

**SKRIPSI**

**PENGARUH PENAMBAHAN KADAR ASPAL PADA  
CAMPURAN AC-WC YANG MENGGUNAKAN  
BOTTOM ASH**

*Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan  
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan  
Jurusan Teknik Sipil*



**DI SUSUN OLEH:**

**RIYAN ADE NURREZA**

**NIM. 4204191228**

**PRODI D-IV TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**

**2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PENGARUH PENAMBAHAN KADAR ASPAL PADA**  
**CAMPURAN AC-WC YANG MENGGUNAKAN**  
**BOTTOM ASH**

*Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program Studi Diploma IV*  
*Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis*

**Oleh :**

**RIYAN ADE NURREZA**

**NIM. 4204191228**

*Di setujui oleh Tim Penguji Skripsi*      *Tanggal Ujian*      : *01 Agustus 2024*  
*Periode Wisuda*      : *VIII*

1. Lizar, MT (Pembimbing)  
NIP. 198707242022031003
2. Faisal Aranda, ST., MT (Penguji I)  
NIP. 198502192015041001
3. Zulkarnain, MT (Penguji II)  
NIP. 198407103019031007
4. Muhammad Idham, ST., M.Sc (Penguji III)  
NIP. 198409072014041001

Bengkalis, 1 Agustus 2024  
Ketua Program Studi D-IV Teknik Sipil




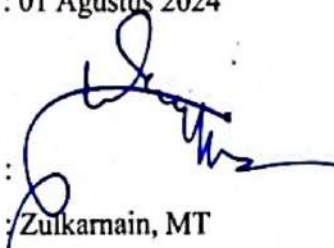
Lizar, M.T

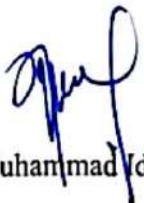
NIP. 198707242022031003

## LEMBAR PENGESAHAN

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

Tanda tangan :   
Nama Penguji I : Faisal Ananda, ST., MT  
Tanggal Pengujian : 01 Agustus 2024

Tanda tangan :   
Nama Penguji II : Zulkarnain, MT  
Tanggal Pengujian : 01 Agustus 2024

Tanda tangan :   
Nama Penguji III : Muhammad Idham, ST., M.Sc  
Tanggal Pengujian : 01 Agustus 2024

## 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 kesarjanaan di perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau di publikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka.

Bengkalis, 01 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan,



yan Ade Nurreza

## LEMBAR PERSEMBAHAN



Dengan rasa syukur yang mendalam, dengan telah diselesaikan skripsi ini, penulis mempersembahkannya kepada:

1. Keluarga besar penulis yang telah senantiasa membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini saya persembahkan kepada orang-orang hebat di dalam hidup saya terutama kedua orang tua, Bapak Sarjuri dan Ibu Yanti Sri Rahayu. Penulis mengucapkan terima kasih kepada keluarga yang terus mendukung penulis dalam hal materil dan moril sehingga Penulis dapat sampai di tahap ini.
2. Skripsi ini penulis persembahkan kepada almamater penulis Program Studi Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis.
3. Segenap civitas akademika kampus Politeknik Negeri Bengkalis semoga tetap semangat dan professional dalam mengemban tugasnya di kampus Politeknik Negeri Bengkalis.
4. Teman seperjuangan Desy Ratna Safitri. Terima kasih telah meluangkan waktu dan tenaganya untuk memberikan bantuan dan juga support dalam kegiatan penulisan skripsi ini.

# **PENGARUH PENAMBAHAN KADAR ASPAL PADA CAMPURAN AC-WC YANG MENGGUNAKAN BOTTOM ASH**

Nama Mahasiswa : Riyan Ade Nurreza

NIM : 4204191228

Dosen Pembimbing : Lizar, MT

## **ABSTRAK**

*Bottom-Ash* merupakan cangkang sawit atau debu kasar sisa pembakaran dan mengalami penggilingan, memiliki sebagian besar kandungan oksida dan silika. Peneliti bertujuan memanfaatkan *Bottom-Ash* sebagai pengganti sebagian pasir pada campuran ACWC. Parameter penelitian mengacu pada spesifikasi binamarga 2018. Dasar penelitian Kadar Aspal Rencana 10%, 12%, 14%, 16%, perbedaan berat pasir alami dan pasir bottom-ash. Dari pengujian marshall Kadar Aspal Rencana didapat dengan pemanfaatan *bottom-ash* 28%. Maka dilakukan perbandingan Kadar Aspal Optimum 10% terdahulu dan sekarang. Dari hasil pengujian didapat hasil seluruh nilai parameter bahan penyusun marshall memenuhi spesifikasi. Akan tetapi terdapat beberapa nilai parameter yang masih belum memenuhi spesifikasi seperti pada variasi kadar aspal 10% parameter nilai VIM dan VFA tidak memenuhi spesifikasi, pada kadar aspal 12% nilai Flow tidak memenuhi spesifikasi, dan pada kadar aspal 14% dan 16% ada terdapat tiga parameter yang tidak memenuhi spesifikasi yaitu nilai VIM, flow dan MQ. Diperkirakan pada Kadar Aspal Optimum 11% memenuhi spesifikasi pada variasi *bottom-ash* 28%.

**Kata-kunci:** AC WC, Karakteristik Marshall, Bottom Ash Sawit

# ***EFFECT OF ADDITIONAL ASPHALT CONTENT ON AC-WC MIXTURES USING BOTTOM ASH***

Student Name : Riyan Ade Nurreza  
Number ID : 4204191228  
Supervisor : Lizar, MT

## **ABSTRACT**

*Bottom-Ash is a palm shell or coarse dust from combustion and grinding, has a large content of oxides and silica. Researchers aim to utilize Bottom-Ash as a partial replacement for sand in the ACWC mixture. The research parameters refer to the 2018 highway specifications. The basis of the study is the Planned Asphalt Content of 10%, 12%, 14%, 16%, the difference in weight of natural sand and bottom-ash sand. From the marshall test, the Planned Asphalt Content was obtained by utilizing 28% bottom-ash. Then a comparison was made of the previous and current Optimum Asphalt Content of 10%. It turns out that all marshall parameter values meet the specifications, only some parameter values still do not fully meet the specifications. But in the current study, the Optimum Asphalt Content of 11% is estimated to meet the specifications for the 28% bottom-ash variation*

**Keywords:** AC WC, Marshall Characteristics, Bottom Ash Palm

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Pengaruh Penambahan Kadar Aspal Pada Campuran AC-WC Yang Menggunakan Bottom Ash**” dengan baik dan tepat pada waktunya. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Sarjana Terapan Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis.

Dengan selesainya skripsi ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Orang tua yang selalu berdo'a dan mendukung penuh skripsi penulis.
3. Bapak Alamsyah, M.Eng selaku Koordinator Skripsi Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan.
4. Bapak Lizar, MT selaku Dosen Pembimbing Skripsi.
5. Teman satu angkatan Syarifudin, Agus Sani, Aidil Riswanda yang sama – sama membantu dan mendukung dalam penulisan skripsi ini.
6. Serta pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah memberikan semangat dan dukungan sehingga terselesainya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan pada skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengundang pembaca untuk memberikan saran serta kritik yang membangun, kritik ini diharapkan untuk penyempurnaan skripsi selanjutnya. Akhir kata, penulis mengharapkan agar Skripsi ini dapat bermanfaat bagi semuanya.

Bengkalis, 01 Agustus 2024

Riyan Ade Nurreza



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>8</b>
1.1 Latar Belakang .....	8
1.2 Rumusan Masalah .....	9
1.3 Tujuan Penelitian.....	9
1.4 Batasan Masalah.....	10
1.5 Manfaat Penelitian.....	10
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>11</b>
2.1 Penelitian Sebelumnya .....	11
2.2 Struktur Perkerasan Lentur.....	13
2.3 Material Campuran Aspal .....	14
2.4 Pengujian Campuran Aspal .....	17
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>20</b>
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan.....	20

3.2	Alat dan Media .....	20
3.2.1	Alat.....	20
3.2.2	Bahan.....	20
3.3	Tahapan Penelitian .....	21
3.3.1	Teknik Pengumpulan Data.....	21
3.3.2	Analisa Data .....	29
3.3.3	Proses Analisa Dan Penafsiran .....	29
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>31</b>
4. 1	Hasil Penelitian Material .....	31
4. 1. 1	Hasil Pengujian Karakteristik Agregat.....	32
4. 1. 2	Hasil Pengujian Karakteristik Aspal .....	33
4. 2	Pembuatan Benda Uji.....	33
4. 3	Analisa Sampel Dengan <i>Bottom-Ash</i> 28% .....	35
4. 4	Perbandingan Hasil Penelitian Terdahulu dan Sekarang.....	36
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>44</b>
5. 1	Kesimpulan.....	44
5. 2	Saran .....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>46</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur Lapisan Perkerasan Lentur .....	13
Gambar 2.2 Bottom-ash .....	17

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Amplop Gradasi Agregat Campuran AC-WC .....	14
Tabel 2.2 Ketentuan Agregat Kasar .....	15
Tabel 2.3 Ketentuan Agregat Halus .....	16
Tabel 2.4 Ketentuan Untuk Aspal Keras Pen 60/70 .....	16
Tabel 3.1 Daftar Gradasi Dan Berat Benda Uji .....	23
Tabel 3.2 Ukuran Ayakan .....	25
Tabel 3.3 Jenis dan Metode Pengujian.....	29

## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

PLTU	: Pembangkit Listrik Tenaga Uap
$\mu\text{m}$	: Nanometer
HVFA	: <i>High Volume Fly Ash</i>
AC-WC	: <i>Asphalt Concrete – Wearing Course</i>
AC	: <i>Asphalt Concrete</i>
WC	: <i>Wearing Coarse</i>
SNI	: Standar Nasional Indonesia
ASTM	: <i>American Standart 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 <i>Filler</i>
K	: Konstanta (0,5 - 1,0)
KAR	: Kadar Aspal Rencana
KAO	: Kadar Aspal Optimum
BA	: <i>Bottom-ash</i>

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Aspal merupakan salah satu material yang digunakan sebagai bahan pembuatan jalan raya, material ini dipilih karena hasil akhirnya yang baik dan nyaman sebagai perkerasan *fleksibel*. Jalan merupakan infrastruktur terpenting dalam sistem transportasi darat di Indonesia. Terjaminnya struktur perkerasan yang baik akan menjamin keberlangsungan sistem transportasi yang baik pula.

Penggunaan aspal beton dalam pembangunan infrastruktur jalan raya merupakan hal yang penting. Namun, penggunaan aspal beton yang berlebihan dapat menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan alternatif penggunaan bahan-bahan yang ramah lingkungan dalam pembuatan aspal beton. Salah satu bahan yang dapat digunakan adalah *bottom ash*, yaitu limbah padat yang dihasilkan dari pembakaran batu bara pada pembangkit listrik. *Bottom ash* dapat digunakan sebagai pengganti agregat halus pada campuran aspal beton.

*Bottom ash* adalah sisa pembakaran batu bara yang berasal dari PLTU. *Fly ash* adalah material dengan ukuran partikel 0,5–150  $\mu\text{m}$  dengan partikel berbentuk bola (*spherical*), namun juga terdapat beberapa partikel yang bentuknya tidak teratur. Material ini adalah material *pozzolanic* yang berarti dapat digunakan sebagai pengganti semen. *Fly ash* dibagi menjadi 2 jenis berdasarkan komposisi kimianya, yaitu tipe C dan tipe F. *Fly ash* sudah mulai digunakan terutama pada beton *High Volume Fly Ash* (HVFA) untuk industri konstruksi demi sustainability dari beton itu sendiri, namun penggunaan *fly ash* dalam beton masih sedikit, dan pembuangan *fly ash* yang aman telah menjadi masalah yang bertumbuh di dunia.

Pemilihan material sangat penting, karena kinerja campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC) sebagian besar bergantung pada jenis campuran dan kualitas material, serta gradasi agregat yang mempengaruhi kualitas campuran. Kualitas perkerasan aspal dalam melayani arus lalu lintas yang melewati permukaan merupakan hasil interaksi dari kualitas desain termasuk

persyaratan kualitas material dan persyaratan spesifikasi dalam pelaksanaan proyek konstruksi jalan. Penyimpangan yang terjadi pada proses desain dan pelaksanaan akan mempengaruhi kinerja perkerasan aspal dalam melayani beban lalu lintas selama umur rencana. Lingkungan yang ekstrim akan mempengaruhi kualitas bahan sehingga memprovokasi para insinyur yang terlibat di sektor perkerasan jalan untuk terus berinovasi.

Berdasarkan permasalahan di atas maka dilakukan pengujian mengenai penambahan kadar aspal pada campuran AC-WC yang memanfaatkan limbah batu bara (bottom ash) dengan tujuan mengetahui kadar maksimum dan kadar minimum yang akan digunakan sebagai bahan campuran bottom ash dengan AC-WC.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang dapat dirumuskan masalah yang terjadi yaitu :

1. Bagaimana pengaruh penambahan kadar aspal pada campuran aspal beton AC-WC yang menggunakan bottom ash sebagai pengganti agregat halus?
2. Berapa kadar aspal optimum pada campuran aspal beton AC-WC yang menggunakan bottom ash sebagai pengganti agregat halus?
3. Bagaimana karakteristik Marshall pada campuran aspal beton AC-WC yang menggunakan bottom ash sebagai pengganti agregat halus?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah pada penelitian, tujuan mengambil penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan kadar aspal pada campuran aspal beton AC-WC yang menggunakan bottom ash sebagai pengganti agregat halus.
2. Untuk mengetahui kadar aspal optimum pada campuran aspal beton AC-WC yang menggunakan bottom ash sebagai pengganti agregat halus.

3. Untuk mengetahui karakteristik Marshall pada campuran aspal beton AC-WC yang menggunakan bottom ash sebagai pengganti agregat halus.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Pada penelitian ini dibatasi ruang lingkup masalah agar tidak terlalu luas dan supaya terarah pada judul penelitian yang diambil. Batasan masalah pada penelitian ini, yaitu :

1. Perencanaan campuran aspal menggunakan campuran untuk lapisan permukaan AC-WC dengan lalu lintas sedang.
2. Penetrasi aspal yang digunakan adalah 60/70.
3. Untuk bahan pengganti, digunakan bottom ash 28% dari berat aspal beton.
4. Jumlah benda uji untuk setiap variasi berjumlah 3 sampel (kadar aspal optimum).

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian yang diambil memiliki beberapa manfaat, di antaranya:

1. Dapat menanggulangi permasalahan limbah bottom ash disekitar masyarakat.
2. Mendapatkan aspal dengan kekuatan yang baik dan ramah lingkungan.
3. Penulis mengetahui karakteristik dari masing-masing tipe bottom ash dalam fungsinya sebagai filler pada perkerasan lentur.
4. Setiap daerah dapat memanfaatkan bottom ash yang dimiliki sebagai bahan filler pada perkerasan lentur sesuai dengan karakteristiknya masing-masing sehingga pemanfaatan dapat dilakukan secara maksimal.
5. Sebagai penambah wawasan terhadap pengelolaan limbah bottom ash bagi penulis.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Sebelumnya**

Dalam penelitian ini sebelumnya sudah dilakukan beberapa dosen dan mahasiswa dari beragam universitas dan perguruan tinggi lainnya di Indonesia tentang pengaruh bottom-ash pada penggantian sebagian agregat halus pada karakteristik marshall lapisan AC-WC salah satunya sebagai berikut :

1. Wahyu Tiara mahasiswa Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis Penelitian tentang “ Pemanfaatan bottom-ash Sawit Sebagai Pengganti Pasir Pada Campuran ACWC “ dengan variasi penggunaan bottom-ash 20%, 22%, 24%, 26%, 28% dari pengujian KAR yang memenuhi spesifikasi KAO yaitu kadar aspal 5%. Ternyata penggunaan bottom-ash dengan variasi tersebut belum memenuhi spesifikasi dibandingkan dengan kadar bottom-ash 0% yang memenuhi spesifikasi dengan nilai stabilitas = 2437,77 kg, Flow = 2,60%, Vfa = 79,18%, Vma = 15,15%, Vim = 3,22% dan MQ = 1030,43 kg/mm.
2. Fadlan Hawari mahasiswa Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis. Penelitian mengenai “Analisa Pengaruh Penggantian Filler Abu Sawit Fly-ash dan Bottom-ash terhadap Karakteristik Perkerasan Lentur (AC-WC) “. Penggunaan variasi fly-ash memiliki nilai stabilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan bottom-ash dengan nilai 2316 Kg, sedangkan bottom-ash memiliki nilai 2205 Kg. Nilai persentase rata-rata keseluruhan yang dihasilkan dalam pengujian karakteristik menunjukkan bahwa penggunaan filler fly-ash 1,23% lebih baik dari pada penggunaan filler bottom-ash. Hasil pengujian menunjukkan bahwa karakteristik material dasar telah memenuhi spesifikasi material. untuk mengurangi jumlah limbah tersebut, maka digunakan sebagai bahan pengganti filler pada campuran aspal beton. Filler yang digunakan berupa fly-ash dan bottom-ash yang dihasilkan dari perusahaan pengolahan buah sawit. Spesifikasi dalam

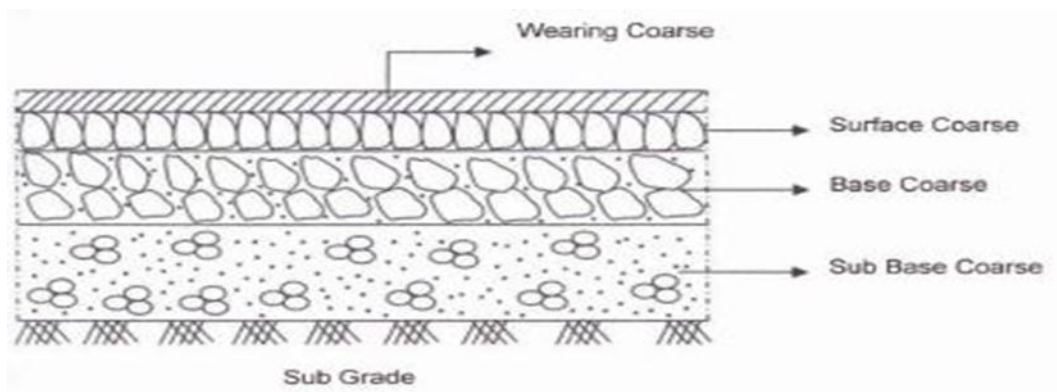
pelaksanaan pengujian ini mengacu pada Spesifikasi Umum Binamarga 2018.

3. Anas Tahir dan Andi Tenri Wulan mahasiswa Fakultas Teknik, Universitas Tadulako, kampus bumi Tadulako, Tondo, Palu. melakukan penelitian mengenai “Pengaruh Variasi Bottom-ash Dan Abu Batu Terhadap Karakteristik Campuran Beton Aspal Lapis AUS (AC-WC)”. Bottom-ash yang digunakan pada pengujian ini hasil dari pembakaran batu bara. Pengujian dilakukan dengan membuat benda marshall untuk mengetahui karakteristik campurannya. Dari beberapa variasi kadar bottom-ash yang digunakan dalam pengujian yaitu BA 0%,25%,50%,75%,100%, didapat kadar bottom-ash ideal 6 pada BA 25% dengan kadar aspal 6,25% menjadi kadar yang optimum/ideal sebagai bahan material dalam perkerasan jalan dengan kadar aspal.
4. Bianglala Kinanti mahasiswa Teknik Sipil Universitas Mataram dengan penelitian tentang “Pengaruh Kadar Bottom-ash Sawit Sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Karakteristik Campuran AC-WC”. Bottom-ash merupakan salah satu material yang memiliki sifat dan bentuk yang serupa dengan material perkerasan jalan adalah (bottom-ash), material ini serupa dengan agregat halus (pasir). variasi yang digunakan dengan perbandingan agregat halus: bottom-ash, yaitu (100%:0%), (92,5%:7,5%), (85%:15%), (77,5%:22,5%), (70%:30%). Pengujian yang dilakukan yaitu menentukan volumetrik campuran aspal yaitu nilai VIM, VMA dan VFB dan melakukan pengujian mekanis yaitu pengujian marshall untuk mendapatkan nilai stabilitas, flow dan Marshall Quotient. Setelah diperoleh kadar aspal optimum dari masing – masing variasi benda uji. Benda uji pada kadar aspal optimum selanjutnya dilakukan pengujian Marshall Immersion. Hasil pengujian menunjukkan kadar aspal optimum setiap variasi bottom-ash 0%, 7,5%, 15%, 22,5%, dan 30% adalah 6%, 6%, 5,8%, 5,8%, 5,8%. Pada perendaman standar variasi bottom-ash 0%, 7,5%, 15%, 22,5%, dan 30% dicapai nilai stabilitas campuran adalah 2823,706 kg, 2710,294 kg, 3020,796 kg, 2916,057 kg dan 2843,981 kg. Sedangkan nilai indeks

kekuatan sisa adalah 94,677 %, 95,492 %, 96,667 %, 91,302 % dan 90,479 %. Hasil penelitian menunjukkan agregat halus dapat disubstitusikan dengan bottom-ash dengan prosentase optimum sebesar 15%.

