

**PERBANDINGAN DUA JENIS AGREGAT DAERAH YANG  
BERBEDA TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL  
PADA ASPAL PORUS**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan Sebagai salah satu syarat Guna Memperoleh  
Gelar Sarjana Pada Fakultas Teknik  
Universitas Islam Riau*



Oleh :

**ADI NURHAKIM**  
**143110071**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
PEKANBARU  
2019**



Sri Hartati Dewi, ST., MT  
Pembimbing I

Tanggal : 29-10-2019

Roza Mildawati, ST., MT  
Pembimbing II

Tanggal : 28-10-2019

**HALAMAN PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**PERBANDINGAN DUA JENIS AGREGAT YANG BERBEDA  
TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL  
PADA ASPAL PORUS**

**UNIVERSITAS ISLAM RIAU**  
DISUSUN OLEH :

**ADI NURHAKIM**  
NPM. 143110071

Telah Disetujui Didepan Dewan Penguji Tanggal 09 Oktober 2019 Dan  
Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat Untuk Diterima

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

  
**Sri Hartati Dewi, ST., MT**  
Dosen Pembimbing

  
**Roza Mildawati, ST., MT**  
Dosen Pembimbing II

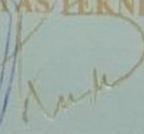
  
**Dr. Elizar, ST., MT**  
Dosen Penguji

  
**Harmiyati, ST., M. Si**  
Dosen Penguji

Pekanbaru, 09 Oktober 2019

**UNIVERSITAS ISLAM RIAU**  
**FAKULTAS TEKNIK**



  
**Ir. H. Abd. Kudus Zaini, MT., MS., Tr.**  
Dekan

Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan :

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (Strata satu). Di Universitas Islam Riau.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya ini tidak terdapat karya atau pendapat orang kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan tidak kebenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Pekanbaru, 24 Oktober 2019

Yang Bersangkutan Pernyataan

  
METERAI  
TEMPEL  
Rp 3000  
36AHF034863095  
TIGA RIBU RUPIAH  
Adi Nurhakim  
NPM. 143110071

Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Syukur Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT yang telah begitu banyaknya melimpahkan Rahmat dan Karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.

Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Adapun judul dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah "*Perbandingan dua jenis agregat daerah yang berbeda Terhadap Karakteristik Marshall pada aspal porus*".

Penulisan tugas akhir ini pada dasarnya dilakukan karena penulis ingin lebih mendalami ilmu pengetahuan tentang campuran material perkerasan Aspal Porus dengan membandingkan penggunaan agregat pangkalan dan agregat 13 koto kampar. Jika hasil penelitian ini mencapai hasil yang baik, maka dimasa mendatang tidak tertutup kemungkinan penggunaan dari salah satu asal agregat dapat diproduksi semakin banyak untuk perkerasan Aspal Porus.

Dengan segala kerendahan hati penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis membuka diri untuk menerima masukan, kritik, dan saran yang membangun bagi penulis demi kesempurnaan penulisan tugas akhir ini. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih semoga hasil dari Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Pekanbaru, 24 Oktober 2019

Adi Nurhakim  
NPM. 143110071

## UCAPAN TERIMA KASIH

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Syukur Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT yang telah begitu banyaknya melimpahkan Rahmat dan Karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Penulis menyadari bahwa penelitian tidak akan terwujud tanpa adanya dorongan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam penulisan dan penyelesaian Tugas Akhir ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Prof.Dr. H. Syafrinaldi SH., MCL selaku Rektor Universitas Islam Riau.
2. Bapak Ir. H. Abd Kudus Zaini, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
3. Ibu Dr. Kurnia Hastuti, ST., MT selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Ibu Muhammad Aryon, ST., MT, selaku Wakil Dekan Bidang Keuangan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
5. Bapak Syawaldi, ST.,MT selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
6. Ibu Dr.Elizar, ST., MT Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau dan sekaligus sebagai selaku penguji.
7. Bapak Firman Syarif,ST.,MT selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau.
8. Ibu Sri Hartati Dewi, ST., MT, selaku pembimbing I.
9. Ibu Roza Mildawati, ST., MT, selaku pembimbing II

10. Ibu Harmiyati, ST., M.Si selaku penguji
11. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau.
12. Seluruh Staff Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
13. Penghargaan setinggi-tingginya kepada bapak Jamal dan ibu Rasmini selaku orangtua serta Silfi Filani selaku adek, yang selalu memberikan nasehat-nasehat dan bantuan moril maupun finansial.
14. Bapak Holdun Yazid, ST., MT selaku Kepala Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Riau.
15. Kepada rekan-rekan yang telah membantu di laboratorium terutama Miswarti, ST., MT dan Rahmat Hidayat, ST.
16. Buat teman dan sahabat seperjuangan Siti Aminah Pohan, Kiki Hariadi Siti Kurniasyih, Melingga Jiandi Rahmad, Ridho Aldino, Nuryani, Hamonangan, Habibi Muliya Akbar, Azizi Reski Akbar, Ridwan Saleh, Fajri Syefringga, serta rekan-rekan Mahasiswa Teknik Sipil Angkatan 2014 Universitas Islam Riau dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Terima Kasih atas segala bantuannya. Semoga penelitian ini bermanfaat bagi kita semua dan semoga amal baik kita mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT. Amin...

*Wassalamu'alaikum Wr.Wb.*

Pekanbaru, 24 Oktober 2019

Penulis

Adi Nurhakim

**DAFTAR ISI**

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	x
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>ABSTRAK</b> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Umum.....	4
2.2 Penelitian Sebelumnya.....	4
2.3 Keaslian Penelitian.....	6
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b> .....	7
3.1 Umum.....	7
3.2 Komposisi Aspal.....	7
3.3 Kadar Aspal Dalam Campuran.....	9
3.4 Agregat.....	12
3.5 Karakteristik Campuran.....	13
3.6 Pengujian Agregat.....	15
3.7 Karakteristik Marshall.....	15

<b>BAB IV METODE PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
4.1 Lokasi Penelitian .....	23
4.2 Tahapan Pelaksanaan Penelitian .....	23
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>32</b>
5.1 Hasil Pengujian Material .....	32
5.1.1 Hasil Distribusi Ukuran Gabungan Agregat Pangkalan Dan 13 Koto Kampar .....	32
5.1.2 Hasil Pengujian Bahan Pengisi ( <i>Filler</i> ) .....	36
5.1.3 Hasil Perhitungan Perkiraan Awal Kadar Aspal Tengah (Pb) .....	36
5.1.4 Kadar Aspal Optimum (KAO) .....	36
5.2 Hasil Analisa Karakteristik Marshall Berdasarkan Variasi Kadar Aspal Pengujian Marshall.....	36
5.2.1 Stabilitas .....	37
5.2.2 Kelelehan ( <i>Flow</i> ) .....	38
5.2.3 Rongga Dalam Campuran ( <i>Void in The Mix /VIM</i> ).....	39
5.2.4 <i>Marshall Quotient(MQ)</i> .....	40
5.2.5 Rongga Dalam Mineral Agregat ( <i>Void in Minerale Agregat /                 VMA</i> ) .....	41
5.2.6 Rongga Terisi Aspal ( <i>Void Filled With Asphalt /VFA</i> ) .....	42
5.2.7 Permeabilitas .....	43
5.3 Pembahasan .....	44
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>45</b>
6.1 Kesimpulan .....	45
6.2 Saran .....	45

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Contoh Komponen Fraksional di Indonesia, Betom Aspal Campuran Panas .....	8
Tabel 3.2 Parameter Aspal Porus (AAPA, 1997).....	11
Tabel 3.3 Koreksi Stability.....	22
Tabel 5.1 Hasil Gradasi Agregat Gabungan Campuran Aspal Porus Agregat Pangkalan .....	33
Tabel 5.2 Hasil Gradasi Agregat Gabungan Campuran Aspal Porus Agregat XIII Koto Kampar .....	35
Tabel 5.3 Hasil Spesifikasi Gradasi Aspal Porus .....	35
<b>Tabel Lampiran A :</b>	
Tabel A.1 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar Pangkalan.....	A1
Tabel A.2 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Medium Pangkalan.....	A2
Tabel A.3 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus Abu Batu Pangkalan.....	A3
Tabel A.4 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus Pangkalan.....	A4
Tabel A.5 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar Pangkalan .....	A5
Tabel A.6 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar Medium Pangkalan .....	A6
Tabel A.7 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Abu Batu Pangkalan .....	A7
Tabel A.8 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus (Pasir) Pangkalan .....	A8
Tabel A.9 Hasil Pemeriksaan Gabungan Berat Jenis Campuran Aspal Porus Agregat Pangkalan.....	A13
Tabel A.12 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar XIII Koto Kampar.....	A14
Tabel A.13 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Medium XIII Koto kampar.....	A15
Tabel A.14 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus Abu Batu XIII Koto kampar.....	A16
Tabel A.15 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus XIII Koto kampar.....	A17

Tabel A.16 Hasil Pemeriksaan Gabungan Berat Jenis Campuran Aspal Porus Agregat XIII Koto Kampar.....	A26
--	-----

**Tabel Lampiran B :**

Tabel B.6 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar Pangkalan .....	B6
Tabel B.7 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar Medium Pangkalan .....	B7
Tabel B.8 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Abu Batu Pangkalan .....	B8
Tabel B.9 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus (Pasir) Pangkalan.....	B9
Tabel B.15 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar XIII Koto Kampar ....	B15
Tabel B.16 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar Medium XIII Koto Kampar .....	B16
Tabel B.17 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Abu Batu Pangkalan .....	B17
Tabel B.18 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus (Pasir) XIII Koto Kampar.....	B18
Tabel A.19 Hasil Pengujian Marshall Campuran Aspal Porus Agregat Pangkalan .....	B19
Tabel B.20 Hasil Pengujian Marshall Campuran Aspal Porus Agregat XIII Koto Kampar.....	B20
Tabel A.21 Hasil Perhitungan Permeabilitas Aspal Porus Agregat Pangkalan .....	B21
Tabel A.29 Hasil Perhitungan Permeabilitas Aspal Porus Agregat XIII Koto Kampar .....	B29

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Penentuan Kadar Aspal Optimum.....	11
Gambar 4.1 lokasi penelitian .....	23
Gambar 4.2 Bagan Alir penelitian Aspal Porus.....	30
Gambar 5.1 Grafik Gradasi Gabungan Agregat Pangkalan .....	32
Gambar 5.2 Grafik Gradasi Gabungan Agregat XIII Koto Kampar .....	34
Gambar 5.3 Perbandingan Nilai Stabilitas Antara Penggunaan Agregat Pangkalan Dan Agregat XIII Koto Kampar Pada Variasi Kadar Aspal.....	37
Gambar 5.4 Perbandingan Nilai <i>Flow</i> Antara Penggunaan Agregat Pangkalan Dan Agregat XIII Koto Kampar Pada Variasi Kadar Aspal.....	38
Gambar 5.5 Perbandingan Nilai <i>VIM</i> Antara Penggunaan Agregat Pangkalan Dan Agregat XIII Koto Kampar Pada Variasi Kadar Aspal .....	39
Gambar 5.6 Perbandingan Nilai <i>MQ</i> Antara Penggunaan Agregat Pangkalan Dan Agregat XIII Koto Kampar Pada Variasi Kadar Aspal. ....	40
Gambar 5.7 Perbandingan Nilai <i>VMA</i> Antara Penggunaan Agregat Pangkalan Dan Agregat XIII Koto Kampar Pada Variasi Kadar Aspal. ....	41
Gambar 5.8 Perbandingan Nilai <i>VFA</i> Antara Penggunaan Agregat Pangkalan Dan Agregat XIII Koto Kampar Pada Variasi Kadar Aspal.....	42
Gambar 5.9 Perbandingan Nilai Permeabilitas Antara Penggunaan Agregat Pangkalan Dan Agregat XIII Koto Kampar Pada Variasi Kadar Aspal.....	43

## DAFTAR NOTASI

<i>A</i>	= Berat benda uji semula (gram)
<i>AB</i>	= Abu Batu
<i>APP</i>	= Berat jenis apparent gabungan dari empat fraksi batu
<i>B</i>	= Berat piknometer dan berat air (gram)
<i>Ba</i>	= Berat benda uji kering permukaan jenuh dalam air (gram)
<i>Bj</i>	= Berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)
<i>BjAa</i>	= Berat jenis apparent agregat kasar ( <i>coarse aggregate</i> )
<i>BjAb</i>	= Berat jenis apparent agregat sedang ( <i>Medium aggregate</i> )
<i>BjAc</i>	= Berat jenis apparent abu batu ( <i>fine aggregate</i> )
<i>BjAd</i>	= Berat apparent pasir ( <i>Natural Sand</i> )
<i>BjUa</i>	= Berat Bulk agregat kasar ( <i>coarse aggregate</i> )
<i>BjUb</i>	= Berat Bulk agregat sedang ( <i>Medium aggregate</i> )
<i>BjUc</i>	= Berat Bulk abu batu ( <i>fine aggregate</i> )
<i>BjUd</i>	= Berat Bulk Pasir ( <i>Natural Sand</i> )
<i>Bk</i>	= Berat benda uji kering oven (gram)
<i>Bt</i>	= Berat piknometer berisi benda uji dan air (gram)
<i>c</i>	= Berat benda uji sebelum direndam (gram)
<i>d</i>	= Berat benda uji jenuh air (gram)
<i>e</i>	= Berat benda uji dalam air (gram)
<i>Eff</i>	= Berat jenis efektif (V)
<i>f</i>	= Isi benda uji (ml)
<i>g</i>	= Berat isi benda uji (gram/ml)
<i>i</i>	= Persentase volume aspal (%)
<i>I</i>	= Persentase rongga agregat (%)
<i>J</i>	= Persentase volume agregat (%)
<i>MQ</i>	= <i>Marshall Quotient</i> ( hasil bagi marshal)
<i>P</i>	= Kalibrasi Proving ring
<i>Pb</i>	= Kadar Aspal rencana (%)

<i>r</i>	= Nilai <i>flow</i> /Kelelehan (mm)
<i>S</i>	= Nilai stabilitas terpasang (Kg)
<i>SNI</i>	= Standar Nasional Indonesia
<i>AAPA</i>	= Australian Asphalt Pavement Association
<i>SSD</i>	= Berat jenis kering permukaan jenuh ( <i>saturated surface dry</i> )
<i>T</i>	= Berat jenis aspal
<i>t</i>	= Temperatur
<i>U</i>	= Berat jenis <i>Bulk</i> gabungan dari agregat (gram/cm <sup>3</sup> )
<i>VFA</i>	= Volume pori diantara butir-butir agregat didalam beton aspal padat yang terisi oleh aspal, dinyatakan dalam %.
<i>VIM</i>	= Volume pori dalam beton aspal pada , dinyatakan dalam %.
<i>VMA</i>	= Volume pori diantara butir-butir agregat didalam beton aspal padat, dinyatakan dalam %.
<i>V</i>	= Berat jenis efektif agregat (gram)
<i>AS</i>	= Aspal Porus (Aspal Berpori)
<i>K</i>	= Koefisien Permeabilitas (cm/detik)
<i>a</i>	= Luas Potongan Melintang Tabung (cm <sup>2</sup> )
<i>L</i>	=Tebal spesimen (cm)
<i>A</i>	= luas potongan melintang spesimen (cm <sup>2</sup> )
<i>t</i>	= Waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan air dari <i>h1</i> ke <i>h2</i> (detik)
<i>h1</i>	= Tinggi batas air paling atas pada tabung (cm)
<i>h2</i>	= Tinggi batas air paling bawah pada tabung (cm)
<i>Agg</i>	= Agregat

# PERBANDINGAN DUA JENIS AGREGAT DAERAH YANG BERBEDA TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL PADA ASPAL PORUS

ADI NURHAKIM  
143110071

## Abstrak

Aspal Porus (*Porous Asphalt*) merupakan campuran aspal bergradasi terbuka dengan persentase agregat kasar lebih dari 85%, sehingga menyediakan rongga udara yang besar. Rongga udara ini diharapkan dapat meloloskan air jika hujan, Dalam pembuatan perkerasan tersebut menggunakan agregat yang berasal dari dua daerah yang berbeda, di provinsi Riau bisa didapatkan di PT Virajaya. oleh karena itulah pemanfaatan material lokal untuk dapat membandingkan penggunaan agregat Pangkalan dan 13 Koto Kampar yang terdapat pada propinsi Riau terhadap Aspal Porus (Jauhari,2013)

Penelitian ini dilakukan dengan metode *marshall* (SNI 06-2489-1991) dan menggunakan spesifikasi AAPA 1997. Komposisi campuran aspal porus penggunaan agregat pangkalan diperoleh agregat kasar 11,99%, agregat sedang 84,08%, abu batu 1,91% dan pasir 2,02 % dan penggunaan agregat xiii koto kampar diperoleh agregat kasar; 17,14% agregat sedang 80,46%, abu batu 1,88 % dan pasir 0,52 %. Dari hasil pengujian agregat di Laboratorium, nilai kadar aspal rencana yang didapat 4,0 %; 4,5%; 5%; 5,5%; dan 6% untuk campuran aspal porus dengan *Filler* Abu batu 100%.

