

SKRIPSI

**PENGARUH GENANGAN AIR LAUT TERHADAP
KERUSAKAN JALAN ASPAL (AC-WC)**

*Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Program Studi Sarjan Terapan Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Bengkalis*



Oleh :

AVITO MIFTAHUL ULUM
4204221471

PROGRAM STUDI D-IV

TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL

POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

2026

LEMBAR PENGESAHAN

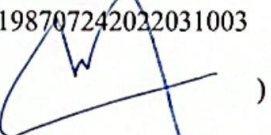
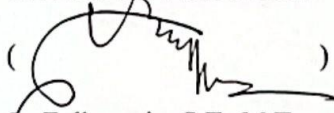
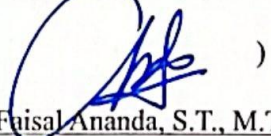
PENGARUH GENANGAN AIR LAUT TERHADAP
KERUSAKAN JALAN ASPAL (AC- WC)

*Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Studi Sarjana Jurusan Teknik Sipil*

Oleh:
AVITO MIFTAHUL ULUM
4204221471

Disetujui Oleh Tim Penguji Skripsi:

Tanggal Ujian : 14 Juli 2026
Periode Wisuda : 2026/XI

- ()
1. Ir. Lizar, ST., M.T. (Pembimbing)
NIP.198707242022031003
- ()
2. Ir. Marhadi sastra, ST., M.Sc (Penguji 1)
NIP.198903142015041001
- ()
3. Ir. Zulkarnain, S.T., M.T (Penguji 2)
NIP.198407102019031007
- ()
4. Ir. Faisal Ananda, S.T., M.T (Penguji 3)
NIP.1985021920150410001

Bengkalis, 14 Juli 2026
Ketua Program Studi Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan



HALAMAN PENGESAHAN

Kami dengan sebenarnya menyatakan bahwa, kami telah membaca keseluruhan dari Skripsi ini, dan kami berpendapat bahwa Skripsi ini layak dan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana.

Tanda Tangan

:



Nama Penguji 1

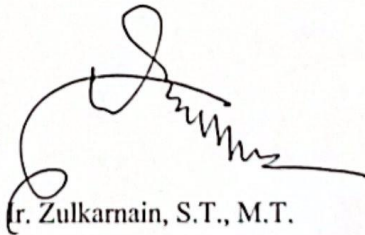
: Ir. Marhadi sastra, ST., M.Sc.

Tanggal Pengujian

: 14 Juli 2026

Tanda Tangan

:



Nama Penguji 2

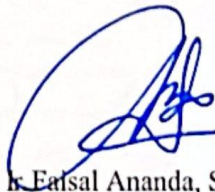
: Ir. Zulkarnain, S.T., M.T.

Tanggal Pengujian

: 14 Juli 2026

Tanda Tangan

:



Nama Penguji 3

: Ir. Faisal Ananda, S.T., M.T.

Tanggal Pengujian

: 14 Juli 2026

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah dilakukan untuk memperoleh gelar Sarjana di perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar Pustaka.

Bengkalis, 14 Juli 2026



METERAN
TEMPEL
7CASA0X129306841

Avito miftahul ulum

PENGARUH GENANGAN AIR LAUT TERHADAP KERUSAKAN JALAN ASPAL (AC-WC)

Nama Mahasiswa : Avito miftahul ulum
NIM : 4204221471
Dosen Pembimbing : Ir. Lizar, ST., MT

ABSTRAK

Infrastruktur jalan di kawasan pesisir sering kali mengalami kerusakan dini akibat tergenang air laut akibat banjir rob, salah satunya di Jalan Patimura, Kota Dumai. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi durasi perendaman air laut terhadap karakteristik campuran aspal *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC-WC) menggunakan metode pengujian Marshall. Bahan yang digunakan meliputi aspal penetrasi 60/70, agregat kasar dan halus dari Tanjung Balai Karimun, serta semen Portland sebagai *filler*. Seluruh material dasar diuji terlebih dahulu dan dinyatakan memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, ditetapkan Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 5,5% karena memenuhi seluruh parameter teknis dengan nilai stabilitas mencapai 1276,72 kg. Pengujian durasi rendaman air laut dilakukan pada kondisi KAO dengan variasi waktu 1 hari, 7 days, dan 50 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan air laut secara signifikan menurunkan performa campuran aspal seiring bertambahnya waktu. Nilai stabilitas mengalami penurunan dari 2904,28 kg pada hari ke-1 menjadi 2534,01 kg pada hari ke-50, sementara nilai kelelehan (*flow*) meningkat dari 2,7 mm menjadi 3,8 mm. Peningkatan rongga dalam campuran (VITM) hingga 5,18% mengindikasikan struktur aspal melunak dan menjadi lebih porus. Meskipun nilai Marshall masih memenuhi batas minimum spesifikasi, tren penurunan stabilitas membuktikan air laut mempercepat degradasi aspal. Oleh karena itu, perencanaan jalan di area pesisir membutuhkan sistem drainase yang optimal dan material aspal yang lebih adaptif.

Kata Kunci: AC-WC, Air Laut, Karakteristik Marshall, Kerusakan Jalan, KAO.

THE INFLUENCE OF SEAWATER IMMERSION ON THE DAMAGE OF ASPHALT PAVEMENT (AC-WC)

Student Name : Avito Miftahul Ulum
Number ID : 4204221471
Supervisor : Ir. Lizar, ST., MT

ABSTRACT

Road infrastructure in coastal areas frequently experiences premature distress due to seawater inundation caused by tidal floods, as observed on Patimura Street, Dumai City. This study aims to analyze the effect of variations in seawater immersion duration on the characteristics of Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC) mixtures using the Marshall testing method. The materials used include 60/70 penetration asphalt, coarse and fine aggregates from Tanjung Balai Karimun, and Portland cement as filler. All base materials were pre-tested and declared to comply with the 2018 Bina Marga General Specifications. Based on laboratory testing results, the Optimum Asphalt Content (OAC) was determined to be 5.5%, as it met all technical parameters with a stability value of 1276.72 kg. Seawater immersion testing was conducted at the OAC condition with duration variations of 1 day, 7 days, and 50 days. The results indicated that exposure to seawater significantly degraded the performance of the asphalt mixture over time. Stability values decreased from 2904.28 kg on day 1 to 2534.01 kg on day 50, while the flow value increased from 2.7 mm to 3.8 mm. The increase in voids in the total mixture (VITM) up to 5.18% indicated that the asphalt structure softened and became more porous. Although the Marshall parameters still met the minimum specification limits, the declining trend in stability proves that seawater accelerates asphalt degradation. Therefore, road design in coastal areas requires optimal drainage systems and more adaptive asphalt materials.

Keywords: AC-WC, Seawater, Marshall Characteristics, Road Distress, OAC.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesehatan, kesempatan dan kemudahan, penulis dapat menyelesaikan proposal Tugas Akhir yang berjudul “PENGARUH GENANGAN AIR LAUT TERHADAP KERUSAKAN JALAN ASPAL (AC-WC)” ,disusun sebagai salah satu persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada program studi D-IV Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis. Pada kesempatan ini penulis menyadari bahwa adanya bimbingan, bantuan dan doa dari beberapa pihak, sehingga Proposal Tugas Akhir ini dapat terselesaikan tepat dengan tepat waktu. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang membantu dalam proses penulisan Proposal Tugas Akhir ini, yaitu kepada:

1. Kedua orang tua penulis tercinta, semoga Allah SWT. Senantiasa melindungi dan memberikan kesehatan kepada papa dan mama tersayang, terimakasih atas segala usaha, kerja keras dan pengorbanan yang dilakukan untuk penulis, selalu memberikan dorongan semangat, memotivasi dan menguatkan penulis dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Hendra Saputra,M.Sc, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis Bapak
3. Bapak Ir. Lizar, ST.,MT, selaku Ketua Program Studi D-IV Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan Politeknik Negeri Bengkalis, serta selaku dosen pembimbing proposal Tugas Akhir, yang telah memberikan ilmu dan meluangkan waktu kepada penulis dalam rangka penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Ibuk Wahyuni Wahab, S.T.,M.Eng selaku koordinator Tugas Akhir
5. Serta teman-teman seperjuangan yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu persatu, yang senantiasa mendukung dan membantu penulis selama penyusunan laporan ini.
6. Avito miftahul ulum, ya! Diri saya sendiri. Apresiasi sebesar-besarnya yang telah berjuang untuk menyelesaikan apa yang telah di mulai. Sulit

bisa bertahan sampai dititik ini, terimakasih untuk tetap hidup dan merayakan dirimu sendiri, walaupun sering kali putus asa atas apa yang sedang diusahakan. Tetaplah jadi manusia yang mau berusaha dan tidak lelah untuk mencoba. *Good. Thank you for turning me into an independent man. I know there are greater men out there, but I'm proud of how far I've come.*

7. Dan yang terakhir, saya persembahkan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada *support system* terbaik saya, Sani Adila. Terima kasih karena selalu sabar menemani setiap proses yang saya lalui, selalu hadir memberikan dukungan, masukan, dan semangat ketika saya mulai lelah. Terima kasih karena tidak pernah keberatan direpotkan, baik di saat saya sibuk, sakit, maupun ketika saya membutuhkan bantuan lain. Terima kasih karena selalu mengusahakan. Ribuan terima kasih dan ribuan maaf saya ucapkan atas segala waktu, tenaga, serta kesabaran yang telah diberikan. Semoga segala kebaikan yang telah diberikan dapat terbalaskan dengan kebahagiaan dan kesuksesan di masa depan aamiin.

Pada Laporan Tugas Akhir ini penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Untuk itu penulis mengharapkan adanya kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan dari Laporan Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis berharap, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa/i dan pembaca sekaligus demi menambah pengetahuan tentang Laporan Tugas Akhir. Demikian laporan Tugas Akhir ini penulis buat dengan sebenar-benarnya, mohon maaf jika ada kesalahan kata maupun penulisan, penulis ucapkan terimakasih.

Bengkalis, 14 Juli 2026



Avito miftahul ulum

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Sebelumnya	6
2.2 Perkerasan Lentur	9
2.3 Pengertian Genangan Air Laut	10
2.4 Bahan Campuran Aspal	12
2.5 Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)	14
2.6 Pengujian Aspal	16
2.7 Karakteristik <i>Marshall</i>	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Alat dan bahan	21
3.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	22

3.3	Tahapan Penelitian	23
3.4	Jumlah Sampel / Benda Uji	24
3.5	Diagram Alir	25
3.5.1	Tinjauan Pustaka	26
3.5.2	Persiapan Alat dan Bahan	26
3.5.3	Pengujian Karakteristik Bahan	26
3.1.1.	Menentukan kadar aspal rencana	40
3.5.5	Uji <i>Marshall</i>	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		34
4.1	Hasil dan Pengujian Bahan Material	34
4.2	Kadar Aspal Rencana	36
4.3	Pembuatan Benda Uji KAR	37
4.4	Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)	42
4.5	Pengujian <i>Marshall</i> Dan Hasil KOA	44
4.6	Analisa Pengaruh Variasi Terhadap Karakteristik <i>Marshall</i>	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		56
5.1.	Kesimpulan	56
5.2.	Saran	57
DAFTAR PUSTAKA		58

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. 1 jalan Patimura terendam banjir	2
Gambar 1. 2 perumahan dan jalan bumi ayu terendam banjir	2
Gambar 1. 3 Gambar Penampang Melintang	4
Gambar 1. 4 Gambar Potongan Melintang	4
Gambar 2. 1 Lapisan Asphalt Concrete	9
Gambar 2. 2 Genangan air laut	10
Gambar 3. 1 Diagram Alir (Sumber: Data Pribadi,2026)	25
Gambar 4. 1 Grafik kadar aspal rencana terhadap stabilitas	38
Gambar 4. 2 Grafik kadar aspal rencana terhadap Flow	39
Gambar 4. 3 Grafik kadar aspal rencana terhadap VWA	40
Gambar 4. 4 Gravik kadar aspal rencana terhadap VMA	41
Gambar 4. 5 Grafik kadar aspal rencana terhadap VITM	41
Gambar 4. 6 Grafik kadar aspal rencana terhadap MQ	42
Gambar 4. 7 Grafik Gabungan Stabilitas	45
Gambar 4. 8 Grafik Gabungan Flow	46
Gambar 4. 9 Grafik Gabungan VFWA (Void Filled With Asphalt)	48
Gambar 4. 10 Grafik Gabungan VMA (Void in Mineral Aggregate)	50
Gambar 4. 11 Gabungan VITM (Void in Total Mix)	52
Gambar 4. 12 Grafik Gabungan MQ (Marshall Quotient)	54

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Penelitian Sebelumnya	6
Tabel 2. 2 Ketentuan Agregat Kasar	13
Tabel 2. 3 Ketentuan Agregat Halus	13
Tabel 2. 4 Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Beraspal	16
Tabel 3. 1 Jumlah Benda Uji	24
Tabel 4. 1 Hasil pengujian karakteristik agregat	34
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Karakteristik Aspal	35
Tabel 4. 3 Komposisi kebutuhan agregat	38
Tabel 4. 4 Persentase Kadar Aspal Terhadap Karakteristik Marshall	43
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Karakteristik Tiap Variasi	44
Tabel 4. 6 Grafik Gabungan Stabilitas	45
Tabel 4. 7 Grafik Gabungan Flow	46
Tabel 4. 8 Grafik Gabungan VFWA (Void Filled With Asphalt)	48
Tabel 4. 9 Grafik Gabungan VMA (Void in Mineral Aggregate)	49
Tabel 4. 10 Gabungan VITM (Void in Total Mix)	51
Tabel 4. 11 Grafik Gabungan MQ (Marshall Quotient)	53

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

AC-WC	: <i>Asphalt Concrete – Wearing Course</i>
AC	: <i>Asphalt Concrete</i>
WC	: <i>Wearing Course</i>
SNI	: Standar Nasional Indonesia
ASTM	: <i>American Standard Testing and Material</i>
VIM	: <i>Voids in Mix</i> (rongga dalam campuran)
VFA	: <i>Void Filled with Asphalt</i> (rongga terisi aspal)
VMA	: <i>Void in the Mineral Aggregate</i> (rongga udara)
MQ	: <i>Marshall Quotient</i> (hasil bagi marshall)
pen	: Penetrasi
°C	: Derajat Celcius
Sd	: (berat jenis curah kering)
Ss	: (berat jenis curah jenuh kering permukaan)
Sa	: (berat jenis semu)
Sw	: (penyerapan air)
Pb	: Kadar Aspal Rencana
CA	: Nilai Persentase Agregat Kasar
FA	: Nilai Persentase Agregat Halus
FF	: Nilai Persentase Filler
K	: Konstanta (0,5 - 1,0)
KAR	: Kadar Aspal Rencana
KAO	: Kadar Aspal Optimum
R	: Rendam
TR	: Tidak Rendam
R 60°	: Rendam Disuhu 60°C
TR 60°	: Tidak Rendam Disuhu 60°C

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai prasarana transportasi darat yang krusial, jalan memiliki fungsi vital dalam menghubungkan wilayah perkotaan maupun pedesaan. Pembangunan konstruksi perkerasan jalan pada dasarnya ditargetkan untuk menghasilkan permukaan yang rata dan halus demi kenyamanan pengguna, dengan masa layanan yang panjang serta biaya perawatan yang seefisien mungkin. Meski demikian, fenomena kerusakan dini pada jalan masih menjadi persoalan pelik di Indonesia, khususnya di wilayah pesisir yang menghadapi kondisi lingkungan ekstrem. Faktor lingkungan seperti genangan air diketahui mempercepat kerusakan ini karena kemampuannya dalam memperlemah ikatan adhesi antara material aspal dengan agregat (Sukirman, 2021).

Lapisan *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC-WC) yang berada pada posisi paling atas memikul tanggung jawab besar untuk melindungi keseluruhan struktur jalan dari beban lalu lintas dan perubahan cuaca. Namun pada kawasan pesisir, infrastruktur ini kerap kali terendam air asin akibat fenomena banjir rob atau limpasan air laut yang memiliki sifat korosif. Kontak konstan dengan air asin ini memicu pelepasan butiran (*ravelling*) dan pembentukan retakan yang jauh lebih agresif ketimbang paparan air tawar (Ahmad, 2025). Jika dibiarkan tanpa penanganan, akumulasi dari proses tersebut akan memicu kerusakan parah seperti retak, lubang (*potholes*), hingga pengelupasan permukaan jalan yang terjadi jauh sebelum umur rencana tercapai.

Dalam kaitannya dengan ketahanan perkerasan lentur, air dikategorikan sebagai faktor perusak utama karena dapat menimbulkan pengelupasan (*stripping*) yang memutus ikatan adhesi antara aspal dan agregat (Marhamatunnisya dkk., 2022). Keberadaan kadar garam pada air laut kian memperparah kerusakan ini melalui reaksi kimia yang mengikis lapisan film aspal, sehingga selimut pelindung

agregat menjadi rapuh dan mudah koyak. Salah satu contoh nyata dari permasalahan ini terjadi di Jalan Patimura, Kota Dumai, yang kerap dilanda banjir rob. Fenomena pasang air laut tersebut tidak hanya merendam pemukiman warga tetapi juga jalur transportasi utama di sekitarnya, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 1.1. Akibat rendaman air asin ini, ikatan kohesi internal pada campuran beton aspal melemah secara drastis, yang secara langsung memicu penurunan nilai stabilitas Marshall dan mempercepat kehancuran struktural pada permukaan jalan sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 1.2.



Gambar 1. 1 jalan Patimura terendam banjir
(Sumber: *google* 2025)



Gambar 1. 2 penampakan jalan Patimura setelah terendam banjir
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2026)

Oleh karena itu, kajian mengenai pengaruh air laut terhadap kerusakan jalan aspal, khususnya pada jenis AC-WC, menjadi sangat penting untuk memahami mekanisme kerusakan yang terjadi secara mendalam. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi peningkatan kualitas perencanaan dan pemeliharaan jalan, terutama di daerah pesisir yang rawan terendam air laut.

Perbedaan penelitian ini terletak pada fokus variabel rendamannya. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rahayu (2025) yang mengkaji pengaruh perendaman air hujan terhadap kerusakan jalan aspal (AC-WC), penelitian ini secara spesifik menganalisis pengaruh perendaman air laut/air asin terhadap jenis perkerasan (AC-WC).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang pada penelitian memuat sebuah rumusan masalah yang dapat diangkat pada penelitian ini seperti:

1. Bagaimana karakteristik material dasar yang digunakan?
2. Bagaimana hasil dari Kadar Aspal rencana untuk menentukan berapa kadar aspal ideal yang memenuhi nilai parameter *marshall* dalam campuran AC-WC?
3. Bagaimana dampak yang ditimbulkan akibat perendaman air laut pada campuran aspal AC-WC pada karakteristik *Marshall*?

1.3 Tujuan

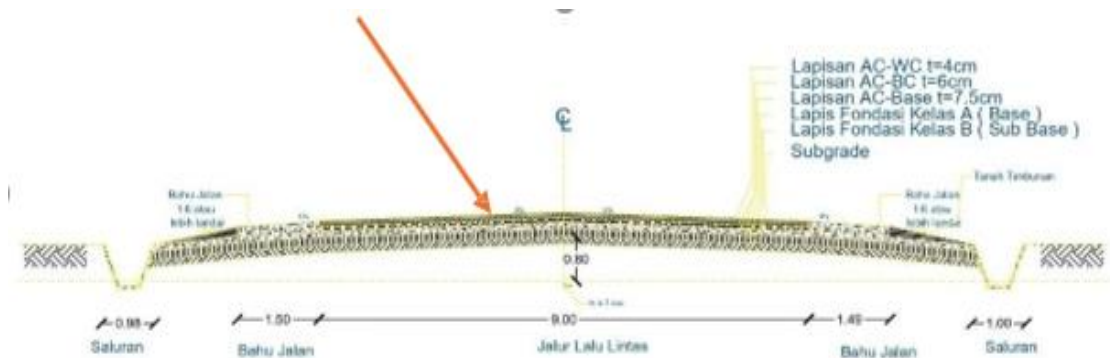
Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah dapat memuatkan tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mampu menganalisis karakteristik material yang akan digunakan sesuai dengan spesifikasi.
2. Menganalisis pengaruh variasi kadar aspal terhadap karakteristik *marshall*.
3. Menganalisis pengaruh perendaman air laut pada campuran aspal AC-WC yang dilihat dari pengujian *Marshall*.

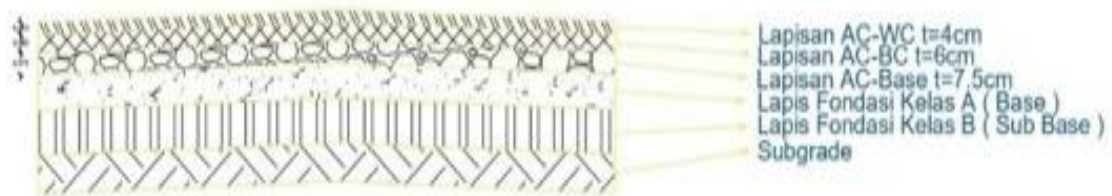
1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus, adapun batasan masalah yang ditetapkan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan di laboratorium. Laboratorium yang akan digunakan adalah Laboratorium di Politeknik Negeri Bengkalis.
2. Lapisan Permukaan yang dijadikan objek penelitian adalah Laston *Asphalt concrete-Wearing Course* (AC-WC) dengan menggunakan spesifikasi umum Bina Marga 2018 revisi 2.



Gambar 1. 3 Gambar Penampang Melintang
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2026)



Gambar 1. 4 Gambar Potongan Melintang
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2026)

3. Aspal pengikat yang digunakan adalah aspal penetrasi 60/70.
4. Agregat yang digunakan bersumber dari lokasi tanjung balai karimun.
5. Penelitian ini tidak membahas pengaruh beban lalu lintas secara terperinci, tetapi lebih mengutamakan aspek lingkungan dalam kerusakan jalan.
6. Penelitian ini hanya membahas pengaruh genangan air laut pada kerusakan jalan aspal AC-WC.
7. Perendaman yang dilakukan adalah, air laut 1 hari ,7 hari dan 50 hari.
8. Jumlah benda uji tiap variasi perendaman 3 sampel.
9. Metode pengujian yang digunakan adalah metode uji *marshall test*.
10. *Filler* yang digunakan semen *Portland*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penulisan proposal ini ada beberapa hal antara lain adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan material dan kadar aspal dengan kekuatan yang baik terhadap genangan air laut.

2. Penelitian ini diharapkan dapat memberi solusi untuk mengatasi kerusakan jalan yang diakibatkan oleh air laut.
3. Dapat dijadikan referensi bagi pelajar lainnya dan perencana dalam melakukan pengujian pengaruh genangan air laut terhadap kerusakan aspal (AC-WC).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Sebelum melakukan penulis telah melakukan pengkajian terhadap beberapa penelitian yang memiliki hubungan serupa dengan penelitian yang penulis lakukan, diantaranya:

Tabel 2. 1 Penelitian Sebelumnya

No	Nama	Tahun	Judul	Penelitian
1.	Rahayu, S.	2025	Pengaruh Genangan Air Terhadap Kerusakan Jalan Aspal (AC-WC).	Pengujian dilakukan pada campuran dengan variasi kadar aspal (4%–6%) untuk menentukan kadar optimal dan mengevaluasi ketahanan terhadap perendaman dan suhu tinggi. Hasil menunjukkan bahwa kadar aspal 5,5% merupakan satu-satunya yang memenuhi seluruh parameter Marshall sesuai standar. Void in Mineral Aggregate (VMA) dengan nilai 17,05%, Void in The Mix (VITM) dengan nilai 4,83%, dan Void Filled With Asphalt (VFWA) dengan nilai 70,76%. Uji perendaman menunjukkan bahwa genangan air dan pengaruh suhu berdampak negatif terhadap stabilitas dan durabilitas campuran, sementara flow meningkat, mengindikasikan pelunakan campuran. Temuan ini menegaskan bahwa genangan air mempercepat degradasi struktural aspal dalam jangka panjang, sehingga perencanaan drainase dan pemilihan material tahan air menjadi krusial dalam konstruksi jalan.
2.	Rahmad ramdani dkk	2022	Analisis Pengaruh Genangan Air Terhadap Kerusakan Jalan Di Kelurahan Uma Sima Kecamatan Sumbawa	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh genangan air terhadap kerusakan jalan di Kelurahan Uma Sima Kecamatan Sumbawa. Adapun metode yang dilakukan untuk mengetahui dimensi kerusakan jalan adalah dengan metode binamarga, kemudian untuk menganalisis dimensi saluran dilakukan pengukuran langsung dilapangan dan mencatat setiap hasil pengukuran untuk di analisa. Berdasarkan hasil penelitian yang

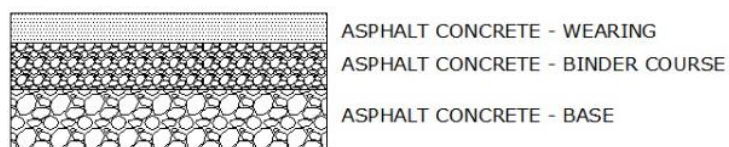
				dilakukan bahwa Hasil dari analisa di dapatkan debit rencana saluran(Q_r) = 4,55 m³/det sedangkan dari hasil survei di lapangan di dapat kapasitas saluran (Q_s) = 0,896 m/s jadi saluran tersebut sudah mengalami penyempitan yang di sebabkan oleh sedimentasi sehingga menyebabkan perubahan kinerja pada saluran. Genangan air sangat berpengaruh terhadap kerusakan Jalan Tongkol dimana didapat persentase total kerusakan Jalan Tongkol akibat genangan air yaitu sebesar 72.72%. dan persentase kerusakan jalan pertahun sebesar 14.54%. Berdasarkan analisis tersebut maka perlu dilakukan perbaikan terlebih dahulu terhadap dreinase hingga dapat mengatasi masalah genangan air yang menyebabkan terjadinya kerusakan di Jalan Tongkol.
3.	Wirahaji dkk	2021	Pengaruh Air Hujan Terhadap Karakteristik Marshall Campuran Aspal Panas Pada Lapis Permukaan Jalan	Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Penyedia Jasa di Desa Sebudi Karangasem. Pertama-tama dilakukan pemeriksaan nilai properties masing masing fraksi agregat dari kedua sampel agregat. Kemudian membuat benda uji untuk perendaman 1x24, 2x24, 3x24, dan 4x24 jam, masing-masing 3 buah benda uji. Kemudian dilakukan pemeriksaan persentase rongga terhadap benda uji tersebut, untuk memperoleh nilai VMA, VFB, dan VIM. Terakhir dilakukan pengujian dengan alat uji Marshall untuk mendapatkan nilai stabilitas, kelelahan (flow) dan Marshall Quotient (MQ).
4.	Devi, S. M., & Raesandi, W	2021	Analisis Perendaman Aspal AC-WC di Air Tawar dan Air Laut Terhadap Karakteristik Marshall Dengan Memanfaatkan Material Lokal Rintik Kabupaten Paser	mengetahui seberapa besar pengaruh terhadap karakteristik aspal AC-WC yang memakai agregat halus dan agregat kasar dari desa Rintik dengan marshall test yang menggunakan perendaman air laut selama 30 menit di waterbutch, kemudian dibuat perbandingan perendaman air tawar selama 30 menit waterbutch dan juga tanpa perendaman dengan menggunakan aspal penetrasi 60/70. Karakteristik yang diukur dengan menggunakan alat marshall adalah stabilitas, flow, VIM, VMA dan VFB. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perendaman dengan air laut terhadap campuran aspal AC-WC mengakibatkan nilai struktural pasca perendaman

				menurun, penurunan yang terlihat adalah di perendaman air laut pada flow sebesar 2,24 mm tetapi tetap masuk dalam spesifikasi AC-WC. Sedangkan pada perendaman air tawar terlihat penurunan di tanpa perendaman pada nilai flow sebesar 2,02 mm seperti di perendaman air laut. Disimpulkan bahwa terdapat pengaruh pada campuran aspal AC-WC yang diakibatkan perendaman air laut dan air tawar akan berpengaruh pada kinerja perkerasan yang mengakibatkan penurunan durabilitas atau keawetan perkerasan jalan. Penurunan terbesar terjadi pada perendaman air laut dibandingkan air tawar
5.	Yandriano, Y., Hamduwibawa, R. B., & Irawati, I.	2022	Analisa Penurunan Mutu Campuran Aspal Panas Ac-Bc Terhadap Pengaruh Rendaman Air Berlumpur.	Penelitian ini menggunakan durasi rendaman 2 hari, 4 hari, 6 hari dan 8 hari pada suhu 60°C dengan benda uji masing-masing 5 sesuai dengan durasi hari perendaman pada setiap jenis aspal beton. Berdasarkan hasil penelitian, rendaman air berlumpur mempengaruhi karakteristik marshall pada benda uji Laston AC-BC. Diketahui nilai stabilitas terhadap rendaman mengalami penurunan, nilai Kelelahan mengalami penurunan disebabkan nilai Stabilitas menurun, nilai VIM mengalami peningkatan, nilai VFA mengalami penurunan, nilai VMA mengalami peningkatan, dan nilai MQ mengalami penurunan yang disebabkan nilai Stabilitas dan Kelelahan menurun.
6.	W ahid, M. I. Z. A., & Setiawati, D. A.	2025	Perbandingan Karakteristik Campuran Marshall Aspal Beton AC-BC dengan Filler Kapur Pasca-Perendaman dalam Air Sungai dan Air Laut	Hasil pengujian Marshall pada campuran aspal beton AC-BC dengan filler kapur pada dua jenis perendaman menunjukkan bahwa perendaman menggunakan air sungai dan air laut mengakibatkan penurunan nilai stabilitas. Pada perendaman air sungai, penurunan persentase stabilitas terendah adalah 3,94% dan tertinggi adalah 22,63%. Sedangkan pada perendaman air laut, nilai persentase penurunan stabilitas terendah adalah 3,69% dan tertinggi mencapai 29,23%. Perendaman campuran aspal beton AC-BC menggunakan air sungai dan air laut juga menunjukkan peningkatan nilai kelelahan (flow). Nilai persentase peningkatan flow pada perendaman air sungai terendah adalah 0,07% dan tertinggi adalah 1,30%. Pada

				perendaman air laut, nilai persentase peningkatan flow terendah adalah 0,14% dan tertinggi adalah 1,47%. Selanjutnya, untuk perendaman campuran aspal beton AC-BC menggunakan air sungai dan air laut menunjukkan penurunan nilai Marshall Quotient (MQ). Nilai persentase penurunan MQ pada perendaman air sungai terendah adalah 6,70% dan tertinggi adalah 46,05%. Adapun nilai penurunan MQ pada perendaman air laut terendah adalah 8,37% dan nilai persentase penurunan MQ tertinggi mencapai 52,73%.
--	--	--	--	---

2.2 Perkerasan Lentur

Menurut Departemen Pekerjaan Umum (1987), yang dimaksud dengan perkerasan lentur adalah perkerasan yang biasanya memakai bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan dan bahan berbutir sebagai lapisan dibawahnya. Struktur perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapisan yaitu lapis permukaan (*surface course*), lapis pondasi (*base course*), lapis pondasi bawah (*subbase course*) dan lapis tanah dasar (*subgrade*) Sukirman, S (2010). Lapis permukaan terbagi menjadi dua bagian, pertama lapis aus (*wearing course*) yaitu lapis permukaan paling atas yang mana lapisan ini kontak langsung dengan roda kendaraan dan perubahan cuaca. Kedua lapis antara (*binder course*) yaitu lapis permukaan yang terletak di bawah lapis aus dan di atas lapis pondasi.