## 2.2 Struktur Perkerasan Lentur

Adapun struktur dalam perkerasan lentur, dalam penelitian ini peneliti fokus pada struktur lapisan permukaan atau *surface coarse* pada lapisan aus atau *wearing coarse*. Perkerasan lentur merupakan pekerjaan konstruksi yang umumnya disebut *flexible pavement* dimana pada perkerasan ini menggunakan aspal sebagai bahan utama dan bahan pengikat. Pada perkerasan jalan lentur memiliki beberapa lapisan perkerasan sebagai penyusun dimulai dari lapisan paling bawah sampai ke lapisan paling atas, dengan struktur sebagai berikut :



**Gambar 2.1** Struktur Lapisan Perkerasan Lentur

Sumber : *Jurnal Universitas Kristen Petra, 2015*

### 1. Lapis Pondasi Bawah (*Sub Base Coarse*)

Lapisan pondasi bawah setelah lapisan tanah dasar (*subgrade*) merupakan struktur paling awal dimana pekerjaan ini sering disebut galian dan timbunan yang dipadatkan. Kekuatan dan keawetan dari konstruksi perkerasan jalan tergantung dari sifat-sifat dari daya dukung tanah dasar.

### 2. Lapis Pondasi Atas (*Base Coarse*)

Lapisan Sub base adalah lapisan yang berisikan agregat yang dipadatkan atau lapisan tanah yang sudah diberikan material tambahan. Lapisan sub base ini harus lebih baik dibandingkan dengan lapisan sub grade. Dalam

pelaksanaannya untuk mengurangi biaya produksi, sub base bisa tidak digunakan jika lapisan sub grade berkualitas bagus.

### 3. Lapis Permukaan (*Surface Coarse*)

Lapis Pondasi atas adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dengan lapis pondasi bawah (atau dengan tanah dasar bila tidak menggunakan lapis pondasi bawah).

### 4. Lapisan Aus (*Wearing Coarse*)

*Asphalt Concrete Wearing Coarse* atau ACWC adalah lapisan paling atas dari struktur perkerasan yang berhubungan langsung dengan roda kendaraan, mempunyai tekstur yang lebih halus dibandingkan dengan lapisan lainnya. Pada lapisan aus ini penguji akan melakukan penelitian pemanfaatan limbah *bottom-ash* sebagai pengganti sebagian agregat halus atau pasir pada karakteristik *marshall* dengan membuat benda uji *marshall test*.

## 2.3 Material Campuran Aspal

Pada campuran aspal perkerasan lentur atau *flexible pavement* terdiri dari beberapa material yang digunakan seperti agregat halus, agregat kasar, *filler* dan bahan pengikat yang digunakan adalah aspal dengan mensyaratkan bahwa partikel agregat harus berada dalam rentang ukuran tertentu dan untuk masing-masing ukuran partikel harus dalam proporsi tertentu. Distribusi dari variasi ukuran butir agregat disebut gradasi agregat. Berikut gradasi agregat campuran aspal :

**Tabel 2.1** Amplop Gradasi Agregat Campuran AC-WC

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos Terhadap Total Agregat Dalam Campuran	
		Laston (AC)	
		Batas Bawah	Batas Atas
(inch)	(mm)	WC	WC
¾ in	19	100	100
½ in	12,5	90	100
3/8 in	9,5	77	90
No.4	4,75	53	69
No.8	2,36	33	53

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos Terhadap Total Agregat Dalam Campuran	
		Laston (AC)	
		Batas Bawah	Batas Atas
No.16	1,18	21	40
No.30	0,6	14	30
No.50	0,3	9	22
No.100	0,15	6	15
No.200	0,075	4	9

Sumber : Spesifikasi Binamarga 2018 Rev2

Untuk menentukan persentase dari proporsi setiap fraksi untuk membuat campuran agregat dilakukan pengujian metode analisa saringan pada material agregat kasar, agregat halus, dan *filler*.

#### 1. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah material yang tertahan pada saringan nomor 4.

**Tabel 2.2** Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian	Standar	Nilai
Bergradasi lainnya		
Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 03-2439-19991	Min 95%
Angularitas (kedalaman dari permukaan <10 cm)	SNI 03-6877-2002	95/90 <sup>1</sup>
Partikel pipih dan lonjong	ASTM D4791 perbandingan 1:5	Maks. 10%
Material lolos ayakan No.200	SNI 03-4142-1996	Maks. 15

Sumber : Spesifikasi Binamarga 2018

#### 2. Agregat Halus

Agregat halus atau pasir adalah material yang terkecil yang lolos pada saringan nomor 4 dan tertahan diatas saringan nomor 200. Agregat halus atau pasir pada perkerasan lentur digunakan sebagai pengisi rongga-rongga yang berada pada setiap lapisan dan semua lapisan diikat oleh aspal. Pada saat pengujian ini peneliti mengganti sebagian agregat halus atau pasir yang akan digunakan yaitu dengan bottom-ash.

**Tabel 2.3** Ketentuan Agregat Halus

Jenis Pemeriksaan	Standar	Syarat Maks/Min
Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	Min 50% untuk SS, HRS, dan AC bergradasi halus Min 70% untuk AC bergradasi Kasar
Material lolos ayakan No. 200	SNI ASTM C117-2012	Maks. 10%

Sumber : Spesifikasi Binamarga 2018

### 3. Aspal

Aspal adalah material perekat berwarna hitam atau coklat tua yang sering kali disebut pula sebagai bitumen yang berfungsi sebagai bahan pengikat dari setiap lapisan. Aspal tampak padat pada suhu ruang padahal aspal yaitu cairan yang sangat kental dan elastis saat diberi gaya tarik manual oleh manusia.

**Tabel 2.4** Ketentuan Untuk Aspal Keras Pen 60/70

No	Jenis Pengujian	Metode	Persyaratan
1	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 2456-2011	60 – 70
3	Titik lembek (°C)	SNI 2434-2011	>48
3	Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 2432-2011	>100
4	Titik nyala (°C)	SNI 2433-2011	>232
5	Berat jenis	SNI 2441-2011	>1,0

Sumber : Spesifikasi Binamarga 2018 Rev2

### 4. Abu Batu atau *Filler*

Merupakan material yang digunakan sebagai pengisi rongga-rongga udara yang berada pada campuran aspal dan berfungsi untuk nilai stabilitas tetapi menurunkan harga *flow*. Peneliti akan memanfaatkan abu batu sebagai pengganti *filler* karena mempunyai nilai stabilitas yang tinggi dan memenuhi spesifikasi dan parameter *marshall* dengan hanya 2 variasi yang boleh ditetapkan yaitu 1% dan 2% penggunaan abu batu sebagai *filler*.

### 5. Bottom-ash

*Bottom-ash* adalah limbah sebagai objek penelitian yang akan diuji oleh peneliti untuk bahan pengganti sebagian agregat halus atau pasir dalam karakteristik *marshall*. *Bottom-ash* adalah abu batu yang telah mengalami proses penggilingan dari kerak pada proses pembakaran limbah batu bara pada suhu 700°C sampai 800°C pada dapur tungku boiler.



**Gambar 2.2** Bottom-ash

*Sumber : Google Images, 2023*

## **2.4 Pengujian Campuran Aspal**

*Marshall Test* merupakan teknik pengujian untuk mengetahui tingkat kelayakan agregat campuran aspal beton dalam konstruksi jalan. Tingkat dari kelayakan campuran aspal adalah dari karakteristik *marshall*, campuran aspal bisa dikatakan layak apabila keseluruhan dari karakteristik *marshall* memenuhi spesifikasi Karakteristik campuran aspal panas agregat aspal dapat diukur dengan sifat-sifat *marshall* yang ditunjukkan pada nilai-nilai sebagai berikut :

### **1. Stabilitas**

Kekuatan dari campuran aspal untuk menahan deformasi akibat beban tetap dan berulang tanpa mengalami keruntuhan. Stabilitas tinggi dirancang memanfaatkan agregat bergradasi baik, rapat, dan rongga antar agregat (VMA) yang kecil. Pada pengujian *marshall* stabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan maksimum suatu benda uji campuran aspal untuk

menerima beban sampai terjadi keruntuhan yang dinyatakan dalam satuan Kilogram (Kg) atau Kilonewton (Kn).

2. Kelelahan atau *flow*

Kemampuan aspal beton untuk mengalami beban berulang tanpa terjadi kelelahan berupa retak atau kerusakan alur (*rutting*) disebut ketahanan leleh. Kelelahan atau *flow* adalah besarnya bentuk perubahan plastis suatu benda uji campuran yang terjadi akibat suatu beban sampai batas maksimal, dan dinyatakan dalam satuan panjang. *Flow* menunjukkan besarnya deformasi campuran yaitu benda uji beton aspal akibat beban yang bekerja kepadanya. Campuran yang memiliki *flow* yang rendah dan stabilitas *marshall* yang tinggi menunjukkan bahwa campuran tersebut bersifat kaku dan sebaliknya jika nilai *flow* yang tinggi maka campuran bersifat plastis dan mudah mengalami perubahan bentuk akibat beban lalu lintas.

3. Rongga di dalam campuran (*VIM*)

*VIM* adalah perbandingan volume persentase rongga terhadap volume total campuran padat yang dinyatakan dalam persen (%). Nilai *VIM* juga berpengaruh pada umur terhadap lapisan perkerasan, tingginya nilai *VIM* menunjukkan besarnya rongga dalam campuran dengan begitu campuran bersifat poros atau agregat bergradasi kasar yang relatif seragam dengan bahan pengikat aspal yang dipadatkan sehingga memiliki rongga sekitar 20% yang mengakibatkan campuran menjadi kurang rapat sehingga air dan udara mudah memasuki rongga-rongga dalam campuran yang membuat aspal mudah teroksidasi sehingga menyebabkan lekatan antar butiran agregat berkurang sehingga terjadi pelepasan butiran.

4. Rongga terisi aspal (*VFA*)

*VFA* adalah persen volume rongga di dalam agregat yang terisi aspal efektif. Nilai *VFA* maksudnya ialah besarnya kadar aspal atau menunjukkan persentase rongga yang terisi aspal. Nilai *VFA* juga menentukan keawetan dan umur suatu perkerasan dan nilai ini juga dipengaruhi oleh kadar aspal yang digunakan saat pengujian *marshall test*. Jika kadar aspal relatif banyak, maka rongga udara yang terisi semakin kecil. Nilai *VFA* juga



berpengaruh terhadap kedapan air dan udara dan serta berpengaruh juga terhadap campuran elastisitas. Artinya VFA menentukan stabilitas, fleksibilitas dan durabilitas semakin tinggi nilai VFA berarti semakin banyak rongga dalam campuran yang terisi aspal.

5. Rongga udara (VMA)

VMA adalah persentase rongga udara pada campuran antar butir agregat aspal padat termasuk rongga udara dan kadar aspal efektif terhadap total volume. Kuantitas rongga udara di pengaruhi terhadap kinerja suatu campuran karena jika VMA terlalu kecil maka campuran bisa mengalami masalah durabilitas atau ketahanan campuran aspal dan jika VMA terlalu besar maka campuran akan memperlihatkan masalah stabilitas atau kekuatan dari campuran aspal dan tidak ekonomis untuk produksi.

6. Hasil Bagi Marshall (*Marshall Quotient*)

MQ merupakan hasil bagi dari nilai stabilitas dan nilai *flow* yang digunakan sebagai parameter terhadap tingkat kekakuan suatu campuran. Stabilitas relatif tinggi dan dengan nilai *flow* yang rendah dapat menghasilkan nilai campuran perkerasan bersifat kaku sehingga campuran yang terjadi akan bersifat getas/kerapuhan. Sebaliknya jika stabilitas relatif rendah dan nilai *flow* yang tinggi dapat membuat campuran yang terlalu plastis dan berakibatkan deformasi yang terlalu besar jika dalam kondisi lalu lintas yang tinggi. Dengan begitu nilai MQ adalah menentukan nilai fleksibilitas campuran.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan**

Lokasi pada penelitian ini terletak pada Laboratorium Perkerasan Jalan Raya Politeknik Negeri Bengkalis yang berada di Jl. Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis.

#### **3.2 Alat dan Media**

Dalam penelitian ini diperlukan alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan survei dan membantu pengambilan data, pengolahan data atau proses selama melakukan penelitian.

##### **3.2.1 Alat**

1. Set saringan/ayakan
2. Set alat pengujian titik lembek
3. Set alat titik nyala dan titik bakar
4. Set alat penetrasi
5. Set alat marshall test
6. Set alat pengujian berat jenis
7. Set alat keausan
8. Set alat pencetak sampel marshall
9. Alat pemanas atau *oven*
10. Daktilitas

##### **3.2.2 Bahan**

1. Aspal pen 60/70
2. Agregat kasar dan agregat halus dari Tanjung Balai Karimun
3. *Bottom-ash* sebagai pengganti sebagian pasir
4. *Filler* abu batu

### 3.3 Tahapan Penelitian

Teknik pengumpulan data dan analisa data yang dilakukan oleh peneliti untuk melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### 3.3.1 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan yang peneliti lakukan adalah dengan melakukan referensi dari jurnal jurnal, buku-buku, *jobsheet*, dan laporan tugas akhir penelitian terdahulu sebagai kompetensi dasar untuk melakukan penelitian selanjutnya. Ada beberapa pengujian yang dilakukan seperti :

##### 1. Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Pada Agregat Kasar

Standar ini menetapkan cara uji berat jenis curah kering dan berat jenis semu (*apparent*) serta penyerapan air pada agregat kasar. Adapun tahapan pengujiannya sebagai berikut :

- a. Mempersiapkan sampel.
- b. Mencuci sampel sampai bersih.
- c. Mengeringkan sampel dalam oven pada suhu  $110 \pm 5$  °C.
- d. Dinginkan pada suhu ruangan  $\pm 3$  jam.
- e. Rendam agregat di dalam air pada suhu ruangan selama 24 jam.
- f. Mengeluarkan sampel dari air, keringkan dengan kain lap sampai lapisan air terlihat hilang.
- g. Timbang agregat jenuh kering permukaan.
- h. Timbang berat agregat di dalam air.
- i. Keringkan benda uji sampai berat tetap dengan menggunakan oven dengan suhu  $110 \pm 5$  °C selama 24 jam.
- j. Timbang sampel.
- k. Pada pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar ini dilakukan percobaan dengan 3 sampel benda uji.

Setelah dilakukan pengujian selanjutnya analisis data pengujian, perhitungan yang dilakukan yaitu berat jenis curah kering (Sd), Berat jenis kering permukaan (Ss), berat jenis semu (Sa), dan penyerapan air (Sw).

##### 2. Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Pada Agregat Halus

Pengujian berat jenis curah kering dan berat jenis semu (*apparent*) serta penyerapan air pada agregat halus. Agregat halus adalah agregat yang ukuran butirannya lebih kecil dari 4,75 mm (No.4). Cara uji ini digunakan untuk menentukan setelah 24 jam di dalam air berat jenis curah kering dan berat jenis semu, berat jenis curah dalam kondisi jenuh kering permukaan, serta penyerapan air. Langkah-langkah yang digunakan dalam pengujian ini yang didasari dari SNI 1970:2016, sebagai berikut :

- a. Mempersiapkan sampel dan memeriksa kelembapan permukaan.
- b. Masukkan agregat halus ke dalam kerucut terpancung sebanyak 3 lapisan tiap lapisan padatkan dengan batang penumbuk sebanyak 8 kali.
- c. Angkat kerucut secara berhati-hati, kondisi kering permukaan tercapai apabila suatu sisi permukaan agregat halus runtuh.
- d. Menimbang piknometer kosong.
- e. Menimbang piknometer tambah air.
- f. Masukkan 500 gram agregat halus dalam kondisi jenuh kering permukaan.
- g. Tambahkan air 90% dari kapasitas piknometer, putar dan guncang piknometer untuk mempercepat pengeluaran gelembung udara yang terdapat dalam air.
- h. Penuhi sampai batas pembacaan pengukuran.
- i. Diamkan selama 24 jam.
- j. Timbang berat total dari piknometer, benda uji dan air.
- k. Keluarkan agregat halus dari piknometer keringkan menggunakan oven dengan suhu  $110 \pm 5$  °C.
- l. Timbang benda uji.
- m. Pada pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar ini dilakukan percobaan dengan 3 sampel benda uji.

Setelah dilakukan pengujian selanjutnya hasil pengujian dilakukan analisa data, perhitungan yang dilakukan berat jenis curah kering ( $S_d$ ), berat jenis

curah jenuh kering permukaan (S<sub>s</sub>), berat jenis semu (S<sub>a</sub>) dan penyerapan air (S<sub>w</sub>).

### 3. Pengujian Keausan Agregat Kasar

Pengujian keausan agregat kasar bertujuan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan atau abrasi agregat kasar dengan ukuran 75 mm sampai dengan ukuran 2,36 mm dengan menggunakan mesin abrasi Los Angeles. Pada pengujian agregat kasar dengan menggunakan mesin Los Angeles ini langkah-langkah kerja yang dilakukan telah diatur dalam spesifikasi binamarga 2018, yang didasari pada SNI 2417:2008 yang berlaku adalah sebagai berikut :

- a. Pengecekan alat uji Los Angeles yang akan digunakan.
- b. Persiapkan material sesuai gradasi. Gradasi dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 3.1** Daftar Gradasi Dan Berat Benda Uji

Ukuran saringan				Gradasi dan benda uji (gram)						
Lolos saringan		Tertahan saringan		A	B	C	D	E	F	G
mm	Inci	mm	inci							
75	3	63	2 1/2	-	-	-	-	2500 ± 50	-	-
63	2,5	50	2	-	-	-	-	2500 ± 50	-	-
50	2	37,5	1 1/2	-	-	-	-	5000 ± 50	5000 ± 50	-
37,5	1 1/2	25	1	1250 ± 25	-	-	-	-	5000 ± 25	5000 ± 25
25	1	19	3/4	1250 ± 25	-	-	-	-	-	5000 ± 25
19	3/4	12,5	1/2	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-	-	-	-
12,5	1/2	9,5	3/8	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-	-	-	-
9,5	3/8	6,3	1/4	-	-	2500 ± 10	-	-	-	-
6,3	1/4	4,75	No. 4	-	-	2500 ± 10	2500 ± 10	-	-	-

Ukuran saringan				Gradasi dan benda uji (gram)						
Lolos saringan		Tertahan saringan		A	B	C	D	E	F	G
mm	Inci	mm	inci							
4,75	N0. 4	2,36	N0. 8	-	-	-	2500 ± 10	-	-	-
Total				5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	10000 ± 10	10000 ± 10	10000 ± 10
Jumlah bola				12	11	8	6	12	12	12
Berat bola (gram)				5000 ± 25	4584 ± 25	3330 ± 20	2500 ± 15	5000 ± 25	5000 ± 25	5000 ± 25

Sumber : SNI 2417 (2008)

- c. Material dan bola dimasukkan kedalam mesin abrasi Los Angeles.
- d. Putar mesin 500 putaran.
- e. Keluarkan benda uji dan bola dari mesin.
- f. Saring benda uji menggunakan saringan No.12, lalu cuci basah material yang tertahan saringan No.12.
- g. Oven benda uji dengan suhu  $110 \pm 5$  °C selama 24 jam.
- h. Timbang benda uji.
- i. Pada pengujian keausan agregat kasar ini dilakukan percobaan dengan 4 sampel benda uji.