Hasil yang diperoleh nilai karakteristik *marshall* (stabilitas, *Flow*, *VIM*, *MQ*, *VMA*, *VFA*) dan Permeabilitas. Hasil Perbandingan penggunaan agregat Pangkalan dan agregat xiii koto kampar sama-sama memberikan hasil yang baik pada kadar aspal 4% dan 4,5% yang memenuhi spesifikasi Aspal Porus sesuai AAPA, 1997 dan kadar aspal optimum penggunaan agregat Pangkalan adalah 4,40 % sedangkan xiii Koto Kampar 4,35%.

**Kata kunci :** Aspal Porus, Karakteristik *Marshall*, *Filler*, *Permeabilitas*.

# COMPARISON OF TWO DIFFERENT AGGREGATES TO MARSHALL'S CHARACTERISTICS ON THE POROUS ASPHALT

**ADI NURHAKIM**  
**143110071**

## Abstract

The Porous asphalt is an open-graded asphalt mixture of more than 85%, providing a large air cavity. The air cavity is expected to pass water if it rains, in the making of the pavement using an aggregate that comes from two different areas, in Riau Province can be obtained at PT Virajaya. Therefore, the utilization of local materials to be able to compare the use of the aggregate base pangkalan and 13 Koto Kampar contained in the province of Riau against the asphalt Porus (Jauhari,2013)

This research is done by the Marshall Method (SNI 06-2489-1991) and using the specification Australian asphalt Pavement Association 1997. The composition of the asphalt mixture of Porus aggregate base use obtained gross aggregate 11.99%, medium aggregate 84.08%, stone ash 1.91% and sand 2.02% and the aggregate use 13 Koto Kampar obtained crude aggregate; 17.14% of the current aggregate is 80.46%, stone ash is 1.88% and sand is 0.52%. From the aggregate test results in the laboratory, the value of asphalt content of the plan gained 4.0%; 4.5%; 5%; 5.5%; and 6% for a porous asphalt mixture with stone ash Filler 100%.

Results obtained characteristic values of Marshall (stability, Flow, VIM, MQ, VMA, VFA) and permeability. Results of the comparison of aggregate use both give good results on the asphalt content of 4% and 4.5% that meet the specifications asphalt Porus in accordance Australian asphalt pavement association 1997 and optimum Asphalt content base aggregate use Pangkalan is 4.40% Whereas XIII Koto Kampar 4.35%

**Keywords** : Porous Asphalt, Marshall Characteristics, Filler, Permeability.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkerasan lentur adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas (Sukirman, 1999). Berdasarkan kegunaannya perkerasan lentur baik digunakan untuk jalan yang melayani beban lalu lintas ringan hingga sedang, seperti jalan perkotaan, jalan dengan sistem utilitas terletak di bawah perkerasan jalan, perkerasan bahu jalan, atau perkerasan dengan konstruksi bertahap. Sedangkan Aspal Porus merupakan salah satu terobosan baru dalam dunia perkerasan untuk mengurangi terjadinya genangan pada saat hujan, Aspal Porus juga didesain untuk mendapatkan kadar rongga yang besar untuk meneruskan aliran air ke saluran samping dan lapisan dasar yang kedap air untuk mencegah air meresap ke lapis subbase dan badan jalan sehingga genangan air di atas permukaan jalan yang seringkali terjadi setelah hujan dan mengganggu kelancaran arus lalu lintas dapat diminimalisir. Kondisi ini dimungkinkan karena gradasi yang digunakan merupakan gradasi terbuka yang memiliki fraksi agregat kasar tidak kurang dari 85% dari berat total campuran (Jauhari, 2013).

Pembangunan perkerasan jalan khususnya Provinsi Riau banyak menggunakan agregat Pangkalan dan XIII Koto Kampar, pernyataan ini didapatkan setelah melakukan wawancara dengan staff bagian pemasaran. Hal ini sejalan dengan visi PT.Virajaya yang mana mereka sangat mengunggulkan penggunaan agregat lokal pada setiap jenis perkerasan yang mereka lakukan, Namun untuk membandingkan penggunaan agregat Pangkalan dan XIII Koto Kampar dari PT.Virajaya dan pengaplikasiannya pada campuran Aspal Porus belum pernah dilakukan. Dari uraian-uraian diatas, perlu melakukan penelitian lebih lanjut tentang kinerja campuran Aspal Porus yang menggunakan agregat lokal sebagai bahan utama, sehingga membuat penelitian ini dengan judul

## **“Perbandingan dua Jenis Agregat daerah Yang Berbeda Terhadap Karakteristik Marshall Pada Aspal Porus “**

### **1.2 Rumusan Masalah**

Dalam penelitian ini permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Manakah sampel dari perbandingan penggunaan agregat Pangkalan dan penggunaan agregat XIII Koto Kampar terhadap karakteristik *marshall* Dan Permeabilitas yang memenuhi spesifikasi aspal porus ?
2. Berapakah nilai kadar aspal optimum dari penggunaan agregat Pangkalan dan penggunaan agregat XIII Koto Kampar?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui perbandingan dari penggunaan agregat Pangkalan dan XIII Koto Kampar terhadap karakteristik *marshall* Dan Permeabilitas yang memenuhi spesifikasi Aspal Porus sesuai AAPA,1997.
2. Mengetahui perbandingan kadar aspal yang paling optimum dari penggunaan agregat Pangkalan dan XIII Koto Kampar.

### **1.4 Manfaat penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah :

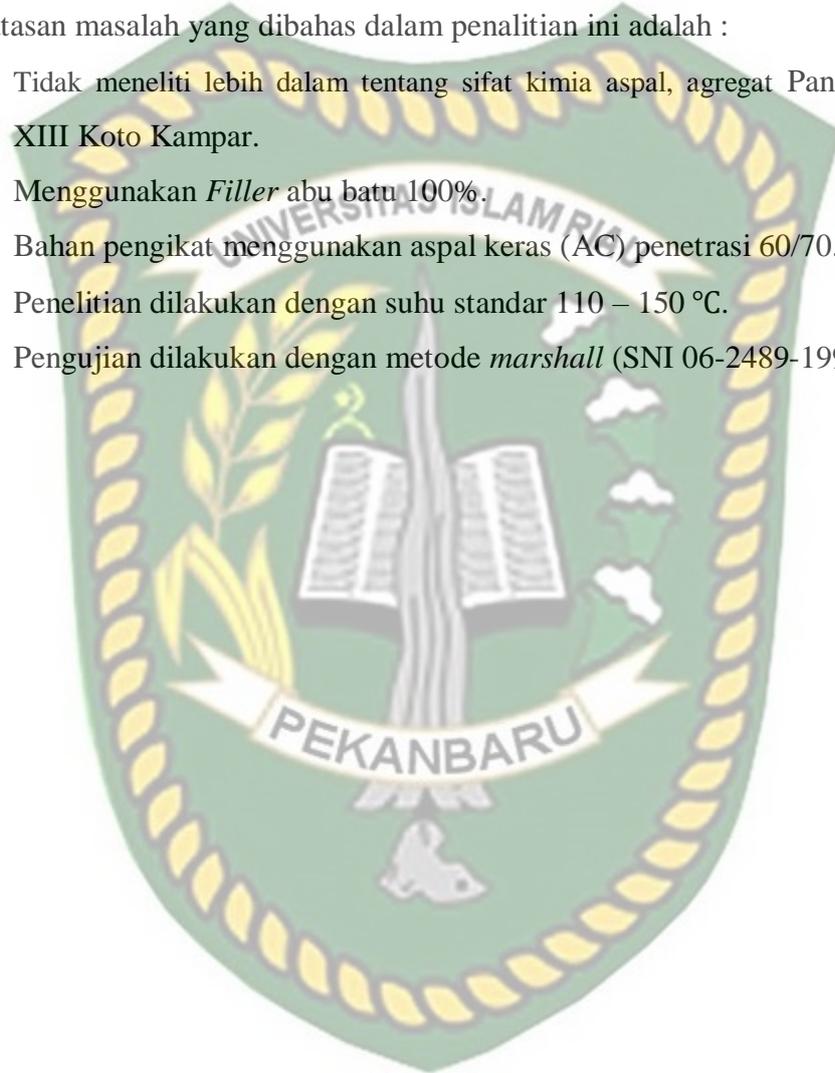
1. Untuk mengetahui lebih dalam ilmu pengetahuan baru tentang kualitas penggunaan agregat Pangkalan dan XIII Koto Kampar pada Aspal Porus terhadap karakteristik *marshall*.
2. Supaya dapat mengetahui hasil dari perbandingan agregat Pangkalan dan XIII Koto Kampar, dengan jumlah persentase memenuhi standar Aspal Porus.
3. Jika hasil dari penelitian perbandingan agregat Pangkalan dan XIII Koto Kampar menghasilkan menentukan yang baik dari salah satu jenis penggunaan agregatnya, maka bisa menjadi referensi pemilihan agregat.
4. Dalam bidang ilmu pengetahuan dapat bermanfaat bagi mahasiswa, masyarakat dan berguna sebagai bahan penelitian untuk mengetahui

agregat dengan baik sebagai komponen Aspal Porus, yang bisa dikembangkan sedemikian rupa untuk sarana transportasi darat di Riau khususnya dan Indonesia pada umumnya.

### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Tidak meneliti lebih dalam tentang sifat kimia aspal, agregat Pangkalan dan XIII Koto Kampar.
2. Menggunakan *Filler* abu batu 100%.
3. Bahan pengikat menggunakan aspal keras (AC) penetrasi 60/70.
4. Penelitian dilakukan dengan suhu standar 110 – 150 °C.
5. Pengujian dilakukan dengan metode *marshall* (SNI 06-2489-1991)



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Umum

Aspal porus (*Porous Asphalt*) merupakan campuran beraspal panas bergradasi terbuka dengan persentase agregat kasar yang besar, persentase agregat halus yang kecil, sehingga menyediakan rongga udara yang besar. Rongga udara ini diharapkan dapat meloloskan air jika hujan, sehingga air tidak tergenang di permukaan jalan (Diana, 1995).

#### 2.1 Penelitian Sebelumnya

Beberapa peneliti berikut adalah penelitian yang menjadi pedoman dalam penyusunan penelitian ini :

Saleh (2018) melakukan penelitian tentang “*Karakteristik Campuran Aspal Porus Dengan Substitusi Gondorukem Pada Aspal Penetrasi 60/70*”. Pada penelitian ini menggunakan spesifikasi Australian Asphalt pavement Association (AAPA) pada tahun 1997 dan 2004. Yang dimana Aspal porus memiliki stabilitas yang rendah namun memiliki permeabilitas tinggi yang disebabkan oleh banyaknya rongga dalam campuran. Untuk itu perlu ditambahkan material lain untuk meningkatkan nilai stabilitas pada campuran perkerasan. Pada penelitian ini bahan tambah yang digunakan adalah gondorukem. Gondorukem merupakan hasil destilasi/penyulingan getah dari pohon pinus *merkusii* yang berbentuk padat berwarna kuning jernih sampai kuning tua. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik campuran aspal porus dengan substitusi gondorukem ke dalam aspal penetrasi 60/70. Pembuatan benda uji untuk penentuan kadar aspal optimum (KAO) digunakan metode *Australian Asphalt pavement Association* (AAPA) dengan parameter nilai *cantabro loss* (CL), *asphalt flow down* (AFD), dan *voids in mix* (VIM). Gradasi agregat yang digunakan adalah gradasi terbuka dengan kadar aspal 4,0 %; 4,5%; 5%; 5,5%; dan 6 % tanpa variasi penggunaan gondorukem.

Selanjutnya dilakukan pengujian dan perhitungan Marshall, CL, dan AFD untuk mendapatkan KAO. Setelah KAO diperoleh, dibuat benda uji pada KAO dan variasi  $\pm 0,5$  dari nilai KAO dengan variasi substitusi gondorukem sebesar 2%, 4%, 6%, dan 8%. Berdasarkan hasil penelitian KAO terbaik pada 5,56% dengan substitusi 8% gondorukem, dimana semua parameter telah memenuhi spesifikasi yang disyaratkan AAPA (2004). Penambahan gondorukem berpengaruh terhadap nilai karakteristik Marshall, CL, dan AFD, dimana meningkatkan nilai stabilitas, VIM, CL, dan AFD seiring dengan peningkatan persentase gondorukem. Pada KAO terbaik diperoleh nilai stabilitas sebesar 554,81 kg, nilai VIM sebesar 18,04%, nilai CL sebesar 20,66%, dan nilai AFD sebesar 0,28%.