Gambar 2. 1 Lapisan *Asphalt Conrete*
(Sumber, *Internet* 2026)

AC Base, AC BC, dan AC WC berbeda dari segi posisi, fungsi, kekuatan, dan pengujian dalam struktur perkerasan lentur. AC Base terletak paling bawah di atas lapis pondasi atas dan berfungsi menahan serta menyebarkan beban terbesar ke lapisan di bawahnya sehingga membutuhkan stabilitas tinggi dengan agregat lebih kasar dan kadar aspal relatif lebih rendah. AC BC berada di lapisan tengah sebagai penghubung antara AC Base dan AC WC, berperan menyalurkan beban secara

merata sehingga karakteristiknya menuntut keseimbangan antara stabilitas dan fleksibilitas dengan gradasi agregat menengah. AC WC berada di lapisan paling atas dan langsung menerima beban lalu lintas serta pengaruh cuaca sehingga harus memiliki permukaan halus, kedap air, tahan aus, dengan gradasi lebih halus dan kadar aspal lebih tinggi. Ketiganya umumnya diuji menggunakan metode Marshall dengan parameter stabilitas, flow, VIM, VMA, dan VFA, namun masing masing memiliki batas spesifikasi yang berbeda sesuai fungsi dan tuntutan kinerjanya.

2.3 Pengertian Genangan Air Laut

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), genangan air adalah tempat atau daerah yang berair. Genangan air dapat diartikan sebagai kolam kecil yang terbentuk di badan jalan setelah hujan. Genangan air terjadi karena penumpukan volume air di suatu tempat. Genangan air ini bisa disebabkan oleh kemiringan jalan yang tidak memenuhi standar sehingga terjadinya lekukan pada badan jalan dan terisi air ketika hujan turun.

Genangan air laut pada jalan sering disebut genangan rob di jalan raya adalah kondisi spesifik di mana air pasang laut meluap hingga merendam infrastruktur jalan di kawasan pesisir. Kondisi ini merupakan salah satu dampak paling nyata dari interaksi antara dinamika laut dan penurunan kualitas lingkungan infrastruktur perkotaan.



Gambar 2. 2 Genangan air laut
(Sumber, *Internet* 2026)

Genangan air laut memiliki dampak signifikan terhadap kerusakan aspal, khususnya pada lapisan *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC). Berikut ini adalah beberapa pengaruh utama genangan air laut terhadap kerusakan aspal:

1. Stripping (Pengelupasan Lapisan Aspal)

Air laut yang menggenang akan menyusup ke dalam pori-pori campuran AC-WC. Tekanan dari beban kendaraan yang melintas di atas genangan tersebut menciptakan tekanan hidrostatik tinggi. Tekanan ini memaksa air masuk ke sela-sela antara aspal (bitumen) dan agregat (batu), sehingga merusak ikatan adhesi di antara keduanya. Akibatnya, film aspal mengelupas dari permukaan agregat (*stripping*).

2. Degradasi Kimia Akibat Salinitas Tinggi

Berbeda dengan air hujan, air laut mengandung kadar garam (salinitas) yang tinggi. Senyawa kimia dalam garam (seperti NaCl , MgSO_4 , dan MgCl_2) bersifat sangat agresif. Senyawa-senyawa ini dapat bereaksi kimia dengan mineral tertentu pada agregat dan mengganggu sifat reologi (kekentalan dan elastisitas) bitumen. Reaksi ini membuat aspal kehilangan sifat kenyalnya, menjadi lebih getas, dan mudah retak.

3. Penurunan Nilai Stabilitas dan Durabilitas

Lapisan AC-WC dirancang sebagai lapisan aus yang harus memiliki stabilitas tinggi untuk menahan beban roda kendaraan. Rendaman air laut yang terjadi secara berulang atau dalam waktu lama (durasi lama) secara signifikan menurunkan nilai stabilitas Marshall dari campuran tersebut. Ketika stabilitasnya turun, kemampuan lapis keras dalam menahan deformasi plastis menjadi sangat lemah.

4. Pembentukan Retak dan Lubang (*Potholes*)

Setelah terjadi pengelupasan (*stripping*) dan aspal menjadi getas akibat reaksi garam, pengikat tidak lagi mampu menahan agregat pada tempatnya. Di bawah beban lalu lintas harian, agregat yang lepas akan tersapu, membentuk retak

rambut (*hair cracks*) yang kemudian berkembang menjadi retak kulit buaya (*alligator cracks*), dan akhirnya hancur menjadi lubang (*potholes*) yang dalam.

5. Pelempahan Subgrade (Tanah Dasar) dan Pondasi Jalan

AC-WC merupakan lapisan paling atas. Jika lapisan ini sudah retak dan bocor akibat air laut, air asin akan merembes turun ke lapisan di bawahnya (*Asphalt Concrete-Binder Course*, lapis pondasi, hingga tanah dasar). Air laut yang menjulur ke bawah ini akan menjenuhkan tanah dasar, menurunkan daya dukung tanah (*CBR - California Bearing Ratio*), dan menyebabkan kegagalan struktur jalan secara keseluruhan (amblas atau bergelombang).

2.4 Bahan Campuran Aspal

Agregat merupakan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir, atau mineral lain, baik yang berasal dari alam maupun buatan yang berbentuk mineral padat berupa ukuran besar maupun berukuran kecil atau fragmen-fragmen. Agregat merupakan komponen utama penyusun dari struktur perkerasan jalan sebesar 90% - 95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75% - 85% agregat berdasarkan persentase volume. Sifat agregat merupakan salah satu faktor penentu kemampuan perkerasan jalan memikul beban kendaraan di atasnya dan tahan terhadap cuaca. Kualitas agregat sebagai material perkerasan jalan ditentukan dari beberapa hal, diantara-Nya ialah ketahanan agregat, kekerasan, bentuk butir, kemampuan menyerap air, gradasi, kebersihan, tekstur permukaan, porositas, berat jenis dan daya kelekatan terhadap aspal.

Campuran aspal merupakan kombinasi material bitumen dengan agregat yang merupakan permukaan perkerasan yang biasa dipergunakan akhir-akhir ini. Material aspal dipergunakan untuk semua jenis jalan raya dan merupakan salah satu bagian dari lapisan beton aspal jalan raya kelas satu hingga di bawahnya. Berdasarkan jenis dan ukuran butirannya, agregat dibedakan menjadi agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi (*filler*). Batasan dari masing-masing agregat tentunya berbeda, sesuai dengan institusi yang menentukannya.

1. Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan agregat dengan ukuran butirnya lebih besar dari saringan No.4 (4,75 mm) dan lebih kecil dari ayakan 1½ inci. Fraksi agregat kasar yaitu ukuran butir agregatnya lebih dominan agregat kasar, namun sedikit agregat halus dan atau abu batu, Sukirman, S (2016). Agregat kasar harus memenuhi ketentuan-ketentuan seperti tabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 2. 2 Ketentuan Agregat Kasar

Jenis Pengujian		Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	Natrium Sulfat	SNI 3407-2008	Maks. 12%
	Magnesium Sulfat		Maks. 18%
Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i>	100 Putaran	SNI 2417-2008	Maks. 8%
	500 Putaran		Maks. 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 2439-2011	Min. 95%
Butir pecah pada agregat kasar		SNI 7619-2012	95/90 ¹⁾
Partikel pipih dan lonjong		SNI 8287-2016	Maks. 10%
Material lolos ayakan No.200		SNI ASTM C117-2012	Maks. 1%
¹⁾ 95/90 menunjukkan bahwa 95% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 90% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih			

(Sumber : Spesifikasi Bina Marga 2018 Divisi 6 Tabel 6.3.2.1a)

2. Agregat Halus

Agregat halus merupakan agregat dengan ukuran butir lebih halus dari saringan No.4 (4,75 mm) dengan maksimum butir yang lolos ayakan No.200 (0,075 mm) adalah 10%. Fraksi agregat halus yaitu ukuran butir agregatnya lebih dominan agregat halus, sedikit agregat kasar dan atau abu batu, Sukirman, S (2016). Agregat halus harus memenuhi ketentuan-ketentuan seperti tabel 2.3 dibawah ini.

Tabel 2. 3 Ketentuan Agregat Halus

Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Nilai
Nilai setara pasir	SNI 0-4428-1997	Min. 50%
Angularitas dengan uji kadar rongga	SNI 03-6877-2002	Min. 45%
Gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat	SNI 03-4141-2015	Maks. 1%
Material lolos ayakan No.200	SNI ASTM C117:2012	Maks. 10%

(Sumber : Spesifikasi Bina Marga 2018 Divisi 6 Tabel 6.3.2.2)

3. *Filler*

Bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*) biasanya terdiri atas debu batu (*lime stone dust, kalsium karbonat, $CaCO_3$*), debu kapur padam yang sesuai dengan AASHTO M30-89 (2006), semen atau abu terbang. Bahan pengisi harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan jika diuji dengan pengayakan sesuai ketentuan SNI ASTM C136:2012 maka harus mengandung bahan yang lolos ayakan No.200 (0,075 mm) yang mana tidak kurang dari 75% terhadap beratnya.

Semua campuran beraspal harus mengandung bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*) dengan ketentuan jika *filler* yang digunakan berupa semen penambahan harus dalam rentang 1%-2% dari berat agregat total dan untuk bahan lainnya harus dalam rentang 1%-3% dari berat agregat total.

2.5 **Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)**

Beton aspal adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Material-material pembentuk beton aspal dicampur di instalasi pencampur pada suhu tertentu, kemudian diangkut ke lokasi, dihamparkan dan dipadatkan. Suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal yang akan digunakan. Jika semen aspal, maka pencampuran umumnya antara 145-155°C, sehingga disebut beton aspal campuran panas. Campuran ini dikenal dengan hotmix (Sukirman, 2016).

Menurut Bina Marga (2018), lapis Aspal Beton-Lapis Aus (*Asphalt Concrete-Wearing Course, AC-WC*) merupakan salah satu dari tiga lapisan di dalam Lapis Aspal Beton (Laston). Laston terdiri dari 3 lapisan yaitu AC-Base, AC-BC, dan AC-WC. Menurut Pusjatan (2019) (Naqamukti et al., 2024) laston merupakan campuran beraspal yang merupakan kombinasi campuran antara agregat dan aspal. Aspal berperan sebagai pengikat atau lem antar partikel agregat, dan agregat berperan sebagai tulangan.

Ada beberapa jenis campuran aspal beton, namun pada penelitian ini jenis aspal yang digunakan untuk ditinjau adalah jenis *Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)*. AC-WC merupakan lapisan perkerasan yang

terletak paling atas. Karena itu, lapisan permukaan mempunyai fungsi sebagai berikut :

1. Lapisan kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atas permukaan jalan tidak meresap ke dalam lapisan dan bisa merusak ikatan antar agregat di dalamnya.
2. Lapisan perkerasan menahan beban ban kendaraan harus mempunyai stabilitas yang tinggi untuk menahan beban ban selama digunakan.
3. Lapisan aus, lapisan ini yang menerima langsung gesekan akibat adanya gaya rem dari kendaraan yang melintas jalan tersebut.
4. Lapisan yang menyebarkan beban ke lapis bawah, sehingga beban dapat dipikul oleh lapisan lain yang ada di bawahnya.
5. sebagai penerima beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan di bawahnya berupa muatan kendaraan (gaya vertikal), gaya rem (horizontal) dan pukulan roda kendaraan (getaran).

Untuk memenuhi fungsi tersebut, pada umumnya lapisan permukaan dibuat dengan menggunakan bahan pengikat aspal sehingga menghasilkan lapisan yang kedap air dengan stabilitas yang tinggi dan daya tahan yang lama (Sukirman, 2016).

Karena penggunaan AC-WC untuk lapisan permukaan dalam perkerasan dan mempunyai tekstur yang paling halus dibandingkan dengan jenis laston lainnya. Pada permukaan laston yang bergradasi menerus tersebut mempunyai sedikit rongga dalam struktur agregatnya dibandingkan dengan campuran bergradasi senjang. Hal tersebut menyebabkan campuran AC-WC lebih peka terhadap variasi dalam proporsi campuran.

Gradasi agregat gabungan untuk campuran AC-WC yang mempunyai gradasi menerus tersebut ditunjukkan dalam persen berat agregat, harus memenuhi batas-batas dan harus berada di luar daerah larangan (*restriction zone*) yang diberikan dalam Tabel 2.4. di bawah ini dengan membandingkan dengan AC-BC yang mempunyai ukuran butir agregat maksimum 25 mm atau 1" dan AC-Base 37,5 mm atau 1½".

Sedangkan AC-WC mempunyai ukuran butir agregat maksimum 19 mm atau ¾”.

Tabel 2. 4 Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Beraspal

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos Terhadap Total Agregat							
		Stone Matrix Asphalt (SMA)			Laston (HRS)		Laston (AC)		
ASTM	(mm)	Tipis	Halus	Kasar	WC	Base	WC	BC	Base
1 1/2 "	37,5								100
1	25			100				100	90–100
3/4"	19		100	90–100	100	100	100	90–100	76–90
1/2"	12,5	100	90–100	50–88	90–100	90–100	90–100	75–90	60–78
3/8"	9,5	70–95	50–88	25–60	75–85	65–90	77–90	66–82	52–71
No.4	4,75	30–50	20–35	20–28			53–69	46–64	35–54
No.8	2,36	20–30	16–24	16–24	50–72	35–55	33–53	30–49	23–41
No.16	1,18	14–21					21–40	18–38	13–30
No.30	600	12–18			35–60	15–35	14–30	12–28	10–22
No.50	300	10–15					9–22	7–20	6–15
No.100	0,15						6–15	5–13	4–10
No.200	0,075	8–12	8–11	8–11	6–10	2–9	4–9	4–8	3–7

(Sumber : Spesifikasi Bina Marga 2018 Divisi 6 Tabel 6.3.2.3)

2.6 Pengujian Aspal

Mengacu pada Spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 2 material konstruksi aspal sebaiknya memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Penetrasi (SNI 2456-2011)

Tujuan uji penetrasi yaitu untuk mengetahui tingkat kekerasan aspal. Penetrasi yaitu kedalaman yang dapat dicapai suatu jarum standar (diameter 1 mm) pada suhu 25°C, dengan beban 100 gram, dan selama waktu 5 detik yang dinyatakan dalam 0,1 mm.

2. Titik lembek (SNI 2434-2011)

Uji titik lembek adalah suhu pada saat bola baja dengan berat tertentu mendesak turun di suatu lapisan aspal yang bertahan pada cincin berukuran tertentu, sampai aspal menyentuh plat dasar yang terletak dibawah cincin pada tinggi 25,4 mm sebagai akibat kecepatan pemanasan tertentu.

3. Titik nyala dan titik bakar (SNI 2433-2011)

Titik nyala yaitu suhu pada saat terlihat nyala dalam waktu yang singkat

yaitu kurang dari 5 detik di permukaan aspal. Titik bakar yaitu suhu pada saat terlihat nyala dalam waktu sekurang-kurangnya 5 detik pada permukaan aspal.

4. Berat jenis (SNI 2441-2011)

Berat jenis aspal adalah perbandingan antara berat aspal dengan berat air suling yang isi dan temperaturnya sama.

5. Daktilitas (SNI 2432-2011)

Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui sifat kohesi aspal, caranya yaitu dengan mengukur jarak terpanjang yang ditarik antara dua cetakan terisi aspal keras sebelum putus pada suhu dan kecepatan tertentu.

6. TFOT (*Thin Film Oven Test*) (SNI 06-2440-1991)

Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui presentase kehilangan berat aspal akibat pemanasan. Hasil pengujian menunjukkan nilai selisih penetrasi aspal sebelum dan sesudah pemanasan, maka aspal dikatakan peka terhadap cuaca dan suhu.

2.7 Karakteristik *Marshall*

1. Stabilitas

Stabilitas pada *marshall* merupakan beban yang dapat ditahan campuran beton aspal sampai dengan terjadi kelelahan plastis. Stabilitas yaitu kemampuan lapis keras menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja di atasnya tanpa mengalami perubahan bentuk. Nilai stabilitas ini dipengaruhi oleh bentuk, kualitas, tekstur permukaan dan gradasi agregat (gesekan antar butiran dan penguncian antar agregat, daya lekat, dan kadar aspal dalam campuran).

Nilai stabilitas didapat dari pembacaan arloji stabilitas pada saat pengujian *Marshall*. Hasilnya dicocokkan dengan angka kalibrasi proving ring menggunakan satuan lbs atau kilogram dan dikoreksi dengan faktor koreksi yang dipengaruhi oleh tebal benda uji. Nilai stabilitas diperoleh dengan rumus 2.1 dibawah ini.

$$S = p \times q \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

S : angka stabilitas sesungguhnya

p : pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat

q : angka koreksi benda uji

2. Kelelehan (*Flow*)

Flow merupakan besarnya deformasi atau penurunan vertikal benda uji yang terjadi pada awal pembebanan sehingga stabilitas menurun, besarnya deformasi yang terjadi pada lapis perkerasan yaitu akibat dari menahan beban yang diterima.

3. Kepadatan (*Density*)

Density adalah tingkat kerapatan campuran setelah dipadatkan. Kerapatan yang baik pada suatu campuran dapat dilihat jika nilai *density* nya semakin tinggi. Nilai kerapatan dapat dihitung dengan rumus 2.2 dan 2.3 dibawah ini.

$$g = c / f \dots\dots\dots(2.2)$$

$$f = d - e \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

g : nilai kepadatan (gr/cc)

c : berat kering/sebelum direndam (gr)

d : berat benda uji jenuh air (gr)

e : berat benda uji dalam air (gr)

f : volume benda uji (cc)

4. *Void In the Mix* (VIM)

Void In Mix (VIM) yaitu persentase rongga yang ada dalam total campuran. Keawetan lapis perkerasan berpengaruh kepada nilai VIM, semakin tinggi nilai VIM maka semakin besar rongga dalam campuran sehingga campuran bersifat *pourous*. Semakin besar kadar aspal maka nilai VIM akan semakin kecil. Nilai VIM dapat dihitung dengan rumus 2.4 - 2.7 berikut ini.

$$VIM = (100 - i - j) \dots\dots\dots(2.4)$$

$$b = \frac{a}{100+a} \times 100 \dots\dots\dots(2.5)$$

$$i = \frac{b \times g}{Bj.Agregat} \dots\dots\dots(2.6)$$

$$j = \frac{(100-b) \times g}{Bj.Agregat} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan:

- a : persentase aspal terhadap batuan
- b : persentase aspal terhadap campuran
- g : persen rongga terisi aspal
- i dan j : rumus substitusi

5. *Void Filled with Asphalt (VFA)*

Void Filled with Asphalt (VFA) adalah persentase rongga yang terisi aspal di campuran setelah proses pemadatan. Nilai VFA dipengaruhi oleh faktor pemadatan seperti jumlah dan temperature pemadatan, gradasi agregat serta kadar aspal. Semakin tinggi nilai VFA terdapat banyak rongga dalam campuran aspal sehingga akan mudah terjadi *bleeding*. Sedangkan semakin rendah nilai VFA menyebabkan campuran kurang kedap air dan udara sehingga campuran akan lebih mudah retak bila menerima beban. Nilai VFA yang disyaratkan yaitu minimal 65% dan dapat dihitung dengan rumus 2.8 - 2.12 berikut ini.

$$VFA = 100 \times \frac{l}{j} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$b = \frac{a}{100+a} \times 100 \dots\dots\dots(2.9)$$

$$i = \frac{b \times g}{Bj.Agregat} \dots\dots\dots(2.10)$$

$$j = \frac{(100-b) \times g}{Bj.Agregat} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$l = 100 - j \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan:

- a : persentase aspal terhadap batuan
- b : persentase aspal terhadap campuran
- g : persen rongga terisi aspal
- i dan j : rumus substitusi

6. *Void in the Mineral Aggregate (VMA)*

Void in the Mineral Aggregate (VMA) merupakan rongga udara antar butir agregat aspal pada termasuk rongga udara serta kadar aspal efektif, yang dapat

dinyatakan dalam persen terhadap total volume. Nilai VMA yang terlalu kecil dapat bermasalah pada durabilitas campuran, sedangkan nilai VMA yang terlalu besar dapat bermasalah pada stabilitas campuran. Nilai VMA yang disyaratkan yaitu 15%.

7. *Marshall Quotient* (MQ)

Marshall quotient (MQ) adalah perbandingan nilai stabilitas dengan nilai *flow*. Nilai MQ akan menghasilkan nilai fleksibilitas campuran. Semakin besar nilai MQ maka campuran semakin kaku sedangkan semakin kecil nilai MQ maka campuran semakin lentur. Nilai MQ yang disyaratkan adalah lebih besar dari 250kg/mm. Nilai *Marshall quotient* dapat dihitung dengan rumus 2.13 berikut ini.

$$MQ = S / F \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan:

S : nilai stabilitas, (kg)

F : nilai *flow*, (mm)

MQ : nilai *Marshall quotient* (kg/mm)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan tahapan-tahapan penelitian dan metode yang digunakan dalam menjawab permasalahan yang telah diidentifikasi pada bab sebelumnya.

3.1 Alat dan bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam proses pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.1.1 Alat

Adapun peralatan yang digunakan dalam proses pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1. Alat uji pemeriksaan**

Alat yang digunakan untuk pemeriksaan aspal antara lain alat uji penetrasi, alat uji titik lembek, alat uji titik nyala dan titik bakar, alat uji daktilitas, alat uji berat jenis (piknometer dan timbangan), dan lainnya.

- 2. Alat pengujian pemeriksaan agregat**

Alat uji yang digunakan untuk melakukan pemeriksaan agregat antara lain mesin *Los Angeles* (tes abrasi), saringan standar (yang terdiri dari ukuran $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", #4, #8, #16, #30, #50 dan #200) alat uji kepipihan, alat pengering (oven), timbangan berat, alat uji berat jenis (piknometer, timbangan, pemanas), bak perendaman dan tabung *sand equivalent*.

- 3. Alat uji karakteristik campuran agregat aspal**

Adapun alat uji yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Alat tekan *Marshall* yang terdiri kepala penekan berbentuk lengkung, cincin penguji berkapasitas 3000 kg (5000lb) yang dilengkapi dengan arloji pengukur *flowmeter*.
- b. Alat cetak benda uji berbentuk silinder diameter

- c. Penumbuk manual yang mempunyai permukaan rata berbentuk silinder dengan diameter
- d. Ejektor yang berfungsi untuk mengeluarkan benda uji setelah proses pemadatan.
- e. Bak perendaman yang dilengkapi dengan pengatur suhu.

Peralatan penunjang yang meliputi panci pencampur, kompor pemanas, termometer, sendok pengaduk, kain lap, timbangan, dan sarung tangan anti panas.

3.1.2 Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan selama penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Aspal pen 60/70

Untuk penyediaan aspal dibutuhkan aspal penetrasi 60/70 mengingat di Indonesia terdapat tiga kelas penetrasi aspal dan dikarenakan aspal penetrasi 60/70 merupakan jenis aspal yang sering digunakan, maka pada penelitian ini akan menggunakan aspal jenis ini sebagai bahan penelitian.

2. Agregat kasar dan agregat halus

Untuk agregat kasar dan agregat halus diambil dari tempat penyedia yakni di *Asphalt Mixing Plant* (PT.SPS) JL. Kelapapati Laut, Kec. Bengkalis, Kabupaten Bengkalis, Riau 28711.

3. *Filler*

Untuk *filler* yang digunakan berupa semen portland yang dibeli di toko bangunan Bengkalis.

3.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penulis melakukan penelitian propertis material dan *marshall test* di Laboratorium Jalan Raya Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis, Jl. Bathin Alam, Desa Sungai Alam, Kec. Bengkalis, Kab. Bengkalis, Provinsi Riau. Waktu dalam pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan April – Mei 2026.

3.3 Tahapan Penelitian

Agar semua yang telah direncanakan sebelumnya dapat terlaksana dengan baik, terwujud dan terealisasikan, perlu adanya tahapan pelaksanaan yang terencana dengan baik. Tahapan penelitian yang akan dilaksanakan adalah sebagai berikut :

3.3.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan dalam penelitian ini meliputi :

- a. Menyiapkan bahan
- b. Menyiapkan peralatan
- c. Menyiapkan formulir pengujian dan mengolah hasil dari pengujian

3.3.2 Tahap Pemeriksaan Bahan

1. Pemeriksaan agregat yang akan dilakukan meliputi :
 - a. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar serta agregat halus
 - b. Pengujian analisa saringan agregat kasar dan halus
 - c. Pengujian *sand equivalent*
 - d. Pengujian keausan dengan menggunakan mesin Los Angeles
 - e. Pengujian kelapukan
2. Pemeriksaan aspal yang dilakukan meliputi :
 - a. Pengujian berat jenis aspal
 - b. Pengujian penetrasi
 - c. Pengujian titik lembek
 - d. Pengujian titik nyala dan titik bakar
 - e. Pengujian daktilitas

3.3.3 Tahapan Perancangan Campuran (*Mix Design*)

3.3.4 Tahapan Pengujian *Marshall* untuk menentukan Kadar Aspal Optimum Dari persentase kadar aspal rencana dilakukan *marshall test*. Dari hasil

pengujian *marshall* didapat dari Kadar Aspal Optimum (KAO) yang memenuhi spesifikasi yang diisyaratkan pada nilai parameter (stabilisasi, *flow*, VFA, VMA, VIM, MQ). Dari kadar aspal rencana konvensional diambil nilai KAO yang memenuhi spesifikasi dan tidak membuat ulang sampel.