#### 4. Analisa Saringan

Pengujian ini adalah untuk menentukan ukuran dengan menggunakan saringan sehingga mengetahui gradasi dari agregat yang digunakan. Langkah-langkah yang digunakan dalam pengujian ini didasari oleh SNI ASTM C136 2012, sebagai berikut :

- a. Mempersiapkan benda uji.
- b. Benda uji di oven pada suhu  $110 \pm 5$  °C, *bottom-ash* dijemur sampai kering.
- c. Menyusun saringan sesuai gradasi agregat campuran AC-WC.

**Tabel 3.2** Ukuran Ayakan

Ukuran Ayakan (AC-WC)	
ASTM	(mm)
¾	19
½	12,5
3/8	9,5
No.4	4,75
No.8	2,36
No.16	1,18
No.30	0,6
No.50	0,3
No.100	0,15
No.200	0,075
Pan	

Sumber : Spesifikasi Umum 2018

- d. Timbang benda uji.
- e. Timbang saringan kosong.
- f. Masukkan benda uji ke dalam saringan.
- g. Guncang saringan menggunakan mesin *chive shaker* selama 15 menit.
- h. Timbang setiap saringan + benda uji.

5. Pengujian Berat Jenis Aspal

Pengujian ini mencakup penentuan berat jenis dan berat isi aspal dengan menggunakan piknometer. Langkah-langkah yang digunakan dalam pengujian ini didasari dari SNI 2441:2011, sebagai berikut :

- a. Timbang berat piknometer kosong.
- b. Mengisi piknometer dengan air suling.
- c. Letakkan piknometer kedalam wadah yang berisi air.
- d. Diamkan selama 30 menit.
- e. Angkat dan keringkan piknometer.
- f. Timbang piknometer + air.
- g. Buang air dari piknometer sampai kering dan bersih.
- h. Tuang benda uji kedalam piknometer.
- i. Diamkan selama 40 menit.

- j. Timbang piknometer + benda uji.
  - k. Isi piknometer dengan air suling.
  - l. Letakkan piknometer kedalam wadah untuk direndam selama 30 menit dengan suhu 25°C.
  - m. Angkat piknometer dan keringkan.
  - n. Timbang.
6. Pengujian Daktilitas Aspal
- Pengujian ini mencakup pengujian daktilitas, residu aspal emulasi, residu aspal cair, dan bitumen aspal alam yang menunjukkan pelumuran aspal yang diukur disaat putus, adapun langkah pengujiannya didasari dari SNI 2432:2011 sebagai berikut :
- a. Mempersiapkan benda uji.
  - b. Memasukkan benda uji kedalam cetakan kuningan.
  - c. Rendam selama 30 menit.
  - d. Memasukkan air kedalam mesin daktilitas.
  - e. Memasukkan garam kemesin daktilitas.
  - f. Lepaskan plat dasar dari cetakan.
  - g. Pasang benda uji ke mesin pengujian daktilitas.
  - h. Jalankan mesin.
  - i. Baca dan tulis saat benda uji putus.
7. Pengujian Penetrasi Aspal
- Pengujian penetrasi aspal ini mencangkup penentuan nilai penetrasi dari bahan bitumen dengan menggunakan jarum penetrasi. Langkah-langkah pengujian ini didasari dari SNI 2456:2011, sebagai berikut :
- a. Mempersiapkan benda uji.
  - b. Tuang benda uji kedalam cawan.
  - c. Diamkan benda uji 1-2 jam.
  - d. Rendam selama 1-2 jam dengan suhu 25°C.
  - e. Meletakkan sampel dibawah jarum penetrasi dengan jarak  $\pm 0,1$  mm.
  - f. Atur angka 0 pada arloji penetrometer.
  - g. Lepaskan pegangan jarum selama 5 detik.



- h. Bacalah angka penetrasi yang ditunjukkan jarum penetrometer.
  - i. Lakukan sedikitnya 3 kali dalam satu benda uji.
8. Pengujian Titik Lembek Aspal
- Pengujian titik lembek aspal adalah penentuan titik lembek aspal pada suhu tertentu dengan menggunakan cincin dan bola baja sehingga menyentuh plat dasar dengan jarak 25,4 mm sebagai akibat pemanasan. Langkah-langkah yang digunakan dalam pengujian ini didasari dari SNI 2434:2011, sebagai berikut :
- a. Persiapkan alat dan benda uji.
  - b. Isi bejana dengan air suling sampai dengan 150 mm, masukkan peralatan kedalam bak perendam.
  - c. Tempatkan bola baja pada dasar bak dengan menggunakan penjepit.
  - d. Pertahankan temperatur selama 15 menit.
  - e. Letakkan bola baja diatas alat pengarah bola dengan menggunakan penjepit.
  - f. Panaskan bejana dengan kenaikan temperatur 5°C/menit.
  - g. Catat temperatur pada saat bola diselimuti aspal jatuh menyentuh plat dasar.
9. Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar
- Pengujian temperatur terendah uap benda uji dapat menyala dan terbakar apa bila melalui api penguji dan temperatur titik nyala dan titik bakar tersebut harus dikoreksi pada tekanan barometer. Langkah yang digunakan dalam pengujian ini didasari dari SNI 2433:2011, sebagai berikut :
- a. Tempatkan cawan *clevelend open cup* diatas plat pemanas.
  - b. Nyalakan api penguji..
  - c. Lakukan pemanasan awal dengan kenaikan suhu temperatur 14-17°C/menit hingga temperatur berada 56°C dibawah titik nyala perkiraan.
  - d. Kurangi kecepatan temperatur antara 5-6°C/menit sampai benda uji mencapai temperatur 28°C dibawah perkiraan titik nyala.

- e. Api penguji bergerak horizontal, jarak tepi atas cawan tidak lebih dari 2 mm dan waktu melintasi cawan 1 detik.
- f. Lanjutkan pekerjaan hingga melihat api menyala pada benda uji, catat temperatur dan waktu pada saat api menyala.
- g. Lanjutkan pekerjaan hingga api menyala 5 detik, catat temperatur dan waktunya.

#### 10. Penentuan Kadar Aspal Rencana

Kadar aspal rencana pada campuran diperoleh dengan menggunakan rumusan berikut ini :

$$P_b = 0,035(\%CA) + 0,045(\%FA) + 0,18(\%FF) + K \dots\dots\dots \text{(Persamaan 3.1)}$$

Keterangan:

- P<sub>b</sub> = Kadar aspal rencana.
- CA = Nilai persentase agregat kasar.
- FA = Nilai persentase agregat halus.
- FF = Nilai persentase *filler*.
- K = Konstanta (0,5 - 1,0).

Hasil perhitungan P<sub>b</sub> dibulatkan ke 0,5% ke atas terdekat.

#### 11. Pengujian Marshall

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur ketahanan menerima beban. Adapun langkah-langkah kerja yang dilaksanakan adalah sebagai berikut :

- a. Membersihkan benda uji dari kotoran.
- b. Merendam benda uji selama 10-24 jam.
- c. Menimbang benda uji dalam air.
- d. Mengeringkan benda uji hingga kering permukaan dan di timbang.
- e. Masukkan benda uji dalam *waterbath* suhu 60°C. Selama 30 menit.
- f. Bersihkan batang penuntun dan permukaan dalam dari kepala penekan, untuk mengurangi lengket benda uji terhadap permukaan dalam.
- g. Mempersiapkan alat untuk pembebanan.
- h. Berikan pembebanan terhadap benda uji.
- i. Catat nilai *flow* dan stabilitas yang di tunjukkan pada jarum arloji.

### 3.3.2 Analisa Data

Analisis data bertujuan untuk mendapatkan hasil pengujian dari penelitian. Sebelum melakukan analisis data terlebih dahulu dilakukan pengujian material untuk mengetahui material yang digunakan memenuhi spesifikasi atau tidak. Setelah melakukan pengujian material dan memenuhi spesifikasi selanjutnya dilakukan pembuatan sampel benda uji kemudian melakukan pengujian *marshall*, dan hasil pengujian *marshall* dilakukan analisis data untuk mendapatkan hasil penelitian. Penelitian ini merupakan eksperimen, dimana benda uji yang dibuat bersifat percobaan (*trial*), dengan menggunakan metode analisis data kuantitatif. Langkah awal adalah pengujian karakteristik material dapat dilihat pada Tabel 3.1

**Tabel 3.3** Jenis dan Metode Pengujian

Jenis Material	Nama Pengujian	Standar SNI
Agregat Kasar	Berat Jenis	SNI 1969:2016
	Penyerapan Air	SNI 1969:2016
	Keausan Agregat	SNI 2417:2008
	Analisa Saringan	SNI ASTM C 136:2012
Agregat Halus	Berat Jenis	SNI 1970:2016
	Penyerapan Air	SNI 1970:2016
	Analisa Saringan	SNI ASTM C 136:2012
Bahan Pengisi	Spesifikasi	SNI 03-06723-2002
Aspal	Penetrasi	SNI 2456:2011
	Daktilitas	SNI 2432:2011
	Titik Lembek	SNI 2434:2011
	Titik Nyala dan Titik Bakar	SNI 2433:2011
	Berat Jenis	SNI 2441:2011

Sumber : Pengolahan Data, 2023

### 3.3.3 Proses Analisa Dan Penafsiran

Dalam proses ini peneliti melakukan proses analisa sesungguhnya tidak dilakukan dengan secara persial atau tidak merupakan tahap sendiri, tetapi dilakukan dengan perumusan masalah yang sebelumnya telah ditetapkan, lalu dilakukan dilapangan atau dilakukan langsung dengan melakukan beberapa percobaan dan diteruskan sehingga peneliti dapat menyusun laporan ini. Selama

proses ini berlangsung peneliti mencatat semua hasil pengujian yang dilakukan. Pada tujuan ini peneliti ingin mengetahui apakah pengujian dengan penggunaan limbah *bottom-ash* cocok atau tidak sebagai bahan pengganti sebagian pasir pada campuran aspal AC-WC. Untuk itu ada beberapa hal yang peneliti lakukan dalam pembuatan benda uji tersebut sebagai berikut:

1. Analisa karakteristik material

Merupakan proses menguji material untuk mengetahui bahan-bahan yang digunakan memenuhi spesifikasi atau tidak dalam proses pembuatan benda uji. Hasilnya semua bahan yang digunakan memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan.

2. Pembuatan Benda Uji KAR

Merupakan proses pengujian pembuatan benda uji *marshall* untuk mendapatkan kadar aspal ideal yang akan digunakan sebagai acuan untuk pembuatan benda uji KAO dengan penambahan limbah *bottom-ash*.

3. Pembuatan Benda Uji KAO

Merupakan proses pengujian pembuatan benda uji *marshall* dan dilakukan pengujian *marshall* dengan penambahan limbah *bottom-ash* dengan variasi persentase yang ditetapkan pada batasan masalah, untuk mengetahui apakah pemanfaatan limbah BA memenuhi spesifikasi dari nilai parameter *marshall*.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemanfaatan limbah *bottom-ash* yang dilakukan penelitian terdahulu dengan menggunakan metode substitusi mengganti sebagian agregat halus dengan variasi *bottom-ash* tertinggi 28% dengan kadar Kadar Aspal Rencana 10%. Pada penelitian terdahulu oleh Fery (2023) belum memenuhi spesifikasi dapat dilihat pada tabel 4.1

**Tabel 4 1 Hasil KAR BA Variasi Tertinggi 28%**

Presentase Campuran Pasir (BA)	Kadar Aspal	Stabilitas	Flow	VFA	VMA	VIM	MQ
%	%	Kg	%	%	%	%	Kg/mm
28	5,5	1026,48	2,85	28,54	31,80	22,72	961,42
28	7	1082,69	3,10	37,14	32,08	20,16	325,17
28	8,5	1165,99	3,34	47,20	31,76	16,77	296,81
28	10	1264,62	3,40	56,05	32,14	14,13	273,81
Spesifikasi		Min 800	2 s/d 4	Min 65	Min 15	3 s/d 5	Min 250

Sumber: Data Olahan, Fery 2023

Keterangan :

= Tidak Memenuhi Spesifikasi

Dari hasil penelitian sebelumnya ini menjadi dasar untuk melanjutkan penelitian ini dengan kadar aspal yang lebih tinggi dari 10%. Di bawah ini akan dijelaskan hasil dari pengujian yang penulis lakukan.

#### 4.1 Hasil Penelitian Material

Pada bab ini menjelaskan hasil dari pemeriksaan material yang penulis gunakan. Adapun material yang penulis gunakan diantaranya agregat  $\frac{3}{4}$ , agregat  $\frac{3}{8}$ , abu batu, dan aspal.

#### 4. 1. 1 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat

Adapun hasil dari pengujian karakteristik agregat  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{3}{8}$  dan abu batu dapat dilihat pada tabel 4.2

**Tabel 4 2 Uji Karakteristik Agregat  $\frac{3}{4}$ , $\frac{3}{8}$ , abu batu, dan Filler**

<b>NO</b>	<b>JENIS PENGUJIAN</b>	<b>HASIL PENGUJIAN</b>	<b>SPESIFIKASI</b>	<b>KET</b>
<b>Agregat 3/4</b>				
1	Berat Jenis Curah (Bulk Specific Gravity) 1	2.561	Min 2,5%	<b>OK</b>
2	Berat Jenis Curah (Bulk Specific Gravity) 2	2.596	Min 2,5%	<b>OK</b>
3	Berat Jenis Semu (Apparent Specific Gravity)	2.654	Min 2,5%	<b>OK</b>
4	Penyerapan (Absorption) (%)	1.413	Maks 3%	<b>OK</b>
5	Keausan Agregat	19.91%	Maks 40%	<b>OK</b>
6	Analisa Saringan	100%	Lolos 3/4 100%	<b>OK</b>
<b>Agregat 3/8</b>				
1	Berat Jenis Curah (Bulk Specific Gravity) 1	2.588	Min 2,5%	<b>OK</b>
2	Berat Jenis Curah (Bulk Specific Gravity) 2	2.615	Min 2,5%	<b>OK</b>
3	Berat Jenis Semu (Apparent Specific Gravity)	2.660	Min 2,5%	<b>OK</b>
4	Penyerapan (Absorption) (%)	1.044	Maks 3%	<b>OK</b>
5	Keausan Agregat	19.91%	Maks 40%	<b>OK</b>
6	Analisa Saringan	100%	Lolos 3/4 100%	<b>OK</b>
<b>Agregat Abu Batu</b>				
1	Berat Jenis Bulk	2.670	Min 2,5%	<b>OK</b>
2	Berat Jenis Semu	2.820	Min 2,5%	<b>OK</b>
3	Berat Jenis Jenuh	2.720	Min 2,5%	<b>OK</b>
4	Penyerapan Air	1.970	Maks 3%	<b>OK</b>
5	Analisa Saringan	100%	Lolos 3/4 100%	<b>OK</b>

NO	JENIS PENGUJIAN	HASIL PENGUJIAN	SPESIFIKASI	KET
Filler				
1	Lolos saringan 200	%	Min. 75	

Sumber: Data Olahan, Dok 2024

Dari tabel 4.2 dapat disimpulkan semua karakteristiknya memenuhi spesifikasi yang digunakan dan sesuai dengan nilai standar yang diisyaratkan. Jadi material ini layak digunakan untuk pembuatan sampel aspal beton yang dilakukan.

#### 4.1.2 Hasil Pengujian Karakteristik Aspal

Pengujian karakteristik aspal dilakukan untuk mengetahui kelayakan dari aspal yang digunakan. Hasil pengujian karakteristik dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Uji Karakteristik Aspal

No.	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Ket
1	Penetrasi	60-70	62	OK
2	Titik lembek	$\geq 48$	51,9°C	OK
3	Titik Nyala	$\geq 232$	328,5°C	OK
4	Daktalitas	$\geq 100$	131	OK
5	Berat Jenis	$\geq 1,0$	1,037	OK

Sumber: Data Olahan, Dok 2024

Dari Tabel 4.3 dapat disimpulkan bahwa aspal yang dipilih layak dan memenuhi syarat dan spesifikasi untuk digunakan sebagai campuran ACWC.

#### 4.2 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan sampel benda uji dengan menggunakan 3 sampel pada setiap variasi benda ujinya. Pada penelitian penulis membuat 4 variasi persentasi aspal yaitu 10%, 12%, 14%, dan 16%. Sampel marshall yang direncanakan dengan dicampur dengan *Bottom-ash* seperti komposisi yang disajikan dibawah. Berikut komposisi dalam pembuatan sample uji:

**Tabel 4 4 Gradasi AC-WC**

Jenis Agregat	Ukuran Ayakan		Lolos Saringan %			Rata-rata	Tertahan	Nilai
	ASTM	mm	Laston AC-WC			Lolos %	%	
Agregat Kasar (CA)	¾"	19	-			100	0	39
	½"	12,5	90	-	100	95	5	
	3/8"	9,5	77	-	90	83,5	11,5	
	No.4	4,75	53	-	69	61	22,5	
Agregat Halus (FA)	No.8	2,36	33	-	53	43	18	54,5
	No.16	1,18	21	-	40	30,5	12,5	
	No.30	0,600	14	-	30	22	8,5	
	No.50	0,300	9	-	22	15,5	6,5	
	No.100	0,150	6	-	15	10,5	5	
	No.200	0,075	4	-	8	6,5	4	
Filler (FF)	Pan		-			0	6,5	6,5

Sumber: Data Olahan, Dok 2024

Marshall yang dibuat dicampur dengan pasir *bottom-ash* seperti komposisi yang disajikan pada tabel 4.5 dan 4.6.

**Tabel 4 5 Berat Material Benda Uji**

Kadar Aspal	Berat					
	Total	Aspal	Agregat			
			Kasar	Halus	Filler	Total
10	1200	120	421.2	588.6	70.2	1080
12	1200	144	411.84	575.52	68.64	1056
14	1200	168	402.48	562.44	67.08	1032
16	1200	192	393.12	549.36	65.52	1008

Sumber: Data Olahan, Dok 2024

**Tabel 4 6 Penentuan Komposisi Aspal**

Campuran aspal	Ukuran Ayakan		Tertahan %	Bottom Ash 28%			
	ASTM	mm		10%	12%	14%	16%
Agregat Kasar (CA)	¾	19	0	0	0	0	0
	½	12,5	5	54,0	52.8	51.6	50.4
	03-Aug	9,5	11,5	124,2	121.4	118.7	115.9
	No.4	4,75	22,5	243,0	237.6	232.2	226.8
Agregat Halus (FA)	No.8	2,36	18	140,0	136.9	133.7	130.6
	No.16	1,18	12,5	97,2	95.0	92.9	90.7



Campuran aspal	Ukuran Ayakan		Tertahan %	Bottom Ash 28%			
	ASTM	mm		10%	12%	14%	16%
Agregat Halus (BA)	No.30	0,6	8,5	66,1	64.6	63.2	61.7
	No.50	0,3	6,5	50,5	49.4	48.3	47.2
	No.100	0.150	5	38,9	38.0	37.2	36.3
	No.200	0,075	4	31,1	30.4	29.7	29.0
	No.8	2,36	18	54,4	53.22	52.01	50.80
	No.16	1,18	12,5	37,8	36.96	36.12	35.28
Filler	PAN		6,5	70,2	68.6	67.1	65.5
	TOTAL			1080,0	1056.0	1032.0	1008.0
				120	144	168	192
				1200	1200	1200	1200

Sumber: Data Olahan, Dok 2024

Benda uji yang dibuat menggunakan 50 tumbukan timbal balik karena dirancang untuk jalan dengan lalu lintas sedang. Lalu lintas sedang merupakan volume lalu lintas yang nilainya antara 500.000 SST – 1.000.000 SST selama waktu umur rencana.