Didik (2018) melakukan penelitian tentang “*Karakteristik Aspal Porus Terhadap Ketahanan Menggunakan Tes Marshall Dengan Material Lokal Jayapura*”. Pada penelitian ini menggunakan spesifikasi Standar Nasional Indonesia (SNI), Road Engineering Association of Malaysia, (REAM, 2008), American Association for Testing and Material (ASTM), American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Strategic Highway Research Program (SHRP-A-383) di Indonesia sendiri memiliki aspal alam dikenal dengan nama Asbuton, dinamakan demikian karena lokasi aspal berada di pulau Buton, Sulawesi Tenggara. Kadar bitumen dalam Asbuton bervariasi dari 10-40%, bahkan pada beberapa lokasi dijumpai dengan kadar bitumen 90% yang dapat dijumpai pada daerah Kabungka dan Lawele. Sesuai dengan latar belakang, yang mendasari penelitian ini adalah mendorong penggunaan Asbuton pada perkerasan jalan raya untuk meningkatkan penggunaan aspal alam Indonesia, serta untuk memanfaatkan material lokal yang ada di Propinsi Papua. Dari permasalahan tersebut, dapat dirumuskan hubungan campuran aspal porus dengan BGA (*Buton Granula Asphalt*) sebagai bahan pengikat dengan bahan material Lokal Sentani Kabupaten Jayapura. Penelitian yang dilakukan adalah berbentuk uji eksperimen di laboratorium menggunakan uji beban monotonik pada benda uji berskala silinder dan uji pembebanan berulang yang dilakukan dengan alat Tes Marshall. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi penerapan

teknis pelaksanaan perkerasan jalan, dengan tetap berpegang pada kaidah dan referensi yang ada, terutama dalam pemanfaatan Asbuton, dan pemanfaatan Material lokal Sentani Kabupaten Jayapura sebagai pelaksanaan pekerjaan konstruksi perkerasan aspal porus. Setelah dilaksanakan pembuatan benda uji di laboratorium, berikut pengujian-pengujian yang dilakukan serta analisis mengenai hasil yang diperoleh, ditemukan bahwa Penambahan BGA dapat meningkatkan karakteristik campuran aspal porus. Hasil dari variasi bitumen di dapatkan sebesar 4.5% dari rata-rata uji pada batas atas dan bawah variasi bitumen.

Sarwono (2009) melakukan penelitian tentang *“Perencanaan Gradasi Aspal Porus Menggunakan Material Lokal Dengan Metode Pemampatan Kering”*. Pada penelitian ini menggunakan Mutu campuran aspal sangat dipengaruhi kualitas material asal. Studi ini dilakukan untuk mengkaji kelayakan gradasi material yang tersedia dipasar. Perancangan gradasi aspal porus dilakukan dengan Metode Pemampatan Maksimum (MPK) menggunakan material lokal: Agregat A (12,7 s/d 9,5 mm) Agregat B (9,5 s/d 4,75 mm) Agregat C (4,75 s/d 2,8 mm), Agregat D (2,8 s/d 0,5 mm) dan Filler 4%. Hasil penelitian didapatkan Gradasi Lab Jalan Raya-Sebelas Maret (LJR-Semar) dengan proporsi agregat (%) A: 16,32; B: 16,32; C: 48,96 dan D: 14,40 serta filler: 4. Validasi campuran menggunakan metode Marshall didapatkan nilai kadar aspal optimum 4%, nilai porositas 30,30%, nilai Stabilitas 453,82 kg, Nilai Flow 2,67mm, Unconfined Compressive Strength 2007,50 kPa, Cantabrant Test 58,71%.

## 2.2 Keaslian Penelitian

Beberapa tinjauan penelitian sebelumnya, dari segi teori dan persamaan namun berbeda agregat dan spesifikasi yang digunakan, seperti pada campuran aspal dan *filler*, dari seluruh penelitian tersebut belum ada yang membandingkan penggunaan agregat Pangkalan dan agregat XIII Koto Kampar sebagai campuran Aspal Porus.

## BAB III LANDASAN TEORI

### 3.1 Umum

Aspal porus (*Porous Asphalt*) merupakan campuran beraspal panas bergradasi terbuka dengan persentase agregat kasar yang besar, persentase agregat halus yang kecil, sehingga menyediakan rongga udara yang besar. Rongga udara ini diharapkan dapat meloloskan air jika hujan, sehingga air tidak tergenang di permukaan jalan (Diana, 1995).

Aspal merupakan material perekat (*cementitious*), berwarna hitam atau coklat tua, dengan unsur utama bitumen. Aspal dapat diperoleh di alam ataupun merupakan residu dari pengilangan minyak bumi. Tar adalah material berwarna coklat atau hitam, berbentuk cair atau semipadat, dengan unsur utama bitumen sebagai hasil kondensat dalam destilasi destruktif dari batubara, minyak bumi, atau material organik lainnya. *Pitch* didefinisikan sebagai material perekat (*cementitious*) padat, berwarna hitam atau coklat tua, yang berbentuk cair jika dipanaskan. *Pitch* diperoleh sebagai residu dari destilasi fraksional tar. Tar dan *pitch* tidak diperoleh di alam, tetapi merupakan produk kimiawi. Dari ketiga material pengikat di atas, aspal merupakan material yang umum digunakan untuk bahan pengikat agregat, oleh karena itu seringkali bitumen disebut pula sebagai aspal. Aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Jadi, aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, dan kembali membeku jika temperatur turun. Bersama dengan agregat, aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan. Banyak aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4 - 10 % berdasarkan campuran, atau 10 - 15 % berdasarkan volume campuran. (Sukirman, 2016)

### 3.2 Komposisi Aspal

Aspal sebagai bahan pengikat pada aspal campuran panas, mempunyai sifat fisis yang ditentukan oleh komposisi kimia. Unsur *hydrocarbon* yang sangat

kompleks, sangat sukar untuk memisahkan molekul – molekul yang terbentuk aspal tersebut. Setiap ini sumber minyak bumi menghasilkan komposisi molekul yang berbeda. Komposisi aspal terdiri dan *aspaltene dan maltene*. *Aspaltene* merupakan material berwarna hitam atau coklat tua yang larut dalam heptanes yang merupakan cairan berwarna kuning atau coklat tua yang memberikan sifat *adhesi* pada aspal, merupakan bagian yang mudah hilang atau berkurang selama masa pelayanan jalan. Sedangkan *oil*, berwarna lebih muda merupakan media dan *aspaltene* dan resin, faktor kimia yang mempengaruhi kandungan fisik aspal merupakan dasar faktor yang mengontrol kegunaan aspal itu sendiri (Sukirman,2003).

**Tabel 3.1** Contoh Komponen Fraksional Di Indonesia, Beton Aspal Campuran Panas (Sukirman,2003)

<b>Unsur kimia</b>	<b><i>Asphalt cement penetrasi</i></b>
<i>Asphalt</i>	22,41 %
<i>Maltene</i>	-
<i>Basa nitrogen</i>	24,90 %
<i>Accidafin – (A1)</i>	14,50 %
<i>Accidafin – (A2)</i>	18,97 %
<i>Parafin – (P)</i>	19, 22 %

Aspal yang digunakan pada konstruksi perkerasan jalan juga mempunyai fungsi sebagai berikut ini (Sukirman,2003) :

- a. Sebagai bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal itu sendiri dengan agregat.
- b. Sebagai bahan pengisi, mengisi rongga antar butiran-butiran agregat dan pori-pori yang ada pada agregat.

Dengan fungsi yang demikian, berarti aspal haruslah mempunyai sifat-sifat yang baik. Adapun sifat-sifat aspal adalah sebagai berikut ini ( sukirman,2003) :

1. Daya Tahan (*Durabilitas*)

Daya tahan aspal merupakan kemampuan aspal untuk mempertahankan sifat aslinya akibat pengaruh cuaca selama masa pelayanan jalan, sifat ini merupakan sifat campuran aspal, tergantung agregatnya, campuran agregat dengan aspal serta pelaksanaannya.

2. *Adhesi dan kohesi*

*Adhesi* adalah kemampuan aspal untuk mengikat agregat sehingga menghasilkan ikatan yang baik antara agregat dengan aspal, sedangkan *kohesi* adalah kemampuan aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap ditempatnya setelah terjadi pengikatan.

3. Kepekaan terhadap temperatur

Karena bersifat termoplastis, maka aspal akan menjadi cair jika dipanaskan dan akan kental atau keras jika temperaturnya diturunkan. Kepekaan aspal untuk berubah sifat akibat perubahan temperatur ini dikenal sebagai kepekaan terhadap temperatur.

4. Kekerasan aspal

Proses pencampuran aspal dengan agregat atau pada saat aspal panas disiramkan kepermukaan agregat yang telah dipisahkan pada proses peleburan, dilakukan pada temperatur yang cukup tinggi. Pada saat pelaksanaan akan terjadi oksidasi yang menyebabkan aspal menjadi getas dan akhirnya akan rapuh. Peristiwa perapuhan berlangsung setelah masa pelaksanaan selesai, semakin tipis lapisan aspal, semakin besar tingkat kerapuhan.

5. Berat jenis

Berat jenis aspal bervariasi antara 0,95 – 1,05 gr/cc.

### 3.3 Kadar Aspal Dalam Campuran

Kadar aspal yaitu persentase berat aspal terhadap campuran agregat yang telah ditentukan. Kadar aspal dalam campuran aspal adalah kadar aspal efektif yang membungkus atau menyelimuti butir-butir agregat, mengisi pori antar agregat, ditambah dengan kadar aspal yang akan terserap masuk ke dalam pori masing-masing butir agregat. Biasanya kadar aspal campuran telah ditetapkan

dalam spesifikasi sifat campuran, maka untuk rancangan campuran di laboratorium digunakan kadar aspal tengah. Kadar aspal tengah yaitu nilai tengah dan rentang kadar aspal dalam spesifikasi campuran .

Perkiraan awal kadar aspal tengah dan rancangan campuran aspal DPU,2006 dapat ditentukan dengan rumus (3.1):

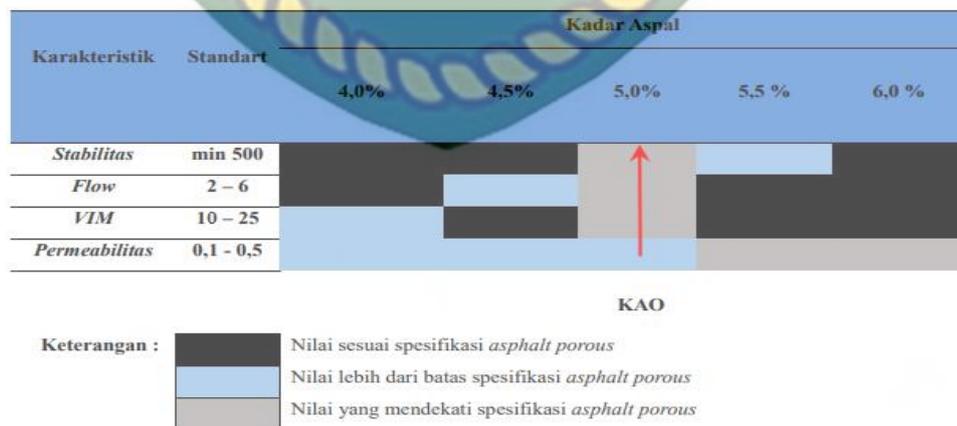
$$P_b = 0,035 (\% CA + 0,045(\% FA) + 0,18 (\% Filler) + K \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

- $P_b$  = Kadar aspal perkiraan %
- CA = Persen agregat tertahan saringan No. 8
- FA) = Persen agregat lolos saringan No. 8 dan tertahan saringan No. 200
- Filler = persen agregat minimal 75 % lolos saringan no.200
- K = konstanta 0,5 – 1,0 laston  
= konstanta 2,0 – 3,0 laston

Dari awal perkiraan awal kadar aspal, didapatkan nilai kadar aspal optimum yaitu nilai tengah dan rentang kadar aspal yang memenuhi semua spesifikasi campuran. Kadar aspal optimum (KAO) ditentukan setelah pengujian marshall, dengan membuat diagram hubungan antara sifat teknis campuran yang paling berpengaruh Stabilitas, *Flow*, *VIM*, *MQ*, *VMA*, *VFA* dan Permeabilitas. dengan persen kadar aspal.

Penentuan kadar aspal optimum ditentukan sesuai dengan persyaratan batasan sifat – sifat teknis campuran, seperti ilustrasi pada gambar 3.1.



**Gambar 3.1** Diagram Penentuan Kadar Aspal Optimum (APPA, 1997)

Pada gambar 3.1 diagram penentuan nilai kadar aspal optimum pada penelitian ini berdasarkan standart AAPA, 1997 yaitu dengan metode pita. Metode ini menggunakan parameter Marshall dengan menjabarkan grafik hasil stabilitas , *Flow*, *VIM*, *MQ* dan Permeabilitas.

**Tabel 3.2** Parameter Aspal Porus (AAPA,1997)

No	Sifat-Sifat Campuran	Nilai
1	Stabilitas Marshall (kg)	Min. 500 kg
2	Kelelehan Plastis (mm)	2 – 6
3	MQ (Kg)	Maks. 400
4	Kadar Rongga Udara VIM (%)	10 – 25 %
5	Permeabilitas	0,1-0,5 cm/detik

Tabel 3.2 menjelaskan parameter yang digunakan Aspal porus sebagai batasan hasil pengujanya memenuhi spesifikasi atau tidak, Aspal Porus merupakan terobosan baru dalam perkerasan lentur, yang membolehkan air meresap ke dalam lapisan atas (*wearing course*) secara vertikal dan horizontal. Lapisan ini menggunakan gradasi terbuka (*open graded*) yang dihamparkan diatas lapisan aspal yang kedap air. Lapisan aspal porus ini secara efektif dapat memberikan tingkat keselamatan yang lebih, terutama di waktu hujan agar tidak terjadi aquaplaning sehingga menghasilkan kekesatan permukaan yang lebih kasar, dan dapat mengurangi kebisingan (*noise reduction*).

### 3.4 Agregat

Agregat dalam campuran aspal berupa batu pecah, kerikil, pasir, atau komposisi material lainnya, baik merupakan hasil alam maupun hasil pengolahan (penyaringan/pemecah) yang merupakan bahan utama konstruksi lapisan keras jalan dalam mendukung kekuatan (laston No.13/PT/B/1983 DPU). Agregat dapat dibedakan berdasarkan beberapa hal (Sukirman, 1995).

### 1. Pemeriksaan Agregat

Kualitas agregat yang akan digunakan sebagai bahan perkerasan jalan ditentukan dengan cara melakukan serangkaian pengujian sebagai berikut :

#### a. Analisa saringan

Perhitungan analisa saringan merupakan persentase berat benda uji yang tertahan di atas masing - masing saringan terhadap berat total benda uji. Dilakukan penyaringan terhadap masing - masing agregat, untuk mengetahui susunan butiran (gradasi) agregat kasar, agregat halus, dan *filler*.

#### b. Berat jenis dari agregat kasar dan terdiri dari :

1. Berat jenis (*Bulk Specific Gravity*) adalah perbandingan antara berat agregat kering dan serta air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
2. Berat jenis kering permukaan jenuh (*Saturated Surface Dry*), yaitu perbandingan antara agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling antara agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh suhu tertentu.
3. Berat jenis semu (*Apparent specific gravity*) adalah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.
4. Penyerapan (*Absorption*) adalah persentase berat air yang bisa diserap oleh pori terhadap berat agregat kering.

### 3.5 Karakteristik campuran

Aspal dipergunakan pada kontruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai bahan pengikat, akan memberikan ikatan yang kuat antara aspal dengan agregat dan aspal itu sendiri. Sebagai bahan pengisi, aspal akan mengisi rongga antaran butiran agregat dan pori yang ada dari agregat (Silvia Sukirman, 1999). Karakteristik campuran panas agregat aspal dapat diukur dari sifat-sifat Marshall yang ditunjukkan pada nilai-nilai sebagai berikut :

#### 1. Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan lapisan perkerasan untuk menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap, seperti gelombang, alur atau bleeding. Jalan dengan lalu lintas yang tinggi menuntut nilai stabilitas yang lebih besar bila dibandingkan dengan jalan yang mempunyai volume lalu lintas rendah, atau hanya terdiri dari kendaraan penumpang saja. Stabilitas yang terlalu tinggi menyebabkan lapisan perkerasan, menjadi kaku dan cepat

mengalami retak, karena volume antar agregat berkurang yang pada akhirnya akan menyebabkan kadar aspal yang dibutuhkan rendah. Stabilitas terjadi dari daya gesek atau geseran antar butiran agregat, penguncian antar partikel dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal.

