhi kemudahan dalam proses penghamparan dan pemadatan adalah viskositas aspal, kepekatan aspal terhadap perubahan suhu, serta gradasi dan kondisi agregat.

### **3.1.5 Beton Aspal Lapis Aus (AC-WC)**

Direktorat Jenderal Bina Marga saat ini banyak menerapkan penggunaan lapisan aus aspal beton (AC-WC) sebagai bagian dari sistem perkerasan jalan. AC-WC merupakan salah satu varian dari struktur lapis beraspal beton yang terdiri atas tiga tipe utama, yaitu lapis aus (AC-WC), lapis antara (AC-BC), dan lapis pondasi (AC-Base). Ketiga tipe campuran ini merupakan hasil penyempurnaan spesifikasi teknis yang dikembangkan oleh Bina Marga bersama Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan guna meningkatkan kualitas serta kinerja struktur perkerasan aspal secara keseluruhan.

Untuk mengembangkan spesifikasi campuran yang baru, metode yang digunakan mengacu pada prinsip kepadatan mutlak. Di antara ketiga lapisan aspal beton, AC-WC memiliki tekstur paling halus dan gradasi yang rapat, sehingga mengandung sedikit rongga udara. Karakteristik ini menjadikan campuran AC-WC sangat peka terhadap perubahan proporsi material. Karena posisinya berada di permukaan paling atas, lapisan ini langsung terpapar oleh beban kendaraan dan kondisi lingkungan, seperti panas, hujan, dan perubahan suhu. Oleh sebab itu, AC-WC perlu dirancang agar memiliki tingkat kekedapan air dan kekesatan yang tinggi untuk menjamin keselamatan dan daya tahan. Adapun ketebalan minimum untuk masing-masing lapisan ditetapkan: 4 cm untuk AC-WC, 5 cm untuk AC-BC, dan 6 cm untuk AC-Base. Adapun fungsi dari lapisan aspal beton AC-WC adalah sebagai berikut:

a. Sebagai lapisan penahan beban

Lapisan AC-WC memiliki peran krusial dalam struktur perkerasan karena letaknya yang berada di paling atas, sehingga menjadi bagian pertama yang berinteraksi langsung dengan beban lalu lintas. Untuk itu, campuran ini harus dirancang dengan ketahanan deformasi yang tinggi, agar tidak mudah mengalami kerusakan seperti *rutting* dan *bleeding*. Meskipun demikian, nilai stabilitas yang dibutuhkan tidak bersifat seragam, melainkan sangat bergantung pada karakteristik lalu lintas yang melewati ruas jalan tersebut. Pada jalan dengan intensitas kendaraan berat yang tinggi, diperlukan lapisan AC-WC yang mampu menahan beban berulang dalam jangka panjang, sedangkan pada jalan dengan lalu lintas ringan, spesifikasi stabilitas dapat disesuaikan agar tetap efisien secara teknis dan ekonomis.

b. Sebagai lapisan aus

Selain berperan sebagai elemen struktural yang secara langsung menahan beban kendaraan, lapisan AC-WC juga berfungsi sebagai media kontak antara roda dan permukaan jalan. Pada posisi ini, lapisan AC-WC mengalami gesekan terus-menerus akibat lintasan ban, yang dalam jangka panjang dapat menyebabkan keausan baik pada permukaan jalan maupun ban kendaraan itu sendiri. Oleh karena itu, struktur permukaan lapisan ini harus dirancang agar memiliki daya cengkeram (gaya gesek) yang memadai, terutama dalam kondisi

basah, guna mengurangi risiko tergelincir dan menjamin keselamatan pengguna jalan.

c. Melindungi lapisan di bawahnya

Paparan air dan udara dapat mempercepat penuaan serta pengelupasan lapisan aspal. Oleh karena itu, lapisan AC-WC perlu dirancang kedap air untuk melindungi lapisan di bawahnya dari penetrasi air hujan. Tingkat kedekatan ini dapat dinilai dari jumlah pori yang terbentuk dalam campuran setelah proses pemadatan.

d. Menyebarkan beban

Karena posisinya berada di paling atas, lapisan AC-WC menjadi bagian yang pertama kali menerima tekanan langsung dari beban lalu lintas. Beban yang diterima lapisan ini harus disalurkan secara proporsional ke lapisan di bawahnya agar struktur perkerasan tetap stabil dan tidak mudah rusak. Setiap lapisan memiliki peran masing-masing, namun keberhasilan distribusi beban sangat bergantung pada kinerja lapisan permukaan.

### **3.1.6 Aspal Modifikasi Polimer Elastomer**

Aspal modifikasi polimer (*Polymer Modified Asphalt*) merupakan aspal minyak yang telah ditingkatkan kualitasnya melalui penambahan polimer, baik yang bersifat alami maupun sintesis. Modifikasi ini bertujuan untuk memperbaiki performa aspal, seperti meningkatkan ketahanan terhadap beban, mencegah deformasi dan retak, serta memperpanjang masa layanan jalan. Aspal polimer diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu aspal polimer plastomer dan aspal polimer elastomer. Plastomer merupakan jenis polimer yang bersifat plastis, sedangkan elastomer adalah polimer yang bersifat elastis, menyerupai karet yang mampu meregang saat diberi tegangan dan kembali ke bentuk semula setelah tegangan dilepaskan. Jenis-jenis polimer elastomer yang umum digunakan sebagai bahan campuran dalam aspal keras meliputi SBS (*Styrene Butadiene Styrene*), SBR (*Styrene Butadiene Rubber*), dan SIS (*Styrene Isoprene Styrene*), serta karet alam. Semua bahan ini digunakan untuk meningkatkan performa aspal, khususnya dalam hal elastisitas dan daya tahan terhadap beban.

Aspal PG 70 memiliki beberapa kelebihan dibandingkan aspal penetrasi, terutama dalam hal stabilitas, ketahanan terhadap suhu tinggi dan rendah, serta umur layan. Aspal PG 70 memiliki stabilitas yang lebih baik, yang berarti lebih tahan terhadap deformasi permanen seperti alur atau gelombang akibat beban lalu lintas dan suhu tinggi. Aspal PG 70 dirancang untuk berkinerja baik pada berbagai suhu, termasuk suhu tinggi dan rendah, mengurangi risiko retak pada suhu dingin dan deformasi pada suhu panas (Wibisono & Yuantika, 2024). Aspal PG 70 cenderung memiliki kepadatan campuran yang lebih tinggi, yang berarti lebih sedikit rongga udara dalam campuran aspal, sehingga lebih tahan terhadap kerusakan. Kombinasi karakteristik PG 70 yang unggul dapat memperpanjang umur jalan sehingga dapat mengurangi biaya perawatan dan perbaikan (N. G. Pratama & Haratama, 2024).

Penelitian ini memanfaatkan aspal modifikasi polimer PG-70 jenis elastomer sebagai bahan pengikat utama yang diperoleh dari PT. Aspal Polimer Emulsindo. Berikut merupakan spesifikasi dari aspal modifikasi polimer PG-70 menurut Bina Marga Tahun 2024.

Tabel 3.1 Spesifikasi Aspal Pen 60/70 dan Aspal Modifikasi Polimer

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Tipe I Aspal Pen 60-70	Tipe II Aspal Modifikasi	
				PG70	PG76
1.	Penetrasi, 25 °C (0,1 mm)	SNI 2456:2011	60-70	Dilaporkan	
2.	Temperatur yang menghasilkan geser dinamis ( $G^*/\sin\delta$ ) pada osilasi rad/detik $\geq 1,0$ kPa, (°C)	SNI 06-6442-2000	-	70	76
3.	Viskositas kinematis 135 °C (cSt)	SNI 7729:2011	$\geq 300$	$\leq 3000$	
4.	Titik lembek (°C)	SNI 2434:2011	$\geq 48$	Dilaporkan	
5.	Daktilitas pada 25 °C (cm)	SNI 2434:2011	$\geq 100$	-	
6.	Titik nyala (°C)	SNI 2434:2011	$\geq 232$	$\geq 230$	
7.	Kelarutan dalam <i>trichloroethylene</i> (%)	SNI 2438:2015	$\geq 99$	$\geq 99$	
8.	Berat jenis	SNI 2441:2011	$\geq 1,0$	-	

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Tipe I Aspal Pen 60-70	Tipe II Aspal Modifikasi	
				PG70	PG76
9.	Stabilitas penyimpanan: Perbedaan Titik Lembek (°C)	ASTM D7173-20 dan SNI 2434:2011	-	≤ 2,2	
10.	Kadar parafin lilin (%)	SNI 03-3639-2002	≤ 2	-	
<b>Pengujian Residu Hasil TFOT (SNI 06-2440-1991) atau RTFOT (SNI 03-6835-2002)</b>					
11.	Penurunan berat (%)	SNI 06-2440-1991	≤ 0,8	-	
	Perubahan berat (naik/turun) (%)	SNI 03-6835-2002	-	≤ 1,0	
12.	Temperatur yang menghasilkan geser dinamis ( $G^*/\sin\delta$ ) pada osilasi rad/detik $\geq 2,2$ kPa, (°C)	SNI 06-6443-2000	-	70	76
13.	Penetrasi pada 25 °C (% semula)	SNI 2456:2011	$\geq 54$	-	
14.	Daktilitas pada 25 °C (cm)	SNI 2432:2011	$\geq 50$	-	
<b>Pengujian Residu PAV (SNI ASTM D6521:2012) Pada Temperatur 100 °C PG 70 atau 110 °C untuk PG 76 dengan Tekanan 2,1 MPa</b>					
15	Temperatur yang menghasilkan geser dinamis ( $G^*\sin\delta$ ) maksimum 6000 kPa dan sudut fasa ( $\delta$ ) minimum 42° pada osilasi 10 rad/detik; (°C)	SNI 06-6442-2000	-	31	34

(Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga, 2024)

### 3.2 Agregat

Menurut Bina Marga (1987), agregat merupakan campuran material seperti batu pecah, pasir, kerikil, dan mineral lain yang dapat berasal dari alam atau buatan. Agregat dibedakan menjadi kasar ( $\geq 2,36$  mm) dan halus ( $< 2,36$  mm). Dalam campuran aspal, agregat menyusun sebagian besar komposisi, yaitu sekitar 90–95% dari berat dan 75–85% dari volume total campuran (Sukirman, 2003), sehingga sangat memengaruhi kinerja perkerasan (Sukirman, 2003).

Berdasarkan ukurannya, agregat dibagi menjadi 2 jenis yaitu:

a. Agregat Halus

Agregat halus dapat berasal dari pasir alam, hasil pelapukan alami batuan, maupun pasir buatan dari proses pemecahan batu (*stone crusher*). Rentang ukuran butirnya berkisar antara 0,063 mm hingga 4,76 mm, mencakup pasir halus hingga kasar. Pada beton khusus, seperti beton penahan radiasi, digunakan agregat halus khusus seperti serbuk baja atau besi pecah. Adapun ketentuan teknis untuk agregat halus diatur dalam Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI):

- 1) Agregat halus harus terdiri atas butiran dengan distribusi ukuran yang bervariasi (*well-graded*).
- 2) Kandungan lumpur tidak boleh melebihi 5% dari berat kering agregat. Jika melebihi, agregat harus dicuci terlebih dahulu agar tidak menurunkan mutu beton.
- 3) Zat organik (bahan hidup) dalam agregat harus minimal dan dibuktikan melalui uji warna dengan larutan NaOH 3% sesuai metode Abrams-Harder.
- 4) Butiran agregat harus memiliki sifat tajam, keras, dan tahan terhadap pengaruh cuaca, serta tidak mudah hancur akibat perubahan suhu atau kelembaban.
- 5) Angka kehalusan (*Fineness Modulus*) untuk pasir kasar (*Coarse Sand*) berada dalam rentang 3,2 – 4,5.
- 6) Angka kehalusan untuk pasir halus (*Fine Sand*) berada pada kisaran 2,2 – 3,2.
- 7) Agregat halus yang tidak lolos uji persyaratan masih dapat dipakai apabila kekuatan tekan beton pada umur 7 dan 28 hari mencapai minimal 95% dari beton normal, dengan catatan agregat dicuci terlebih dahulu menggunakan larutan NaOH 3% lalu dibilas dengan air bersih.

b. Agregat Kasar

Agregat kasar, atau kerikil, merupakan material hasil pelapukan alami batuan maupun hasil pemecahan batu (*stone crusher*), dengan ukuran butiran berkisar antara 4,76 mm hingga 150 mm. Dalam penggunaannya sebagai komponen

beton, agregat kasar harus memenuhi sejumlah persyaratan teknis sebagai berikut:

- 1) Kandungan bagian lemah, berdasarkan uji gores batang tembaga maksimal 5%.
- 2) Angka kehalusan berada pada rentang 6,0 – 7,5.
- 3) Dapat berupa kerikil alami atau batu pecah, asalkan sesuai standar.
- 4) Tidak mengandung zat berbahaya, seperti senyawa alkali yang dapat merusak beton.
- 5) Harus lulus uji kekerasan dengan bejana Rudeloff di bawah beban 20 ton.
- 6) Kandungan lumpur maksimal 1% dari berat kering agregat; jika melebihi, wajib dicuci.
- 7) Butiran harus keras, tidak berpori, dan jumlah butir pipih tidak melebihi 20% dari total berat.

### **3.3 Filler**

Dalam teknologi campuran perkerasan lentur, *filler* didefinisikan sebagai fraksi agregat mineral yang lolos ayakan saringan No.200 (0,075 mm). *Filler* berperan penting dalam meningkatkan kepadatan volumetrik campuran dengan mengisi rongga antarpartikel agregat, sehingga mengurangi porositas dan meningkatkan stabilitas struktural campuran aspal (Sukirman, 2010). *Filler* berfungsi memperbaiki ikatan antara agregat dengan aspal, serta meningkatkan kohesi internal campuran. Santosa (2001) menambahkan bahwa *filler* yang digunakan harus memiliki berat jenis dalam rentang 0,5–0,9 gram/cm<sup>3</sup> dan berasal dari mineral halus yang bersifat stabil terhadap reaksi kimia dalam campuran. Sifat fisik dan kimia *filler* sangat memengaruhi performa campuran, seperti stabilitas, *flow*, dan rongga dalam agregat (VMA). Oleh karena itu, pemilihan *filler* harus memperhatikan karakteristik material, kompatibilitas dengan aspal, dan kemampuan mengisi rongga udara antar agregat dengan optimal.

*Filler* merupakan material berukuran sangat halus yang berfungsi sebagai pengisi ruang kosong di antara butiran agregat dalam campuran beton aspal. Keberadaan *filler* berperan dalam meningkatkan kerapatan struktur campuran, mengurangi rongga udara, serta memperbaiki sifat mekanis seperti stabilitas dan daya tahan

terhadap deformasi. Secara gradasi, *filler* yang digunakan dalam campuran harus sepenuhnya lolos saringan No.100 dan sedikitnya 75% lolos saringan No.200. Material *filler* dapat diperoleh dari proses alami maupun hasil samping industri, seperti abu batu, semen *portland*, kapur padam, abu terbang (*fly ash*), debu dolomit, serta residu tanur tinggi. Syarat utama bahan pengisi ini adalah memiliki sifat non-plastis dan tidak bereaksi negatif dengan aspal (Hamzah dkk., 2016).

Penambahan *filler* dalam campuran aspal berfungsi untuk meningkatkan viskositas bitumen serta mengurangi sensitivitas campuran terhadap fluktuasi temperatur. Salah satu keuntungan utama dari keberadaan *filler* adalah kemampuannya untuk terdispersi dalam matriks aspal, yang secara tidak langsung meningkatkan volume efektif bitumen. Selain itu, *filler* mampu mengisi rongga antar butiran agregat, sehingga menghasilkan campuran dengan tingkat kepadatan lebih tinggi dan permeabilitas lebih rendah (Hamzah dkk., 2016).

Secara proporsional, komposisi *filler* dalam campuran aspal dibatasi antara 4% hingga 9% dari berat total campuran aspal beton. Jika kadarnya melebihi batas optimum, campuran cenderung menjadi getas dan rawan mengalami retak akibat beban lalu lintas berulang. Sebaliknya, kadar *filler* yang terlalu rendah menyebabkan kelebihan aspal bebas, yang dapat menurunkan kekakuan dan membuat campuran mudah mengalami deformasi plastis, terutama saat suhu tinggi (Pratama et al., 2017). Menurut Sheheard P.B., ada beberapa karakteristik yang harus dimiliki oleh material *filler*, yaitu:

- a. Tidak bersifat reaktif terhadap aspal atau tidak menurunkan kualitas aspal saat dicampur.
- b. Tidak larut dalam air, sehingga tidak mudah tercuci oleh air hujan dan menjaga stabilitas campuran.
- c. Tidak higroskopis, artinya tidak menyerap kelembapan dari udara yang dapat mempengaruhi performa aspal.
- d. Memiliki warna gelap, guna mengurangi penyerapan panas berlebih dari sinar matahari yang dapat mempercepat oksidasi aspal.
- e. Memiliki stabilitas fisik, yaitu tidak mudah hancur saat proses pencampuran panas maupun selama masa layanan perkerasan.

### 3.4 Polyvinyl Chloride (PVC)

Polivinil klorida (PVC) merupakan salah satu jenis polimer termoplastik yang secara global menempati urutan ketiga dalam hal volume penggunaan, setelah polietilena dan polipropilena. Proses pembentukan PVC dilakukan melalui reaksi polimerisasi monomer vinil klorida ( $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ ). Dengan komposisi sekitar 57% massa unsur klor, PVC memiliki karakteristik unik seperti ketahanan terhadap degradasi kimia, kemudahan dalam proses manufaktur, serta fleksibilitas tinggi dalam aplikasi. Di tingkat global, lebih dari 50% produksi PVC dimanfaatkan pada industri kelistrikan, khususnya sebagai pelapis kabel. Selain itu, PVC banyak digunakan dalam sektor konstruksi karena harganya yang ekonomis, ketahanan terhadap korosi, serta kemudahan dalam pemasangan. Aplikasi PVC mencakup berbagai produk, antara lain sistem perpipaan, bahan pelapis atap, perangkat medis, hingga material tekstil dan pakaian (Linggo & Kurniawan, 2015).

PVC merupakan salah satu jenis polimer termoplastik yang bersifat stabil dan tidak mudah terurai secara alami, sehingga sering menimbulkan permasalahan lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Limbah PVC dapat diperoleh dari berbagai produk pasca konsumsi seperti pipa bekas, talang air, pelindung kabel, komponen kelistrikan (steker, soket), botol plastik, dan peralatan rumah tangga berbahan dasar plastik (Pratama et al., 2017).

Dalam aplikasinya pada teknologi perkerasan jalan, limbah PVC memiliki potensi sebagai bahan *additive* (tambahan) dalam campuran aspal, baik sebagai modifikasi langsung terhadap aspal (*binder modifier*) maupun sebagai *filler* dalam campuran beton aspal. Suroso (2004) menyatakan bahwa pemanfaatan plastik, khususnya jenis polimer sintesis seperti PVC, dapat berkontribusi dalam peningkatan performa campuran beraspal, terutama dalam hal ketahanan terhadap deformasi permanen, stabilitas struktural, serta daya tahan terhadap pengaruh suhu ekstrem.

Sifat termoplastik PVC memungkinkan material ini melebur pada suhu pencampuran aspal ( $\pm 150\text{--}160\text{ }^\circ\text{C}$ ), lalu menyatu dengan binder, membentuk ikatan yang lebih elastis dan kuat terhadap beban lalu lintas berulang. Selain itu, pemanfaatan limbah PVC dalam campuran aspal juga mendukung pendekatan

pembangunan berkelanjutan (*green pavement*) melalui reduksi limbah padat plastik di lingkungan (Rasul & Sari, 2022).



Gambar 3.4 Serbuk PVC

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

### **3.5 Marshall Test**

*Marshall Test* atau Pengujian *Marshall* adalah metode yang digunakan untuk mengukur karakteristik fisik dan mekanik campuran aspal, serta untuk menentukan kekuatan dari campuran tersebut. Tujuan utama dari uji ini adalah untuk mengevaluasi dua parameter utama, yaitu stabilitas dan kelelahan (*flow*), yang menunjukkan sejauh mana campuran aspal dapat menahan beban dan seberapa besar deformasi yang terjadi ketika diberi tekanan. Selain itu, uji *Marshall* juga digunakan untuk mengukur kepadatan dan jumlah pori yang terbentuk dalam campuran aspal, yang mempengaruhi durabilitas dan performa jalan tersebut, terutama dalam hal ketahanan terhadap keausan, deformasi, dan permeabilitas air.

Hasil pengujian *Marshall* digunakan untuk membuat grafik yang menggambarkan hubungan antara kadar aspal dengan beberapa parameter kunci campuran aspal.

Beberapa parameter yang dianalisis dalam uji *Marshall* adalah:

a. Stabilitas

Untuk menilai karakteristik campuran yang memenuhi spesifikasi teknis, dilakukan evaluasi terhadap hasil pengujian *Marshall*, salah satunya melalui parameter stabilitas. Stabilitas didefinisikan sebagai kemampuan campuran aspal dalam menahan beban sampai terjadi deformasi maksimum. Nilai stabilitas diperoleh dari pembacaan jarum dial pada alat uji *Marshall*, yang umumnya menunjukkan satuan *pound-force* (Lbf). Data tersebut kemudian dikonversi ke dalam satuan kilogram (kg) agar sesuai dengan standar analisis.

Selain itu, koreksi juga dilakukan terhadap dimensi benda uji, seperti ketebalan atau volume, guna mendapatkan nilai stabilitas yang representatif terhadap kondisi lapangan.

$$S = P \times \text{Angka Korelasi} \times r \quad (3.1)$$

Dimana:

S = Stabilitas (kg)

P = Kalibrasi *proving ring*

r = Nilai pembacaan arloji stabilitas

b. Kelelahan (*Flow*)

Nilai kelelahan (*flow*) yang diperoleh dari pengujian *Marshall* menunjukkan deformasi maksimum yang terjadi pada saat stabilitas optimum tercapai, menandakan batas kekuatan campuran sebelum mengalami kerusakan. Seperti halnya stabilitas, nilai *flow* diperoleh dari pembacaan jarum dial pada alat uji. Namun, pada umumnya, alat dial *flow* sudah terkalibrasi dalam satuan milimeter (mm), sehingga tidak diperlukan konversi satuan tambahan.

c. Rongga diantara Mineral Agregat (VMA - *Void In The Mineral Agregat*)

Rongga diantara Mineral Agregat (VMA) merupakan parameter volumetrik yang menggambarkan volume rongga antar butiran agregat dalam campuran aspal, termasuk rongga udara (*air voids*) dan volume aspal efektif (aspal yang berada di luar agregat, tidak termasuk yang diserap oleh pori-pori agregat). VMA menjadi indikator penting dalam menilai seberapa efisien susunan agregat dalam campuran beraspal dapat menampung aspal untuk mencapai keseimbangan antara stabilitas, fleksibilitas, dan ketahanan terhadap deformasi. VMA dihitung dalam satuan persen terhadap volume total campuran setelah pemadatan dan berdasarkan berat jenis *bulk* agregat (*Gsb*). Perhitungan VMA terhadap campuran dapat dilakukan menggunakan rumus berikut:

$$VMA = 100 - \frac{Gmb \times Ps}{Gsb} \quad (3.2)$$

Dimana:

VMA = Rongga udara pada mineral agregat (%)

Gmb = Berat jenis campuran setelah pemadatan (g/ml)

Gsb = Berat jenis *bulk* agregat (g/ml)

Ps = Kadar agregat (%)

d. Rongga dalam Campuran (VIM - *Void in The Compacted Mixture*)

Rongga dalam campuran (VIM) digunakan untuk mengukur persentase rongga yang ada dalam campuran. Kandungan rongga udara dalam campuran aspal ditentukan oleh konfigurasi gradasi agregat serta bentuk dan tekstur permukaan butiran agregat. Ketidakteraturan bentuk agregat dan distribusi ukuran partikel yang kurang seragam dapat menghasilkan rongga udara yang lebih tinggi. Rongga udara ini menjadi parameter penting dalam mengevaluasi durabilitas campuran beraspal, karena berfungsi sebagai ruang untuk ekspansi termal dan aliran air. Volume rongga udara dalam campuran dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$VIM = 100 \times \frac{Gmm - Gmb}{Gmm} \quad (3.3)$$

Dimana:

VIM = Rongga udara dalam campuran setelah pemadatan (%)

Gmm = Berat jenis campuran maksimum teoritis setelah pemadatan (g/ml)

Gmb = Berat jenis campuran setelah pemadatan (g/ml)

e. Rongga Terisi Aspal (VFA - *Void Filled with Asphalt*)

Rongga terisi aspal (VFA) adalah persentase rongga yang terdapat di antara partikel agregat VMA (*Void in Mineral Aggregate*) yang terisi oleh aspal, namun tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat. VFA yang tinggi menunjukkan campuran yang lebih padat dan lebih stabil.

$$VFA = 100 \times \frac{(VMA - VIM)}{VMA} \quad (3.4)$$

Dimana:

VFA = Rongga udara yang terisi aspal (%)

VMA = Rongga udara antar agregat (%)

VIM = Rongga udara dalam campuran setelah pemadatan (%)

f. *Marshall Quotient* (MQ)

*Marshall Quotient* (MQ) merupakan parameter yang digunakan untuk mengevaluasi kekakuan relatif campuran aspal berdasarkan hasil uji *Marshall*. MQ dihitung sebagai rasio antara stabilitas *Marshall* (dalam satuan kg) terhadap

nilai *flow* atau keelehan (dalam satuan mm). Parameter ini mencerminkan ketahanan campuran terhadap deformasi plastis permanen ketika menerima beban lalu lintas berulang.

$$MQ = \frac{S}{F} \quad (3.5)$$

Dimana:

MQ = *Marshall Quotient* (kg/mm)

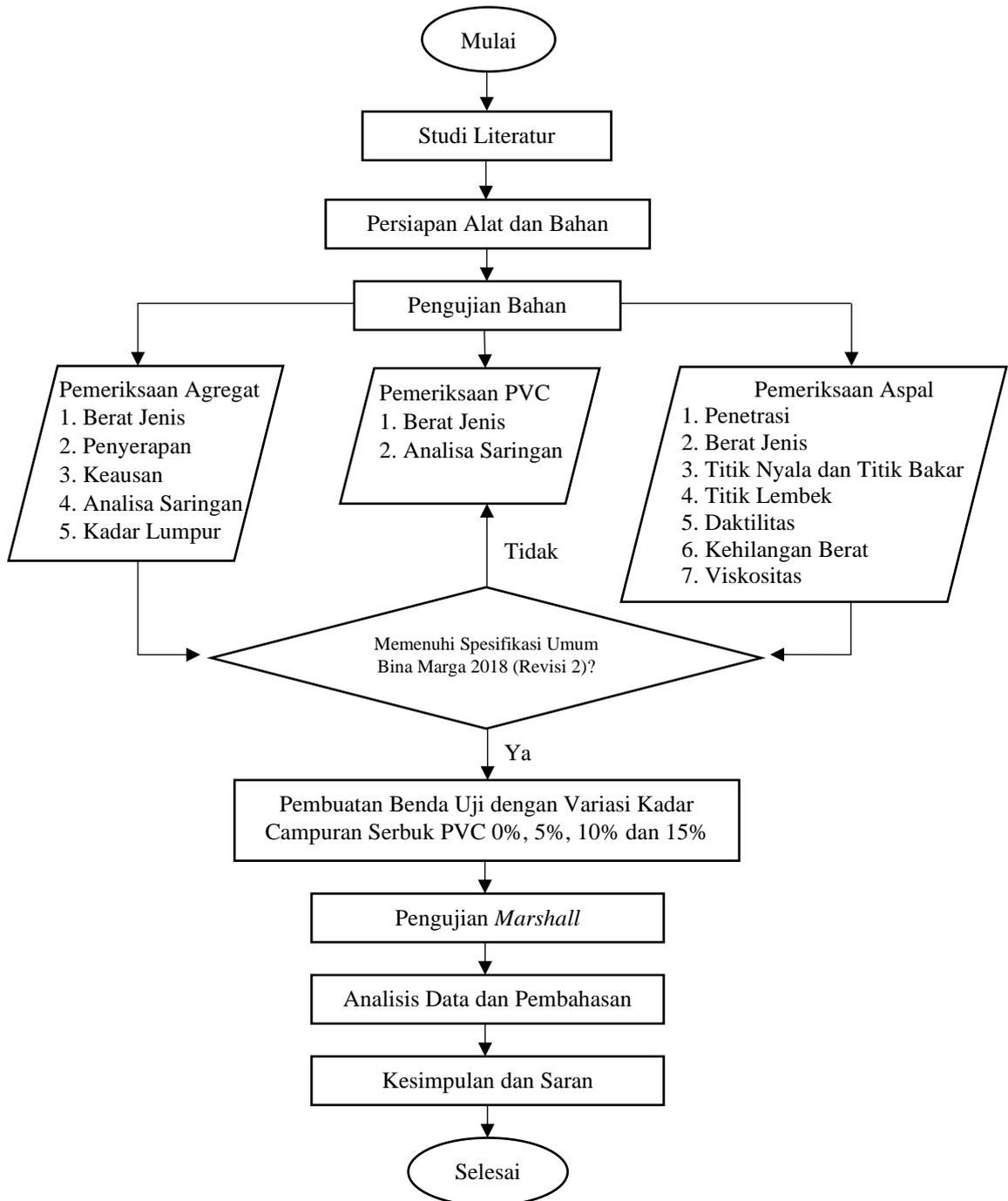
S = *Stabilitas marshall* (kg)

F = *Flow/Kelelehan* (mm)

## BAB 4 METODE PENELITIAN

### 4.4 Prosedur Penelitian

Berikut adalah prosedur penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

#### 4.4.1 Persiapan

Pada tahap ini meliputi studi literatur dan persiapan alat dan bahan yang akan digunakan pada saat penelitian. Persiapan alat dilakukan dengan memeriksa kondisi alat di laboratorium serta melakukan kalibrasi alat sebelum digunakan untuk memastikan bahwa alat tersebut masih bisa digunakan dan sudah sesuai dengan ketentuan. Persiapan bahan dilakukan dengan membawa bahan-bahan dari sumbernya ke Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dan menyiapkannya sebelum digunakan dalam campuran.