#### 4.3 Analisa Sampel Dengan *Bottom-Ash* 28%

Hasil dari percobaan kadar aspal yang direncanakan 10%, 12%, 14%, dan 16% dari penggunaan *bottom-ash* yang dikombinasikan dengan agregat halus dapat dilihat pada tabel 4.7

**Tabel 4 7 Hasil Kadar Aspal Rencana BA Variasi Tertinggi 28%**

No	Karakteristik Marshall	Spesifikasi*)	Hasil Pengujian			
			10%	12%	14%	16%
1	Density	-	2.01	2.12	2.09	2.07
2	VMA (%)	Min.15	30.04	27.80	30.55	32.78
3	VITM (%)	Min.3-Maks.5	11.32	3.13	2.25	0.86
4	VFWA (%)	Min.65	62.39	88.85	92.66	97.37
5	Stabilitas	Min.800	1368.18	1327.85	1035.91	923.04

No	Karakteristik Marshall	Spesifikasi*)	Hasil Pengujian			
			10%	12%	14%	16%
	(kg)					
6	Flow (mm)	Min.2 -Maks.4	3.7	4.60	7.10	8.20
7	MQ (kg/mm)	Min.250	356.01	289.95	147.41	112.87

Sumber: Data Olahan, Dok 2024

Keterangan :

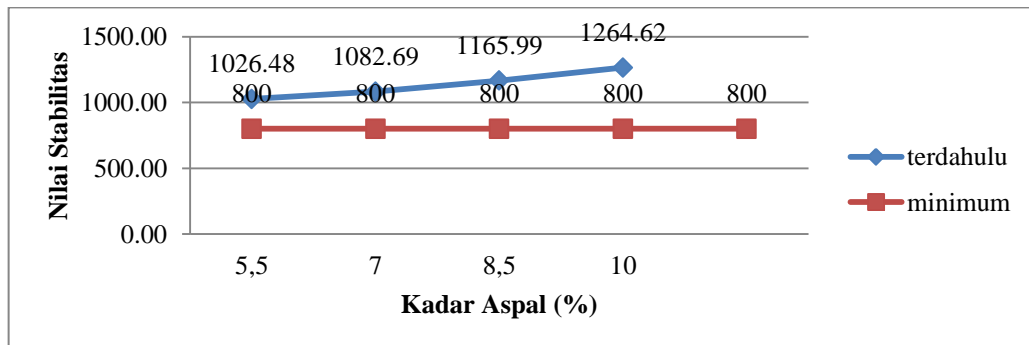
= Memenuhi Spesifikasi

#### 4.4 Perbandingan Hasil Penelitian Terdahulu dan Sekarang

Berikut ini adalah Analisa dari hasil pengaruh variasi pasir *bottom-ash* yang digunakan terhadap karakteristik marshall dalam campuran aspal beton:

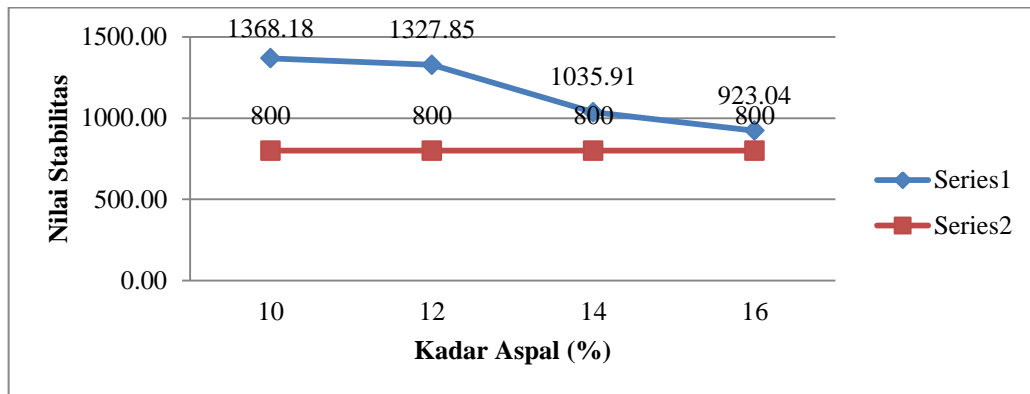
##### 1. Pengaruh Penambahan Variasi BA Terhadap Stabilitas

Menurut SNI 2489:1991, stabilitas adalah kemampuan suatu campuran aspal untuk menerima beban sampai terjadi alir atau *flow* yang dinyatakan dalam kilogram (KG). Adapun hasil pengujian stabilitas pada pengaruh penambahan pasir *bottom-ash* yang digunakan dapat dilihat pada gambar 4.1 dan 4.2



Gambar 4 1 Grafik Stabilitas Penelitian terdahulu

Sumber : Olahan Data, Fery 2023



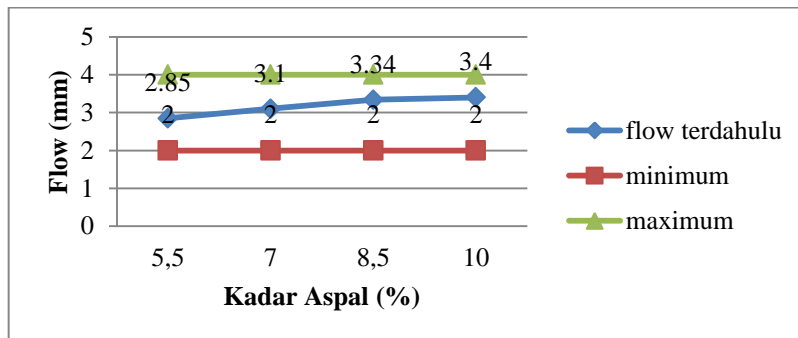
**Gambar 4 2 Grafik Stabilitas Penelitian Sekarang**

**Sumber : Olahan Data, Dok 2024**

Dapat dilihat dari dua gambar diatas menunjukkan penambahan variasi kadar aspal mempengaruhi nilai stabilitas. Seluruh variasi pada penelitian terdahulu dengan kadar aspal 5,5%, 7%, 8,5%, dan 10% semuanya memenuhi syarat dengan nilai stabilitas tertinggi pada kadar aspal 10% dengan nilai 1264,62 Kg sedangkan pada penelitian sekarang dengan variasi kadar aspal 10%, 12%, 14% dan 16% semuanya memenuhi spesifikasi, jika dibandingkan nilai stabilitasnya justru lebih tinggi pada penelitian sekarang pada kadar aspal 10% dengan nilai stabilitasnya 1368,18 Kg. Pada penelitian terdahulu semakin bertambah kadar aspalnya nilai stabilitasnya semakin naik jika dilihat dari grafik dan pada penelitian sekarang nilai stabilitasnya cenderung menurun jika kadar aspal yang ditambah semakin banyak.

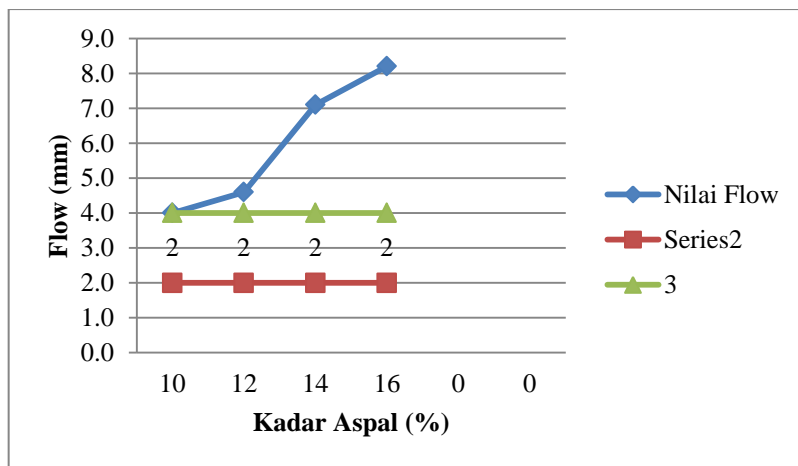
## 2. Pengaruh Penambahan Variasi BA Terhadap *Flow*

Adapun hasil analisa penelitian terdahulu dan sekarang dapat dilihat pada gambar 4.3 dan 4.4



Gambar 4 3 Grafik flow Penelitian Terdahulu

Sumber : Olahan Data, Fery 2023



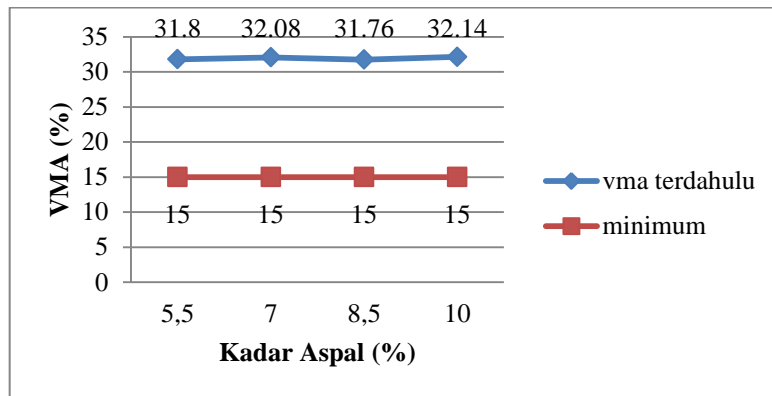
Gambar 4 4 Grafik Flow Penelitian Sekarang

Sumber : Olahan Data, Dok 2024

Dapat dilihat hasil pengujian terdahulu dan sekarang pada tabel 4.3 dan 4.4 dilihat perbandingannya penelitian terdahulu nilai *flow* semua variasi kadar aspal memenuhi spesifikasi, sedangkan pada penelitian sekarang hanya satu kadar aspal yang memenuhi spesifikasi yaitu pada kadar aspal 10%.

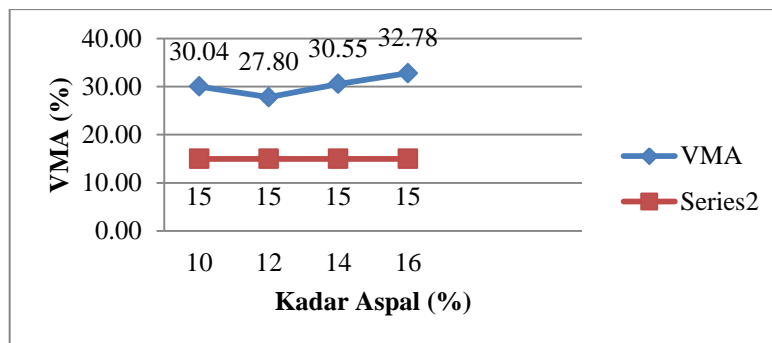
### 3. Pengaruh Penambahan Variasi BA Terhadap VMA

Merupakan rongga udara antar butiran agregat yaitu rongga udara yang ada diantara partikel campuran agregat aspal yang sudah dipadatkan termasuk ruang yang terisi aspal yang dinyatakan dalam persen terhadap total volume campuran aspal agregat. Untuk perbandingan penelitian terdahulu dan sekarang dapat dilihat pada gambar 4.5 dan 4.6



**Gambar 4 5 Grafik Nilai VMA Penelitian Terdahulu**

Sumber : Olahan Data, Fery 2023



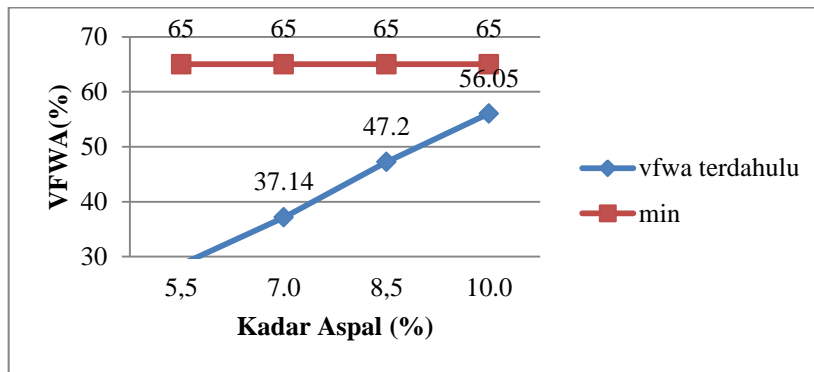
**Gambar 4 6 Grafik Nilai VMA Penelitian Sekarang**

Sumber : Olahan Data, Dok 2024

Pada gambar 4.5 dan 4.6 dapat disimpulkan pada penelitian terdahulu nilai VMA cenderung lebih stabil dari grafiknya sedangkan pada penelitian sekarang nilai VMA justru naik turun tetapi semuanya masih memenuhi spesifikasi. Dimana spesifikasi minimum yaitu 15%.

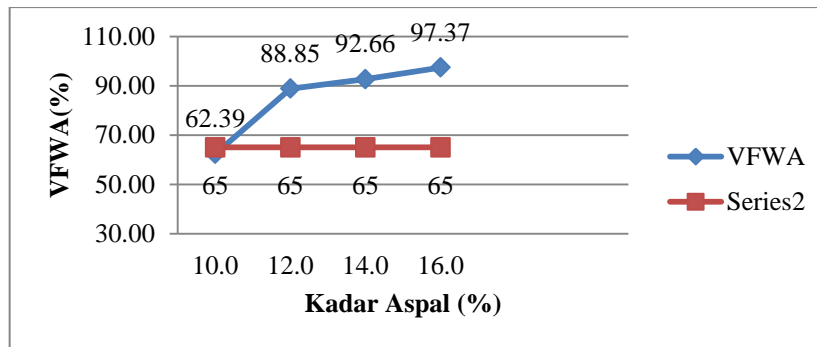
#### 4. Pengaruh Penambahan Variasi BA Terhadap VFA

VFA (*Void Filled Asphalt*) Merupakan rongga udara yang terisi aspal pada campuran aspal beton padat yang dinyatakan dalam persentase (%). Hasil analisa penelitian terdahulu dan sekarang dapat dilihat pada tabel 4.7 dan 4.8



Gambar 4 7 Grafik Nilai VFA Penelitian Terdahulu

Sumber : Olahan Data, Fery 2023



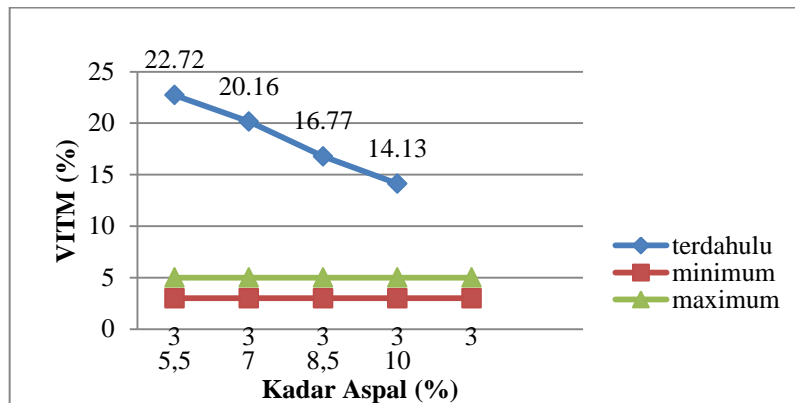
Gambar 4 8 Grafik Nilai VFA Penelitian Sekarang

Sumber : Olahan Data, Dok 2024

Dapat dilihat dari grafik perbandingan nilai VFA penelitian terdahulu dan penelitian sekarang jauh berbeda dimana pada penelitian terdahulu dari semua variasi yang digunakan tidak ada yang memenuhi spesifikasi sedangkan pada penelitian sekarang hanya ada satu variasi yang tidak memenuhi spesifikasi yaitu pada kadar aspal 10% dan dari grafik penelitian sekarang semakin bertambah kadar aspal yang digunakan grafiknya semakin naik.

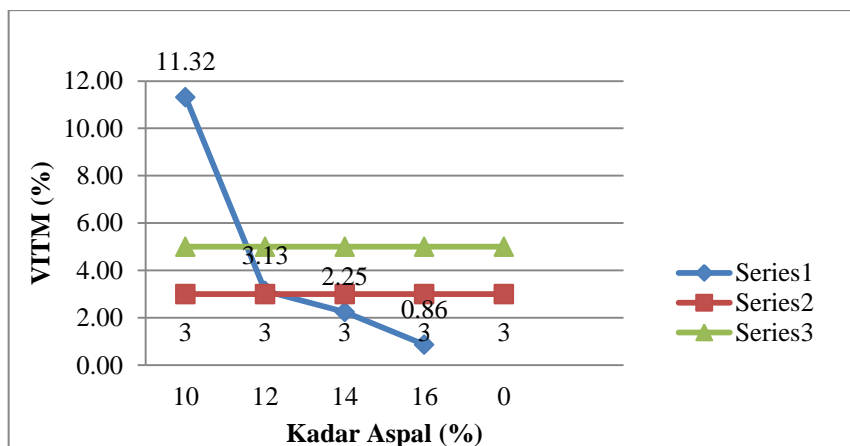
#### 5. Pengaruh Penambahan Variasi BA Terhadap VIM

VIM (*Void in the Mix*) Merupakan persentase rongga dalam campuran, atau perbandingan antara total campuran dan banyaknya rongga didalam campuran yang dinyatakan dalam persentase (%). Hasil analisa penelitian terdahulu dan sekarang dapat dilihat pada tabel 4.9 dan 4.10



Gambar 4 9 Grafik Nilai VIM Penelitian Terdahulu

Sumber : Olahan Data, Fery 2023



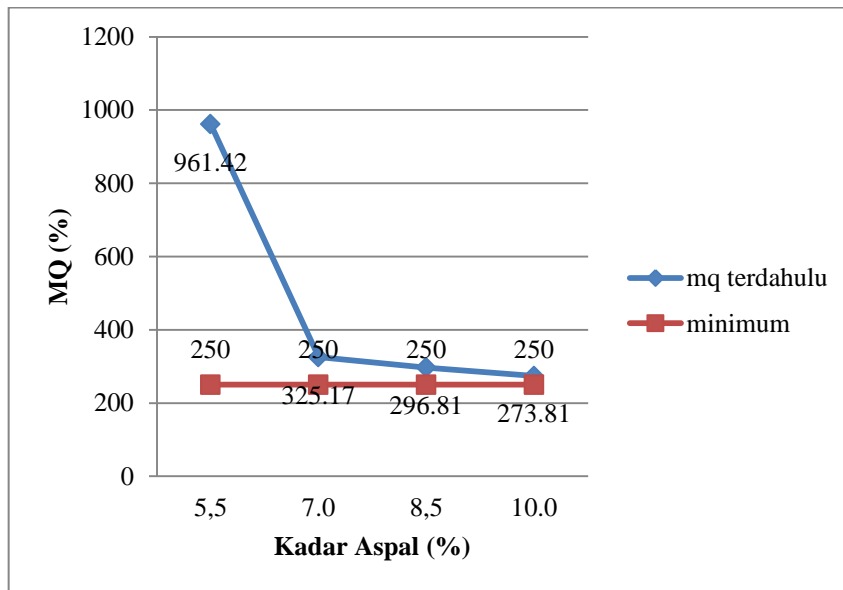
Gambar 4 10 Grafik Nilai VIM Penelitian Sekarang

Sumber : Olahan Data, Dok 2024

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa penelitian terdahulu tidak ada satu pun variasi yang memenuhi spesifikasi nilai VIM sedangkan pada penelitian sekarang dari empat variasi yang digunakan ada satu variasi yang masuk atau memenuhi spesifikasi yaitu pada kadar aspal 12%

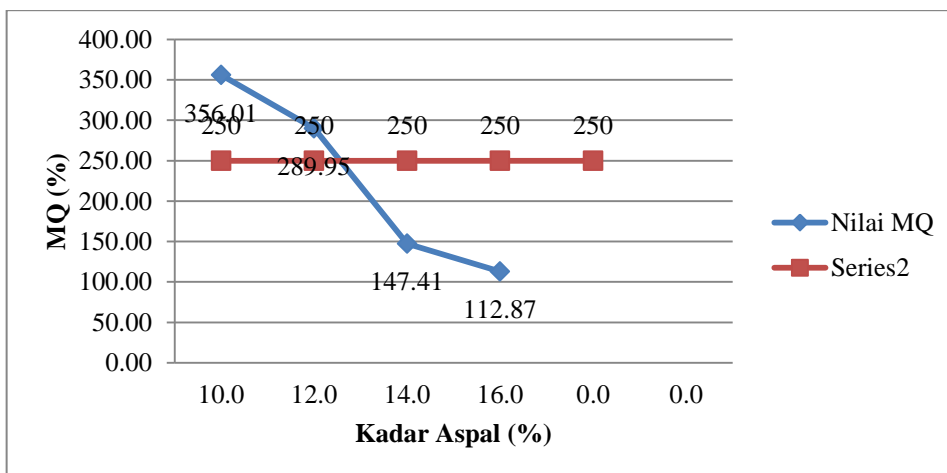
#### 6. Pengaruh Penambahan Variasi BA Terhadap MQ

MQ (*Marshall Quotient*) Merupakan hasil bagi Marshall dengan *flow* yang menggambarkan *fleksibilitas* dari campuran aspal beton. Hasil analisa penelitian terdahulu dan sekarang dapat dilihat pada tabel 4.10 dan 4.11



**Gambar 4 11 Grafik Nilai Marshall Quotient Penelitian Terdahulu**

Sumber : Olahan Data, Fery 2023



**Gambar 4 12 Grafik Nilai Marshall Quotient Penelitian Sekarang**

Sumber : Olahan Data, Dok 2024

Pada grafik diatas dapat disimpulkan pada penelitian terdahulu nilai MQ pada setiap variasi yang digunakan memenuhi spesifikasi, sedangkan pada penelitian sekarang nilai MQ hanya ada dua variasi yang memenuhi spesifikasi yaitu pada kadar aspal 10% dan 12% dimana semakin bertambah kadar aspal yang digunakan pada grafik menunjukkan angka yang semakin menurun.