Stabilitas yang tinggi dapat dicapai dengan mengusahakan penggunaan :

- a. Agregat dengan gradasi rapat
  - b. Agregat dengan gradasi kasar
  - c. Agregat berbentuk kubus
  - d. Aspal dengan penetrasi yang rendah
  - e. Aspal dengan jumlah yang mencukupi untuk ikatan antar butiran.
2. Durabilitas
- Durabilitas adalah gaya tahan/keawetan terhadap kemampuan lapis keras untuk menahan terjadinya disintegrasi karena pengaruh cuaca dan lalu lintas. Durabilitas dapat ditingkatkan dengan jumlah aspal yang tinggi, gradasi yang rapat, serta pemadatan yang memenuhi syarat.
3. Fleksibilitas
- Fleksibilitas adalah kemampuan pada lapisan perkerasan untuk menyesuaikan perubahan bentuk yang terjadi pada lapisan dibawahnya tanpa mengalami keretakan. Sifat fleksibilitas bertolak belakang dengan sifat stabilitas, oleh karena itu kedua sifat tersebut diupayakan mencapai tingkat optimum dalam perencanaan. Meningkatnya fleksibilitas campuran aspal dapat dilakukan dengan menambah kadar aspal, mempertinggi dektalitas, mengurangi tebal lapisan keras dan menggunakan gradasi agregat relatif terbuka.

4. *Skid Resistensi* (kekesatan)

Kekesatan adalah kemampuan lapisan permukaan/*surface* yang berkaitan dengan lapisan keras tersebut untuk melayani arus lalu lintas kendaraan yang lewat di atasnya tanpa terjadi *skidding/slipping* pada saat kondisi permukaan basah. Nilai kekesatan yang tinggi didapat dengan cara menggunakan agregat dengan tekstur permukaan yang kasar dan nilai abrasi yang rendah. Pemakaian aspal yang berlebihan dalam campuran dapat menyebabkan *bleding/slipping* pada sisi permukaan.

5. *Fatigue Resistance* (ketahanan terhadap kekelahan)

Ketahanan terhadap kekelahan adalah kemampuan lapis untuk menahan lendutan berulang-ulang dari roda kendaraan yang melintasi lapisan perkerasan tanpa mengalami keretakan. Kuantitas aspal berpengaruh besar terhadap sifat *fatigue resistance* lapisan perkerasan, semakin banyak kandungan aspalnya maka semakin besar nilainya. Campuran dengan gradasi rapat memiliki sifat ketahanan terhadap kekelahan yang relatif tinggi dibanding dengan campuran yang bergradasi terbuka.

6. Workabilitas

Workabilitas atau kemudahan dalam pelaksanaan merupakan hal utama dalam proses penghamparan dan pemadatan. Dimungkinkan terjadi perbedaan hasil pengujian di laboratorium dengan pelaksanaan di lapangan. Setiap perbaikan yang dilakukan di lapangan harus segera dilakukan secara efektif dan efisien.

### 3.6 Pengujian Agregat

Kualitas agregat yang akan digunakan sebagai bahan perkerasan jalan ditentukan dengan cara melakukan serangkaian pengujian sebagai berikut:

1. Analisa Saringan

Perhitungan analisa saringan merupakan persentase berat benda uji yang tertahan di atas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji. Dilakukan penyaringan terhadap masing-masing agregat,

untuk mengetahui susunan butiran (gradasi) agregat kasar, agregat halus, dan *filler*.

2. Berat jenis dan agregat kasar

a. Berat jenis agregat halus dengan rumus sebagai berikut :

$$1. \text{ Berat Jenis} = \frac{B_k}{(B_j - B_k)} \dots\dots\dots(3.3)$$

Berat jenis adalah berat dengan memperhitungkan berat agregat dalam keadaan kering.

Dimana :

$B_j$  = berat benda uji kering oven (gram)

$B_k$  = berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)

2.

$$\text{Berat Jenis Kering Permukaan} = \frac{B_k}{(B_j - B_a)} \dots\dots\dots(3.4)$$

Berat jenis kering permukaan adalah berat jenis dengan memperhitungkan berat agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan.

Dimana :

$B_j$  = berat benda uji kering oven (gram)

$B_k$  = berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)

$B_a$  = berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gram)

3.

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{B_k}{(B_k - B_a)} \dots\dots\dots(3.5)$$

Berat jenis semu adalah berat jenis dengan memperhitungkan berat agregat dalam keadaan kering.

Dimana :

$B_j$  = berat benda uji kering oven (gram)

$B_k$  = berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)

$Ba$  = berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gram)

4.

$$\text{Penyerapan} = \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\% \dots\dots\dots(3.6)$$

Penyerapan adalah pengujian untuk mengetahui berapa persen kadar air yang terserap didalam benda uji (agregat).

Dimana :

$Bj$  = berat benda uji kering oven (gram)

$Bk$  = berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)

100% = Persentase Penyerapan

b. Berat jenis agregat halus dengan rumus sebagai berikut :

$$1. \text{ Berat Jenis} = \frac{Bk}{(B + 500 - Bt)} \dots\dots\dots(3.7)$$

Berat jenis adalah berat dengan memperhitungkan berat agregat dalam keadaan kering.

Dimana :

500 = Berat benda uji (gram)

$Bk$  = Berat benda uji kering oven (gram)

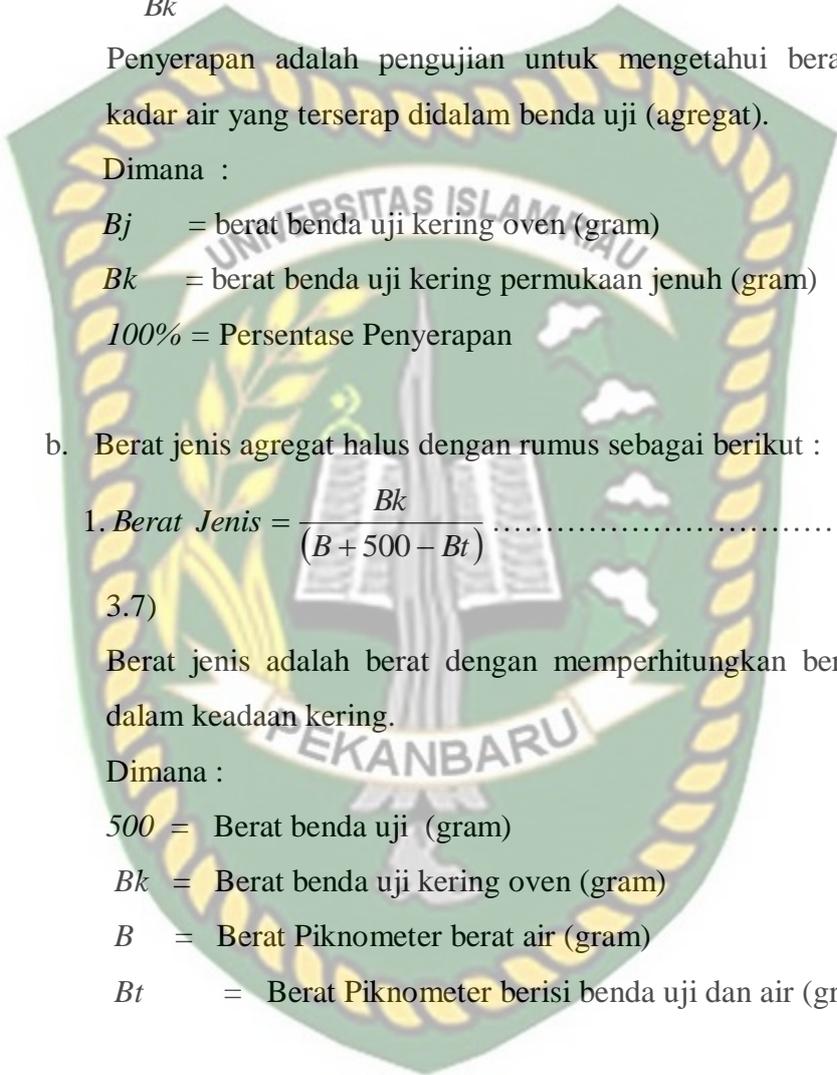
$B$  = Berat Piknometer berat air (gram)

$Bt$  = Berat Piknometer berisi benda uji dan air (gram)

$$2. \text{ Berat Jenis Kering Permukaan} = \frac{500}{(B + 500 - Bt)} \dots\dots\dots(3.8)$$

Berat jenis kering permukaan adalah berat jenis dengan memperhitungkan berat agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan.

Dimana :



500 = Berat benda uji (gram)

$Bk$  = Berat benda uji kering oven (gram)

$Bt$  = Berat Piknometer berisi benda uji dan air (gram)

$$3. \text{ Berat Jenis Semu} = \frac{Bk}{(B + Bk - Bt)} \dots\dots\dots(3.9)$$

3.9)

Berat jenis semu adalah berat jenis dengan memperhitungkan berat agregat dalam keadaan kering.

Dimana:

$Bk$  = Berat benda uji kering oven (gram)

$B$  = Berat Piknometer berat air (gram)

$Bt$  = Berat Piknometer berisi benda uji dan air (gram)

$$4. \text{ Penyerapan} = \frac{500 - Bk}{Bk} \times 100\% \dots\dots\dots(3.10)$$

10)

Penyerapan adalah pengujian untuk mengetahui berapa persen kadar air yang terserap didalam benda uji (agregat).

Dimana :

500 = Berat benda uji (gram)

$Bk$  = Berat benda uji kering oven (gram).

100% = Persentase Penyerapan

c. Berat Jenis *Bulk Gabungan* ( $U$ )

$$= \frac{100}{\left(\frac{a}{Bja_{Bulk}}\right) + \left(\frac{b}{Bjb_{Bulk}}\right) + \left(\frac{c}{Bjc_{Bulk}}\right) + \left(\frac{d}{Bjd_{Bulk}}\right)} \dots\dots\dots(3.11)$$

Berat jenis bulk adalah berat jenis dengan memperhittungkan berat agregat dalam keadaan kering dan seluruh volume agregat.

Dimana :

- 100 = Persentase lolos
- $a, b, c, d$  = Persentase campuran agregat (%)
- $B_j \text{ Bulk } a, b, c, d$  = Gabungan berat jenis dari empat fraksi agregat

d. Berat Jenis *Apparent Gabungan* ( $App$ )

$$= \frac{100}{\left(\frac{a}{B_{ja_{App}}}\right) + \left(\frac{b}{B_{jb_{App}}}\right) + \left(\frac{c}{B_{jc_{App}}}\right) + \left(\frac{d}{B_{jd_{App}}}\right)} \dots\dots\dots(3.12)$$

Berat jenis kering permukaan adalah berat jenis dengan memperhitungkan berat agregat dalam keadaan kering dan volume agregat yang tidak dapat diresapi oleh air.

Dimana :

- 100 = Persentase lolos
- $a, b, c, d$  = Persentase campuran agregat (%)
- $B_j \text{ App } a, b, c, d$  = Gabungan berat jenis semu dari empat fraksi agregat

e. Berat Jenis *Efektif* ( $V$ )

$$= \frac{U + App}{2} \dots\dots\dots(3.13)$$

Berat jenis efektif adalah berat jenis dengan memperhitungkan berat agregat dalam keadaan kering dan volume aspal yang tidak dapat diresapi aspal.

- $U$  = Berat jenis bulk gabungan
- $App$  = Berat jenis semu gabungan

**3.7 Karakteristik Marshall**

Karakteristik campuran panas agregat aspal dapat diukur dari sifat-sifat Marshall (SNI 06-2489-1991) yang ditunjukkan pada nilai-nilai sebagai berikut :

1. Stabilitas

Stabilitas merupakan kemampuan lapis keras untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja di atasnya tanpa mengalami perubahan bentuk tetap, seperti gelombang, alur dan naiknya aspal ke permukaan.

Nilai stabilitas dari benda uji didapat dari pembacaan arloji stabilitas alat tekan *Marshall*. Angka ini dikoreksi dengan angka kalibrasi alat dan angka koreksi ketebalan benda uji.

Rumus stabilitas adalah :

$$Q = P \times O \times \text{koreksi volume benda uji} \dots\dots\dots(3.14)$$

Dimana :

*P* = kalibrasi proving ring pada

*O* = nilai pembacaan arloji stabilitas

2. *Flow* / Kelelahan

Kelelahan adalah besarnya deformasi vertical sample yang terjadi pada awal pembebanan sehingga stabilitas menurun, yang menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapisan perkerasan akibat menahan beban yang diterimanya.

Nilai *flow* = *r* didapat dari pembacaan arloji *flow* yang menyatakan deformasi benda uji dalam satuan 0,01 mm

a. *Void in The Mix (VITM / VIM)*

*VITM / VIM* merupakan persentase rongga yang terdapat dalam rongga campuran.

*VIM* adalah nilai persentase rongga udara yang ada dalam campuran, didapat dengan rumus sebagai berikut :

$$VIM = 100 - i - j \dots\dots\dots(3.15)$$

Dimana :

$i$  = Prosentase volume aspal

$j$  = Prosentase volume agregat

b. *Marshall Quotient*

*Marshall Quotient* merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan *flow*  
 Perhitungan nilai *Marshall Quotient* didasarkan atas rumus

$$MQ = S/r \dots\dots\dots (3.16)$$

Dimana :

$S$  = Nilai stabilitas terpasang (Kg)

$r$  = Nilai kelelehan (mm)

$MQ$  = Nilai *Marshall Quotient* (kg/mm)

Dari hasil pengujian campuran aspal panas tersebut maka dikoreksi dengan angka koreksi *Stability* seperti Table 3.3

c. *Void Filled With Asphalt (VFWA /VFA)*

*VFWA / VFA* merupakan persentase rongga terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pemadatan.

*VFA* adalah nilai persentase rongga yang terisi aspal efektif, didapat dari rumus sebagai berikut :

$$VFA = \frac{i}{I} \dots\dots\dots (3.17)$$

Dimana :

$i$  : *Persentase volume aspal*

$I$  : *Persentase rongga agregat*

d. *Permeabilitas*

*Permeabilitas* adalah kemampuan sampel untuk meloloskan sejumlah air yang menembus atau melaluinya.

$$K = 2,3 \frac{a \times L}{A \times t} \times \left[ \log \left( \frac{h_1}{h_2} \right) \right] \dots\dots\dots (3.18)$$

Dimana :

$k$  : koefisien permeabilitas air(cm/detik)

$a$  : luas potongan melintang tabung (cm<sup>2</sup>)

$L$  : Tebal spesimen (cm)

$A$  : luas potongan melintang spesimen (cm<sup>2</sup>)

$t$  : waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan air dari  $h_1$  ke  $h_2$  (detik)

$h_1$  : Tinggi batas air paling atas pada tabung (cm).

$h_2$  : Tinggi batas air paling bawah pada tabung (cm).