#### 4.4.2 Pengujian Aspal

##### a. Penetrasi



Gambar 4.2 Alat Uji Penetrasi Aspal

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan tingkat kekasaran atau sifat fisik aspal. Nilai penetrasi aspal diperoleh dengan menusukkan jarum yang diberi beban 100 gram pada suhu 25°C, dengan durasi pengujian selama 5 detik.

##### b. Berat Jenis

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai berat jenis aspal yang diukur dengan piknometer yang kemudian dihitung menggunakan rumus berat jenis aspal.

##### c. Titik Nyala dan Titik Bakar



Gambar 4.3 Alat Uji Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui besaran suhu di mana api menyala di atas aspal kurang dari 5 detik, digunakan untuk menentukan nilai titik nyala, sedangkan api yang menyala di atas aspal lebih dari 5 detik digunakan untuk menentukan nilai titik bakar.

d. Titik Lembek



Gambar 4.4 Alat Uji Titik Lembek Aspal

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan suhu titik lembek aspal. Titik lembek aspal diukur pada saat suhu ketika bola baja menekan turun lapisan aspal yang tertahan dalam cincin, hingga menyentuh pelat dasar yang terletak di bawah cincin akibat pemanasan yang diberikan.

e. Daktilitas



Gambar 4.5 Alat Uji Daktilitas Aspal

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai daktilitas aspal. Daktilitas aspal adalah ukuran keelastisitasan aspal, yang diukur berdasarkan jarak terjauh yang dapat dicapai antara dua cetakan yang berisi aspal keras sebelum aspal tersebut putus. Pengujian ini dilakukan pada suhu dan kecepatan tarik tertentu.

f. Kehilangan Berat Minyak



Gambar 4.6 Alat Uji Kehilangan Berat Minyak Aspal

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah kehilangan berat minyak dan aspal yang dinyatakan dalam persen berat semula. Kehilangan atau penurunan berat minyak dan aspal dihitung berdasarkan selisih berat sebelum dan sesudah pemanasan pada suhu dan durasi tertentu.

Tabel 4.1 Standar Pengujian Aspal Modifikasi Polimer

No.	Pengujian	Metode Pengujian	Spesifikasi
1	Penetrasi	SNI 2456:2011	$\geq 40$
2	Berat Jenis	SNI 2441:2011	$\geq 1,0$
3	Titik Nyala dan Titik Bakar ( $^{\circ}\text{C}$ )	SNI 2433:2011	$\geq 230$
4	Titik Lembek ( $^{\circ}\text{C}$ )	SNI 2434:2011	$\geq 48$
5	Daktilitas (cm)	SNI 2432:2011	$\geq 100$
6	Kehilangan Berat	SNI 06-2440-1991	$\leq 0,8$

(Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga, 2024)

#### 4.4.3 Pengujian Agregat

a. Berat Jenis dan Penyerapan

Pengujian ini bertujuan untuk memperoleh nilai berat jenis curah, berat jenis permukaan jenuh, berat jenis semu, dan penyerapan air agregat.

b. Keausan

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan ketahanan agregat terhadap keausan dengan menggunakan mesin *Los Angeles Abrasion*, yang mengukur perbandingan antara berat bahan aus dengan berat semula yang dinyatakan dalam bentuk persen.



Gambar 4.7 Alat Uji Keausan Agregat (*Los Angeles Abrasion*)

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Tabel 4.2 Standar Pengujian Agregat Kasar

No.	Pengujian	Metode Pengujian	Spesifikasi
1	Berat Jenis Agregat Kasar - <i>Bulk</i> - SSD - Semu	SNI 1969:2016	Min. 2,1
2	Penyerapan Air Agregat Kasar	SNI 1969:2008	Maks. 3%
3	Keausan Agregat	SNI 2417:2008	Maks. 30%

(Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga, 2024)

Tabel 4.3 Standar Pengujian Agregat Halus

No.	Pengujian	Metode Pengujian	Spesifikasi
1	Berat Jenis Agregat Halus	SNI 1970:2016	Min. 2,51
2	Penyerapan Air Agregat Kasar	SNI 1970:2008	Maks. 5%
3	Keausan Agregat	SNI 2417:2008	Maks. 30%

(Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga, 2024)

#### 4.4.4 Pengujian Serbuk PVC

Pengujian pada serbuk PVC dilakukan melalui pengujian analisa saringan, dimana serbuk PVC yang digunakan sebagai pengganti *filler* harus lolos saringan No. 200 (75 mikron). Sebelum digunakan dalam proses pencampuran, serbuk PVC dikeringkan terlebih dahulu di oven kemudian disaring dengan saringan No. 200. Variasi pengganti *filler* serbuk PVC yang digunakan adalah 0%, 3%, 6%, dan 9% dari berat total agregat.

Tabel 4.4 Standar Pengujian *Filler*

No.	Pengujian	Metode Pengujian	Spesifikasi
1.	Berat Jenis	SNI 1970:2016	2,25 – 2,7 gram/ml
2.	<i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF)	Studi literatur	-

(Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga, 2024)

#### 4.4.5 Perencanaan Gradasi Agregat

Pada penelitian ini, digunakan gradasi agregat untuk campuran aspal beton (AC-WC). Gradasi agregat gabungan untuk campuran beraspal ditunjukkan dalam persentase terhadap berat agregat, dan *filler* harus memenuhi batas-batas yang telah ditetapkan seperti yang tercantum dalam tabel berikut:

Tabel 4.5 Persyaratan Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Laston

Ukuran Saringan		% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat		
ASTM	(mm)	WC	BC	Base
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	0,6	14 - 30	12 - 28	10 - 22
No. 50	0,3	9 - 22	7 - 20	6 - 15
No. 100	0,15	6 - 15	5 - 13	4 - 10
No. 200	0,075	4 - 9	4 - 8	3 - 7

(Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga, 2024)

#### 4.4.6 Kadar Aspal Perkiraan

Pada penelitian ini, digunakan 4 variasi persentase pengganti *filler* serbuk PVC, yaitu 0%, 3%, 6%, 9%, dan 5 variasi kadar aspal, yaitu 1 kadar aspal rencana serta 4 kadar aspal di bawah dan di atas kadar aspal rencana, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.6. Dengan demikian, keseluruhan jumlah benda uji yang digunakan adalah sebanyak 72 buah.

Tabel 4.6 Total Jumlah Benda Uji

Kadar Campuran Serbuk PVC (%)	Kadar Aspal (%)					
	Pb - 1	Pb - 0,5	Pb	Pb + 0,5	Pb + 1	KAO
0	3	3	3	3	3	3
3	3	3	3	3	3	3
6	3	3	3	3	3	3
9	3	3	3	3	3	3
Jumlah						72

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

#### 4.4.7 Metode Pembuatan Benda Uji

Metode pencampuran yang digunakan adalah metode kering, yaitu dengan mencampurkan aspal panas bersama bahan-bahan lainnya, seperti agregat kasar, agregat halus, dan *filler*.

##### a. Pembuatan Benda Uji Campuran Beraspal

- 1) Menghitung perkiraan awal kadar aspal (Pb) sebagai berikut:

$$Pb = 0,035 \%CA + 0,045 \%FA + 0,18 \%FF + K \quad (4.1)$$

Dimana:

Pb = Kadar aspal rencana (%)

%CA = *Coarse Aggregate*, agregat kasar yang lolos saringan no. ¾ dan tertahan saringan No. 4 (%)

%FA = *Fine Aggregate*, agregat halus yang lolos saringan No. 4 dan tertahan saringan No. 200 (%)

%FF = *Filler Fraction*, fraksi *filler* yang lolos saringan No. 200 (%)

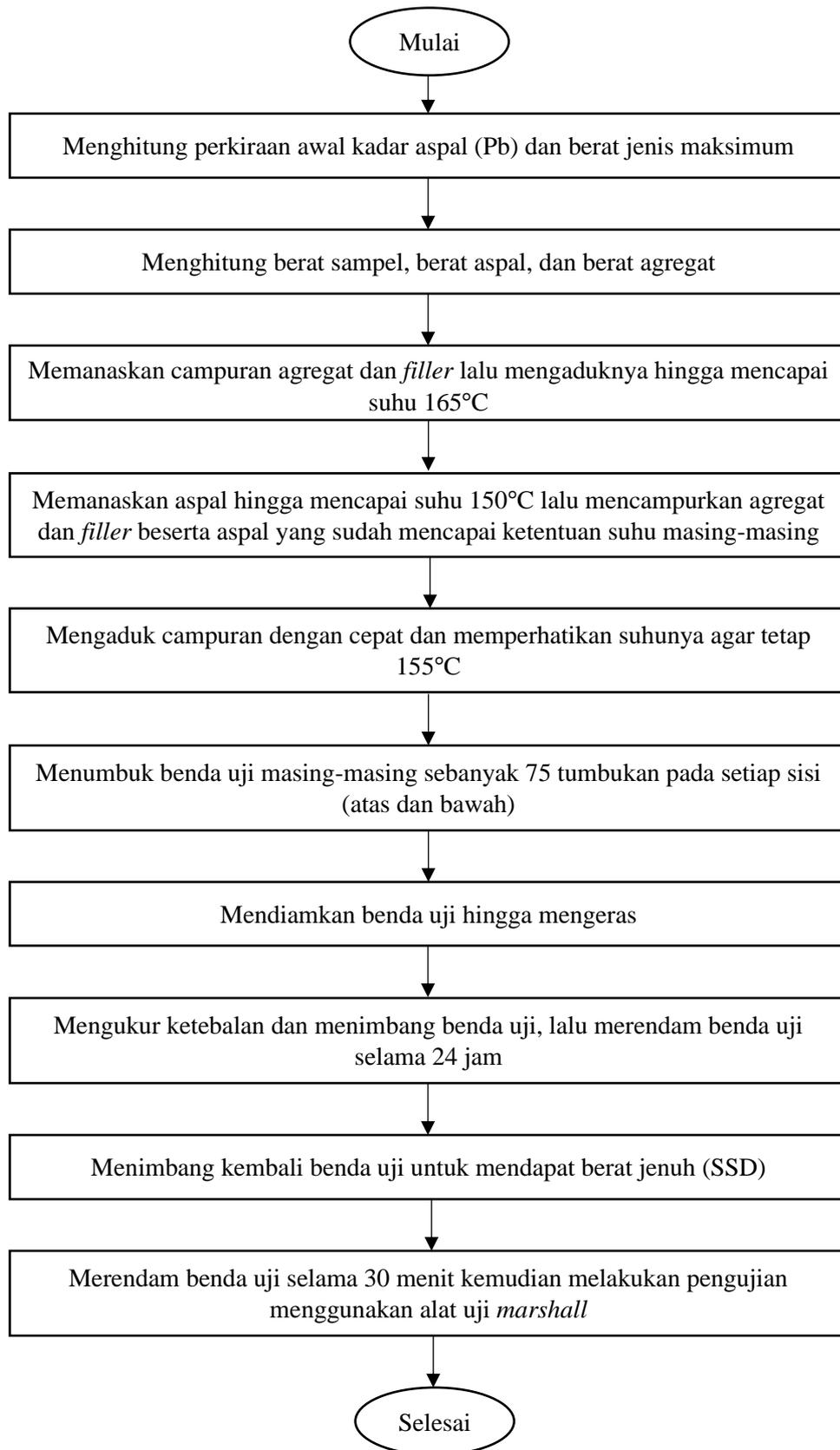
K = Konstanta, berkisar antara 0,5 - 1 untuk laston

- 2) Setelah diperoleh nilai kadar aspal, langkah selanjutnya adalah menghitung berat jenis maksimum dengan menggunakan data dari percobaan berat jenis agregat kasar dan halus.
- 3) Setelah semua data diperoleh, langkah berikutnya adalah menghitung berat sampel, berat aspal, dan berat agregat berdasarkan persentase yang tertahan.

##### b. Proses Pencampuran Benda Uji

- 1) Menyiapkan bahan untuk setiap benda uji yang diperlukan, yaitu agregat sebanyak  $\pm 1200$  gram.
- 2) Memanaskan panci pencampur beserta agregat kasar, agregat halus, dan *filler* berupa serbuk PVC, lalu mengaduknya hingga mencapai suhu 165°C. Sementara itu, aspal dipanaskan terpisah pada suhu 150°C dalam panci aspal.
- 3) Dalam memanaskan aspal, perlu diperhatikan agar adukan tetap konsisten, untuk mencegah penggumpalan dan memastikan campuran tetap homogen.
- 4) Setelah pemanasan campuran mencapai suhu 165°C, letakkan campuran pada timbangan dalam keadaan panas, kemudian tuangkan aspal yang telah dipanaskan pada suhu 150°C sesuai kadar aspal yang dibutuhkan.

- 5) Campuran tersebut kemudian diaduk dengan cepat hingga seluruh permukaan agregat terlapisi aspal secara merata. Suhu pengadukan campuran dijaga agar tetap sekitar 155°C, yang dipantau menggunakan termometer.
- 6) Lakukan pemadatan sampel sebanyak 75 kali tumbukan pada setiap sisi (atas dan bawah) menggunakan alat penumbuk.
- 7) Diamkan benda uji terlebih dahulu agar mengeras sebelum dikeluarkan dari cetakan.
- 8) Ukur ketebalan, timbang, dan kemudian rendam benda uji dalam air biasa pada suhu normal selama 24 jam.
- 9) Menimbang kembali benda uji untuk mendapatkan berat jenuh (SSD).
- 10) Merendam benda uji di dalam *waterbath* selama 30 – 40 menit kemudian melakukan pengujian dengan menggunakan alat uji *marshall*.



Gambar 4.8 Diagram Alir Pembuatan Benda Uji

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

c. *Marshall Test*

Pengujian *Marshall* merupakan metode standar yang digunakan untuk mengevaluasi karakteristik mekanis campuran aspal, khususnya stabilitas dan kelelehannya, sesuai dengan ketentuan dalam SNI 06-2489-1991 atau AASHTO T245-90. Prosedur pengujian diawali dengan merendam benda uji dalam bak air bersuhu  $60 \pm 1^\circ\text{C}$  selama 30 hingga 40 menit untuk mencapai kondisi termal yang seragam. Setelah perendaman, benda uji segera diangkat dan dalam waktu kurang dari 30 detik harus ditempatkan pada posisi uji dalam segmen bawah alat *Marshall* untuk mencegah penurunan suhu yang signifikan.

Proses pembebanan dilakukan secara aksial dengan menggunakan kecepatan penetrasi konstan sebesar 50 mm/menit hingga tercapai beban maksimum, yang ditandai dengan menurunnya angka pembacaan pada alat pencatat beban. Selama proses ini, dua parameter utama diukur, yaitu nilai stabilitas sebagai beban maksimum yang mampu ditahan oleh benda uji sebelum mengalami deformasi, dan nilai *flow* sebagai besar deformasi plastis horizontal yang terjadi hingga titik maksimum tersebut.

Tabel 4.7 Standar Sifat Campuran Laston Modifikasi (AC Mod)

Sifat – Sifat Campuran		Laston (AC)		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Fondasi
Jumlah tumbukan per bidang		75		112
Rongga dalam campuran, VIM (%)	Min.	3,0		
	Maks.	5,0		
Rongga dalam agregat, VMA (%)	Min.	15	14	13
Rongga terisi aspal, VFA (%)	Min.	65	65	65
Stabilitas <i>marshall</i> (kg)	Min.	1000		2250
<i>Flow</i> (mm)	Min.	2		3
	Maks.	4		6
Stabilitas <i>marshall</i> sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, $60^\circ\text{C}$	Min.	90		

(Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga, 2024)

#### 4.5 Bahan Penelitian

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

- a. Aspal dengan nilai penetrasi 60/70.
- b. Agregat kasar.
- c. Agregat halus.
- d. Bahan pengganti *filler* yaitu serbuk PVC.

#### 4.6 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Alat uji untuk pengujian agregat meliputi beberapa peralatan, seperti set saringan (*sieve shaker*) yang digunakan untuk memisahkan agregat berdasarkan gradasinya, mesin LAA (*Los Angeles Abrasion*) untuk menguji keausan agregat kasar, serta alat untuk mengukur berat jenis yang meliputi piknometer, timbangan, dan pemanas.
- b. Alat uji untuk pengujian aspal meliputi alat uji penetrasi, titik nyala dan bakar, titik lembek, daktilitas, berat jenis, kehilangan berat, dan viskositas.
- c. Alat uji untuk karakteristik campuran agregat aspal yang digunakan adalah seperangkat alat untuk metode pengujian *marshall*, yang mencakup:
  - 1) Alat uji tekan *Marshall* terdiri dari kepala penekan berbentuk melengkung, cincin penguji dengan kapasitas 22,2 kN (5000 lbs), yang dilengkapi dengan arloji *flow* meter.
  - 2) Alat cetak benda uji berbentuk silinder dengan diameter 4 inci (10,16 cm) dan tinggi 2,5 inci (6,35 cm).
  - 3) Alat penumbuk manual yang digunakan untuk memadatkan campuran dengan 75 kali tumbukan pada setiap sisi (atas dan bawah).
  - 4) Alat pendorong benda uji untuk mengeluarkan benda uji yang telah dipadatkan dari dalam cetakan menggunakan dongkrak hidrolik.
  - 5) Bak perendam (*water bath*) yang dilengkapi dengan pengatur suhu.
  - 6) Alat-alat penunjang lain yang meliputi wadah pencampur, kompor pemanas, termometer, sendok pengaduk, sarung tangan anti panas, kain lap, timbangan, bak perendam benda uji, jangka sorong, dan spidol untuk menandai benda uji.

#### **4.7 Analisa Data**

Tahapan analisis data dilakukan berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh. Dengan melakukan pengujian seperti analisa saringan, berat jenis, penyerapan air, dan keausan penulis dapat mengidentifikasi karakteristik material dalam campuran aspal beton (AC-WC) yang berupa aspal, agregat, dan *filler* serbuk PVC. Selain itu, melalui pengujian *marshall*, penulis dapat menghitung dan mengevaluasi pengaruh penambahan serbuk PVC pada campuran aspal beton lapis permukaan (AC-WC) terhadap karakteristik *marshall*.

### 4.8 Jadwal Penelitian

Berikut adalah jadwal penelitian yang akan dilakukan.

Tabel 4.8 Estimasi Jadwal Penelitian

No	Tahapan	2024												2025																											
		Oktober				November				Desember				Januari				Februari				Maret				April				Mei				Juni				Juli			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Pengajuan Judul																																								
2	Penyusunan Proposal																																								
3	Seminar Proposal																																								
4	Revisi Seminar Proposal																																								
5	Pelaksanaan Penelitian																																								
6	Penyusunan Hasil Penelitian dan Pembahas																																								
7	Penyusunan Kesimpulan dan Saran																																								
8	Seminar Hasil																																								
9	Sidang Akhir																																								
10	Revisi/Finalisasi Naskah Skripsi																																								
Keterangan		Rencana				Aktual				Jadwal Penelitian Tugas Akhir Dea Desvita Aulia (3336210056)																															
<b>Bimbingan Skripsi Dea Desvita Aulia</b>																																									
1	Bimbingan 1																																								
2	Bimbingan 2																																								
3	Bimbingan 3																																								
4	Bimbingan 4																																								
5	Bimbingan 5																																								
6	Bimbingan 6																																								
7	Bimbingan 7																																								
8	Bimbingan 8																																								
9	Bimbingan 9																																								
10	Bimbingan 10																																								

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

## BAB 5

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Material

Pengujian laboratorium terhadap material yang digunakan dalam penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Pengujian mencakup evaluasi sifat fisik dan mekanis dari agregat kasar, agregat halus, serbuk PVC, serta aspal. Data hasil pengujian ini digunakan sebagai dasar dalam analisis performa campuran aspal beton, khususnya dalam menilai pengaruh variasi serbuk PVC terhadap karakteristik campuran AC-WC dengan aspal modifikasi polimer.

##### 5.1.1 Analisis Karakteristik Agregat

Pada penelitian ini, material agregat yang digunakan terdiri atas agregat kasar dan agregat halus. Untuk mengevaluasi kelayakan material tersebut dalam campuran aspal beton, dilakukan serangkaian pengujian karakteristik fisik agregat yang meliputi berat jenis (bulk, SSD, dan apparent), daya serap air (absorpsi), serta tingkat keausan yang diuji menggunakan mesin Los Angeles Abrasion. Hasil dari pengujian ini menjadi acuan penting dalam menentukan kualitas dan kesesuaian agregat terhadap spesifikasi teknis yang dipersyaratkan dalam perkerasan lentur.

##### 5.1.1.1 Hasil Pengujian Agregat Kasar

Pada penelitian ini agregat kasar yang digunakan adalah split 1-2 (lolos saringan no.  $\frac{3}{4}$  tertahan saringan no.  $\frac{3}{8}$ ) dan *screening* (lolos saringan no.  $\frac{3}{8}$  tertahan saringan no. 4). Pengujian agregat kasar meliputi berat jenis, penyerapan agregat dan keausan agregat.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar (*Split 1-2*)

No.	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi		Standar Pengujian
			Min.	Maks.	
1.	Berat Jenis <i>Bulk</i> (g/ml)	2,56	2,1	-	SNI 1969:2016
2.	Berat Jenis <i>Apparent</i> (g/ml)	2,61			SNI 1969:2017
3.	Berat Jenis SSD (g/ml)	2,7			SNI 1969:2018
4.	Penyerapan (%)	2	-	3	SNI 1969:2019
5.	Keausan (%)	25,94	-	30	SNI 2417:2008

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar (*Screening*)

No.	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi		Standar Pengujian
			Min.	Maks.	
1.	Berat Jenis <i>Bulk</i> (g/ml)	2,55	2,1	-	SNI 1969:2016
2.	Berat Jenis <i>Apparent</i> (g/ml)	2,60			SNI 1969:2017
3.	Berat Jenis SSD (g/ml)	2,67			SNI 1969:2018
4.	Penyerapan (%)	1,76	-	3	SNI 1969:2019
5.	Keausan (%)	25,94	-	30	SNI 2417:2008

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

a. Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar



Gambar 5.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Pengujian berat jenis terhadap agregat kasar dilakukan sebanyak tiga kali pada masing-masing jenis agregat, sesuai dengan ketentuan SNI 1969:2016. Berdasarkan hasil yang ditampilkan pada Tabel 5.1, agregat jenis *split* 1–2 memiliki berat jenis *bulk* sebesar 2,56 g/ml, *apparent* sebesar 2,61 g/ml, dan SSD sebesar 2,70 g/ml. Sementara itu, hasil pada agregat jenis *screening* (Tabel 5.2) menunjukkan berat jenis *bulk* sebesar 2,55 g/ml, *apparent* 2,60 g/ml, dan SSD 2,67 g/ml. Seluruh nilai tersebut telah memenuhi persyaratan minimum berat jenis agregat kasar, yaitu  $\geq 2,1$  g/ml, sehingga dapat dinyatakan layak digunakan dalam campuran aspal. Berat jenis agregat yang rendah akan menghasilkan volume agregat yang lebih besar, sehingga memerlukan kadar aspal lebih tinggi. Selain itu, nilai berat jenis yang kecil juga berkontribusi terhadap meningkatnya nilai VIM, akibat bertambahnya rongga udara dalam campuran.

Pengujian penyerapan air pada agregat kasar dilakukan sebanyak tiga kali untuk masing-masing jenis agregat, mengacu pada SNI 1969:2016. Hasil pengujian menunjukkan bahwa agregat *split* 1–2 memiliki nilai penyerapan sebesar 2%, sedangkan agregat screening sebesar 1,76%. Kedua nilai tersebut berada di bawah batas maksimum yang dipersyaratkan, yaitu 3%, sehingga agregat dinyatakan memenuhi syarat untuk digunakan dalam campuran aspal. Nilai penyerapan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan aspal terserap secara berlebihan oleh agregat, mengakibatkan lapisan film aspal menjadi tipis dan menurunkan efektivitas pengikatan antarpartikel agregat.

b. Pengujian Keausan Agregat Kasar



Gambar 5.2 Pengujian Keausan Agregat Kasar

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Pengujian terhadap keausan agregat dilakukan sebanyak 3 kali pengujian berdasarkan SNI 2417-2008. Berdasarkan Tabel 5.1 dan 5.2 hasil pengujian keausan agregat rata-rata yaitu 25,94%. Dari hasil pengujian yang dilakukan sudah memenuhi persyaratan pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2024 yaitu dengan nilai keausan maksimal sebesar 30%.

5.1.1.2 Hasil Pengujian Agregat Halus



Gambar 5.3 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Pada penelitian ini agregat halus yang digunakan adalah agregat yang lolos saringan no. 4. Pengujian agregat halus meliputi pengujian berat jenis agregat dan penyerapan agregat.

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Agregat Halus

No.	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi		Standar Pengujian
			Min.	Maks.	
1.	Berat Jenis <i>Bulk</i> (g/ml)	2,66	2,51	-	SNI 1970:2016
2.	Berat Jenis <i>Apparent</i> (g/ml)	2,94			SNI 1970:2017
3.	Berat Jenis SSD (g/ml)	2,75			SNI 1970:2018
4.	Penyerapan (%)	3,64	-	5	SNI 1970:2019

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Pengujian terhadap berat jenis agregat halus dilakukan sebanyak tiga kali sesuai dengan metode SNI 1969:2016. Berdasarkan data pada Tabel 5.3, diperoleh nilai rata-rata berat jenis *bulk* sebesar 2,66 g/ml, *apparent* sebesar 2,94 g/ml, dan SSD sebesar 2,75 g/ml. Seluruh hasil pengujian menunjukkan bahwa agregat halus memenuhi syarat minimal berat jenis sebesar 2,51 g/ml, sehingga dinyatakan layak untuk digunakan dalam campuran aspal. Agregat halus yang memiliki berat jenis rendah akan menghasilkan volume yang lebih besar, yang secara langsung mempengaruhi kebutuhan aspal dalam campuran. Semakin kecil berat jenisnya, maka rongga antar butiran dalam campuran (VIM) cenderung meningkat, yang dapat mempengaruhi kerapatan dan kekuatan campuran secara keseluruhan.

Pengujian terhadap penyerapan agregat halus dilakukan sebanyak 3 kali pengujian pada masing-masing agregat halus berdasarkan SNI 1969-2016. Diketahui hasil pengujian penyerapan agregat halus rata-rata yaitu sebesar 3,64%, hal tersebut menunjukkan bahwa agregat halus baik digunakan pada campuran aspal karena hasil pengujian telah memenuhi persyaratan yaitu maksimal sebesar 5%. Jika nilai penyerapan terlalu besar maka agregat akan menyerap banyak aspal sehingga film aspal semakin tipis dan berkurang fungsinya untuk meminimalisir potensi pelemahan ikatan antar agregat.

## 5.1.2 Analisis Karakteristik Serbuk PVC

### 5.1.2.1 Pengujian Berat Jenis Serbuk PVC

Serbuk PVC yang digunakan pada penelitian ini berasal dari limbah (*waste*) pabrik PT. Asahimas Chemical yang terletak di Cilegon, Banten.



Gambar 5.4 Pengujian Berat Jenis *Filler* Serbuk PVC

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Berat Jenis Serbuk PVC

No.	Keterangan	I	II	Satuan
1.	Berat Piknometer (W1)	72,83	72,76	gram
2.	Berat Piknometer + Air (25°C) (W2)	191,07	182,27	gram
3.	Berat Piknometer + Serbuk PVC (W3)	97,83	110,67	gram
4.	Berat Piknometer + Serbuk PVC + Air (W4)	195	197,85	gram
5.	Berat Jenis Serbuk PVC	1,187	1,698	gram/ml
6.	Rata-rata Berat Jenis Serbuk PVC	1,442		gram/ml

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Pengujian terhadap berat jenis *filler* yaitu serbuk PVC dilakukan sebanyak 2 kali pengujian pada masing-masing *filler* serbuk PVC berdasarkan SNI 1970-2016. Berdasarkan Tabel 5.4 diketahui berat jenis *filler* serbuk PVC rata-rata yaitu sebesar 1,442 g/ml. Penggunaan material *filler* dengan berat jenis rendah cenderung menghasilkan campuran beraspal yang memiliki kandungan aspal efektif lebih sedikit. Kondisi ini berdampak pada meningkatnya nilai rongga dalam campuran (VIM) serta menurunnya nilai rongga yang terisi aspal (VFA). Hal ini menunjukkan bahwa campuran menjadi lebih berpori dan kurang padat, yang pada akhirnya dapat memengaruhi kinerja perkerasan terhadap lalu lintas dan cuaca (Rohman et al.,

2020). Pada penelitian ini, hasil pengujian berat jenis pada serbuk PVC memiliki nilai yang termasuk kecil jika dibandingkan dengan berat jenis *filler* lainnya seperti abu batu, abu terbang (*fly ash*), abu ampas tebu yang memiliki berat jenis berkisar antara 1,9 – 2,6 gram/ml.

### 5.1.2.2 Pengujian *X-Ray Fluorescence* (XRF) Serbuk PVC

Metode *X-Ray Fluorescence* digunakan sebagai teknik analisis elemental non-destruktif untuk mengetahui komposisi kimia dari suatu material tanpa menyebabkan kerusakan pada sampel. Teknik ini bekerja dengan memanfaatkan sinar-X untuk memicu fluoresensi pada atom dalam sampel, sehingga menghasilkan spektrum yang mencerminkan unsur-unsur yang terkandung di dalamnya. Dalam konteks penelitian ini, analisis XRF dimanfaatkan untuk mengevaluasi kandungan unsur dalam serbuk PVC, sebagai bagian dari kajian awal terhadap karakteristik kimia material limbah tersebut. Hasil dari pengujian ini memberikan gambaran tentang jenis dan konsentrasi unsur-unsur yang terdapat dalam PVC, yang selanjutnya dapat digunakan untuk mendukung analisis kelayakan penggunaannya sebagai *filler* dalam campuran aspal (Sa'dillah et al., 2023). Berikut ini adalah unsur yang terdeteksi oleh alat XRF pada biji plastik PVC.