Dari beberapa parameter yang digunakan dapat disimpulkan penelitian terdahulu dengan variasi kadar aspal 5,5%, 7%, 8,5%, dan 10% semuanya



memenuhi spesifikasi hanya saja pada parameter untuk nilai VFA dan VIM tidak memenuhi spesifikasi, jika dibandingkan dengan penelitian sekarang pada variasi kadar aspal 10% ada dua parameter yang tidak memenuhi spesifikasi yaitu nilai VIM dan VFA, pada kadar aspal 12% hanya ada satu parameter yang tidak memenuhi spesifikasi yaitu nilai *Flow* dan pada kadar aspal 14% dan 16% ada tiga parameter yang tidak memenuhi spesifikasi yaitu nilai VIM, *flow* dan MQ.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Bedasarkan pembahasan untuk data dan analisa yang telah penulis lakukan pada penelitian ini, maka dampailah pada bab terakhir penulis menyajikan kesimpulan dan ada beberapa saran yang bersifat membangun dan semoga bisa bermanfaat bagi pembaca mengenai hasil data dan analisa tentang penambahan kadar aspal campuran Laston AC-WC yang menggunakan *bottom-ash* yang telah penulis teliti.

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari penelitian yang telah penulis lakukan berikut kesimpulan dari hasil pengaruh penambahan kadar aspal campuran Laston AC-WC yang menggunakan *bottom-ash* :

1. Dari hasil pengujian penambahan variasi kadar aspal mempengaruhi nilai stabilitas. Pada penelitian sekarang nilai stabilitasnya cenderung menurun jika kadar aspal yang ditambah semakin banyak sedangkan pada penelitian terdahulu nilai stabilitasnya semakin naik seiring dengan bertambahnya kadar aspal.
2. Kadar aspal yang digunakan pada penelitian ini ada empat variasi yaitu 10%,12%, 14% dan 16%. Dari keempat variasi tersebut tidak dapat ditentukan kadar aspal optimumnya karena tidak satupun dari kadar aspal yang digunakan memenuhi memenuhi semua spesifikasi stabilitas, flow, VIM, VFA, VMA dan MQ.
3. Adapun karakteristik dari marshall dari beberapa parameter yang digunakan dapat diketahui pada variasi kadar aspal 10% ada dua parameter yang tidak memenuhi spesifikasi yaitu nilai VIM dan VFA, pada kadar aspal 12% hanya ada satu parameter yang tidak memenuhi spesifikasi yaitu nilai *Flow* dan pada kadar aspal 14% dan 16% ada tiga parameter yang tidak memenuhi spesifikasi yaitu nilai VIM, *flow* dan MQ.

## 5.2 Saran

Adapun saran yang dapat penulis rangkum dan yang dapat penulis berikan pada penelitian ini yaitu:

1. Penelitian selanjutnya menggunakan material agregat  $\frac{3}{4}$ , dan  $\frac{3}{8}$  yang berasal dari tanjung pinang dan abu batu dari tanjung balai karimun dengan kadar aspal yang digunakan lebih kecil dari 10%.
2. Pada saat melakukan pengujian perhatikan alat dan bahan sudah lengkap untuk menghindari dari kesalahan pengujian.
3. Menggunakan *Bottom-ash* yang sama pada penelitian selanjutnya tetapi dengan tipe gradasi yang berbeda, AC-BC atau lapis pondasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hawari, F., (2020) Analisis Pengaruh Penggantian Filler Abu Sawit Fly Ash dan *Bottom-ash* Terhadap Karakteristik Perkerasan Lentur (AC-WC), Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis
- Kinanti, Bianglala (2020) *Pengaruh Kadar Bottom-ash Sebagai Substitusi Agregat Halus terhadap Karakteristik Campuran AC-WC*, Universitas Mataram, NTB
- Sastra, M. (2016) *Jobsheet Uji Bahan II (Aspal)*., Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis
- SNI 06-2489-1991, Metode Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall, 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 2417:2008, Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angles, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- SNI 2432:2012, Metode Pengujian Daktilitas, 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 2434:2011, Cara Uji Titik Lembek Aspal dengan Alat Cincin dan Bola(ring and ball), Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- SNI 2441:2011, Cara Uji Berat Jenis Aspal Keras, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- SNI 2456:2011, Cara Uji Penetrasi Aspal, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- SNI ASTM C 136-06, IDT, Metode Uji untuk Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Spesifikasi Umum* (2018) *Divisi 6 Perkerasan Beraspal*, Direktorat Jendral Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta

- Tahir, Anas., dan Andi, T, W. (2015) Pengaruh Variasi *Bottom-ash* dan Abu Batu Terhadap Karakteristik Campuran Beton Aspal Lapis AUS (AC-WC), Universitas Kampus Bumi Tadulako, Tondo, Palu
- Tiara, W., (2022) Pemanfaatan *Bottom-ash* Sawit Sebagai Pengganti Pasir Pada Campuran ACWC, Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis



# LABORATORIUM JALAN RAYA

JURUSAN TEKNIK SIPIL

POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

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

Telp. 0766-7008877 Fax. 0766-8001000 Website: www.polbeng.ac.id

## PERCOBAAN MARSHALL AC -WC

SNI 06-2489-1991

No.	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g (gr/cc)	h (gr/cc)	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o	p	q (kg)	r (mm)	MQ (kg/mm)	Aa (%)	Ae (%)	Fi (%)	DP	Koreksi Tebal B.U
<b>Kadar Aspal 10%</b>																									
A	70.60	11.11	10.0	1172	1186	604	582.0	2.014	2,265	19.421	70.15	10.43	29.85	62.88	11.08	130	1765.64	1493.73	3.1	475.71	0.61	9.452	1.00	0.106	0.846
B	72.93			1205	1211	619	592.0	2.035		19.624	70.88	9.50	29.12	65.13	10.15	132	1792.80	1453.66	4.2	346.11					0.811
C	73.73			1180	1205	608	597.0	1.977		19.065	68.86	12.08	31.14	59.17	12.72	107	1453.26	1157.16	4.7	246.20					0.796
								<b>2,009</b>					<b>30.04</b>	<b>62.39</b>	<b>11.32</b>			<b>1368.18</b>	<b>4.0</b>	<b>356.01</b>					
<b>Kadar Aspal 12%</b>																									
A	68.97	13.64	12.0	1180	1182	617	565.0	2.088	2,192	24.162	71.11	4.73	29.00	83.64	4.74	105	1426.09	1251.40	4.9	253.32	0.61	11.464	1.00	0.087	0.878
B	69.20			1177	1182	631	551.0	2.136		24.717	72.74	2.54	27.37	90.67	2.55	120	1629.82	1423.04	4.6	312.07					0.873
C	69.03			1178	1179	630	549.0	2.146		24.833	73.08	2.09	27.03	92.24	2.10	110	1494.00	1309.12	4.3	304.45					0.876
								<b>2,123</b>					<b>27.80</b>	<b>88.85</b>	<b>3.13</b>			<b>1327.85</b>	<b>4.6</b>	<b>289.95</b>					
<b>Kadar Aspal 14%</b>																									
A	68.70	16.28	14.0	1160	1168	611	557.0	2.083	2,138	28.122	69.33	2.55	30.78	91.64	2.57	84	1140.88	1003.97	6.1	165.13	0.61	13.476	1.00	0.074	0.880
B	71.03			1167	1174	618	556.0	2.099		28.338	69.86	1.80	30.25	93.97	1.82	87	1181.62	989.41	6.9	144.44					0.837
C	70.17			1167	1173	614	559.0	2.088		28.189	69.49	2.32	30.62	92.36	2.34	96	1303.86	1114.36	8.4	132.66					0.855
								<b>2,090</b>					<b>30.55</b>	<b>92.66</b>	<b>2.25</b>			<b>1035.91</b>	<b>7.1</b>	<b>147.41</b>					
<b>Kadar Aspal 16%</b>																									
A	69.70	19.05	16.0	1127	1132	589	543.0	2.076	2,089	32.031	67.49	0.48	32.62	98.09	0.62	70	950.73	821.19	9.2	89.45	0.61	15.488	1.00	0.065	0.864
B	70.07			1157	1160	600	560.0	2.066		31.877	67.16	0.96	32.94	96.66	1.10	69	937.15	802.82	7.2	111.19					0.857
C	68.43			1141	1144	593	551.0	2.071		31.954	67.32	0.73	32.78	97.37	0.86	95	1290.28	1145.12	8.3	137.97					0.888
								<b>2,071</b>					<b>32.78</b>	<b>97.37</b>	<b>0.86</b>			<b>923.04</b>	<b>8.2</b>	<b>112.87</b>					

**Keterangan**

- t = tebal benda uji (b.u.), mm
- a = kadar aspal terhadap agregat, %
- b = kadar aspal (dan aditif) terhadap campuran, (Pb) %
- c = berat kering b.u. (sebelum direndam), gr
- d = berat kering b.u. keadaan SSD, gr
- e = berat b.u. di dalam air, gr
- f = volume b.u. = d-e, cc
- g = berat volume b.u. = c/f, (Gmb) gr/cc
- h = Berat Jenis maksimum teoritis, (Gmm) gr/cc

$$100 : \left( \frac{\% \text{Agregat}}{\text{Bj.Agg.Eff}} + \frac{\% \text{Aspal}}{\text{Bj.AsPal}} \right)$$

i = volume aspal terhadap b.u. =

$$\frac{\text{Pb} \times \text{Gmb}}{\text{Bj. Aspal}} \cdot \%$$

l<sub>er</sub> = volume agregat terhadap b.u. =

$$\frac{(100 - \text{Pb}) \cdot \text{Gmb}}{\text{Bj.Agg.Eff}} \cdot \%$$

k = kadar rongga dalam campuran =

$$\frac{100 - i - j_{er}}{100} \cdot \%$$

l = kadar rongga dalam Agregat (VMA) =

$$100 - \frac{\text{Gmb} \times \% \text{Aggr}}{\text{Gsb}} \cdot \%$$

m = rongga yang terisi aspal (VFA) =

$$100 \times \frac{\text{VMA} - \text{VITM}}{\text{VMA}} \cdot \%$$

n = rongga terhadap campuran (VITM) =

$$100 \times \frac{\text{Gmm} - \text{Gmb}}{\text{Gmm}} \cdot \%$$

o = nilai pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi poving ring

q = stabilitas = p x koreksi tebal b.u., kg

r = kelelahan plastis (flow), mm

MQ = Marshall Quotien (q/r), kg/mm

Aa = Resapan Aspal =

$$100 \times \frac{\text{G}_{se} - \text{G}_{sb}}{\text{G}_{se} \times \text{G}_{sb}} \times \text{Cb} \cdot \%$$

Ae = Aspal Efektif =

$$\frac{\text{Pb} - \text{Aa}}{100} (100 - \text{Pb}) \cdot \%$$

Fi = Kadar Filler dalam komposisi campuran, %

Dp = Dust Proportion (Fi/Ae)

Suhu pencampuran : ± 150° C  
Aspal B.J (Gb) : 1,044

Kalibrasi Proving Ring	
30.43 lbs	= 13.802744 kg
1 lbs	= 0.45359 kg

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
 POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS  
 JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jalan Bathin Alam, Sungai alam Bengkalis-Riau 28714  
 Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000  
 Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

MULIR II

SARAN PERBAIKAN SIDANG AKHIR TA/SKRIPSI

T A : 2023 / 2024

**SARAN PERBAIKAN SIDANG AKHIR TA/SKRIPSI**

Pelaksanaan Sidang Akhir TA/Skripsi dari mahasiswa:

Nama : Riyan Ade Nurreza  
 NIM : 4204191228  
 Jurusan/Prodi : Teknik Sipil / D-IV Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan  
 Judul : Pengaruh Penambahan Kadar Aspal Pada Campuran AC-WC Yang Menggunakan *Bottom-Ash*

Nama Dosen Pembimbing/ Penguji : Lizar, M.T

Materi Perbaikan dari Dosen Pembimbing/Penguji : .....

*Frisal Ananda => kata pengantar, cover, Tujuan,*

Pengesahan Dari Dosen Pembimbing/Dosen Penguji			
Sebelum Perbaikan		Setelah Perbaikan	
Tanggal			
Tanda Tangan		Tanda Tangan	

CATATAN : 1. Form Lembar Saran Perbaikan Proposal yang telah diisi dikembalikan kepada Koordinator.  
 2. Tanda \* = coret salah satu



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jalan Bathin Alam, Sungai alam Bengkalis-Riau 28714  
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000  
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

FORMULIR 11

FORM PERBAIKAN SIDANG AKHIR TA/SKRIPSI

T A : 2023 / 2024

SARAN PERBAIKAN SIDANG AKHIR TA/SKRIPSI

Pelaksanaan Sidang Akhir TA/Skripsi dari mahasiswa:

Nama : Riyan Ade Nurreza

NIM : 4204191228

Jurusan/Prodi : Teknik Sipil / D-IV Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan

Judul : Pengaruh Penambahan Kadar Aspal Pada Campuran AC-WC Yang Menggunakan *Bottom-Ash*

Nama Dosen Pembimbing/ Penguji : Muhammad Idham,ST.,M.Sc

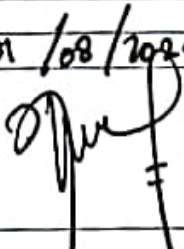

Materi Perbaikan dari Dosen Pembimbing/Penguji : .....

① Perbaiki penulisan yang tidak baik.

② Buat 2 Halaman berkilis bagian tengah skripsi mulai dari penentuan judul sampai penyusunan sampai mendapatkan Hasil.

Batas akhir tgl 06 Agustus 2024  
Jam 09.00 WIB

Pengesahan Dari Dosen Pembimbing/Dosen Penguji

Sebelum Perbaikan		Setelah Perbaikan	
Tanggal	01/08/2024		
Tanda Tangan		Tanda Tangan	

CATATAN : 1. Form Lembar Saran Perbaikan Proposal yang telah diisi dikembalikan kepada Koordinator.  
2. Tanda \* = coret salah satu







KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jalan Bathin Alam, Sungai alam Bengkalis-Riau 28714  
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000  
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

SEMULIR II

AN PERBAIKAN SIDANG AKHIR TA/SKRIPSI

T A : 2023 / 2024

## SARAN PERBAIKAN SIDANG AKHIR TA/SKRIPSI

Pelaksanaan Sidang Akhir TA/Skripsi dari mahasiswa:

N a m a : Riyan Ade Nurreza

NIM : 4204191228

Jurusan/Prodi : Teknik Sipil / D-IV Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan

Judul : Pengaruh Penambahan Kadar Aspal Pada Campuran AC-WC Yang Menggunakan *Bottom-Ash*

Nama Dosen Pembimbing/ Penguji : Zulkarnain.,MT

Materi Perbaikan dari Dosen Pembimbing/Penguji : .....

- Perbaiki Tabel.

*Au Zulkarnain*

Pengesahan Dari Dosen Pembimbing/Dosen Penguji			
Sebelum Perbaikan		Setelah Perbaikan	
Tanggal	01 Agustus 2024		
Tanda Tangan	<i>Zulkarnain, MT</i>	Tanda Tangan	<i>[Signature]</i>

CATATAN : 1. Form Lembar Saran Perbaikan Proposal yang telah diisi dikembalikan kepada Koordinator.  
2. Tanda \* = coret salah satu





## LABORATORIUM JALAN RAYA

JURUSAN TEKNIK SIPIL

POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

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

Telp. 0766-7008877 Fax. 0766-8001000 Website: www.polbeng.ac.id

### KAREKTERISTIK MARSHALL BERDASARKAN HASIL PENGUJIAN CAMPURAN AC- WC

No.	Karakteristik Marshall	Spesifikasi*)	Hasil Pengujian				% campuran
			10%	12%	14%	16%	
1	Density	-	2,01	2,12	2,09	2,07	28
2	VMA (%)	Min.15	30,04	27,80	30,55	32,78	28
3	VITM (%)	Min.3-Maks.5	11,32	3,13	2,25	0,86	28
4	VFWA (%)	Min.65	62,39	88,85	92,66	97,37	28
5	Stabilitas (kg)	Min.800	1368,18	1327,85	1035,91	923,04	28
6	Flow (mm)	Min.2 -Maks.4	3,70	4,60	7,10	8,20	28
7	MQ (kg/mm)	Min.250	356,01	289,95	147,41	112,87	28

Keterangan :  Memenuhi Spesifikasi



**LABORATORIUM JALAN RAYA**

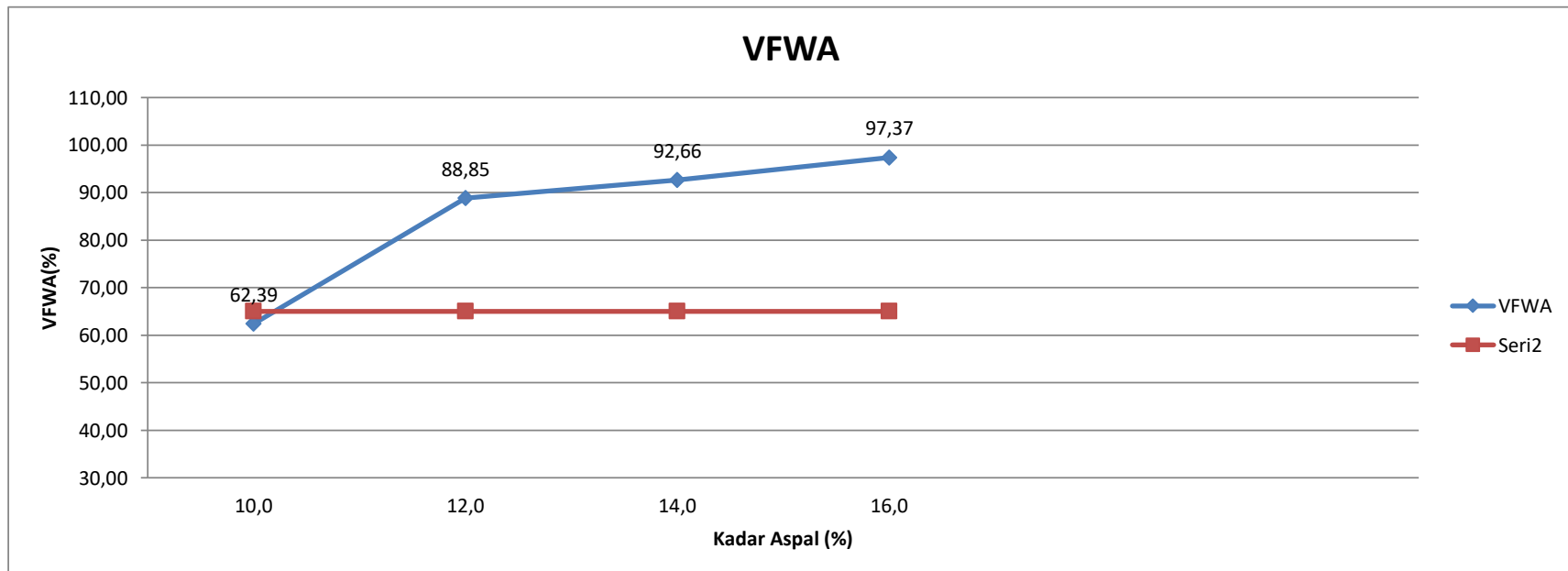
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**