**Tabel 3.3.** Koreksi Stability

Volume	Tinggi (Cm)	Koreksi
457 – 470	5,72	1,19
471 – 482	5,87	1,14
483 – 495	6,03	1,09
496 – 508	6,19	1,04
509 – 522	6,35	1,00
523 – 535	6,40	0,96
536 – 545	6,51	0,93
547 – 559	6,67	0,89
560 – 573	6,83	0,86
574 – 585	7,14	0,83

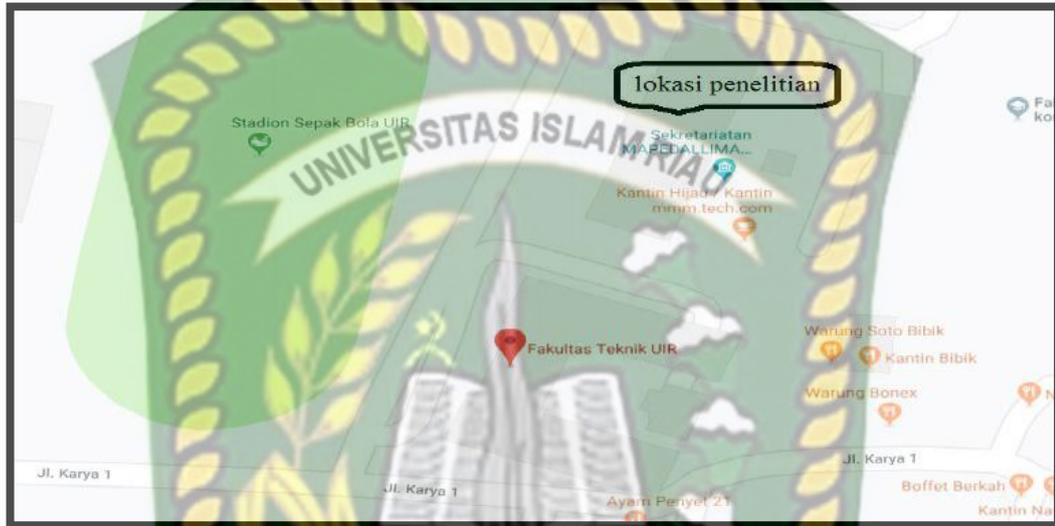
Kalibrasi Alat = 23,493 kg

Di Tabel 3.3 menjelaskan penentuan angka koreksi dengan melihat volume aspal pada tabel pengujian marshall.

## BAB IV METODE PENELITIAN

### 4.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Universitas Islam Riau tepatnya di Laboratorium Teknik Sipil .



Gambar 4.1 Denah lokasi penelitian

### 4.2 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

1. Persiapan yang meliputi pengurusan izin berupa surat pengantar yang ditujukan kepada kepala laboratorium.
2. Mempersiapkan bahan dan peralatan.
  - a. Bahan penelitian
    1. Agregat kasar, agregat sedang, abu batu dan pasir yang berasal dari Pangkalan dan XIII Koto Kampar
    2. Aspal produksi pertamina dengan penetrasi 60 /70 dari PT. Pertamina.
  - b. Peralatan penelitian
    1. Peralatan Pengujian Analisa Saringan
      - a. Saringan satu set ukuran saringan dari ukuran saringan 1'', 3/4'', 1/2'', 3/8'', No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, No.200.
      - b. *Pan* dan *cover* (penutup).

- c. Timbangan dengan penelitan 0,1 gram dari berat benda uji.
- d. *Oven* yang dilengkapi dengan pengatur suhu.
- e. Wadah plastik, kuas, dan sikat.

2. Peralatan Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar Dan Sedang

1. Peralatan pengujian agregat kasar.

- a. Timbangan yang dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
- b. Keranjang kawat.
- c. Saringan No. (4,75) dan No.08 (2,36)
- d. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu.

2. Peralatan pengujian agregat halus

- a. Kerucut kuing (*cone*) dengan diameter bagian atas (40+3mm).
- b. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
- c. Labu ukur (*Picnometer*) 500 mm Saringan No.04 (4,75)
- d. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu.
- e. Sedok pengaduk dan wadah plastik.

3. Pengujian sifat fisik dan mekanis agregat.

a. Pengujian analisa saringan

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butir (gradasi)

Agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan.

1. Ambil contoh material secukupnya untuk butir material secara merata. Timbangan contoh material akan digunakan, kemudian keringkan dengan oven pada suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai beratnya tetap.
2. Susun saringan pada pengguncang paling bawah adalah PAN kemudian saringan dengan lubang terkecil dan seterusnya sampai saringan dengan lubang yang terbesar. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.

3. Biarkan selama 5 menit untuk memberi kesempatan debu-debu mengendap. Berat yang tertahan pada masing-masing saringan ditimbang.
4. Kemudian dihitung persentase berat uji yang tertahan pada masing-masing saringan.

b. Pengujian berat jenis

Pengujian berat jenis dan penyerapan (*Absorption*) dilakukan terhadap agregat kasar dan agregat halus, memiliki standar percobaan SNI. 03-1969-1990 (AASHTO T 85-74) untuk agregat kasar percobaan SNI. 03-1970-1990 (AASHTO T 84-74) untuk pemeriksaan agregat halus.

1. Agregat kasar dan agregat sedang

Benda uji adalah agregat yang tertahan pada saringan No.4 (4,75) sebanyak lebih kurang 3 kg.

- a. Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lainnya yang melekat pada permukaan benda uji.
- b. Benda uji kemudian dikeringkan dalam *oven* pada suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ . Sampai berat tetap.
- c. Dinginkan benda uji pada suhu selama 1- 3 jam dan timbang dengan ketelitian 0,5 gram (*Bk*).
- d. Benda uji direndam dalam air lebih kurang 24 jam pada suhu ruang.
- e. Letakkan benda uji didalam, guncangkan keranjang untuk mengeluarkan udara yang tersekap, tentukan beratnya dalam air, ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu setandar ( $25^\circ\text{C}$ ) (*Ba*).
- f. Keluarkan benda uji dari air, keringkan dengan menggunakan lap hingga mencapai keadaan kering permukaan jenuh (*SSD*), Untuk agregat butiran besar pengeringan dilakukan satu per satu.
- g. Timbang benda uji keringkan permukaan jenuh tersebut (*Bj*).

2. Agregat Halus

Tahapan dalam pengujian agregat halus adalah :

- a. Keringkan benda uji yaitu agregat yang lolos saringan No. 4 (4,75mm) pada suhu 110 °C samapai berat tetap, berat tetap apabila tidak terjadi penurunan / perubahan kadar air lebih besar dari 1 %.
- b. Dinginkan pada suhu ruang, kemudian rendam dalam air selama 24 jam.
- c. Buang air perendam dengan hati-hati jangan sampai ada butiran yang hilang, tebarkan agregat diatas koran dan keringkan dengan cara diangin-anginkan sambil dibalik-balik sampai mencapai kondisi kering kepermukaan jenuh.
- d. Kemudian periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisi benda uji kedalam kerucut pancung. Padatkan dengan batang penumbuk sebanyak 9 tumbukan untuk 1/3 lapis pertama, 8 tumbukan untuk 1/3 lapis kedua dan 8 tumbukan untuk lapis terakhir ( jumlah tumbukan total 25 tumbukan), angkat kerucut tersebut, keadaan kering permukaan jenuh setelah tercapai apabila benda uji runtuh tetapi masih dalam keadaan tercetak.
- e. Setelah tercapai keadaan kering permukaan jenuh, maka masukan 500 gram benda uji ke dalam *piknometer*, tambahkan air suling kedalam *piknometer* hingga benda uji terendam, putar sambil diguncang sampai tidak terlihat gelembung udara. Untuk mempercepat proses ini dapat digunakan pompa udara.
- f. Tambahkan air suling sampai mencapai tanda batas leher *piknometer* rendam *piknometer* dalam air selama 24 jam.
- g. Timbang *piknometer* berisi dan benda uji sampai ketelitian 0.1 gram (Bc).
- h. Keluar kan benda uji dan keringkan dalam *oven* pada suhu (110 ±5)°C.
- i. Tentukan berat *piknometer* berisi air penuh dan ukur air untuk penyesuain dengan suhu standar (25°C)

#### 4. Prosedur pembuatan benda uji campuran Aspal Porus

Adapun prosedur yang dilakukan dalam pembuatan benda uji adalah sebagai berikut :

##### a. Tahap-Tahap Persiapan Dalam Pembuatan Benda Uji

1. Pemilihan spesifikasi yang digunakan untuk campuran Aspal Porus, spesifikasi yang dipergunakan adalah spesifikasi Bina Marga 2010 dan Australia Asphalt Pavement Association (AAPA) 2004.
2. Menentukan proporsi masing-masing fraksi agregat sehingga mendapatkan komposisi yang digunakan untuk campuran.
3. Dan rancang fraksi agregat, diperoleh persentase untuk tiap fraksi agregat setelah persentase gradasi campuran diperoleh selanjutnya didapat kadar aspal awal tengah ( Pb ) yaitu 5 % .
4. Dan kadar aspal optimum sementara yaitu 5%, dibuat benda uji sebanyak 1 variasi diatas, dan 3 variasi di bawah. Kadar aspal optimum sementara dibuat dengan variasi 0,5 %, maka benda uji dibuat untuk kadar aspal 4%, 4,5%, 5%, 5,5% dan 6% masing-masing kadar aspal dibuat 3 buah benda uji.

##### 5. Pengujian Benda Uji Marshall Dan Permeabilitas

Adapun pengujian marshall dan langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

##### 1. Maksud Pengujian

Pengujian dimaksud untuk menentukan ketahanan (Stabilitas) terhadap kelelahan plastis (flow) dari suatu campuran pada aspal porus. Ketahanan (stabilitas) adalah kemampuan suatu campuran aspal untuk menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis yang dinyatakan dalam kg atau pound . kelelahan plastis (Flow) adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran aspal yang terjadi akibat suatu beban batas runtuh yang dinyatakan dalam mm dan 0,01''.

##### b. Langkah Pengujian

1. Bersihkan benda uji dari kotoran-kotoran yang menempel.
2. Beri tanda pengenal pada tiap benda uji.

3. Timbanglah benda uji.
4. Rendam dalam air selama  $\pm 24$  jam pada suhu ruang.
5. Timbang dalam air untuk mendapatkan isi.
6. Timbang benda uji dalam kondisi kering permukaan jenuh.
7. Rendam benda uji dalam water bath selama 30 menit dengan suhu tetap ( $60 \pm 1$ )°C.
8. Keluarkan benda uji dari water bath dan letakan pada segmen bawah kepada penekan kemudian pasang segmen atas diatas benda uji dan letakkan keseluruhannya dalam mesin penguji.
9. Pasang arloji kelelahan pada kedudukan jarum penunjuk pada angka nol. Sementara selubung tangkai arloji dipegang teguh pada segmen atas kepala penekan. Tekan selubung tangkai arloji kelelahan tersebut pada segmen atas dan kepala penekan selama pembebanan berlangsung.
10. Sebelum pembebanan dilakukan, kepala penekan beserta benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji. Aturlah kedudukan jarum arloji tekan pada angka nol.
11. Tekan saklar pada posisi up dimana proses pembebanan berlangsung berikan pembebanan pada benda uji dengan kecepatan tetap sebesar 50 mm/menit sampai pembebanan maksimum tercapai atau pembebanan menurun seperti yang dicapai. Jumlah penekanan yang terjadi akan terlihat pada jarum arloji tekan (Manometer Hidrolik), jika perlawanan benda uji sudah tidak ada, tekan kembali saklar pada posisi down.
12. Catat nilai pembebanan maksimum pada arloji tekan, dan nilai kelelahan yang ditunjukkan oleh flow meter.
13. Waktu yang dibutuhkan dan saat diangkatnya benda uji dan melebihi 30 detik. Dalam pengujian Marshall untuk pengujian benda uji (specimen) yang dipadatkan akan melalui tahapan perhitungan, analisa dan tes sebagai berikut ini :
  - a. Perhitungan volume specimen.

- b. Berat isi benda uji.
- c. Berat jenis campuran maksimum.
- d. Penyerapan aspal dari campuran.
- e. Kadar aspal dari campuran.
- f. Kadar aspal efektif terhadap campuran.
- g. Volume total campuran yaitu kadar efektif AC (asphalt concrete) Agregat, dan Rongga Udara.
- h. Persen rongga terhadap agregat (VMA).
- i. Persen rongga yang terisi aspal (VFA).
- j. Stabilitas dan flow (kelelehan).

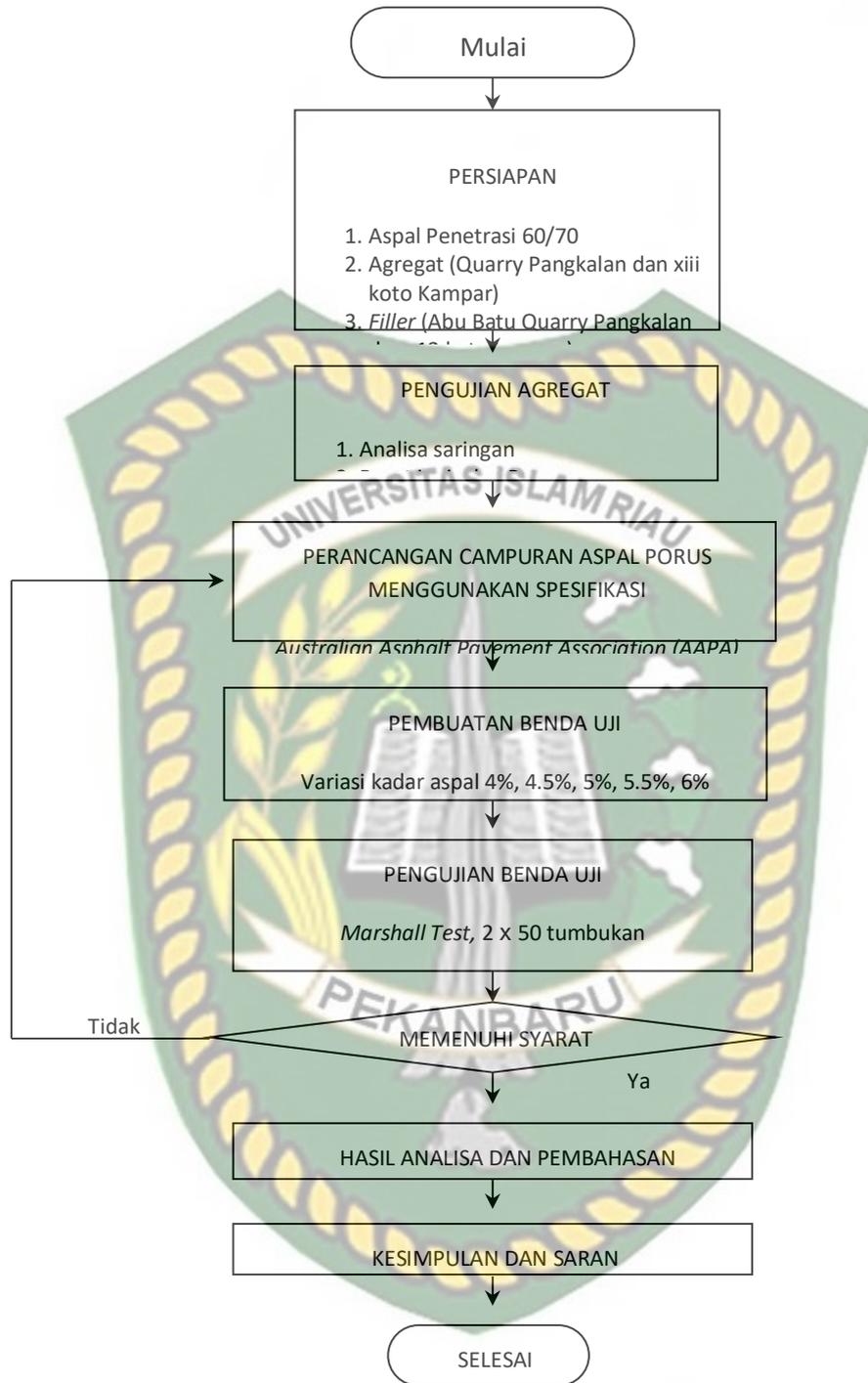
Hasil pemeriksaan tersebut kemudian dicocokkan dengan kriteria yang telah ditentukan untuk selanjutnya dibuat grafik-grafik hubungan antara lain:

1. Stabilitas dengan kadar aspal.
2. Kadar rongga udara dengan kadar aspal.
3. MQ (hasil bagi marshall) dengan kadar aspal.
4. Flow dengan kadar aspal.
5. Kadar rongga terhadap agregat dengan kadar aspal.
6. Kadar rongga yang terisi aspal dengan kadar aspal

Berdasarkan grafik tersebut, selanjutnya akan dapat ditentukan kadar aspal optimum. Kadar aspal inilah yang akan dijadikan kadar aspal untuk keperluan pelaksanaan dilapangan.