Tabel 5.5 Hasil Pengujian XRF Serbuk PVC

No.	Senyawa	Konsentrasi (%)
1	8Cl	88,35
2	CaO	6,65
3	TiO <sub>2</sub>	3,22
4	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,25
5	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,17
6	CuO	0,052
7	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,54
8	PbO	0,77

(Sumber: Sa'dillah et al., 2023)

Berdasarkan hasil pengujian XRF serbuk PVC pada tabel 5.5 menunjukkan bahwa senyawa yang terkandung dalam serbuk PVC diantaranya adalah klorida (Cl) sebesar 88,35%, kalsium oksida (CaO) sebesar 6,65%, titanium oksida (TiO<sub>2</sub>) sebesar 3,22%, vanadium oksida (V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) sebesar 0,25%, besi (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) sebesar

0,17%, tembaga (CuO) sebesar 0,052%, neodmium (Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) sebesar 0,54%, dan timbal (PbO) sebesar 0,77%.

### 5.1.3 Analisis Karakteristik Aspal

Pada penelitian ini, jenis aspal yang digunakan adalah aspal modifikasi polimer PG-70 dengan tipe elastomer yang diproduksi oleh PT. Aspal Polimer Emulsindo, Demak, Jawa Tengah. Aspal PG-70 dipilih karena memiliki kinerja yang baik pada suhu tinggi, serta ketahanan terhadap deformasi permanen yang lebih tinggi dibandingkan aspal konvensional. Untuk mengetahui karakteristik fisiknya, dilakukan serangkaian pengujian, yaitu pengujian penetrasi, kehilangan berat minyak, daktilitas, titik lembek, titik nyala dan titik bakar, serta berat jenis.

#### a. Pengujian Penetrasi Aspal

Pengujian penetrasi dilakukan untuk mengukur kekerasan aspal, yang dinyatakan dalam satuan 0,1 mm. Nilai penetrasi diperoleh dengan menekan jarum standar seberat 100 gram ke permukaan aspal pada suhu 25°C selama 5 detik. Nilai penetrasi yang tinggi menunjukkan bahwa aspal bersifat lunak dan fleksibel, sedangkan nilai yang rendah menunjukkan bahwa aspal lebih keras dan kaku. Pengujian ini penting dalam menentukan kesesuaian jenis aspal terhadap kondisi iklim dan beban lalu lintas yang akan dihadapi oleh perkerasan jalan.

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Penetrasi Aspal

Penetrasi Pada Suhu 25 Beban 100 gr selama 5 detik	I	II	III
Pengamatan 1	52,5	44	52,5
Pengamatan 2	60	46	60
Pengamatan 3	57,5	46	57,5
Pengamatan 4	55	48	55
Pengamatan 5	60	49	60
Rata-Rata	57	46,6	57
	53,533		

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Berdasarkan Tabel 5.6 diketahui hasil pengujian penetrasi aspal dengan nilai rata-rata sebesar 53,533 yang mana sudah sesuai dengan nilai yang disyaratkan SNI 2456-2011 yaitu diantara 30-60.



Gambar 5.5 Pengujian Penetrasi Aspal

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Nilai penetrasi dan *Performance Grade* (PG) pada aspal adalah dua cara berbeda untuk mengklasifikasikan aspal, dan keduanya terkait dengan karakteristik kekakuan dan kelembutan aspal, namun pada skala dan pendekatan yang berbeda. Nilai penetrasi mengukur kekakuan aspal pada suhu tertentu (biasanya 25°C) dengan mengukur kedalaman jarum standar yang dapat menembus aspal. Sedangkan PG mengklasifikasikan aspal berdasarkan kinerja pada berbagai suhu ekstrem, baik tinggi maupun rendah, dengan mempertimbangkan kondisi lalu lintas dan lingkungan.

Pada prinsipnya, semakin rendah nilai penetrasi suatu aspal, maka sifatnya akan semakin keras, yang umumnya berkorelasi dengan tingkat performa aspal (*Performance Grade*/PG) yang lebih tinggi. Aspal dengan PG tinggi umumnya lebih mampu mempertahankan kestabilannya pada suhu tinggi dan beban lalu lintas yang berat. Berdasarkan hasil studi oleh (Wibisono & Yuantika, 2024), dilakukan perbandingan antara aspal produksi Pertamina dan aspal modifikasi PG 70. Nilai penetrasi aspal Pertamina tercatat sebesar 61, sedangkan PG 70 menunjukkan nilai penetrasi yang lebih rendah yaitu 48. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa aspal PG 70 memiliki kekakuan lebih tinggi dan lebih tahan deformasi plastis dibandingkan aspal Pertamina yang lebih lentur. Dalam konteks kinerja, aspal PG 70 dinilai lebih stabil dan lebih sesuai digunakan untuk jalan dengan intensitas lalu lintas sedang hingga tinggi.

b. Pengujian Kehilangan Berat Minyak Aspal

Pengujian kehilangan berat aspal (*loss on heating*) dilakukan untuk mengukur sejauh mana aspal mengalami penguapan komponen volatil selama proses

pemanasan pada suhu tertentu. Uji ini bertujuan untuk mengevaluasi ketahanan termal aspal terhadap degradasi selama proses pencampuran panas di *Asphalt Mixing Plant* (AMP). Nilai kehilangan berat yang signifikan menunjukkan adanya penurunan stabilitas aspal akibat hilangnya fraksi ringan, yang berpotensi memengaruhi sifat adhesi dan fleksibilitas campuran aspal.

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Kehilangan Berat Minyak Aspal

Pengujian	I	II	III
Berat cawan + aspal keras (g)	65	65	65
Berat cawan kosong (g)	15	15	15
Berat aspal keras (g)	50	50	50
Berat sebelum pemanasan (g)	65	65	65
Berat sesudah pemanasan (g)	64,5	65	64,8
Berat endapan (g)	0,5	0	0,2
Kehilangan berat aspal (%)	0,77%	0%	0,31%
Rata-Rata	0,36%		

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Berdasarkan Tabel 5.7 diketahui hasil pengujian kehilangan berat minyak aspal dengan nilai rata-rata sebesar 0,36% yang mana sudah sesuai dengan nilai yang disyaratkan SNI 2440-1991 yaitu maksimal 0,8%.



Gambar 5.6 Pengujian Kehilangan Berat Minyak Aspal

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

### c. Pengujian Daktilitas Aspal

Pengujian daktilitas aspal dilakukan untuk mengetahui tingkat kelenturan atau elastisitas aspal terhadap gaya tarik dalam kondisi suhu dan kecepatan tertentu. Daktilitas diartikan sebagai kemampuan aspal untuk mengalami regangan sebelum mengalami kerusakan berupa pemutusan. Prosedur pengujian

dilakukan dengan menarik spesimen aspal yang telah dicetak, kemudian diukur panjang maksimum spesimen tersebut sebelum putus. Nilai daktilitas yang tinggi mengindikasikan bahwa aspal memiliki sifat fleksibilitas yang baik, yang sangat diperlukan dalam menahan deformasi akibat beban lalu lintas tanpa menimbulkan retak. Oleh karena itu, uji daktilitas merupakan salah satu parameter penting dalam mengevaluasi kinerja aspal sebagai bahan pengikat pada campuran perkerasan lentur.

Tabel 5.8 Pengujian Daktilitas Aspal

Daktilitas Pada 25°C		Panjang Tanpa Putus (cm)
Pengujian	I	147
	II	150
	III	149
Rata-Rata		148,7

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Berdasarkan Tabel 5.8 diketahui hasil pengujian daktilitas aspal dengan nilai rata-rata sebesar 148,7 cm sehingga sudah sesuai dengan nilai yang disyaratkan SNI 2432-2011 yaitu minimal 100 cm.



Gambar 5.7 Pengujian Daktilitas Aspal

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

#### d. Pengujian Titik Lembek Aspal

Titik lembek aspal merupakan suhu pada saat aspal mulai mengalami perubahan fase dari padat menjadi lunak. Pengujian titik lembek bertujuan untuk menentukan suhu di mana aspal kehilangan kekakuannya dan mulai melunak di bawah kondisi pemanasan terkendali. Metode pengujian umumnya dilakukan dengan menggunakan alat cincin dan bola baja, di mana bola baja dengan massa tertentu diletakkan di atas lapisan aspal yang berada dalam cincin logam.

Spesimen kemudian dipanaskan secara bertahap, dan titik lembek ditentukan ketika bola baja menekan lapisan aspal hingga menyentuh pelat logam yang berada di bawah cincin. Nilai titik lembek ini menjadi indikator penting terhadap ketahanan aspal terhadap suhu tinggi, serta digunakan untuk menilai kestabilan termal aspal dalam aplikasi perkerasan jalan.

Tabel 5.9 Pengujian Titik Lembek Aspal

Keterangan		Suhu (°C)
Pengujian	I	80
	II	84
Rata-Rata		82

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Berdasarkan Tabel 5.9 diketahui hasil pengujian daktilitas aspal dengan nilai rata-rata sebesar 82°C sehingga sudah sesuai dengan nilai yang disyaratkan SNI 2432-2011 yaitu minimal 70°C.



Gambar 5.8 Pengujian Titik Lembek Aspal

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

e. Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal

Titik nyala menunjukkan suhu di mana aspal mulai menghasilkan uap yang dapat terbakar ketika didekatkan dengan sumber api. Nyala api yang dihasilkan hanya berlangsung sesaat. Titik bakar menunjukkan suhu di mana aspal terus membakar secara berkelanjutan setelah sumber api dihilangkan. Nyala api harus berlangsung selama minimal 5 detik untuk dianggap sebagai titik bakar. Kedua parameter ini digunakan untuk mengukur bahaya kebakaran aspal dan biasanya diukur menggunakan alat *Cleveland Open Cup*.



Berdasarkan Tabel 5.11 diketahui hasil pengujian berat jenis aspal sebesar 1,04 sehingga sudah sesuai dengan nilai yang disyaratkan SNI 2441-2011 yaitu minimal 1 gram/ml.



Gambar 5.10 Pengujian Titik Lembek Aspal

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

g. Pengujian Viskositas Aspal

Pengujian viskositas aspal bertujuan untuk menentukan kekentalan aspal guna menentukan kualitas perkerasan jalan. Pengujian ini dapat dilakukan dengan berbagai metode, seperti menggunakan alat *Saybolt Furol* atau *Brookfield Thermosel*, dan biasanya dilakukan pada suhu tertentu seperti  $60^{\circ}\text{C}$  atau  $135^{\circ}\text{C}$ . Penentuan suhu viskositas untuk aspal modifikasi polimer elastomer pengujian yang dilakukan oleh (Alfiyyah, 2021) viskositas pencampuran yaitu  $170+20$  cSt dengan perkiraan temperatur aspal yaitu  $155+1^{\circ}\text{C}$ , dan viskositas pemadatan yaitu  $280+30$  cSt dengan perkiraan temperatur aspal yaitu  $145+1^{\circ}\text{C}$ .



Gambar 5.11 Alat Pengujian Viskositas Aspal

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

h. Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik Aspal

Tabel 5.12 Hasil Pengujian Karakteristik Aspal

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi		Standar Pengujian
		Min.	Maks.	
Penetrasi (0,1 mm)	53,53	30	60	SNI 2456:2011
Kehilangan Berat Minyak (%)	0,36	-	0,8	SNI 06-2440-1991
Daktilitas (cm)	148,7	100	-	SNI 2434:2011
Titik Lembek (°C)	82	70	-	SNI 2432:2011
Titik Nyala	260	232	-	SNI 2434:2011
Titik Bakar (°C)	280	232	-	SNI 2434:2011
Berat Jenis	1,04	1	-	SNI 2441:2011

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Pengujian karakteristik aspal polimer ini juga sebelumnya sudah dilakukan oleh PT. Aspal Polimer Emulsindo. Adapun hasil pengujian di laboratorium sebagai berikut.

Tabel 5.13 Hasil Pengujian Aspal oleh PT. Aspal Polimer Emulsindo

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Satuan	Spesifikasi		Hasil Uji
				Min.	Maks.	
1.	Penetrasi, 25 °C	SNI 2456:2011	0,1 mm	30	60	36
2.	Temperatur yang menghasilkan geser dinamis ( $G^*/\sin\delta$ ) pada osilasi 10 rad/detik $\geq 1,0$ kPa, (70°C)	ASTM D7175	kPa	1	-	1,95
3.	Viskositas kinematis 135 °C dengan alat rotational viscometer	ASTM D2170 - 10	Cp	-		1,759
4.	Titik lembek	ASTM D 36	°C	70	-	83,8
5.	Daktilitas	SNI 2434:2011	cm	50	-	76
6.	Titik nyala	SNI 2434:2011	°C	232	-	324
7.	Kelarutan dalam <i>trichloroethylene</i>	AASHTO T44-14	%	99	-	99,8
8.	Berat jenis	SNI 2441:2011	gram	1,1	-	1,026
9.	Stabilitas penyimpanan: Perbedaan Titik Lembek	ASTM D5976-00 Part 6.1	°C	-	6,5	1,4
10.	Keelastisan Setelah Pengembalian	ASTM D6084	%	-		76

Penguujian Residu Hasil TFOT (SNI 06-2440-1991) atau RTFOT (SNI 03-6835-2002)						
11.	Berat yang Hilang	ASTM D2872	%	1	-	0,028
12.	Keelastisan Setelah Pengembalian	ASTM D6084	%	45	-	72
13.	Pen TFOT/Pen Original x 100%	SNI 06-2456-2011	%	54	-	88,8
	Penetrasi pada 25°C (% semula)					32
14.	Temperatur yang menghasilkan geser dinamis ( $G^*/\sin\delta$ ) pada osilasi 10 rad/detik $\geq 1,0$ kPa, (70°C)	ASTM D7175	kPa	2,2	-	2,41

(Sumber : PT. Aspal Polimer Emulsindo)

## 5.2 Rencana Campuran Aspal Beton

Rencana campuran diperlukan untuk menentukan perbandingan antara agregat dan aspal yang akan digunakan dalam campuran aspal beton. Komposisi agregat yang digunakan harus sesuai dengan ketentuan dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2024.

### 5.2.1 Proporsi Agregat Campuran Aspal Beton

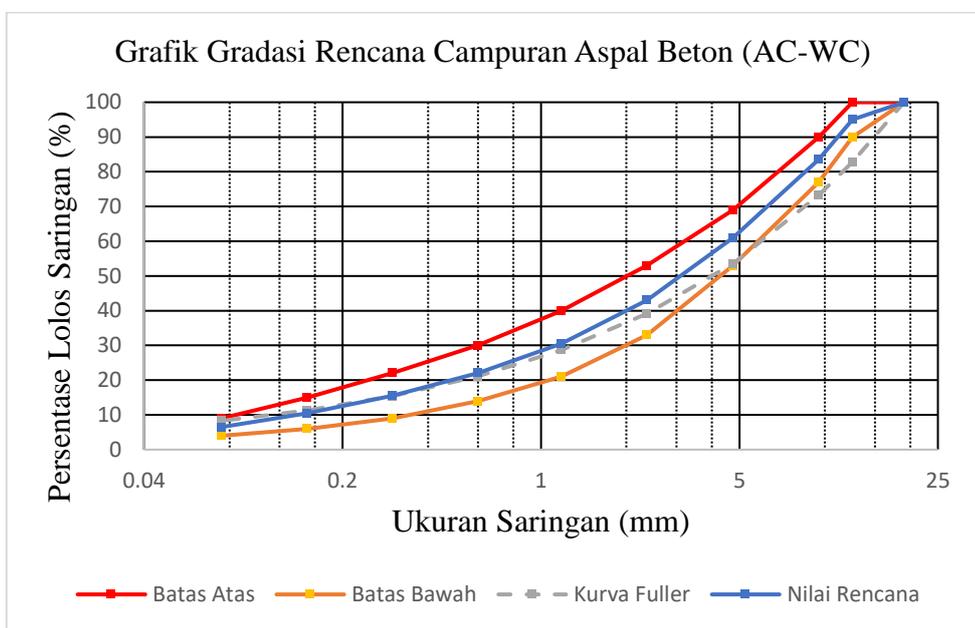
Hasil dari rencana campuran ditampilkan dalam bentuk grafik pada Gambar 5.12, yang menunjukkan batas-batas gradasi untuk jenis campuran aspal beton lapis aus (AC-WC). Grafik ini didasarkan pada nilai titik tengah dari spesifikasi yang digunakan untuk memperoleh campuran yang optimal. Gradasi tengah memberikan keseimbangan antara kepadatan, kekakuan, dan fleksibilitas, sehingga menghasilkan campuran dengan performa yang lebih baik (Indira, 2017).

Tabel 5.14 Persentase Gradasi Rencana Campuran Aspal Beton

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat Laston AC-WC			Nilai Tengah Gradasi (Gradasi Rencana)	Persentase Tertahan
ASTM	(mm)	(%)			(%)	(%)
3/4"	19	100	-	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

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat Laston AC-WC			Nilai Tengah Gradasi (Gradasi Rencana)	Persentase Tertahan
ASTM	(mm)	(%)			(%)	(%)
No. 8	2,36	33	-	53	43	18
No. 16	1,18	21			-	40
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

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.12 Grafik Gradasi Rencana Campuran Aspal Beton

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

### 5.2.2 Perkiraan Awal Kadar Aspal Rencana

Perkiraan awal kadar aspal rencana ditentukan dengan menghitung nilai  $P_b$  (persentase berat aspal terhadap total campuran), yang selanjutnya dijadikan dasar dalam menyusun lima variasi kadar aspal rencana guna memperoleh kadar aspal optimum. Nilai  $P_b$  dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned}
 P_b &= 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) + K \\
 &= 0,035 (39) + 0,045 (59,4) + 0,18 (6,5) + 0,5 \\
 &= 5,488\% \approx 5,5\%
 \end{aligned}$$

Tabel 5.15 Perkiraan Nilai Kadar Aspal Rencana

Pb - 1	Pb - 0,5	Pb	Pb + 0,5	Pb + 1
4,5%	5%	5,5%	6%	6,5%

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

### 5.2.3 Kebutuhan Berat Agregat Untuk Campuran Beraspal

Berikut adalah contoh perhitungan kebutuhan berat agregat untuk kadar aspal 5,5% dengan kadar serbuk PVC 0%.

$$\begin{aligned}
 \text{Berat total} &= 1200 \text{ gram} \\
 \text{Berat aspal} &= 5,5\% \times 1200 \\
 &= 66 \text{ gram} \\
 \text{Berat total agregat} &= 1200 - 66 \\
 &= 1134 \text{ gram} \\
 \text{Berat agregat kasar} &= 39\% \times 1134 \\
 &= 442,26 \text{ gram} \\
 \text{Berat agregat halus} &= 54,5\% \times 1134 \\
 &= 618,03 \text{ gram} \\
 \text{Berat } \textit{filler} \text{ abu batu} &= 6,5\% \times 1134 \\
 &= 73,71 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

### 5.2.4 Pembuatan Benda Uji Campuran Beraspal dengan Pengganti *Filler* Serbuk PVC

Setelah ditetapkan komposisi dan kadar aspal dalam campuran aspal beton, tahap berikutnya adalah proses pembuatan benda uji untuk campuran aspal beton lapis aus (AC-WC) guna menentukan kadar aspal optimum dari tiap variasi penggunaan serbuk PVC. Dalam penelitian ini, sebanyak 60 benda uji dibuat untuk memperoleh kadar aspal optimum, serta 12 benda uji tambahan untuk tiap variasi serbuk PVC pada kadar aspal optimum tersebut. Seluruh proses mengikuti standar SNI 06-2489-1991 mengenai metode pengujian *Marshall*. Pematatan dilakukan menggunakan alat *Marshall Compaction Hammer* dengan 75 tumbukan pada setiap sisi cetakan.

### 5.2.5 Analisis Sifat Volumetrik Campuran Beraspal

Adapun contoh perhitungan untuk campuran aspal beton pada kadar aspal 5,5% dengan kadar serbuk PVC 0%.

$$\begin{aligned}
\text{Kadar Aspal} &= 5,5\% \\
\text{Persentase Agregat} &= 100\% - 5,5\% \\
&= 94,5\% \\
\text{Bj Bulk Gabungan (Gsb)} &= 2,618 \text{ g/ml} \\
\text{Bj Apparent Gabungan (Gsa)} &= 2,841 \text{ g/ml} \\
\text{Bj Bulk Aspal (Gb)} &= 1,045 \text{ g/ml} \\
\text{Berat Benda Uji Kering} &= 1181,8 \text{ g} \\
\text{Berat Benda Uji SSD} &= 1184 \text{ g} \\
\text{Berat Benda Uji Dalam Air} &= 673 \text{ g}
\end{aligned}$$

a. Menentukan Berat Jenis Efektif Agregat (Gse)

$$\begin{aligned}
\text{Gse} &= \frac{\text{Gsb} + \text{Gsa}}{2} \\
&= \frac{2,618 + 2,841}{2} \\
&= 2,729
\end{aligned}$$

b. Menentukan Berat Jenis Campuran Maksimum (Gmm)

$$\begin{aligned}
\text{Gmm} &= \frac{100}{\frac{\% \text{agregat}}{\text{Gse}} + \frac{\% \text{aspal}}{\text{Gb}}} \\
&= \frac{100}{\frac{94,5}{2,729} + \frac{5,5}{1,045}} \\
&= 2,507
\end{aligned}$$

c. Menghitung Berat Isi Benda Uji

$$\begin{aligned}
\text{Isi Benda Uji} &= \text{Berat Benda Uji SSD} - \text{Berat Benda Uji Dalam Air} \\
&= 1184 - 673 \\
&= 511 \text{ g}
\end{aligned}$$

d. Persentase Rongga dalam Campuran (VIM)

$$\begin{aligned}
\text{VIM} &= 100 \times \frac{\text{Gmm} - \text{Gmb}}{\text{Gmm}} \\
&= 100 \times \frac{2,507 - 2,31}{2,507} \\
&= 7,75\%
\end{aligned}$$

e. Persentase Rongga dalam Agregat (VMA)

$$\begin{aligned} \text{VMA} &= 100 - \frac{G_{mb} \times P_s}{G_{sb}} \\ &= 100 - \frac{2,31 \times 94,5}{2,618} \\ &= 16,52\% \end{aligned}$$

f. Persentase Rongga Terisi Aspal (VFA)

$$\begin{aligned} \text{VFA} &= 100 \times \frac{\text{VMA} - \text{VIM}}{\text{VMA}} \\ &= 100 \times \frac{16,52 - 7,75}{16,52} \\ &= 53,09\% \end{aligned}$$

g. Menghitung Stabilitas

$$\begin{aligned} \text{Stabilitas} &= \text{Pembacaan Dial} \times \text{Angka Korelasi} \times \text{Kalibrasi Alat} \\ &= 106 \times 1 \times 10,91 \\ &= 1156,46 \text{ kg} \end{aligned}$$

h. Menghitung *Marshall Quotient* (MQ)

$$\begin{aligned} \text{MQ} &= \frac{\text{Stabilitas}}{\text{Flow}} \\ &= \frac{1156,46}{2,93} \\ &= 394,7 \text{ kg/mm} \end{aligned}$$

### **5.3 Analisis Karakteristik Campuran Beraspal dengan Pengganti *Filler* Serbuk PVC Pada Kadar Aspal Rencana**

Analisis karakteristik campuran aspal beton dengan kadar aspal rencana dilakukan melalui data hasil uji *marshall*, yang mencakup analisis pengaruh penambahan kadar aspal dan *filler* serbuk PVC terhadap karakteristik *marshall* pada campuran aspal beton.

### 5.3.1 Hasil Pengujian Campuran Beraspal dengan Pengganti *Filler* Serbuk PVC pada Kadar Aspal Rencana

Berikut ini adalah rekapitulasi hasil pengujian dengan alat uji *marshall* dengan kadar aspal rencana yang sudah dihitung untuk mendapatkan kadar aspal optimum (KAO) yang akan digunakan untuk tahap selanjutnya pada penelitian ini.

Tabel 5.16 Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik *Marshall*

Karakteristik <i>Marshall</i>	Kadar Aspal (%)	Kadar Serbuk PVC				Spesifikasi
		0%	3%	6%	9%	
VIM	4,5	11,30	11,43	11,54	11,66	3 % - 5 %
	5	8,80	9,20	9,26	9,39	
	5,5	7,26	7,44	7,49	7,78	
	6	5,53	4,97	6,24	6,62	
	6,5	4,35	4,92	4,93	4,91	
VMA	4,5	17,66	17,50	17,34	17,22	Min. 15 %
	5	16,42	16,45	16,20	16,03	
	5,5	16,08	15,85	15,54	15,48	
	6	15,59	15,08	15,39	15,37	
	6,5	15,61	15,63	15,20	15,11	
VFA	4,5	36,05	34,79	33,50	32,32	Min. 65 %
	5	46,39	44,12	42,87	41,47	
	5,5	54,87	53,11	51,90	49,79	
	6	64,56	67,05	59,47	56,93	
	6,5	72,17	68,54	67,55	67,46	
Stabilitas	4,5	1058,27	1087,36	1098,27	1074,64	Min. 1000 kg
	5	1094,64	1121,91	1136,46	1100,09	
	5,5	1118,28	1140,10	1161,92	1127,37	
	6	1147,37	1167,37	1183,74	1152,82	
	6,5	1092,82	1121,91	1143,73	1114,64	
<i>Flow</i>	4,5	3,11	2,72	2,62	2,92	2 mm - 4 mm
	5	3,06	2,61	2,47	2,83	
	5,5	3,13	2,75	2,55	2,91	
	6	3,29	2,86	2,67	3,02	
	6,5	3,51	3,00	2,84	3,17	
MQ	4,5	344,24	400,41	419,90	370,23	Min. 250 kg/mm
	5	359,44	429,32	462,11	394,47	
	5,5	359,68	414,47	456,23	389,41	
	6	349,35	409,14	444,46	387,86	
	6,5	310,96	375,59	403,36	352,57	

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

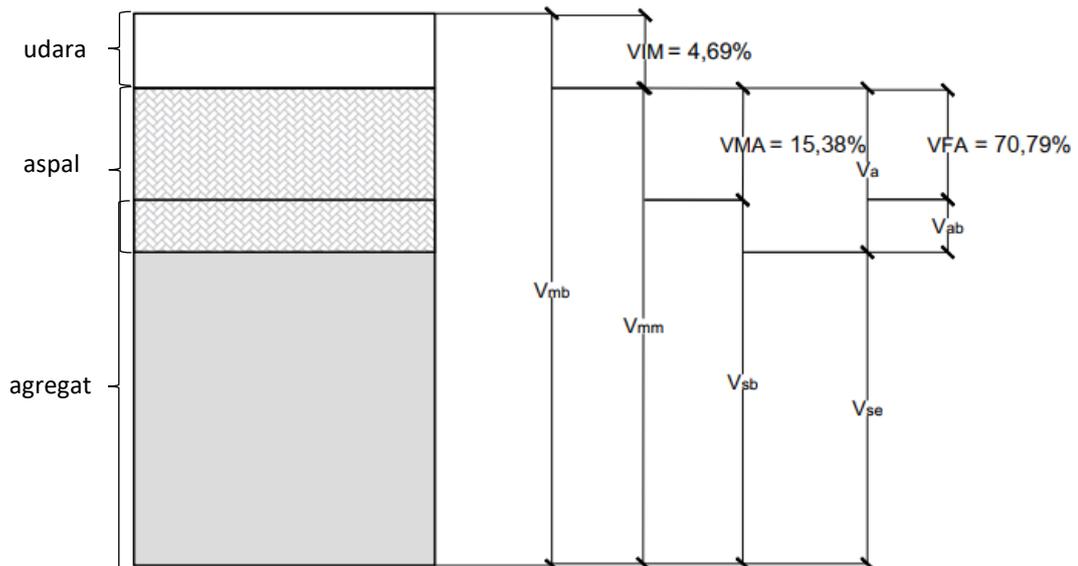


Gambar 5.13 Pengujian dengan Alat *Marshall*

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

### 5.3.2 Analisis Pengaruh Kadar Aspal dan Serbuk PVC Terhadap Karakteristik *Marshall* Pada Campuran Beraspal

Secara analitis, sifat volumetrik dari aspal beton padat dapat ditentukan dengan beberapa parameter. Parameter yang biasa digunakan yaitu sebagai berikut:



Gambar 5.14 Skematis Rongga Aspal Beton Padat (Sampel PVC 6%)

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

$V_{mb}$  = volume bulk dari campuran aspal beton padat

$V_{mm}$  = volume teoritis tanpa rongga dari aspal beton padat

$V_{sb}$  = volume bulk dari agregat (volume agregat)

$V_{se}$  = volume agregat efektif dari agregat

- Va = volume aspal dalam aspal beton padat termasuk yang meresap ke dalam pori agregat
- Vab = volume pori butir agregat yang mengabsorpsi aspal dalam campuran aspal beton
- VMA = volume rongga antar butir agregat di dalam aspal beton padat
- VIM = volume rongga udara dalam campuran aspal beton padat
- VFA = volume rongga aspal beton padat yang terisi oleh aspal

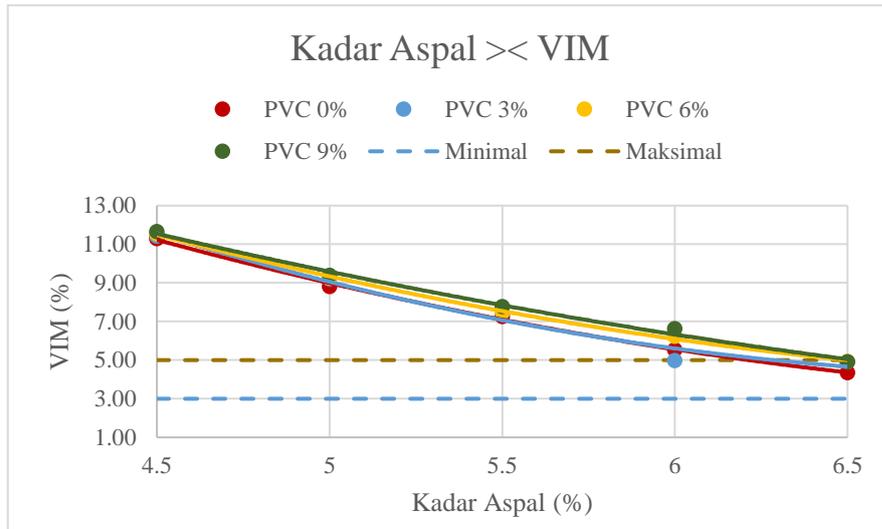
a. Analisis Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai VIM

Kadar aspal memberikan pengaruh signifikan terhadap nilai VIM pada campuran aspal beton. Secara umum, peningkatan kadar aspal akan mengisi rongga udara di antara partikel agregat, sehingga menyebabkan nilai VIM menurun. Penambahan aspal meningkatkan kepadatan campuran karena aspal mengisi celah-celah antar agregat, mengurangi volume rongga udara yang tersisa dalam struktur campuran. Namun, apabila kadar aspal melebihi batas optimum, campuran dapat mengalami kelebihan aspal (*bleeding*), yang justru berdampak negatif terhadap stabilitas dan keawetan perkerasan. Sebaliknya, kadar aspal yang terlalu rendah akan menghasilkan nilai VIM yang tinggi, menunjukkan banyaknya rongga dalam campuran, yang dapat membuat lapisan perkerasan menjadi *porous* (berpori) dan rentan terhadap kerusakan akibat air dan oksidasi. Oleh karena itu, penentuan kadar aspal yang tepat sangat penting untuk menjaga keseimbangan antara kepadatan, daya tahan, dan performa lapis perkerasan (Sulandari et al., 2024).

Tabel 5.17 Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai VIM

Kadar Aspal (%)	Kadar Serbuk PVC				Spesifikasi
	0%	3%	6%	9%	
4,5	11,30	11,43	11,54	11,66	3% - 5%
5	8,80	9,20	9,26	9,39	
5,5	7,26	7,44	7,49	7,78	
6	5,53	4,97	6,24	6,62	
6,5	4,35	4,92	4,93	4,91	

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.15 Grafik Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai VIM

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.18 Nilai Koefisien Determinasi Terhadap Nilai VIM

No.	Kadar Serbuk PVC	Persamaan Regresi	R <sup>2</sup>	Maks. R <sup>2</sup>
1.	0%	$y = -3,66899x + 28,142$	0,9978	1
2.	3%	$y = -2,669x + 21,814$	0,9796	1
3.	6%	$y = -2,2539x + 19,451$	0,9986	1
4.	9%	$y = -2,2532x + 19,714$	0,9942	1

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Gambar 5.15 menunjukkan bahwa secara umum nilai VIM menurun pada setiap variasi kadar serbuk PVC seiring dengan peningkatan kadar aspal. Penurunan ini disebabkan oleh bertambahnya volume aspal yang mengisi rongga antar agregat dalam campuran, sehingga mengurangi total rongga udara. Namun, campuran yang mengandung filler serbuk PVC cenderung memiliki nilai VIM lebih tinggi dibandingkan campuran tanpa serbuk PVC. Hal ini dikarenakan sifat fisik serbuk PVC yang halus dan tidak menyerap aspal, sehingga menyebabkan campuran memiliki volume rongga yang relatif lebih besar.

Berdasarkan tabel 5.17 menunjukkan bahwa pada kadar aspal 6% dan 6,5% dengan variasi kadar serbuk PVC 3%, dan kadar aspal 6,5% dengan variasi kadar serbuk PVC 0%, 6% dan 9% nilai VIM sudah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2024 yaitu antara 3% sampai 5%. Berdasarkan Tabel 5.18 nilai determinasi pengaruh serbuk PVC terhadap nilai VIM yang tertinggi

mencapai 99,86% pada kadar serbuk PVC 6% yang berarti bahwa pengaruh serbuk PVC terhadap nilai VIM sangat berpengaruh dikarenakan nilai  $R^2$  sudah mendekati 100% jika dilakukan pendekatan dengan uji koefisien determinasi memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam spesifikasi Umum Bina Marga 2024.

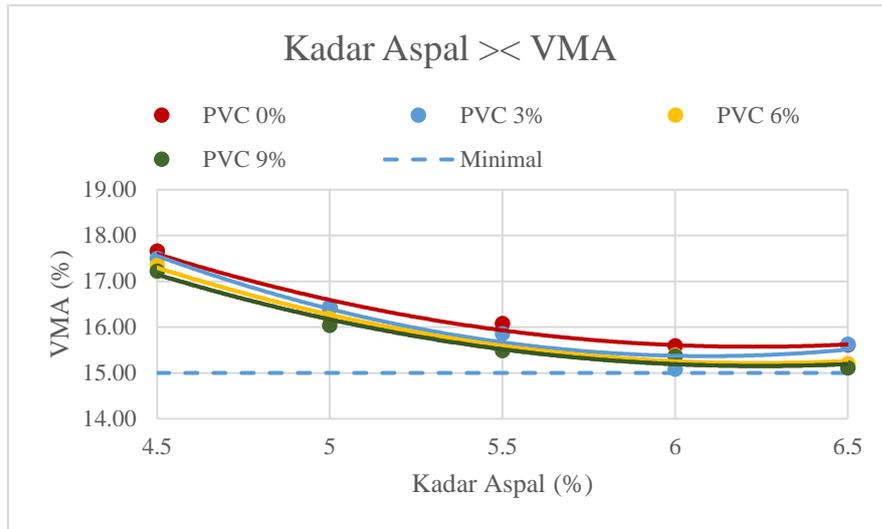
b. Analisis Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai VMA

Rongga dalam mineral agregat (VMA) merupakan volume rongga yang terdapat di antara partikel agregat dalam campuran aspal, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif yang tidak terserap oleh agregat. VMA dinyatakan sebagai persentase terhadap total volume campuran padat dan merupakan parameter penting untuk menjamin durabilitas campuran. Nilai VMA dipengaruhi oleh gradasi, bentuk partikel, dan tingkat pemadatan agregat (Hikmayani et al., 2023). Nilai VMA yang terlalu rendah dapat mengurangi durabilitas, sedangkan nilai yang terlalu tinggi dapat menurunkan stabilitas campuran (Sulandari et al., 2024).

Tabel 5.19 Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai VMA

Kadar Aspal (%)	Kadar Serbuk PVC				Spesifikasi
	0%	3%	6%	9%	
4,5	17,66	17,50	17,34	17,22	Min. 15%
5	16,42	16,45	16,20	16,03	
5,5	16,08	15,85	15,54	15,48	
6	15,59	15,08	15,39	15,37	
6,5	15,61	15,63	15,20	15,11	

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.16 Grafik Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai VMA

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.20 Nilai Koefisien Determinasi Terhadap Nilai VMA

No.	Kadar Serbuk PVC	Persamaan Regresi	R <sup>2</sup>	Maks. R <sup>2</sup>
1.	0%	$y = -1,2275x + 23,387$	0,9805	1
2.	3%	$y = -0,3044x + 17,344$	0,9598	1
3.	6%	$y = -0,0894x + 15,652$	0,9894	1
4.	9%	$y = -0,0428x + 15,382$	0,9775	1

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Gambar 5.16 menunjukkan bahwa nilai VMA menurun seiring dengan peningkatan kadar aspal, karena aspal mengisi rongga antar agregat, sehingga volume rongga berkurang. Penurunan VMA ini menunjukkan bahwa campuran telah mencapai tingkat kepadatan yang sesuai. Campuran dengan serbuk PVC cenderung memiliki VMA lebih rendah dibandingkan campuran tanpa PVC, disebabkan oleh tekstur halus serbuk PVC yang mampu mengisi rongga antar agregat dengan lebih efektif (Rohman et al., 2020).

Berdasarkan tabel 5.19 menunjukkan bahwa nilai VMA pada kadar variasi serbuk PVC 0%, 3%, 6%, dan 9% semuanya sudah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2024 yaitu minimal 15%. Berdasarkan Tabel 5.20 nilai determinasi pengaruh serbuk PVC terhadap nilai VMA yang tertinggi mencapai 98,94% pada kadar serbuk PVC 6% yang berarti bahwa pengaruh serbuk PVC terhadap nilai VMA sangat berpengaruh dikarenakan nilai R<sup>2</sup> sudah mendekati

100% jika dilakukan pendekatan dengan uji koefisien determinasi memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam spesifikasi Umum Bina Marga 2024.

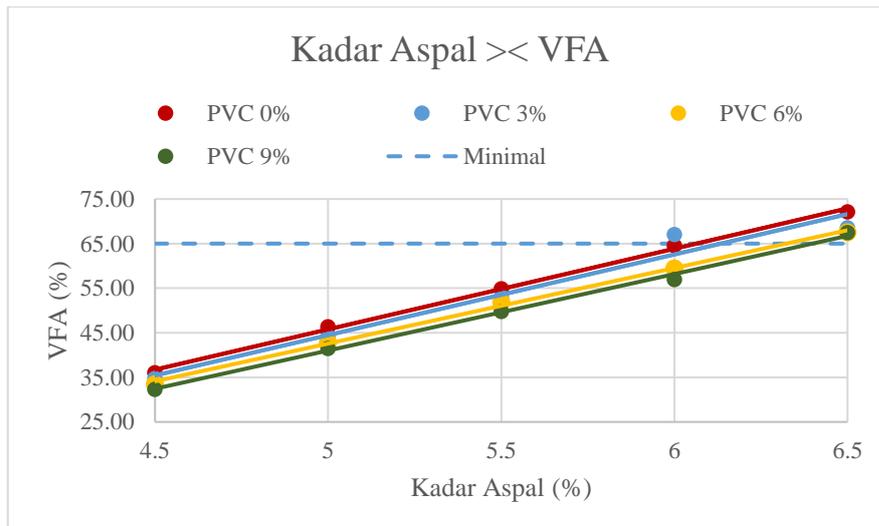
c. Analisis Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai VFA

Rongga terisi aspal (VFA) adalah persentase rongga dalam campuran aspal yang terisi oleh aspal setelah pemadatan. Nilai VFA dipengaruhi oleh kadar aspal, gradasi agregat, suhu, dan jumlah tumbukan. VFA yang tinggi meningkatkan kedekatan terhadap air dan udara, namun jika terlalu tinggi dapat menyebabkan *bleeding*. Sebaliknya, VFA yang terlalu rendah menghasilkan lapisan aspal yang tipis dan rentan terhadap kerusakan akibat beban lalu lintas. Nilai VFA memiliki peranan penting dalam menentukan seberapa tahan campuran aspal terhadap penetrasi air dan udara, serta dalam menentukan elastisitas campuran. (Sulandari et al., 2024).

Tabel 5.21 Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai VFA

Kadar Aspal (%)	Kadar Serbuk PVC				Spesifikasi
	0%	3%	6%	9%	
4,5	36,05	34,79	33,50	32,32	Min. 65%
5	46,39	44,12	42,87	41,47	
5,5	54,87	53,11	51,90	49,79	
6	64,56	67,05	59,47	56,93	
6,5	72,17	68,54	67,55	67,46	

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.17 Grafik Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai VFA

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.22 Nilai Koefisien Determinasi Terhadap Nilai VFA

No.	Kadar Serbuk PVC	Persamaan Regresi	R <sup>2</sup>	Maks. R <sup>2</sup>
1.	0%	$y = 18,526x - 48,241$	0,9977	1
2.	3%	$y = 16,104x - 33,876$	0,9643	1
3.	6%	$y = 14,645x - 27$	0,9981	1
4.	9%	$y = 14,728x - 29,315$	0,9969	1

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Gambar 5.17 menunjukkan bahwa nilai VFA cenderung meningkat pada setiap variasi kadar serbuk PVC seiring bertambahnya kadar aspal. Kenaikan ini disebabkan oleh semakin banyaknya volume aspal yang mengisi rongga di antara butir agregat, sehingga meningkatkan persentase rongga yang terisi. Semakin tinggi nilai VFA, maka semakin tinggi pula tingkat kedekatan campuran terhadap air dan udara, yang berdampak positif terhadap durabilitas perkerasan. Namun, nilai VFA tetap harus dijaga dalam batas optimum agar tidak menimbulkan bleeding pada permukaan campuran.

Berdasarkan tabel 5.21 menunjukkan bahwa pada kadar aspal 6% dan 6,5% dengan variasi kadar serbuk PVC 3%, dan kadar aspal 6,5% dengan variasi kadar serbuk PVC 0%, 6% dan 9% nilai VFA sudah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2024 yaitu minimal 65%. Berdasarkan Tabel 5.22 nilai determinasi pengaruh serbuk PVC terhadap nilai VFA yang tertinggi mencapai 99,81% pada kadar serbuk PVC 6% yang berarti bahwa pengaruh serbuk PVC terhadap nilai VIM sangat berpengaruh dikarenakan nilai R<sup>2</sup> sudah mendekati 100% jika dilakukan pendekatan dengan uji koefisien determinasi memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam spesifikasi Umum Bina Marga 2024.

d. Analisis Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai Stabilitas

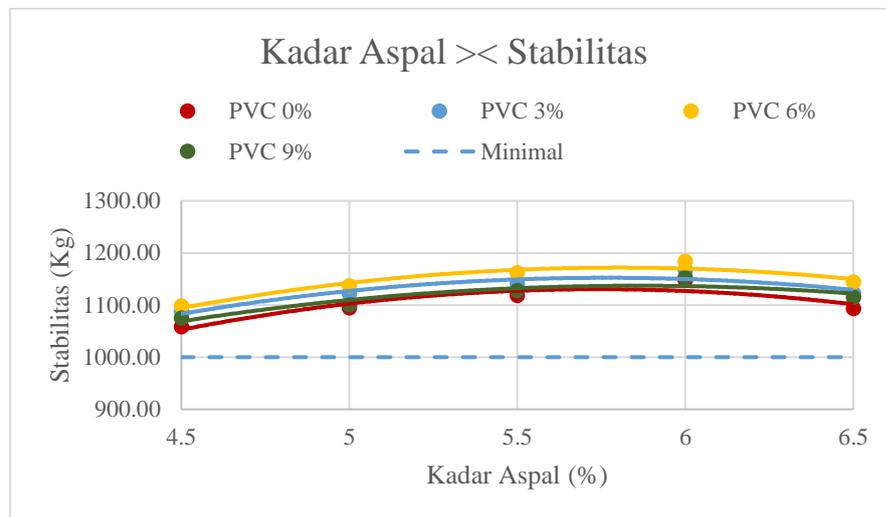
Stabilitas merupakan kemampuan struktural dari lapisan perkerasan untuk menahan beban lalu lintas tanpa mengalami deformasi permanen, seperti terbentuknya gelombang, alur (*rutting*), atau *bleeding* akibat kelebihan aspal pada permukaan. Deformasi ini terjadi akibat beban berulang yang menyebabkan campuran tidak kembali ke bentuk semula (Widyantara et al., 2018). Faktor-faktor yang memengaruhi stabilitas meliputi kohesi aspal, kadar aspal, gesekan antar partikel, *interlocking* antar agregat, serta bentuk dan tekstur

agregat berdasarkan gradasinya. Penambahan aspal meningkatkan stabilitas hingga titik optimum, namun jika berlebihan justru menurunkan stabilitas karena campuran menjadi terlalu jenuh dan kaku (Putra et al., 2023).

Tabel 5.23 Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai Stabilitas

Kadar Aspal (%)	Kadar Serbuk PVC				Spesifikasi
	0%	3%	6%	9%	
4,5	1058,27	1087,36	1098,27	1074,64	Min. 1000 kg
5	1094,64	1121,91	1136,46	1100,09	
5,5	1118,28	1140,10	1161,92	1127,37	
6	1147,37	1167,37	1183,74	1152,82	
6,5	1092,82	1121,91	1143,73	1114,64	

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.18 Grafik Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai Stabilitas

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.24 Nilai Koefisien Determinasi Terhadap Nilai Stabilitas

No.	Kadar Serbuk PVC	Persamaan Regresi	R <sup>2</sup>	Maks. R <sup>2</sup>
1.	0%	$y = 17,82x + 991,17$	0,8474	1
2.	3%	$y = 26,184x + 957,17$	0,8591	1
3.	6%	$y = 22,547x + 992,81$	0,9244	1
4.	9%	$y = 16,365x + 956,26$	0,8809	1

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Gambar 5.18 menunjukkan bahwa stabilitas meningkat seiring bertambahnya kadar aspal pada setiap variasi serbuk PVC. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan serbuk PVC berkontribusi terhadap peningkatan stabilitas

campuran. Sebagai bahan termoplastik, PVC melunak saat dipanaskan dan mengeras kembali saat dingin, sehingga membantu memperkuat struktur campuran aspal. Saat tercampur dengan aspal panas, PVC dapat menyatu dengan campuran aspal dan memberikan efek penguatan seperti pengisi (*filler*) yang meningkatkan kekakuan campuran. Namun, penggunaannya harus dioptimalkan agar tidak menimbulkan efek negatif terhadap fleksibilitas dan ketahanan retak. Oleh karena itu, pada variasi kadar serbuk PVC 9% nilai stabilitas justru menurun dari kadar sebelumnya yaitu 6%.

Berdasarkan tabel 5.23 menunjukkan bahwa nilai stabilitas pada kadar variasi serbuk PVC 0%, 3%, 6%, dan 9% semuanya sudah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2024 yaitu minimal 1000 kg. Berdasarkan Tabel 5.24 nilai determinasi pengaruh serbuk PVC terhadap nilai stabilitas yang tertinggi mencapai 92,44% pada kadar serbuk PVC 6% yang berarti bahwa pengaruh serbuk PVC terhadap nilai stabilitas sangat berpengaruh dikarenakan nilai  $R^2$  sudah mendekati 100% jika dilakukan pendekatan dengan uji koefisien determinasi memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam spesifikasi Umum Bina Marga 2024.

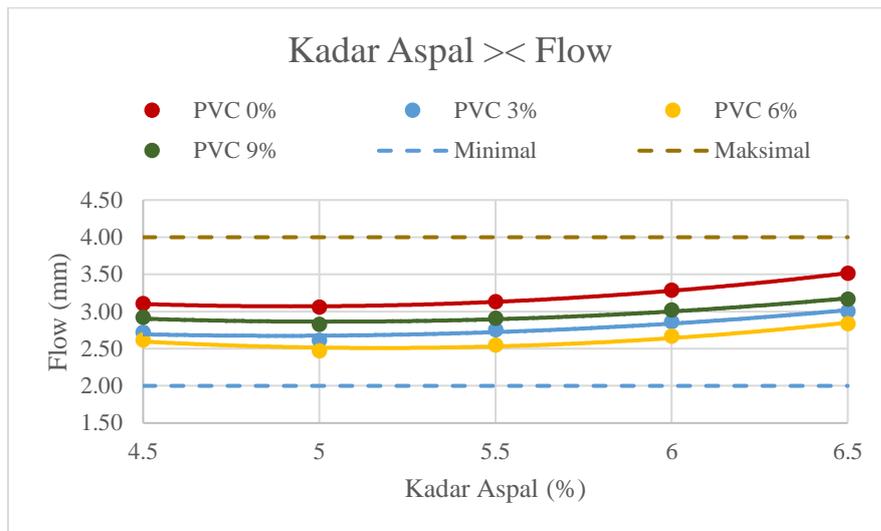
e. Analisis Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai *Flow*

*Flow* merupakan parameter deformasi plastis campuran aspal yang menunjukkan kemampuan campuran untuk mengalami perubahan bentuk sebelum terjadi kerusakan permanen. Nilai *flow* dipengaruhi oleh kadar aspal, gradasi agregat, suhu serta metode pemadatan. *Flow* yang rendah menunjukkan ketahanan deformasi yang baik. Namun, jika nilai *flow* terlalu rendah dengan stabilitas tinggi, campuran cenderung menjadi kaku dan berisiko mengalami retak akibat tegangan berulang. Sebaliknya, *flow* yang terlalu tinggi menandakan fleksibilitas berlebih, yang dapat menyebabkan kegagalan struktural akibat pergeseran agregat. Secara karakteristik, nilai *flow* akan meningkat proporsional terhadap kenaikan kadar aspal, karena lapisan film aspal yang lebih tebal memungkinkan deformasi lebih besar sebelum terjadi kerusakan (Putra et al., 2023).

Tabel 5.25 Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai *Flow*

Kadar Aspal (%)	Kadar Serbuk PVC				Spesifikasi
	0%	3%	6%	9%	
4,5	3,11	2,72	2,62	2,92	2 mm – 4 mm
5	3,06	2,61	2,47	2,83	
5,5	3,13	2,75	2,55	2,91	
6	3,29	2,86	2,67	3,02	
6,5	3,51	3,00	2,84	3,17	

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.19 Grafik Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai *Flow*

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.26 Nilai Koefisien Determinasi Terhadap Nilai *Flow*

No.	Kadar Serbuk PVC	Persamaan Regresi	R <sup>2</sup>	Maks. R <sup>2</sup>
1.	0%	$y = -0,2933x + 4,7907$	0,9983	1
2.	3%	$y = -0,1773x + 3,8973$	0,9299	1
3.	6%	$y = -0,212x + 3,9047$	0,9544	1
4.	9%	$y = -0,1473x + 3,5043$	0,9657	1

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Gambar 5.19 menunjukkan bahwa nilai *flow* meningkat seiring bertambahnya kadar aspal pada setiap variasi serbuk PVC. Namun, campuran dengan *filler* serbuk PVC cenderung menunjukkan nilai *flow* yang lebih rendah dibandingkan campuran tanpa serbuk PVC. Hal ini disebabkan oleh sifat termoplastik dan kekakuan serbuk PVC yang dapat meningkatkan modulus kekakuan campuran.

Campuran yang lebih kaku memiliki deformasi plastis yang lebih kecil di bawah beban, sehingga menghasilkan nilai *flow* yang lebih rendah.

Berdasarkan tabel 5.25 menunjukkan bahwa nilai *flow* pada kadar variasi serbuk PVC 0%, 3%, 6%, dan 9% semuanya sudah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2024 yaitu antara 2 mm sampai dengan 4 mm. Berdasarkan Tabel 5.26 nilai determinasi pengaruh serbuk PVC terhadap nilai *flow* yang tertinggi mencapai 96,57% pada kadar serbuk PVC 9% yang berarti bahwa pengaruh serbuk PVC terhadap nilai *flow* sangat berpengaruh dikarenakan nilai  $R^2$  sudah mendekati 100% jika dilakukan pendekatan dengan uji koefisien determinasi memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam spesifikasi Umum Bina Marga 2024.

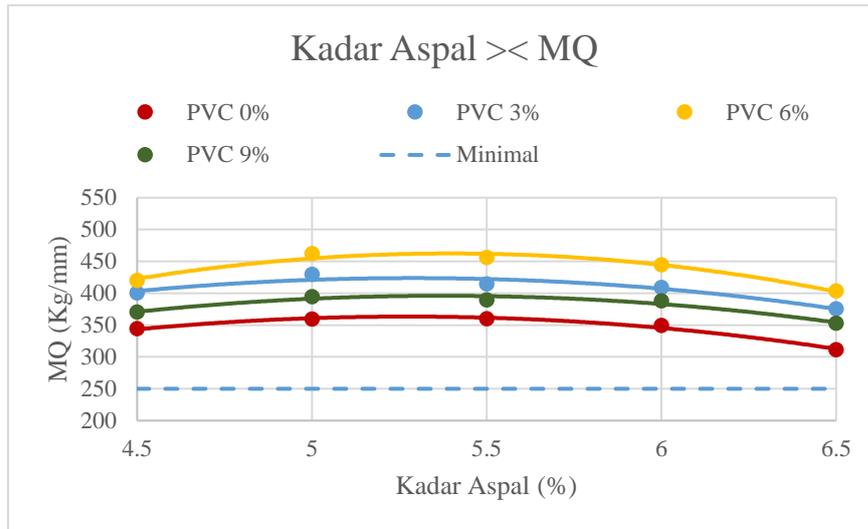
f. Analisis Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai MQ (*Marshall Quotient*)

Nilai MQ yang tinggi menunjukkan bahwa campuran memiliki stabilitas tinggi dengan deformasi yang relatif kecil, sehingga mengindikasikan campuran yang kaku. Namun, kekakuan yang berlebihan juga dapat meningkatkan potensi retak akibat tegangan berulang. Sebaliknya, nilai MQ yang rendah menunjukkan tingkat kekakuan campuran yang rendah, yang mengindikasikan bahwa campuran bersifat terlalu fleksibel dan cenderung mengalami deformasi plastis permanen seperti *rutting* ketika menerima beban lalu lintas berulang. Oleh karena itu, nilai MQ yang ideal mencerminkan keseimbangan antara ketahanan terhadap deformasi dan kemampuan fleksibilitas campuran dalam melayani beban lalu lintas.

Tabel 5.27 Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai MQ

Kadar Aspal (%)	Kadar Serbuk PVC				Spesifikasi
	0%	3%	6%	9%	
4,5	344,24	400,41	419,90	370,23	Min. 250 kg/mm
5	359,44	429,32	462,11	394,47	
5,5	359,68	414,47	456,23	389,41	
6	349,35	409,14	444,46	387,86	
6,5	310,96	375,59	403,36	352,57	

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)



Gambar 5.20 Grafik Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai MQ

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.28 Nilai Koefisien Determinasi Terhadap Nilai MQ

No.	Kadar Serbuk PVC	Persamaan Regresi	R <sup>2</sup>	Maks. R <sup>2</sup>
1.	0%	$y = 38,32x + 135,5$	0,9851	1
2.	3%	$y = 32,623x + 201,93$	0,9099	1
3.	6%	$y = 38,219x + 200,39$	0,9609	1
4.	9%	$y = 26,711x + 242,61$	0,94	1

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Gambar 5.20 menunjukkan bahwa nilai MQ pada setiap variasi kadar serbuk PVC mengalami peningkatan seiring dengan penambahan kadar aspal dan cenderung menurun ketika sudah mencapai titik optimumnya.

Berdasarkan tabel 5.27 menunjukkan bahwa nilai MQ pada kadar variasi serbuk PVC 0%, 3%, 6%, dan 9% semuanya sudah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2024 yaitu minimal 250 kg/mm. Berdasarkan Tabel 5.28 nilai determinasi pengaruh serbuk PVC terhadap nilai MQ yang tertinggi mencapai 96,52% pada kadar serbuk PVC 9% yang berarti bahwa pengaruh serbuk PVC terhadap nilai MQ sangat berpengaruh dikarenakan nilai R<sup>2</sup> sudah mendekati 100% jika dilakukan pendekatan dengan uji koefisien determinasi memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam spesifikasi Umum Bina Marga 2024.

g. Analisis Penentuan Kadar Aspal Optimum Dengan Pengganti *Filler* Serbuk PVC Pada Lapis Aus (AC-WC)

Penentuan kadar aspal optimum bertujuan untuk memperoleh kadar aspal yang paling efektif dalam menghasilkan campuran beraspal dengan karakteristik *Marshall* yang memenuhi standar teknis Spesifikasi Umum Bina Marga 2024. Penentuan ini didasarkan pada parameter *Void in Mix* (VIM), *Void in Mineral Aggregate* (VMA), *Void Filled with Asphalt* (VFA), stabilitas, *flow*, dan *Marshall Quotient* (MQ), yang harus berada dalam rentang nilai yang ditetapkan untuk menjamin kestabilan, durabilitas, dan kinerja struktural perkerasan.

Tabel 5.29 Penentuan KAO Campuran Beraspal dengan Serbuk PVC 0%

Serbuk PVC 0%	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi
	4,5	5	5,5	6	6,5	
VIM					↓	3% - 5%
VMA						Min 15%
VFA					↓	Min 65%
Stabilitas						Min 1000 kg
<i>Flow</i>					↓	2 mm – 4 mm

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.30 Penentuan KAO Campuran Beraspal dengan Serbuk PVC 3%

Serbuk PVC 3%	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi
	4,5	5	5,5	6	6,5	
VIM				↓		3% - 5%
VMA						Min 15%
VFA				↓		Min 65%
Stabilitas						Min 1000 kg
<i>Flow</i>					↓	2 mm – 4 mm

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.31 Penentuan KAO Campuran Beraspal dengan Serbuk PVC 6%

Serbuk PVC 6%	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi
	4,5	5	5,5	6	6,5	
VIM					↓	3% - 5%
VMA						Min 15%
VFA					↓	Min 65%
Stabilitas						Min 1000 kg
<i>Flow</i>					↓	2 mm – 4 mm

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Tabel 5.32 Penentuan KAO Campuran Beraspal dengan Serbuk PVC 9%

Serbuk PVC 9%	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi
	4,5	5	5,5	6	6,5	
VIM						3% - 5%
VMA						Min 15%
VFA						Min 65%
Stabilitas						Min 1000 kg
<i>Flow</i>						2 mm – 4 mm

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Kadar aspal optimum merupakan parameter krusial dalam desain campuran aspal beton, yang dipengaruhi oleh gradasi agregat, jenis dan proporsi aspal, serta karakteristik bahan tambah yang digunakan. Berdasarkan hasil penelitian, kadar optimum aspal diperoleh sebesar 6,5% untuk variasi serbuk PVC 0%, menurun menjadi 6,25% pada 3%, dan kembali naik menjadi 6,5% pada kadar 6% dan 9%. Peningkatan kebutuhan kadar aspal pada kadar serbuk PVC yang lebih tinggi disebabkan oleh sifat PVC yang halus dan tidak berpori, sehingga tidak mampu menyerap aspal. Hal ini menyebabkan campuran cenderung menjadi kaku dan membutuhkan penambahan aspal untuk menjaga plastisitas dan kepadatan campuran. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Linggo & Kurniawan, 2015) tentang penggunaan PVC sebagai bahan tambah pada beton aspal menghasilkan kadar aspal optimum (KAO) yang diperoleh pada campuran dengan variasi 5,5% aspal dengan 4% serbuk PVC dan 6% aspal dengan 4% dan 8% serbuk PVC.

#### 5.4 Analisis Karakteristik Campuran Aspal Beton dengan Kadar Aspal Optimum

Rekapitulasi hasil pengujian karakteristik *Marshall* dengan pengganti *filler* serbuk PVC menggunakan kadar aspal optimum pada Tabel 5.33.

Tabel 5.33 Rekapitulasi Hasil Pengujian *Marshall* Dengan Kadar Aspal Optimum

Karakteristik <i>Marshall</i>	Kadar Serbuk PVC (%)	Kadar Aspal (%)	Hasil	Spesifikasi
VIM (%)	0	6,5	4,85	3 % - 5 %
	3	6,25	4,82	
	6	6,5	4,69	
	9	6,5	4,64	
VMA (%)	0	6,5	15,72	Min 15 %
	3	6,25	15,51	
	6	6,5	15,38	
	9	6,5	15,35	
VFA (%)	0	6,5	68,24	Min 65 %
	3	6,25	70,26	
	6	6,5	70,79	
	9	6,5	72,10	
Stabilitas (Kg)	0	6,5	1165,55	Min 1000 kg
	3	6,25	1176,46	
	6	6,5	1185,55	
	9	6,5	1169,19	
<i>Flow</i> (mm)	0	6,5	2,58	2 mm - 4 mm
	3	6,25	2,52	
	6	6,5	2,44	
	9	6,5	2,42	
MQ (Kg/mm)	0	6,5	451,21	Min 250 kg/mm
	3	6,25	468,35	
	6	6,5	485,34	
	9	6,5	483,21	

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Berdasarkan Tabel 5.33, nilai VIM dan VMA tertinggi diperoleh pada campuran tanpa serbuk PVC (0%) dengan kadar aspal optimum 6,5%. Hal ini disebabkan oleh tidak adanya partikel halus serbuk PVC yang berfungsi mengisi rongga antar agregat. Penambahan serbuk PVC 3%, 6%, dan 9% menunjukkan penurunan nilai VIM dan VMA secara bertahap akibat sifat serbuk PVC yang halus dan kadar aspal yang tinggi, sehingga rongga antar agregat terisi lebih optimal. Penurunan nilai VIM menunjukkan peningkatan kepadatan pada campuran karena volume rongga udara berkurang (Sulandari et al., 2024).

Nilai VFA tertinggi diperoleh pada campuran dengan kadar serbuk PVC 9% dan kadar aspal optimum 6,5%, yang menunjukkan bahwa volume rongga terisi aspal meningkat seiring dengan tingginya kadar *filler* dan aspal. Nilai VFA yang tinggi meningkatkan adhesi dan ketahanan terhadap penetrasi air, namun nilai VFA yang terlalu tinggi juga dapat membuat campuran menjadi lebih padat yang menyebabkan risiko terjadinya *bleeding* (aspal keluar ke permukaan saat suhu terlalu tinggi) sehingga tidak cocok digunakan pada daerah yang panas atau memiliki beban lalu lintas yang berat (Sulandari et al., 2024).

Nilai stabilitas maksimum diperoleh pada campuran dengan kadar serbuk PVC sebesar 6% dan kadar aspal optimum 6,5%. Kondisi ini menunjukkan adanya titik keseimbangan antara jumlah *filler* dan aspal, sehingga menghasilkan struktur campuran yang padat dan stabil. Penambahan serbuk PVC hingga titik optimum berkontribusi dalam meningkatkan stabilitas melalui pengisian rongga antar agregat. Namun, ketika kadar serbuk PVC melebihi 6%, seperti pada kadar 9%, stabilitas menurun akibat kelebihan *filler* yang mengganggu *interlocking* dan kohesi antar partikel agregat (Linggo & Kurniawan, 2015).

Nilai *flow* pada campuran dengan tambahan serbuk PVC lebih rendah daripada campuran tanpa tambahan serbuk PVC. Hal ini terjadi karena campuran dengan tambahan serbuk PVC cenderung lebih padat dan lebih kaku. Nilai *flow* merupakan indikator seberapa kaku sebuah campuran, semakin kaku campuran maka akan semakin rendah nilai *flow* yang dihasilkan. Nilai *flow* yang terlalu rendah dapat menyebabkan campuran menjadi lebih mudah retak saat menerima beban berat dan mengurangi daya tahan (durabilitas) terhadap getaran atau beban berulang (Sulandari et al., 2024). Pada penelitian ini, nilai *flow* masih memenuhi spesifikasi teknis yaitu 2 mm – 4 mm.

Nilai MQ (*Marshall Quotient*) merupakan rasio stabilitas dengan *flow*, oleh karena itu nilai MQ berbanding lurus dengan nilai stabilitas. Nilai MQ mengalami peningkatan hingga mencapai titik optimum, namun setelah melewati kadar tersebut, nilainya mulai menurun. Hal ini menandakan bahwa penambahan serbuk PVC dapat meningkatkan fleksibilitas campuran ketika digunakan dalam jumlah

yang sesuai. Jika kadar serbuk PVC terlalu banyak, maka campuran menjadi lebih kaku sehingga rentan mengalami retak (Linggo & Kurniawan, 2015).

### 5.5 Analisis Proporsi Ideal yang Memenuhi Karakteristik Campuran Aspal Beton

Setelah diketahui bahwa nilai stabilitas tertinggi diperoleh pada kadar aspal 6,5%, maka seluruh variasi kadar serbuk PVC dibandingkan dengan menggunakan kadar aspal tersebut. Tujuan perbandingan ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan serbuk PVC sebagai pengganti *filler* terhadap campuran, dengan tetap mempertahankan kadar aspal yang menghasilkan stabilitas tertinggi.

Tabel 5.34 Hasil Analisis Proporsi Ideal Penambahan Serbuk PVC

Karakteristik <i>Marshall</i>	Kadar Serbuk PVC (%)	Kadar Aspal (%)	Hasil Pengujian (Kg)
Stabilitas (Kg)	0	6,5	1101,91
	3	6,5	1125,55
	6	6,5	1143,73
	9	6,5	1049,18

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Berdasarkan Tabel 5.34, nilai stabilitas tertinggi diperoleh pada campuran dengan kadar serbuk PVC 6% dan kadar aspal optimum 6,5%, yaitu sebesar 1143,73 kg. Proporsi ini dianggap ideal karena seluruh parameter *Marshall* memenuhi spesifikasi teknis. Nilai stabilitas merupakan kemampuan campuran dalam menahan beban lalu lintas sebelum terjadi deformasi atau kerusakan (Sulandari et al., 2024).

### 5.6 Kelebihan dan Kekurangan Serbuk PVC sebagai *Filler* dalam Campuran AC-WC

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil berupa beberapa kelebihan dan kekurangan serbuk PVC yang digunakan sebagai *filler* dalam campuran AC-WC. Pada penelitian ini, pengaruh penambahan serbuk PVC sebagai *filler* diantaranya adalah meningkatkan nilai VIM, menurunkan nilai VMA, menurunkan nilai VFA, meningkatkan nilai stabilitas, menurunkan nilai *flow*, dan meningkatkan nilai MQ.

Tabel 5.35 Kelebihan dan Kekurangan Serbuk PVC sebagai *Filler* dalam Campuran AC-WC

No.	Kelebihan	Kekurangan
1.	Meningkatkan stabilitas campuran aspal, sehingga membuatnya lebih tahan terhadap deformasi akibat beban lalu lintas.	Membuat lapisan aspal menjadi berpori dan rentan terhadap kerusakan akibat air dan oksidasi.
2.	Membuat aspal menjadi lebih tahan terhadap suhu tinggi.	Membuat campuran kaku sehingga cenderung rentan terhadap retak

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

### 5.7 Perbandingan Pengaruh Penggunaan *Filler* Serbuk PVC pada Aspal Modifikasi Polimer dan Aspal Penetrasi 60/70

Dalam penelitian ini digunakan variasi penambahan serbuk PVC sebesar 0%, 3%, 6%, dan 9%. Apabila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya oleh (Rasul & Sari, 2022), yang menggunakan variasi serbuk PVC 0%, 2%, 4%, dan 6% pada campuran Laston lapis aus dengan aspal penetrasi 60–70, maka perbandingan hasil karakteristik *Marshall* dari kedua penelitian dapat dirangkum dalam tabel berikut.

Tabel 5.36 Perbandingan Pengaruh Penggunaan *Filler* Serbuk PVC pada Aspal Modifikasi Polimer dan Aspal Penetrasi 60/70

Karakteristik <i>Marshall</i>	Aspal Modifikasi Polimer	Aspal Penetrasi 60-70
VIM	Meningkat	Menurun
VMA	Meningkat	Menurun
VFA	Meningkat	Meningkat
Stabilitas	Meningkat hingga kadar PVC 6%	Meningkat hingga kadar PVC 6%
<i>Flow</i>	Menurun	Menurun
<i>Marshall Quotient</i>	Meningkat	Meningkat

(Sumber: Analisa Penulis, 2025)

## BAB 6

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada campuran aspal beton lapis aus (AC-WC) dengan *filler* serbuk PVC menggunakan aspal modifikasi polimer, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Hasil pengujian karakteristik material yang dilakukan pada penelitian ini meliputi karakteristik aspal modifikasi polimer yang terdiri dari penetrasi aspal 5,35 mm, berat jenis 1,04 g/ml, titik nyala 260 °C, titik bakar 280 °C, titik lembek 82 °C, daktilitas 148,7 cm dan kehilangan berat minyak 0,36%. Pengujian karakteristik agregat pada penelitian ini meliputi agregat kasar dan halus yang terdiri dari berat jenis *bulk* 2,56 g/ml dan 2,66 g/ml, penyerapan 1,88% dan 3,64%, dan keausan 25,94%, serta berat jenis *filler* PVC sebesar 1,442 g/ml. Berdasarkan hasil penelitian, karakteristik material yang digunakan sudah memenuhi ketentuan yang terdapat pada Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2024 sehingga aspal, agregat dan *filler* serbuk PVC dapat digunakan sebagai material penyusun dalam campuran aspal beton lapis aus (AC-WC).
- b. Penambahan serbuk PVC pada campuran aspal beton lapis aus (AC-WC) menggunakan aspal modifikasi polimer dapat menurunkan nilai VIM dari 4,85% menjadi 4,69% dan VMA dari 15,72% menjadi 15,38% sehingga nilai VFA meningkat dari 68,24% menjadi 70,79%. Nilai stabilitas pada campuran meningkat sampai titik optimum yaitu pada kadar serbuk PVC 6% dan kadar aspal optimum 6,5% sebesar 1185,55 kg. Nilai *flow* pada campuran dengan tambahan serbuk PVC lebih rendah yaitu sebesar 2,44% daripada campuran tanpa tambahan serbuk PVC yaitu sebesar 2,58%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan serbuk PVC sebagai *filler* dapat meningkatkan stabilitas dan daya tahan aspal dalam menahan beban lalu lintas dan deformasi permanen. Hal tersebut dikarenakan PVC mengandung unsur klorida (Cl) dan memiliki sifat termoplastik yang melunak ketika dipanaskan dan mengeras saat didinginkan yang dapat memberikan kekakuan pada campuran sehingga dapat meningkatkan stabilitas.

## 6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut:

- a. Diperlukan studi lanjutan mengenai pemanfaatan limbah serbuk PVC sebagai filler pada campuran aspal modifikasi polimer untuk jenis lapisan perkerasan lainnya, seperti lapis antara (*AC-BC*) dan lapis fondasi (*AC-Base*), guna mengevaluasi kinerja mekanis dan struktural secara menyeluruh.
- b. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait pengaruh penambahan serbuk PVC terhadap ketahanan campuran terhadap penuaan, baik pada kondisi penuaan jangka pendek (*Short-Term Oven Aging/STOA*) maupun penuaan jangka panjang (*Long-Term Oven Aging/LTOA*), agar diperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai durabilitas campuran.
- c. Disarankan untuk mengeksplorasi pemanfaatan serbuk PVC sebagai filler pada jenis campuran beraspal lainnya, seperti *Hot Rolled Sheet (HRS)* dan *Stone Matrix Asphalt (SMA)*, untuk menilai kelayakan dan performa pada berbagai jenis campuran dan kondisi lalu lintas yang berbeda.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, M. Z., & Kartikasari, D. (2018). Substitusi *Filler* Pada Campuran Aspal Dengan *Fly Ash* Dan Serbuk Batu Bata. *Jurnal Civila*, 3(1), 124–132.
- Ade I, A., & Nugroho, A. (2008). Studi Komparasi Antara Beton Aspal Dengan Aspal Buton Retona Dan Aspal Minyak Pertamina Pen 60/70 Pada Campuran Aspal Panas Jenis AC-WC [Universitas Diponegoro].
- Akbar, S. J., & Wesli. (2012). Stabilitas Lapis Aspal Beton AC-WC Menggunakan Abu Sekam Padi. *Teras Jurnal*, 2(4), 310–320.
- Alfiyyah, I. (2021). Pengaruh Penggunaan Bubuk *Gypsum* Sebagai *Filler* Pada Campuran Aspal Beton ( AC-WC ) Yang Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer. *Jurnal Fondasi*, 4(2), 1–10.
- Amin, C., & Arif, D. S. (2023). Pengaruh Penambahan Limbah Plafon PVC Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton AC-WC. *Narotama Jurnal Teknik Sipil E-Issn: 2460-3430*, 7.
- Arlia, L., Saleh, S. M., & Anggraini, R. (2018). Karakteristik Campuran Aspal Porus Dengan Substitusi Gondorukem Pada Aspal Penetrasi 60/70. *Teknik Sipil*, 1(3), 657–666.
- Fahmi, R., Saleh, S. M., & Isya, M. (2017). Pengaruh Lama Rendaman Air Laut Terhadap Durabilitas Campuran Aspal Beton Menggunakan Aspal Pen.60/70 Yang Disubstitusi Limbah *Ethylene Vinyl Acetate* (Eva). *Teknik Sipil*, 6(3), 271–282.
- Gunarto, A., & Candra, A. I. (2019). Penelitian Campuran Aspal Beton Dengan Menggunakan *Filler* Bunga Pinus. *Ukarst*, 3(1), 46–55.
- Hamzah, R. A., Kaseke, O. H., & Manopo, M. M. (2016). Pengaruh Variasi Kandungan Bahan Pengisi Terhadap Kriteria *Marshall* Pada Campuran Beraspal Panas Jenis Lapis Tipis Aspal Beton – Lapis Aus Gradasi Senjang. *Jurnal Sipil Statik*, 4(7), 447–452.
- Hanssel, A., Alpius, & Kamba, C. (2022). Karakteristik Campuran AC-BC Dengan Menggunakan Bahan Tambah Plastik PVC. *Paulus Civil Engineering Journal*, 4(4), 676–686.
- Haswar, & Puspawati, D. A. (2018). Karakteristik Lapisan Aspal Beton *Asphalt*

*Concrete – Wearing Course (AC-WC) Dengan Variasi Bahan Slag Nikel Sebagai Filler. Jurnal Penelitian Teknik Sipil, 1(2), 1–20.*

Hikmayani, W., Wahyuningsih, T., Efendy, A., & Mutaqqin, A. (2023). Kajian Penambahan Serbuk Limbah Plastik Pada Campuran Aspal Panas Terhadap Nilai Karakteristik *Marshall*. *Jurnal Teknik Sipil, 3(2), 62–67.*

Linggo, J. S., & Kurniawan, J. Y. (2015). Penggunaan PVC Sebagai Bahan Tambah Pada Beton Aspal. *Teknik Sipil, 13(3), 190–195.*

Lourdes, A., Pedo, K. S. W., & Bela, K. R. (2023). Perancangan Perkerasan Jalan Komposit Pada Ruas Jalan Kaniti Desa Penfui Timur Kabupaten Kupang. *Eternitas: Jurnal Teknik Sipil, 3(1).*

Mariato, K., Alpius, & Kamba, C. (2020). Pengujian Karakteristik Campuran HRS-WC Menggunakan Batu Sungai Makawa Kecamatan Walenrang Utara. *Paulus Civil Engineering Journal, 2(2), 128–137.*

Muttaqin, A., Isfanari, Wahyuningsih, T., Efendy, A., & Anam, H. (2020). Karakteristik Campuran Beraspal (HRS-WC) Dengan Bahan Tambahan Serbuk Limbah UPVC (*Additive*). *Jurnal Sipilains, 10(September), 125–132.*

Pangemanan, V. C., Kaseke, O. H., & Manoppo, M. R. E. (2015). Pengaruh Suhu Dan Durasi Terendamnya Perkerasan Beraspal Panas Terhadap Stabilitas Dan Kelelehan (*Flow*). *Jurnal Sipil Statik, 3(2), 85–90.*

Pratama, A. R. A., Erfan, M., Priskasari, E., & Prajitno, A. (2017). Pengaruh Penambahan Limbah Plastik *Polyvinyl Chloride* Pada Campuran *Asphalt Treated Base* Atb Terhadap Nilai Parameter *Marshall* Test. *Jurnal Sondir, 2, 1–8.*

Pratama, N. G., & Haratama, K. R. (2024). Studi Komparasi Karakteristik Dan Nilai Daktilitas Aspal Modifikasi PG 70 Dengan Aspal Pertamina Penetrasi 60/70. *Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi, 2(2), 183–189.*

Putra, M. T., Destania, H. R., & Febryandi. (2023). Analisis Karakteristik *Marshall* Campuran Aspal Modifikasi Pada *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC – WC)* Dengan Penambahan Serbuk Ban Kendaraan. *Jurnal Teknik Sipil, 19(2), 335–350.*

Rabihati, E., Rasiwan, & Riyanti, R. (2018). Karakteristik Laston AC-WC Menggunakan Variasi Kadar *Filler* Limbah Balon Gas. *Jurnal Vokasi, 13(2),*

90–99.

- Ramadhan, D. M., Indriani, A. M., & Utomo, G. (2023). Analisis Karakteristik Penggunaan Aspal Polimer PG 76 Terhadap Durabilitas *Marshall* Lapisan *Asphalt Concrete-Wearing Course*. *Konferensi Nasional Teknik Sipil Ke-17*, 2(1), 377–384.
- Rasul, R. F., & Sari, Y. A. (2022). Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk PVC Pada Campuran Laston Lapis Aus. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 19(2), 127–135.
- Rohman, M. F., Hasanuddin, A., & Wicaksono, L. A. (2020). Penggunaan *Filler* Arang Kayu Pada Aspal HRS – WC Dan Aspal AC - WC. *Jurnal Simetrik*, 10(2), 368–371.
- Rosyad, F., Prastyo, N., & Kasmuri, M. (2020). Analisis Pengaruh Penambahan Limbah Karet Terhadap Durabilitas Dan Flexibilitas Aspal Beton (AC-WC). *Jurnal Ilmiah Tekno*, 14(2), 23–31.
- Sa'dillah, M., Yurnalisdell, Oktaviastuti, B., & Nenabu, C. C. C. (2023). Karakteristik Penggunaan Plastik PVC (*Polyvinyl Chloride*) Bahan Tambahan Campuran Aspal Porus. *Jurnal Inersia*, 16(1), 8–20.
- Sandabunga, A. D., Ali, N., & Rachman, R. (2020). Karakteristik Campuran Sma Kasar Menggunakan Batu Sungai Sa'dan Kecamatan Sesean Toraja Utara. *Paulus Civil Engineering Journal*, 2(4), 282–288.
- Sidabutar, R. A., Saragi, Y. R., Pasaribu, H., Pardede, M., & Hutabarat, T. (2021). Evaluasi Perkerasan Jalan Kaku (*Rigid Pavement*) Pada Jalan SM Raja Medan Dengan Metode Bina Marga. *Jurnal Visi Eksakta*, 2(2), 215–224.
- Suhardi, Pratomo, P., & Ali, H. (2016). Studi Karakteristik *Marshall* Pada Campuran Aspal Dengan Penambahan Limbah Botol Plastik. *Jrsdd*, 4(2), 284–293.
- Sukirman, S. (2003). *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta. Nova.
- Sukirman, S. (2010). Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur. In S. Sukirman (Ed.), *Bandung (Pertama)*. Nova.
- Sukirman, S. (2016). *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta. Granit.
- Sulandari, E., Lestyowati, Y., Felderika, & Sutarno. (2024). Analisis Pengaruh Sifat Volumetrik Pada Campuran Aspal AC-WC. *Civil Engineering Research*

*Jurnal*, 5(2), 41–47.

- Tasik, A. R. (2021). Evaluasi Kerusakan Ruas Jalan Dengan Menggunakan Metode *Pavement Condition Index* (PCI) (Studi Kasus : Jalan Kapten Haryadi, Sleman, Yogyakarta) [Universitas Atma Jaya Yogyakarta].
- Thanaya, I. N. A., Puranto, I. G. R., & Nugraha, I. N. S. (2016). Studi Karakteristik Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Penetrasi 60/70 Dengan Penambahan Lateks. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 22(2), 77–86.
- Wibisono, R. E., & Yuantika, R. (2024). Analisis Kualitas Aspal Pertamina Dan Aspal Pg 70 Berdasarkan Uji Penetrasi Menggunakan SNI 2456-2011. *Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil*, 07(2), 77–82.
- Widyantara, I. G. N., Suparma, L. B., & Muthohar, I. (2018). Stabilitas *Marshall* Dan Ketahanan Deformasi *Warm Mix Asphalt* Menggunakan Aditif *Zycotherm*. *Inersia*, 14(1), 48–61.

**LAMPIRAN 1**  
**BERKAS**  
**ADMINISTRASI**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

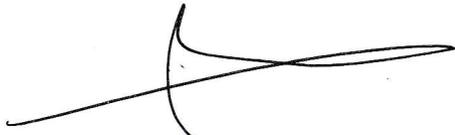
Jalan Jendral Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**FORM PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING TA**

**Nama** : Dea Desvita Aulia  
**NIM** : 3336210056  
**Program Studi** : Teknik Sipil  
**Semester** : Ganjil (2024/2025)  
**KBK** : Transportasi  
**Judul Tugas Akhir** : **PEMANFAATAN LIMBAH SERBUK *POLYVINYL CHLORIDE* (PVC) SEBAGAI PENGGANTI *FILLER* TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL BETON AC-WC**

No	Uraian	Nama Dosen	Paraf Dosen
1.	Pembimbing 1	1. Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.	1. 
2.	Pembimbing 2	2. Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.	2. 

Cilegon, 12 Desember 2024  
Ketua KBK



Dr. Arief Budiman, S.T., M.Eng  
NIP. 197105272005011001

\*) coret yang tidak perlu



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jendral Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

FORM PERSETUJUAN TANGGAL SIDANG

Nama : Dea Desvita Aulia  
NIM : 3336210056  
Jurusan : Teknik Sipil  
Rencana Sidang : Seminar Proposal/ ~~Seminar Hasil/ Sidang Akhir~~ \*)  
Waktu Sidang :  
Hari/ Tanggal : Rabu, 08 Januari 2025  
Jam : 13.00

No	Nama Dosen	Pembimbing	Penguji	Tanda Tangan
1	Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.	I		Tanggal: 17-12-2024 Paraf:
2	Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.	II		Tanggal: 17-12-2024 Paraf:
3	Wiwien Suzanti, S.T., M.T.		I	Tanggal: Paraf:
4	Dr. Ing. M. Fakhruriza Pradana, S.T., M.T.		II	Tanggal: 18-12-2024 Paraf:

Cilegon, 17 Desember 2024  
Koordinator TA

Siti Asyiah, S.Pd., M.T.  
NIP. 198601312019032009

\*) coret yang tidak perlu



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI,  
SAINS, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman : ft.untirta.ac.id

No. : B/58/UN43.3.6/PK.03.09/2024  
Perihal : Undangan Seminar Proposal Skripsi  
Lamp. : -

Kepada Yth. :

1. Wiwien Suzanti, S.T., M.T (Penguji I)
2. Dr. Ing. M. Fakhururiza Pradana, S.T., M.T. (Penguji II)
3. Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T. (Penguji III/ Pembimbing I)
4. Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc...(Penguji IV/ Pembimbing II)

Dengan Hormat,

Dengan ini kami mengharap dengan hormat, kehadiran bapak/Ibu pada Seminar Proposal Skripsi dari mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Agung Tirtayasa, atas nama :

Nama : Dea Desvita Aulia  
NIM : 3336210056  
Judul : Pemanfaatan Limbah Serbuk Polyvinyl Chloride (PVC) Sebagai Pengganti Filler Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton AC-WC

Adapun Seminar Proposal Skripsi atas nama mahasiswa tersebut di atas, akan diselenggarakan pada:

Hari/Tgl : Rabu, 8 Januari 2025  
Waktu : 13.00 WIB s.d selesai  
Tempat : *Offline*

Demikian undangan ini kami sampaikan, atas perhatian dan kehadiran bapak/ibu kami ucapkan banyak terimakasih

Cilegon, 30 Desember 2024  
Ketua Jurusan Teknik Sipil

**Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T**  
NIP. 198212062010122001



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK**

Smp-01

Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**SURAT PERMOHONAN SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI**

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya mahasiswa Program Sarjana Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

Nama Mahasiswa : Dea Desvita Aulia  
Nomor Mahasiswa : 3336210056  
Alamat Mahasiswa : Jl. Semang Raya No.8, Kotabumi, Purwakarta, Kota Cilegon, Banten  
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T  
2. Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.

Dengan prestasi studi sampai dengan tanggal: 08 Januari 2025 seperti terlampir. Dengan ini saya mengajukan permohonan untuk dapat menyelenggarakan seminar proposal skripsi.

Cilegon, 17 Desember 2024

Pemohon,

Dea Desvita Aulia

**PEMERIKSAAN (oleh Koord. Skripsi)**

No	Perihal	Catatan
1.	Hasil studi kumulatif ( $\geq 116$ sks dan $IPK \geq 2,00$ )	136 SKS & IPK 3,67
2.	Nilai D maksimal 10% dari total SKS mata kuliah	2%
3.	Kerja Praktek	
4.	Mengontrak mata kuliah Skripsi dalam KRS berjalan	
5.	Melakukan pendaftaran pada SISTA (TA-01)	
6.	Draf proposal telah disetujui Dosen Pembimbing (TA-02) Salinan sebanyak 4 eksemplar masing-masing untuk pembimbing dan penguji	
7.	Naskah seminar telah disetujui Dosen Pembimbing (TA-02) Salinan sebanyak 10-15 eksemplar untuk peserta sidang	
8.	Berita Acara Seminar Proposal (Smp-02)	
9.	Lembar saran & masukan (Smp-03)	
10.	Daftar hadir dosen (Smp-04)	
11.	Daftar hadir peserta seminar (Smp-05)	

Seminar tersebut dapat dilaksanakan, waktu dan tempat seminar harap dikonsultasikan dengan Dosen Pembimbing dan Dosen Penguji.

Cilegon, 17 Desember 2024  
Koordinator Skripsi,

Siti Asyiah, S.Pd.,M.T.  
NIP. 198601312019032009

Dibuat rangkap 2 untuk:

1. Mahasiswa ybs
2. Koord. Skripsi

\* Pendaftaran Seminar Proposal Skripsi selambat-lambatnya 2 hari kerja sebelum seminar dilaksanakan.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Smp-02

Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI  
JURUSAN TEKNIK SIPIL UNTIRTA**

Pada hari ini hari Rabu tanggal 8 bulan Januari tahun 2025, telah dilaksanakan Seminar Proposal Skripsi dari mahasiswa/mahasiswi, yaitu :

Nama : Dea Desvita Aulia

NPM : 3336210056

Judul Skripsi : Pemanfaatan Limbah Serbuk *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai Pengganti *Filler* Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton AC-WC

Dosen pembimbing I : Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.

Dosen pembimbing II: Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.

Dosen Penguji I : Wiwien Suzanti, S.T., M.T.

Dosen Penguji II : M. Fakhruriza Pradana, S.T., M.T.

Dari Seminar Proposal Skripsi ini dinyatakan bahwa mahasiswa tersebut telah dinyatakan MEMENUHI PERSYARATAN / ~~TIDAK MEMENUHI PERSYARATAN~~ untuk melanjutkan Penelitian (Skripsi) \*)

Demikian Berita Acara ini dibuat dan selanjutnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Cilegon, 08 Januari 2025

Dosen Penguji I

Wiwien Suzanti, S.T., M.T.  
NIP. 199402222024062002

Dosen Penguji II

Dr. Ing. M. Fakhruriza Pradana, S.T., M.T.  
NIP. 198107232006041002

Dosen Pembimbing I

Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
NIP. 198212062010122001

Dosen Pembimbing II

Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.  
NIP. 198601242014042001

Ket : \*) coret yang tidak perlu  
CC : Arsip



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Smp-03

Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

SARAN / MASUKAN  
SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Rabu, 08 Januari 2025 Waktu : 13.00 WIB - Selesai  
Nama Peserta : Dea Desvita Aulia NPM : 3336210056  
Judul Skripsi : Pemanfaatan Limbah Serbuk *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai Pengganti  
*Filler* Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton AC-WC

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
		Limbah serbuk PVC → modifikasi Polimer (elastomer / plastomer). Material PVC → pengolahan yang dilakukan seperti apa. Dokumen / Gambar Limbah serbuk PVC .	

Cilegon, 08 Januari 2025  
Dosen Pembimbing I

  
Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
NIP. 198212062010122001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Smp-03

Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

SARAN / MASUKAN  
SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Rabu, 08 Januari 2025 Waktu : 13.00 WIB - Selesai  
Nama Peserta : Dea Desvita Aulia NPM : 3336210056  
Judul Skripsi : Pemanfaatan Limbah Serbuk *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai Pengganti  
*Filler* Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton AC-WC

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
		<ul style="list-style-type: none"><li>- perlakuan PVC sebagai filler</li><li>- perbaikan. ketahanan spektral persyarafan filler</li><li>- pemanfaatan Aspal Polimer</li></ul>	

Cilegon, 08 Januari 2025  
Dosen Pembimbing II

Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.  
NIP. 198601242014042001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Smp-03

Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

SARAN / MASUKAN  
SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Rabu, 08 Januari 2025 Waktu : 13.00 WIB - Selesai  
Nama Peserta : Dea Desvita Aulia NPM : 3336210056  
Judul Skripsi : Pemanfaatan Limbah Serbuk *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai Pengganti  
*Filler* Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton AC-WC

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
1.		Penulisan silabihan cek di draft	
2.		Tambahkan alasan / capaian hipotesis pd latar belakang.	
3.		Tabel harga pustaka, tambahkan penelitian Anda.	
4.		Tambahkan tabel perbandingan.	
5.		Bagian alir silabihan perbaiki	
6.		Dapus perbaiki	

Cilegon, 08 Januari 2025  
Dosen Penguji I

Wiwien Suzanti, S.T., M.T.  
NIP. 199402222024062002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Smp-03

Jl. Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

SARAN / MASUKAN  
SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Rabu, 08 Januari 2025 Waktu : 13.00 WIB - Selesai  
Nama Peserta : Dea Desvita Aulia NPM : 3336210056  
Judul Skripsi : Pemanfaatan Limbah Serbuk *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai Pengganti  
*Filler* Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton AC-WC

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
1.		Tujuan Penelitian (poin pertama)	
2.		Tabel Penelitian Terdahulu dibuat menjadi satu halaman	
3.		Tabel Keterkaitan Penelitian	
4.		Gambar ulang komponen perkerasan jalan	
5.		Diagram Atir dibuat menjadi satu halaman	

Cilegon, 08 Januari 2025  
Dosen Penguji II

Dr. Ing. M. Fakhuriza Pradana, S.T., M.T.  
NIP. 198107232006041002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Smp-04

Jl. Jendral Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**DAFTAR HADIR SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI**

Hari/Tgl : Rabu, 08 Januari 2025  
Waktu : 13.00 WIB - Selesai  
Nama Peserta : Dea Desvita Aulia  
NPM : 3336210056  
Judul Skripsi : Pemanfaatan Limbah Serbuk *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai  
Pengganti *Filler* Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton AC-WC

NO	NAMA	NIP	TANDA-TANGAN
1.	Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.	198212062010122001	1.
2.	Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.	198601242014042001	2.
3.	Wiwien Suzanti, S.T., M.T.	199402222024062002	3.
4.	Dr. Ing. M. Fakhuriza Pradana, S.T., M.T.	198107232006041002	4.

Cilegon, 08 Januari 2025  
Koordinator Skripsi

Siti Asyiah, S.Pd., M.T.  
NIP.198601312019032009



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Smp-05

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

DAFTAR HADIR SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Hari/Tgl : Rabu, 08 Januari 2025  
Waktu : 13.00 WIB - Selesai  
Nama Peserta : Dea Desvita Aulia  
NPM : 3336210056  
Judul Skripsi : Pemanfaatan Limbah Serbuk *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai  
Pengganti *Filler* Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton AC-WC

NO	NAMA	NPM	TANDA-TANGAN	KET.
1.	Happy Treacy	3336210053	1.	
2.	Pupuk Pauwal	3336210007	2.	
3.	Ariva Maharani	3336210046	3.	
4.	M. NAGFAL	3336210031	4.	
5.	M. Faisal Samarto	3336210035	5.	
6.	Desnuta Fitri O.T	3336210078	6.	
7.	<del>Mulyandah</del>	3336210003	7.	
8.	Juwanda Putra	3336210041	8.	
9.	Mirza Ardyananda	3336210023	9.	
10.	Lulu sauhiza	3336210048	10.	
11.	Luu Raffan H	3336210059	11.	
12.	Silvi Handayani	3336210045	12.	
13.	Wiza Kira Putri	3336210002	13.	
14.			14.	
15.			15.	

Cilegon, 08 Januari 2025  
Koordinator Skripsi

Siti Asyiah, S.Pd., M.T.  
NIP.198601312019032009



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Smp-06

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**BUKTI PERBAIKAN PROPOSAL SKRIPSI**

Nama Peserta : Dea Desvita Aulia  
NPM : 3336210056

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN
		Acc untuk dilanjutkan ke tahap dilaboratorium.		

Cilegon, 21 April 2025  
Dosen Pembimbing I

Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T  
NIP. 198212062010122001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Smp-06

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**BUKTI PERBAIKAN PROPOSAL SKRIPSI**

Nama Peserta : Dea Desvita Aulia  
NPM : 3336210056

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN

Cilegon, 21 April 2025  
Dosen Pembimbing II

Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc  
NIP. 198601242014042001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Smp-06

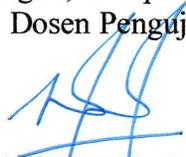
Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**BUKTI PERBAIKAN PROPOSAL SKRIPSI**

Nama Peserta : Dea Desvita Aulia  
NPM : 3336210056

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN
	28/09 25	sudah dipulaki		

Cilegon, 21 April 2025  
Dosen Penguji I

  
Wiwien Suzanti, S.T., M.T  
NIP. 199402222024062002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Smp-06

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**BUKTI PERBAIKAN PROPOSAL SKRIPSI**

Nama Peserta : Dea Desvita Aulia  
NPM : 3336210056

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN
	23/2025 /04	Sudah diperbaiki!		

Cilegon, 21 April 2025  
Dosen Penguji II

Dr. Ing. M. Fakhuriza Pradana, S.T., M.T  
NIP. 198107232006041002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Smp-07

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : Dea Desvita Aulia  
NIM : 3336210056  
Program Studi : Teknik Sipil  
Semester : Ganjil (2024/2025)  
Pembimbing I : Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Limbah Serbuk *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai Pengganti *Filler* Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton AC-WC

No.	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
1.	11 - Desember - 2024	- Latar Belakang - Keterbaruan Penelitian - Proses Pengolahan Serbuk PVC	A
2.	13 - 12 - 2024	- Perbaiki dan tambahkan proses Serbuk PVC.	A
3	16 - 12 - 2024	Acc Sempro	Pd
4.	15 - 05 - 2025.	FAO Tanpa aspal polimer	Pd

Cilegon, 11 Desember 2024  
Mahasiswa,

Dea Desvita Aulia  
NIM. 3336210056

Mengetahui,  
Pembimbing I Skripsi,

Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
NIP. 198212062010122001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Smp-07

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Dea Desvita Aulia  
NIM : 3336210056  
Program Studi : Teknik Sipil  
Semester : 8 (Genap)  
Pembimbing I : Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai *Filler* Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer

No.	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
5.	06-06-2025	- Tambahkan pengaruh berat jenis PVC terhadap nilai $VIM$ dan $VMA$ - Grafik kurva filler dibuat putus-putus - Tambahkan korelasi nilai penetrasi	
		dan $PG$ - Sesuaikan format grafik karakteristik Marshall dengan spesifikasi Bina Marga 2024	
6.	16-06-2025	- Tambahkan kesimpulan - Perbaiki warna grafik - Perbaiki daftar pustaka	
7.	17-06-2025	Acc Seminar Hasil.	

Cilegon, Mei 2025  
Mahasiswa,

Dea Desvita Aulia  
NIM. 3336210056

Mengetahui,  
Pembimbing I Skripsi,

Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
NIP. 198212062010122001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Ahr-07

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : Dea Desvita Aulia  
NIM : 3336210056  
Program Studi : Teknik Sipil  
Semester : 8 (Genap)  
Pembimbing I : Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai *Filler* Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer

No.	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
	25 / 2025 / 06	ACC Sidang Akhir	

Cilegon, Juni 2025  
Mahasiswa,

Dea Desvita Aulia  
NIM. 3336210056

Mengetahui,  
Pembimbing I Skripsi,

Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
NIP. 198212062010122001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Smp-07

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Dea Desvita Aulia  
NIM : 3336210056  
Program Studi : Teknik Sipil  
Semester : Ganjil (2024/2025)  
Pembimbing II : Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.  
Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Limbah Serbuk *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai Pengganti *Filler* Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton AC-WC

No.	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
1.	16/12/2024	- Perbaikan penulisan - tambahan footnote - pembuatan bab 2	
		- layout	
2	17/12/2024	Revisi gambar proposal	
3	10/06/2025	- Perbaikan seminar proposal - Tambahkan sitasi dari penelitian terdahulu untuk menguatkan hasil yang didapat	

Cilegon, 13 Desember 2024  
Mahasiswa,

Dea Desvita Aulia  
NIM. 3336210056

Mengetahui,  
Pembimbing II Skripsi,

Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.  
NIP. 198601242014042001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Ahr-07

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : Dea Desvita Aulia  
NIM : 3336210056  
Program Studi : Teknik Sipil  
Semester : 8 (Genap)  
Pembimbing II : Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.  
Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai *Filler* Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer

No.	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
4.	18 / 2025 / 06	ACC Seminar Hasil	
5.	23 / 2025 / 06	1. Tambahkan abstrak 2. Tambahkan kelebihan aspal PG-70 3. Tambahkan kelebihan dan kekurangan serbuk PVC sebagai filler	
6.	25 / 2025 / 06	ACC Sidang Akhir	

Cilegon, Juni 2025  
Mahasiswa,

Dea Desvita Aulia  
NIM. 3336210056

Mengetahui,  
Pembimbing II Skripsi,

Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.  
NIP. 198601242014042001



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**

Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon, Tlp. (0254)395502 Ext. 19

Cilegon, 13 Januari 2025

No : 007/UN43.3.6/TA.03/2025  
Lamp :1 Berkas  
Perihal: Permohonan Penelitian di Laboratorium Teknik Sipil

Kepada Yth,

**Kepala Laboratorium Teknik Sipil UNTIRTA**

**Di Tempat.**

Dengan hormat,

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa / dosen :

Nama : Dea Desvita Aulia  
NIM : 3336210056  
Jurusan : Teknik Sipil  
Judul Penelitian : Pemanfaatan Limbah Serbuk *Polyvinyl Chloride (PVC)* Sebagai *Filler*  
Terhadap Karakteristik Aspal Beton AC-WC Menggunakan Aspal Polimer  
Dosen Pembimbing : Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T.,M.T/Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.  
Kegiatan : Skripsi

Mengajukan permohonan penelitian di Laboratorium pada :

Hari/Tanggal : 20 Januari 2025 s/d 20 April 2025

Demikian permohonan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Saya siap mengikuti SOP dan Tata Tertib Laboratorium yang berlaku, kerusakan/kehilangan alat yang disebabkan oleh kesalahan peneliti menjadi tanggung jawab peneliti.

Mengetahui  
Kepala Laboratorium Teknik Sipil

  
Ngakan Putu Purnaditya, S.T., M.T.  
NIP. 198909142019031008

Cilegon, 20 Januari 2025  
Pemohon,

  
**Dea Desvita Aulia**  
**NIM: 3336210056**



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**

Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon, Tlp. (0254)395502 Ext. 19

**DAFTAR PEMINJAMAN ALAT**  
**LABORATORIUM TEKNIK SIPIL**

No	Nama Alat	Satuan	Volume	Kondisi
1	Cawan besar	buah	menyesuaikan	baik
2	Cawan kecil	buah	menyesuaikan	baik
3	Timbangan (ketelitian 0,01 gram)	buah	1	baik
4	Desikator	buah	1	baik
5	Cawan porselem	buah	menyesuaikan	baik
6	Saringan (No $\frac{3}{4}$ , $\frac{1}{2}$ , $\frac{3}{8}$ , 4, 8, 16, 30, 50, 100, 200, dan pan)	set	1	baik
7	Oven	buah	1	baik
8	Picnometer 500 mL	buah	1	baik
9	Sieve shaker	buah	1	baik
10	Kuas	buah	1	baik
11	Sendok	buah	1	baik
12	Mesin LAA	buah	1	baik
13	Bola – bola baja berat 400-460 gram	buah	11	baik
14	Sarung tangan	buah	1	baik
15	Bak perendam	buah	1	baik
16	Keranjang kawat	buah	1	baik
17	Water bath	buah	1	baik
18	Kompor listrik	buah	1	baik
19	Corong kaca	buah	1	baik
20	Kompor	buah	1	baik
21	Tabung gas	buah	1	baik
22	Teko	buah	1	baik
23	Viscometer saybolt furol dan penangas	buah	1	baik
24	Termometer	buah	1	baik
25	Labu penampung	buah	1	baik
26	Oven khusus aspal	buah	1	baik
27	Penetrometer, jarun penetrasi, beban	set	1	baik



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**

Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon, Tlp. (0254)395502 Ext. 19

28	Alat uji marshall	set	1	baik
29	Mesin daktilitas	buah	1	baik
30	Alat softening point test	set	1	baik
31	Alat cleveland open cup	set	1	baik
32	Spatula	buah	1	baik
33	Panci	buah	1	baik

Mengetahui  
Laboran

**Maylatul Jamaliyah**  
**NIM. 3336210047**

Cilegon, 20 Januari 2025  
Pemohon,

**Dea Desvita Aulia**  
**NIM. 3336210056**

**DAFTAR MASUK MATERIAL**  
**LABORATORIUM TEKNIK SIPIL**

No	Nama Material	Satuan	Volume
1	Agregat Kasar	kg	30
2	Agregat Halus	kg	30
3	Aspal Polimer	kg	5
4	Serbuk PVC	kg	5

CATATAN:

1. Material harus diberikan identitas (Nama, NIM, Bidang Studi & No. Hp)
2. Penempatan Material diarahkan oleh Laboran

Mengetahui  
Laboran

**Maylatul Jamaliyah**  
**NIM. 3336210047**

Cilegon, 20 Januari 2025  
Pemohon,

**Dea Desvita Aulia**  
**NIM. 3336210056**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jendral Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.umtirta.ac.id

FORM PERSETUJUAN TANGGAL SIDANG

Nama : Dea Desvita Aulia  
NIM : 3336210056  
Jurusan : Teknik Sipil  
Rencana Sidang : ~~Seminar Proposal~~/Seminar Hasil/~~Sidang Akhir~~ \*)  
Waktu Sidang :  
Hari/ Tanggal : Sabtu, 21 Juni 2025  
Jam : 11.00 WIB - Selesai

No	Nama Dosen	Pembimbing	Tanda Tangan
1	Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.	I	Tanggal: Paraf: 
2	Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.	II	Tanggal: Paraf: 

Cilegon, 25 Juni 2025  
Koordinator TA

  
Firyaal Nabila, S.T., M.Eng.  
NIP. 1998102524062001

\*) coret yang tidak perlu



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-01

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**BERITA ACARA SEMINAR HASIL SKRIPSI  
JURUSAN TEKNIK SIPIL UNTIRTA**

Pada hari ini sabtu tanggal 21 bulan juni tahun 2025, telah dilaksanakan Seminar Hasil Skripsi dari mahasiswa/mahasiswi, yaitu :

Nama : Dea Desvita Aulia  
NPM : 3336210056  
Judul Skripsi : Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai *Filler* Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer

Dosen pembimbing I : Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.

Dosen pembimbing II: Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc

Dari Seminar Hasil Skripsi ini dinyatakan bahwa mahasiswa tersebut telah dinyatakan MEMENUHI PERSYARATAN / TIDAK MEMENUHI PERSYARATAN untuk melanjutkan ke Sidang Akhir \*)

Demikian Berita Acara ini dibuat dan selanjutnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Cilegon, 21 Juni 2025

Dosen Pembimbing I

Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
NIP. 198212062010122001

Dosen Pembimbing II

Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.  
NIP. 198601242014042001

Ket : \*) coret yang tidak perlu  
CC : Arsip



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-02

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

SARAN / MASUKAN  
SEMINAR HASIL SKRIPSI

Hari/Tgl : Sabtu, 21 Juni 2025 Waktu : 11.00 WIB - Selesai  
Nama Peserta : Dea Desvita Aulia NPM : 3336210056  
Judul Skripsi : Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai *Filler* Pada  
Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal  
Modifikasi Polimer

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
		<ul style="list-style-type: none"><li>- Tambahkan abstrak</li><li>- Tambahkan kelebihan aspal PG 70</li><li>- Tambahkan kelebihan dan kekurangan sebuik PVC sebagai filler</li></ul>	

Cilegon, 21 Juni 2025  
Dosen Pembimbing I

Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
NIP. 198212062010122001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-02

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

SARAN / MASUKAN  
SEMINAR HASIL SKRIPSI

Hari/Tgl : Sabtu, 21 Juni 2025 Waktu : 11.00 WIB - Selesai  
Nama Peserta : Dea Desvita Aulia NPM : 3336210056  
Judul Skripsi : Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai *Filler* Pada  
Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal  
Modifikasi Polimer

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
		<ul style="list-style-type: none"><li>- Tambahkan abstrak</li><li>- Tambahkan kelebihan aspal PG 70</li><li>- Tambahkan kelebihan dan kekurangan filler serbuk PVC</li></ul>	

Cilegon, 21 Juni 2025  
Dosen Pembimbing II

Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.  
NIP. 198601242014042001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-03

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**DAFTAR HADIR SEMINAR HASIL SKRIPSI**

Hari/Tgl : Sabtu, 21 Juni 2025  
Waktu : 11.00 WIB - Selesai  
Nama Peserta : Dea Desvita Aulia  
NPM : 3336210056  
Judul Skripsi : Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai *Filler* Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer

NO	NAMA	NIP	TANDA-TANGAN
1.	Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.	198212062010122001	1.
2.	Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.	198601242014042001	2.

Cilegon, 21 Juni 2025  
Koordinator Skripsi

Firyaal Nabila, S.T., M.Eng.  
NIP.1998102524062001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-04

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

DAFTAR HADIR SEMINAR HASIL SKRIPSI

Hari/Tgl : Sabtu, 21 Juni 2025  
Waktu : 11.00 WIB - Selesai  
Nama Peserta : Dea Desvita Aulia  
NPM : 3336210056  
Judul Skripsi : Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai *Filler* Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer

NO	NAMA	NPM	TANDA-TANGAN	KET.
1.	Lulu Salsabila	3336210048	1.	
2.	Silvi Handayani	3336210045	2.	
3.	M. NAUFAL	3336210031	3.	
4.	Atsyah Nabilah Hanif	3336210038	4.	
5.	Juwendo Putra	3336210041	5.	
6.	Lulu Rafifah Husriyah	3336210059	6.	
7.			7.	
8.			8.	
9.			9.	
10.			10.	
11.			11.	
12.			12.	
13.			13.	
14.			14.	
15.			15.	

Cilegon, 21 Juni 2025  
Koordinator Skripsi

Firyaal Nabila, S.T., M.Eng.  
NIP.1998102524062001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-05

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**BUKTI PERBAIKAN LAPORAN HASIL SKRIPSI**

Nama Peserta : Dea Desvita Aulia  
NPM : 3336210056

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN

Cilegon, 21 Juni 2025  
Dosen Pembimbing I

Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
NIP. 198212062010122001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-05

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**BUKTI PERBAIKAN LAPORAN HASIL SKRIPSI**

Nama Peserta : Dea Desvita Aulia  
NPM : 3336210056

NO	HARI/ TANGGAL	PERIHAL	BAB	HALAMAN

Cilegon, 21 Juni 2025  
Dosen Pembimbing II

Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.  
NIP. 198601242014042001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Hsl-06

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

BUKTI KEHADIRAN TELAH MENGIKUTI SEMINAR

Nama Peserta : Dea Desvita Aulia  
NPM : 3336210056

SEMINAR YANG PERNAH DIKUTI

NO	JUDUL	Mahasiswa	Paraf <sup>1</sup>
1	Analisis Kompetensi Sumber Daya Manusia Pada Proyek Konstruksi terhadap Kinerja Waktu Proyek	Tasya Rizqi	
2	Pemanfaatan limbah Serbuk Ban sebagai Filter pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC)	Silvi Handayani	
3	Pemanfaatan limbah FlyAsh sebagai Filter pada Campuran Aspal Beton lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer	M. Naufal	
4	Pemanfaatan Abu Cangkang Sawit sebagai Filter pada Campuran Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Polimer	Juwindo Putra	
5	Analisis Tingkat Kepuasan Pengguna Layanan Bus Rapid Transit (BRT) Di Kota Tangerang (Koridor 4 rute Cadas - M1 Bandara Soekarno Hatta)	Lulu Rafifah	
6	Analisis tingkat Kualitas Pelayanan Stasiun Batu Ceper Untuk Layanan Kereta Api Listrik Berdasarkan Preferensi Penumpang	Mulyanah	
7	Analisis Perbandingan Preferensi Penumpang Paksi Moda Transportasi Travel Bus AKAP (Serang-Bandung)	Diva Galuh R.	
8	Dampak Aktivitas Terminal Bus Bayangan Bitung Terhadap Kinerja Ruas Jalan Raya Serang, Kabupaten Tangerang	Gitang Firmansyah	
9	Analisis Kebutuhan Halte BRT di Kota Serang	Senseiryu A.	
10	Karakteristik Aliran Saluran <del>terhadap</del> Tertutup Pada Pengambilan Bebas dari Sungai dengan Buatan Pintu (Model Fisik)	Tantri Windu A.	

<sup>1</sup> paraf pembimbing 1 skripsi



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Smp-07

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : Dea Desvita Aulia  
NIM : 3336210056  
Program Studi : Teknik Sipil  
Semester : Ganjil (2024/2025)  
Pembimbing I : Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Limbah Serbuk *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai Pengganti *Filler* Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton AC-WC

No.	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
1.	11 - Desember - 2024	- Latar Belakang - Keterbaruan Penelitian - Proses Pengolahan Serbuk PVC	A
2.	13 - 12 - 2024	- Perbaiki dan tambahkan proses Serbuk PVC.	A
3	16 - 12 - 2024	Acc Sempro	Pd
4.	15 - 05 - 2025.	FAO Tanpa aspal polimer	Pd

Cilegon, 11 Desember 2024  
Mahasiswa,

Dea Desvita Aulia  
NIM. 3336210056

Mengetahui,  
Pembimbing I Skripsi,

Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
NIP. 198212062010122001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Smp-07

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Dea Desvita Aulia  
NIM : 3336210056  
Program Studi : Teknik Sipil  
Semester : 8 (Genap)  
Pembimbing I : Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai *Filler* Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer

No.	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
5.	06-06-2025	- Tambahkan pengaruh berat jenis PVC terhadap nilai $VIM$ dan $VMA$ - Grafik kurva filler dibuat putus-putus - Tambahkan korelasi nilai penetrasi	
		dan $PG$ - Sesuaikan format grafik karakteristik Marshall dengan spesifikasi Bina Marga 2024	
6.	16-06-2025	- Tambahkan kesimpulan - Perbaiki warna grafik - Perbaiki daftar pustaka	
7.	17-06-2025	Acc Seminar Hasil.	

Cilegon, Mei 2025  
Mahasiswa,

Dea Desvita Aulia  
NIM. 3336210056

Mengetahui,  
Pembimbing I Skripsi,

Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
NIP. 198212062010122001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Ahr-07

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : Dea Desvita Aulia  
NIM : 3336210056  
Program Studi : Teknik Sipil  
Semester : 8 (Genap)  
Pembimbing I : Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai *Filler* Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer

No.	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
	25 / 2025 / 06	ACC Sidang Akhir	

Cilegon, Juni 2025  
Mahasiswa,

Dea Desvita Aulia  
NIM. 3336210056

Mengetahui,  
Pembimbing I Skripsi,

Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
NIP. 198212062010122001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Smp-07

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Dea Desvita Aulia  
NIM : 3336210056  
Program Studi : Teknik Sipil  
Semester : Ganjil (2024/2025)  
Pembimbing II : Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.  
Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Limbah Serbuk *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai Pengganti *Filler* Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton AC-WC

No.	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
1.	16/12/2024	- Perbaikan penulisan - tambahan footnote - pembuatan bab 2	
		- layout	
2	17/12/2024	Revisi gambar proposal	
3	10/06/2025	- Perbaikan seminar proposal - Tambahkan sitasi dari penelitian terdahulu untuk menguatkan hasil yang didapat	

Cilegon, 13 Desember 2024  
Mahasiswa,

Dea Desvita Aulia  
NIM. 3336210056

Mengetahui,  
Pembimbing II Skripsi,

Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.  
NIP. 198601242014042001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Ahr-07

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : Dea Desvita Aulia  
NIM : 3336210056  
Program Studi : Teknik Sipil  
Semester : 8 (Genap)  
Pembimbing II : Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.  
Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai *Filler* Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer

No.	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
4.	18 / 2025 / 06	ACC Seminar Hasil	
5.	23 / 2025 / 06	1. Tambahkan abstrak 2. Tambahkan kelebihan aspal PG-70 3. Tambahkan kelebihan dan kekurangan serbuk PVC sebagai filler	
6.	25 / 2025 / 06	ACC Sidang Akhir	

Cilegon, Juni 2025  
Mahasiswa,

Dea Desvita Aulia  
NIM. 3336210056

Mengetahui,  
Pembimbing II Skripsi,

Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.  
NIP. 198601242014042001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Jendral Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

FORM PERSETUJUAN TANGGAL SIDANG

Nama : Dea Desvita Aulia  
NIM : 3336210056  
Jurusan : Teknik Sipil  
Rencana Sidang : ~~Seminar Proposal/Seminar Hasil/Sidang Akhir~~ \*)  
Waktu Sidang :  
Hari/ Tanggal : Senin, 30 Juni 2025  
Jam : 13.00 WIB - Selesai

No	Nama Dosen	Pembimbing	Penguji	Tanda Tangan
1	Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.	I		Tanggal: Paraf:
2	Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.	II		Tanggal: Paraf:
3	Wiwien Suzanti, S.T., M.T.		I	Tanggal: Paraf:
4	Dr. Ing. M. Fakhruriza Pradana, S.T., M.T.		II	Tanggal: Paraf:

Cilegon, 25 Juni 2025  
Koordinator TA

Firyaal Nabila, S.T., M.Eng.  
NIP. 1998102524062001

\*) coret yang tidak perlu

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Lulu Raffah Husniyah , Nur AlFutailah , M. Naula, Asyiah N.H, Dea Desveta A. Sivi H, Juwinda P. Eri A.M

NIM : 3336210059 , 3336210013, 3336210031 , 3336210038, 3336210056, 3336210095, 3336210091 , 3336210076

Jurusan : Teknik Sipil

Dengan ini menyatakan bahwa saya akan menggunakan ruang rapat Jurusan Teknik Sipil dengan penuh tanggung jawab dan komitmen untuk :

1. Menjaga kebersihan ruang rapat setelah digunakan
2. Memastikan Semua Fasilitas didalam ruang rapat, seperti TV, Printer, PC, dan Perangkat lainnya, tetap dalam Kondisi baik seperti sedia kala
3. Tidak melakukan Tindakan yang dapat merusak atau mengganggu fungsi peralatan yang ada

Apabila saya melanggar ketentuan diatas, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku di Jurusan Teknik Sipil.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa paksaan dari pihak mana pun.

Cilegon, 19 Juni .....2025

Yang Menyatakan,



( Lulu Raffah H )

NIM. 3336210059

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dea Desvita Aulia

Nim : 3336210056

Jurusan : Teknik Sipil

Dengan ini menyatakan bahwa saya akan memenuhi persyaratan dibawah ini untuk melaksanakan Sidang Akhir yaitu:

1. Terdapat Mata Kuliah Jembatan pada Semester berjalan dibuktikan dengan KHS
2. Apabila nilai Mata Kuliah Jembatan E maka hasil sidang Akhir yang telah dilaksanakan akan dianulir

Apabila saya melanggar ketentuan di atas, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku di Jurusan Teknik Sipil

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar – benarnya tanpa paksaan dari pihak mana pun.

Cilegon, 25 Juni 2025

Yang Menyatakan,

Materai 10.000

(Dea Desvita Aulia)  
NIM. 3336210056



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN  
TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK  
Jalan Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman : ft.untirta.ac.id

No. : B/92/UN43.3.6/PK.03.09/2024  
Perihal : Undangan Sidang Akhir Skripsi  
Lamp. : -

Kepada Yth. :

1. Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T.,M.T. (Ketua Sidang / Pembimbing I)
2. Wiwien Suzanti, S.T., M.T.. (Penguji I)
3. Dr. Ing. M. Fakhururiza Pradana, S.T., M.T.. (Penguji II)
4. Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc (Penguji III/ Pembimbing II)

Dengan Hormat,

Dengan ini kami mengundang bapak/Ibu pada Sidang Akhir Skripsi dari mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Agung Tirtayasa, atas nama :

Nama : Dea Desvita Aulia  
NIM : 3336210056  
Judul : Pemanfaatan Limbah Polyvinyl Chloride (PVC) Sebagai Filler Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer

Adapun Sidang Akhir Skripsi atas nama mahasiswa tersebut di atas, akan diselenggarakan pada:

Hari/Tgl : Senin, 30 Juni 2025  
Waktu : 13.00 WIB s/d Selesai  
Tempat : *Offline*

Demikian surat undangan ini kami sampaikan, atas perhatian dan kehadiran bapak/ibu kami ucapkan banyak terimakasih

Cilegon, 26 Juni 2025  
Ketua Jurusan Teknik Sipil

**Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T**  
NIP. 19821206010122001



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,  
DAN TEKNOLOGI**  
**UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

Ahr-01

Jalan Jenderal Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten  
Laman: : [www.ft.untirta.ac.id](http://www.ft.untirta.ac.id), email: ft.untirta.ac.id

**SURAT PERMOHONAN SIDANG AKHIR SKRIPSI**

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya mahasiswa Program Sarjana Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

Nama Mahasiswa : Dea Desvita Aulia  
Nomor Mahasiswa : 3336210056  
Alamat Mahasiswa : Jl. Semang Raya No. 8, Kotabumi, Purwakarta, Kota Cilegon,  
Banten  
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
2. Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.

Dengan prestasi studi sampai dengan tanggal 30 Juni 2025 seperti terlampir. Dengan ini saya mengajukan permohonan untuk dapat menyelenggarakan sidang akhir skripsi.

Cilegon, 25 Juni 2025

Pemohon,

Dea Desvita Aulia

**PEMERIKSAAN (oleh Koord. Skripsi)**

No	Perihal	Catatan
1.	Hasil studi kumulatif ( $\geq 139$ sks dan $IPK \geq 2,00$ )	143 sks, $IPK 3,65$
2.	Hasil studi kumulatif (nilai $D \leq 10\%$ )	Nilai $D 1,39\%$
3.	Draf bimbingan telah disetujui Dosen Pembimbing (SIKANG)	
4.	Daftar hadir dosen (Ahr-02)	
5.	Formulir saran & masukan (Ahr-03)	
6.	Formulir Penilaian Skripsi (Ahr-04)	
7.	Berita Acara Sidang Akhir (Ahr-05)	
8.	Formulir Rekapitulasi Penilaian Skripsi (Ahr-06)	
9.	Formulir Revisi Laporan Skripsi (Ahr-07)	
10.	Transkrip Nilai Mahasiswa ditandatangani Mahasiswa	
11.	Form bukti pelaksanaan seminar hasil (Hsl-01 sampai Hsl-06)	
12.	Sertifikat TOEFL Lab. Bahasa FT. Untirta (Min. Score 425)	

Sidang Akhir tersebut dapat dilaksanakan, waktu dan tempat seminar harap dikonsultasikan dengan Dosen Pembimbing dan Dosen Penguji.

Cilegon, 25 Juni 2025

Koordinator Skripsi,

Firyaal Nabila, S.T., M.Eng

NIP. 199810252024062001

Dibuat rangkap 3 untuk:

1. Mahasiswa ybs
2. Koordinator Skripsi

\* Pendaftaran Sidang Akhir Skripsi selambat-lambatnya 5 hari kerja sebelum sidang dilaksanakan.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,  
DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Ahr-02

Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten  
Laman: : [www.ft.untirta.ac.id](http://www.ft.untirta.ac.id), email: [ft.untirta.ac.id](mailto:ft.untirta.ac.id)

DAFTAR HADIR SIDANG AKHIR SKRIPSI

Hari/Tgl : Senin, 30 Juni 2025  
Waktu : 13.00 WIB - Selesai  
Nama Peserta : Dea Desvita Aulia  
NPM : 3336210056  
Judul Skripsi : Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai *Filler* Pada  
Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal  
Modifikasi Polimer

NO	NAMA	NIP	TANDA-TANGAN
1.	Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.	198212062010122001	1.
2.	Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.	198601242014042001	2.
3.	Wiwien Suzanti, S.T., M.T.	199402222024062002	3.
4.	Dr. Ing. M. Fakhururiza Pradana, S.T., M.T.	198107232006041002	4.

Cilegon, 30 Juni 2025  
Koordinator Skripsi

Firyaal Nabila, S.T., M.Eng.  
NIP.199810252024062001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,  
DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Ahr-03

Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten  
Laman: : [www.ft.untirta.ac.id](http://www.ft.untirta.ac.id), email: [ft.untirta.ac.id](mailto:ft.untirta.ac.id)

**SARAN / MASUKAN  
SIDANG AKHIR SKRIPSI**

Hari/Tgl : Senin, 30 Juni 2025 Waktu : 13.00 WIB - Selesai  
Nama Peserta : Dea Desvita Aulia NPM : 3336210056  
Judul Skripsi : Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai *Filler*  
Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan  
Aspal Modifikasi Polimer

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.

Cilegon, 30 Juni 2025  
Dosen Pembimbing I

Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
NIP. 198212062010122001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,  
DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Ahr-03

Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten  
Laman : [www.ft.untirta.ac.id](http://www.ft.untirta.ac.id), email: [ft.untirta.ac.id](mailto:ft.untirta.ac.id)

**SARAN / MASUKAN  
SIDANG AKHIR SKRIPSI**

Hari/Tgl : Senin, 30 Juni 2025 Waktu : 13.00 WIB - Selesai  
Nama Peserta : Dea Desvita Aulia NPM : 3336210056  
Judul Skripsi : Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai *Filler*  
Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan  
Aspal Modifikasi Polimer

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.
		<p>Limbah PVC → komposisi??</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Kelembutan &amp; Keleuwangan dari hasil penelitian</li><li>- pemanfaatan limbah PVC pada aspal per 60/70.</li></ul>	

Cilegon, 30 Juni 2025  
Dosen Pembimbing II

Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.  
NIP. 198601242014042001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,  
DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Ahr-03

Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten  
Laman: : [www.ft.untirta.ac.id](http://www.ft.untirta.ac.id) email: [ft.untirta.ac.id](mailto:ft.untirta.ac.id)

**SARAN / MASUKAN  
SIDANG AKHIR SKRIPSI**

Hari/Tgl : Senin, 30 Juni 2025 Waktu : 13.00 WIB - Selesai  
Nama Peserta : Dea Desvita Aulia NPM : 3336210056  
Judul Skripsi : Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai *Filler*  
Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan  
Aspal Modifikasi Polimer

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.

Cilegon, 30 Juni 2025  
Dosen Penguji I

Wiwien Suzanti, S.T., M.T.  
NIP. 199402222024062002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,  
DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Ahr-03

Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten  
Laman: : [www.ft.untirta.ac.id](http://www.ft.untirta.ac.id), email: [ft.untirta.ac.id](mailto:ft.untirta.ac.id)

**SARAN / MASUKAN  
SIDANG AKHIR SKRIPSI**

Hari/Tgl : Senin, 30 Juni 2025 Waktu : 13.00 WIB - Selesai  
Nama Peserta : Dea Desvita Aulia NPM : 3336210056  
Judul Skripsi : Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai *Filler*  
Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan  
Aspal Modifikasi Polimer

NO	HAL	MASUKAN/SARAN/KOREKSI/DLL	KET.

Cilegon, 30 Juni 2025  
Dosen Penguji II

Dr. Ing. M. Fakhuriza Pradana, S.T., M.T.  
NIP. 198107232006041002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS  
DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Ahr-04

Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten

Laman: : [www.ft.untirta.ac.id](http://www.ft.untirta.ac.id), email: [ft.untirta.ac.id](mailto:ft.untirta.ac.id)

DRAFT FORMAT PENILAIAN SIDANG AKHIR SKRIPSI

Judul Tugas Akhir: Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl Chloride* (PVC) sebagai *Filler* Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer  
Hari/Tgl : Senin, 30 Juni 2025  
Waktu : 13.00 WIB - Selesai  
Nama Mahasiswa : Dea Desvita Aulia  
NPM : 3336210056

NO	ASPEK YANG DINILAI	PENGUASAAN (0-100)
A	METODOLOGI	.....
1.	Rumusan Masalah & Tujuan Penelitian	.....
2.	Prosedur Pengumpulan Data & Analisis Data	.....
3.	Interpretasi Hasil	.....
4.	Penarikan Kesimpulan	.....
	Jumlah Nilai	.....
	Rata-Rata Nilai (RA) = Jumlah Nilai / 4	.....
B	ISI SKRIPSI	.....
1.	Relevansi Teori dan Pembahasan	.....
2.	Tata Tulis	.....
	Jumlah Nilai	.....
	Rata-Rata Nilai (RB) = Jumlah Nilai / 2	.....
C	PROSES BIMBINGAN	.....
1.	Intensitas Bimbingan	.....
2.	Sikap Saat Bimbingan	.....
	Jumlah Nilai	.....
	Rata-Rata Nilai (RC) = Jumlah Nilai / 2	.....
D	PROSES SIDANG AKHIR	.....
1.	Kemampuan Presentasi	.....
2.	Penguasaan Materi	.....
3.	Kemampuan Menjawab	.....
4.	Sikap Saat Presentasi	.....
	Jumlah Nilai	.....
	Rata-Rata Nilai (RD) = Jumlah Nilai / 4	.....
NILAI AKHIR = (RA + RB + RC + RD)/4		

Cilegon, 30 Juni 2025

Pembimbing I

Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.

NIP. 198212062010122001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS  
DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Ahr-04

Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten

Laman : [www.ft.untirta.ac.id](http://www.ft.untirta.ac.id), email: [ft.untirta.ac.id](mailto:ft.untirta.ac.id)

**DRAFT FORMAT PENILAIAN SIDANG AKHIR SKRIPSI**

Judul Tugas Akhir: Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl Chloride* Sebagai *Filler* Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer  
Hari/Tgl : Senin, 30 Juni 2025  
Waktu : 13.00 WIB - Selesai  
Nama Mahasiswa : Dea Desvita Aulia  
NPM : 3336210056

NO	ASPEK YANG DINILAI	PENGUASAAN (0-100)
A	METODOLOGI	.....
1.	Rumusan Masalah & Tujuan Penelitian	.....
2.	Prosedur Pengumpulan Data & Analisis Data	.....
3.	Interpretasi Hasil	.....
4.	Penarikan Kesimpulan	.....
	Jumlah Nilai	.....
	Rata-Rata Nilai (RA) = Jumlah Nilai / 4	.....
B	ISI SKRIPSI	.....
1.	Relevansi Teori dan Pembahasan	.....
2.	Tata Tulis	.....
	Jumlah Nilai	.....
	Rata-Rata Nilai (RB) = Jumlah Nilai / 2	.....
C	PROSES BIMBINGAN	.....
1.	Intensitas Bimbingan	.....
2.	Sikap Saat Bimbingan	.....
	Jumlah Nilai	.....
	Rata-Rata Nilai (RC) = Jumlah Nilai / 2	.....
D	PROSES SIDANG AKHIR	.....
1.	Kemampuan Presentasi	.....
2.	Penguasaan Materi	.....
3.	Kemampuan Menjawab	.....
4.	Sikap Saat Presentasi	.....
	Jumlah Nilai	.....
	Rata-Rata Nilai (RD) = Jumlah Nilai / 4	.....
NILAI AKHIR = (RA + RB + RC + RD)/4		

Cilegon, 30 Juni 2025  
Pembimbing II

Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.  
NIP. 198601242014042001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS  
DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Ahr-04

Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten

Laman : [www.ft.untirta.ac.id](http://www.ft.untirta.ac.id), email: [ft.untirta.ac.id](mailto:ft.untirta.ac.id)

DRAFT FORMAT PENILAIAN SIDANG AKHIR SKRIPSI

Judul Tugas Akhir: Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl Chloride* (PVC) sebagai *Filler* Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer Hari/Tgl : Senin, 30 Juni 2025 Waktu : 13.00 WIB - Selesai Nama Mahasiswa : Dea Desvita Aulia NPM : 3336210056

NO	ASPEK YANG DINILAI	PENGUASAAN (0-100)
A	METODOLOGI	.....
1.	Rumusan Masalah & Tujuan Penelitian	.....
2.	Prosedur Pengumpulan Data & Analisis Data	.....
3.	Interpretasi Hasil	.....
4.	Penarikan Kesimpulan	.....
	Jumlah Nilai	.....
	Rata-Rata Nilai (RA) = Jumlah Nilai / 4	.....
B	ISI SKRIPSI	.....
1.	Relevansi Teori dan Pembahasan	.....
2.	Tata Tulis	.....
	Jumlah Nilai	.....
	Rata-Rata Nilai (RB) = Jumlah Nilai / 2	.....
C	PROSES BIMBINGAN	.....
1.	Intensitas Bimbingan	.....
2.	Sikap Saat Bimbingan	.....
	Jumlah Nilai	.....
	Rata-Rata Nilai (RC) = Jumlah Nilai / 2	.....
D	PROSES SIDANG AKHIR	.....
1.	Kemampuan Presentasi	.....
2.	Penguasaan Materi	.....
3.	Kemampuan Menjawab	.....
4.	Sikap Saat Presentasi	.....
	Jumlah Nilai	.....
	Rata-Rata Nilai (RD) = Jumlah Nilai / 4	.....
NILAI AKHIR = (RA + RB + RC + RD)/4		90

Cilegon, 30 Juni 2025  
Penguji I

Wiwien Suzanti, S.T., M.T.  
NIP. 199402222024062002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS  
DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Ahr-04

Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten  
Laman : [www.ft.untirta.ac.id](http://www.ft.untirta.ac.id), email: [ft.untirta.ac.id](mailto:ft.untirta.ac.id)

DRAFT FORMAT PENILAIAN SIDANG AKHIR SKRIPSI

Judul Tugas Akhir: Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl Chloride* (PVC) sebagai *Filler* Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer  
Hari/Tgl : Senin, 30 Juni 2025  
Waktu : 13.00 WIB - Selesai  
Nama Mahasiswa : Dea Desvita Aulia  
NPM : 3336210056

NO	ASPEK YANG DINILAI	PENGUSAAN (0-100)
A	METODOLOGI	.....
1.	Rumusan Masalah & Tujuan Penelitian	.....
2.	Prosedur Pengumpulan Data & Analisis Data	.....
3.	Interpretasi Hasil	.....
4.	Penarikan Kesimpulan	.....
	Jumlah Nilai	.....
	Rata-Rata Nilai (RA) = Jumlah Nilai / 4	.....
B	ISI SKRIPSI	.....
1.	Relevansi Teori dan Pembahasan	.....
2.	Tata Tulis	.....
	Jumlah Nilai	.....
	Rata-Rata Nilai (RB) = Jumlah Nilai / 2	.....
C	PROSES BIMBINGAN	.....
1.	Intensitas Bimbingan	.....
2.	Sikap Saat Bimbingan	.....
	Jumlah Nilai	.....
	Rata-Rata Nilai (RC) = Jumlah Nilai / 2	.....
D	PROSES SIDANG AKHIR	.....
1.	Kemampuan Presentasi	.....
2.	Penguasaan Materi	.....
3.	Kemampuan Menjawab	.....
4.	Sikap Saat Presentasi	.....
	Jumlah Nilai	.....
	Rata-Rata Nilai (RD) = Jumlah Nilai / 4	.....
	NILAI AKHIR = (RA + RB + RC + RD)/4	92

Cilegon, 30 Juni 2025  
Penguji II

Dr. Ing. M. Fakhururiza Pradana, S.T., M.T.

NIP. 198107232006041002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS  
DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK  
Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten  
Laman: : [www.ft.untirta.ac.id](http://www.ft.untirta.ac.id), email: [ft.untirta.ac.id](mailto:ft.untirta.ac.id)

Ahr-05

BERITA ACARA SIDANG SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Pada hari ini, Tanggal 30 Bulan Juni Tahun 2025, bertempat di Ruang Sidang Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, telah dilaksanakan Ujian Sidang Skripsi/Tugas Akhir atas nama:

Nama Mahasiswa : Dea Desvita Aulia  
NIM : 3336210056  
Penguji : Ketua Sidang : Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
Penguji I : Wiwien Suzanti, S.T., M.T.  
Penguji II : Dr. Ing. M. Fakhrruriza Pradana, S.T., M.T.  
Penguji III : Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.  
Judul Skripsi/Tugas Akhir : Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai *Filler* Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer  
Waktu : 13.00 WIB - Selesai  
Catatan Kegiatan :

---

---

---

---

---

Demikian Berita Acara ini dibuat dengan sebenar – benarnya untuk diketahui dan dipergunakan sebagaimana mestinya

Cilegon, 30 Juni 2025

Ketua Sidang : Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T. :   
NIP. 198212062010122001  
Penguji 1 : Wiwien Suzanti, S.T., M.T. :   
NIP. 199402222024062002  
Penguji 2 : Dr. Ing. M. Fakhrruriza Pradana, S.T., M.T. :   
NIP. 198107232006041002  
Penguji 3 : Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc. :   
NIP. 198601242014042001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,  
DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Ahr-06

Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten  
Laman : [www.ft.untirta.ac.id](http://www.ft.untirta.ac.id), email: ft.untirta.ac.id

FORM REKAPITULASI PENILAIAN  
UJIAN SIDANG SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Dea Desvita Aulia  
NIM : 3336210056  
Judul Skripsi/Tugas Akhir : Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai  
*Filler* Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC)  
Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer  
Waktu : 13.00 WIB - Selesai

No	Penguji	Rentang Nilai	Nilai
1	Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.	10 – 100	
2	Wiwien Suzanti, S.T., M.T.	10 – 100	
3	Dr. Ing. M. Fakhuriza Pradana, S.T., M.T.	10 – 100	
4	Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.	10 – 100	
Total Nilai			
Nilai Huruf Mutu			

Cilegon, 30 Juni 2025

Ketua Sidang : Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
NIP. 198212062010122001

Penguji 1 : Wiwien Suzanti, S.T., M.T.  
NIP. 199402222024062002

Penguji 2 : Dr. Ing. M. Fakhuriza Pradana, S.T., M.T.  
NIP. 198107232006041002

Penguji 3 : Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.  
NIP. 198601242014042001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,  
DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Ahr-07

Jalan Jendral Soedirman Km. 03 Kota Cilegon Provinsi Banten  
Laman: : [www.ft.untirta.ac.id](http://www.ft.untirta.ac.id), email: [ft.untirta.ac.id](mailto:ft.untirta.ac.id)

FORM REVISI LAPORAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Dea Desvita Aulia  
NIM : 3336210056  
Tanggal Sidang : 30 Juni 2025  
Waktu : 13.00 WIB - Selesai  
Judul Skripsi/Tugas Akhir : Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai  
*Filler* Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC)  
Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer

No	NAMA PENGUJI	HAL YANG PERLU DIREVISI	PARAF
1	Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.		Tgl: 
2	Wiwien Suzanti, S.T., M.T.		Tgl: 
3	Dr. Ing. M. Fakhuriza Pradana, S.T., M.T.		Tgl: 
4	Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.		Tgl: 

Cilegon, 30 Juni 2025  
Ketua Penguji



**Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.**  
NIP. 198212062010122001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Smp-07

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : Dea Desvita Aulia  
NIM : 3336210056  
Program Studi : Teknik Sipil  
Semester : Ganjil (2024/2025)  
Pembimbing I : Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Limbah Serbuk *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai Pengganti *Filler* Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton AC-WC

No.	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
1.	11 - Desember - 2024	- Latar Belakang - Keterbaruan Penelitian - Proses Pengolahan Serbuk PVC	A
2.	13 - 12 - 2024	- Perbaiki dan tambahkan proses Serbuk PVC.	A
3	16 - 12 - 2024	Acc Sempro	Pd
4.	15 - 05 - 2025.	FAO Tanpa aspal polimer	Pd

Cilegon, 11 Desember 2024  
Mahasiswa,

Dea Desvita Aulia  
NIM. 3336210056

Mengetahui,  
Pembimbing I Skripsi,

Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
NIP. 198212062010122001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Smp-07

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Dea Desvita Aulia  
NIM : 3336210056  
Program Studi : Teknik Sipil  
Semester : 8 (Genap)  
Pembimbing I : Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai *Filler* Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer

No.	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
5.	06-06-2025	- Tambahkan pengaruh berat jenis PVC terhadap nilai $VIM$ dan $VMA$ - Grafik kurva filler dibuat putus-putus - Tambahkan korelasi nilai penetrasi	
		dan $PG$ - Sesuaikan format grafik karakteristik Marshall dengan spesifikasi Bina Marga 2024	
6.	16-06-2025	- Tambahkan kesimpulan - Perbaiki warna grafik - Perbaiki daftar pustaka	
7.	17-06-2025	Acc Seminar Hasil.	

Cilegon, Mei 2025  
Mahasiswa,

Dea Desvita Aulia  
NIM. 3336210056

Mengetahui,  
Pembimbing I Skripsi,

Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
NIP. 198212062010122001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Ahr-07

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : Dea Desvita Aulia  
NIM : 3336210056  
Program Studi : Teknik Sipil  
Semester : 8 (Genap)  
Pembimbing I : Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai *Filler* Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer

No.	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
	25 / 2025 / 06	ACC Sidang Akhir	

Cilegon, Juni 2025  
Mahasiswa,

Dea Desvita Aulia  
NIM. 3336210056

Mengetahui,  
Pembimbing I Skripsi,

Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
NIP. 198212062010122001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Smp-07

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Dea Desvita Aulia  
NIM : 3336210056  
Program Studi : Teknik Sipil  
Semester : Ganjil (2024/2025)  
Pembimbing II : Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.  
Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Limbah Serbuk *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai Pengganti *Filler* Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton AC-WC

No.	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
1.	16/12/2024	- Perbaikan penulisan - tambahan literature - pembuatan BAAK yg lengkap	
2	17/12/2024	Revisi dan penyempurnaan proposal	
3	10/06/2025	- Perbaikan seminar proposal - Tambahkan sitasi dari penelitian terdahulu untuk menguatkan hasil yang didapat	

Cilegon, 13 Desember 2024  
Mahasiswa,

Dea Desvita Aulia  
NIM. 3336210056

Mengetahui,  
Pembimbing II Skripsi,

Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.  
NIP. 198601242014042001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
FAKULTAS TEKNIK

Ahr-07

Jalan Jenderal Soedirman KM. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435  
Telepon (0254) 376712 Laman: ft.untirta.ac.id

**FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : Dea Desvita Aulia  
NIM : 3336210056  
Program Studi : Teknik Sipil  
Semester : 8 (Genap)  
Pembimbing II : Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.  
Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Limbah *Polyvinyl Chloride* (PVC) Sebagai *Filler* Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer

No.	Tanggal	Topik Pembahasan	Paraf Pembimbing
4.	18 / 2025 / 06	ACC Seminar Hasil	
5.	23 / 2025 / 06	1. Tambahkan abstrak 2. Tambahkan kelebihan aspal PG-70 3. Tambahkan kelebihan dan kekurangan serbuk PVC sebagai filler	
6.	25 / 2025 / 06	ACC Sidang Akhir	

Cilegon, Juni 2025  
Mahasiswa,

Dea Desvita Aulia  
NIM. 3336210056

Mengetahui,  
Pembimbing II Skripsi,

Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.  
NIP. 198601242014042001



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**  
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon, Tlp. (0254)395502 Ext. 19

---

**PENGANTAR**

**HASIL PENGUJIAN LABORATORIUM**

Berdasarkan Surat Permohonan Pengujian No. **007/UN43.3.6/TA.03/2025** dan memperhatikan Surat Keterangan Bebas Lab No. **079/UN43.3.6/TA.03/2025**, maka pada tanggal **18 Juni 2025** telah selesai dilakukan Pengujian Aspal pada Penelitian Tugas Akhir (TA) dari **Dea Desvita Aulia** /3336210056. Hasil Pengujian tersebut dapat dilihat pada lampiran (Blanko Pengujian) Demikian Pengantar Hasil Pengujian Laboratorium ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Cilegon, 18 Juni 2025  
Kepala Laboratorium Teknik Sipil

  
Ngakan Putu Purnaditya, ST., MT  
NIP. 198909142019031008



LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL BAHAN &  
BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon, Tlp. (0254)395502 Ext. 19

Cilegon, 18 Juni 2025

No : 079/UN43.3.6/TA.03/2025  
Lampiran : 1  
Perihal : Permohonan Bebas Laboratorium

Kepada Yth,  
Kepala Laboratorium Teknik Sipil UNTIRTA  
Di Tempat.

Dengan hormat,

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa/dosen :

Nama : Dea Desvita Aulia  
NIM / NIP : 3336210056  
Jurusan : Teknik Sipil  
Judul Penelitian : Pemanfaatan Limbah Polyvinyl Chloride (PVC) Sebagai Filler  
Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC)  
Menggunakan Aspal Modifikasi Polimer  
Dosen Pembimbing: 1. Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T.  
2. Dwi Esti Intari, S.T., M.Sc.  
Kegiatan : Skripsi

Mengajukan permohonan bebas Laboratorium

Demikian permohonan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.  
Saya siap mengikuti SOP dan Tata Tertib Laboratorium yang berlaku,  
kerusakan/kehilangan alat yang disebabkan oleh kesalahan peneliti menjadi  
tanggung jawab peneliti.

Mengetahui  
Kepala Laboratorium Teknik Sipil



Ngakan Putu Rurnaditya, ST.MT  
NIP. 198909142019031008

Pemohon

Dea Desvita Aulia  
NIM. 3336210056

## DAFTAR PENGEMBALIAN ALAT LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

No	Nama Alat	Satuan	Vol	Kondisi	
				Sebelum	Sesudah
1	Cawan besar	buah	m	baik	baik
2	Cawan kecil	buah	m	baik	baik
3	Timbangan (ketelitian 0,01 gram)	buah	1	baik	baik
4	Desikator	buah	1	baik	baik
5	Cawan porselem	buah	m	baik	baik
6	Saringan (No $\frac{3}{4}$ , $\frac{1}{2}$ , $\frac{3}{8}$ , 4, 8, 16, 30, 50, 100, 200, dan pan)	set	1	baik	baik
7	Oven	buah	1	baik	baik
8	Picnometer 500 mL	buah	1	baik	baik
9	Sieve shaker	buah	1	baik	baik
10	Kuas	buah	1	baik	baik
11	Sendok	buah	1	baik	baik
12	Mesin LAA	buah	1	baik	baik
13	Bola – bola baja berat 400-460 gram	buah	11	baik	baik
14	Sarung tangan	buah	1	baik	baik
15	Bak perendam	buah	1	baik	baik
16	Keranjang kawat	buah	1	baik	baik
17	Water bath	buah	1	baik	baik
18	Kompor listrik	buah	1	baik	baik
19	Corong kaca	buah	1	baik	baik
20	Kompor	buah	1	baik	baik
21	Tabung gas	buah	1	baik	baik
22	Teko	buah	1	baik	baik
23	Viscometer saybolt furol dan penangas	buah	1	baik	baik
24	Termometer	buah	1	baik	baik
25	Labu penampung	buah	1	baik	baik
26	Oven khusus aspal	buah	1	baik	baik
27	Penetrometer, jarun penetrasi, beban	set	1	baik	baik
28	Alat uji marshall	set	1	baik	baik
29	Mesin daktilitas	buah	1	baik	baik
30	Alat softening point test	set	1	baik	baik
31	Alat cleveland open cup	set	1	baik	baik
32	Spatula	buah	1	baik	baik
33	Panci	buah	1	baik	baik

Mengetahui

Laboran



Maylatu Jamaliyah

NIM. 3336210047

Cilegon, 18 Juni 2025

Pemohon



Dea Desvita Aulia

NIM. 3336210056

**PEMERIKSAAN MATERIAL  
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL**

No	Nama Material	Satuan	Volume	
			Awal	Akhir
1	Agregat kasar	Kg	3	0
2	Agregat halus	Kg	3	0
3	Aspal polimer	Kg	5	0
4	Serbuk PVC	Kg	1	0

**CATATAN**

1. Pembersihan material segera setelah penelitian selesai (maksimal 1 minggu)
2. Pembersihan sisa-sisa material menjadi tanggung jawab peneliti

Mengetahui

Laboran



Maylatul Jamaliyah

NIM. 3336210047

Cilegon, 18 Juni 2025

Pemohon



Dea Desvita Aulia

NIM. 3336210056



**UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**  
**UPA BAHASA (LANGUAGE CENTER)**

**ENGLISH PROFICIENCY TEST (EPT)**  
**SCORE RECORD**

No.3541/EPT.PB/2025

NAME : DEA DESVITA AULIA  
PLACE & DATE OF BIRTH : TANGERANG, 4 DECEMBER 2003  
SEX : FEMALE  
NATIVE COUNTRY : INDONESIA  
NATIVE LANGUAGE : INDONESIAN  
SCORES : LISTENING :47  
STRUCTURE AND WRITTEN EXPRESSION :47  
READING :50  
TOTAL SCORE :480  
TEST DATE : 11/6/2025

THIS ENGLISH PROFICIENCY TEST (EPT) IS ADMINISTERED BY THE LANGUAGE CENTRE OF SULTAN AGENG TIRTAYASA UNIVERSITY (UNTIRTA).

AUTHORIZED BY  
THE HEAD OF LANGUAGE CENTRE



Jl. Raya Jkt Km 4 Jl. Pakupatan, Penancangan,  
Kec. Cipocok Jaya, Kota Serang, Banten 42124

**UDI SAMANHUDI, PH.D.**  
NIP. 198301232006041001



# UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA

Jalan Raya Jakarta KM. 04 Pakupatan Kota Serang - Banten, Telp. 0254-280330, Faks. (0254)-281254

## TRANSKRIP AKADEMIK

### Sementara

Diberikan Kepada : **DEA DESVITA AULIA**  
Tempat, Tanggal Lahir : TANGERANG, 04 Desember 2003  
Nomor Pokok Mahasiswa : 3336210056  
Tanggal Kelulusan : -  
Program Pendidikan : (S1)  
Fakultas : TEKNIK  
Program Studi : **TEKNIK SIPIL**  
**Terakreditasi B**  
Nomor: 1824/SK/BAN-PT/Ak-PPJ/S/III/2022 Tanggal 30 Maret 2022

No	Nomor Kode dan Nama Matakuliah	Prestasi			
		HM	AM	K	M
1	UNI622101 Agama	A	4,00	2	8,00
2	TSP622105 Dasar-dasar Transportasi	A	4,00	2	8,00
3	TEKSP622101 Fisika Dasar I	B	3,00	2	6,00
4	TSP622103 Gambar Teknik	B+	3,50	2	7,00
5	TEKSP622105 Ilmu Lingkungan	A	4,00	2	8,00
6	TSP622107 Ilmu Ukur Tanah	B	3,00	2	6,00
7	TEKSP622103 Kalkulus I	A	4,00	3	12,00
8	TEKSP622109 Praktikum Fisika Dasar	B+	3,50	1	3,50
9	TEKSP622107 Statistik dan Probabilitas	B-	2,75	2	5,50
10	TEKSP622102 Fisika Dasar 2	A-	3,75	2	7,50
11	TEKSP622104 Kalkulus 2	A	4,00	3	12,00
12	TSP622106 Kesehatan dan keselamatan kerja	A	4,00	2	8,00
13	TEKSP622106 Kimia Dasar	C+	2,50	2	5,00
14	TSP622102 Konstruksi Bangunan	A	4,00	2	8,00
15	UNI622102 Moderasi Beragama	A	4,00	2	8,00
16	TSP622110 Praktikum Gambar Teknik	B-	2,75	1	2,75
17	TSP622112 Praktikum Ilmu Ukur Tanah	A	4,00	1	4,00
18	TSP622104 Struktur Statis Tertentu	B+	3,50	3	10,50
19	TSP622108 Teknik Lalu Lintas	A	4,00	2	8,00
20	TSP622205 Bandar Udara	A-	3,75	2	7,50
21	TSP622201 Hidrologi	A-	3,75	2	7,50
22	TEKSP622201 Kalkulus 3	A	4,00	2	8,00
23	TSP622211 Mekanika Bahan	A	4,00	3	12,00
24	TSP622209 Mekanika Fluida dan Hidrolika	A	4,00	2	8,00
25	TSP622213 Mekanika Tanah 1	A	4,00	2	8,00
26	TSP622203 Pemindahan Tanah Mekanis & Alat Berat	A-	3,75	2	7,50
27	TSP622215 Praktikum Hidrolika	A-	3,75	1	3,75
28	TSP622217 Praktikum Teknologi Beton	A-	3,75	1	3,75
29	TSP622207 Rel Kereta Api	A-	3,75	2	7,50
30	TSP622202 Drainase	A	4,00	2	8,00

No	Nomor Kode dan Nama Matakuliah	Prestasi				
		HM	AM	K	M	
31	TSP622204	Irigasi dan Bangunan Air	B+	3,50	2	7,00
32	TEKSP622202	Kalkulus 4	B+	3,50	2	7,00
33	TSP622212	Manajemen Proyek	A	4,00	2	8,00
34	TSP622210	Mekanika Tanah 2	A	4,00	2	8,00
35	TSP622206	Pemograman Teknik Sipil	A-	3,75	2	7,50
36	TSP622218	Praktikum Mekanika Tanah	A-	3,75	1	3,75
37	TSP622214	Struktur Beton 1	D	1,00	2	2,00
38	TSP622208	Struktur Statis Tak Tentu	A	4,00	3	12,00
39	TSP622216	Teknik Pantai	B	3,00	2	6,00
40	TSP622303	Analisa Struktur Metode Matriks	A	4,00	3	12,00
41	UNI622305	Bahasa Indonesia	A-	3,75	2	7,50
42	UNI622303	Kewarganegaraan	A	4,00	2	8,00
43	TEKSP622301	Metode Numerik	A-	3,75	2	7,50
44	UNI622301	Pancasila	A	4,00	2	8,00
45	TSP622301	Perencanaan Struktur Geometri Jalan	A-	3,75	2	7,50
46	TSP622305	Rekayasa Pondasi 1	A	4,00	2	8,00
47	TSP622307	Struktur Baja 1	A	4,00	2	8,00
48	TSP622309	Struktur Beton 2	C+	2,50	2	5,00
49	TSP622300	Kerja Praktek	A	4,00	2	8,00
50	UNI622304	Kuliah Kerja Mahasiswa (KKM)	A	4,00	3	12,00
51	TSP622312	Metodologi Penelitian	A	4,00	2	8,00
52	TSP622304	Perencanaan Perkerasan Jalan	B	3,00	2	6,00
53	TSP622314	Praktikum Perkerasan Jalan	B+	3,50	1	3,50
54	TSP622306	Rekayasa Pondasi 2	C+	2,50	2	5,00
55	TSP622308	Struktur Baja 2	A-	3,75	2	7,50
56	TSP622302	Struktur Kayu	B+	3,50	2	7,00
57	UNI622302	Studi Kebantenan	A	4,00	2	8,00
58	TSP622310	Teknik Gempa	C	2,00	2	4,00
59	UNI622401	English for Academic Purpose	A	4,00	3	12,00
60	UNI622405	Ketahanan Pangan	A	4,00	2	8,00
61	TSP622403	Kewirausahaan Teknik Sipil	A-	3,75	2	7,50
62	TSP622410	Manajemen Lalu lintas	A	4,00	2	8,00
63	TSP622407	Metode Pelaksanaan Konstruksi	A	4,00	2	8,00

Nama: DEA DESVITA AULIA

Nomor Pokok Mahasiswa: 3336210056

No	Nomor Kode dan Nama Matakuliah	Prestasi				
		HM	AM	K	M	
64	TSP622405	Pelabuhan	A	4,00	2	8,00
65	TSP622401	Perencanaan Struktur Gedung	C	2,00	2	4,00
66	TSP622412	Rencana Anggaran Biaya (RAB)	A-	3,75	2	7,50
67	TSP622414	Teknik Lalu lintas Lanjut	A	4,00	2	8,00
68	UNI622403	Teknologi dan Transformasi Digital	B+	3,50	2	7,00
69	TSP622404	Aspek Hukum Teknik Sipil	A	4,00	2	8,00
70	TSP622402	Jembatan	C	2,00	2	4,00
71	TSP622420	Manajemen Konstruksi	B+	3,50	2	7,00
72	TSP622423	Perencanaan Angkutan Umum	A	4,00	2	8,00
73	TSP622400	Skripsi	A	4,00	3	12,00
Judul: Pemanfaatan Limbah Serbuk Polyvinyl Chloride (PVC) Sebagai Pengganti Filler Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton AC-WC		Jumlah		148	538	

Indeks Prestasi	: 3,64
Predikat Kelulusan	: Dengan Pujian

Keterangan:

HM = Huruf Mutu    AM = Angka Mutu

K = Kredit        M = Mutu

Serang, 9 Juli 2025



Ketua Jurusan

*R. Bethary*

Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T  
NIP 198212062010122001

NIP

**LAMPIRAN 2**  
**BLANKO**  
**PENGUJIAN**

















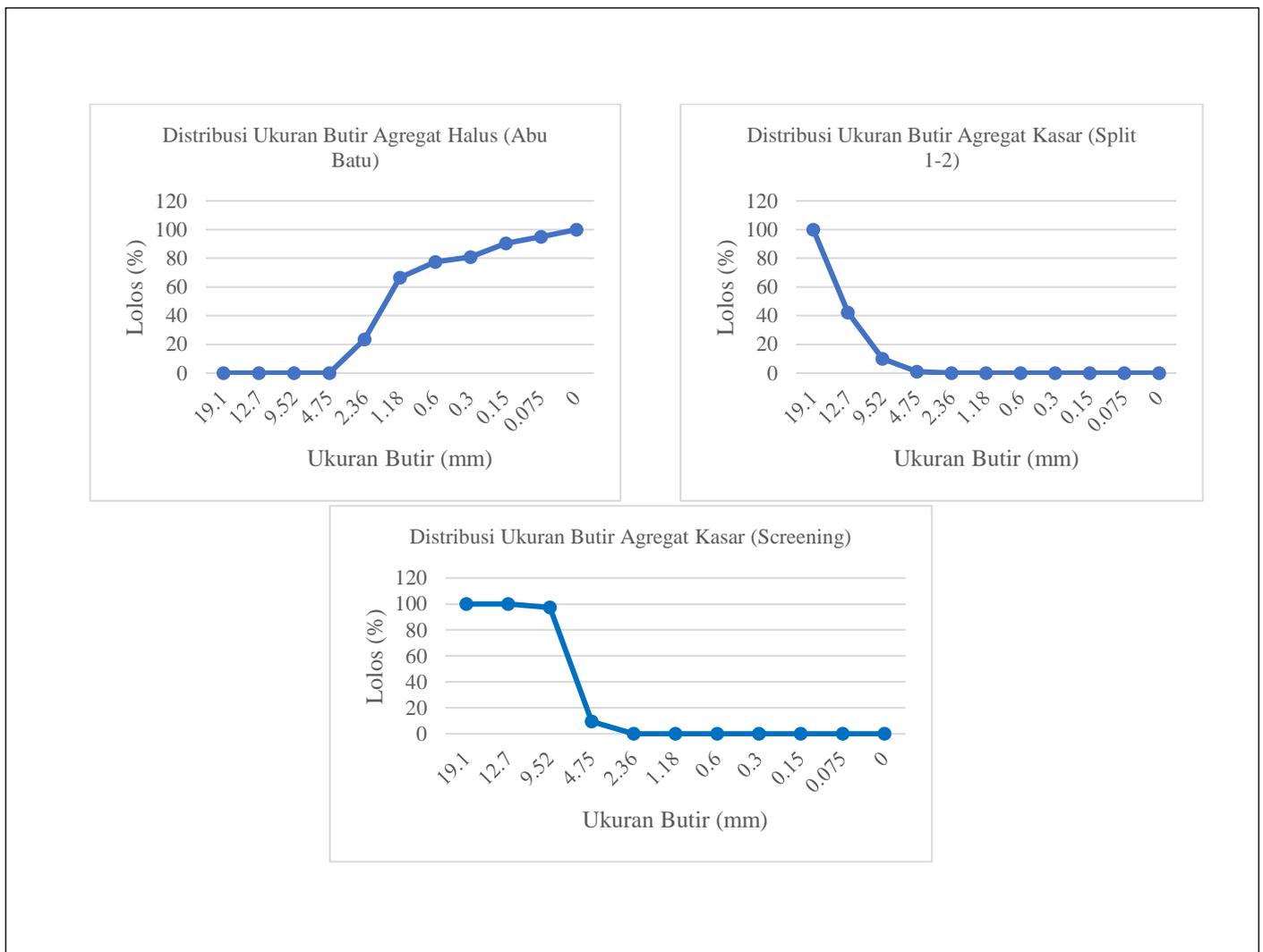
**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**

Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

**BLANKO PENGUJIAN**

No. Pengujian : 8  
Lokasi Pengujian : Laboratorium Teknik Sipil  
Untirta  
Jenis Material : Agregat Kasar Halus & Kasar  
Tanggal Pengujian : 03 Februari 2025  
Jenis Pengujian : Analisa Saringan

**Tabel 8**



Kepala Laboratorium Ngakan Putu Purnaditya, S.T., M.T. NIP. 198909142019031008	Paraf :	Peneliti Dea Desvita Aulia NIM. 3336210056	Paraf:
--	---------	--	--------



















**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**  
 Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext.

**BLANKO PENGUJIAN**

No. Pengujian : 17 Lokasi Pengujian : Laboratorium Teknik Sipil Untirta  
 Jenis Material : Campuran Aspal Polimer dan Serbuk PVC Tanggal Pengujian : Januari 2025  
 Jenis Pengujian : Gradasi Campuran Serbuk PVC 0%, 3%, 6%,  
 9% dan Kadar Aspal Rencana 5%

**Tabel 17**

	Nomor / Ukuran Saringan		Spesifikasi Gradasi Laston (AC-WC)			Kurva Fuller	Nilai Tengah Gradasi (Gradasi Rencana)	Persentase Tertahan Gabungan	Berat Agregat (gram)							
	Inch	mm	(%)			(%)	(%)	Filler 0%		Filler 3%		Filler 6%		Filler 9%		
5%	3/4"	19	100	-	100	136.5	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	1/2"	12.5	90	-	100	113.0	95.0	5.0	57.0	5.0	57.0	5.0	57.0	5.0	57.0	
	3/8"	9.52	77	-	90	100.0	83.5	11.5	131.1	11.5	131.1	11.5	131.1	11.5	131.1	
	No. 4	4.76	53	-	69	73.2	61.0	22.5	256.5	22.5	256.5	22.5	256.5	22.5	256.5	
	No. 8	2.36	33	-	53	53.4	43.0	18.0	205.2	18.0	205.2	18.0	205.2	18.0	205.2	
	No. 16	1.18	21	-	40	39.1	30.5	12.5	142.5	12.5	142.5	12.5	142.5	12.5	142.5	
	No. 30	0.6	14	-	30	28.8	22.0	8.5	96.9	8.5	96.9	8.5	96.9	8.5	96.9	
	No. 50	0.3	9	-	22	21.1	15.5	6.5	74.1	6.5	74.1	6.5	74.1	6.5	74.1	
	No. 100	0.15	6	-	15	15.4	10.5	5.0	57.0	5.0	57.0	5.0	57.0	5.0	57.0	
	No. 200	0.075	4	-	9	11.3	6.5	4.0	45.6	4.0	45.6	4.0	45.6	4.0	45.6	
	PAN	Abu batu							6.5	74.1	6.5	71.9	6.5	69.7	6.5	67.4
		Bahan Tambah							0.0	0.00	3.0	2.2	6.0	4.4	9.0	6.7
Total Berat Agregat (gr)								100.0	<b>1140.00</b>	103.0	<b>1140.00</b>	106.0	<b>1140.00</b>	109.0	<b>1140.00</b>	
Berat Aspal Total (gr)									<b>60</b>		<b>60</b>		<b>60</b>		<b>60</b>	
Berat Sampel (gr)									<b>1200</b>		<b>1200</b>		<b>1200</b>		<b>1200</b>	
Berat Sampel + Bahan Tambah (gr)									<b>1200</b>		<b>1200</b>		<b>1200</b>		<b>1200</b>	

Kepala Laboratorium Nama : Ngakan Putu Purnaditya, S.T., M.T.	Paraf :	Peneliti : Nama : Dea Desvita Aulia (3336210056)	Paraf :
--	---------	---	---------





**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**  
 Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext.

**BLANKO PENGUJIAN**

No. Pengujian : 19 Lokasi Pengujian : Laboratorium Teknik Sipil Untirta  
 Jenis Material : Campuran Aspal Polimer dan Serbuk PVC Tanggal Pengujian : Januari 2025  
 Jenis Pengujian : Gradasi Campuran Serbuk PVC 0%, 3%, 6%,  
 9% dan Kadar Aspal Rencana 6%

**Tabel 19**

6.0%	Nomor / Ukuran Saringan		Spesifikasi Gradasi Laston (AC-WC)			Kurva Fuller	Nilai Tengah Gradasi (Gradasi Rencana)	Persentase Tertahan Gabungan	Berat Agregat (gram)						
	Inch	mm	(%)			(%)	(%)	Filler 0%		Filler 3%		Filler 6%		Filler 9%	
	3/4"	19	100	-	100	136.5	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1/2"	12.5	90	-	100	113.0	95.0	5.0	56.4	5.0	56.4	5.0	56.4	5.0	56.4	56.4
3/8"	9.52	77	-	90	100.0	83.5	11.5	129.7	11.5	129.7	11.5	129.7	11.5	129.7	129.7
No. 4	4.76	53	-	69	73.2	61.0	22.5	253.8	22.5	253.8	22.5	253.8	22.5	253.8	253.8
No. 8	2.36	33	-	53	53.4	43.0	18.0	203.0	18.0	203.0	18.0	203.0	18.0	203.0	203.0
No. 16	1.18	21	-	40	39.1	30.5	12.5	141.0	12.5	141.0	12.5	141.0	12.5	141.0	141.0
No. 30	0.6	14	-	30	28.8	22.0	8.5	95.9	8.5	95.9	8.5	95.9	8.5	95.9	95.9
No. 50	0.3	9	-	22	21.1	15.5	6.5	73.3	6.5	73.3	6.5	73.3	6.5	73.3	73.3
No. 100	0.15	6	-	15	15.4	10.5	5.0	56.4	5.0	56.4	5.0	56.4	5.0	56.4	56.4
No. 200	0.075	4	-	9	11.3	6.5	4.0	45.1	4.0	45.1	4.0	45.1	4.0	45.1	45.1
PAN	Abu batu						6.5	73.3	6.5	71.1	6.5	68.9	6.5	66.7	66.7
	Bahan Tambah						0.0	0.0	3.0	2.2	6.0	4.4	9.0	6.6	6.6
Total Berat Agregat (gr)								100.0	1128.00	103.0	1128.00	106.0	1128.00	109.0	1128.00
Berat Aspal Total (gr)									72		72		72		72
Berat Sampel (gr)									1200		1200		1200		1200
Berat Sampel + Bahan Tambah (gr)									1200		1200		1200		1200

Kepala Laboratorium Nama : Ngakan Putu Purnaditya, S.T., M.T.	Paraf :	Peneliti : Nama : Dea Desvita Aulia (3336210056)	Paraf :
--	---------	---	---------













**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**  
 Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext.

**BLANKO PENGUJIAN**

No. Pengujian : 25 Lokasi Pengujian : Laboratorium Teknik Sipil Untirta  
 Jenis Material : Campuran Aspal Polimer dan Serbuk PVC Tanggal Pengujian : Mei 2025  
 Jenis Pengujian : Gradasi Campuran Serbuk PVC 0% dan Kadar Aspal Optimum 6,5%

**Tabel 25**

	Nomor / Ukuran Saringan		Spesifikasi Gradasi Laston (AC-WC)			Kurva Fuller	Nilai Tengah Gradasi (Gradasi Rencana)	Persentase Tertahan Gabungan	Berat Agregat (gram)	
	Inch	mm	(%)			(%)	(%)	Filler 0%		
6.50%	3/4"	19	100	-	100	136.5	100.0	0.0	0.0	
	1/2"	12.5	90	-	100	113.0	95.0	5.0	56.1	
	3/8"	9.52	77	-	90	100.0	83.5	11.5	129.0	
	No. 4	4.76	53	-	69	73.2	61.0	22.5	252.5	
	No. 8	2.36	33	-	53	53.4	43.0	18.0	202.0	
	No. 16	1.18	21	-	40	39.1	30.5	12.5	140.3	
	No. 30	0.6	14	-	30	28.8	22.0	8.5	95.4	
	No. 50	0.3	9	-	22	21.1	15.5	6.5	72.9	
	No. 100	0.15	6	-	15	15.4	10.5	5.0	56.1	
	No. 200	0.075	4	-	9	11.3	6.5	4.0	44.9	
	PAN	Abu batu							6.5	72.9
		Bahan Tambah							0.0	0.0
	Total Berat Agregat (gr)								100.0	1122.00
	Berat Aspal Total (gr)									78
Berat Sampel (gr)									1200	
Berat Sampel + Bahan Tambah (gr)									1200	

Kepala Laboratorium Nama : Ngakan Putu Purnaditya, S.T., M.T.	Paraf :	Peneliti : Nama : Dea Desvita Aulia (3336210056)	Paraf :
--	---------	---	---------





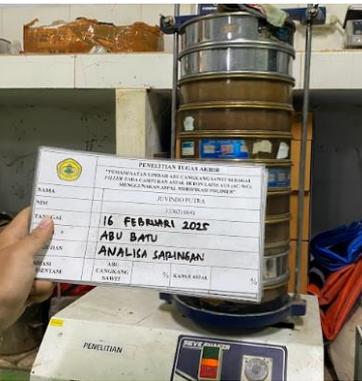
**LAMPIRAN 3**  
**DOKUMENTASI**  
**PENGUJIAN**



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**SERBUK PVCKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG**  
**TIRTAYASA**

Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

**DOKUMENTASI PENGUJIAN**

No	Pengujian Karakteristik Bahan	Keterangan
1		Pengujian Analisa Saringan (SPLIT 1—2)
2		Pengujian Analisa Saringan ( <i>Screening</i> )
3		Pengujian Analisa Saringan (Abu batu)



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**SERBUK PVCKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG**  
**TIRTAYASA**

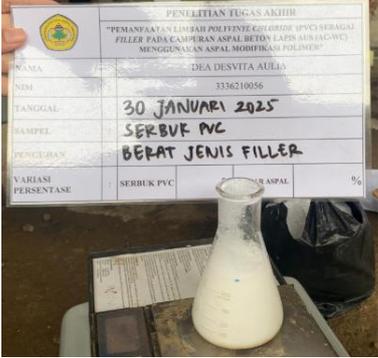
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

4	 <p style="text-align: center;">PENELITIAN TUGAS AKHIR "PENGAMATAN LUBER PROSES CHORRE (PVC) BERGAS FILLER PABRIK CAMPURAN ASPAL BERPOLARISASI (AC-PC) MENGUNAKAN ASPAL MODIFIKASI POLIMER"</p> <table border="1"><tr><td>NAMA</td><td colspan="2">DEA DESVITA AULIA</td></tr><tr><td>NIM</td><td colspan="2">333010056</td></tr><tr><td>TANGGAL</td><td colspan="2">3 FEBRUARI 2025</td></tr><tr><td>SAMPEL</td><td colspan="2">AGREGAT FASAR</td></tr><tr><td>PENGUJIAN</td><td colspan="2">LAA</td></tr><tr><td>VARIASI PERSENTASE</td><td>SERBUK PVC</td><td>% KADAR ASPAL</td></tr></table>	NAMA	DEA DESVITA AULIA		NIM	333010056		TANGGAL	3 FEBRUARI 2025		SAMPEL	AGREGAT FASAR		PENGUJIAN	LAA		VARIASI PERSENTASE	SERBUK PVC	% KADAR ASPAL	Pengujian Keausan Agregat
NAMA	DEA DESVITA AULIA																			
NIM	333010056																			
TANGGAL	3 FEBRUARI 2025																			
SAMPEL	AGREGAT FASAR																			
PENGUJIAN	LAA																			
VARIASI PERSENTASE	SERBUK PVC	% KADAR ASPAL																		
5	 <p style="text-align: center;">PENELITIAN TUGAS AKHIR "PENGAMATAN LUBER PROSES CHORRE (PVC) BERGAS FILLER PABRIK CAMPURAN ASPAL BERPOLARISASI (AC-PC) MENGUNAKAN ASPAL MODIFIKASI POLIMER"</p> <table border="1"><tr><td>NAMA</td><td colspan="2">DEA DESVITA AULIA</td></tr><tr><td>NIM</td><td colspan="2">333010056</td></tr><tr><td>TANGGAL</td><td colspan="2">24 JAN 2025</td></tr><tr><td>SAMPEL</td><td colspan="2">SPUT 1-2</td></tr><tr><td>PENGUJIAN</td><td colspan="2">BJ AGREGAT KASAR</td></tr><tr><td>VARIASI PERSENTASE</td><td>SERBUK PVC</td><td>% KADAR ASPAL</td></tr></table>	NAMA	DEA DESVITA AULIA		NIM	333010056		TANGGAL	24 JAN 2025		SAMPEL	SPUT 1-2		PENGUJIAN	BJ AGREGAT KASAR		VARIASI PERSENTASE	SERBUK PVC	% KADAR ASPAL	Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar (SPLIT 1-2)
NAMA	DEA DESVITA AULIA																			
NIM	333010056																			
TANGGAL	24 JAN 2025																			
SAMPEL	SPUT 1-2																			
PENGUJIAN	BJ AGREGAT KASAR																			
VARIASI PERSENTASE	SERBUK PVC	% KADAR ASPAL																		
6	 <p style="text-align: center;">PENELITIAN TUGAS AKHIR "PENGAMATAN LUBER PROSES CHORRE (PVC) BERGAS FILLER PABRIK CAMPURAN ASPAL BERPOLARISASI (AC-PC) MENGUNAKAN ASPAL MODIFIKASI POLIMER"</p> <table border="1"><tr><td>NAMA</td><td colspan="2">DEA DESVITA AULIA</td></tr><tr><td>NIM</td><td colspan="2">333010056</td></tr><tr><td>TANGGAL</td><td colspan="2">24 JAN 2025</td></tr><tr><td>SAMPEL</td><td colspan="2">Screening</td></tr><tr><td>PENGUJIAN</td><td colspan="2">BJ AGREGAT KASAR</td></tr><tr><td>VARIASI PERSENTASE</td><td>SERBUK PVC</td><td>% KADAR ASPAL</td></tr></table>	NAMA	DEA DESVITA AULIA		NIM	333010056		TANGGAL	24 JAN 2025		SAMPEL	Screening		PENGUJIAN	BJ AGREGAT KASAR		VARIASI PERSENTASE	SERBUK PVC	% KADAR ASPAL	Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar ( <i>Screening</i> )
NAMA	DEA DESVITA AULIA																			
NIM	333010056																			
TANGGAL	24 JAN 2025																			
SAMPEL	Screening																			
PENGUJIAN	BJ AGREGAT KASAR																			
VARIASI PERSENTASE	SERBUK PVC	% KADAR ASPAL																		
7	 <p style="text-align: center;">PENELITIAN TUGAS AKHIR "PENGAMATAN LUBER PROSES CHORRE (PVC) BERGAS FILLER PABRIK CAMPURAN ASPAL BERPOLARISASI (AC-PC) MENGUNAKAN ASPAL MODIFIKASI POLIMER"</p> <table border="1"><tr><td>NAMA</td><td colspan="2">DEA DESVITA AULIA</td></tr><tr><td>NIM</td><td colspan="2">333010056</td></tr><tr><td>TANGGAL</td><td colspan="2">24 / 01 / 2025</td></tr><tr><td>SAMPEL</td><td colspan="2">ABU BATU</td></tr><tr><td>PENGUJIAN</td><td colspan="2">BJ AGREGAT HALUS</td></tr><tr><td>VARIASI PERSENTASE</td><td>SERBUK PVC</td><td>% KADAR ASPAL</td></tr></table>	NAMA	DEA DESVITA AULIA		NIM	333010056		TANGGAL	24 / 01 / 2025		SAMPEL	ABU BATU		PENGUJIAN	BJ AGREGAT HALUS		VARIASI PERSENTASE	SERBUK PVC	% KADAR ASPAL	Pengujian Berat Jenis Agregat Halus (Abu Batu)
NAMA	DEA DESVITA AULIA																			
NIM	333010056																			
TANGGAL	24 / 01 / 2025																			
SAMPEL	ABU BATU																			
PENGUJIAN	BJ AGREGAT HALUS																			
VARIASI PERSENTASE	SERBUK PVC	% KADAR ASPAL																		



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**SERBUK PVCKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG**  
**TIRTAYASA**

Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

8	 <p>The image shows a lab report form for a weight test of PVC powder. The form includes fields for name (DEA DESVITA AULIA), NIM (3336210056), date (30 JANUARI 2025), sample (SERBUK PVC), and type of test (BERAT JENIS FILLER). Below the form, a white conical flask containing a white powder is placed on a scale.</p>	Pengujian Berat Jenis <i>Filler</i> Serbuk PVC
9	 <p>The image shows a lab report form for a weight test of asphalt. The form includes fields for name (DEA DESVITA AULIA), NIM (3336210056), date (7 FEBRUARI 2025), sample (ASPAL ELASTOMER), and type of test (BERAT JENIS). Below the form, a digital scale displays the number 115.00.</p>	Pengujian Berat Jenis Aspal
10	 <p>The image shows a lab report form for a ductility test of asphalt. The form includes fields for name (DEA DESVITA AULIA), NIM (3336210056), date (7 FEBRUARI 2025), sample (ASPAL ELASTOMER), and type of test (DAKTILITAS). The form is held in front of a ductility testing machine.</p>	Pengujian Daktilitas Aspal
11	 <p>The image shows a lab report form for a penetration test of asphalt. The form includes fields for name (DEA DESVITA AULIA), NIM (3336210056), date (7 FEBRUARI 2025), sample (ASPAL ELASTOMER), and type of test (Penetrasi Aspal). Below the form, a penetration testing machine is shown with a sample of asphalt being tested.</p>	Penetrasi Aspal



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**SERBUK PVCKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG**  
**TIRTAYASA**

Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

12		Pengujian Kehilangan Berat Minyak Aspal
13		Pengujian Titik Lembek Aspal
14		Pengujian Titik Nyala Bakar Aspal
15		Agregat Kasar



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**SERBUK PVCKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG**  
**TIRTAYASA**

Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

16		Agregat Halus
17		<i>Fly Ash</i>
18		Penimbangan Agregat
19		Pencucian Agregat



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**SERBUK PVCKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG**  
**TIRTAYASA**

Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

20		Pengeringan Agregat di dalam <i>Oven</i>
21		Agregat AC-WC
<b>No</b>	<b>Pembuatan Benda Uji</b>	<b>Keterangan</b>
22		Pemanasan Agregat sebelum dicampurkan Aspal
23		Pencampuran Benda Uji



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**SERBUK PVCKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG**  
**TIRTAYASA**

Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

24		Pengecekan Suhu Pencampuran Benda Uji
25		Pengecekan Suhu Pemasakan Benda Uji
26		Penumbukan Benda Uji
27		Menimbang berat kering benda uji yang selanjutnya didiamkan selama 24 jam pada suhu ruang



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**SERBUK PVCKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG**  
**TIRTAYASA**

Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

28		Perendaman Benda uji di Dalam Bak Perendam selama 24 jam
29		Penimbangan Benda Uji dalam Air
30		Rendaman <i>Waterbath</i> dengan suhu 60 °C
31		



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**SERBUK PVCKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG**  
**TIRTAYASA**

Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

No	Penguujian <i>Marshall</i>	Keterangan
32		Penguujian <i>Marshall</i> (PB 4,5% Serbuk PVC 0%)
33		Penguujian <i>Marshall</i> (PB 5% Serbuk PVC 0%)
34		Penguujian <i>Marshall</i> (PB 5,5% Serbuk PVC 0%)
35		Penguujian <i>Marshall</i> (PB 6% Serbuk PVC 0%)



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**SERBUK PVCKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG**  
**TIRTAYASA**

Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

36	 <p>6.5% 0%</p>	Pengujian <i>Marshall</i> (PB 6,5% Serbuk PVC 0%)
37	 <p>4.5% 3%</p>	Pengujian <i>Marshall</i> (PB 4,5% Serbuk PVC 3%)
38	 <p>5% 3%</p>	Pengujian <i>Marshall</i> (PB 5% Serbuk PVC 3%)
39	 <p>5.5% 3%</p>	Pengujian <i>Marshall</i> (PB 5,5% Serbuk PVC 3%)



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**SERBUK PVCKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG**  
**TIRTAYASA**

Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

40		Pengujian <i>Marshall</i> (PB 6% Serbuk PVC 3%)
41		Pengujian <i>Marshall</i> (PB 6,5% Serbuk PVC 3%)
42		Pengujian <i>Marshall</i> (PB 4,5% Serbuk PVC 6%)
43		Pengujian <i>Marshall</i> (PB 5% Serbuk PVC 6%)



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**SERBUK PVCKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG**  
**TIRTAYASA**

Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

44		Pengujian <i>Marshall</i> (PB 5,5% Serbuk PVC 6%)
45		Pengujian <i>Marshall</i> (PB 6% Serbuk PVC 6%)
46		Pengujian <i>Marshall</i> (PB 6,5% Serbuk PVC 6%)
47		Pengujian <i>Marshall</i> (PB 4,5% Serbuk PVC 9%)



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**SERBUK PVCKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG**  
**TIRTAYASA**

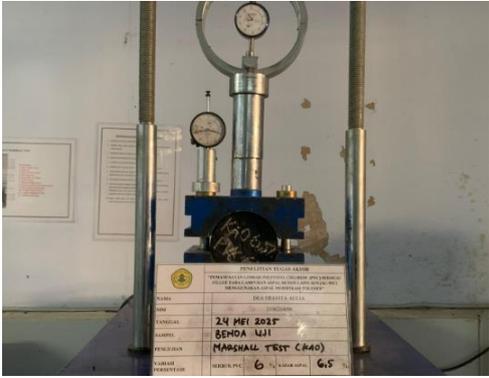
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

48		Pengujian <i>Marshall</i> (PB 5% Serbuk PVC 9%)
49		Pengujian <i>Marshall</i> (PB 5,5% Serbuk PVC 9%)
50		Pengujian <i>Marshall</i> (PB 6% Serbuk PVC 9%)
51		Pengujian <i>Marshall</i> (PB 6,5% Serbuk PVC 9%)



**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**BAHAN & BETON – SURVEYING – INVESTIGASI TANAH – HIDROLIKA**  
**SERBUK PVCKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG**  
**TIRTAYASA**

Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon Tlp. (0254) 395502 Ext. 19

52		Pengujian <i>Marshall</i> (KAO 6,5% Serbuk PVC 0%)
53		Pengujian <i>Marshall</i> (KAO 6,25% Serbuk PVC 3%)
54		Pengujian <i>Marshall</i> (KAO 6,5% Serbuk PVC 6%)
55		Pengujian <i>Marshall</i> (KAO 6,5% Serbuk PVC 9%)