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

Telp. 0766-7008877 Fax. 0766-8001000 Website: [www.polbeng.ac.id](http://www.polbeng.ac.id)

**GRAFIK PEMERIKSAAN VFWA MARSHALL**





## LABORATORIUM JALAN RAYA

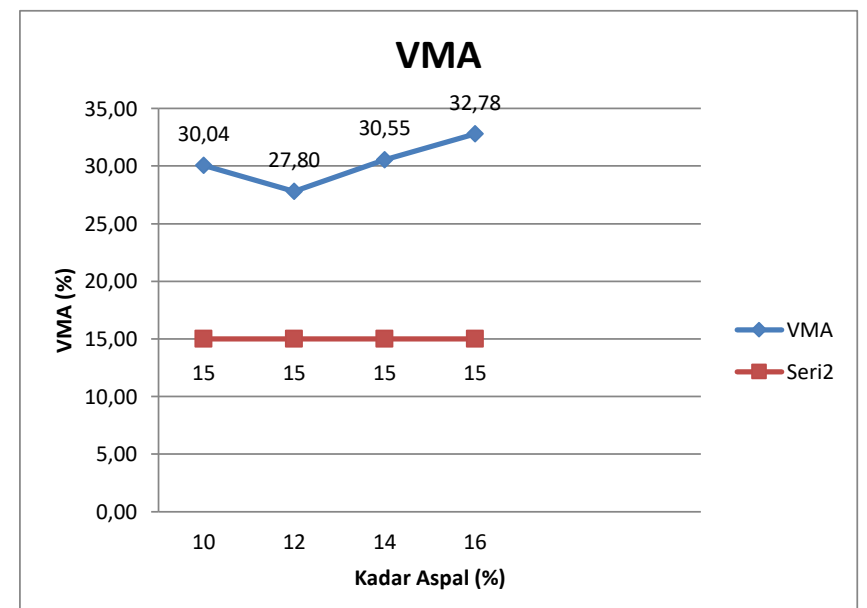
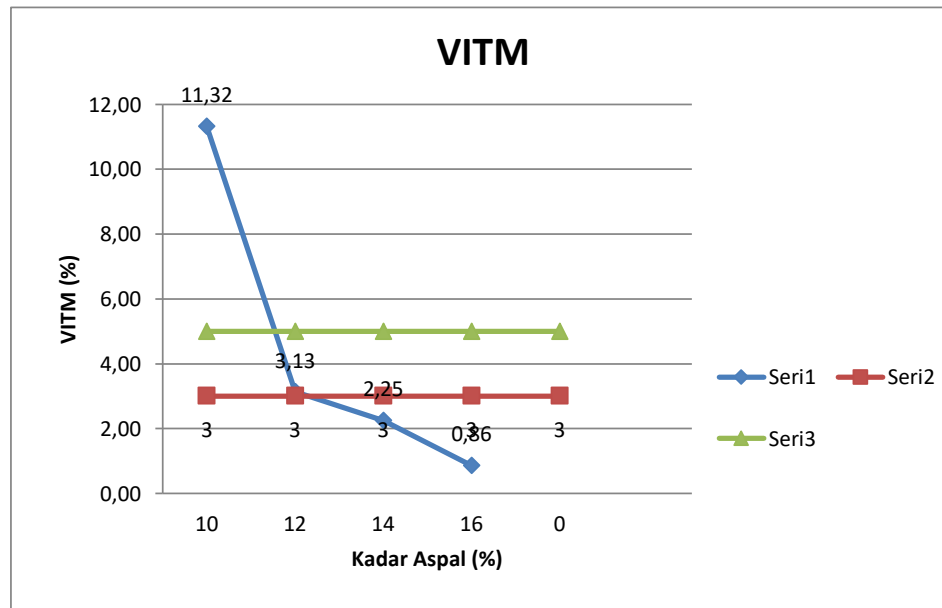
JURUSAN TEKNIK SIPIL

POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

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

Telp. 0766-7008877 Fax. 0766-8001000 Website: www.polbeng.ac.id

### GRAFIK PEMERIKSAAN VITM DAN VMA MARSHALL





**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI**  
**POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
Jl. Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis Riau - 28711  
Tlp. +62 (766) 24566 Email. [polbeng@polbeng.ac.id](mailto:polbeng@polbeng.ac.id)

---

**Perhitungan Kadar Aspal Rencana (KAR)**

Pekerjaan :  
Judul Skripsi :  
Tanggal Pengujian :  
Sumber Material :  
Jenis Campuran : AC-WC



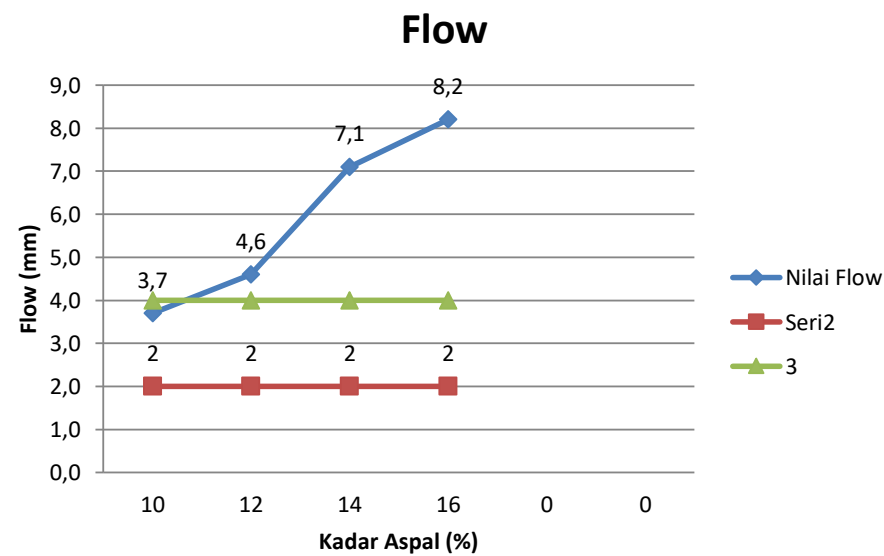
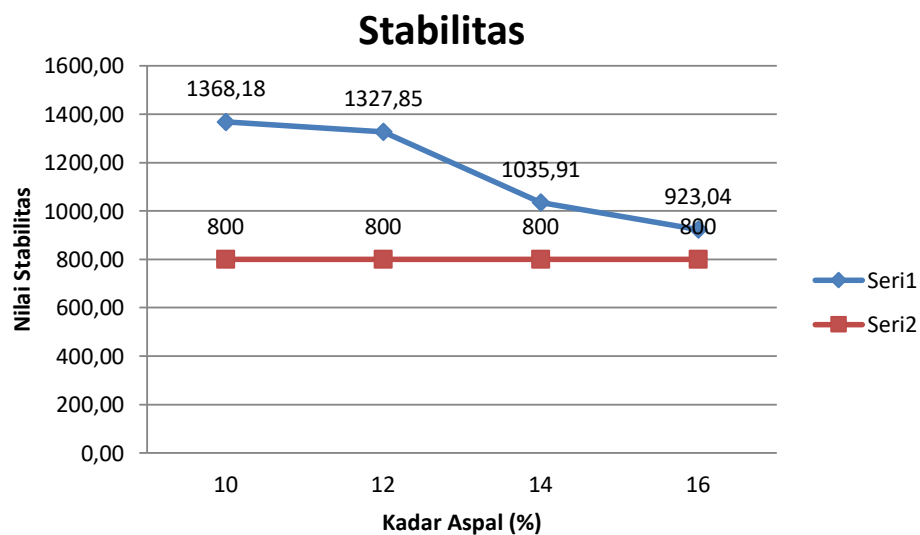
# LABORATORIUM JALAN RAYA

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

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

Telp. 0766-7008877 Fax. 0766-8001000 Website: www.polbeng.ac.id

## GRAFIK PEMERIKSAAN STABILITAS DAN FLOW MARSHALL





## LABORATORIUM JALAN RAYA

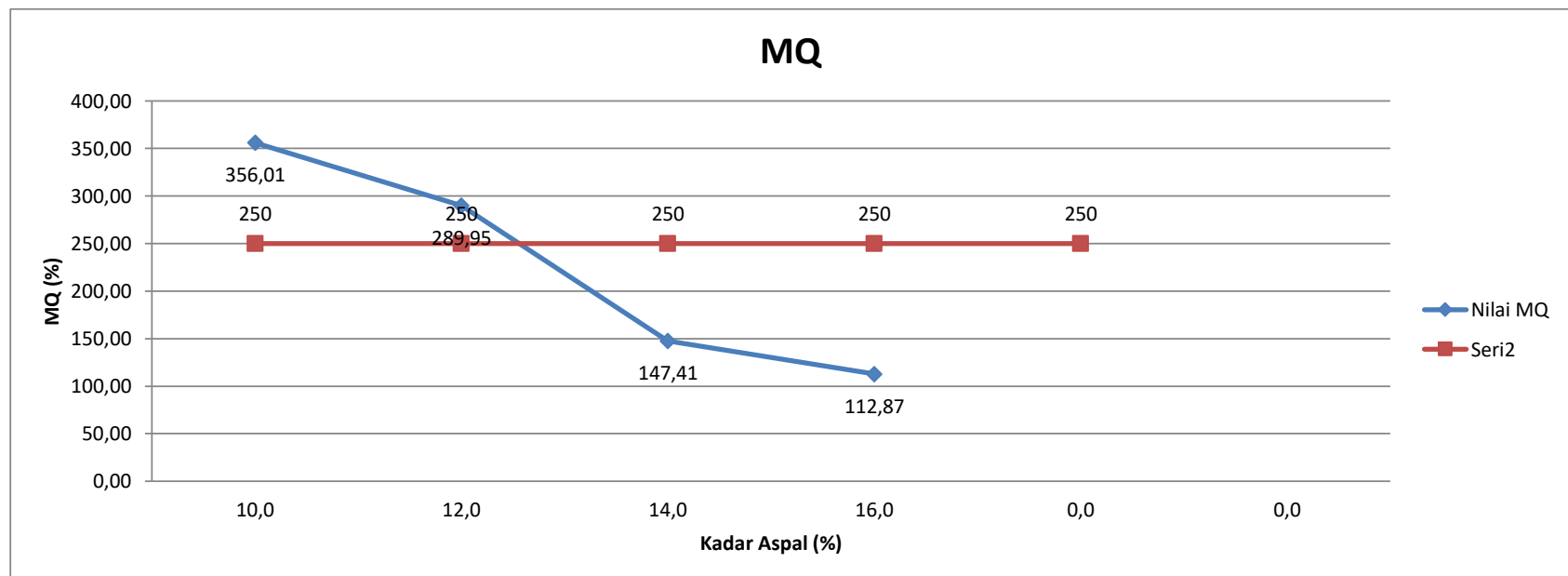
JURUSAN TEKNIK SIPIL

POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

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

Telp. 0766-7008877 Fax. 0766-8001000 Website: www.polbeng.ac.id

### GRAFIK PEMERIKSAAN MARSHALL QUOTIENT (MQ)





**Perhitungan Kadar Aspal Rencana (KAR)**

Pekerjaan :  
Judul Skripsi :  
Tanggal Pengujian :  
Sumber Material :  
Jenis Campuran : AC-WC

No	Jenis Agregat	Ukuran Saringan		Spesifikasi Lolos AC-WC		Tertahan %	Nilai
		No. Saringan	Ukuran (mm)	Kisaran	Rata-rata		
1	Agregat Kasar (CA)	3/4 "	19	100	100	0	39
2		1/2 "	12,5	90-100	95	5	
3		3/8 "	9,5	77-90	83,5	11,5	
4		No.4	4,75	53-69	61	22,5	
5	Agregat Halus (FA)	No.8	2,36	33-53	43	18	54,5
6		No.16	1,18	21-40	30,5	12,5	
7		No.30	0,600	14-30	22	8,5	
8		No.50	0,300	9-22	15,5	6,5	
9		No.100	0,150	6-15	10,5	5	
10		No.200	0,075	4-8	6,5	4	
11	Filler (FF)	Pan		0	0	6,5	6,5

Kadar aspal rencana

$$\begin{aligned}P_b &= 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) + K \\&= (0,035 \times 39) + (0,045 \times 54,5) + (0,18 \times 6,5) + 0,75 \\&= 5,74\end{aligned}$$





Perhitungan Kadar Aspal Rencana (KAR)

AC-WC

Kadar Aspal	Berat						Satuan
	Total	Aspal	Agregat				
			Kasar	Halus	Filler	Total	
4,5	1200	54	446,94	624,57	74,49	1146	gram
5	1200	60	444,6	621,3	74,1	1140	gram
5,5	1200	66	442,26	618,03	73,71	1134	gram
6	1200	72	439,92	614,76	73,32	1128	gram
6,5	1200	78	437,58	611,49	72,93	1122	gram

Kadar Aspal	Berat					
	Total	Aspal	Agregat			
			Kasar	Halus	Filler	Total
10	1200	120	421,2	588,6	70,2	1080
12	1200	144	411,84	575,52	68,64	1056
14	1200	168	402,48	562,44	67,08	1032
16	1200	192	393,12	549,36	65,52	1008



**Komposisi Agregat Berdasarkan Kadar Aspal Rencana (KAR)**

Pekerjaan :  
Judul Skripsi :  
Tanggal Pengujian :  
Sumber Material :  
Jenis Campuran : AC-WC

No. Saringan	% Tertahan	Kadar Aspal Rencana (%) - Berat Agregat (Gram)			
		10	12	14	16
3/4 "	0	0	0	0	0
1/2 "	5	54	52,8	51,6	50,4
3/8 "	11,5	124,2	121,4	118,7	115,9
No.4	22,5	243	237,6	232,2	226,8
No.8	18	140	136,9	133,7	130,6
No.16	12,5	97,2	95,0	92,9	90,7
No.30	8,5	66,1	64,6	63,2	61,7
No.50	6,5	50,5	49,4	48,3	47,2
No.100	5	38,9	38,0	37,2	36,3
No.200	4	31,1	30,4	29,7	29,0
Pan	6,5	54,4	68,6	67,1	65,5
No.8	18	37,8	53,22	52,01	50,80
No.16	12,5	25,7	36,96	36,12	35,28
No.30	8,5	19,7	25,13	24,56	23,99
No.50	6,5	15,1	19,22	18,78	18,35
No.100	5	12,1	14,78	14,45	14,11
No.200	4	70,2	11,83	11,56	11,29
Berat Agregat Total (Gram)		<b>1080,0</b>	<b>1056,0</b>	<b>1032,0</b>	<b>1008,0</b>
Berat 1 Briket (Gram)		1200	1200	1200	1200
Berat Aspal (Gram)		120	144	168	192
Berat Agregat (Gram)		1080	1056	1032	1008





**UJI ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR (CA)**

SNI ASTM C136-2012

Pekerjaan :  
Judul Skripsi :  
Tanggal Pengujian :  
Sumber Material :  
Jenis Campuran : AC-WC Sampel : 1

No	Ukuran Saringan		Berat Saringan	Berat Saringan + Agregat	Berat Tertahan (gram)	Berat Lolos (gram)	% Tertahan Saringan	Total % Tertahan Kumulatif	% Lolos Saringan
	No. Saringan	Ukuran (mm)							
1	3/4 "	19	358	358	0	2999	0,00%	0,00%	100,00%
2	1/2 "	12,5	546	2254	1708	1291	56,95%	56,95%	43,05%
3	3/8 "	9,5	486	1348	862	429	28,74%	85,70%	14,30%
4	No.4	4,75	483	867	384	45	12,80%	98,50%	1,50%
5	No.8	2,36	463	473	10	35	0,33%	98,83%	1,17%
6	No.16	1,18	400	402	2	33	0,07%	98,90%	1,10%
7	No.30	0,600	403	405	2	31	0,07%	98,97%	1,03%
8	No.50	0,300	366	369	3	28	0,10%	99,07%	0,93%
9	No.100	0,150	298	301	3	25	0,10%	99,17%	0,83%
10	No.200	0,075	277	284	7	18	0,23%	99,40%	0,60%
11	Pan		426	444	18	0	0,60%	100,00%	0,00%
12	<b>BERAT Sampel Total</b>				2999		100,00%	935,48%	
13	<b>MHB =</b>					9,35			

--	--	--

Mengetahui/Diperiksa :		Di Uji Oleh :
Pembimbing Skripsi	PLP Lab. Jalan Raya	Mahasiswa Jurusan Tek. Sipil
<b><u>Lizar, ST.MT</u></b> NIP. 198707242022031003	<b><u>Sva'ari, S.ST</u></b> NIK. 1200273	

**UJI ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR (CA)**

SNI ASTM C136-2012

Pekerjaan :

Judul Skripsi :

Tanggal Pengujian :

Sumber Material :

Jenis Campuran : AC-WC

Sampel : 2

No	Ukuran Saringan		Berat Saringan	Berat Saringan + Agregat	Berat Tertahan (gram)	Berat Lolos (gram)	% Tertahan Saringan	Total % Tertahan Kumulatif	% Lolos Saringan
	No. Saringan	Ukuran (mm)							
1	3/4 "	19	358	358	0	3000	0,00%	0,00%	100,00%
2	1/2 "	12,5	546	2024	1478	1522	49,27%	49,27%	50,73%
3	3/8 "	9,5	486	1466	980	542	32,67%	81,93%	18,07%
4	No.4	4,75	483	989	506	36	16,87%	98,80%	1,20%
5	No.8	2,36	463	466	3	33	0,10%	98,90%	1,10%
6	No.16	1,18	400	400	0	33	0,00%	98,90%	1,10%
7	No.30	0,600	403	403	0	33	0,00%	98,90%	1,10%
8	No.50	0,300	366	368	2	31	0,07%	98,97%	1,03%
9	No.100	0,150	298	301	3	28	0,10%	99,07%	0,93%
10	No.200	0,075	277	284	7	21	0,23%	99,30%	0,70%
11	Pan		426	447	21	0	0,70%	100,00%	0,00%
12	<b>BERAT Sampel Total</b>				3000		100,00%	924,03%	
13	<b>MHB =</b>		9,24						

--	--	--

Mengetahui/Diperiksa :		Di Uji Oleh :
Pembimbing Skripsi	PLP Lab. Jalan Raya	Mahasiswa Jurusan Tek. Sipil
<b>Lizar, ST.MT</b> NIP. 198707242022031003	<b>Sva'ari, S.ST</b> NIK. 1200273	