6. Analisa dan pembahasan.
7. pada pembahasan ini akan ditinjau pengaruh suhu dengan kadar aspal optimum sementara yang sama terhadap Stabilitas, *Flow*, *VIM*, *MQ*, *VMA*, *VFA* dan Permeabilitas .

dengan variasi sampel yang digunakan yaitu dari kadar aspal optimum sementara yaitu 5% dibuat benda uji sebanyak 15 maka benda uji dibuat untuk kadar aspal 4%, 4,5%, 5%, 5,5% dan 6% masing-masing kadar aspal dibuat 3 buah benda uji. berikut ini bagan alir penelitian :



**Gambar 4.2** Bagan Alir Penelitian Aspal Porus

#### 8. Kesimpulan

Pada kesimpulan akan dibahas tentang hasil analisa dan pembahasan yang telah diuraikan serta saran yang akan diutarakan oleh peneliti.

Nilai pengujian di laboratorium baik dari uji material sampai pengujian sampel dengan menggunakan spesifikasi *australian asphalt pavement association (aapa)* yang dapat dianalisa dan digambarkan dalam bentuk grafik dan tabel terhadap nilai karakteristik marshall dan Permeabilitas.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

## BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Hasil Pengujian Material

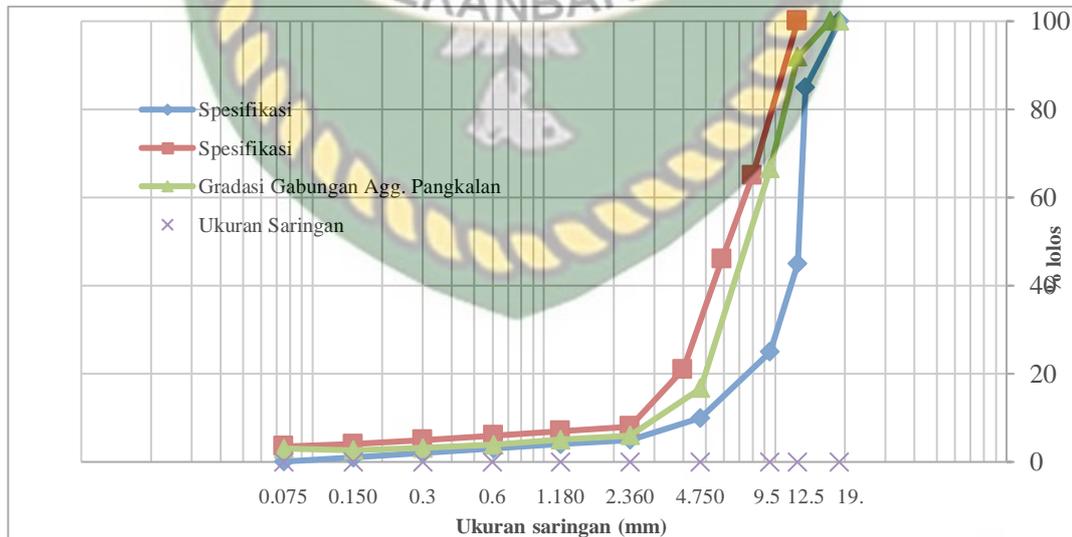
Hasil pengujian agregat yang meliputi agregat kasar, medium, abu batu, dan pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis batuan pecah yang berasal dari Pangkalan dan XIII Koto Kampar. Gradasi dari agregat-agregat dari *Quarry* tersebut disesuaikan dan gradasi campuran Aspal Porus, spesifikasi *australian asphalt pavement association (aapa)* dan diperlihatkan pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2.

#### 5.1.1 Hasil Distribusi Ukuran Butiran Agregat Dan Hasil Perhitungan

Perhitungan analisa agregat kasar, medium, abu batu dan pasir dapat dilihat pada lampiran A-1, A-14, dan Grafik.

1. Untuk campuran Agregat pangkalan

Pembagian susunan butiran masing-masing agregat terlihat pada Grafik 5.1. untuk Aspal Porus dan Tabel 5.1. Hasil gradasi agregat gabungan campuran Aspal Porus berikut :



Gambar 5.1 Grafik analisa saringan agregat pangkalan

Berdasarkan pemeriksaan analisa saringan di dapatkan dari Gambar 5.1. grafik analisa saringan pangkalan hasil penggabungan 4 fraksi agregat untuk campuran aspal porus. Menunjukkan hasil yang baik dimana garis hijau (gradasi gabungan agregat pangkalan) tidak melewati garis merah dan biru yang mana kedua garis tersebut adalah spesifikasi. Sehingga dapat disimpulkan bahwasanya gradasi gabungan dari penggunaan agregat pangkalan memenuhi spesifikasi dan dapat di jadikan sebagai campuran Aspal Porus.

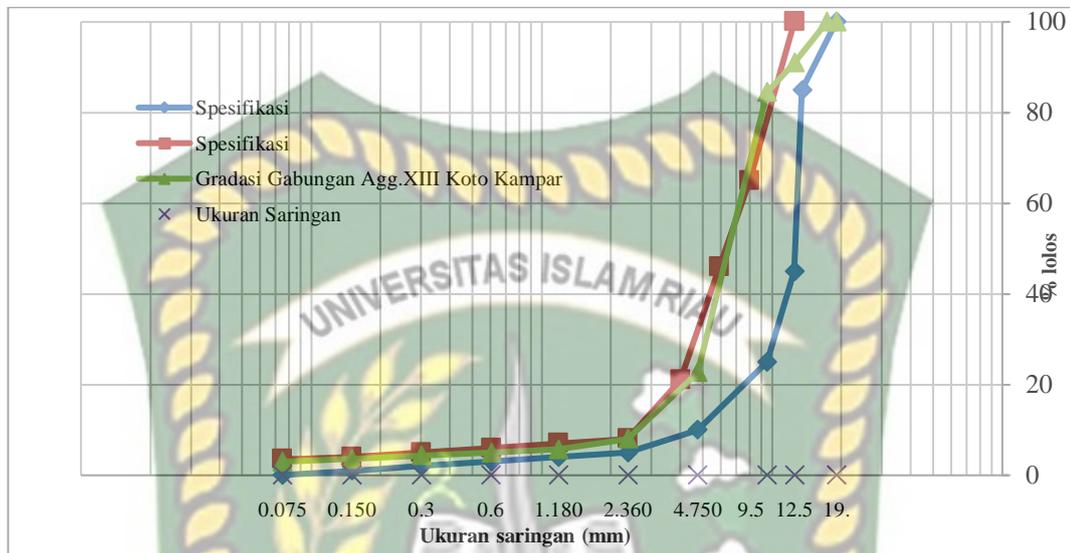
**Tabel 5.1.** Hasil gradasi gabungan agregat pangkalan

Ukuran saringan (mm)	% Pemakaian Agregat				Gradasi gabungan	Spek. Porus	
	Kasar	Sedang	Abu batu	Pasir		% Lolos	
	11,99	84,08	1,91	2,02		Min	Max
25,4	11,99	84,08	1,91	2,02	100	-	-
19,1	11,99	82,25	1,91	2,02	100	-	100
12,7	5,82	61,23	1,91	2,02	92	85	100
9,5	1,35	12,85	1,91	2,02	66,51	55	75
4,75	0,07	2,84	1,75	2,02	16,69	10	25
2,38	0,05	2,52	1,25	1,85	6	5	10
1,18	0,05	2,43	0,89	1,62	5,08	-	-
0,60	0,05	2,38	0,68	0,75	3,91	-	-
0,30	0,05	2,25	0,47	0,27	3,16	-	-
0,15	0,05	2,24	0,27	0,06	2,63	-	-
0,075	0,04	2,24	0,21	0,01	3	2	4

Berdasarkan Tabel 5.1. hasil perhitungan gradasi gabungan agregat didapat komposisi campuran aspal porus agregat pangkalan yang terdiri dari 4 fraksi yaitu agregat kasar, sedang, abu batu, dan pasir dengan cara Matrik adalah agregat kasar 11,99%, agregat sedang 84,08%, abu batu 1,91% dan pasir 2,02 %. Hasil gradasi gabungan agregat pangkalan persentase pemakaian tiap-tiap fraksi agregat memenuhi spesifikasi yang disyaratkan.

## 2. Untuk Campuran Aspal Porus Agregat XIII Koto Kampar

Pembagian susunan butiran masing-masing agregat terlihat pada Grafik 5.2. untuk Aspal Porus dan Tabel 5.2. Hasil gradasi agregat gabungan campuran Aspal Porus berikut:



**Gambar 5.2.** Grafik Analisa Saringan Agregat XIII Koto Kampar

Berdasarkan pemeriksaan analisa saringan di dapatkan dari Gambar 5.2. grafik analisa saringan agregat XIII Koto Kampar hasil penggabungan 4 fraksi agregat untuk campuran aspal porus. Menunjukkan hasil yang tidak baik dimana garis hijau (gradasi gabungan agregat XIII Koto Kampar) melewati garis merah yang tertahan disaringan 4.750 dimana garis tersebut adalah spesifikasi. Sehingga dapat disimpulkan bahwasanya gradasi gabungan dari penggunaan agregat XIII koto Kampar tidak memenuhi spesifikasi. Campuran aspal porus didominasi oleh agregat kasar, sedang agregat halus dan *filler* ditambahkan sedemikian rupa hingga tidak akan menghalangi interlock antar agregat kasar tersebut. Salah satu metode untuk menentukan gradasi agregat adalah dengan memproduksi campuran yang mempunyai densitas maksimum atau porositas minimum. Material lokal yang dipakai sebagai bahan perkerasan berasal dari Pangkalan dan XIII Koto Kampar untuk mengetahui hasil yang baik dari salah satu daerah asal agregat. Spesifikasi yang digunakan adalah AAPA (1997) sebagai standar perkerasan yang ada sesuai kelas dan fungsi jalan.

**Tabel 5.2.** Hasil Gradasi agregat gabungan campuran XIII Koto Kampar

Ukuran saringan (mm)	% Pemakaian Agregat				Gradasi gabungan	Spek. Porus	
	Kasar	Medium	Abu batu	pasir		% Lolos	
	17,14	80,46	1,88	0,52		Min	Max
25,4	17,14	80,46	1,88	0,52	100	-	-
19,1	17,14	80,46	1,88	0,52	100	-	100
12,7	8,14	80,46	1,88	0,52	91	85	100
9,5	2,09	80,04	1,87	0,52	84,52	55	75
4,75	0,14	20,17	1,85	0,51	22,67	10	25
2,38	0,11	5,97	1,44	0,47	8	5	10
1,18	0,11	4,20	0,98	0,39	5,69	-	-
0,60	0,11	3,97	0,77	0,14	4,99	-	-
0,30	0,10	3,70	0,48	0,07	4,35	-	-
0,15	0,07	3,16	0,29	0,03	3,55	-	-
0,075	0,07	2,43	0,25	0,00	3	2	4

Berdasarkan Tabel 5.2. Hasil Gradasi gabungan agregat XIII Koto Kampar perhitungan gabungan agregat didapat komposisi campuran Aspal Porus Agregat XIII Koto Kampar yang terdiri dari 4 fraksi yaitu agregat kasar, medium, abu batu, dan pasir dengan cara Matrik adalah agregat kasar 17,14% agregat medium 80,46%, abu batu 1,88% dan pasir 0,52%.

**Tabel 5.3.** Spesifikasi gradasi campuran aspal porus

No	Ukuran saringan (inch/mm)	Persen lolos (%)
1	3/4/19,1	100
2	1/2/12,7	85-100
3	3/8/9,5	55-75
4	N0.4/4,75	10-25
5	N0.8/2,36	5-10
6	N0.200/0,075	2-4

Sumber: UNHSC Design Specifications for Porous Asphalt Pavement and Infiltration Beds, Rev. October 2006.

Tabel 5.3 adalah spesifikasi gradasi gabungan campuran agregat dimana yang setiap agregat tertahan memiliki batas maksimum dan minimum pemakaian dan

tidak boleh melewati batasan tersebut sehingga agregat itu dapat dipergunakan sebagai campuran Aspal Porus.

### 5.1.2 Hasil Pengujian Bahan Pengisi (*Filler*)

Bina Marga 1989 menyatakan bahwa *filler* adalah bahan berbutir halus yang lolos saringan No.200. Pada penelitian ini bahan pengisi (*filler*) yang digunakan adalah agregat halus yaitu 100 % abu batu.

### 5.1.3 Hasil Perhitungan Perkiraan Awal Kadar Aspal Tengah (Pb)

Setelah persentase gradasi agregat campuran didapat maka selanjutnya ditentukan perkiraan awal kadar aspal tengah rancangan (Pb), dimana perhitungannya untuk campuran Aspal porus adalah sebagai berikut :

Persen agregat tertahan saringan nomor 8 (CA)	= 94,000%
Persen agregat lolos nomor 8 tertahan Nomor 200(FA)	= 3,500%
Persen agregat lolos saringan Nomor 200 ( <i>filler</i> ) (c)	= 2,500%
Konstanta (0,5 – 1,0) untuk lapis aspal beton dipakai	= 1
Didapat nilai Pb	= 5 %

(Perhitungan pada Lampiran A.9 dan lampiran A.22)

Dari hasil perhitungan, didapat perkiraan awal kadar aspal tengah (Pb) yaitu sebesar 5% sehingga dapat ditentukanlah untuk kadar aspal campuran Aspal Porus dimulai dari 4% ; 4,5% ; 5% ; 5,5% dan 6%.