3.3.5 Tahapan Pembuatan dan Perendaman Benda Uji Pada KAO

Untuk melakukan analisa pengaruh rendaman terhadap durabilitas dan propertis *marshall*, setelah nilai KAO telah diperoleh, maka selanjutnya akan dilakukan pembuatan benda uji dan dilakukan pengujian dan analisa *marshall*.

3.3.6 Tahapan pengujian benda uji pada KAO untuk analisa pengaruh rendaman terhadap durabilitas dan propertis *marshall*.

3.4 Jumlah Sampel / Benda Uji

Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran Ø 10,2 cm × 6,35 cm. Adapun jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut ini:

Tabel 3. 1 Jumlah Benda Uji

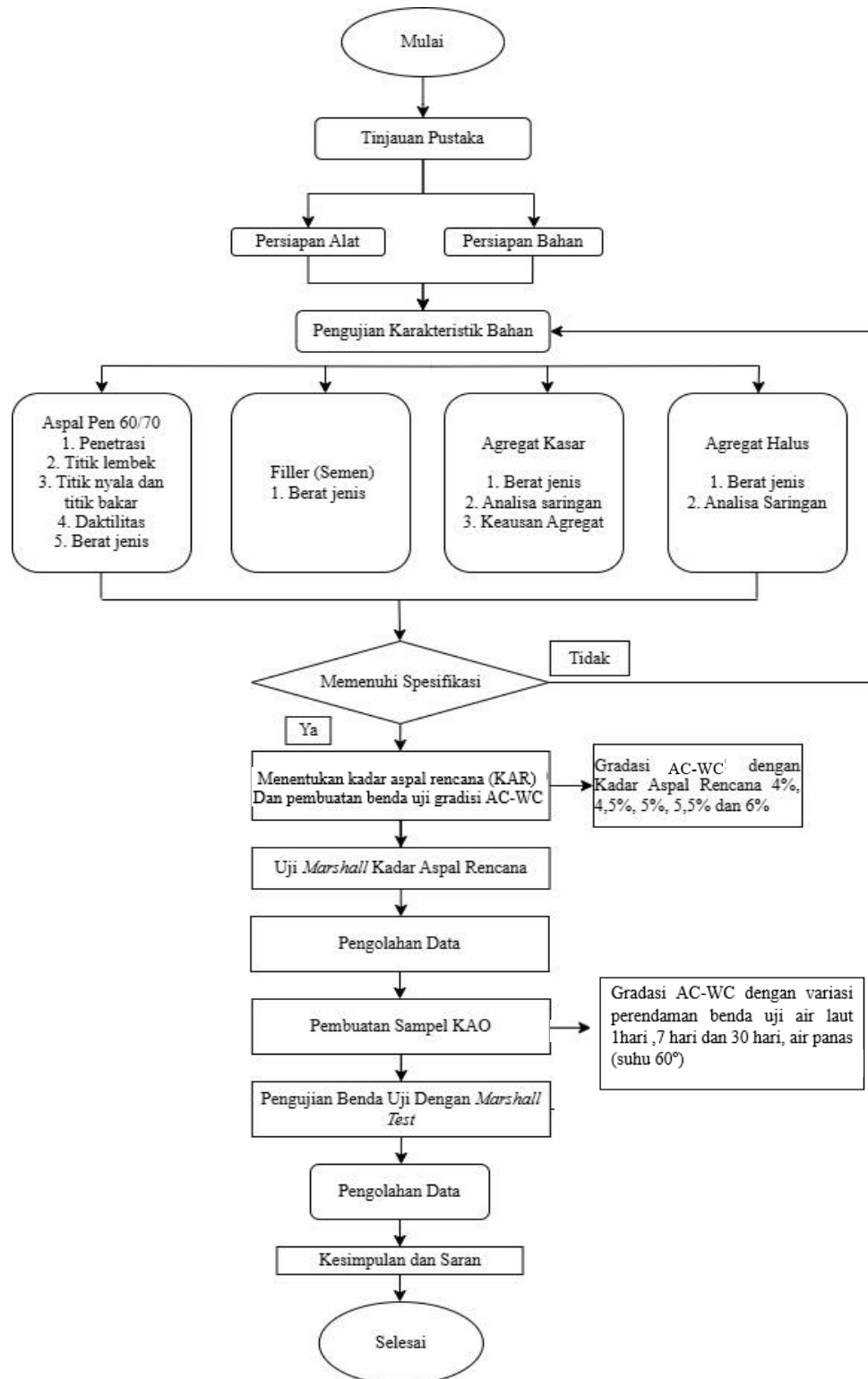
No	Jenis Benda Uji	Campuran Filler	Jenis Rendaman	Variasi Rendaman		Jumlah
1	Kadar Aspal Rencana (KAR)	Semen	Air biasa	24 jam		15
2	Kadar Aspal Optimum (KAO)	Semen	Air laut	Type 1A	Type 2A	
				1 Hari	1 Hari	6
				7 Hari	7 Hari	6
				30 Hari	30 Hari	6
			Tanpa Rendaman	Type 1B	Type 2B	
				1 Hari	1 Hari	6
				7 Hari	7 Hari	6
				30 Hari	30 Hari	6
Total						51

(Sumber: Data Pribadi, 2026)

Keterangan:

- Type 1A : Direndam air laut
- Type 2A : Direndam air laut + Direndam di suhu 60°
- Type 1B : Tidak direndam
- Type 2B : Tidak direndam + Direndam di suhu 60°

3.5 Diagram Alir



Gambar 3. 1 Diagram Alir
(Sumber: Data Pribadi, 2026)

3.5.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka ialah kegiatan yang penting di dalam penelitian untuk mengumpulkan data-data dengan mengkaji terhadap buku, laporan, jurnal terdahulu dan peraturan-peraturan terkait dengan topik yang sedang diteliti. Studi literatur ini bermaksud untuk mendapatkan data dan pemahaman yang akan digunakan sebagai landasan pendukung penelitian.

Untuk memperoleh gambaran tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini, jadi penulis terlebih dahulu mempelajari peraturan yang berhubungan dengan topik yang sedang diteliti yaitu Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6 tentang perkerasan aspal serta beberapa literatur lainnya yang diperoleh dari buku maupun internet

3.5.2 Persiapan Alat dan Bahan

Alat-alat yang dipakai seperti yang dicantumkan pada penjelasan 3.1.1 disiapkan sesuai dengan pengujian apa yang akan dilaksanakan. Alat yang digunakan berasal dari laboratorium jalan raya Politeknik Negeri Bengkalis.

Bahan yang dipakai seperti yang disebutkan pada penjelasan 3.1.2 disiapkan sesuai dengan pengujian apa yang akan dilakukan. Agregat kasar dan agregat halus berasal dari Tanjung Balai Karimun.

3.5.3 Pengujian Karakteristik Bahan

Pengujian karakteristik bahan dilaksanakan untuk mengetahui material yang akan dipakai dalam penelitian ini telah sesuai syarat spesifikasi berdasarkan pedoman yang digunakan. Adapun pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini mulai dari karakteristik aspal, agregat kasar dan agregat halus.

1. Berat Jenis Agregat Kasar

Berat jenis agregat adalah rasio antara massa agregat dengan massa air pada volume dan temperatur yang sama (SNI 1969:2016). Berat jenis agregat kasar dapat dinyatakan dengan berat jenis curah, berat jenis jenuh kering permukaan, berat jenis semu dan penyerapan air.

a. Peralatan

Peralatan Yang Dipakai dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

- a) Timbangan
 - b) Wadah contoh uji (keranjang kawat ayakan dengan ukuran nominal maksimal 37,5 mm)
 - c) Tangki Air
 - d) Alat Penggantung (kawat)
 - e) Saringan
 - f) Oven
- b. Prosedur Pengujian
- Prosedur Pengujian berdasarkan SNI 1969:2016 sebagai berikut :
- a) persiapan sampel yang dibutuhkan;
 - b) cuci agregat untuk menghiangkan debu atau kotoran yang menempel pada agregat tersebut;
 - c) keringkan sampel pada temperatur (110±5) °C hingga berat tetap;
 - d) dinginkan pada temperatur ruang selama satu sampai tiga jam;
 - e) kemudian rendam sampel tersebut di dalam air pada temperatur ruang selama 15 sampai dengan 19 jam;
 - f) keluarkan sampel dari dalam air dan keringkan menggunakan kain penyerap sampai lapisan air permukaan hilang, untuk agregat dengan butir kasar harus dikeringkan satu persatu;
 - g) timbang berat sampel jenuh kering permukaan;
 - h) tempatkan sampel kedalam wadah dan timbang berat sampel didalam air. hilangkan udara dalam sampel dengan cara menggoncangkan wadah dalam kondisi yang terendam;
 - i) keringkan sampel tersebut pada temperatur (110±5) °C hingga berat tetap. kemudian dinginkan pada temperatur ruang selama satu sampai dengan tiga jam dan timbang berat sampel.
- c. Perhitungan
- a) Berat jenis curah

$$\text{Berat jenis curah (S}_d\text{)} = \frac{A}{B-C} \dots\dots\dots(3.1)$$

(Keterangan:

A: berat benda uji kering oven (gr)

B: berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan di udara (gr)

C: berat benda uji dalam air (gr)

b) Berat jenis jenuh kering permukaan

$$\text{Berat Jenis jenuh kering permukaan (S}_s\text{)} = \frac{B}{B-C} \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan:

B: berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan di udara (gr)

C: berat benda uji dalam air (gr)

c) Berat jenis semu

$$\text{Berat jenis semu (S}_a\text{)} = \frac{A}{A-C} \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan:

A: berat benda uji kering oven (gr)

C: Berat benda uji dalam air (gr)

d) Penyerapan Air

$$\text{Penyerapan Air (A}_w\text{)} = \frac{B-A}{A} \cdot 100\% \dots\dots\dots (3.4)$$

Keterangan:

A: berat benda uji kering oven (gr)

B: berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan diudara (gr)

2. Keausan Agregat dengan Mesin *Los Angeles*

Keausan agregat yaitu perbandingan antara berat material hilang atau tergerus akibat benturan bola-bola baja terhadap berat bahan awal/semula. Keausan ini diuji menggunakan mesin *Los Angeles* yang merupakan alat simulasi keausan dengan bentuk dan ukuran tertentu terbuat dari pelat baja yang berputar dengan kecepatan tertentu (SNI 2417:2008).

a. Peralatan

Peralatan yang digunakan pada pengujian ini adalah:

a) Mesin Abrasi *Los Angeles*

b) Saringan no.12 (1,70 mm) dan saringan lainnya

- c) Timbangan dengan ketelitian 0,1%
- d) Bola-bola baja dengan diameter rata-rata 4,68 cm dan berat masing-masing sekitar 390 gr s/d 445 gr
- e) Oven
- f) Alat bantu pan dan kuas

b. Prosedur pengujian

Prosedur pengujian berdasarkan SNI 2417:2008 sebagai berikut:

- a) cuci dan keringkan agregat pada temperatur $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap;
- b) pisah-pisahkan agregat ke dalam fraksi-fraksi yang dikehendaki dengan cara penyaringan dan lakukan penimbangan;
- c) gabungkan kembali fraksi-fraksi agregat sesuai grading yang dikehendaki;
- d) catat berat contoh dengan ketelitian mendekati 1 gram;
- e) pengujian ketahanan agregat kasar terhadap keausan dapat dilakukan dengan salah satu dari 7 (tujuh) cara yang terdapat dalam SNI 2417:2008;
- f) benda uji dan bola baja dimasukkan ke dalam mesin abrasi *Los Angeles*;
- g) putaran mesin dengan kecepatan 30 rpm sampai dengan 33 rpm; jumlah putaran gradasi A, gradasi B, gradasi C dan gradasi D adalah 500 putaran dan untuk gradasi E, gradasi F dan gradasi G adalah 1000 putaran;
- h) setelah selesai pemutaran, keluarkan benda uji dari mesin kemudian saring dengan saringan No.12 (1,70 mm); butiran yang tertahan di atasnya dicuci bersih, selanjutnya dikeringkan dalam oven pada temperatur $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap;
- i) jika material contoh uji homogen, pengujian cukup dilakukan dengan 100 putaran, dan setelah selesai pengujian disaring dengan saringan No.12 (1,70 mm) tanpa pencucian. Perbandingan hasil pengujian antar 100 putaran dan 500 putaran agregat tertahan di atas saringan No.12

(1,70 mm) tanpa pencucian tidak boleh lebih besar dari 0,20.

c. Perhitungan

$$\text{Keausan} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \dots\dots\dots(3.5)$$

Keterangan:

a : berat benda uji semula (gram)

b : berat benda uji tertahan saringan no.12 (1,70 mm);gram

3. Analisa Saringan Agregat

Metode uji ini digunakan untuk menentukan gradasi material berupa agregat. Hasil tersebut biasanya dipakai untuk menentukan pemenuhan ukuran distribusi partikel dengan syarat-syarat spesifikasi yang dapat dipakai dan untuk menyediakan data penting dalam mengatur produksi dari berbagai macam agregat dan campuran yang mengandung agregat (SNI ASTM C136).

a. Peralatan

Peralatan yang digunakan selama pengujian ini adalah sebagai berikut:

- a) Timbangan
- b) Saringan
- c) Pengguncang saringan mekanis (*sieve shaker machine*)
- d) Oven

b. Prosedur pengujian

Prosedur pengujian berdasarkan SNI ASTM C136 adalah sebagai berikut:

- a) keringkan contoh uji sampai massa tetap pada temperatur $110 \pm 5^\circ \text{C}$;
- b) saringan disusun dengan urutan dari atas ke bawah, dengan saringan yang memiliki bukaan lebih besar ditempatkan di bagian atas dan menempatkan contoh uji di bagian atas saringan;
- c) saringan diguncangkan dengan cara manual atau menggunakan peralatan mekanis dengan waktu yang cukup;
- d) Tentukan massa contoh uji tertahan pada setiap saringan dengan menggunakan timbangan yang sesuai dengan persyaratan yang telah ditentukan dengan ketelitian 0.1% dari jumlah total contoh uji kering.

4. Berat Jenis Agregat Halus

Berat jenis agregat adalah rasio antara massa agregat dengan massa air pada volume dan temperatur yang sama (SNI 1970:2016). Berat jenis agregat halus dapat dinyatakan dengan berat jenis curah, berat jenis jenuh kering permukaan, berat jenis semu dan penyerapan air.

a. Peralatan

Peralatan yang digunakan selama pengujian ini adalah sebagai berikut:

- a) Timbangan
- b) Piknometer
- c) Cetakan kerucut
- d) Batang penumbuk
- e) Oven
- f) Termometer

b. Prosedur pengujian

Prosedur pengujian berdasarkan SNI 1970:2016 adalah sebagai berikut

- a) keringkan sampel pada temperatur $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ hingga berat tetap;
- b) biarkan dingin kemudian rendam dengan air selama 15 jam sampai dengan 19 jam;
- c) buang air dan keringkan agregat halus dengan cara digosok menggunakan kain hingga jenuh kering permukaan;
- d) uji kerucut untuk memeriksa kelembaban permukaan sampel;
- e) isi piknometer dengan sebagian air kemudian masukkan sampel kondisi jenuh kering permukaan tadi dan isi lagi air hingga mendekati 90% kapasitas piknometer. Putar dan guncangkan piknometer pelan-pelan untuk mengeluarkan gelembung udara yang ada didalam piknometer;
- f) sesuaikan temperatur pikno, air dan agregat dengan suhu ruang dan penuhkan pikno dengan air sampai batas pengukuran kemudian timbang;
- g) keluarkan sampel agregat kemudian keringkan didalam oven dengan suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ sampai berat tetap. Dinginkan sampel dan timbang.

c. Perhitungan

a) Berat jenis curah

$$\text{Berat jenis curah (S}_d\text{)} = \frac{A}{B+S-C} \dots\dots\dots(3.6)$$

Keterangan:

A: berat benda uji kering open (gr)

B: berat piknometer berisi air (gr)

S: berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan (gr)

b) Berat jenis jenuh kering permukaan

$$\text{Berat jenis jenuh kering permukaan (S}_s\text{)} = \frac{s}{B+S-C} \dots\dots\dots(3.7)$$

Keterangan:

B: berat piknometer berisi air (gr)

C: berat piknometer, benda uji dan air sampai batas pengukuran (gr)

S: berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan (gr)

c) Berat jenis semu

$$\text{Berat jenis semu (S}_a\text{)} = \frac{A}{B+A-C} \dots\dots\dots(3.8)$$

Keterangan:

A: berat benda uji kering oven (gr)

B: berat piknometer berisi air (gr)

C: berat piknometer, benda uji dan air sampai batas pengukuran (gr)

d) Penyerapan air

$$\text{Penyerapan air (A}_w\text{)} = \frac{S-A}{A} \cdot 100\% \dots\dots\dots(3.9)$$

Keterangan:

A : berat benda uji kering oven (gr)

S : berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan (gr)

5. Penetrasi

Penetrasi adalah kekerasan yang dinyatakan sebagai kedalaman masuknya jarum penetrasi standar secara vertikal yang dinyatakan dalam satuan 0,1 mm pada kondisi beban, waktu dan temperatur yang diketahui (SNI 2456:2011).

a. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam pengujian ini adalah:

- a) Penetrometer
 - b) Jarum penetrasi
 - c) Cawan benda uji
 - d) Bak perendam
 - e) Transfer dish
 - f) Pengatur waktu
 - g) termometer
- b. Prosedur pengujian

Prosedur pengujian berdasarkan SNI 2456:2011 adalah sebagai berikut

- a) panaskan aspal dan tuang kedalam cawan uji sampai batas ketinggian cawan;
- b) dinginkan pada temperatur antara 15 sampai dengan 30°C selama 1 sampai dengan 1,5 jam untuk benda uji dalam cawan kecil dan 1,5 jam sampai dengan 2 jam untuk benda uji dalam cawan yang besar dan tutup benda uji dalam cawan benda uji agar bebas dari debu;
- c) letakkan benda uji dan transfer dish dalam bak perendam pada temperatur pengujian selama 1 sampai dengan 1,5 jam untuk benda uji dalam cawan kecil dan 1,5 jam sampai dengan 2 jam untuk benda uji dalam cawan yang besar;
- d) letakkan cawan pada alat penetrometer. turunkan jarum perlahan-lahan sampai jarum menyentuh permukaan benda uji, aturlah angka 0 pada arloji penetrometer;
- e) segera lepaskan pemegang jarum selama waktu yang di syaratkan (5 detik $\pm$ 0,1 detik);
- f) atur (putar) arloji penetrometer untuk mengukur nilai penetrasi dan bacalah angka penetrasi yang ditunjukkan jarum penunjuk pada angka 0,1 mm terdekat.

6. Titik Lembek

Pengujian titik lembek dilakukan untuk menentukan angka titik lembek aspal yang berkisar dari 30 sampai dengan 157°C dengan cara *ring and ball* (SNI 2434:2011).

a. Peralatan

Peralatan yang digunakan selama pengujian ini adalah sebagai berikut:

- a) Cincin
- b) Pelat persiapan benda uji
- c) Bola baja
- d) Pengarah bola
- e) Dudukan benda uji
- f) Termometer

b. Prosedur pengujian

Prosedur pengujian berdasarkan SNI 2434:2011 adalah sebagai berikut

- a) tuang aspal yang telah dipanaskan ke dua cetakan cincin sampai berlebih. Diamkan benda uji selama 30 menit pada temperatur udara. Waktu dari saat benda uji dituang sampai benda uji dilepaskan dari pelat persiapan benda uji tidak boleh lebih dari 240 menit;
- b) tempatkan dua bola baja pada dasar bak perendam dengan menggunakan penjepitagar benda uji memperoleh temperatur yang sama kemudian letakkan kedalam bak perendam yang berisi air es. Pertahankan suhunya selama 15 menit;
- c) letakkan bola baja yang telah dikondisikan dalam bak perendam;
- d) panaskan bejana perendam dengan kecepatan rata-rata kenaikan temperatur $5^{\circ}\text{C}/\text{menit}$;
- e) catat temperatur pada saat bola yang diselimuti aspal jatuh menyentuh pelat dasar.

7. Titik Nyala

Titik nyala adalah temperatur terendah dimana uap benda uji dapat menyala (nyala biru singkat) apabila dilewatkan api penguji. Sedangkan titik bakar adalah temperatur terendah ketika uap benda uji terbakar selama minimum 5 detik apabila dilewatkan api penguji SNI 2433:2011).

a. Peralatan

Peralatan yang digunakan selama pengujian ini adalah sebagai berikut:

- a) Alat *cleveland open cup* terdiri dari: cawan *cleveland*, pelat pemanas, nyala api penguji, pemanas dan penyangga
- b) Termometer
- c) Barometer

b. Prosedur pengujian

Prosedur pengujian berdasarkan SNI 2433:2011 adalah sebagai berikut

- a) panaskan contoh bahan yang keras atau semi padat sampai cair. Temperatur pemanasan contoh uji tidak boleh lebih dari 150°C;
- b) isi cawan *cleveland* dengan contoh uji sampai garis batas pengisian, dan tempatkan cawan *cleveland* diatas pelat pemanas;
- c) nyalakan api penguji dan atur diameter api penguji antara 3,2 mm sampai dengan 4,8 mm, atau nyala api penguji seukuran dengan ujung pipa api penguji;
- d) gunakan nyala penguji pada waktu temperatur benda uji mencapai lebih kurang 28°C di bawah titik nyala perkiraan dan lintaskan api penguji setiap kenaikan temperatur 2°C;
- e) api penguji harus bergerak horizontal dan jarak dengan tepi atas cawan tidak lebih dari 2 mm;
- f) perhatikan besarnya nyala api penguji, kecepatan kenaikan temperatur dan kecepatan gerakkan api penguji di atas benda uji;
- g) catat hasil pengujian titik nyala yang diperoleh dari pembacaan termometer pada saat benda uji mulai menyala;
- h) untuk menentukan titik bakar lanjutkan pemanasan pada benda uji setelah titik nyala dicatat, kenaikan temperatur 5°C sampai dengan 6°C per menit. Teruskan penggunaan nyala penguji pada interval kenaikan temperatur 2°C sampai benda uji menyala dan terbakar minimal 5 detik. Catat temperatur tersebut sebagai titik bakar benda uji.

c. Perhitungan

Titik nyala/titik bakar tekoreksi = $C + 0,25 (101,3 - K)$ (3.10)

Keterangan :

C: Titik nyala/titik bakar (°C)

K: Tekanan barometer udara (kPa)

8. Berat Jenis Aspal

Berat jenis adalah perbandingan massa suatu bahan dengan massa air pada isi dan temperatur yang sama. Hasil pengujian ini dapat digunakan dalam pekerjaan perencanaan serta pengendalian mutu campuran beraspal antara lain untuk konversi dan koreksi dari isi ke berat atau sebaliknya (SNI 2441:2011).

a. Peralatan

Peralatan yang digunakan selama pengujian ini adalah sebagai berikut:

- a) Piknometer
- b) Bak perendam
- c) Termometer
- d) Timbangan
- e) Gelas kimia
- f) Pembakar bunsen

b. Prosedur pengujian

Prosedur pengujian berdasarkan SNI 2441:2011 adalah sebagai berikut

- a) tuangkan benda uji ke dalam piknometer yang bersih dan kering sampai tiga per empat dari volume piknometer;
- b) biarkan piknometer beserta isinya pada temperatur udara selama tidak kurang dari 40 menit dan timbang beserta tutupnya sampai 1 mg terdekat. Catat berat piknometer yang berisi benda uji sebagai massa C;
- c) biarkan piknometer terendam dalam air selama tidak kurang dari 30 menit. Ambil piknometer, keringkan dan timbang dengan cara dan waktu yang sama. Catat berat piknometer yang berisi benda uji dan air sebagai massa

c. Perhitungan

$$\text{Berat Jenis} = \frac{(C-A)}{[(B-A)-(D-C)]} \dots\dots\dots(3.11)$$

Keterangan:

A: massa piknometer dan penutup

B: massa piknometer dan penutup berisi air

C: massa piknometer, penutup dan benda uji

D: massa piknometer, penutup, benda uji dan air

9. Daktilitas

Daktilitas adalah sifat pemuluran aspal yang diukur pada saat putus. Pengujian dilakukan pada temperatur $25^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ atau temperatur lainnya dengan cara menentukan jarak pemuluran aspal dalam cetakan pada saat putus setelah ditarik dengan kecepatan 50 mm per menit $\pm 2,5$ mm (SNI 2432:2011).

a. Peralatan

Peralatan yang digunakan selama pengujian ini adalah sebagai berikut:

- a) Cetakan benda uji daktilitas terbuat dari kuningan
- b) Bak perendam
- c) Mesin penguji
- d) Termometer

b. Prosedur pengujian

Prosedur pengujian berdasarkan SNI 2432:2011 adalah sebagai berikut

- a) panaskan contoh uji dan tuangkan contoh uji ke dalam cetakan mulai dari ujung ke ujung hingga sedikit melebihi cetakan;
- b) diamkan benda uji pada temperatur ruang selama 30 menit sampai dengan 40 menit;
- c) rendam benda uji dalam bak perendam pada temperatur pengujian selama 30 menit kemudian ratakan permukaan cetakan;
- d) masukkan benda uji (pelat dasar dan cetakan daktilitas yang berisi aspal) ke dalam bak perendam pada temperatur 25°C selama 85 menit sampai dengan 95 menit;
- e) lepaskan benda uji dari pelat dasar dari sisi cetakannya langsung pasang benda uji ke mesin uji dengan cara memasukkan lubang cetakan ke pemegang di mesin uji;

- f) jalankan mesin uji sehingga menarik benda uji dengan kecepatan sesuai persyaratan (50 mm per menit). Perbedaan kecepatan lebih atau kurang dari 2,5 mm per menit masih diperbolehkan;
- g) baca pemuluran benda uji pada saat putus dalam satuan mm (cm).

10. TFOT (*Thin Film Oven Test*)

Kehilangan berat atau penurunan berat minyak dan aspal adalah selisih berat sebelum dan sesudah pemanasan pada tebal tertentu pada suhu tertentu (SNI 06-2440:1991).

a. Peralatan

Peralatan yang digunakan selama pengujian ini adalah sebagai berikut:

- a) Termometer
- b) Oven
- c) Cawan baja/*tinbox*
- d) Timbangan

b. Prosedur pengujian

Prosedur pengujian berdasarkan SNI 06-2440:1991 adalah sebagai berikut

- a) tuangkan contoh kira-kira ($50,0 \pm 0,5$) gram ke dalam cawan dan setelah dingin timbanglah dengan ketelitian 0,01 gram (A);
- b) letakkan benda uji di atas pinggan setelah oven mencapai suhu ($163^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$);
- c) pasanglah termometer padaudukannya sehingga terletak pada tengah-tengah antara pinggir pinggan dan poros (sumbu) dengan ujung 6 mm di atas pinggan;
- d) ambillah benda uji dari dalam oven setelah 5 jam sampai 5 jam 15 menit;
- e) dinginkan benda uji pada suhu ruang, kemudian timbanglah dengan ketelitian 0,01 gram (B).

c. Perhitungan

$$\text{Penurunan berat} = \frac{A-B}{A} \times 100\% \dots\dots\dots(3.12)$$

Keterangan:

A: berat benda uji semula

B: berat benda uji setelah pemanasan

11. Berat Jenis Semen

Semen Portland yang tercantum dalam SNI 15-2049-2004 memiliki arti yaitu semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling sama-sama dengan bahan tambah berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lainnya.

a. Peralatan

Peralatan yang digunakan selama pengujian ini adalah sebagai berikut:

- a) Tabung *Le Chatelier*
- b) Corong kaca
- c) Timbangan digital
- d) Gelas ukur
- e) Termometer

b. Prosedur pengujian

Prosedur pengujian berdasarkan SNI 2531:2015 yaitu sebagai berikut:

- a) Isi botol *Le Chatelier* dengan kerosin atau naptha sampai permukaan kerosin dalam botol terletak pada skala antara 0-1;
- b) Rendam botol ke dalam bak berisi air selama ± 60 menit agar suhu botol tetap dan suhu cairan dalam botol sama dengan suhu air;
- c) Setelah suhu cairan dalam botol dan air sama, baca tinggi permukaan cairan terhadap skala botol;
- d) Masukkan benda uji sebanyak 64 gram, hindari semen yang menempel di dinding dalam botol;
- e) Setelah seluruh benda uji dimasukkan, goyangkan perlahan-lahan botol selama ± 30 menit sehingga seluruh gelembung udara keluar;
- f) Rendam botol yang berisi benda uji dan cairan selama ± 60 menit sehingga suhu larutan dalam botol sama dengan suhu air, lalu baca tinggi

permukaan akhir pada skala botol;

- g) Hitung berat w dan berat jenis semen portland dengan menggunakan rumus yang telah ditentukan.

c. Perhitungan

$$\text{Berat Jenis} = \frac{w}{(v_2 - v_1)\rho} \dots\dots\dots(3.13)$$

Keterangan:

w : berat benda uji (gram) v_1 : volume awal (ml)

v_2 : volume akhir (ml)

ρ : berat isi air pada suhu 4°C

3.1.1. Menentukan kadar aspal rencana

Kadar aspal total adalah kadar aspal efektif yang menyelimuti butir-butir agregat, mengisi pori antara agregat dan ditambah dengan kadar aspal yang terserap masuk kedalam pori masing-masing butir agregat. Kadar aspal yang digunakan untuk perancangan laboratorium adalah kadar aspal tengah atau ideal yang merupakan nilai tengah dari rentang kadar aspal di spesifikasi campuran. Kadar aspal tengah atau ideal dapat dihitung dengan rumus 3.14 berikut ini menurut RSNI M-01-2003.

$$P_b = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%Filler) + K \dots\dots\dots(3.14)$$

Keterangan:

P_b : perkiraan kadar aspal rencana awal

CA : agregat kasar tertahan saringan No.8

FA : agregat halus lolos saringan No.8

$Filler$: bahan pengisi lolos saringan No.200

K : konstanta

: 0,5 - 1,0 untuk AC dan HRS

3.5.5 Uji *Marshall*

Tujuan pengujian ini adalah untuk mendapatkan suatu campuran aspal yang memenuhi ketentuan-ketentuan yang telah ditetapkan di dalam kriteria perencanaan (SNI 06-2489:1991).

1. Peralatan

Peralatan yang digunakan selama pengujian ini adalah sebagai berikut:

- a. Cetakan benda uji lengkap dengan pelat alas dan leher sambung
- b. Penumbuk manual
- c. Alat pengeluaran benda uji
- d. Alat *Marshall* lengkap
- e. Oven
- f. Bak perendam
- g. Timbangan
- h. Perlengkapan pendukung

2. Benda uji

- a. bersihkan benda uji dari kotoran-kotoran yang menempel;
- b. berilah tanda pengenal pada masing-masing benda uji;
- c. ukur tinggi benda uji dengan ketelitian 0,1 mm;
- d. timbang benda uji;
- e. rendam dalam air kira-kira 24 jam pada suhu ruangan;
- f. timbang dalam air untuk mendapatkan isi;
- g. timbang benda uji dalam kondisi kering permukaan jenuh.

3. Prosedur pengujian

Prosedur pengujian berdasarkan SNI 06-2489:1991 sebagai berikut

- a. rendamlah benda uji dalam bak perendam (*water bath*) selama 30–60 menit dengan suhu tetap 60°C ($\pm 1^{\circ}\text{C}$) untuk benda uji yang menggunakan aspal padat, untuk benda uji yang menggunakan aspal cair masukkan benda uji ke dalam oven selama minimum 2 jam dengan suhu tetap 25°C ($\pm 1^{\circ}\text{C}$);
- b. keluarkan benda uji dari bak perendam atau dari oven dan letakkan ke dalam segmen bawah kepala penekan;
- c. pasang segmen atas diatas benda uji, dan letakkan keseluruhannya dalam mesin penguji;
- d. pasang arloji pengukur alir (*flow*) pada kedudukannya di atas salah satu

batang penuntun dan atur kedudukan jarum penunjuk pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji (*sleeve*) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan;

- e. sebelum pembebanan diberikan, kepala penekan beserta benda ujinya dinaikkan sehingga menyentuh alas cincin penguji;
- f. atur jarum arloji tekan pada kedudukan angka nol;
- g. berikan pembebanan pada benda uji dengan kecepatan tetap sekitar 50 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji tekan dan catat pembebanan maksimum (*stability*) yang dicapai, untuk benda uji yang tebalnya tidak sebesar 63,5 mm, koreksilah bebannya dengan faktor perkalian yang bersangkutan;
- h. catat nilai alir (*flow*) yang ditunjukkan oleh jarum arloji pengukur alir pada saat pembebanan maksimum tercapai.

4. Perhitungan

- a. Persen aspal terhadap campuran (%)

$$= \frac{\% \text{ Aspal terhadap batuan}}{\% \text{ Aspal terhadap batuan} + 100\%} \times 100\% \dots\dots\dots(3.15)$$

- b. Berat isi (t/m^3)

$$= \frac{\text{Berat benda uji}}{\text{Isi benda uji}} \dots\dots\dots(3.16)$$

- c. Stabilitas (kg)

$$= \text{Pembacaan arloji tekan} \times \text{Angka koreksi beban} \dots\dots\dots(3.17)$$

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil dan Pengujian Bahan Material

Pengujian material campuran aspal dalam penelitian ini mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 revisi 2 (Divisi 6 Perkerasan Aspal). Material yang diuji terdiri atas aspal, *filler*, agregat halus, dan agregat kasar. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menilai kualitas material yang akan digunakan serta memastikan bahwa material tersebut memenuhi standar yang telah ditetapkan. Data yang digunakan merupakan data primer yang diperoleh melalui pengujian di Laboratorium Jalan Raya Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis.

4.1.1 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat

Pengujian karakteristik material dilakukan untuk memastikan agregat tersebut memenuhi spesifikasi. Adapun hasil pengujian karakteristik agregat, agregat, dan *filler* yaitu sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Hasil pengujian karakteristik agregat

No	Jenis Pengujian	Standar	Hasil Pengujian	Persyaratan	Keterangan
1	Pemeriksaan Keausan (Abrasi)	SNI 03-2417-2008	16.74	$\leq 40\%$	Memenuhi
2	Agregat Kasar				
	Berat Jenis Bulk	SNI 03-1969-2016	2.59	$\geq 2,5 \text{ gr/cc}$	Memenuhi
	Berat jenis SSD	SNI 03-1969-2017	2.61	$\geq 2,5 \text{ gr/cc}$	Memenuhi
	Berat jenis Semu	SNI 03-1969-2018	2.65	$\geq 2,5 \text{ gr/cc}$	Memenuhi
	Penyerapan Air	SNI 03-1969-2019	0.89	$\leq 3,0\%$	Memenuhi
3	Agregat Sedang				
	Berat Jenis Bulk	SNI 03-1969-2016	2.63	$\geq 2,5 \text{ gr/cc}$	Memenuhi
	Berat jenis SSD	SNI 03-1969-2017	2.65	$\geq 2,5 \text{ gr/cc}$	Memenuhi
	Berat jenis Semu	SNI 03-1969-2018	2.68	$\geq 2,5 \text{ gr/cc}$	Memenuhi
	Penyerapan Air	SNI 03-1969-2019	0.82	$\leq 3,0\%$	Memenuhi
4	Agregat Halus				
	Berat Jenis Bulk	SNI 03-1969-2016	2.57	$\geq 2,5 \text{ gr/cc}$	Memenuhi
	Berat jenis SSD	SNI 03-1969-2017	2.60	$\geq 2,5 \text{ gr/cc}$	Memenuhi
	Berat jenis Semu	SNI 03-1969-2018	2.66	$\geq 2,5 \text{ gr/cc}$	Memenuhi
	Penyerapan Air	SNI 03-1969-2019	1.33	$\leq 3,0\%$	Memenuhi

(Sumber : Olahan Data, 2026)

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik agregat pada tabel 4.1 menunjukkan bahwa agregat yang digunakan pada penelitian ini memenuhi spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Hasil pengujian keausan agregat dengan mesin los angeles didapat nilai sebesar 16,74% sesuai dengan ketentuan Bina Marga yaitu maksimum 40%. Hasil pengujian berat jenis agregat kasar didapat nilai BJ Bulk, BJ SSD, BJ semu masing masing sebesar 2,59, 2,61, 2,65 sesuai dengan ketentuan Bina Marga sebesar 2,5. Hasil pengujian berat jenis agregat sedang didapat nilai Bj bulk, Bj SSD, dan Bj semu masing-masing sebesar 2,63, 2,65, 2,68 sesuai dengan ketentuan bina marga sebesar 2,5.

Sementara itu, agregat halus juga menunjukkan hasil yang baik, dengan berat BJ bulk, Bj SSD, Bj semu masing-masing sebesar 2,57, 2,60, 2,66 yang semua memenuhi ketentuan Bina Marga. Sedangkan untuk nilai penyerapan air dari agregat kasar 0,89%, agregat sedang 0,82%, dan agregat halus 1,33% memenuhi yang disarankan Bina Marga yaitu maksimum 3%.

4.1.2 Hasil pengujian *filler*

Filler yang dipakai yaitu semen dynamic, dengan hasil pengujian berat jenis sebesar 3,08 nilai ini memenuhi batasan syarat yang berkisar 3 sampai 3,2

4.1.3 Pengujian Karakteristik Aspal

Pengujian aspal dilakukan untuk mengetahui nilai dan memastikan aspal tersebut sudah memenuhi spesifikasi. Pengujian aspal ini terdiri dari daktilitas, penetrasi aspal, titik lembek, titik nyala & titik bakar aspal, dan berat jenis aspal. Dalam pengujian ini menggunakan aspal penetrasi 60/70. Adapun hasil pengujian karakteristik aspal yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut :

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Karakteristik Aspal

NO	Jenis Pengujian	Standar	Hasil Pengujian	Persyaratan	Keterangan
1	Daktilitas	SNI 2432-2011	130,7	Min. 100	Memenuhi
2	Penetrasi	SNI 2456-2011	62,23	Min. 50	Memenuhi
3	Titik Lembek	SNI 2434-2011	48,33	Min. 48	Memenuhi
4	Titik Nyala	SNI 2433-2011	308	Min. 232	Memenuhi
5	Titik Bakar	SNI 2433-2011	315,5	Min. 232	Memenuhi
6	Berat Jenis	SNI 2441-2011	1,02	$\geq 1,0$	Memenuhi

(Sumber : Olahan Data, 2026)

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik aspal pada tabel 4.2, seluruh parameter pengujian menunjukkan bahwa aspal yang diuji memenuhi standar yang ditetapkan dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

Nilai daktilitas sebesar 130,7 cm melebihi batas minimal 100 cm sesuai SNI 2432:2011. Ini menunjukkan bahwa aspal memiliki kemampuan tarik yang tinggi dan tidak mudah retak saat mengalami deformasi. Uji penetrasi menunjukkan hasil sebesar 62,23 yang juga lebih tinggi dari batas minimal 50 (SNI 2456:2011). Nilai titik lembek sebesar 48,33°C memenuhi syarat minimal 48°C (SNI 2434:2011), yang berarti aspal ini tidak mudah melunak pada suhu tinggi dan cukup stabil terhadap suhu lingkungan saat digunakan di lapangan.

Pada pengujian titik nyala sebesar 308°C dan titik bakar sebesar 315,5°C, keduanya jauh melampaui batas minimal 232°C (SNI 2433:2011), yang menunjukkan bahwa aspal ini aman terhadap risiko kebakaran saat dipanaskan dalam proses pencampuran maupun pelapisan di lapangan. Terakhir, nilai berat jenis aspal sebesar 1,02 memenuhi syarat minimal $\geq 1,0$ (SNI 2441:2011), yang berarti aspal memiliki massa jenis yang cukup baik untuk menjamin stabilitas campuran dan pemadatan.

Secara keseluruhan, keenam parameter uji menunjukkan hasil yang sesuai bahkan memenuhi standar minimum yang ditetapkan oleh Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, sehingga aspal yang digunakan dapat menjadi material campuran *masrshall*.

4.2 Kadar Aspal Rencana

Perhitungan kadar aspal rencana merupakan dasar untuk menjadi acuan dalam mencari kadar aspal optimum. Analisa kadar aspal rencana ini menjelaskan tentang pengaruh persentase kadar aspal terhadap nilai stabilitas, *flow*, VMA, VIM dan MQ. Kadar aspal ideal dapat dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$P_b = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%Filler) + K \dots \dots \dots (4.1)$$

Keterangan:

P_b : Perkiraan kadar aspal rencana awal

CA: Nilai persentase agregat kasar

FA : Nilai persentase agregat halus

Filler : Bahan pengisi lolos saringan No.200

K : Konstanta (0,5 - 1,0 untuk AC dan HRS)

Berdasarkan persamaan di atas, perkiraan kadar aspal rencana awal (Pb) adalah sebagai berikut :

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

$$Pb = 0,035 (18+32) + 0,045 (49) + 0,18 (1) + 1$$

$$Pb = 5,135 \%$$

Persentase aspal yang digunakan sebagai kadar rencana dalam penelitian ini adalah sebesar 5%. Untuk mendapatkan rentang data yang lebih luas diambil variasi di atasnya yaitu 5,5% dan 6%, serta dua variasi di bawahnya yaitu 4% dan 4,5%. Kelima variasi ini akan digunakan untuk membuat benda uji guna menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO).

4.3 Pembuatan Benda Uji KAR

Dalam pembuatan benda uji kadar aspal rencana ini menggunakan variasi mulai dari 4%, 4,5%, 5%, 5,5% dan 6%. Penggunaan variasi ini bertujuan untuk perbandingan dalam mencari kadar aspal optimum. Dari setiap variasi yang digunakan masing-masing dibuat tiga benda uji. Jumlah total benda uji kadar aspal rencana yang digunakan sebanyak 15 benda uji. Adapun komposisi benda uji dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut ini :

Tabel 4. 3 Komposisi kebutuhan agregat

Saringan		% tertahan	Kadar Aspal Rencana					satuan
			4	4.5	5	5.5	6	%
B	1"	0.00	0	0	0	0	0	gram
C	3/4"	0.00	0	0	0	0	0	gram
D	1/2"	6.55	75.5	75.1	74.7	74.3	73.9	gram
E	3/8"	6.77	78.0	77.6	77.2	76.7	76.3	gram
F	#4	27.10	312.2	310.6	309.0	307.3	305.7	gram
G	#8	21.57	248.4	247.1	245.8	244.6	243.3	gram
H	#16	11.75	135.4	134.7	134.0	133.3	132.6	gram
I	#30	11.64	134.1	133.4	132.7	132.0	131.3	gram
J	#50	2.33	26.9	26.7	26.6	26.5	26.3	gram
K	#100	5.09	58.7	58.4	58.0	57.7	57.4	gram
L	#200	2.50	28.8	28.6	28.5	28.3	28.2	gram
Pan (Filler / Semen)		4.70	54.1	53.8	53.5	53.2	53.0	gram
Berat Agregat		100.00	1,152	1,146	1,140	1,134	1,128	gram
Berat Aspal			48	54	60	66	72	gram
Berat Sampel			1200	1200	1200	1200	1200	gram

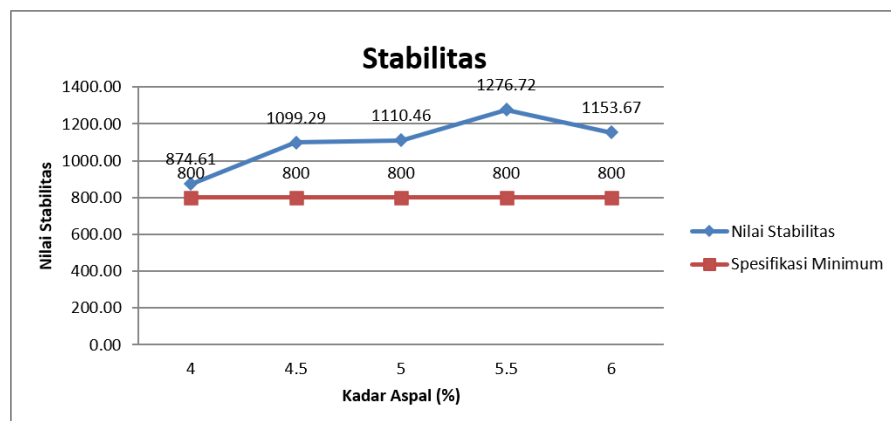
(Sumber : Olahan Data,2026)

Dalam pengujian ini menggunakan 75 tumbukan untuk setiap sisi benda uji karena pengujian ini direncanakan untuk jalan dengan lalu lintas berat.

4.3.1 Pengujian *Marshall* KAR

4.3.1.1. Pengaruh Kadar Aspal Rencana Terhadap Stabilitas

Stabilitas merupakan kemampuan suatu campuran aspal untuk menerima beban sampai terjadi alir (*flow*) yang dinyatakan dalam kilogram (SNI 06-2489-1991). Hasil pengujian terhadap nilai stabilitas dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut ini :

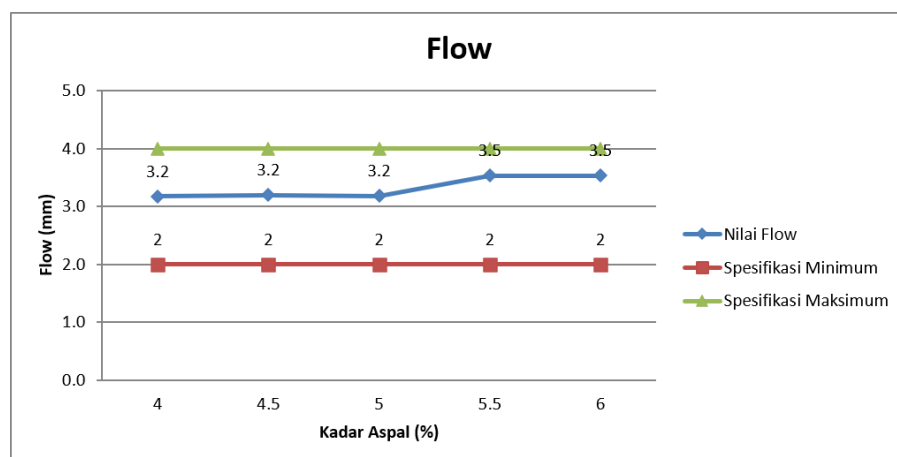


Gambar 4. 1 Grafik kadar aspal rencana terhadap stabilitas
(Sumber : Olahan Data,2026)

Berdasarkan grafik yang ditampilkan, dapat disimpulkan bahwa peningkatan kadar aspal dalam campuran memberikan pengaruh positif terhadap kekuatan ikatan antar material, sehingga meningkatkan nilai stabilitas. Namun, apabila kadar aspal ditambahkan secara berlebihan, peningkatan stabilitas tidak lagi terjadi secara signifikan. Hal ini disebabkan oleh ketidakefisienan dalam proses pelapisan dan penyerapan material, serta dapat menimbulkan masalah seperti *bleeding* akibat kelebihan aspal dalam campuran. Nilai tertinggi dicapai pada kadar aspal 5.5% (1276,72). Ini kemungkinan merupakan kadar optimum untuk stabilitas maksimum. Pada kadar aspal 6%, nilai stabilitas menurun menjadi 1153,67. Ini menunjukkan adanya titik optimum, di mana kadar aspal berlebih justru menurunkan stabilitas.

4.3.1.2. Pengaruh Kadar Aspal Rencana Terhadap *Flow*

Alir (*Flow*) merupakan keadaan perubahan bentuk suatu campuran aspal yang terjadi akibat suatu beban yang dinyatakan dalam mm (SNI 06-2489-1991). Hasil pengujian *flow* dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut:



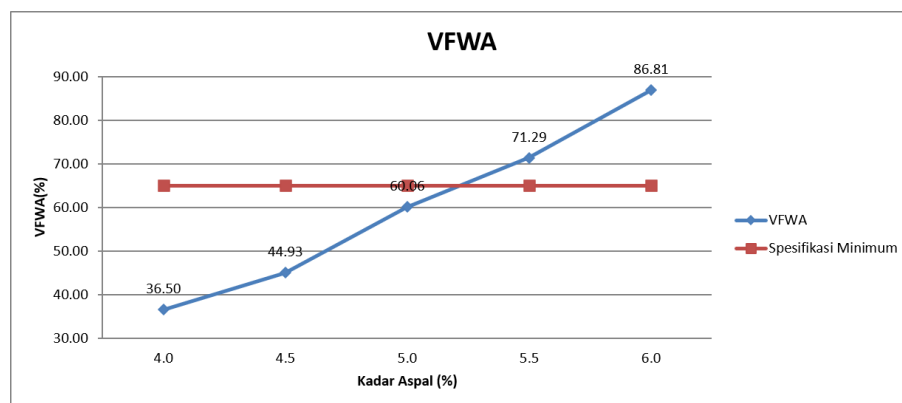
Gambar 4. 2 Grafik kadar aspal rencana terhadap *Flow*
(Sumber : Olahan Data,2026)

Semua nilai *flow* berada di atas spesifikasi minimum (2 mm) namun tetap dalam batas yang wajar (tidak melebihi batas maksimum standar Marshall: biasanya 4 mm). Nilai *flow* sedikit menurun dari kadar aspal 4% ke 5.5%, lalu meningkat kembali pada kadar 6%. Perubahan ini relatif kecil dan mencerminkan

kestabilan campuran. Nilai *flow* antara 3.2 mm hingga 3.5 mm menunjukkan campuran memiliki deformasi plastis yang baik, tidak terlalu kaku maupun terlalu lunak.

4.3.1.3. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap VFA

VFA (*Void Filled Asphalt*) merupakan persentase rongga udara yang terisi aspal pada material campuran aspal beton padat. Nilai VFA ini bisa terpengaruh oleh beberapa faktor seperti suhu pemadatan, kadar aspal, jenis aspal dan gradasi agregat. Hasil pengujian yang didapat bisa dilihat pada gambar 4.3 berikut :

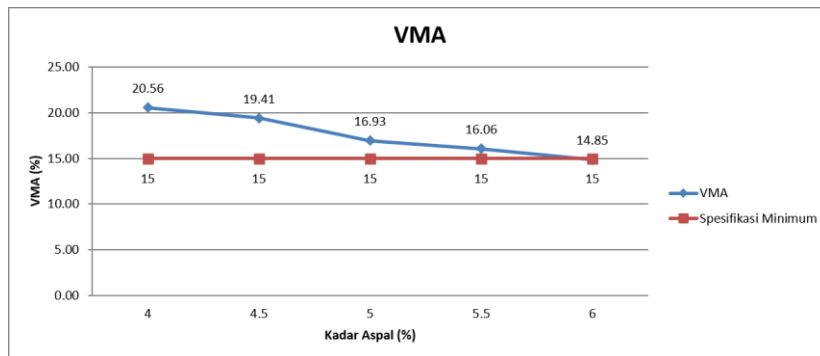


Gambar 4. 3 Grafik kadar aspal rencana terhadap VWA
(Sumber : Olahan Data,2026)

Nilai VWA meningkat seiring bertambahnya kadar aspal, yang menunjukkan lebih banyak rongga kosong terisi oleh aspal. Pada kadar aspal 4% dan 4.5%, nilai VWA masih di bawah ambang spesifikasi (< 50%). Ini menunjukkan campuran belum cukup terisi aspal. Mulai kadar 5%, nilai VWA mendekati dan akhirnya melebihi spesifikasi minimum. Pada kadar 5.5% dan 6%, terjadi peningkatan signifikan, menunjukkan efisiensi pengisian rongga.

4.3.1.4. Pengaruh kadar Aspal Terhadap VMA

VMA (*Void in Mineral Aggregate*) merupakan rongga antar butiran agregat dalam campuran aspal yang sudah dipadatkan serta aspal efektif yang dinyatakan dalam persentase volume total campuran. Hasil pengujian yang didapat bisa dilihat pada gambar 4.4 berikut :

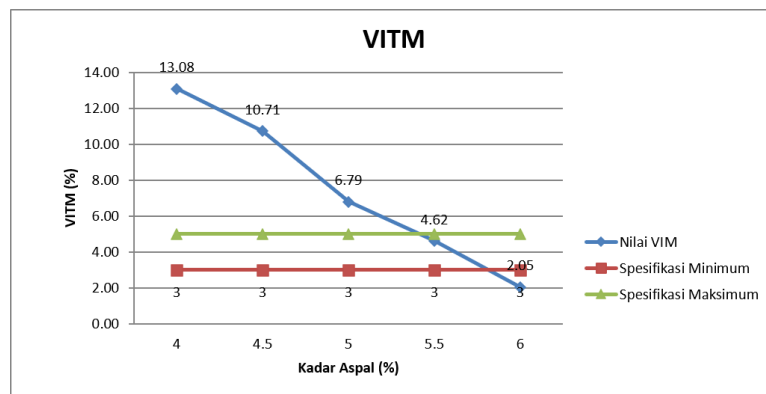


Gambar 4. 4 Gravik kadar aspal rencana terhadap VMA
(Sumber: Olahan data, 2026)

Berdasarkan hasil analisa yang didapat dari gambar di atas menunjukkan nilai VMA menurun seiring dengan penambahan kadar aspal. Nilai VMA pada kadar aspal 4% sebesar 20,56%; pada kadar aspal 4,5% nilai VMA sebesar 19,41%; pada kadar aspal 5% turun menjadi 16,93%; pada kadar aspal 5,5% sebesar 16,06%; dan pada kadar aspal 6% nilai VMA turun menjadi 14,85%. Dari data di atas semua kadar aspal memenuhi spesifikasi yang ditetapkan yaitu minimum 15%, hanya kadar aspal 6% yang tidak memenuhi spesifikasi.

4.3.1.5. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap VIM

VIM (*Voids in Mix*) merupakan pori kecil sehingga lapis kedap air dan udara tidak masuk ke dalam campuran yang menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh (getas). Pemilihan gradasi dan pemadatan sangat berpengaruh terhadap nilai VIM. Hasil pengujian yang didapat bisa dilihat pada gambar 4.5 berikut :

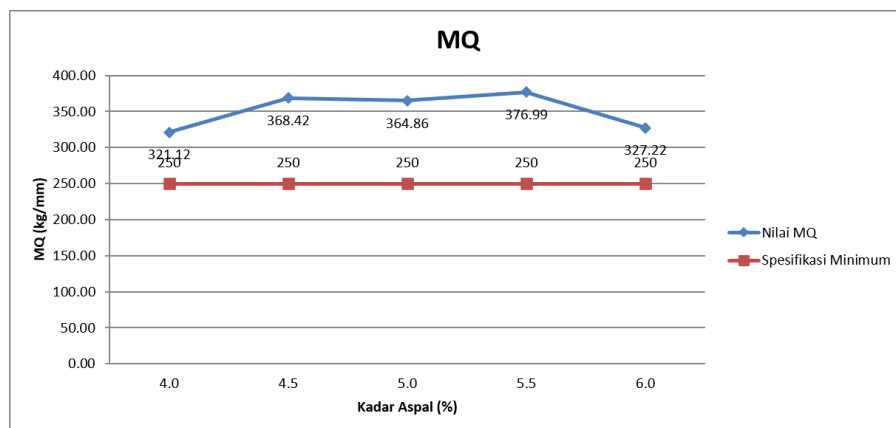


Gambar 4. 5 Grafik kadar aspal rencana terhadap VITM
(Sumber: Olahan data, 2026)

VITM menurun secara konsisten dari kadar aspal 4% hingga 5.5%, menandakan rongga dalam campuran makin terisi oleh aspal. Pada kadar aspal 4%, 4.5%, dan 5%, VITM berada di atas batas maksimum (5%), menunjukkan banyak rongga kosong yang belum tertutup aspal. Kadar 5.5% adalah satu-satunya yang memenuhi spesifikasi (4.62%, di antara 3–5%). Ini menunjukkan titik optimal dalam hal kepadatan campuran. Terjadi penurunan VITM menjadi 2.05% pada 6%, yang bisa disebabkan oleh segregasi material atau kelebihan aspal yang mendorong partikel agregat menjauh satu sama lain.

4.3.1.6. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap MQ

MQ (*Marshall Quotient*) merupakan suatu perhitungan yang menyatakan sifat kekakuan dan kelenturan pada campuran aspal beton keras yang dihasilkan dengan menggunakan alat *marshall*. Bila campuran aspal beton memiliki nilai MQ yang besar maka campuran tersebut memiliki sifat yang kaku, dan jika nilai MQ rendah maka campuran aspal beton tersebut memiliki sifat yang fleksibel (lentur). Nilai MQ yang diperoleh dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut :



Gambar 4. 6 Grafik kadar aspal rencana terhadap MQ
(Sumber: Olahan data, 2026)

4.4 Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Kadar aspal optimum merupakan jumlah aspal yang digunakan dalam campuran untuk memenuhi kriteria teknis, seperti stabilitas, *flow*, VMA, VIM, VFA, dan MQ. Penentuan kadar aspal optimum dilakukan untuk mengetahui besarnya

kadar aspal efektif yang diperlukan dalam campuran, yang selanjutnya digunakan dalam pembuatan benda uji baru dengan komposisi agregat yang sama, namun dengan kadar aspal optimum yang telah diperoleh dari hasil pengujian Kadar Aspal Rencana (KAR). Persentase kadar aspal disajikan pada tabel 4.5 berikut :

Tabel 4. 4 Persentase Kadar Aspal Terhadap Karakteristik Marshall

No.	Karakteristik Marshall	Spesifikasi*)	Hasil Pengujian				
			4	4,5	5	5,5	6
1	VMA (%)	Min.15	20,56	19,41	16,93	16,06	14,85
2	VITM (%)	Min.3-Maks.5	13,08	10,71	6,79	4,62	2,05
3	VFWA (%)	Min.65	36,50	44,93	60,06	71,29	86,81
4	Stabilitas (kg)	Min.800	874,61	1099,29	1110,46	1276,72	1153,67
5	Flow (mm)	Min.2 -Maks.4	3,18	3,2	3,18	3,53	3,53
6	MQ (kg/mm)	Min.250	321,12	368,42	364,86	379,99	327,22

(Sumber : Olahan Data,2026)

Keterangan : Memenuhi Syarat

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik Marshall pada campuran aspal dengan kadar aspal 4%, 4,5%, 5%, 5,5%, dan 6%, diketahui bahwa kadar aspal 5,5% merupakan satu-satunya yang memenuhi seluruh persyaratan spesifikasi teknis. Parameter-parameter yang diuji meliputi:

1. *Void in Mineral Agregate* (VMA) dengan syarat minimum 15% : pada kadar aspal 5,5% diperoleh nilai 16,06%.
2. *Void in Total Mix* (VITM) dengan syarat antara 3%–5% : diperoleh nilai 4,62%.
3. *Void Filled with Asphalt* (VFWA) minimal 65% : hasil pengujian menunjukkan nilai 71,29%.
4. Stabilitas Marshall minimum 800 kg : diperoleh nilai 1276,72 kg.
5. *Flow* antara 2 mm – 4 mm : hasilnya 3,53 mm.
6. *Marshall Quotient* (MQ) minimal 250 kg/mm : tercapai nilai 379,99 kg/mm.

Dengan demikian berdasarkan data tersebut, kadar aspal 5,5% direkomendasikan komposisi optimal karena memenuhi seluruh spesifikasi teknis dan menghasilkan kinerja campuran yang seimbang dan stabil.

4.5 Pengujian *Marshall* Dan Hasil KOA

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik campuran aspal beton melalui analisis terhadap benda uji yang telah disiapkan. Pada pengujian ini digunakan bahan pengisi (*filler*) berupa semen dengan jumlah tiga benda uji yang akan dibuat untuk setiap variasi. Hasil pengujian karakteristik dari masing-masing benda uji disajikan pada Tabel 4.5 berikut :

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Karakteristik Tiap Variasi

NO	SPESIFIKASI		SATUAN	R			TR		
				1	7	50	1	7	50
1	Stabilitas	Min. 800 kg	(kg)	2904,28	2893,59	2534,01	2920,01	3079,08	3201,00
2	VIM	3 - 5 %	(mm)	2,94	4,21	5,18	5,36	4,44	3,85
3	VMA	Min. 15%	(%)	14,52	15,63	16,50	16,66	15,84	15,32
4	VFWA	Min 65 %	(%)	79,82	73,13	68,69	68,20	71,98	75,03
5	FLOW	Min.2 Max .4	(%)	2,7	3,5	3,8	3,2	2,8	2,1
6	MQ	Min. 250 kg	(kg/mm)	1081,85	870,07	705,46	915,19	1123,46	1556,77

NO	SPESIFIKASI		SATUAN	R 60°			TR 60°		
				1	7	50	1	7	50
1	Stabilitas	Min. 800 kg	(kg)	1586,20	1292,92	959,16	1450,49	1346,11	1100,85
2	VIM	3 - 5 %	(mm)	4,77	6,49	8,06	7,93	6,59	5,36
3	VMA	Min. 15%	(%)	16,13	17,65	19,03	18,92	17,73	16,65
4	VFWA	Min 65 %	(%)	70,88	63,34	68,75	58,84	63,46	68,75
5	FLOW	Min.2 Max .4	(%)	3,8	4,4	5,1	3,6	3,4	2,9
6	MQ	Min. 250 kg	(kg/mm)	413,33	299,74	189,82	400,21	398,91	382,35

(Sumber: Olahan data, 2026)

Dari hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa beberapa kolom yang tidak di beri warna kuning tidak sepenuhnya memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan. Nilai VIM (*Void in Mix*) dan VMA (*Voids in Mineral Aggregate*) yang tidak sesuai menunjukkan adanya ketidakseimbangan rongga udara dan kadar aspal. Hal ini bisa disebabkan oleh proses pemadatan yang kurang optimal atau gradasi agregat yang tidak sesuai.

4.6 Analisa Pengaruh Variasi Rendaman Terhadap Karakteristik *Marshall*

Analisis yang akan dilakukan meliputi pemeriksaan pengaruh variasi waktu rendaman terhadap karakteristik *marshall*, yaitu nilai stabilitas, *flow*, VMA, VFA,VIM, dan MQ. Adapun analisa pengujian ini adalah sebagai berikut

Perbandingan Parameter Tiap Variasi.

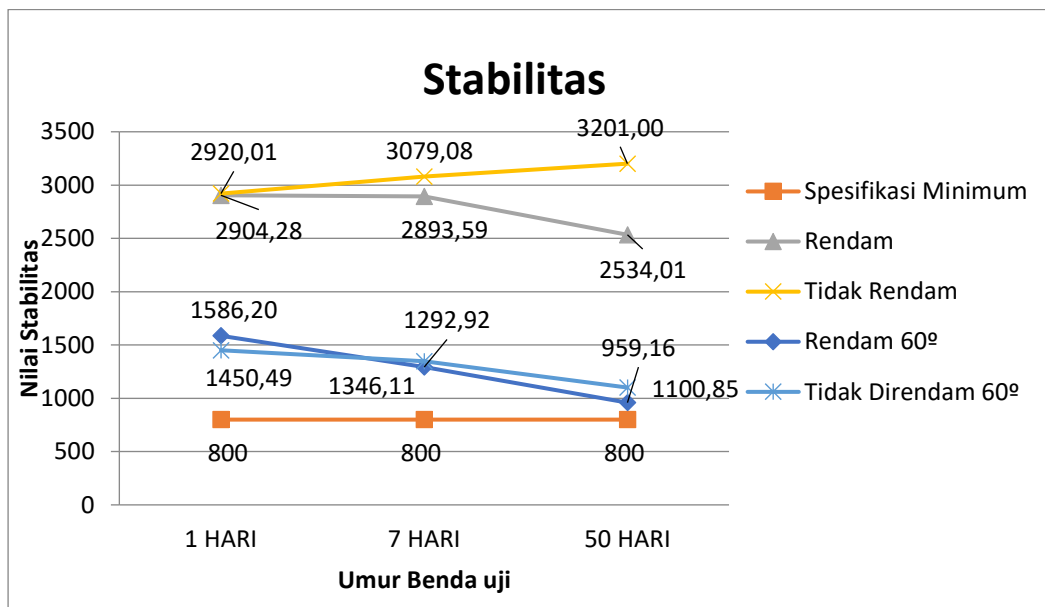
A. Grafik Gabungan *Stabilitas*

Perbandingan parameter gabungan 4 variasi (dengan rendaman, tanpa rendaman dan perendaman air panas) terhadap stabilitas dapat dilihat pada gambar dan tabel di bawah ini.

Tabel 4. 6 Grafik Gabungan *Stabilitas*

Stabilitas	Umur	R	TR	R 60°	TR 60°	SNI
	1 HARI	2904,28	2920,01	1586,20	1450,49	800
	7 HARI	2893,59	3079,08	1292,92	1346,11	800
	50 HARI	2534,01	3201,00	959,16	1100,85	800

(Sumber: Olahan data, 2026)



Gambar 4. 7 Grafik Gabungan *Stabilitas*
(Sumber: Olahan data, 2026)

Grafik menunjukkan bahwa genangan air laut berpengaruh signifikan terhadap penurunan nilai stabilitas campuran. Kandungan garam dalam air laut mempercepat proses pelemahan daya ikat (kohesi) antara aspal dan agregat, sehingga kekuatan strukturalnya menurun seiring bertambahnya durasi perendaman. Pada sampel dengan perlakuan perendaman air laut, nilai stabilitas menurun dari 2904,28 (hari ke-1) menjadi 2893,59 (hari ke-7), dan merosot hingga 2534,01 pada hari ke-50. Sebaliknya, sampel yang tidak direndam air laut justru menunjukkan tren peningkatan stabilitas dari waktu ke waktu hingga mencapai

3201,00 pada hari ke-50. Sementara itu, pada perlakuan suhu tinggi 60°, perendaman air laut selama 60 menit memicu penurunan stabilitas yang cukup drastis, dari 1586,20 hari ke-1 menjadi 959,16 hari ke-50. Meskipun seluruh nilai stabilitas masih di atas spesifikasi minimum 800 kg, efek korosif dan penetrasi garam dalam jangka panjang berpotensi membawa nilai stabilitas mendekati batas kritis tersebut, yang mengindikasikan risiko kerusakan dini pada struktur jalan.

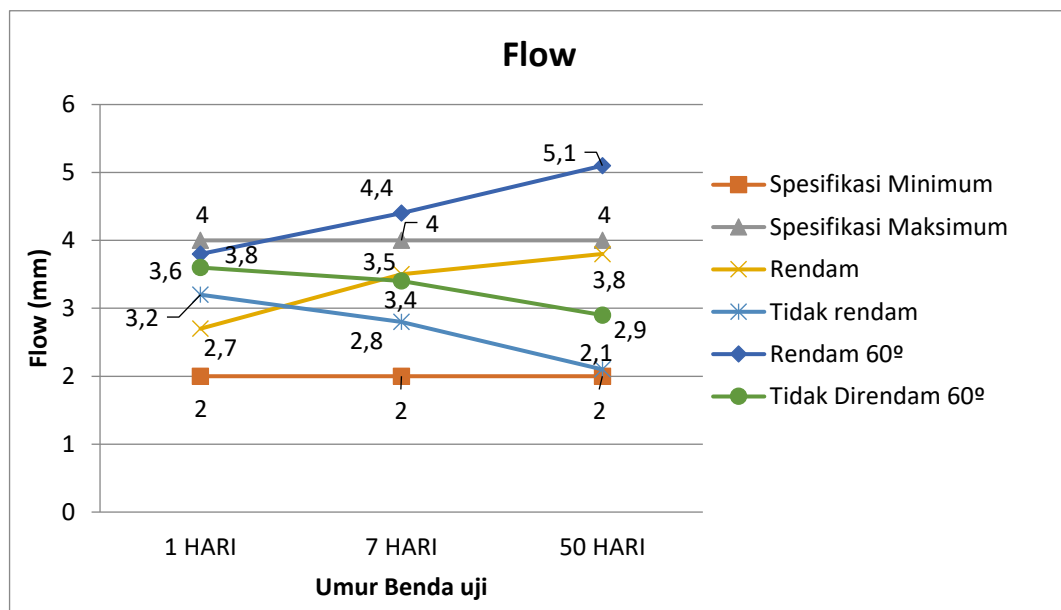
B. Grafik Gabungan *Flow*

Perbandingan parameter gabungan 4 variasi (dengan rendaman, tanpa rendaman dan perendaman air panas) terhadap *flow* dapat dilihat pada gambar dan tabel di bawah ini.

Tabel 4. 7 Grafik Gabungan *Flow*

Flow	Umur	R	TR	R 60°	TR 60°	SNI	
	1 HARI	2,7	3,2	3,8	3,6	2	4
	7 HARI	3,5	2,8	4,4	3,4	2	4
	50 HARI	3,8	2,1	5,1	2,9	2	4

(Sumber: Olahan data, 2026)



Gambar 4. 8 Grafik Gabungan *Flow*

(Sumber: Olahan data, 2026)

Berdasarkan grafik nilai leleh *flow*, terlihat bahwa secara umum hasil pengujian berada dalam rentang spesifikasi yang dipersyaratkan, yaitu antara 2 mm minimum hingga 4 mm maksimum. Namun, durasi dan jenis perendaman

memberikan dampak yang cukup kontras terhadap elastisitas campuran. Pada sampel yang direndam air laut, nilai *flow* mengalami tren kenaikan yang signifikan, yaitu dari 2,7 mm pada hari ke-1, meningkat menjadi 3,5 mm pada hari ke-7, dan menyentuh angka 3,8 mm pada hari ke-50. Kenaikan ini mengindikasikan bahwa penetrasi kandungan garam dan molekul air laut dalam jangka panjang melemahkan daya ikat aspal, sehingga membuat campuran menjadi lebih plastis dan lunak. Kondisi ini berpotensi menurunkan ketahanan struktur jalan terhadap deformasi plastik alur/rutting. Sebaliknya, sampel yang tidak direndam justru mengalami penurunan nilai *flow* secara konsisten, dari 3,2 mm hari ke-1 menjadi 2,8 mm hari ke-7, dan merosot hingga 2,1 mm pada hari ke-50 (mendekati ambang batas minimum). Penurunan ini menunjukkan bahwa tanpa genangan air laut, aspal mengalami proses penuaan *aging* dan pengerasan normal, yang menyebabkan campuran menjadi jauh lebih kaku sehingga memperbesar risiko retak *cracking* akibat kehilangan fleksibilitas. Sementara itu, kombinasi perendaman air laut pada suhu tinggi 60° mempercepat pelunakan aspal secara drastis. Nilai *flow* melonjak dari 3,8 mm pada hari ke-1, menjadi 4,4 mm pada hari ke-7, hingga mencapai 5,1 mm pada hari ke-50. Angka pada hari ke-7 dan ke-50 tersebut telah melampaui spesifikasi maksimum 4 mm, yang menandakan bahwa tingginya suhu serta agresivitas garam air laut merusak stabilitas termal aspal secara signifikan. Secara keseluruhan, baik nilai *flow* yang terlalu tinggi akibat paparan air laut dan suhu tinggi maupun yang terlalu rendah akibat pengerasan sama-sama tidak menguntungkan, karena dapat memicu kerusakan struktural berupa pergeseran *rutting* maupun retak lelah.

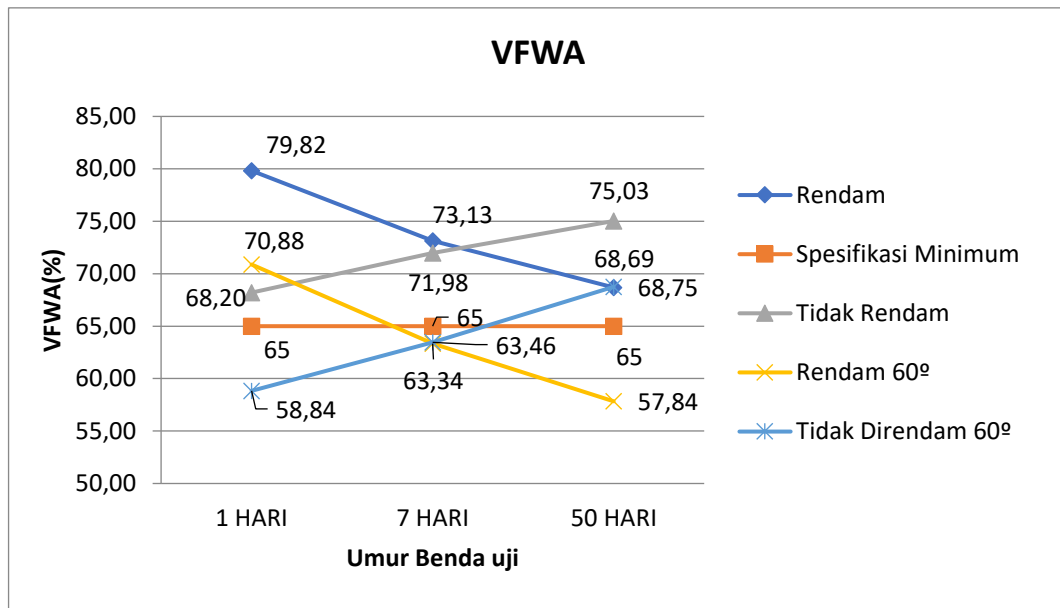
C. Grafik Gabungan VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

Perbandingan parameter gabungan 4 variasi (dengan rendaman, tanpa rendaman dan perendaman air panas) terhadap VFWA dapat dilihat pada gambar dan tabel di bawah ini.

Tabel 4. 8 Grafik Gabungan VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

VFWA	Umur	R	TR	R 60°	TR 60°	SNI
	1 HARI	79,82	68,20	70,88	58,84	65
	7 HARI	73,13	71,98	63,34	63,46	65
	50 HARI	68,69	75,03	57,84	68,75	65

(Sumber: Olahan data, 2026)



Gambar 4. 9 Grafik Gabungan VFWA (*Void Filled With Asphalt*)
(Sumber: Olahan data, 2026)

Berdasarkan grafik parameter *Void Filled With Asphalt* (VFWA), terlihat bahwa perlakuan tanpa perendaman menunjukkan tren peningkatan yang konsisten, yaitu dari 68,20% pada hari pertama, naik menjadi 71,98% pada hari ke-7, dan mencapai 75,03% pada hari ke-50. Kenaikan ini menandakan bahwa tanpa gangguan genangan air laut, aspal dapat menyelimuti dan mengisi rongga antar-agregat secara optimal seiring berjalannya waktu. Sebaliknya, pada sampel yang direndam air laut biasa, nilai VFWA mengalami tren penurunan yang cukup signifikan, berawal dari 79,82% (hari ke-1), merosot ke 73,13% (hari ke-7), dan berlanjut turun hingga 68,69% pada hari ke-50. Penurunan ini disebabkan oleh penetrasi air laut dan reaksi garam yang bersifat agresif, yang secara bertahap mengikis serta melepaskan lapisan aspal dari permukaan agregat (*stripping*). Akibatnya, volume rongga yang terisi aspal menjadi berkurang. Sementara itu, kombinasi kondisi perendaman air laut pada suhu tinggi 60° memberikan dampak

paling buruk terhadap kestabilan ikatan. Nilai VFWA pada perlakuan ini langsung turun dari 70,88% (hari ke-1) menjadi 63,36% pada hari ke-7, dan menyusut hingga 57,84% pada hari ke-50. Angka pada hari ke-7 dan ke-50 tersebut telah berada di bawah spesifikasi minimum (65%). Hal ini mengindikasikan bahwa perpaduan antara temperatur tinggi dan sifat korosif garam air laut mempercepat pelepasan ikatan aspal (*stripping*) secara masif, sehingga rongga udara semakin terbuka dan mutu struktural campuran menurun drastis. Secara keseluruhan, meskipun sampel tanpa rendam dan rendam biasa (suhu ruang) masih memenuhi ambang batas minimum 65%, perendaman air laut dalam jangka Panjang terutama pada kondisi suhu tinggi terbukti merusak ikatan aspal-agregat dan meningkatkan risiko kerusakan dini pada perkerasan jalan.

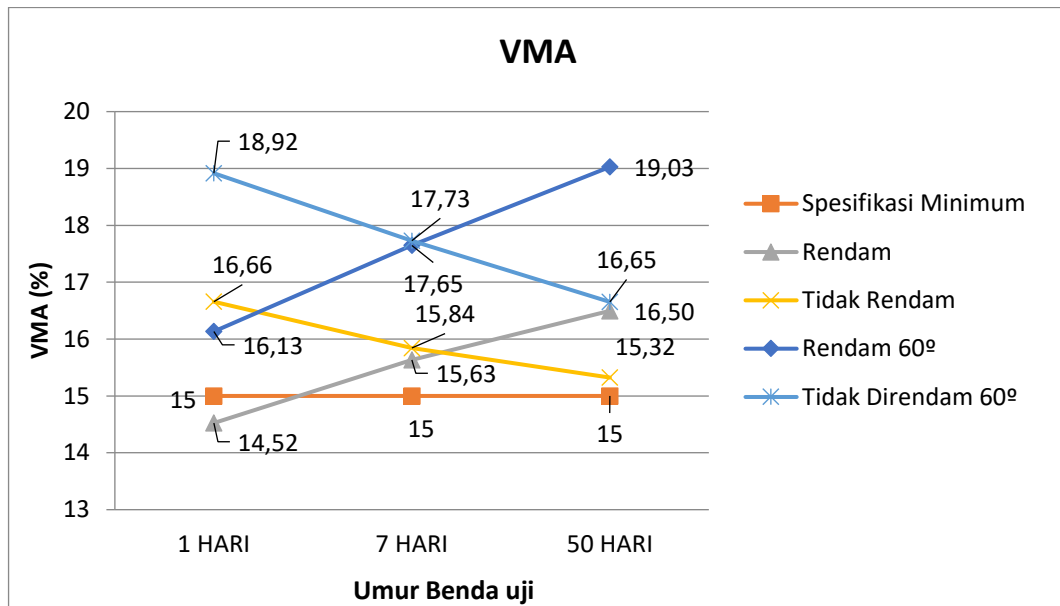
D. Grafik Gabungan VMA (*Void in Mineral Aggregate*)

Perbandingan parameter gabungan 4 variasi (dengan rendaman, tanpa rendaman dan perendaman air panas) terhadap VMA dapat dilihat pada gambar dan tabel di bawah ini.

Tabel 4. 9 Grafik Gabungan VMA (*Void in Mineral Aggregate*)

VMA	Umur	R	TR	R 60°	TR 60°	SNI
	1 HARI	14,52	16,66	16,13	18,92	15
	7 HARI	15,63	15,84	17,65	17,73	15
	50 HARI	16,50	15,32	19,03	16,65	15

(Sumber: Olahan data, 2026)



Gambar 4. 10 Grafik Gabungan VMA (*Void in Mineral Aggregate*)
(Sumber: Olahan data, 2026)

Berdasarkan grafik parameter *Voids in Mineral Aggregate* (VMA), perlakuan sampel tanpa perendaman menunjukkan tren penurunan nilai VMA secara bertahap seiring berjalannya waktu, yaitu dari 16,66% pada hari pertama, turun menjadi 15,84% pada hari ke-7, dan mencapai 15,32% pada hari ke-50. Seluruh nilai tersebut konsisten berada di atas spesifikasi minimum sebesar 15%, yang menandakan bahwa tanpa adanya paparan genangan air, rongga antar-agregat tetap terkontrol dengan baik dan cukup ideal untuk menampung film aspal. Sebaliknya, pada sampel yang mengalami perendaman air laut biasa, nilai VMA pada hari pertama terdeteksi cukup rendah, yakni 14,52% (berada di bawah spesifikasi minimum 15%). Kondisi ini mengindikasikan adanya pemadatan sementara atau penyumbatan awal rongga akibat masuknya molekul air laut. Namun, seiring bertambahnya durasi perendaman, nilai VMA mengalami peningkatan yang signifikan menjadi 15,63% pada hari ke-7 dan mencapai 16,50% pada hari ke-50. Kenaikan nilai VMA dalam jangka panjang ini bukan menandakan perbaikan mutu, melainkan mengindikasikan terjadinya pengelupasan ikatan aspal dari permukaan agregat (*stripping*) akibat reaksi penetrasi air laut dan sifat agresif garam. Pengelupasan ini memicu renggangnya susunan agregat sehingga memperbesar volume rongga total (*voids*). Dampak disintegrasi ikatan ini terlihat

semakin ekstrem pada perlakuan perendaman air laut dengan suhu tinggi (60°). Nilai VMA melonjak drastis dari 16,13% (hari ke-1), naik ke 17,65% (hari ke-7), hingga menyentuh angka 19,03% pada hari ke-50. Kombinasi temperatur tinggi dan sifat korosif garam air laut mempercepat pelemahan daya rekat aspal secara masif, yang menyebabkan ekspansi rongga antar-agregat secara tak terkendali. Secara keseluruhan, peningkatan nilai VMA akibat paparan air laut jangka Panjang terutama pada suhu tinggi merupakan indikasi bahwa struktur internal campuran mulai merenggang akibat pelepasan film aspal (*stripping*). Jika dibiarkan berlanjut di lapangan, kondisi ini akan mengurangi kerapatan campuran dan memicu kerusakan dini berupa pelepasan butir (*ravelling*) serta penurunan durabilitas perkerasan.

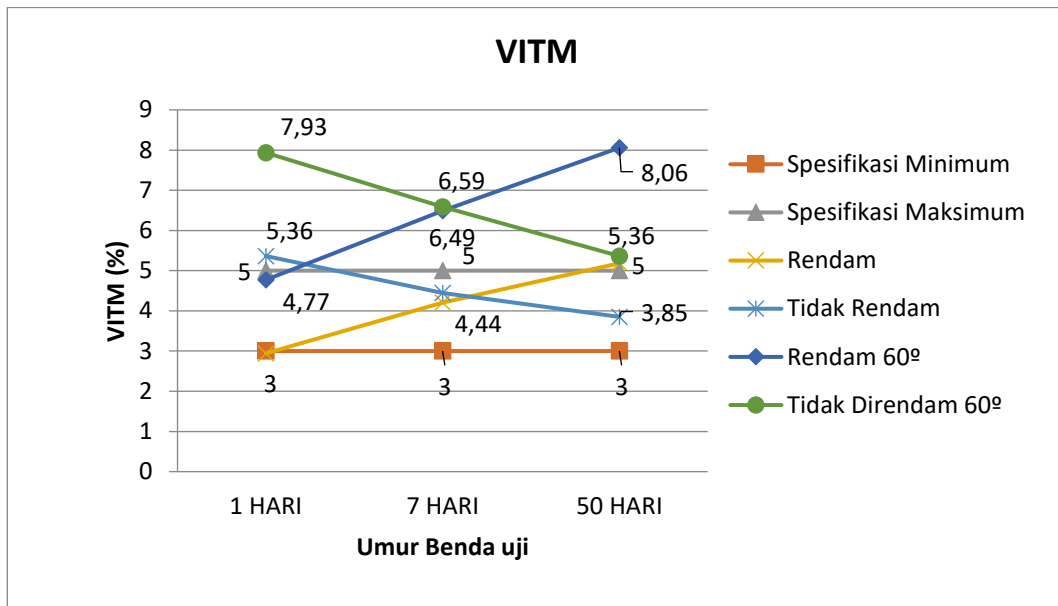
E. Gabungan VITM (*Void in Total Mix*)

Perbandingan parameter gabungan 4 variasi (dengan rendaman, tanpa rendaman dan perendaman air panas) terhadap VITM dapat dilihat pada gambar dan tabel di bawah ini.

Tabel 4. 10 Gabungan VITM (*Void in Total Mix*)

VITM	Umur	R	TR	R 60°	TR 60°	SNI	
	1 HARI	2,94	5,36	4,77	7,93	3	5
	7 HARI	4,21	4,44	6,49	6,59	3	5
	50 HARI	5,18	3,85	8,06	5,36	3	5

(Sumber: Olahan data, 2026)



Gambar 4. 11 Gabungan VITM (*Void in Total Mix*)
(Sumber: Olahan data, 2026)

Berdasarkan grafik parameter *Voids in The Mix* (VITM), idealnya rentang spesifikasi yang dipersyaratkan berada di antara 3% (minimum) hingga 5% (maksimum). Keseimbangan rongga udara ini sangat krusial untuk mencegah pemadatan berlebih sekaligus menghindari masuknya air ke dalam struktur jalan. Pada sampel tanpa perendaman (suhu ruang), nilai VITM awal berada sedikit di atas ambang batas maksimum yaitu 5,36% pada hari pertama, lalu berangsur turun menjadi 4,44% pada hari ke-7, dan mencapai 3,85% pada hari ke-50. Penurunan ini mencerminkan adanya pemadatan alami (*consolidation*) seiring bertambahnya umur benda uji, di mana susunan agregat semakin rapat sehingga rongga udara berkurang secara berimbang hingga masuk ke dalam rentang ideal (3–5%). Sebaliknya, pada perlakuan perendaman air laut biasa, nilai VITM awal terdeteksi sangat rendah yaitu 2,94% (di bawah spesifikasi minimum 3%). Namun, seiring bertambahnya durasi perendaman air laut, nilai VITM terus melonjak menjadi 4,21% pada hari ke-7 dan melampaui batas maksimum hingga mencapai 5,18% pada hari ke-50. Tren peningkatan peningkatannya bukan disebabkan oleh pemadatan, melainkan akibat sifat agresif kandungan garam dan penetrasi air laut yang melarutkan atau mengelupas lapisan aspal (*stripping*). Pelepasan ikatan ini membuka rongga-rongga baru di dalam campuran.

Dampak disintegrasi struktur rongga ini terlihat paling nyata pada perlakuan perendaman air laut suhu tinggi (60°). Nilai VITM melonjak signifikan dari 4,77% (hari ke-1), naik ke 6,49% (hari ke-7), hingga menyentuh angka ekstrem 8,06% pada hari ke-50 (jauh melampaui batas maksimum 5%). Kombinasi temperatur tinggi dan sifat korosif ion garam air laut mempercepat kerusakan ikatan aspal secara masif, sehingga menciptakan rongga udara berlebih di dalam campuran. Secara keseluruhan, nilai VITM yang berada di luar rentang standar (kurang dari 3% atau lebih dari 5%) sama-sama merugikan. Nilai yang terlalu rendah (seperti pada hari pertama rendaman) berisiko memicu pendarahan aspal (*bleeding*), sedangkan nilai yang terlalu tinggi akibat paparan air laut jangka panjang memperbesar rongga udara, yang mempercepat oksidasi, memicu retak lelah, dan memperparah penetrasi air lebih lanjut.

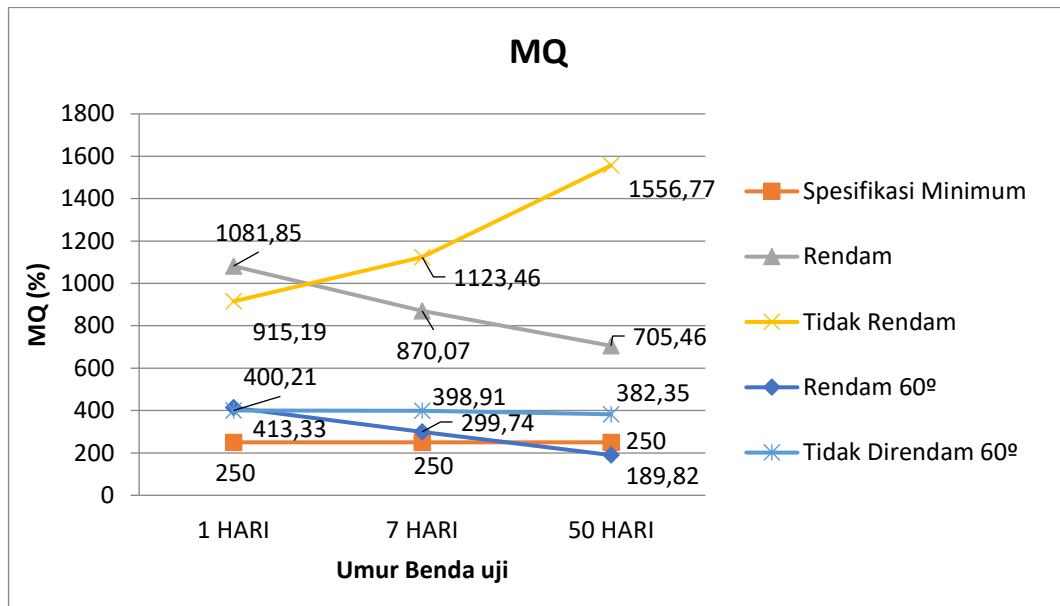
F. Grafik Gabungan MQ (*Marshall Quotient*)

Perbandingan parameter gabungan 4 variasi (dengan rendaman, tanpa rendaman dan perendaman air panas) terhadap MQ dapat dilihat pada gambar dan tabel di bawah ini.

Tabel 4. 11 Grafik Gabungan MQ (*Marshall Quotient*)

MQ	Umur	R	TR	R 60°	TR 60°	SNI
	1 HARI	1081,85	915,19	413,33	400,21	250
	7 HARI	870,07	1123,46	299,74	398,91	250
	50 HARI	705,46	1556,77	189,82	382,35	250

(Sumber: Olahan data, 2026)



Gambar 4. 12 Grafik Gabungan MQ (*Marshall Quotient*)
(Sumber: Olahan data, 2026)

Berdasarkan grafik parameter *Marshall Quotient* (MQ), yang menggambarkan tingkat kekakuan (*stiffness*) dan kelenturan campuran aspal, terlihat adanya perbedaan tren yang sangat kontras akibat perlakuan perendaman dan durasi waktu. Pada sampel tanpa perendaman (suhu ruang), nilai MQ menunjukkan peningkatan yang sangat signifikan, yaitu dari 915,19 kg/mm pada hari pertama, naik menjadi 1123,46 kg/mm pada hari ke-7, dan mencapai puncaknya di angka 1556,77 kg/mm pada hari ke-50. Peningkatan pesat ini mengindikasikan bahwa tanpa paparan air, proses penuaan (*aging*) aspal berlangsung secara alami sehingga campuran menjadi semakin kaku dan memiliki ketahanan tinggi terhadap deformasi akibat beban lalu lintas. Sebaliknya, perlakuan perendaman air laut biasa (suhu ruang) menyebabkan penurunan nilai MQ secara konsisten, berawal dari 1081,85 kg/mm (hari ke-1), merosot ke 870,07 kg/mm (hari ke-7), dan terus meluncur turun hingga 705,46 kg/mm pada hari ke-50. Penurunan kekakuan ini terjadi karena penetrasi air laut dan kandungan garam yang bersifat agresif melepaskan ikatan antar-molekul aspal (*stripping*), sehingga membuat campuran kehilangan fleksibilitas dan menjadi jauh lebih lunak. Dampak pelunakan paling ekstrem terlihat pada kombinasi perendaman air laut dengan suhu tinggi (60°). Nilai MQ sampel ini merosot tajam dari 413,33 kg/mm pada hari ke-1,

menjadi 299,74 kg/mm pada hari ke-7, hingga akhirnya menyentuh angka 189,82 kg/mm pada hari ke-50. Angka pada hari ke-50 tersebut telah turun drastis di bawah spesifikasi minimum (250 kg/mm). Hal ini membuktikan bahwa sinergi antara temperatur tinggi dan sifat korosif garam air laut merusak kestabilan struktur internal campuran secara signifikan. Secara keseluruhan, meskipun sampel tanpa rendam dan rendam biasa masih memenuhi syarat spesifikasi minimum (250 kg/mm), tren penurunan tajam akibat paparan air laut jangka Panjang terutama pada suhu tinggi mengindikasikan bahwa genangan air laut di lapangan berpotensi besar memicu keruntuhan struktural berupa retak lelah dan jejak roda (*rutting*) akibat penurunan kekakuan material.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini menjelaskan kesimpulan dan saran dari hasil pengujian yang telah dilakukan, hasil tersebut merupakan jawaban dari tujuan atas permasalahan yang ada pada bab sebelumnya.

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisa dari pengujian karakteristik campuran aspal lapisan AC-WC, maka ada beberapa kesimpulan yaitu :

1. Semua karakteristik material baik untuk agregat kasar, agregat halus, *filler* dan aspal yang digunakan telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 sesuai dengan standar-standar nasional yang digunakan dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 tersebut.
2. Berdasarkan hasil pengujian karakteristik Marshall pada campuran aspal dengan kadar aspal 4%, 4,5%, 5%, 5,5%, dan 6%, diketahui bahwa kadar aspal 5,5% merupakan satu-satunya yang memenuhi seluruh persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 mulai dari nilai VMA tercatat sebesar 16,06%, > minimum 15%, nilai VITM 4,62%, yang masih berada dalam rentang yang disyaratkan yaitu 3% hingga 5%, nilai VFWA sebesar 71,29% > batas minimum 65%, nilai Stabilitas Marshall yang diperoleh sebesar 1276,72 kg > minimum 800 kg, nilai *flow* berada pada 3,53 mm berada dalam kisaran yang disyaratkan antara 2 mm hingga 4 mm, dan nilai MQ 379,99 kg/mm > batas minimal 250 kg/mm. memenuhi persyaratan Standar Bina Marga Tahun 2018.
3. Kinerja campuran aspal AC-WC mengalami penurunan signifikan akibat genangan air laut dan perendaman selama 50 hari, ditandai dengan turunnya stabilitas dan MQ serta naiknya nilai *flow* dan porositas. Walaupun jalan masih aman dan layak digunakan karena parameter uji masih memenuhi spesifikasi, kondisi ini mengidentifikasikan awal dari degradasi material akibat paparan air

laut. Oleh karena itu, perencanaan dan pengawasan mutu jalan harus memprioritaskan stabilitas serta kekakuan struktural (MQ). Penerapan sistem drainase dan tinggi badan jalan yang efektif juga menjadi hal krusial demi meminimalkan dampak genangan air di masa mendatang.

5.2. Saran

Adapun saran dari penelitian ini, berdasarkan kesimpulan yang diperoleh antara lain:

1. Dalam melakukan perencanaan pada perkerasan jalan disarankan agar dalam perencanaan, terutama pada daerah yang rawan air laut pasang atau memiliki sistem drainase yang kurang baik, digunakan material dan komposisi campuran aspal yang memiliki daya tahan tinggi terhadap kelembaban dan suhu tinggi.
2. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas variabel seperti jenis aspal lain, variasi suhu air, serta metode perendaman kontinu dan siklikal untuk mendapatkan hasil yang lebih representatif terhadap kondisi lapangan.
3. Penelitian ini juga dapat dijadikan rujukan bagi instansi terkait sebagai bahan evaluasi dan pertimbangan dalam menentukan langkah preventif maupun rehabilitatif terhadap kerusakan jalan akibat genangan air laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, N. (2025). *Analisis Karakteristik Campuran AC-WC Terhadap Variasi Lingkungan di Wilayah Tropis*. *Journal Agregate*
- Bina marga. (2018). *Spesifikasi umum 2018*.
- Devi, S. M., & Raesandi, W. (2021). *Analisis Perendaman Aspal AC-WC di Air Tawar dan Air Laut Terhadap Karakteristik Marshall dengan Memanfaatkan Material Lokal Rintik Kabupaten Paser*.
- Sukirman, S. (2021). *Teknologi Perkerasan Jalan Lapis Aspal Beton*. Bandung: Itenas Press.
- Marhamatunnisya, dkk. (2022). *Studi Eksperimental Nilai Marshall pada Campuran AC-WC Menggunakan Aspal Modifikasi Terhadap Variasi Lingkungan*. *Jurnal Jurkim*.
- Rahayu, S. (2025). *Pengaruh Genangan Air Terhadap Kerusakan Jalan Aspal (AC-WC)*.
- RAMDANI, Rahmad; ZULKARNAEN, Zulkarnaen; PURNAMA, Ady. *Analisis Pengaruh Genangan Air Terhadap Kerusakan Jalan Di Kelurahan Uma Sima Kecamatan Sumbawa: Studi Kasus Jalan Tongkol*. *Jurnal sainteka*, 2022.
- Wirahaji, I. B., & Wardani, A. M. C. (2021). *Pengaruh Air Hujan terhadap Karakteristik Marshall Campuran Aspal Panas pada Lapis Permukaan Jalan*. *Widya Teknik*.
- Yandriano, Y., Hamduwibawa, R. B., & Irawati, I. (2022). *Analisa Penurunan Mutu Campuran Aspal Panas Ac-Bc Terhadap Pengaruh Rendaman Air Berlumpur*.
- Sukirman, S. (2016). *Beton Aspal Campuran Panas*. Bandung
- SNI 06-2489-1991, *Metode Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta

SNI 2456:2011, Cara Uji Penetrasi Aspal, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta

SNI 2434:2011, Cara Uji Titik Lembek Aspal dengan Alat Cincin dan Bola(ring and ball), Badan Standarisasi Nasional, Jakarta

SNI 2433:2011, Cara Uji Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal dengan Alat Clevelend Open Cup, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta

SNI 1969:2016, Metode Pengujian Berat jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta

SNI 1970:2016, Metode Pengujian Berat jenis, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta

SNI 2441:2011, Cara Uji Berat Jenis Aspal Keras, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta

SNI 2417:2008, Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angles, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
LABORATORIUM JALAN RAYA

Alamat: Jl. Bathin Alam, Sei. Alam Bengkalis - Riau - Indonesia
Telp. (+62766)24566 Fax. (+62766) 800 1000 Website: www.polbeng.ac.id

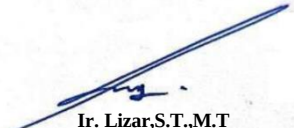
Pengujian kehilangan berat aspal dengan cara A (Thin Film Oven Test)

SNI 06-2440-1991

Pekerjaan : Skripsi
Judul Skripsi : PENGARUH GENANGAN AIR LAUT TERHADAP KERUSAKAN JALAN ASPAL (AC-WC)
Tanggal Pengujian : 07 April 2026
Sumber Material :
Suhu Ruang :

Contoh dipanaskan	Mulai : Pukul.	13:44	Suhu Oven : 130°C
	Selesai : Pukul.	13:50	
Contoh dituangkan ke dalam cawan dan didiamkan pada suhu ruang	Mulai : Pukul.	13:50	
	Selesai : Pukul.	14:50	
Pemeriksaan kehilangan berat Pada 163 °C selama 5 jam	Mulai : Pukul.	14:50	Suhu Oven : 163°C
	Selesai : Pukul.	19:50	

No.	Sampel (gram)		
	I	II	III
Berat cawan + benda uji	63.294	66.163	69.416
Berat cawan kosong	14.648	10.975	10.899
Berat benda uji (A)	48.646	55.188	58.517
Berat cawan + benda uji setelah pemanasan	63.266	66.130	69.379
Berat cawan kosong	14.648	10.975	10.899
Berat benda uji setelah pemanasan (B)	48.618	55.155	58.480
% Kehilangan Berat $((A-B)/A) \times 100\%$	0.058	0.060	0.063
Rata-rata	0.060		

Mengetahui/Diperiksa:		Di Uji Oleh:
Pembimbing Skripsi	PLP Lab. Jalan Raya	Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil
 Ir. Lizar S.T., M.T. NIP. 198707242022031003	 Sya'ari, S.ST. NIP. 199201232025211050	 Avito Miftahul Ulum NIM. 4204221471



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
LABORATORIUM JALAN RAYA

Alamat: Jl. Bathin Alam, Sei. Alam Bengkalis - Riau - Indonesia
Telp. (+62766)24566 Fax. (+62766) 800 1000 Website: www.polbeng.ac.id

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR 3/4(CA)

SNI 03-1970-1990

Pekerjaan : Skripsi
Judul Skripsi : PENGARUH GENANGAN AIR LAUT TERHADAP KERUSAKAN
JALAN ASPAL (AC-WC)
Tanggal Pengujian : 10 Maret 2026
Sumber Material : Tanjung Pinang
Jenis Campuran : Asphalt Concrete-Wearing Course

No	Uraian Percobaan	Benda Uji		
		1	2	3
1	Berat kering benda uji (gram)	4943	4959	4966
2	Berat benda uji jenuh kering-permukaan (gram)	5000	5000	5000
3	Berat benda uji di dalam air (gram)	3076	3086	3096
4	Berat jenis curah (bulk specific gravity)1	2.57	2.59	2.61
5	Berat jenis curah (bulk specific gravity) 2(SSD)	2.60	2.61	2.63
6	Berat jenis semu (apparent specific gravity)	2.65	2.65	2.66
7	Penyerapan (absorption, %)	1.153	0.827	0.685

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT SEDANG 3/8(MA)

SNI 03-1970-1990

Pekerjaan : Skripsi
Judul Skripsi : PENGARUH GENANGAN AIR LAUT TERHADAP KERUSAKAN
JALAN ASPAL (AC-WC)
Tanggal Pengujian : 10 Maret 2026
Sumber Material : Tanjung Pinang
Jenis Campuran : Asphalt Concrete-Wearing Course

No	Uraian Percobaan	Benda Uji		
		1	2	
1	Berat kering benda uji (gram)	4943	4968	4967
2	Berat benda uji jenuh kering-permukaan (gram)	5000	5000	5000
3	Berat benda uji di dalam air (gram)	3102	3119	3112
4	Berat jenis curah (bulk specific gravity) 1	2.60	2.64	2.63
5	Berat jenis curah (bulk specific gravity) 2 (SSD)	2.63	2.66	2.65
6	Berat jenis semu (apparent specific gravity)	2.68	2.69	2.68
7	Penyerapan (absorption, %)	1.153	0.644	0.664

Mengetahui/Diperiksa:

Di Uji Oleh:

Pembimbing Skripsi

PLP Lab. Jalan Raya

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

Ir. Lizar, S.T., M.T

NIP: 198707242022031003

Sya'ari, S.ST

NIP. 199201232025211050

Avito Miftahul Ulum

NIM. 4204221471



PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS ABU BATU (FA)

SNI SNI 03-1970-1990

Pekerjaan : Skripsi
Judul Skripsi : PENGARUH GENANGAN AIR LAUT TERHADAP KERUSAKAN
JALAN ASPAL (AC-WC)
Tanggal Pengujian : 10 Maret 2026
Sumber Material : Tanjung Balai Karimun
Jenis Campuran : Asphalt Concrete-Wearing Course

No	Uraian Percobaan	Benda Uji		
		1	2	3
1	Berat Kering Permukaan Jenuh SSD (gr)	500	500	500
2	Berat Piknometer + benda uji (SSD) + aquadest (gr)	961.40	961.70	1028.40
3	Berat Piknometer terisi air aquadest (gr)	652.30	656.00	720.30
4	Berat kering oven (gr)	496.20	491.50	492.60
5	Isi / Volume (cc)	190.90	194.30	191.90
6	Berat air yang terserap (gr)	3.80	8.50	7.40
7	Berat Jenis Kering (BULK)	2.60	2.53	2.57
8	Berat Jenis Permukaan jenuh (SSD)	2.62	2.57	2.61
9	Berat Jenis Semu (Apparent)	2.65	2.65	2.67
10	Penyerapan (%)	0.77	1.73	1.50

Mengetahui/Diperiksa:

Di Uji Oleh:

Pembimbing Skripsi

PLP Lab. Jalan Raya

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

Ir. Lizar, S.T., M.T
NIP: 198707242022031003

Sya'ari, S.ST
NIP. 199201232025211050

Avito Miftahul Ulum
NIM. 4204221471



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
LABORATORIUM JALAN RAYA

Alamat: Jl. Bathin Alam, Sei. Alam Bengkalis - Riau - Indonesia
Telp. (+62766)24566 Fax. (+62766) 800 1000 Website: www.polbeng.ac.id

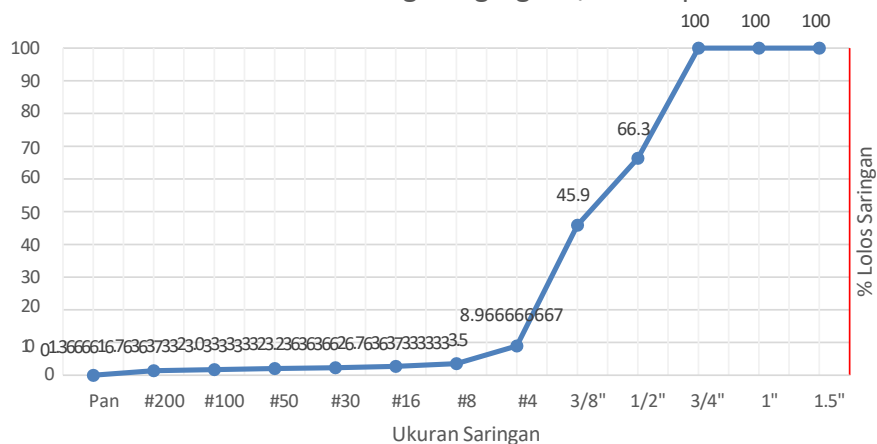
UJI ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR (CA)

SNI ASTM C136-2012

Pekerjaan : Skripsi
Judul Skripsi : PENGARUH GENANGAN AIR LAUT TERHADAP KERUSAKAN JALAN ASPAL (AC-WC)
Tanggal Pengujian : 12 Maret 2026
Sumber Material : Tanjung Pinang
Jenis Campuran : Asphalt Concrete-Wearing Course
Sampel : 1

Ukuran Saringan		Berat Saringan	Berat saringan +Agregat	Berat Tertahan (gram)	% Tertahan	% Tertahan Kumulatif	% Lolos Saringan
No	mm						
1.5"	37.5	428	428	0.0	0.0	0.00	100.00
1"	25	517	517	0.0	0.0	0.00	100.00
3/4"	19	428	428	0.0	0.0	0.00	100.00
1/2"	12.5	543	1554	1011.0	33.7	33.70	66.30
3/8"	9.5	501	1113	612.0	20.4	54.10	45.90
#4	4.75	482	1590	1108.0	36.9	91.03	8.97
#8	2.36	412	576	164.0	5.5	96.50	3.50
#16	1.18	338	361	23.0	0.8	97.27	2.73
#30	0.6	331	345	14.0	0.5	97.73	2.27
#50	0.3	366	373	7.0	0.2	97.97	2.03
#100	0.15	338	347	9.0	0.3	98.27	1.73
#200	0.075	277	288	11.0	0.4	98.63	1.37
Pan		423	464	41	1.4	100.00	0.00
Berat Sampel Total				3000.0	100	865	

Grafik Analisa Saringan Agregat 3/4" Sampel 1



Mengetahui/Diperiksa:

Di Uji Oleh:

Pembimbing Skripsi

PLP Lab. Jalan Raya

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

Ir. Lizar, S.T., M.T

NIP: 198707242022031003

Sya'ari, S.ST

NIP. 199201232025211050

Avito Miftahul Ulum

NIM. 4204221471



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
LABORATORIUM JALAN RAYA

Alamat: Jl. Bathin Alam, Sei. Alam Bengkalis - Riau - Indonesia
Telp. (+62766)24566 Fax. (+62766) 800 1000 Website: www.polbeng.ac.id

UJI ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR (CA)

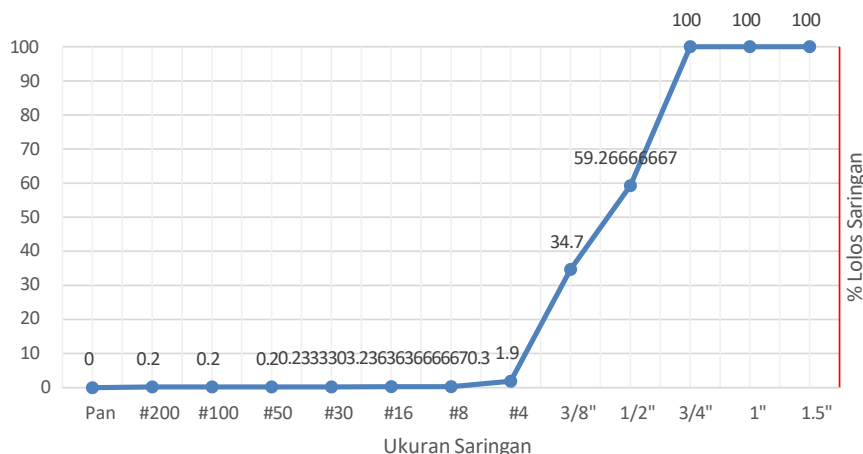
SNI ASTM C136-2012

Pekerjaan : Skripsi
Judul Skripsi : PENGARUH GENANGAN AIR LAUT TERHADAP KERUSAKAN
JALAN ASPAL (AC-WC)
Tanggal Pengujian : 12 Maret 2026
Sumber Material : Tanjung Pinang
Jenis Campuran : Asphalt Concrete-Wearing Course

Sampel : 2

Ukuran Saringan		Berat Saringan	Berat saringan +Agregat	Berat Tertahan (gram)	% Tertahan	% Tertahan Kumulatif	%Lolos Saringan
No	mm						
1.5"	37.5	0	0	0.0	0.0	0.00	100.00
1"	25	0	0	0.0	0.0	0.00	100.00
3/4"	19	0	0	0.0	0.0	0.00	100.00
1/2"	12.5	543	1765	1222.0	40.7	40.73	59.27
3/8"	9.5	501	1238	737.0	24.6	65.30	34.70
#4	4.75	482	1466	984.0	32.8	98.10	1.90
#8	2.36	412	460	48.0	1.6	99.70	0.30
#16	1.18	338	339	1.0	0.0	99.73	0.27
#30	0.6	331	332	1.0	0.0	99.77	0.23
#50	0.3	366	367	1.0	0.0	99.80	0.20
#100	0.15	338	338	0.0	0.0	99.80	0.20
#200	0.075	277	277	0.0	0.0	99.80	0.20
Pan		423	429	6	0.2	100.00	0.00
Berat Sampel Total				3000.0		902.73	

Grafik Analisa Saringan Agregat 3/4" Sampel 2



Mengetahui/Diperiksa:

Di Uji Oleh:

Pembimbing Skripsi

PLP Lab. Jalan Raya

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

Ir. Lizar, S.T., M.T

NIP: 198707242022031003

Sya'ari, S.ST

NIP. 199201232025211050

Avito Miftahul Ulum

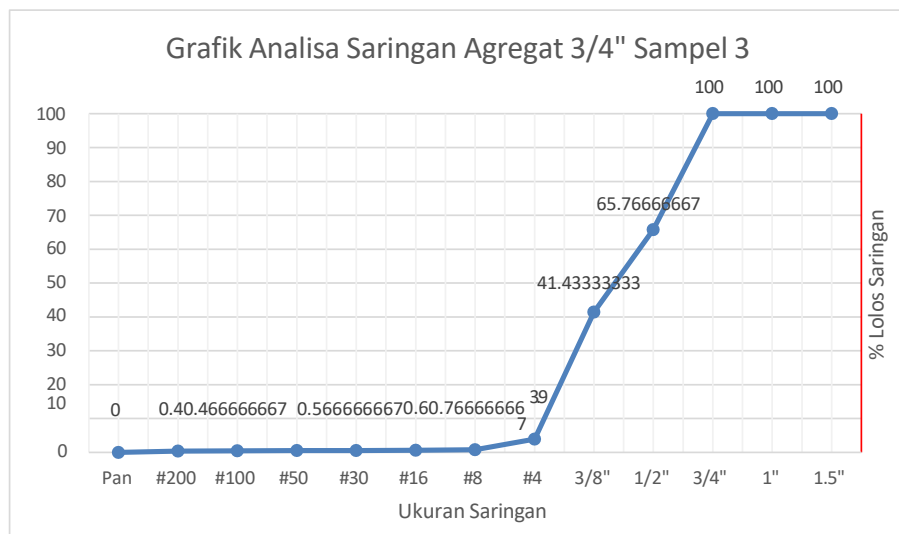
NIM. 4204221471



UJI ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR (CA)
SNI ASTM C136-2012

Pekerjaan : Skripsi
Judul Skripsi : PENGARUH GENANGAN AIR LAUT TERHADAP KERUSAKAN
JALAN ASPAL (AC-WC)
Tanggal Pengujian : 12 Maret 2026
Sumber Material : Tanjung Pinang
Jenis Campuran : Asphalt Concrete-Wearing Course
Sampel : 3

Ukuran Saringan		Berat Saringan	Berat saringan + Agregat	Berat Tertahan (gram)	% Tertahan	% Tertahan Kumulatif	% Lolos Saringan
No	mm						
1.5"	37.5	0	0	0.0	0.0	0.00	100.00
1"	25	0	0	0.0	0.0	0.00	100.00
3/4"	19	428	428	0.0	0.0	0.00	100.00
1/2"	12.5	543	1570	1027.0	34.2	34.23	65.77
3/8"	9.5	501	1231	730.0	24.3	58.57	41.43
#4	4.75	482	1608	1126.0	37.5	96.10	3.90
#8	2.36	412	506	94.0	3.1	99.23	0.77
#16	1.18	338	343	5.0	0.2	99.40	0.60
#30	0.6	331	332	1.0	0.0	99.43	0.57
#50	0.3	366	367	1.0	0.0	99.47	0.53
#100	0.15	338	340	2.0	0.1	99.53	0.47
#200	0.075	277	279	2.0	0.1	99.60	0.40
Pan		423	435	12	0.4	100.00	0.00
Berat Sampel Total				3000.0		885.57	



Mengetahui/Diperiksa:

Di Uji Oleh:

Pembimbing Skripsi

PLP Lab. Jalan Raya

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

Ir. Lizar, S.T., M.T

NIP: 198707242022031003

Sya'ari, S.ST

NIP. 199201232025211050

Avito Miftahul Ulum

NIM. 4204221471



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
LABORATORIUM JALAN RAYA

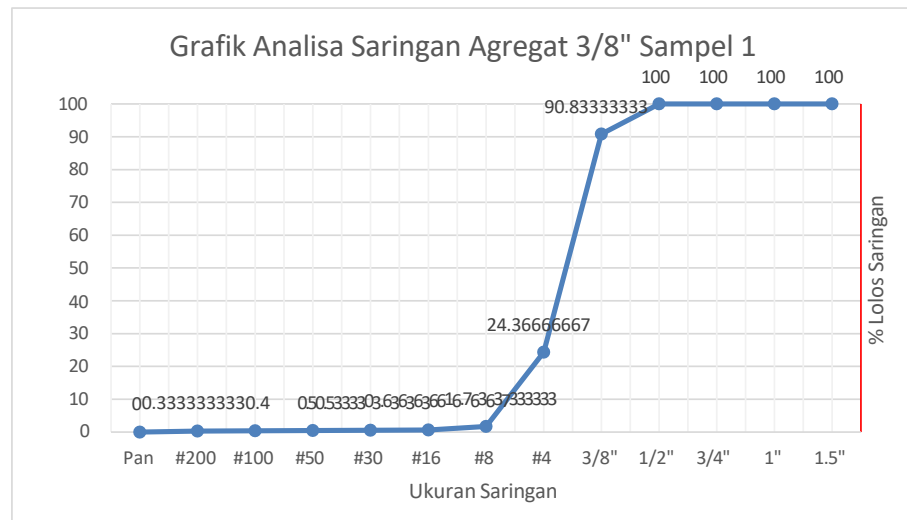
Alamat: Jl. Bathin Alam, Sei. Alam Bengkalis - Riau - Indonesia
Telp. (+62766)24566 Fax. (+62766) 800 1000 Website: www.polbeng.ac.id

UJI ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR (MA)

SNI ASTM C136-2012

Pekerjaan : Skripsi
Judul Skripsi : PENGARUH GENANGAN AIR LAUT TERHADAP KERUSAKAN JALAN ASPAL (AC-WC)
Tanggal Pengujian : 12 Maret 2026
Sumber Material : Tanjung Pinang
Jenis Campuran : Asphalt Concrete-Wearing Course
Sampel : 1

Ukuran Saringan		Berat Saringan	Berat saringan +Agregat	Berat Tertahan (gram)	% Tertahan	% Tertahan Kumulatif	%Lolos Saringan
No	mm						
1.5"	37.5	0	0	0.0	0.0	0.00	100.00
1"	25	0	0	0.0	0.0	0.00	100.00
3/4"	19	390	390	0.0	0.0	0.00	100.00
1/2"	12.5	319	319	0.0	0.0	0.00	100.00
3/8"	9.5	342	617	275.0	9.2	9.17	90.83
#4	4.75	313	2307	1994.0	66.5	75.63	24.37
#8	2.36	290	969	679.0	22.6	98.27	1.73
#16	1.18	281	313	32.0	1.1	99.33	0.67
#30	0.6	269	273	4.0	0.1	99.47	0.53
#50	0.3	277	278	1.0	0.0	99.50	0.50
#100	0.15	302	305	3.0	0.1	99.60	0.40
#200	0.075	236	238	2.0	0.1	99.67	0.33
Pan		427	437	10	0.3	100.00	0.00
Berat Sampel Total				3000.0	100	781	



Mengetahui/Diperiksa:

Pembimbing Skripsi

PLP Lab. Jalan Raya

Di Uji Oleh:

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

Ir. Lizar, S.T., M.T

NIP: 198707242022031003

Sya'ari, S.ST

NIP. 199201232025211050

Avito Miftahul Ulum

NIM. 4204221471



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
LABORATORIUM JALAN RAYA

Alamat: Jl. Bathin Alam, Sei. Alam Bengkalis - Riau - Indonesia
Telp. (+62766)24566 Fax. (+62766) 800 1000 Website: www.polbeng.ac.id

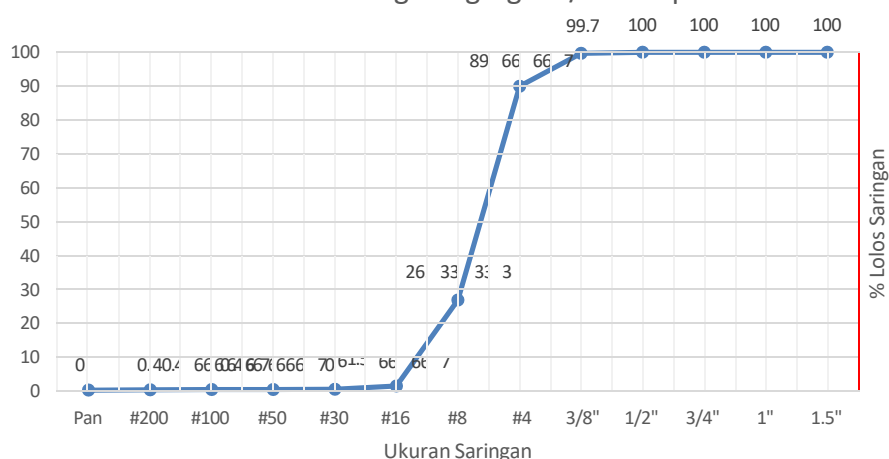
UJI ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR (MA)
SNI ASTM C136-2012

Pekerjaan : Skripsi
Judul Skripsi : PENGARUH GENANGAN AIR LAUT TERHADAP KERUSAKAN
JALAN ASPAL (AC-WC)
Tanggal Pengujian : 12 Maret 2026
Sumber Material : Tanjung Pinang
Jenis Campuran : Asphalt Concrete-Wearing Course

Sampel : 2

Ukuran Saringan		Berat Saringan	Berat saringan + Agregat	Berat Tertahan (gram)	% Tertahan	% Tertahan Kumulatif	% Lolos Saringan
No	mm						
1.5"	37.5	0	0	0.0	0.0	0.00	100.00
1"	25	0	0	0.0	0.0	0.00	100.00
3/4"	19	390	390	0.0	0.0	0.00	100.00
1/2"	12.5	319	328	9.0	0.3	0.30	99.70
3/8"	9.5	342	634	292.0	9.7	10.03	89.97
#4	4.75	313	2204	1891.0	63.0	73.07	26.93
#8	2.36	290	1051	761.0	25.4	98.43	1.57
#16	1.18	281	310	29.0	1.0	99.40	0.60
#30	0.6	269	273	4.0	0.1	99.53	0.47
#50	0.3	277	277	0.0	0.0	99.53	0.47
#100	0.15	302	304	2.0	0.1	99.60	0.40
#200	0.075	236	239	3.0	0.1	99.70	0.30
Pan		427	436	9	0.3	100.00	0.00
Berat Sampel Total				3000		779.60	

Grafik Analisa Saringan Agregat 3/8" Sampel 2



Mengetahui/Diperiksa:

Di Uji Oleh: Mahasiswa Jurusan
Teknik Sipil

Pembimbing Skripsi

PLP Lab. Jalan Raya

Ir. Lizar, S.T., M.T
NIP: 198707242022031003

Sya'ari, S.ST
NIP. 199201232025211050

Avito Miftahul Ulum
NIM. 4204221471

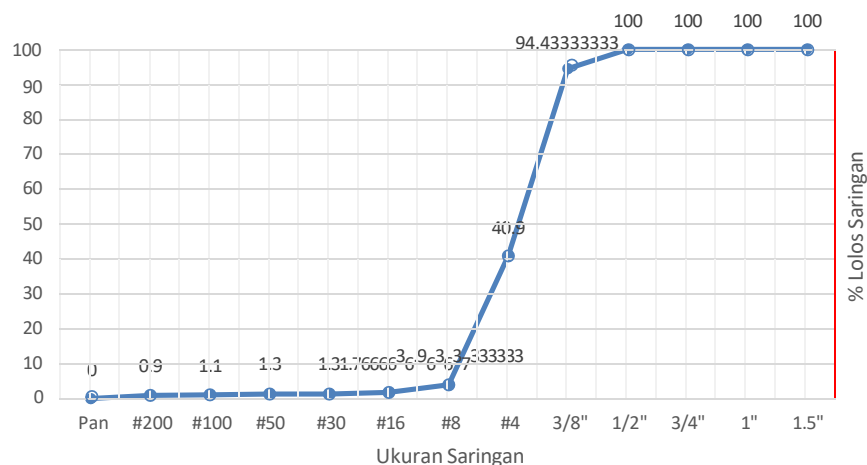


UJI ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR (MA)
SNI ASTM C136-2012

Pekerjaan : Skripsi
Judul Skripsi : PENGARUH GENANGAN AIR LAUT TERHADAP KERUSAKAN JALAN ASPAL (AC-WC)
Tanggal Pengujian : 12 Maret 2026
Sumber Material : Tanjung Pinang
Jenis Campuran : Asphalt Concrete-Wearing Course
Sampel : 3

Ukuran Saringan		Berat Saringan	Berat saringan + Agregat	Berat Tertahan (gram)	% Tertahan	% Tertahan Kumulatif	% Lolos Saringan
No	mm						
1.5"	37.5	0	0	0.0	0.0	0.00	100.00
1"	25	0	0	0.0	0.0	0.00	100.00
3/4"	19	390	390	0.0	0.0	0.00	100.00
1/2"	12.5	319	319	0.0	0.0	0.00	100.00
3/8"	9.5	342	509	167.0	5.6	5.57	94.43
#4	4.75	313	1919	1606.0	53.5	59.10	40.90
#8	2.36	290	1399	1109.0	37.0	96.07	3.93
#16	1.18	281	346	65.0	2.2	98.23	1.77
#30	0.6	269	283	14.0	0.5	98.70	1.30
#50	0.3	277	277	0.0	0.0	98.70	1.30
#100	0.15	302	308	6.0	0.2	98.90	1.10
#200	0.075	236	242	6.0	0.2	99.10	0.90
Pan		427	454	27	0.9	100.00	0.00
Berat Sampel Total				3000.0		754.37	

Grafik Analisa Saringan Agregat 3/8" Sampel 3



Mengetahui/Diperiksa:

Di Uji Oleh:

Pembimbing Skripsi

PLP Lab. Jalan Raya

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

Ir. Lizar, S.T., M.T

NIP: 198707242022031003

Sya'ari, S.ST

NIP. 199201232025211050

Avito Miftahul Ulum

NIM. 4204221471



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
LABORATORIUM JALAN RAYA

Alamat: Jl. Bathin Alam, Sei. Alam Bengkalis - Riau - Indonesia
Telp. (+62766)24566 Fax. (+62766) 800 1000 Website: www.polbeng.ac.id

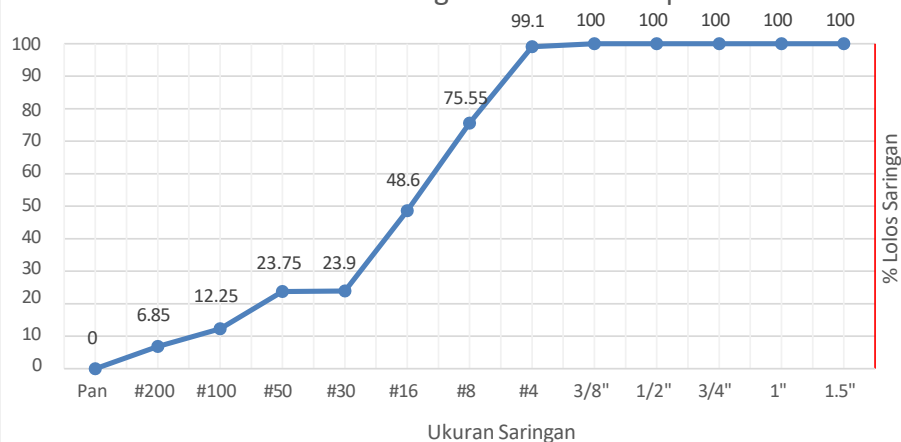
UJI ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS (FA)

SNI ASTM C136-2012

Pekerjaan : Skripsi
Judul Skripsi : PENGARUH GENANGAN AIR LAUT TERHADAP KERUSAKAN JALAN ASPAL (AC-WC)
Tanggal Pengujian : 12 Maret 2026
Sumber Material : Tanjung Balai Karimun
Jenis Campuran : Asphalt Concrete-Wearing Course
Sampel : 1

Ukuran Saringan		Berat Saringan	Berat saringan +Agregat	Berat Tertahan (gram)	% Tertahan	% Tertahan Kumulatif	%Lolos Saringan
No	mm						
1.5"	37.5	439	439	0.0	0.0	0.00	100.00
1"	25	390	390	0.0	0.0	0.00	100.00
3/4"	19	388	388	0.0	0.0	0.00	100.00
1/2"	12.5	320	320	0.0	0.0	0.00	100.00
3/8"	9.5	342	342	0.0	0.0	0.00	100.00
#4	4.75	307	325	18.0	0.9	0.90	99.10
#8	2.36	289	760	471.0	23.6	24.45	75.55
#16	1.18	284	823	539.0	27.0	51.40	48.60
#30	0.6	269	763	494.0	24.7	76.10	23.90
#50	0.3	275	278	3.0	0.2	76.25	23.75
#100	0.15	303	533	230.0	11.5	87.75	12.25
#200	0.075	232	340	108.0	5.4	93.15	6.85
Pan		415	552	137	6.9	100.00	0.00
Berat Sampel Total				2000.0	100	510	

Grafik Analisa Saringan Abu Batu Sampel 1



Mengetahui/Diperiksa:

Pembimbing Skripsi

PLP Lab. Jalan Raya

Di Uji Oleh:

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

Ir. Lizar, S.T., M.T

NIP: 198707242022031003

Sya'ari, S.ST

NIP. 199201232025211050

Avito Miftahul Ulum

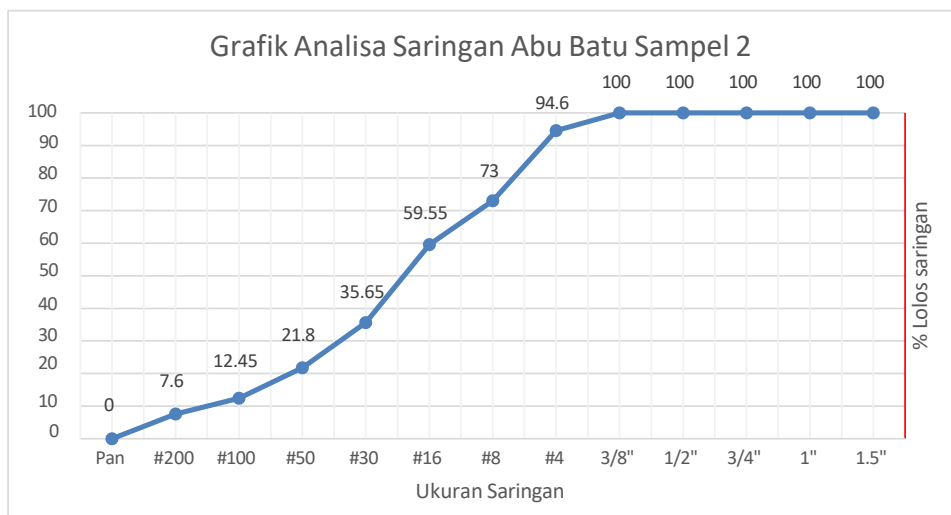
NIM. 4204221471



UJI ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS (FA)
SNI ASTM C136-2012

Pekerjaan : Skripsi
Judul Skripsi : PENGARUH GENANGAN AIR LAUT TERHADAP KERUSAKAN
JALAN ASPAL (AC-WC)
Tanggal Pengujian : 12 Maret 2026
Sumber Material : Tanjung Balai Karimun
Jenis Campuran : Asphalt Concrete-Wearing Course
Sampel : 2

Ukuran Saringan		Berat Saringan	Berat saringan + Agregat	Berat Tertahan (gram)	% Tertahan	% Tertahan Kumulatif	% Lolos Saringan
No	mm						
1.5"	37.5	605	605	0.0	0.0	0.00	100.00
1"	25	518	518	0.0	0.0	0.00	100.00
3/4"	19	429	429	0.0	0.0	0.00	100.00
1/2"	12.5	545	545	0.0	0.0	0.00	100.00
3/8"	9.5	501	501	0.0	0.0	0.00	100.00
#4	4.75	482	590	108.0	5.4	5.40	94.60
#8	2.36	412	844	432.0	21.6	27.00	73.00
#16	1.18	339	608	269.0	13.5	40.45	59.55
#30	0.6	332	810	478.0	23.9	64.35	35.65
#50	0.3	366	643	277.0	13.9	78.20	21.80
#100	0.15	339	526	187.0	9.4	87.55	12.45
#200	0.075	277	374	97.0	4.9	92.40	7.60
Pan		423	575	152	7.6	100.00	0.00
Berat Sampel Total				2000.0		495.35	



Mengetahui/Diperiksa:

Di Uji Oleh:

Pembimbing Skripsi

PLP Lab. Jalan Raya

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

Ir. Lizar, S.T., M.T

NIP: 198707242022031003

Sya'ari, S.ST

NIP. 199201232025211050

Avito Miftahul Ulum

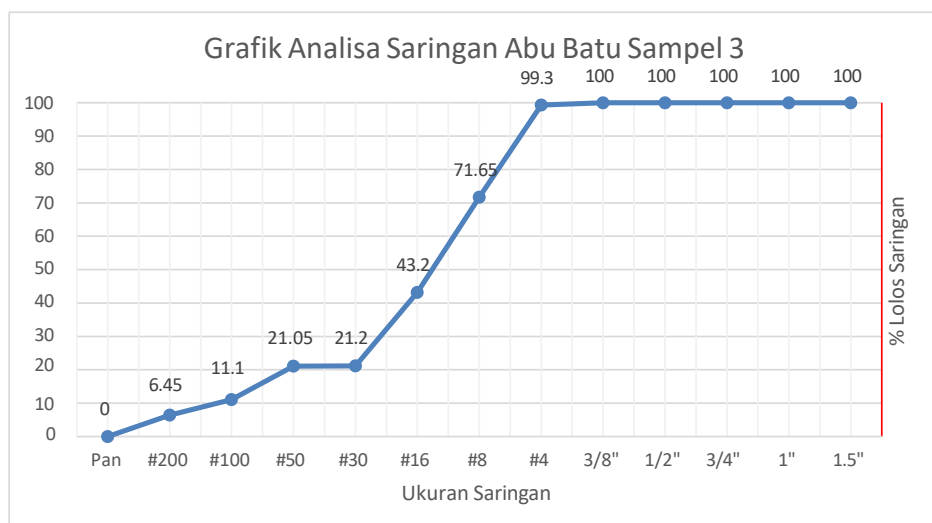
NIM. 4204221471



UJI ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS (FA)
SNI ASTM C136-2012

Pekerjaan : Skripsi
Judul Skripsi : PENGARUH GENANGAN AIR LAUT TERHADAP KERUSAKAN JALAN ASPAL (AC-WC)
Tanggal Pengujian : 12 Maret 2026
Sumber Material : Tanjung Balai Karimun
Jenis Campuran : Asphalt Concrete-Wearing Course
Sampel : 3

Ukuran Saringan		Berat Saringan	Berat saringan + Agregat	Berat Tertahan (gram)	% Tertahan	% Tertahan Kumulatif	% Lolos Saringan
No	mm						
1.5"	37.5	439	439	0.0	0.0	0.00	100.00
1"	25	390	390	0.0	0.0	0.00	100.00
3/4"	19	388	388	0.0	0.0	0.00	100.00
1/2"	12.5	320	320	0.0	0.0	0.00	100.00
3/8"	9.5	342	342	0.0	0.0	0.00	100.00
#4	4.75	307	321	14.0	0.7	0.70	99.30
#8	2.36	289	842	553.0	27.7	28.35	71.65
#16	1.18	284	853	569.0	28.5	56.80	43.20
#30	0.6	269	709	440.0	22.0	78.80	21.20
#50	0.3	275	278	3.0	0.2	78.95	21.05
#100	0.15	303	502	199.0	10.0	88.90	11.10
#200	0.075	232	325	93.0	4.7	93.55	6.45
Pan		415	544	129	6.5	100.00	0.00
Berat Sampel Total				2000.0		526.05	



Mengetahui/Diperiksa:

Di Uji Oleh:

Pembimbing Skripsi

PLP Lab. Jalan Raya

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

Ir. Lizar, S.T., M.T

NIP: 198707242022031003

Sya'ari, S.ST

NIP. 199201232025211050

Avito Miftahul Ulum

NIM. 4204221471



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
LABORATORIUM JALAN RAYA

Alamat: Jl. Bathin Alam, Sei. Alam Bengkalis - Riau - Indonesia
Telp. (+62766)24566 Fax. (+62766) 800 1000 Website: www.polbeng.ac.id

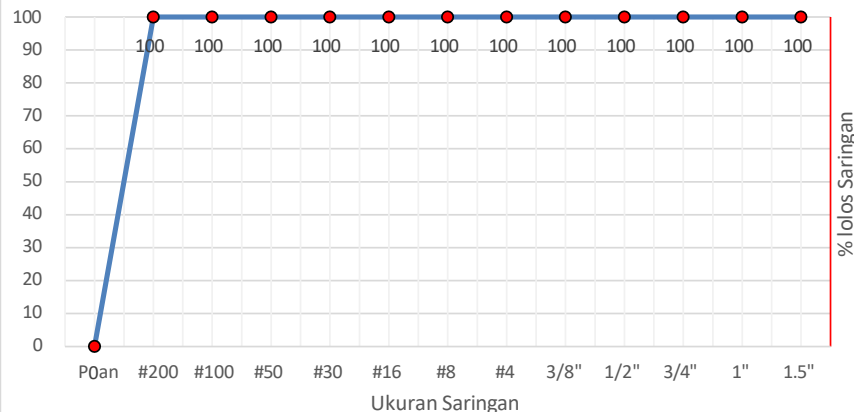
UJI ANALISA SARINGAN FILLER (FF)

SNI ASTM C136-2012

Pekerjaan : Skripsi
Judul Skripsi : PENGARUH GENANGAN AIR LAUT TERHADAP KERUSAKAN JALAN ASPAL (AC-WC)
Tanggal Pengujian : 12 Maret 2026
Sumber Material : Tanjung Pinang
Jenis Campuran : Asphalt Concrete-Wearing Course
Sampel : 1

Ukuran Saringan		Berat Saringan	Berat saringan +Agregat	Berat Tertahan (gram)	% Tertahan	% Tertahan Kumulatif	%Lolos Saringan
No	mm						
1.5"	37.5	428	428	0.0	0.0	0.00	100.00
1"	25	517	517	0.0	0.0	0.00	100.00
3/4"	19	428	428	0.0	0.0	0.00	100.00
1/2"	12.5	543	543	0.0	0.0	0.00	100.00
3/8"	9.5	501	501	0.0	0.0	0.00	100.00
#4	4.75	482	482	0.0	0.0	0.00	100.00
#8	2.36	412	412	0.0	0.0	0.00	100.00
#16	1.18	338	338	0.0	0.0	0.00	100.00
#30	0.6	331	331	0.0	0.0	0.00	100.00
#50	0.3	366	366	0.0	0.0	0.00	100.00
#100	0.15	338	338	0.0	0.0	0.00	100.00
#200	0.075	277	277	0.0	0.0	0.00	100.00
Pan		423	2423	2000	100.0	100.00	0.00
Berat Sampel Total				2000.0	100	100	

Grafik Analisa Saringan Filler Sampel 1



Mengetahui/Diperiksa:

Pembimbing Skripsi

PLP Lab. Jalan Raya

Di Uji Oleh:

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

Ir. Lizar, S.T., M.T
NIP. 198707242022031003

Sya'ari, S.ST
NIP. 199201232025211050

Avito Miftahul Ulum
NIM. 4204221471

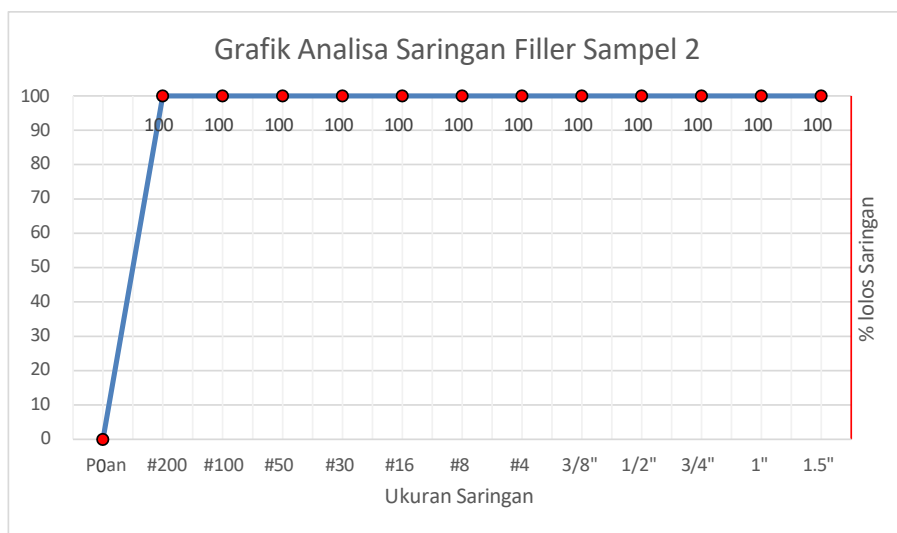


UJI ANALISA SARINGAN FILLER (FF)
SNI ASTM C136-2012

Pekerjaan : Skripsi
Judul Skripsi : PENGARUH GENANGAN AIR LAUT TERHADAP KERUSAKAN
JALAN ASPAL (AC-WC)
Tanggal Pengujian : 12 Maret 2026
Sumber Material : Tanjung Pinang
Jenis Campuran : Asphalt Concrete-Wearing Course

Sampel : 2

Ukuran Saringan		Berat Saringan	Berat saringan + Agregat	Berat Tertahan (gram)	% Tertahan	% Tertahan Kumulatif	% Lolos Saringan
No	mm						
1.5"	37.5	428	428	0.0	0.0	0.00	100.00
1"	25	517	517	0.0	0.0	0.00	100.00
3/4"	19	428	428	0.0	0.0	0.00	100.00
1/2"	12.5	543	543	0.0	0.0	0.00	100.00
3/8"	9.5	501	501	0.0	0.0	0.00	100.00
#4	4.75	482	482	0.0	0.0	0.00	100.00
#8	2.36	412	412	0.0	0.0	0.00	100.00
#16	1.18	338	338	0.0	0.0	0.00	100.00
#30	0.6	331	331	0.0	0.0	0.00	100.00
#50	0.3	366	366	0.0	0.0	0.00	100.00
#100	0.15	338	338	0.0	0.0	0.00	100.00
#200	0.075	277	277	0.0	0.0	0.00	100.00
Pan		423	2423	2000	100.0	100.00	0.00
Berat Sampel Total				2000		100.00	



Mengetahui/Diperiksa:

Di Uji Oleh:

Pembimbing Skripsi

PLP Lab. Jalan Raya

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

Ir. Lizar, S.T., M.T

NIP: 198707242022031003

Sya'ari, S.ST

NIP. 199201232025211050

Avito Miftahul Ulum

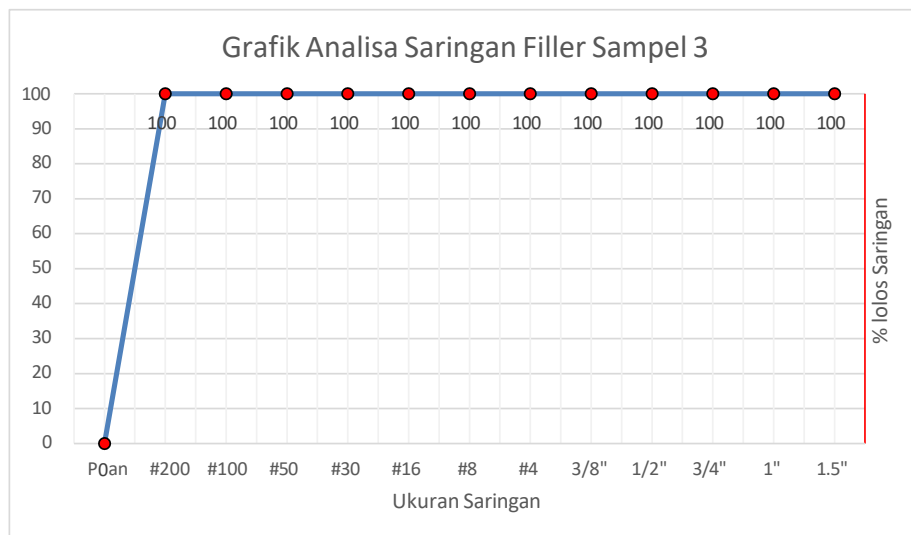
NIM. 4204221471



UJI ANALISA SARINGAN FILLER (FF)
SNI ASTM C136-2012

Pekerjaan : Skripsi
Judul Skripsi : PENGARUH GENANGAN AIR LAUT TERHADAP KERUSAKAN
JALAN ASPAL (AC-WC)
Tanggal Pengujian : 12 Maret 2026
Sumber Material : Tanjung Pinang
Jenis Campuran : Asphalt Concrete-Wearing Course
Sampel : 3

Ukuran Saringan		Berat Saringan	Berat saringan + Agregat	Berat Tertahan (gram)	% Tertahan	% Tertahan Kumulatif	% Lolos Saringan
No	mm						
1.5"	37.5	428	428	0.0	0.0	0.00	100.00
1"	25	517	517	0.0	0.0	0.00	100.00
3/4"	19	428	428	0.0	0.0	0.00	100.00
1/2"	12.5	543	543	0.0	0.0	0.00	100.00
3/8"	9.5	501	501	0.0	0.0	0.00	100.00
#4	4.75	482	482	0.0	0.0	0.00	100.00
#8	2.36	412	412	0.0	0.0	0.00	100.00
#16	1.18	338	338	0.0	0.0	0.00	100.00
#30	0.6	331	331	0.0	0.0	0.00	100.00
#50	0.3	366	366	0.0	0.0	0.00	100.00
#100	0.15	338	338	0.0	0.0	0.00	100.00
#200	0.075	277	277	0.0	0.0	0.00	100.00
Pan		423	2423	2000	100.0	100.00	0.00
Berat Sampel Total				2000.0		100.00	



Mengetahui/Diperiksa:

Di Uji Oleh:

Pembimbing Skripsi

PLP Lab. Jalan Raya

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

Ir. Lizar, S.T., M.T

NIP: 198707242022031003

Sya'ari, S.ST

NIP. 199201232025211050

Avito Miftahul Ulum

NIM. 4204221471



Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles
SNI 2417:2008

Pekerjaan : Skripsi
Judul Skripsi : PENGARUH GENANGAN AIR LAUT TERHADAP KERUSAKAN
JALAN ASPAL (AC-WC)
Tanggal Pengujian : 13 Maret 2026
Sumber Material : Tanjung Pinang
Jenis Campuran : Asphalt Concrete-Wearing Course

HASIL PENGUJIAN

BATAS UKURAN FRAKSI				BERAT BENDA UJI (Gram)				
LOLOS		TERTAHAN		NO. CONTOH :				
ASTM (mm)	No. # (")	ASTM (mm)	No. # (")	B.UJI 1	B.UJI 2	B.UJI 3	B.UJI 4	B.UJI 5
75	3"	62	2,5"					
62	2,5"	50	2"					
50	2"	37.5	1 1/2"					
37.5	1 1/2"	25	1"					
25	1"	19	3/4"					
19	3/4"	12.5	1/2"	2500	2500	2500		
12.5	1/2"	9.5	3/8"	2500	2500	2500		
9.5	3/8"	6.3	1/4"					
6.3	1/4"	4.75	No. 4					
4.75	No.4	2.36	No. 8					
Berat Sebelum Pengujian (Gram)				5000	5000	5000		
Berat Setelah Pengujian (Gram)				4184	4145	4160		
Berat Bahan yang Aus (Gram)				816	855	840		
Keausan (%)				16.32	17.1	16.8		
Keausan rata-rata (%)				16.74				

Bina Marga menyarankan nilai keausan maksimum adalah 40%.

Mengetahui/Diperiksa:		Di Uji Oleh:
Pembimbing Skripsi	PLP Lab. Jalan Raya	Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil
 Ir. Lizar, S.T., M.T NIP: 198707242022031003	 Sya'ari, S.ST NIP. 199201232025211050	 Ayito Miftahul Ulum NIM. 4204221471



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN
TEKNOLOGI

JURUSAN TEKNIK SIPIL POLITEKNIK
NEGERI BENGKALIS LABORATORIUM
JALAN RAYA

Alamat: Jl. Bathin Alam, Sei. Alam Bengkalis - Riau - Indonesia

Telp. (+62766)24566 Fax. (+62766) 800 1000 Website: www.polbeng.ac.id

PENGUJIAN TITIK LEMBEK ASPAL SNI
2434:2011

Pekerjaan : Skripsi
Judul Skripsi : PENGARUH GENANGAN AIR LAUT TERHADAP KERUSAKAN JALAN
ASPAL (AC-WC)
Tanggal Pengujian : 10-Apr-26 Sumber
Material :
Jenis Campuran : Asphalt Concrete-Wearing Course
Suhu Ruang :

Hasil Pengujian

Pemanas Contoh	Alat	: Kompok	
	Suhu	: 130°C	
	Mulai	: Pukul	18:00
	Selesai	: Pukul	18:07
Pengisian Cincin	Suhu	: 100°C	
	Mulai	: Pukul	18:07
	Selesai	: Pukul	18:10
Penyimpanan benda uji pada ruang terbuka atau di dalam lemari pendingin	Suhu	: 27°C	
	Mulai	: Pukul Pukul	18:10
	Selesai	:	18:40
Perendam bola besi	Suhu	: 3°C	
	Mulai	: Pukul	18:40
	Selesai	: Pukul	18:55
Perendam benda uji di dalam bejana	Suhu	: 3°C	
	Mulai	: Pukul	18:40
	Selesai	: Pukul	18:55
Pengujian	Suhu	: 5°C	
	Mulai	: Pukul	18:55
	Selesai	: Pukul	19:20

Pembacaan

SUHU (°C)	Pembacaan Penetrasi (20C, 100 gram, 5 detik)					
	Benda Uji 1A	Benda Uji 1B	Benda Uji 2A	Benda Uji 2B	Benda Uji 3A	Benda Uji 3B
5	0	0	0		0	0
10	273	273	480	480	60	60
15	512.4	512.4	606.6	606.6	148.2	148.2
20	684	684	753.6	753.6	327	327
25	801	801	840	840	440.4	440.4
30	960.6	960.6	978	978	568.2	568.2
35	1094.4	1094.4	1110	1110	672	672
40	1270.2	1270.2	1263	1263	791.4	791.4
45	1464.6	1464.6	1415.4	1415.4	873.6	873.6
48	1518	1525.2	1521	1521.6		
49					985.58	873.6
Titik Lembek :	48°C	48°C	48°C	48°C	49°C	49°C
	48°C		48°C		49°C	

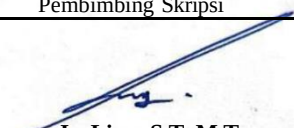
Mengetahui/Diperiksa:

Di Uji Oleh

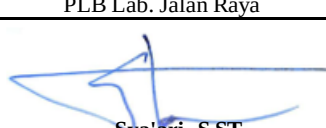
Pembimbing Skripsi

PLB Lab. Jalan Raya

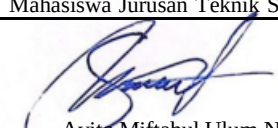
Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil


Ir. Lizar, S.T., M.T

NIP: 198707242022031003


Sya'ari, S.ST

NIP. 199201232025211050


Ayito Miftahul Ulum NIM.

4204221471



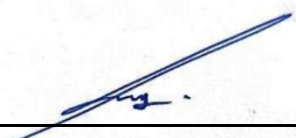
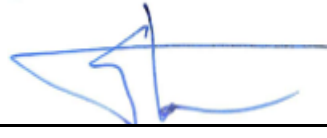
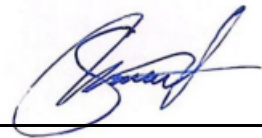
PENGUJIAN BERAT JENIS ASPAL

SNI 2442:2011

Pekerjaan : Skripsi
Judul Skripsi : PENGARUH GELANGGARAN AIR LAUT TERHADAP KERUSAKAN JALAN ASPAL (AC-V C)
Tanggal Pengujian : 06 April 2026
Sumber Material :
Suhu Ruang : 25°C

Contoh dipanaskan	Mulai : Pukul. 15:00	Suhu Oven : 130°C
	Selesai : Pukul. 15:10	
Didiamkan pada suhu ruang	Mulai : Pukul. 15:20	
	Selesai : Pukul. 16:00	
Direndam pada 25°C	Mulai : Pukul. 16:00	Suhu : 25°C
	Selesai : Pukul. 16:30	Waterbath
Pemeriksaan berat jenis	Mulai : Pukul. 16:30	
	Selesai : Pukul. 17:00	

		Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3
Berat piknometer + aspal	(C)	65.336 gram	65.194 gram	57.553 gram
Berat piknometer kosong	(A)	42.857 gram	40.654 gram	33.135 gram
Berat Aspal	(C-A)	22.479 gram	24.54 gram	24.418 gram
Berat piknometer + air	(B)	75.977 gram	72.297 gram	67.309 gram
Berat piknometer kosong		42.857 gram	40.654 gram	33.135 gram
Berat Air	(B-A)	33.12 gram	31.643 gram	34.174 gram
Berat piknometer + aspal + air	(D)	76.014 gram	73.449 gram	67.662 gram
Berat piknometer + aspal		65.336 gram	65.194 gram	57.553 gram
Berat air	(D-C)	10.678 gram	8.255 gram	10.109 gram
Isi Aspal (B-A)-(D-C)		22.442 ml	23.388 ml	24.065 ml
Berat jenis = $\frac{(C-A)}{(B-A)-(D-C)}$		1.002	1.049	1.015
Berat jenis rata-rata		1.022		

Mengetahui/Diperiksa :		Di Uji Oleh:
Pembimbing Skripsi	PLP Lab. Jalan Raya	Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil
 Ir. Lizar, S.T., M.T NIP: 198707242022031003	 Sya'ari, S.ST NIP. 199201232025211050	 Avito Miftahul Ulum NIM. 4204221471



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
LABORATORIUM JALAN RAYA

Alamat: Jl. Bathin Alam, Sei. Alam Bengkalis - Riau - Indonesia
Telp. (+62766)24566 Fax. (+62766) 800 1000 Website: www.polbeng.ac.id

PENGUJIAN PENETRASI ASPAL

SNI 2456:2011

Pekerjaan : Skripsi
Judul Skripsi : PENGARUH GENANGAN AIR LAUT TERHADAP KERUSAKAN JALAN ASPAL (AC-WC)
Tanggal Pengujian : 7-Apr-26
Sumber Material :
Jenis Campuran : Asphalt Concrete-Wearing Course
Suhu Ruang :

Hasil Pengujian

Pemanas Contoh	Suhu	: 130°C
	Mulai	: 15:35
	Selesai	: 15:42
Penyimpanan pada suhu ruang	Mulai	: 15:42
	Selesai	: 16:42
Perendam pada suhu 25 °C	Mulai	: 16:42
	Selesai	: 17:42
Pengujian	Suhu	: 20°C
	Mulai	: 17:42
	Selesai	: 18:05

PEMBACAAN PENETRASI (25°C, 100 gram, 5 detik)

SUHU (°C)	PEMBACAAN PENETRASI (25°C, 100 gram, 5 detik)			
	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3	Benda Uji 4
1	63.2	63.1	65.1	
2	68.1	64	58.9	
3	67.6	55.1	56.1	
4	65.6	56.6	61.7	
5	67.8	55.3	65.2	
Rata-rata	66.46	58.82	61.4	
	62.23			

Mengetahui/Diperiksa

Di Uji Oleh

Ir. Lizar, S.T., M.T.

NIP: 198707242022031003

Sya'ari, S.ST.

NIP. 199201232025211050

Avito Miftahul Ulum

NIM. 4204221471



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI

JURUSAN

TEKNIK

SIPIL

POLITEKNIK

NEGERI

BENGKALIS

LABORATORIUM JALAN RAYA

Alamat: Jl. Bathin Alam, Sei. Alam Bengkalis - Riau - Indonesia

Telp. (+62766)24566 Fax. (+62766) 800 1000 Website: www.polbeng.ac.id

PENGUJIAN DAKTILITAS ASPAL

SNI 2432:2011

Pekerjaan : Skripsi
Judul Skripsi : PENGARUH GENANGAN AIR LAUT TERHADAP KERUSAKAN
JALAN ASPAL (AC-WC)
Tanggal Pengujian : 11 April 2026
Sumber Material :
Jenis Campuran : Asphalt Concrete-Wearing Course
Suhu Ruang : 25 °C

Hasil Pengujian

Pemanas Contoh	Suhu	: 130°C
	Mulai	: 10.50
	Selesai	: 11.05
Penyimpanan pada suhu ruang	Mulai	: 11.10
	Selesai	: 11.40
Perendam pada suhu 25 °C	Mulai	: 11.40
	Selesai	: 12.00
Pengujian	Suhu	: 25
	Mulai	: 12.00
	Selesai	: 12.40

PEMBACAAN DAKTILITAS (cm)

BENDA UJI I	BENDA UJI II	BENDA UJI III
131	130	131

Rata-rata : 130.7 Cm

Mengetahui/Diperiksa:

Di Uji Oleh:

Pembimbing Skripsi

PLP Lab. Jalan Raya

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

Ir. Lizar, S.T., M.T

NIP: 198707242022031003

Sya'ari, S.ST

NIP. 199201232025211050

Avito Miftahul Ulum

NIM. 4204221471

Kegiatan	: Skripsi	Tanggal Pengujian	: 09 - 10 Maret 2026
Jenis Pengujian	: Analisa Saringan	Penguji	: Avito Miftahul Ulum
Lokasi	: Lab. Jalan Raya	Nim	: 4204221471

DOKUMENTASI

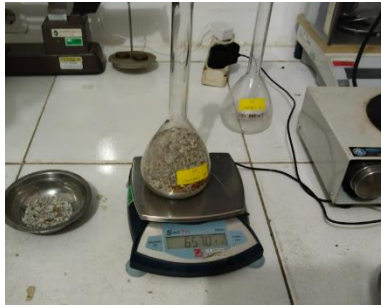
	
Menyiapkan peralatan yang digunakan.	Mengambil agregat
	
Memasukkan sampel ke dalam oven selama 24jam dengan suhu 110°C	Menimbang berat saringan
	
Mengayak sampel menggunakan mesin chive shaker	Menimbang berat saringan + Benda uji

Kegiatan	: Skripsi	Tanggal Pengujian	: 09 - 11 Maret 2026
Jenis Pengujian	: Berat jenis agregat halus	Penguji	: Avito Miftahul Ulum
Lokasi	: Lab. Jalan Raya	Nim	: 4204221471

DOKUMENTASI

	
Menyiapkan peralatan yang digunakan.	Mengambil agregat
	
Mencuci dan menyaring agregat	Agregat dimasukkan kedalam wadah untuk direndam selama 24 jam
	
Periksa keadaan SSD dengan kerucut terpancung	Timbang berat benda uji SSD



	
Menimbang berat piknometer kosong	Menimbang berat piknometer + air
	
Menimbang berat piknometer + Benda uji + air	Oven benda uji selama 24 jam kemudian di timbang
	
Menimbang berat kering	



Kegiatan	: Skripsi	Tanggal Pengujian	: 09-11 Maret 2026
Jenis Pengujian	: Berat jenis agregat kasar	Penguji	: Avito Miftahul Ulum
Lokasi	: Lab. Jalan Raya	Nim	: 4204221471

DOKUMENTASI

	
Menyiapkan peralatan yang digunakan.	Mengambil agregat
	
Mencuci dan menyaring agregat	Agregat dimasukkan kedalam wadah untuk direndam selama 24 jam
	
Menimbang berat SSD agregat	Menimbang berat benda uji dalam air



Oven benda uji selama 24 jam kemudian di timbang

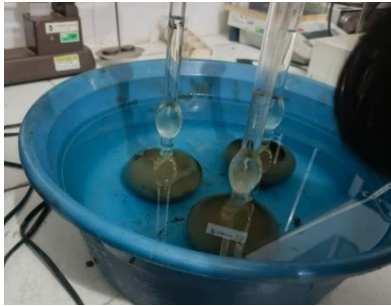


Menimbang benda uji setelah di oven

Kegiatan	: Skripsi	Tanggal Pengujian	: Maret 2026
Jenis Pengujian	: Berat jenis semen	Penguji	: Avito Miftahul Ulum
Lokasi	: Lab. Jalan Raya	Nim	: 4204221471

DOKUMENTASI

	
Menyaring semen lolos saringan no.200	Menimbang benda uji
	
Memasukan minyak korosin ke dalam pikno	Merendam Kerosin pada suhu tertentu
	
Memasukan semen kedalam pikno	Mengelindingkan pikno



Merendam pikno + semen + korosin selama
24 jam



Membersihkan pino

Kegiatan : Skripsi

Tanggal Pengujian : Maret 2026

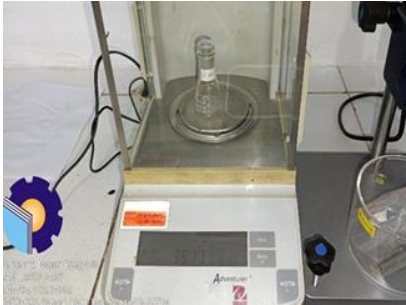
Jenis Pengujian : Berat jenis Aspal

Penguji : Avito Miftahul Ulum

Lokasi : Lab. Jalan Raya

Nim : 4204221471

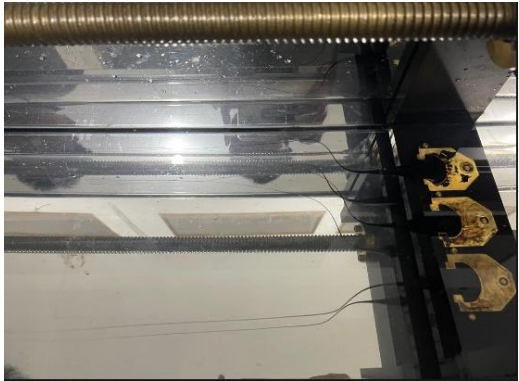
DOKUMENTASI

	
Mencairkan aspal	Timbang berat piknometer
	
Timbang piknometer + air	Menuangkan aspal ke dalam pikno
	
Pikno diisi air kemudian di rendam	Menimbang berat piknometer + aspal + air



Kegiatan	: Skripsi	Tanggal Pengujian	: Maret 2026
Jenis Pengujian	: Daktilitas Aspal	Penguji	: Avito Miftahul Ulum
Lokasi	: Lab. Jalan Raya	Nim	: 4204221471

DOKUMENTASI

	
Mencairkan sampel	Memasukkan sample ke cetakan
	
Menuangkan gliserin kedalam air bak alat uji	Melakukan pengujian dan pembacaan hasil

Kegiatan	: Skripsi	Tanggal Pengujian	: Maret 2026
Jenis Pengujian	: Keausan agregat kasar	Penguji	: Avito Miftahul Ulum
Lokasi	: Lab. Jalan Raya	Nim	: 4204221471

DOKUMENTASI

	
Mengayak agregat ambil yang tertahan di saringan sesuai spesifikasi	Timbang berat benda uji
	
Masukkan benda uji dan bola baja 11 biji ke dalam mesin los angeles	Atur putaran mesin Los Angeles
	
Agregat setelah diuji disaring di saringan No. 12	Mencuci agregat



	
Oven benda uji selama 24 jam	Timbang kering oven

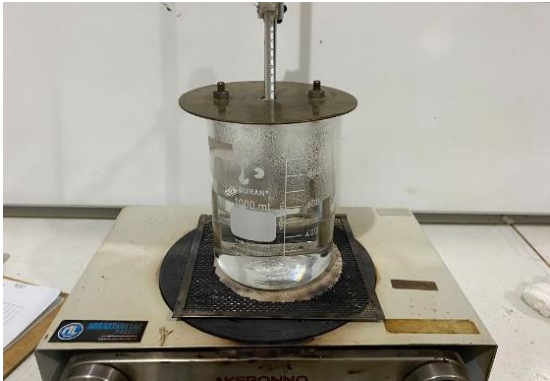
Kegiatan	: Skripsi	Tanggal Pengujian	:
Jenis Pengujian	: Penetrasi Aspal	Penguji	: Avito Miftahul Ulum
Lokasi	: Lab. Jalan Raya	Nim	: 4204221471

DOKUMENTASI

	
Mencairkan sampel	Menyiapkan sampel uji
	
Merendam sampel	Melakukan pengujian dan pembacaan hasil

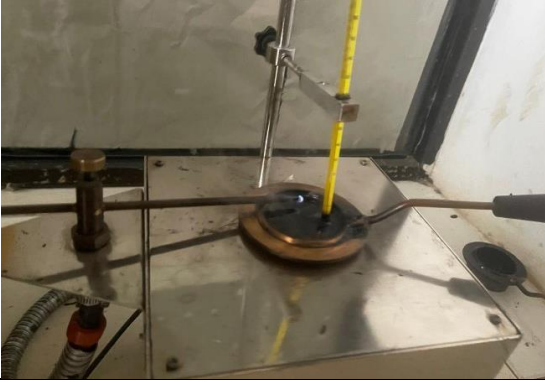
Kegiatan	: Skripsi	Tanggal Pengujian	:
Jenis Pengujian	: Titik Lembek Aspal	Penguji	: Avito Miftahul Ulum
Lokasi	: Lab. Jalan Raya	Nim	: 4204221471

DOKUMENTASI

	
Mencairkan sampel	Memasukkan aspal kecin
	
Meratakan sampel	Mengatur suhu kompor listrik
	
Pembacaan suhu dan waktu	

Kegiatan	: Skripsi	Tanggal Pengujian	:
Jenis Pengujian	: Titik Nyala dan Bakar Aspal	Penguji	: Avito Miftahul Ulum
Lokasi	: Lab. Jalan Raya	Nim	: 4204221471

DOKUMENTASI

	
Mencairkan sampel	Memasang sampel Cleveland open cup
	
Pembacaan waktu serta suhu titik nyala	Pembacaan waktu serta suhu titik bakar

Kegiatan	: Skripsi	Tanggal Pengujian	:
Jenis Pengujian	: Pembuatan Sampel Marshall	Penguji	: Avito Miftahul Ulum
Lokasi	: Lab. Jalan Raya	Nim	: 4204221471

DOKUMENTASI

	
Menimbang bahan marshall	Memanaskan agregat
	
Pencampuran agregat dengan aspal	Memasukan sampel ke cetakan
	
Pemadatan sampel	Mengeluarkan sampel dari cetakan

	
Menimbang berat kering sampel	Mengukur dimensi sampel
	
Merendam sampel di air asin	Menimbang berat sampel dalam air
	
Memasukkan sampel kedalam waterbath	Melakukan pengujian dan pembacaan hasil



Sampel yang di rendam air asin



Sampel tidak di rendam air



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

Jalan Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis - Riau 28711

Telepon (+62766) 24566, Faximile (+62766) 800 1000

Laman: <http://www.polbeng.ac.id>, Email: polbeng@polbeng.ac.id

Lampiran 11 : Form Saran Perbaikan Sidang SKRIPSI

FORMULIR 11	Skripsi: 2025/2026
SARAN PERBAIKAN SIDANG SKRIPSI	

SARAN PERBAIKAN SIDANG TA/SKRIPSI

Pelaksanaan Sidang SKRIPSI Dari Mahasiswa

Nama : Avito Miftahul Ulum

NIM : 4204221471

Judul Skripsi : Pengaruh Genangan Air Laut Terhadap Kerusakan Jalan Aspal (AC-WC)

Bapak Marhadi Sastra, S.T.,M.Sc (Dosen Penguji 1)

Materi perbaikan dari Dosen Penguji

.. - Gupur di perbaiki }
.. - dalam skripsi }
.. - krusuk penerap }
..
..
..
..
..
..

Pengesahan dari dosen Penguji

Sebelum Perbaikan		Setelah Perbaikan	
Tanggal		Tanggal	
Tanda Tangan		Tanda Tangan	

Bengkalis, 14 Juli 2026

Dosen Penguji 1

(Marhadi Sastra, S.T.,M.Sc)

Catatan :

1. Form lembar saran perbaikan sidang yang telah diisi di kembalikan ke koordinator.
2. Tanda * (coret salah satunya)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

Jalan Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis - Riau 28711

Telepon (+62766) 24566, Faximile (+62766) 800 1000

Laman: <http://www.polbeng.ac.id>, Email: polbeng@polbeng.ac.id

Lampiran 11 : Form Saran Perbaikan Sidang SKRIPSI

FORMULIR 11	Skripsi: 2025/2026
SARAN PERBAIKAN SIDANG SKRIPSI	

SARAN PERBAIKAN SIDANG TA/SKRIPSI

Pelaksanaan Sidang SKRIPSI Dari Mahasiswa

Nama : Avito Miftahul Ulum

NIM : 4204221471

Judul Skripsi : Pengaruh Genangan Air Laut Terhadap Kerusakan Jalan Aspal (AC-WC)

Ir. Zulkarnain, S.T., M.T. (Dosen Penguji 2)

Materi perbaikan dari Dosen Penguji

- Daftar pustaka selengkap dgn pedoman abjad ya!
- Sub 60. Sub ? Bab II. Sub II dan Bab III
- Revisi oke! Ace gini

Pengesahan dari dosen Penguji			
Sebelum Perbaikan		Setelah Perbaikan	
Tanggal	14/07-26	Tanggal	20 Juli 2026
Tanda Tangan		Tanda Tangan	

Bengkalis, 14 Juli 2026

Dosen Penguji 2

(Ir. Zulkarnain, S.T., M.T.)

Catatan :

1. Form lembar saran perbaikan sidang yang telah diisi di kembalikan ke koordinator.
2. Tanda * (coret salah satunya)