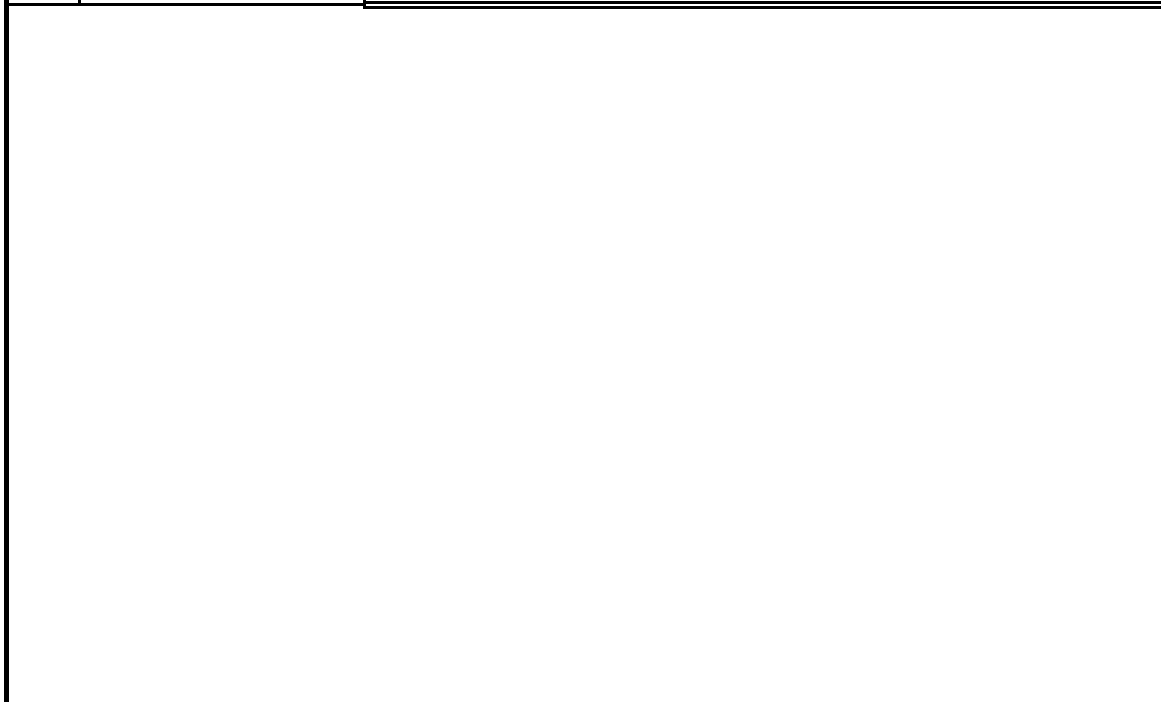


**UJI ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR (CA)**  
SNI ASTM C136-2012

Pekerjaan :  
Judul Skripsi :  
Tanggal Pengujian :  
Sumber Material :  
Jenis Campuran : AC-WC

Sampel : 3

No	Ukuran Saringan		Berat Saringan	Berat Saringan + Agregat	Berat Tertahan (gram)	Berat Lolos (gram)	% Tertahan Saringan	Total % Tertahan Kumulatif	% Lolos Saringan
	No. Saringan	Ukuran (mm)							
1	3/4 "	19	358	358	0	2999	0,00%	0,00%	100,00%
2	1/2 "	12,5	546	1934	1388	1611	46,28%	46,28%	53,72%
3	3/8 "	9,5	486	1489	1003	608	33,44%	79,73%	20,27%
4	No.4	4,75	483	1025	542	66	18,07%	97,80%	2,20%
5	No.8	2,36	463	480	17	49	0,57%	98,37%	1,63%
6	No.16	1,18	400	401	1	48	0,03%	98,40%	1,60%
7	No.30	0,600	403	404	1	47	0,03%	98,43%	1,57%
8	No.50	0,300	366	370	4	43	0,13%	98,57%	1,43%
9	No.100	0,150	298	302	4	39	0,13%	98,70%	1,30%
10	No.200	0,075	277	286	9	30	0,30%	99,00%	1,00%
11	Pan		426	456	30	0	1,00%	100,00%	0,00%
12	<b>BERAT Sampel Total</b>				2999		100,00%	915,27%	
13	<b>MHB =</b>		9,15						



Mengetahui/Diperiksa :		Di Uji Oleh :
Pembimbing Skripsi	PLP Lab. Jalan Raya	Mahasiswa Jurusan Tek. Sipil
<b><u>Lizar, ST.MT</u></b> NIP. 198707242022031003	<b><u>Sya'ari, S.ST</u></b> NIK. 1200273	



**UJI ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR (CA)**

SNI ASTM C136-2012

Pekerjaan :  
Judul Skripsi :  
Tanggal Pengujian :  
Sumber Material :  
Jenis Campuran : AC-WC

Sampel : 1

No	Ukuran Saringan		Berat Saringan	Berat Saringan + Agregat	Berat Tertahan (gram)	Berat Lolos (gram)	% Tertahan Saringan	Total % Tertahan Kumulatif	% Lolos Saringan
	No. Saringan	Ukuran (mm)							
1	3/4 "	19	358	358	0	2989	0,00%	0,00%	100,00%
2	1/2 "	12,5	546	556	10	2979	0,33%	0,33%	99,67%
3	3/8 "	9,5	486	769	283	2696	9,47%	9,80%	90,20%
4	No.4	4,75	483	2632	2149	547	71,90%	81,70%	18,30%
5	No.8	2,36	463	770	307	240	10,27%	91,97%	8,03%
6	No.16	1,18	400	469	69	171	2,31%	94,28%	5,72%
7	No.30	0,600	403	450	47	124	1,57%	95,85%	4,15%
8	No.50	0,300	366	395	29	95	0,97%	96,82%	3,18%
9	No.100	0,150	298	320	22	73	0,74%	97,56%	2,44%
10	No.200	0,075	277	299	22	51	0,74%	98,29%	1,71%
11	Pan		426	477	51	0	1,71%	100,00%	0,00%
12	<b>BERAT Sampel Total</b>				2989		100,00%	766,61%	
13	<b>MHB =</b>		7,67						

Mengetahui/Diperiksa :

Di Uji Oleh :

Pembimbing Skripsi

PLP Lab. Jalan Raya

Mahasiswa Jurusan Tek. Sipil

**Lizar, ST.MT**

NIP. 198707242022031003

**Sya'ari, S.ST**

NIK. 1200273



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

Pekerjaan :  
 Judul Skripsi :  
 Tanggal Pengujian :  
 Sumber Material :  
 Jenis Campuran : AC-WC

Sampel : 2

No	Ukuran Saringan		Berat Saringan	Berat Saringan + Agregat	Berat Tertahan (gram)	Berat Lolos (gram)	% Tertahan Saringan	Total % Tertahan Kumulatif	% Lolos Saringan
	No. Saringan	Ukuran (mm)							
1	3/4 "	19	358	358	0	2996	0,00%	0,00%	100,00%
2	1/2 "	12,5	546	549	3	2993	0,10%	0,10%	99,90%
3	3/8 "	9,5	486	784	298	2695	9,95%	10,05%	89,95%
4	No.4	4,75	483	2655	2172	523	72,50%	82,54%	17,46%
5	No.8	2,36	463	792	329	194	10,98%	93,52%	6,48%
6	No.16	1,18	400	460	60	134	2,00%	95,53%	4,47%
7	No.30	0,600	403	440	37	97	1,23%	96,76%	3,24%
8	No.50	0,300	366	380	14	83	0,47%	97,23%	2,77%
9	No.100	0,150	298	315	17	66	0,57%	97,80%	2,20%
10	No.200	0,075	277	296	19	47	0,63%	98,43%	1,57%
11	Pan		426	473	47	0	1,57%	100,00%	0,00%
12	<b>BERAT Sampel Total</b>				2996		100,00%	771,96%	
13	<b>MHB =</b>		7,72						



Mengetahui/Diperiksa :		Di Uji Oleh :
Pembimbing Skripsi	PLP Lab. Jalan Raya	Mahasiswa Jurusan Tek. Sipil
 <b><u>Lizar, ST.MT</u></b> NIP. 198707242022031003	 <b><u>Sva'ari, S.ST</u></b> NIK. 1200273	





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

Pekerjaan :  
 Judul Skripsi :  
 Tanggal Pengujian :  
 Sumber Material :  
 Jenis Campuran : AC-WC Sampel : 3

No	Ukuran Saringan		Berat Saringan	Berat Saringan + Agregat	Berat Tertahan (gram)	Berat Lolos (gram)	% Tertahan Saringan	Total % Tertahan Kumulatif	% Lolos Saringan
	No. Saringan	Ukuran (mm)							
1	3/4 "	19	358	358	0	2974	0,00%	0,00%	100,00%
2	1/2 "	12,5	546	547	1	2973	0,03%	0,03%	99,97%
3	3/8 "	9,5	486	722	236	2737	7,94%	7,97%	92,03%
4	No.4	4,75	483	2682	2199	538	73,94%	81,91%	18,09%
5	No.8	2,36	463	813	350	188	11,77%	93,68%	6,32%
6	No.16	1,18	400	482	82	106	2,76%	96,44%	3,56%
7	No.30	0,600	403	438	35	71	1,18%	97,61%	2,39%
8	No.50	0,300	366	362	-4	75	-0,13%	97,48%	2,52%
9	No.100	0,150	298	311	13	62	0,44%	97,92%	2,08%
10	No.200	0,075	277	296	19	43	0,64%	98,55%	1,45%
11	Pan		426	469	43	0	1,45%	100,00%	0,00%
12	<b>BERAT Sampel Total</b>				2974		100,00%	771,59%	
13	<b>MHB =</b>		7,72						

--	--

Mengetahui/Diperiksa :		Di Uji Oleh :	
Pembimbing Skripsi	PLP Lab. Jalan Raya	Mahasiswa Jurusan Tek. Sipil	
<b><u>Lizar, ST.MT</u></b> NIP. 198707242022031003	<b><u>Sya'ari, S.ST</u></b> NIK. 1200273		



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

Pekerjaan :  
 Judul Skripsi :  
 Tanggal Pengujian :  
 Sumber Material :  
 Jenis Campuran : AC-WC

Sampel : 1

No	Ukuran Saringan		Berat Saringan	Berat Saringan +	Berat Tertahan	Berat Lolos	% Tertahan Saringan	Total % Tertahan	% Lolos Saringan
	No. Saringan	Ukuran (mm)							
1	3/4 "	19	358	358	0	1503	0,00%	0,00%	100,00%
2	1/2 "	12,5	546	550	4	1499	0,27%	0,27%	99,73%
3	3/8 "	9,5	486	486	0	1499	0,00%	0,27%	99,73%
4	No.4	4,75	483	544	61	1438	4,06%	4,32%	95,68%
5	No.8	2,36	463	851	388	1050	25,82%	30,14%	69,86%
6	No.16	1,18	400	675	275	775	18,30%	48,44%	51,56%
7	No.30	0,600	403	675	272	503	18,10%	66,53%	33,47%
8	No.50	0,300	366	575	209	294	13,91%	80,44%	19,56%
9	No.100	0,150	298	415	117	177	7,78%	88,22%	11,78%
10	No.200	0,075	277	350	73	104	4,86%	93,08%	6,92%
11	Pan		426	530	104	0	6,92%	100,00%	0,00%
12	<b>BERAT Sampel Total</b>				1503		100,00%	511,71%	
13	<b>MHB =</b>		5,12						



Mengetahui/Diperiksa :		Di Uji Oleh :
Pembimbing Skripsi	PLP Lab. Jalan Raya	Mahasiswa Jurusan Tek. Sipil
<b>Lizar, ST.MT</b> NIP. 198707242022031003	<b>Sya'ari, S.ST</b> NIK. 1200273	



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI**  
**POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
 Jl. Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis Riau - 28711

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

Pekerjaan :  
 Judul Skripsi :  
 Tanggal Pengujian :  
 Sumber Material :  
 Jenis Campuran : AC-WC

Sampel : 2

No	Ukuran Saringan		Berat Saringan	Berat Saringan +	Berat Tertahan	Berat Lolos	% Tertahan Saringan	Total % Tertahan	% Lolos Saringan
	No. Saringan	Ukuran (mm)							
1	3/4 "	19	358	358	0	1496	0,00%	0,00%	100,00%
2	1/2 "	12,5	546	550	4	1492	0,27%	0,27%	99,73%
3	3/8 "	9,5	486	486	0	1492	0,00%	0,27%	99,73%
4	No.4	4,75	483	553	70	1422	4,68%	4,95%	95,05%
5	No.8	2,36	463	850	387	1035	25,87%	30,82%	69,18%
6	No.16	1,18	400	660	260	775	17,38%	48,20%	51,80%
7	No.30	0,600	403	672	269	506	17,98%	66,18%	33,82%
8	No.50	0,300	366	575	209	297	13,97%	80,15%	19,85%
9	No.100	0,150	298	418	120	177	8,02%	88,17%	11,83%
10	No.200	0,075	277	357	80	97	5,35%	93,52%	6,48%
11	Pan		426	523	97	0	6,48%	100,00%	0,00%
12	<b>BERAT Sampel Total</b>				1496		100,00%	512,50%	
13	<b>MHB =</b>		5,13						

Mengetahui/Diperiksa :		Di Uji Oleh :
Pembimbing Skripsi	PLP Lab. Jalan Raya	Mahasiswa Jurusan Tek. Sipil
<b>Lizar, ST.MT</b> NIP. 198707242022031003	<b>Sya'ari, S.ST</b> NIK. 1200273	



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI  
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
LABORATORIUM JALAN RAYA  
Jl. Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis Riau - 28711

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

Pekerjaan :  
Judul Skripsi :  
Tanggal Pengujian :  
Sumber Material :  
Jenis Campuran : AC-WC

Sampel : 3

No	Ukuran Saringan		Berat Saringan	Berat Saringan +	Berat Tertahan	Berat Lolos	% Tertahan Saringan	Total % Tertahan	% Lolos Saringan
	No. Saringan	Ukuran (mm)							
1	3/4 "	19	358	358	0	1505	0,00%	0,00%	100,00%
2	1/2 "	12,5	546	546	0	1505	0,00%	0,00%	100,00%
3	3/8 "	9,5	486	489	3	1502	0,20%	0,20%	99,80%
4	No.4	4,75	483	555	72	1430	4,78%	4,98%	95,02%
5	No.8	2,36	463	877	414	1016	27,51%	32,49%	67,51%
6	No.16	1,18	400	661	261	755	17,34%	49,83%	50,17%
7	No.30	0,600	403	666	263	492	17,48%	67,31%	32,69%
8	No.50	0,300	366	567	201	291	13,36%	80,66%	19,34%
9	No.100	0,150	298	415	117	174	7,77%	88,44%	11,56%
10	No.200	0,075	277	353	76	98	5,05%	93,49%	6,51%
11	Pan		426	524	98	0	6,51%	100,00%	0,00%
12	<b>BERAT Sampel Total</b>				1505		100,00%	517,41%	
13	<b>MHB =</b>		5,17						

Mengetahui/Diperiksa :

Di Uji Oleh :

Pembimbing Skripsi

PLP Lab. Jalan Raya

Mahasiswa Jurusan Tek. Sipil

**Lizar, ST.MT**  
NIP. 198707242022031003

**Sya'ari, S.ST**  
NIK. 1200273

**UJI ANALISA SARINGAN BOTTOM-ASH**

SNI ASTM C136-2012

Pekerjaan :

Judul Skripsi :

Tanggal Pengujian :

Sumber Material :

Jenis Campuran AC-WC

Sampel : 1

No	Ukuran Saringan		Berat Saringan	Berat Saringan + Agregat	Berat Tertahan (gram)	Berat Lolos (gram)	% Tertahan Saringan	Total % Tertahan Kumulatif	% Lolos Saringan
	No. Saringan	Ukuran (mm)							
1	3/4 "	19	358	358	0	986	0,00%	0,00%	100,00%
2	1/2 "	12,5	546	546	0	986	0,00%	0,00%	100,00%
3	3/8 "	9,5	486	486	0	986	0,00%	0,00%	100,00%
4	No.4	4,75	483	612	129	857	13,08%	13,08%	86,92%
5	No.8	2,36	463	646	183	674	18,56%	31,64%	68,36%
6	No.16	1,18	400	538	138	536	14,00%	45,64%	54,36%
7	No.30	0,600	403	607	204	332	20,69%	66,33%	33,67%
8	No.50	0,300	366	482	116	216	11,76%	78,09%	21,91%
9	No.100	0,150	298	400	102	114	10,34%	88,44%	11,56%
10	No.200	0,075	277	350	73	41	7,40%	95,84%	4,16%
11	Pan		426	467	41	0	4,16%	100,00%	0,00%
12	<b>BERAT Sampel Total</b>				986		100,00%	519,07%	
13	<b>MHB =</b>		5,19						

Mengetahui/Diperiksa :

Di Uji Oleh :

Pembimbing Skripsi

PLP Lab. Jalan Raya

Mahasiswa Jurusan Tek. Sipil

**Lizar, ST.MT**

NIP. 198707242022031003

**Sya'ari, S.ST**

NIK. 1200273



**UJI ANALISA SARINGAN BOTTOM-ASH**  
SNI ASTM C136-2012

Pekerjaan :  
Judul Skripsi :  
Tanggal Pengujian :  
Sumber Material :  
Jenis Campuran : AC-WC

Sampel : 2

No	Ukuran Saringan		Berat Saringan	Berat Saringan + Agregat	Berat Tertahan (gram)	Berat Lolos (gram)	% Tertahan Saringan	Total % Tertahan Kumulatif	% Lolos Saringan
	No. Saringan	Ukuran (mm)							
1	3/4 "	19	358	358	0	937	0,00%	0,00%	100,00%
2	1/2 "	12,5	546	546	0	937	0,00%	0,00%	100,00%
3	3/8 "	9,5	486	500	14	923	1,49%	1,49%	98,51%
4	No.4	4,75	483	614	131	792	13,98%	15,47%	84,53%
5	No.8	2,36	463	650	187	605	19,96%	35,43%	64,57%
6	No.16	1,18	400	542	142	463	15,15%	50,59%	49,41%
7	No.30	0,600	403	587	184	279	19,64%	70,22%	29,78%
8	No.50	0,300	366	486	120	159	12,81%	83,03%	16,97%
9	No.100	0,150	298	340	42	117	4,48%	87,51%	12,49%
10	No.200	0,075	277	349	72	45	7,68%	95,20%	4,80%
11	Pan		426	471	45	0	4,80%	100,00%	0,00%
12	<b>BERAT Sampel Total</b>				937		100,00%	538,95%	
13	<b>MHB =</b>		5,39						

Mengetahui/Diperiksa :

Di Uji Oleh :

Pembimbing Skripsi

PLP Lab. Jalan Raya

Mahasiswa Jurusan Tek. Sipil

**Lizar, ST.MT**

NIP. 198707242022031003

**Sya'ari, S.ST**

NIK. 1200273



**UJI ANALISA SARINGAN BOTTOM-ASH**  
SNI ASTM C136-2012

Pekerjaan :

Judul Skripsi :

Tanggal Pengujian :

Sumber Material :

Jenis Campuran AC-WC

Sampel : 3

No	Ukuran Saringan		Berat Saringan	Berat Saringan + Agregat	Berat Tertahan (gram)	Berat Lolos (gram)	% Tertahan Saringan	Total % Tertahan Kumulatif	% Lolos Saringan
	No. Saringan	Ukuran (m)							
1	3/4 "	19	358	358	0	962	0,00%	0,00%	100,00%
2	1/2 "	12,5	546	546	0	962	0,00%	0,00%	100,00%
3	3/8 "	9,5	486	498	12	950	1,25%	1,25%	98,75%
4	No.4	4,75	483	624	141	809	14,66%	15,90%	84,10%
5	No.8	2,36	463	638	175	634	18,19%	34,10%	65,90%
6	No.16	1,18	400	542	142	492	14,76%	48,86%	51,14%
7	No.30	0,600	403	574	171	321	17,78%	66,63%	33,37%
8	No.50	0,300	366	477	111	210	11,54%	78,17%	21,83%
9	No.100	0,150	298	399	101	109	10,50%	88,67%	11,33%
10	No.200	0,075	277	345	68	41	7,07%	95,74%	4,26%
11	Pan		426	467	41	0	4,26%	100,00%	0,00%
12	<b>BERAT Sampel Total</b>				962		100,00%	529,31%	
13	<b>MHB =</b>		5,29						

38

Mengetahui/Diperiksa :		Di Uji Oleh :
Pembimbing Skripsi	PLP Lab. Jalan Raya	Mahasiswa Jurusan Tek. Sipil
<b><u>Lizar, ST.MT</u></b> NIP. 198707242022031003	<b><u>Sya'ari, S.ST</u></b> NIK. 1200273	



**PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR (CA)**

SNI 1969:2016

Pekerjaan :  
Judul Skripsi :  
Tanggal Pengujian :  
Sumber Material :  
Jenis Campuran : AC-WC

No	Uraian Percobaan	Benda Uji			RATA-RATA
		1	2	3	
1	Berat Kering Benda Uji (Gram)	4978	4833	4983	4931
2	Berat Benda Uji Jenuh Kering Permukaan (Gram)	5000	5000	5000	5000
3	Berat Benda Uji Di dalam Air (Gram)	3100	3017	3103	3073
4	Berat Jenis Curah (Bulk Specific Gravity) 1	2,620	2,437	2,627	2,561
5	Berat Jenis Curah (Bulk Specific Gravity) 2	2,632	2,521	2,636	2,596
6	Berat Jenis Semu (Apparent Specific Gravity)	2,651	2,661	2,651	2,654
7	Penyerapan (Absorption) (%)	0,442	3,455	0,341	1,413

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT SEDANG (MA)**

SNI 1969:2016

Pekerjaan :  
Judul Skripsi :  
Tanggal Pengujian :  
Sumber Material :  
Jenis Campuran : AC-WC

No	Uraian Percobaan	Benda Uji			RATA-RATA
		1	2	3	
1	Berat Kering Benda Uji (Gram)	4951	4945	4949	4948
2	Berat Benda Uji Jenuh Kering Permukaan (Gram)	5000	5000	5000	5000
3	Berat Benda Uji Di dalam Air (Gram)	3092	3090	3082	3088
4	Berat Jenis Curah (Bulk Specific Gravity) 1	2,595	2,589	2,580	2,588
5	Berat Jenis Curah (Bulk Specific Gravity) 2	2,621	2,618	2,607	2,615
6	Berat Jenis Semu (Apparent Specific Gravity)	2,663	2,666	2,651	2,660
7	Penyerapan (Absorption) (%)	0,990	1,112	1,031	1,044

Mengetahui/Diperiksa :

Di Uji Oleh :

Pembimbing Skripsi

PLP Lab. Jalan Raya

Mahasiswa Jurusan Tek. Sipil

**Lizar, ST.MT**

NIP. 198707242022031003

**Sva'ari, S.ST**

NIK. 1200273





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI  
**POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
Jl. Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis Riau - 28711  
Tlp. +62 (766) 24566 Email. [polbeng@polbeng.ac.id](mailto:polbeng@polbeng.ac.id)

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS (FA)**  
**SNI 1969:2016**

Pekerjaan :  
Judul Skripsi :  
Tanggal Pengujian :  
Sumber Material :  
Jenis Campuran : AC-WC

No	Uraian Percobaan	Benda Uji			RATA-RATA
		1	2	3	
1	Berat Kering Permukaan Jenuh SSD (gr)	500	500	500	500,00
2	Berat Piknometer + Benda Uji SSD + Air (gr)	1013	1009	964	995,33
3	Berat Piknometer Terisi Air (gr)	679	705	656	680,00
4	Berat Kering Oven (gr)	492	488	491	490,33
6	Berat Air Yang Terserap (gr)	8	12	9	9,67
7	Berat Jenis Kering (BULK)	2,96	2,49	2,56	2,67
8	Berat Jenis Permukaan Jenuh (SSD)	3,01	2,55	2,60	2,72
9	Berat Jenis Semu (Apparent)	3,11	2,65	2,68	2,82
10	Penyerapan (%)	1,63	2,46	1,83	1,97

Mengetahui/Diperiksa :		Di Uji Oleh :
Pembimbing Skripsi	PLP Lab. Jalan Raya	Mahasiswa Jurusan Tek. Sipil
<b><u>Lizar, ST.MT</u></b> NIP. 198707242022031003	<b><u>Sva'ari, S.ST</u></b> NIK. 1200273	<b><u>ezza</u></b>



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI  
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
LABORATORIUM JALAN RAYA  
Jl. Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis Riau - 28711  
Tlp. +62 (766) 24566 Email. [polbeng@polbeng.ac.id](mailto:polbeng@polbeng.ac.id)

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS FILLER ABU BATU**  
**SNI 06723:2002**

Pekerjaan :  
Judul Skripsi :  
Tanggal Pengujian :  
Sumber Material :  
Jenis Campuran : AC-WC

No	Uraian Percobaan	Benda Uji		
		1	2	3
1	Berat Pikhnometer (gr) (A)	173	210	200
2	Berat Pikhnometer + Air (gr) (B)	668	704	692
3	Berat Pikhnometer + Benda Uji (gr) (C)	448	422	458
4	Berat Pikhnometer + Benda Uji + Air (gr) (D)	845	823	858
5	Berat Jenis Benda Uji $\alpha = \frac{(C - A)}{(B - A) - (D - C)}$	2,806	2,280	2,804
6	Rata-rata	2,630		

Mengetahui/Diperiksa :		Di Uji Oleh :
Pembimbing Skripsi	PLP Lab. Jalan Raya	Mahasiswa Jurusan Tek. Sipil
<b><u>Lizar, ST.MT</u></b> NIP. 198707242022031003	<b><u>Sya'ari, S.ST</u></b> NIK. 1200273	<b><u>ezza</u></b>



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI  
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
LABORATORIUM JALAN RAYA  
Jl. Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis Riau - 28711

**PEMERIKSAAN LOS ANGELES (ABRASI)**  
**SNI 2417:2008**

Pekerjaan :  
Judul Skripsi :  
Tanggal Pengujian :  
Sumber Material :  
Jenis Campuran : AC-WC

**HASIL PENGUJIAN**

No	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
1	75	3"	62	2 1/2"					
2	62	2 1/2"	50	2"					
3	50	2"	37,5	1 1/2"					
4	37,5	1 1/2"	25	1"					
5	25	1"	19	3/4"					
6	<b>19</b>	<b>3/4"</b>	<b>12,5</b>	<b>1/2"</b>	<b>2500</b>	<b>2500</b>	<b>2500</b>		
7	<b>12,5</b>	<b>1/2"</b>	<b>9,5</b>	<b>3/8"</b>	<b>2500</b>	<b>2500</b>	<b>2500</b>		
8	9,5	3/8"	6,3	1/4"					
9	6,3	1/4"	4,75	No. 4					
10	4,75	No.4	2,36	No.8					
11	Berat Sebelum Pengujian (Gram)				5000	5000	5000		
12	Berat Setelah Pengujian (Gram)				4077	4054	3883		
13	Berat Bahan Yang Aus (Gram)				923	946	1117		
14	Keausan (%)				18,46%	18,92%	22,34%		
15	Keausan Rata-rata (%)				19,91%				

Nilai keausan :  
Spesifikasi : Maks 40%

Mengetahui/Diperiksa :		Di Uji Oleh :
Pembimbing Skripsi	PLP Lab. Jalan Raya	Mahasiswa Jurusan Tek. Sipil
<b><u>Lizar, ST.MT</u></b> NIP. 198707242022031003	<b><u>Sya'ari, S.ST</u></b> NIK. 1200273	



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI  
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
LABORATORIUM JALAN RAYA  
Jl. Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis Riau - 28711  
Tlp. +62 (766) 24566 Email. [polbeng@polbeng.ac.id](mailto:polbeng@polbeng.ac.id)

PENGUJIAN BERAT JENIS ASPAL

SNI 2441:2011

Pekerjaan :  
Judul Skripsi :  
Tanggal Pengujian :  
Sumber Material :  
Jenis Campuran : AC-WC

Contoh dipanaskan	Mulai : Pukul 16.30	Suhu oven : 130°C
	Selesai : Pukul 17.05	
Didiamkan pada suhu ruang	Mulai : Pukul 17.05	
	Selesai : Pukul 17.45	
Direndam pada 25°C	Mulai : Pukul	Suhu : 25°C
	Selesai : Pukul	Waterbath
Pemeriksaan berat jenis	Mulai : Pukul	
	Selesai : Pukul	

	Benda Uji 1	Benda Uji 2
Berat piknometer + aspal (C)	60,83 gram	60,344 gram
Berat piknometer kosong (A)	42,587 gram	41,479 gram
Berat Aspal (C-A)	18,243 gram	18,865 gram
Berat piknometer + Air (B)	74,732 gram	72,581 gram
Berat piknometer kosong	42,587 gram	41,479 gram
Berat Air (B-A)	32,145 gram	31,102 gram
Berat piknometer + Aspal + Air (D)	75,222 gram	73,418 gram
Berat piknometer + aspal	60,83 gram	60,344 gram
Berat Air (D-C)	14,392 gram	13,074 gram
Isi Aspal (B-A)-(D-C)	17,753 ml	18,028 ml
Berat Jenis $\frac{(C - A)}{(B - A) - (D - C)}$	1,028	1,046
Berat Jenis Rata-rata	1,037	

Mengetahui/Diperiksa :

Di Uji Oleh :

Pembimbing Skripsi

PLP Lab. Jalan Raya

Mahasiswa Jurusan Tek. Sipil

Lizar, ST,MT  
NIP. 198707242022031003

Sva'ari, S.ST  
NIK. 1200273

ezza  
NIM.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI  
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
LABORATORIUM JALAN RAYA  
Jl. Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis Riau - 28711  
Tlp. +62 (766) 24566 Email. [polbeng@polbeng.ac.id](mailto:polbeng@polbeng.ac.id)

**PENGUJIAN PENETRASI ASPAL**  
**SNI 2456:2011**

Pekerjaan :  
Judul Skripsi :  
Tanggal Pengujian :  
Sumber Material :  
Jenis Campuran : AC-WC

Contoh dipanaskan  
Mulai : Pukul  
Selesai : Pukul  
Suhu : 130°C

Penyimpanan pada suhu ruang  
Mulai : Pukul  
Selesai : Pukul

Perendam pada suhu 20°C  
Mulai : Pukul  
Selesai : Pukul

Pengujian  
Mulai : Pukul  
Selesai : Pukul  
Suhu : 20°C

SUHU (°C)	PEMBACAAN PENETRASI (20°C, 100 gram, 5 deti)			
	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3	Benda Uji 4
1	75	70	72	54
2	60	52	43	63
3	69	60	71	68
4	68	60	60	55
5	54	52	70	64
Rata-rata	65,2	58,8	63,2	60,8
	62		62	
	62			

Mengetahui/Diperiksa :		Di Uji Oleh :
Pembimbing Skripsi	PLP Lab. Jalan Raya	Mahasiswa Jurusan Tek. Sipil
<b><u>Lizar, ST.MT</u></b> NIP. 198707242022031003	<b><u>Sva'ari, S.ST</u></b> NIK. 1200273	<b><u>ezza</u></b>



**PENGUJIAN TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPAL**  
**SNI 2433:2011**

Pekerjaan :  
 Judul Skripsi :  
 Tanggal Pengujian :  
 Sumber Material :  
 Jenis Campuran : AC-WC

Contoh dipanaskan	Mulai	Suhu Kompor : 90°C
	Selesai	
Penuangan		Suhu Penuangan : 70°C
Pemeriksaan	Benda Uji 1                      Benda Uji 2	Titik Nyala
Mulai pengujian		Perkiraan 350°C
Sampai 56°C dibawah titik nyala		
Sampai 28°C dibawah titik nyala		
Selesai pengujian		

°C di bawah Titik Nyala	Benda Uji 1			Benda Uji 2		
	Pembacaan Waktu	Pembacaan Suhu (°C)	Titik Nyala/Bakar	Pembacaan Waktu	Pembacaan Suhu (°C)	Titik Nyala/Bakar
56	13:15	294	329	13:50	287	328
	13:16	306		13:51	300	
	13:17	313		13:52	310	
	13:18	317		13:53	313	
	13:19	325		13:54	328	
	13:20	329		13:55	339	
	13:21	339		13:56	349	
	13:22	348		13:57	358	
Rata-rata	328,5					

Mengetahui/Diperiksa :		Di Uji Oleh :
Pembimbing Skripsi	PLP Lab. Jalan Raya	Mahasiswa Jurusan Tek. Sipil
<b><u>Lizar, ST.MT</u></b> NIP. 198707242022031003	<b><u>Sva'ari, S.ST</u></b> NIK. 1200273	



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI  
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
LABORATORIUM JALAN RAYA  
Jl. Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis Riau - 28711  
Tlp. +62 (766) 24566 Email. [polbeng@polbeng.ac.id](mailto:polbeng@polbeng.ac.id)

**PENGUJIAN DAKTILITAS ASPAL**  
**SNI 2432:2011**

Pekerjaan :  
Judul Skripsi :  
Tanggal Pengujian :  
Sumber Material :  
Jenis Campuran : AC-WC

Contoh dipanaskan	Mulai : Pukul Selesai : Pukul	Suhu oven : 130°C
Didiamkan pada suhu ruang	Mulai : Pukul Selesai : Pukul	
Direndam pada 25°C	Mulai : Pukul Selesai : Pukul	
Pengujian	Mulai : Pukul Selesai : Pukul	Suhu : 25°C

**PEMBACAAN DAKTILITAS (cm)**

BENDA UJI 1	BENDA UJI 2	BENDA UJI 3
131	133	129

Rata-rata : 131

Mengetahui/Diperiksa :		Di Uji Oleh :
Pembimbing Skripsi	PLP Lab. Jalan Raya	Mahasiswa Jurusan Tek. Sipil
<b><u>Lizar, ST.MT</u></b> NIP. 198707242022031003	<b><u>Sva'ari, S.ST</u></b> NIK. 1200273	



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI  
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
LABORATORIUM JALAN RAYA  
Jl. Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis Riau - 28711  
Tlp. +62 (766) 24566 Email. [polbeng@polbeng.ac.id](mailto:polbeng@polbeng.ac.id)

**PENGUJIAN TITIK LEMBEK ASPAL**  
**SNI 2434:2011**

Pekerjaan :  
Judul Skripsi :  
Tanggal Pengujian :  
Sumber Material :  
Jenis Campuran : AC-WC

Contoh dipanaskan	Alat : Kompor
	Suhu : 130°C
	Mulai : Pukul
	Selesai : Pukul
Pengisian cincin	Suhu : 100°C
	Mulai : Pukul
	Selesai : Pukul
Penyimpanan benda uji pada ruang terbuka atau di dalam lemari pendingin	Suhu : 27°C
	Mulai : Pukul
	Selesai : Pukul
Perendam bola besi	Suhu : 3°C
	Mulai : Pukul
	Selesai : Pukul
Perendam benda uji di dalam bejana	Suhu : 3°C
	Mulai : Pukul
	Selesai : Pukul
Pengujian	Suhu : 4°C
	Mulai : Pukul
	Selesai : Pukul

Hasil Pembacaan

SUHU (°C)	PEMBACAAN PENETRASI (20°C, 100 gram, 5 deti)			
	Benda Uji 1A	Benda Uji 1B	Benda Uji 2A	Benda Uji 2B
5	68	65		
10	137	149		
15	213	217		
20	263	287		
25	340	364		
30	408	427		
35	515	492		
40	610	587		
45	713	707		
49,5	732	768		
51				
53				
Titik Lembek	49,5°C	48°C		
	48,75			

Mengetahui/Diperiksa :

Di Uji Oleh :

Pembimbing Skripsi

PLP Lab. Jalan Raya

Mahasiswa Jurusan Tek. Sipil

**Lizar, ST.MT**

NIP. 198707242022031003

**Sva'ari, S.ST**

NIK. 1200273

**ezza**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
 POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS  
 JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jalan Bathin Alam, Sungai alam Bengkalis-Riau 28714  
 Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000  
 Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

MULIR II

SARAN PERBAIKAN SIDANG AKHIR TA/SKRIPSI

T A : 2023 / 2024

**SARAN PERBAIKAN SIDANG AKHIR TA/SKRIPSI**

pelaksanaan Sidang Akhir TA/Skripsi dari mahasiswa:

Nama : Riyan Ade Nurreza  
 NIM : 4204191228  
 Jurusan/Prodi : Teknik Sipil / D-IV Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan  
 Judul : Pengaruh Penambahan Kadar Aspal Pada Campuran AC-WC Yang Menggunakan *Bottom-Ash*

Nama Dosen Pembimbing/ Penguji : Lizar, M.T

Materi Perbaikan dari Dosen Pembimbing/Penguji : .....

*Frisal Ananda => kata pengantar, cover, Tujuan,*

Pengesahan Dari Dosen Pembimbing/Dosen Penguji			
Sebelum Perbaikan		Setelah Perbaikan	
Tanggal			
Tanda Tangan		Tanda Tangan	

CATATAN : 1. Form Lembar Saran Perbaikan Proposal yang telah diisi dikembalikan kepada Koordinator.  
 2. Tanda \* = coret salah satu



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
Jalan Bathin Alam, Sungai alam Bengkalis-Riau 28714  
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000  
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

<b>FORMULIR 11</b>	T A : 2023 / 2024
<b>SARAN PERBAIKAN SIDANG AKHIR TA/SKRIPSI</b>	

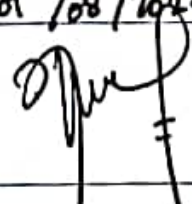

**SARAN PERBAIKAN SIDANG AKHIR TA/SKRIPSI**

Pelaksanaan Sidang Akhir TA/Skripsi dari mahasiswa:

Nama : Riyan Ade Nurreza  
 NIM : 4204191228  
 Jurusan/Prodi : Teknik Sipil / D-IV Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan  
 Judul : Pengaruh Penambahan Kadar Aspal Pada Campuran AC-WC Yang Menggunakan *Bottom-Ash*

Nama Dosen Pembimbing/ Penguji : Muhammad Idham,ST.,M.Sc  
 Materi Perbaikan dari Dosen Pembimbing/Penguji : .....

- ① Perbaiki penulisan yang tidak baik.
- ② Buat 2 Halaman berkolom bergaris kentang skripsi mulai dari penentuan judul sampai penyusunan sampai mendapatkan Hasil.  
 Batas akhir tgl 06 Agustus 2024  
 Jam 09.00 WIB

Pengesahan Dari Dosen Pembimbing/Dosen Penguji			
Sebelum Perbaikan		Setelah Perbaikan	
Tanggal	01/08/2024		
Tanda Tangan		Tanda Tangan	

CATATAN : 1. Form Lembar Saran Perbaikan Proposal yang telah diisi dikembalikan kepada Koordinator.  
 2. Tanda \* = coret salah satu





**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

Jalan Bathin Alam, Sungai alam Bengkalis-Riau 28714  
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000  
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

**SEMULIR II**

AN PERBAIKAN SIDANG AKHIR TA/SKRIPSI

TA : 2023 / 2024

**SARAN PERBAIKAN SIDANG AKHIR TA/SKRIPSI**

Pelaksanaan Sidang Akhir TA/Skripsi dari mahasiswa:

Nama : Riyan Ade Nurreza  
NIM : 4204191228  
Jurusan/Prodi : Teknik Sipil / D-IV Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan  
Judul : Pengaruh Penambahan Kadar Aspal Pada Campuran AC-WC Yang Menggunakan *Bottom-Ash*

Nama Dosen Pembimbing/ Penguji : Zulkarnain.,MT

Materi Perbaikan dari Dosen Pembimbing/Penguji : .....

.....

- Perbaiki Tabel.

-

.....

.....

.....

.....

.....

.....

*Au Zulkarnain*

Pengesahan Dari Dosen Pembimbing/Dosen Penguji			
Sebelum Perbaikan		Setelah Perbaikan	
Tanggal	01 Agustus 2024		
Tanda Tangan	<i>Zulkarnain, MT</i>	Tanda Tangan	<i>[Signature]</i>

CATATAN : 1. Form Lembar Saran Perbaikan Proposal yang telah diisi dikembalikan kepada Koordinator.  
2. Tanda \* = coret salah satu