### 5.1.4 Kadar Aspal Optimum (KAO)

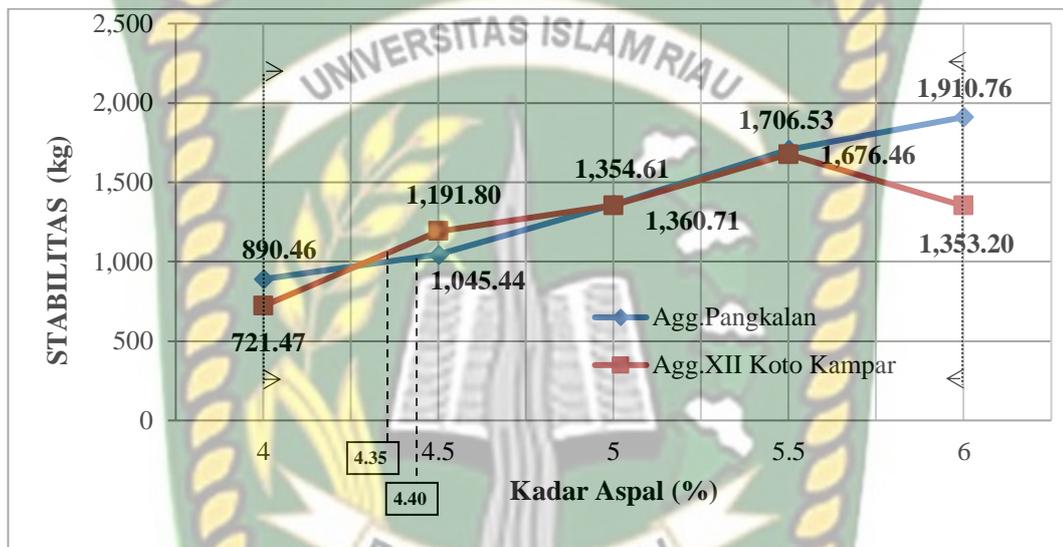
Penentuan nilai kadar aspal optimum pada penelitian ini berdasarkan standart Bina Marga yaitu dengan metode pita. Metode ini menggunakan parameter *Marshall* dengan menjabarkan grafik hasil stabilitas , *Flow*, *VIM*, *MQ*, *VMA*, *VFA* dan *Permeabilitas*.

## 5.2 Hasil Analisa karakteristik *Marshall* Berdasarkan Variasi Kadar aspal

Hasil analisa karakteristik *Marshall* berdasarkan variasi kadar Aspal dapat dilihat sebagai berikut.

### 5.2.1 Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan lapis perkerasan menerima beban lalu lintas yang bekerja di atasnya tanpa mengalami perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) seperti gelombang, alur (*rutting*), maupun naiknya aspal ke permukaan (*bleeding*). AAPA (1997) menentukan batas minimum nilai stabilitas untuk campuran Aspal Porus yaitu 500 kg. Nilai stabilitas dipengaruhi oleh kualitas agregat, bentuk dan tekstur permukaan, serta gradasi agregat.



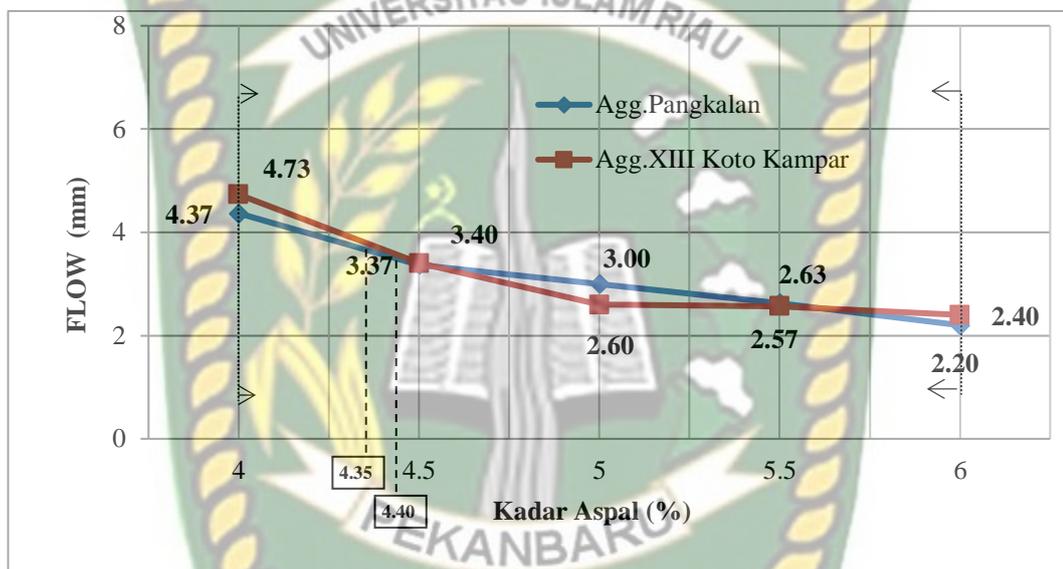
**Gambar 5.3** Perbandingan nilai stabilitas antara penggunaan agregat pangkalan dan agregat xiii koto kampar pada variasi kadar aspal

Dari gambar 5.3 nilai stabilitas penggunaan agregat Pangkalan mengalami peningkatan dengan bertambahnya kadar aspal sedangkan penggunaan agregat XIII Koto Kampar mengalami peningkatan dari kadar aspal 4% hingga kadar aspal 5,5% dan menurun pada kadar aspal 6%. Naiknya nilai stabilitas campuran Aspal Porus semakin tinggi seiring dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran ini terjadi karena semakin banyaknya rongga terisi aspal yang sifatnya mengikat, daya lekat yang baik dan juga pemadatan yang baik sehingga mengakibatkan nilai stabilitas campuran Aspal Porus semakin tinggi.

Nilai stabilitas penggunaan kedua agregat sama-sama memenuhi spesifikasi yang disyaratkan AAPA (1997)

### 5.2.2 Kelelahan (*Flow*)

Kelelahan (*Flow*) adalah deformasi vertikal yang terjadi mulai awal pembebanan sampai kondisi stabilitas menurun, yang menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapis perkerasan akibat menahan beban yang diterimanya. Besarnya nilai *Flow* dinyatakan dalam mm atau 0,01". AAPA (1997) menentukan batas nilai *Flow* untuk campuran Aspal Porus yaitu 2-6 mm. Nilai *Flow* dipengaruhi oleh kadar aspal, viskositas aspal, gradasi agregat, jumlah dan temperatur pemadatan.



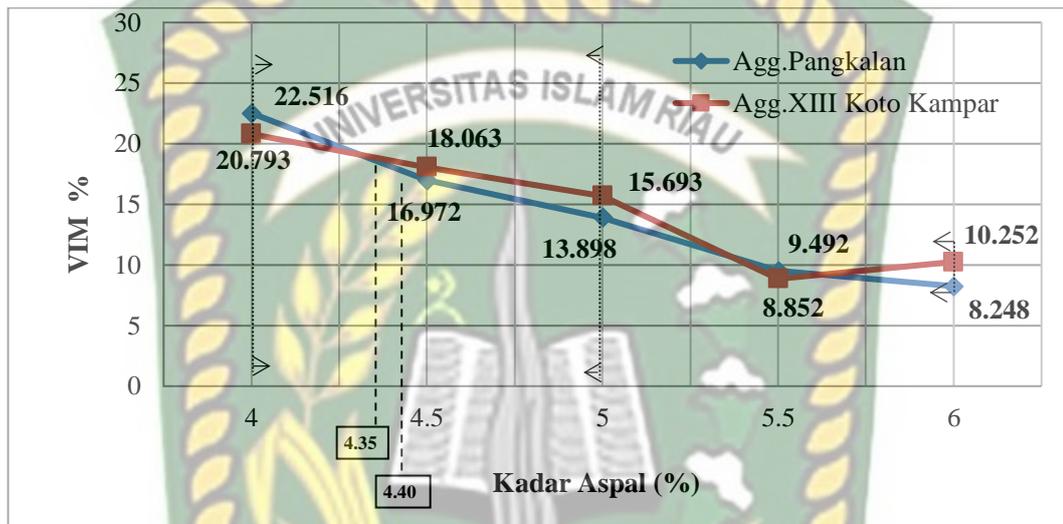
**Gambar 5.4** Perbandingan nilai *Flow* antara penggunaan agregat pangkalan dan agregat xiii koto kampar pada variasi kadar aspal.

Dari gambar 5,4 pengujian didapatkan nilai *Flow* dari penggunaan agregat Pangkalan dan penggunaan agregat XIII Koto Kampar sama-sama mengalami penurunan dengan bertambahnya kadar aspal, hal ini disebabkan karena aspal semakin banyak menyelimuti agregat dan mengisi rongga dalam campuran Aspal Porus, ikatan antar agregat menjadi besar dan mengakibatkan campuran aspal menjadi lebih kuat.

Nilai *flow* penggunaan kedua agregat masih memenuhi spesifikasi campuran Aspal Porus yang disyaratkan AAPA (1997).

### 5.2.3 Rongga Dalam Campuran ( *Void In The Mix/ VIM* )

*VIM* adalah presentase rongga dalam campuran. nilai *VIM* yang tinggi menghasilkan rongga yang besar dalam campuran sehingga campuran bersifat porus. Hal ini sejalan dengan persyaratan aspal porus yang didesain memiliki kadar rongga dalam campuran yang besar. AAPA (1997) menentukan batas nilai *vim* untuk campuran Aspal Porus yaitu 10-25%.

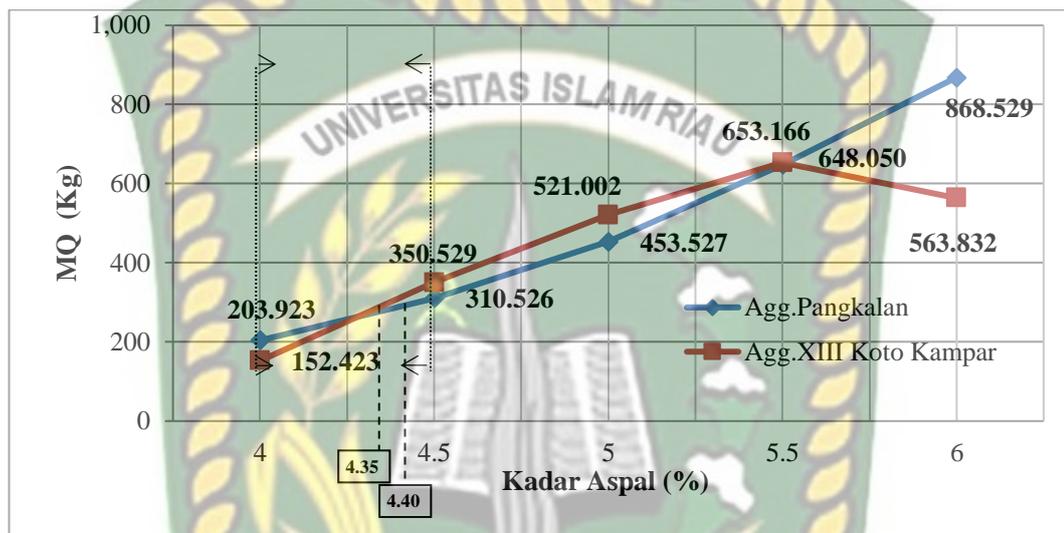


**Gambar 5.5** Perbandingan nilai *VIM* antara penggunaan agregat pangkalan dan agregat xiii koto kampar pada variasi kadar aspal.

Dari gambar 5.5 Nilai *VIM* dari penggunaan agregat Pangkalan menurun dari kadar aspal 4% ke 6% dengan bertambahnya kadar aspal Sementara penggunaan agregat XIII Koto Kampar menurun dari kadar aspal 4% hingga kadar aspal 5,5% kemudian mengalami kenaikan di kadar aspal 6%. karena aspal lebih banyak mengisi rongga dalam campuran dan menyebabkan rongga-rongga dalam campuran aspal porus ini menjadi semakin kecil. *VIM* ini merupakan salah satu faktor penting dalam desain campuran aspal porus, jenis konstruksi ini direncanakan khusus supaya sesudah penghamparan dan pemadatan di lapangan masih mempunyai rongga yang besar, sehingga jenis konstruksi ini memiliki sifat lolos air (*permeability*) yang baik. Hasil nilai *VIM* penggunaan agregat Pangkalan pada kadar aspal 4%, 4.5%, dan 5% sedangkan agregat XIII Koto Kampar pada kadar aspal 4%, 4.5%, 5% dan 6% yang memenuhi spesifikasi AAPA (1997).

### 5.2.4 Marshall Quotient (MQ)

Nilai  $MQ$  menyatakan sifat kekakuan suatu campuran. Bila nilai  $MQ$  terlalu tinggi, maka campuran akan cenderung terlalu kaku dan mudah retak. Sebaliknya bila nilai  $MQ$  terlalu rendah, maka perkerasan menjadi terlalu lentur dan cenderung kurang stabil. AAPA (1997) menentukan batas maksimum nilai  $MQ$  untuk campuran Aspal Porus yaitu 400 kg.



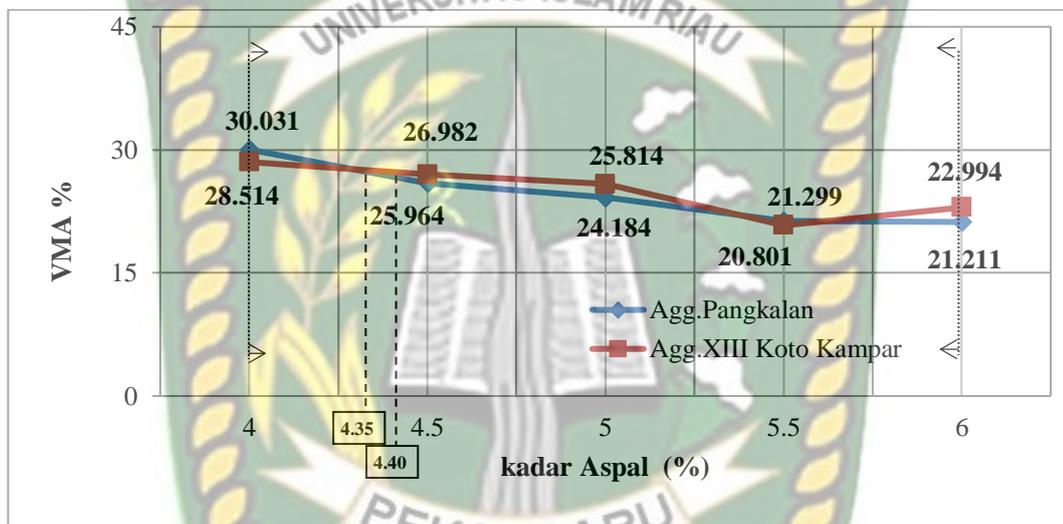
**Gambar 5.6** Perbandingan nilai  $MQ$  antara penggunaan agregat pangkalan dan agregat xiii koto kampar pada variasi kadar aspal.

Dari gambar 5.6 hasil pengujian penggunaan agregat Pangkalan mengalami kenaikan dengan bertambahnya kadar aspal, sedangkan di kadar aspal 6% pada penggunaan agregat XIII Koto Kampar mengalami penurunan. Nilai  $MQ$  yang terlalu rendah menyebabkan campuran Aspal Porus bersifat plastis dan akan mudah berubah bentuk bila mendapat beban lalu lintas seperti alur dan gelombang, sedangkan nilai  $MQ$  yang terlalu tinggi akan mengakibatkan campuran aspal porus menjadi getas serta mudah retak dan akhirnya campuran aspal porus itu sendiri tidak akan bertahan lama.

Nilai  $MQ$  penggunaan agregat Pangkalan dan XIII Koto Kampar yang memenuhi spesifikasi yang ditetapkan AAPA (1997) sama-sama dikadar aspal 4 % dan 4,5%.

### 5.2.5. Rongga Dalam Mineral Aspal (*Void In Mineral Aggregate /VMA*).

*VMA* adalah rongga udara antara butir agregat dalam campuran agregat aspal padat, termasuk rongga udara dan kadar aspal efektif, yang merupakan persen volume rongga di dalam agregat yang terisi oleh aspal. Nilai minimum rongga dalam agregat dimaksudkan untuk menghindari banyaknya rongga udara. Nilai *VMA* tergantung pada ukuran mineral agregat, tekstur permukaan agregat, bentuk partikel agregat dan metode pemadatannya. Bina Marga (2010) menentukan batas minimum untuk campuran Aspal Porus yaitu 15 %.



**Gambar 5.7** Perbandingan nilai *VMA* antara penggunaan agregat pangkalan dan agregat xiii koto kampar pada variasi kadar aspal.

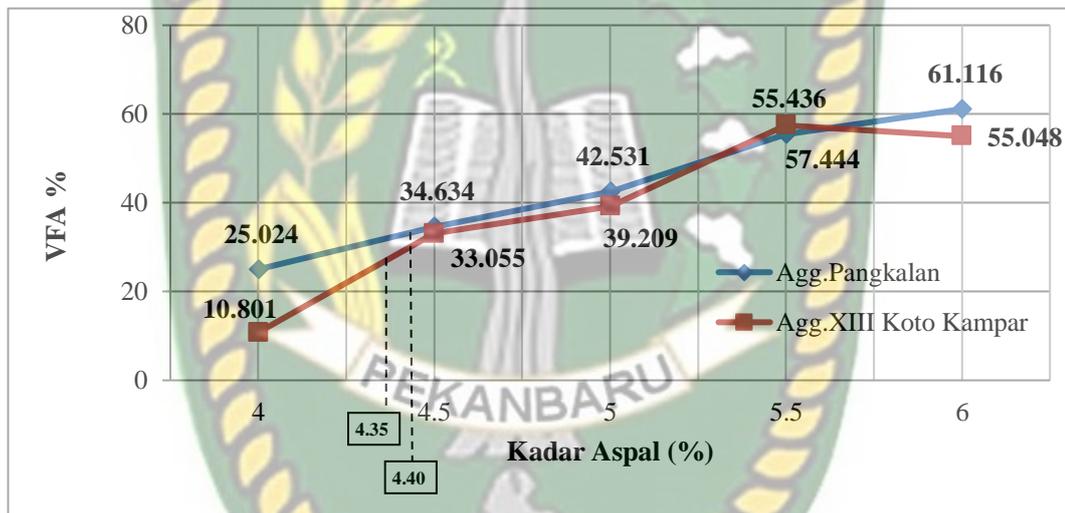
Dari gambar 5.7 nilai *VMA* pada penggunaan agregat Pangkalan menurun dengan bertambahnya kadar aspal. Sementara pada penggunaan agregat XIII Koto Kampar mengalami kenaikan di kadar aspal 6%. Nilai *VMA* yang besar akan mengakibatkan campuran akan menjadi kedap terhadap air dan udara, sehingga kemampuannya untuk menahan keausan semakin baik. Namun jika nilai *VMA* terlalu besar, maka akan bermasalah pada stabilitasnya dan tidak ekonomis untuk diproduksi. Sebaliknya, jika nilai *VMA* terlalu kecil akan mengakibatkan lapisan aspal tipis sehingga mudah lepas dan tidak kedap air yang akhirnya akan mengakibatkan lapisan aspal menjadi lebih mudah rusak.

Nilai *VMA* dari penggunaan agregat Pangkalan dan XIII Koto Kampar semua sampelnya memenuhi spesifikasi Bina Marga (2010).

### 5.2.7 Rongga Terisi Aspal (*Void Filled with Asphalt/ VFA*)

VFA (rongga udara terisi aspal) adalah persen volume rongga didalam campuran agregat yang telah terisi aspal atau volume pori pada campuran aspal padat yang terisi oleh aspal setelah mengalami proses pemadatan, tetapi tidak termasuk aspal yang diserap agregat. Untuk memperoleh campuran perkerasan yang awet maka rongga- rongga antara agregat harus terisi aspal yang cukup untuk mendapatkan lapisan aspal yang baik.

Nilai VFA suatu campuran aspal terlalu tinggi tidak terlalu baik karena akan menyebabkan terjadinya *bleeding* (naiknya aspal kepermukaan). Bina Marga (2010) menentukan batas minimum untuk campuran Aspal Porus yaitu 65 %.



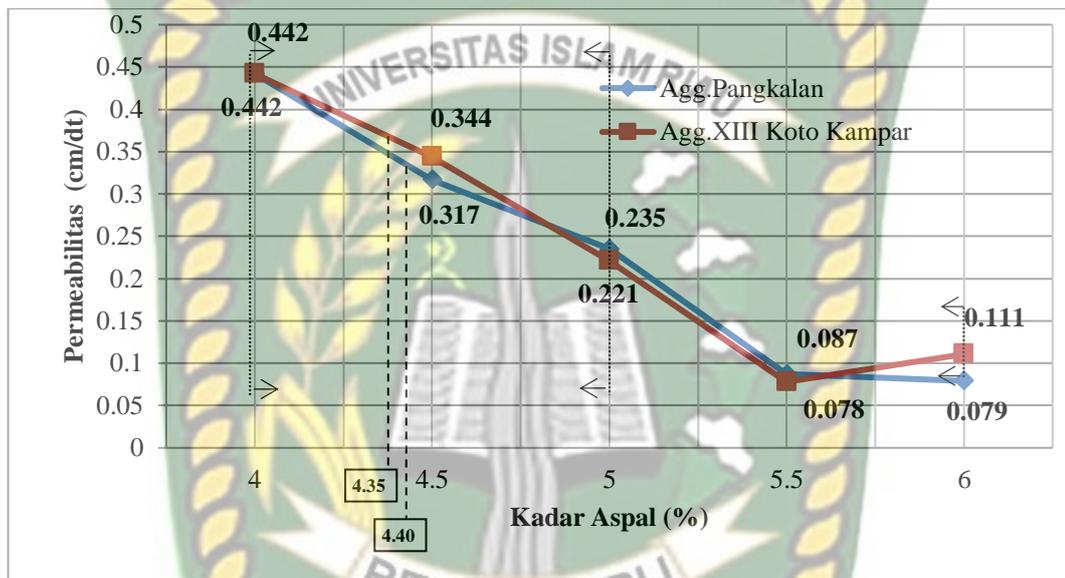
**Gambar 5.8** Perbandingan nilai VFA antara penggunaan agregat pangkalan dan agregat xiii koto kampar pada variasi kadar aspal.

Dari Gambar 5.8 juga dapat dilihat bahwa nilai VFA dari penggunaan agregat Pangkalan cenderung meningkat dengan bertambahnya kadar aspal, sementara pada penggunaan agregat XIII Koto Kampar di kadar aspal 6% mengalami penurunan. Kadar aspal yang bertambah akan mengakibatkan aspal tersebut lebih mudah masuk dan mengisi rongga campuran aspal porus.

Nilai VFA dari sampel penggunaan agregat Pangkalan dan XIII Koto Kampar sama-sama tidak memenuhi spesifikasi yang di syaratkan Bina Marga (2010).

### 5.2.7 Permeabilitas

Permeabilitas adalah kemampuan sampel untuk meloloskan sejumlah air yang menembus atau melaluinya. Permeabilitas adalah salah satu faktor penting dalam desain campuran aspal porus, jenis perkerasan ini direncanakan khusus supaya sesudah penghamparan dan pemadatan di lapangan masih mempunyai rongga yang besar. AAPA (1997) menentukan batas nilai  $v_{im}$  untuk campuran Aspal Porus yaitu 0,1-0,5 cm/detik.



**Gambar 5.9** Perbandingan nilai permeabilitas antara penggunaan agregat pangkalan dan agregat xiii koto kampar pada variasi kadar aspal.

Gambar 5.9 di atas menunjukkan nilai Permeabilitas penggunaan agregat Pangkalan mengalami penurunan dengan bertambahnya kadar aspal. Sedangkan penggunaan agregat XIII Koto Kampar mengalami penurunan dari kadar aspal 4% ke 5,5% lalu naik pada kadar aspal 6%. Menurunnya nilai permeabilitas terjadi karena aspal lebih banyak mengisi rongga dalam campuran dan menyebabkan rongga-rongga dalam campuran aspal porus ini menjadi semakin kecil.

Nilai permeabilitas penggunaan agregat Pangkalan menghasilkan tiga sampel yaitu pada kadar aspal 4%, 4,5% dan 5% sedangkan penggunaan agregat XIII Koto Kampar menghasilkan empat sampel yaitu pada kadar aspal 4%, 4,5%, 5% dan 6% yang memenuhi spesifikasi AAPA (1997)

## 5.4 Pembahasan

Pembahasan Perbandingan dua jenis agregat yang berbeda terhadap karakteristik Marshall pada aspal porus dari penggunaan agregat pangkalan dan 13 koto Kampar yaitu:

1. Nilai stabilitas penggunaan agregat Pangkalan mengalami kenaikan dengan bertambahnya kadar aspal. Sementara pada penggunaan agregat XIII koto kampar mengalami kenaikan dari kadar aspal 4% ke 5,5% kemudian mengalami penurunan pada kadar aspal 6%.
2. Nilai *Flow* penggunaan penggunaan agregat Pangkalan dan XIII koto kampar sama-sama mengalami penurunan dengan bertambahnya kadar aspal.
3. Nilai *VIM* penggunaan agregat Pangkalan cenderung menunjukkan penurunan dengan bertambahnya kadar aspal. Sementara pada penggunaan agregat XIII Koto Kampar mengalami penurunan dari kadar aspal 4% ke 5,5% kemudian pada kadar aspal 6% mengalami kenaikan.
4. Nilai *MQ* penggunaan agregat Pangkalan mengalami kenaikan dengan bertambahnya kadar aspal namun pada penggunaan agregat XIII Koto Kampar dikadar aspal 6% menunjukkan penurunan.
5. Nilai *VMA* penggunaan agregat Pangkalan cenderung mengalami penurunan dengan bertambahnya kadar aspal. sedangkan penggunaan agregat XIII Koto Kampar mengalami penurunan dari kadar aspal 4% ke 5,5% lalu pada kadar aspal 6% mengalami kenaikan.
6. Nilai *VFA* penggunaan agregat Pangkalan cenderung menunjukkan kenaikan dengan bertambahnya kadar aspal. Sedangkan pada penggunaan agregat XIII Koto Kampar mengalami ke kenaikan dari kadar aspal 4% ke 5,5% kemudian pada kadar aspal 6% mengalami penurunan.
7. Nilai Permeabilitas penggunaan agregat Pangkalan cenderung mengalami penurunan dengan bertambahnya kadar aspal sementara penggunaan agregat XIII Koto Kampar mengalami kenaikan dari kadar aspal 4% ke 5,5% kemudian menurun pada kadar aspal 6%.

## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Dari penelitian dan pembahasan mengenai Perbandingan dua jenis agregat yang berbeda terhadap karakteristik *Marshall* pada Aspal Porus dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Perbandingan penggunaan agregat Pangkalan dan agregat XIII Koto Kampar sama-sama menghasilkan dua sampel pada kadar aspal 4% dan 4,5% yang memenuhi spesifikasi AAPA(1997).
2. Kadar aspal optimum penggunaan agregat Pangkalan adalah 4,40% sementara penggunaan agregat XIII Koto Kampar adalah 4,35%.

Hasil penelitian menunjukkan hasil yang cukup baik dari kedua penggunaan agregat pada variasi kadar aspal, pengujian *marshall test* dan permeabilitas penggunaan kedua agregat sama-sama menghasilkan dua sampel pada kadar aspal 4,0% dan 4,5% yang memenuhi spesifikasi yang disyaratkan *Australian Asphalt Pavement Association (AAPA) 1997*. akan tetapi hasil pengujian marshall dan permeabilitas penggunaan agregat pangkalan grafiknya menunjukkan hasil yang lebih masuk akal jika di lihat dari penelitian-penelitian sebelumnya.

### 6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan, maka didapat beberapa saran sebagai berikut :

1. Penelitian menunjukan hasil yang cukup baik pada penggunaan agregat Pangkalan dan XIII Koto Kampar pada sampel dengan kadar aspal 4 dan 4,5% bisa dijadikan acuan pada saat pengaplikasian pada perkerasan dengan beban ringan nantinya .
2. Perlu ditinjau pada kadar aspal 6% penggunaan agregat XIII Koto Kampar dikarenakan menghasilkan hasil yang berbeda.

## DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1997, Open Graded asphalt Design Guide, Australian Asphalt Pavement Association, Australia.

Anasaff, 2012, *Aspal Dan Karakteristiknya*, [blogspot.com/2012](http://blogspot.com/2012).

Affan.M, 2006, Studi Peranan Rongga Terhadap stabilitas dan Durabilitas Campuran Aspal Porus Akibat Penambahan Mortar, Tesis, Magister Teknik Sipil, Program Sarjana, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.

Departemen Pekerjaan Umum, 1998, Spesifikasi Umum Untuk Jalan dan Jembatan, Direktorat Bina Marga.

Departemen Pekerjaan Umum, 2006, Spesifikasi Umum Untuk Jalan dan Jembatan, Direktorat Bina Marga.

Didik (2018), Karakteristik Aspal Porus Terhadap Ketahanan Menggunakan Tes Marshall Dengan Material Lokal Jayapura. Tugas akhir, S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sistem Informas, Universitas Yapis Papua.

Laboratorium Transportasi Dan Jalan Raya, 2017, Diktat Pedoman Praktikum Aspal Dan Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau, Pekanbaru.

Sarwono (2009), Perencanaan Gradasi Aspal Porus Menggunakan Material Lokal Dengan Metode Pemampatan Kering. Tugas akhir, S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Petra.

Sri Nurul Jauhari (2013), Karakteristik Marshall Test Pada Lapisan Perkerasan Aspal Berongga Menggunakan Batu Karang Dan Buton Natural Asphalt. Tugas akhir, S1 Teknik Sipil, fakultas teknik, Universitas Hasanudin, Makasar.

Sofyan, M. Saleh (2014), Karakteristik Campuran Aspal Porous Dengan Subtitusi Styrofoam Pada Aspal Penetrasi 60/70. Jurnal Teknik Sipil Vol 21.

Sukirman, Silvia, 1999, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Granit, Jakarta.

Sukirman, Silvia, 2016, Beton Aspal Campuran Panas, Granit, Jakarta.

Sukirman, Silvia, 2005, Beton Aspal Campuran Panas, Granit, Jakarta.

Unitedgank007, *Test Marshall Aspal*, [blogspot.com/2016](https://www.blogspot.com/2016)

University of New Hampshire Stormwater Center (UNHSC) 2009. *Cara Menulis Inspiratif*. Dikutip 19 agustus 2019 dari Cara Menulis Buku:  
[https://www.unh.edu/unhsc/sites/unh.edu.unhsc/files/pubs\\_specs\\_info/unhsc\\_pa\\_spec\\_10\\_09.pdf](https://www.unh.edu/unhsc/sites/unh.edu.unhsc/files/pubs_specs_info/unhsc_pa_spec_10_09.pdf)



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau