

**STUDI PENGGUNAAN ASBUTON PADA CAMPURAN ASPAL  
PORUS TERHADAP NILAI PERMEABILITAS**

**TUGAS AKHIR**

**Karya tulis ini sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh sarjana dari  
Universitas Fajar**

**Oleh :**

**Didik Januario**

**NIM : 1420121030**



**PROGARAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR  
TAHUN 2019**

**STUDI PENGGUNAAN ASBUTON PADA CAMPURAN ASPAL PORUS  
TERHADAP NILAI PERMEABILITAS**

Oleh :

**DIDIK JANUARIANTO**


**1420121030**

Menyetujui :

**Tim Pembimbing**

**Tanggal 25 September 2019**

Dosen Pembimbing I



**(Dr. Sri Gusty, ST., MT)**  
**NIDN : 0908088505**

Dosen Pembimbing II



**(Fatmawaty Rachim, ST., MT)**  
**NIDN : 0919117903**

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik



**(Dr. Ernati, ST., MT)**  
**NIDN : 0906107701**

Ketua Program Studi Teknik Sipil



**(Fatmawaty Rachim, ST., MT)**  
**NIDN : 0919117903**

UNIFA  
FACULTY OF ENGINEERING  
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Penulis dengan ini menyatakan Tugas Akhir :

**“Studi Penggunaan Asbuton Pada Aspal Campuran Aspal Porus Terhadap Nilai Permeabilitas”** ini adalah karya orisinal saya dan setiap serta seluruh sumber acuan telah ditulis sesuai dengan Panduan Penulisan Ilmiah yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Fajar

Makassar, 25 September 2019

Saya menyatakan,  
  
Didik Januaranto

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kehadapan Tuhan yang Maha Esa, yang berkat rahmat dan karunianya saya dapat menyelesaikan penyusunan proposal tugas akhir ini. Tujuan penulisan proposal ini yaitu sebagai salah satu syarat mendapat gelar Sarjana Teknik Program Studi S1 Fakultas Teknik Universitas Fajar Makassar[

Penulisan rancangan skripsi ini mengambil judul “**STUDI PENGGUNAAN ASBUTON PADA CAMPURAN ASPAL PORUS TERHADAP NILAI PERMEABILITAS**” Dalam penulisan skripsi ini banyak sekali kesulitan yang dihadapi, akan tetapi berkat doa, bimbingan, bantuan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya proposal ini dapat diselesaikan oleh penulis. Penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua serta keluarga besar saya yang senantiasa mendoakan dan dan selalu memberi semangat untuk menyelesaikan penulisan proposal ini
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Fajar Makassar , Ibu Dr. Erniati ST.,MT
3. Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Fajar Makassar sekaligus sebagai pembimbing II untuk penulisan Proposal ini yaitu Ibu Fatmawati Rachmi, ST.,MT
4. Ketua Prodi Magister Teknik Sipil Universitas Fajar Makassar sekaligus sebagai pembimbing I untuk penulisan proposal ini yaitu Ibu Dr. Sri Gusty,ST.,MT
5. Saudara saudariku di Program Teknik Sipil Khususya angkatan 2014

6. Serta semua pihak dengan segala kerendahan hati membantu penulis dalam menyelesaikan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan proposal ini masih jauh dari kesempurnaan , dengan sangat rendah hati penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Mudah mudahan proposal ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya pembaca pada umumnya.

Akhir kata semoga semua bantuan dan amal baik tersebut mendapatkan limpahan berkah dan anugrah dari Allah SWT. Amin.

Makassar, 16 July 2019

Penyusun

Didik Januario

1420121030

## ABSTRAK

**Studi Penggunaan Asbuton Pada Campuran Aspal Porus Terhadap Nilai Permeabilitas, Didik Januario.** Jalan raya merupakan tulang punggung suatu kawasan dalam menyalurkan beban penumpang barang dan jasa, selain itu jalan juga merupakan bagian dari infrastruktur. Aspal porus merupakan struktur lapisan perkerasan yang mempunyai rongga-rongga yang membuat air tidak tergenang di permukaan jalan, mengurangi percikan air dan membuat permukaan jalan tidak licin sehingga mengurangi kecelakaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai koefisien permeabilitas aspal porus dan untuk mengetahui variasi Asbuton yang digunakan sebagai bahan pengikat terhadap nilai koefisien permeabilitas yang dihasilkan. Penelitian ini berbasis eksperimental dilaboratorium. Jumlah benda uji yang digunakan sebanyak 15 briket masing-masing 3 benda uji pada setiap variasi LGA yang digunakan. Variasi LGA yang digunakan yaitu 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5%. Pengujian menghasilkan nilai permeabilitas sebagai berikut 2.64 cm<sup>3</sup>/detik, 2.20 cm<sup>3</sup>/detik, 2.04 cm<sup>3</sup>/detik 1.20 cm<sup>3</sup>/detik, dan 1.00 cm<sup>3</sup>/detik, dari hasil pengujian tersebut telah memenuhi spesifikasi yaitu 0,001 cm<sup>3</sup>/detik. Hasil pengujian permeabilitas menunjukkan semakin tinggi persentase jumlah LGA yang digunakan maka semakin rendah nilai koefisien permeabilitas yang dihasilkan, hal tersebut dikarenakan rongga pada aspal porus tersibtitusi oleh butiran LGA yang ditambahkan pada campuran

**\*Kata Kunci :Aspal porus , Asbuton, Permeabilitas, Koefisien, LGA**

## **ABSTRACT**

*The Study Of The Use Of Asbuton In Asphalt Porous Mixes On The Permeability Value, Didik Januario.* Roads are the backbone of an area in channeling the burden of passengers on goods and services, besides that roads are also part of infrastructure. Porous asphalt is a pavement layer structure that has cavities that make water not stagnant on the road surface, reduce water splashes and make the road surface not slippery thereby reducing accidents. This study aims to determine the coefficient of asphalt permeability and to determine the variation of Asbuton used as a binder to the value of the resulting permeability coefficient. This research is based on an experimental laboratory. The number of specimens used was 15 briquettes each of 3 specimens in each variation of LGA used. LGA variations used are 4.5%, 5%, 5.5%, 6%, and 6.5%. The test results in the following value of coefficient  $2.64 \text{ cm}^3 / \text{sec}$ ,  $2.20 \text{ cm}^3 / \text{sec}$ ,  $2.04 \text{ cm}^3 / \text{sec}$ ,  $1.20 \text{ cm}^3 / \text{sec}$ , and  $1.00 \text{ cm}^3 / \text{sec}$ , from the test results that meet the specifications of  $0.001 \text{ cm}^3 / \text{sec}$ . Permeability test results show the higher the percentage of LGA used, the lower the coefficient of permeability produced, this is because the cavity in asphalt porous is substituted by LGA granules added to the mixture

**Keywords:** *Asphalt porous, Asbuton, Permeability, Coefficient, LGA*

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR SINGKATAN .....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	4
I.3 Tujuan Peneliatian .....	4
I.4 Batasan Masalah .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
II.1 Konstruksi Perkerasan Jalan .....	6
II.2 Aspal Porus .....	9
II.3 Aspal Buton .....	16
II.4 Gradasi Agregat Aspal Porus.....	18
II.5 Bahan Peremaja .....	19
II.6 Permeability Asphalt Tests .....	21
II.7 Relevansi Penelitian Terdahulu .....	26
BAB III METODE PENELITIAN.....	31
III.1 Rancangan Penelitian .....	31



III.2 Bagan Alur Penelitian .....	33
III.3 Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisik Bahan.....	34
III.3.1 Pengujian Matrial Agregat.....	34
III.3.2 Pemilihan Tipe Gradasi .....	35
III.4 Campuran Asbuton Campuran Panas Hampar Dingin .....	35
III.5 Pemeriksaan Kinerja Aspal Porus.....	36
III.5.1 Pengujian Permeabilitas Aspal Porus .....	36
III.6 Kerangka Pikir Penelitian .....	38
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>39</b>
IV.1 Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat.....	39
IV.2 Gradasi Gabungan Agregat .....	40
IV.2.1 Komposisi Campuran Pada Penambahan 4,5% LGA .....	42
IV.2.2 Komposisi Campuran Pada Penambahan 5,0% LGA .....	43
IV.2.3 Komposisi Campuran Pada Penambahan 5,5% LGA .....	43
IV.2.4 Komposisi Campuran Pada Penambahan 6,0% LGA .....	43
IV.2.5 Komposisi Campuran Pada Penambahan 6,5% LGA .....	44
IV.3 Hasil Pengujian Permeabilitas .....	44
IV.3.1 Hasil Pengujian Constant Head Permeability (CHP).....	44
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>47</b>
V.1 Kesimpulan.....	47
V.2 Saran.....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>46</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>49</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Perkiraan Deposit Asbuton .....	23
Tabel II.2 Persyaratan Asbuton Butir .....	23
Tabel II.3 Karakteristik Asbuton.....	24
Tabel II.4 Ketentuan Penggunaan Asbuton Butir .....	24
Tabel II.5 Properti Hasil Ekstraksi Dari Lokasi Kabungka dan Lawele .....	24
Tabel II.6 Persyaratan Agregat Kasar .....	25
Tabel II.7 Persyaratan Agregat Halus .....	25
Tabel II.8 Batas Gradasi Agregat Aspal Porus .....	26
Tabel II.9 Hasil Pengujian Oli Bekas.....	26
Tabel III.1 Jumlah Benda Uji.....	32
Tabel III.3 Metode Pengujian Karakteristik Agregat.....	34
Tabel III.4 Gradasi Aspal Porus Malaysia (REAM) .....	35
Tabel IV.1 Sifat Fisik Agregat Kasar.....	39
Tabel IV.2 Sifat Fisik Agregat Halus.....	40
Tabel IV.3 Gradasi Gabungan REAM .....	41
Tabel IV.4 Rekapitulasi Perhitungan Permeabilitas .....	45

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Struktur perkerasan Jalan Lentur .....	7
Gambar II.2 Drainase Aspal Porus Sistem.....	11
Gambar II.3 Skema Pengujian Permeabilitas Constant Head.....	12
Gambar II.4 Skema Pengujian Permeabilitas Falling Head.....	13
Gambar III.1 Lokasi Studi Penelitian.....	31
Gambar IV.1 Grafik Gradasi Gabungan .....	42
Gambar IV.2 Grafik Hubungan Antara Nilai Koefisien Permeabilitas Dengan Kadar Asbuton .....	45

## DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
Asbuton	Aspal Batu Buton	1
LGA	Lawele Granular Aspal	3
REAM	Road Engineering Association of Malaysia	3
Lapen	Lapisan Penetrasi	7
Laston	Lapisan Beton	7
Lataston	Lapis Tipis Aspal Beton	7
AC-BC	Asphalt Concrete Base Course	8
AC-WC	Asphalt Concrete Wearing Course	8
ATB	Aspal Treated Base	8
Latasir	Lapis Tipis Aspal Pasir	8
HRS	Hot Rolled Sheet	8
Buras	Laburan Aspal	8
ASTM	American Association For Testing And Materia	9
AASHTO	American Associaton of State Highway and Transportation Officials	9
VIM	Voids in Mix	20
AMP	Agregat Mixing Plant	27
B3	Bahan Berbahaya dan Beracun	29
VMA	Voids in The Materials Agregate	29
VFB	Voids Filled With Bitumen	29
KAO	Kadar Aspal Optimum	
<b>SIMBOL</b>		
%	Persen	1
cm	Centimeter	13
<	Kurang Dari	13
dB	Desibel	17
kg	Kilogram	20
mm	Milimeter	20
>	Lebih Dari	21
km	Kilometer	21
m	Meter	21
°C	Derajat Celcius	23

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1. Latar Belakang**

Jalan raya merupakan tulang punggung suatu kawasan dalam menyalurkan beban penumpang barang dan jasa, selain itu jalan juga merupakan bagian dari infrastruktur guna membuka daerah yang terisolir, untuk pertahanan nasional dan untuk pengembangan tingkat sosial, ekonomi dan budaya dari suatu daerah, sehingga konstruksi badan jalan harus kuat dan tahan terhadap beban lalu lintas yang berlalu lalang setiap hari. Sarana dan prasarana transportasi yang memadai sangat dibutuhkan untuk menunjang kegiatan masyarakat, di antaranya melakukan peningkatan keamanan pengguna jalan raya serta ketahanan jalan raya yang menerima beban lalu lintas yang semakin tinggi. Salah satu tujuan pokok pelapisan permukaan jalan adalah peningkatan tingkat keselamatan pengguna jalan faktor pemicu kecelakaan lalu lintas di antaranya di sebabkan oleh permukaan yang tidak dapat dengan sempurna mengalirkan air di permukaan terutama pada saat musim hujan, sehingga jalan menjadi licin. Seiring dengan perkembangan teknologi konstruksi perkerasan jalan, teknologi aspal porus sebagai alternatif usaha meningkatkan keselamatan pengguna jalan terutama pada negara tropis. Didesain perkerasan untuk meningkatkan gaya gesek terutama untuk mencegah *aquaplaning* dan *runnway* lapangan terbang (*Ministry of Defence* 1998). Saat di terapkan untuk paerkerasan jalan di kenal dengan "*previous macadam* dan kemudian hari di sebut dengan *Pourus Asphalt/PA* (*British*

*Standards Institution 2001*) Hal tersebut dapat tercapai dengan meningkatkan mutu perkerasan jalan, baik perkerasan lentur maupun perkerasan kaku.

Aspal porus merupakan suatu teknologi di bidang bahan perkerasan jalan dimana memungkinkan air mengalir kedalam aspal melalui rongga menerusnya sehingga permukaan jalan tidak tergenang air, dan mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan akibat jalan licin. Selain itu aspal porous dapat mengurangi silau (menyerap cahaya) akibat sinar matahari dan mengurangi kebisingan akibat lalu lintas, di mana dapat meningkatkan keselamatan pengguna jalan.

Jenis perkerasan jalan aspal porus yang banyak diterapkan adalah perkerasan lentur. Akan tetapi penerapannya masih didominasi oleh penggunaan aspal minyak. Saat ini penggunaan asbuton di Indonesia belum optimal sementara ketersediannya masih melimpah. Asbuton merupakan kekayaan alam Indonesia dimana deposit Asbuton diperkirakan sebesar 700 juta ton dengan kandungan bitumen sekitar 132 juta ton (Yasmin dan Faisal 2012). Asbuton memiliki kelebihan, yaitu memiliki titik leleh lebih besar dari pada aspal minyak sehingga membuatnya tidak cepat meleleh. Asbuton tidak persis sama dengan aspal minyak sehingga teknologinya agak berbeda dengan teknologi perkerasan jalan yang menggunakan aspal minyak. Sesuai dengan keluarnya peraturan Kementerian Pekerjaan Umum No.35/2006 untuk terus mendukung penggunaan Aspal Buton (Asbuton) pada pekerjaan preservasi dan pembangunan jalan di Indonesia. Tahun 2018 penggunaan Asbuton akan dilakukan pada jalan sepanjang 709 km yang tersebar pada ruas jalan di berbagai provinsi dimana jumlah Asbuton

yang dibutuhkan sebesar 58.879 ton. Hal ini merupakan bagian dari mendukung kebijakan peningkatan penggunaan produk dalam negeri (PUPR, 2018).

Penggunaan Asbuton dalam campuran aspal sudah banyak dilakukan, salahsatunya oleh Agah H.R, 2001 mendapatkan hasil berupa nilai *Indirect tensile strength* penggunaan campuran BGA 5% lebih tinggi di banding campuran 7%. campuran 5% lebih baik dari pada 7% di karenakan pengaruh butiran butiran halus, dan hasil penelitian tersebut mendapatkan kesimpulan bahwa untuk kedepannya pada penambahan BGA perlu mempertimbangkan saat melakukan analisa gradasi perancangan campuran. Terkait hal tersebut juga diatur dalam spesifikasi Bina Marga (Skh-2.6.3.3) tentang penetapan penggunaan Asbuton dengan kadar yang telah di tentukan yaitu sebesar 6% sampai 8%. Dari hal tersebut dapat di sebutkan bahwa perlu adanya pengkajian tentang besaran penggunaan asbuton sebagai standarisasi perancangan aspal porus yang menggunakan asbuton sebagai pengikat

Pemerintah Indonesia melalui PP No.18 Tahun 1998 Tentang Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) telah menyerukan tentang bahaya limbah bahan berbahaya dan beracun. Salah satu limbah B3 yaitu oli bekas yang hingga saat ini pemanfaatanya sangat minim. Dengan melimpahnya bahan perkerasan yang dapat di daur ulang akan lebih bermanfaat dengan menambahkan oli bekas sebagai bahan peremaja. Hal ini karena aspal mempunyai *viskositas* tinggi yang memerlukan bahan pelarut yang viskositasnya lebih rendah, sehingga bahan di atas dapat menyebar dengan merata pada agregat aspal.

Dari latar belakang tersebut maka penulis akan melakukan tentang penelitian tentang : **“STUDY PENGGUNAAN ASBUTON PADA CAMPURAN ASPAL POROUS TERHADAP NILAI PERMEABILITAS”**

## **I.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang dan pengangkatan judul diatas, adapun rumusan masalah penelitian adalah bagaimana nilai Permeabilitas aspal porus yang menggunakan Asbuton dan Penggunaan Oli sebagai peremaja

## **I.3. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui nilai permeabilitas aspal porus dengan metode *Constant Head Permeability* (CHP). Dan menggunakan Asbuton dengan variasi yang rencanakan.

## **I.4. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dari judul penelitian yaitu :

1. Penelitian ini di lakukan melalui pengujian skala laboratorium, tidak di lakukan pengujian dengan skala lapangan.
2. Penelitian ini menggunakan LGA tipe 50/30 sebagai bahan pengikat pada campuran aspal dan menggunakan bahan limbah oli bekas sebagai additive
3. Gradasi yang di gunakan yaitu aspal porous dengan spesifikasi *REAM* (*Road Engineering Association of Malaysia*)
4. Variasi kadar campuran LGA (*Lawele Granular Aspal*) yang di gunakan yaitu mulai 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, Dan 6,5%.



5. Penggunaan limbah oli yaitu : 2% dari oli kendaraan Diesel
6. Pengujian sample yaitu pengujian dengan alat permeabilitas metode *Constant Head Permeability (CHP)*.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1. Konstruksi Perkerasan Jalan**

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak diantara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Agar perkerasan jalan yang sesuai dengan mutu yang diharapkan, maka pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan dari bahan penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan. (silvia sukirman, 2013).

Perkerasan jalan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan jalan yang menggunakan bahan aspal sebagai pengikat suatu agregat. Pada umumnya pengaplikasian perkerasan jalan lentur digunakan untuk jalan yang melayani beban lalu lintas ringan sampai sedang, seperti ; jalan perkotaan, perkerasan bahu jalan, atau perkerasan dengan konstruksi bertahap. Adapun beberapa karakteristik jalan lentur adalah sebagai berikut :

1. Memakai bahan pengikat
2. Sifat dari perkerasan ini yaitu memikul beban lalu lintas dan menyebarkan ke tanah dasar
3. Berpengaruh terhadap redistribusi beban yaitu timbulnya *rutting* (Lendutan pada jalur roda)
4. Berpengaruh terhadap penurunan tanah dasar, pada jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar)

### II.1.1 Keuntungan menggunakan perkerasan lentur yaitu :

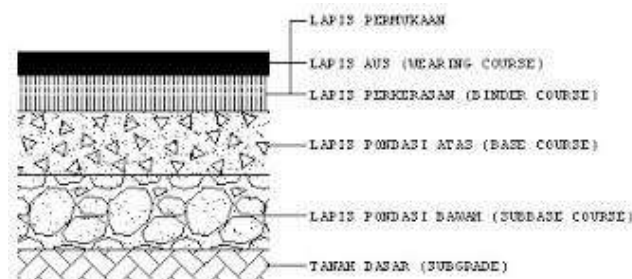
1. Dapat di gunakan pada daerah dengan perbedaan penurunan (*differential settlement*) terbatas
2. Mudah di perbaiki
3. Tambahan lapisan perkerasan dapat di lakukan kapan saja
4. Memiliki tanha geser yang baik
5. Warna perkerasan memberi kesan tidak silau bagi pemakai jalan, dan
6. Dapat di laksanakan bertahap, terutama pada kondisi pada kondisi baiaya pembangunan terbatas atau kurangnya data untuk perencanaan.

### II.1.2 Kerugian penggunaan jalan lentur di antaranya yaitu :

1. Tebal total struktur perkerasan lebih tebal di bandingkan perkerasan kaku
2. Kelenturan dan sifat kohesi berkurang saat pelayanan
3. Menggunakan lebih banyak agregat, dan
4. Tidak di peruntukan di daerah genangan air

Struktur perkerasan lentur, umumnya terdiri dari 4 lapis (Sukirman S, 1995)

yang dapat dilihat pada Gambar II.1



Gambar 11.1 Struktur Perkerasan Jalan Lentur

Pada Gambar II.1 merupakan struktur perkerasan jalan dengan fungsi masing-masing lapisan tersebut adalah:

1. Lapisan Pondasi Bawah (sub base course) berfungsi untuk menyebarkan beban ke lapisan tanah dasar (sub grade), sebagai drainase bawah permukaan (jika digunakan sebagai material drainase bebas).
2. Lapisan Pondasi Atas (base course), berfungsi untuk menyebarkan beban yang berasal dari lapis permukaan dan disebarkan kelapisan subbase coarse dengan bidang kontak yang semakin besar.
3. Lapisan Permukaan (surface course) berfungsi untuk memikul beban dari lapisan aus dan disebarkan kebawah pada lapisan base course.
4. Lapisan Aus (wearing course) adalah lapisan paling atas yang langsung bersentuhan dengan roda kendaraan dan beban disebarkan keatas lapisan permukaan. Lapisan ini dikenal 2 macam yaitu ;
  - Struktural, dimana lapisan ini berfungsi untuk memberikan reaksi atas beban yang bekerja pada lapis permukaan, seperti Lapisan Penetrasi (Lapen), Lapisan Aspal Beton (Laston, Lataston, AC-BC, AC-WC, Aspal Treated Base (ATB) dan sebagainya.
  - Lapisan non struktural, lapisan ini tidak memberikan reaksi atas beban roda yang bekerja di atasnya, tetapi lebih kepada memberikan perlindungan terhadap lapisan di bawahnya dan terkait dengan pengaru cuaca dan lingkungan (kedap air).

## II.2. Aspal Porus

Aspal porus adalah campuran aspal dengan kadar pasir yang rendah untuk mendapatkan kadar rongga udara yang tinggi. Aspal porus di pergunakan untuk lapisan permukaan jalan dan selalu di hampar di atas lapisan kedap air. Di anggap efektif untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas pada musim hujan, mengurangi percikan air dan mempunyai kesesatan permukaan yang baik pada kecepatan yang tinggi (*I Wayan Diana 2000*)

Di beberapa Negara, aspal porus telah dipergunakan, seperti di Negara Amerika, Jepang, Australia, Belanda, Spanyol, New Zealand, China, Malaysia, dengan menggunakan bahan pengikat dari aspal minyak dan secara umum perkerasan tersebut berhasil dalam pelaksanaan dan penggunaannya, karena didukung oleh pelaksanaan dan pemeliharaan yang baik dan dilakukan hampir setiap hari dengan peralatan.

Campuran aspal porus merupakan campuran beraspal yang sedang dikembangkan untuk konstruksi *wearing course* jenis konstruksi ini di rancang khusus agar setelah penghamparan dan pepadatan di lapangan, campuran masih mempunyai rongga udara. Pada campuran aspal porus yang menggunakan gradasi terbuka (*open graded*) juga harus memenuhi persyaratan desain standar dimana parameter campuran aspal porus seperti Stabilitas > dari 500Kg, Porusitas harus berada pada rentang nilai 15%-25%, Permeabilitas harus berada pada rentang  $1 \times 10^{-1}$ - $1 \times 10^{-2}$  cm/dtk , Cantabro loss < 15% dan Binder Drain Down < 0,3%, oleh karena nilai –nilai tersebut mempunyai tujuan yang terkait dengan fungsinya.

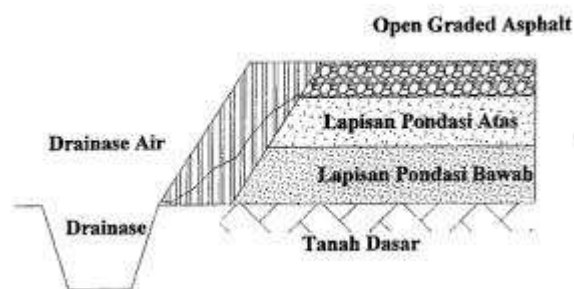
### **II.2.1 Kelebihan Penggunaan Aspal Porus**

1. Dapat mengurangi *aquaplaning* apabila permukaan aspal basah akibat tingginya kadar pori dalam Aspal Porus
2. Permukaan aspal porus sangat besar dan kasar, karena didominasi agregat kasar sehingga permukaannya memiliki *skid resistance* (tahanan geser) tinggi yang dapat mengurangi kecelakaan lalu lintas berupa terjatuh pada ban kendaraan di atas permukaan jalan
3. Terbentuknya pori pada badan jalan yang mampu meresapkan air pada arah vertikal dan horizontal kemudian mengalirkannya ke saluran samping saluran jalan sehingga air tidak mempengaruhi lapisan *subbase*
4. Dapat meredam kebisingan kendaraan, dimana kebisingan tersebut di redam oleh pori-pori yang ada dalam aspal porus

### **II.2.2 Kekurangan Penggunaan Aspal Porus**

1. Akibat tingginya kadar rongga aspal porus menyebabkan stabilitas aspal porus rendah sehingga perlu dipertimbangkan penggunaan lebih cermat pada lalu lintas tinggi
2. Dengan besarnya rongga yang ada dalam perkerasan menyebabkan resiko terhadap bahaya *popping* oleh lalu lintas sehingga perlu mendapatkan perhatian pada proses perencanaan
3. Peluang terjadinya pelapukan pada perkerasan sangat tinggi oleh karena oksigen dapat memasuki rongga aspal porus, sehingga terjadinya proses oksidasi pada aspal yang menyebabkan aspal menjadi lapuk

4. Kemungkinan bahaya desintragasi tperkersan akan terjadi akibat kurangnya peristiwa *interlocking* oleh karena penggunaan agregat kasar yang cukup besar dan di batasi agregat halus yang memiliki fungsi memperkuat *interlocking*, untuk mempertahankan rongga yang besar dalam perkerasan.



Gambar II.2 Drainase Aspal Porus Sistem

Pada pengujian permeabilitas aspal porus di lakukan dengan alat pengukur khusus, tujuan pengujian nilai permeabilitas aspal yaitu untuk mengetahui kadar rongga udara (porositas) yang ada di antara agregat benda uji aspal porus yang berfungsi sebagai jalur mengalirnya air agar tidak terjadinya *aquaplaning* pada dasar jalan raya.

Nilai permeabilitas menunjukkan besaran rongga terhadap benda uji. Permeabilitas aspal di hitung berdasarkan Hukum Darcy (Kandall dan Mallick, 2001). Metode untuk mengukur besarnya permeabilitas yaitu *falling head permeability* (FHP) dimana air di dalam tabung (*stand pipe*) jatuh bebas dengan ketinggian tertentu sampai melewati rongga pada campuran aspal porus. Dalam

format modern, menggunakan konvensi tanda tertentu, hukum Darcy yang ditulis sebagai:

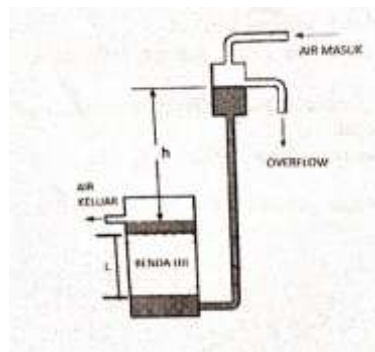
$$Q = qt = kiAt \dots \dots \dots (1)$$

Karena  $i = \frac{h}{L}$ , maka  $Q = k \left( \frac{h}{L} \right) At$ . Dari persamaan ini diperoleh persamaan :

$$K = \frac{QL}{hAt} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

- k = koefisien permeabilitas
- Q = volume air yang tertampung
- L = tinggi benda uji (cm)
- A = luas benda uji (cm<sup>2</sup>)
- h = beda tinggi (cm)
- t = waktu pengaliran



Gambar II.3 Skema Pengujian Permeabilitas *Constant Head*

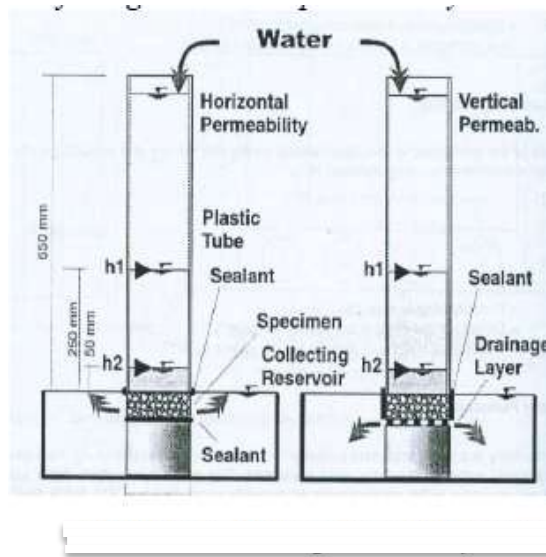
kemudian pengujian permeabilitas dengan metode *falling head water permeability test*, dengan permeabilitas vertikal dan permeabilitas horizontal di hitung dengan rumus :



$$k = 2,3 \frac{aL}{At} x \left[ \log \left( \frac{h_1}{h_2} \right) \right] \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

- K = koefisien permeabilitas air (cm/s)
- a = Luas potongan melintang tabung ( $cm^2$ )
- L = Tebal spesimen (cm)
- A = Luas potongan spesimen  $cm^2$
- T = waktu yang di butuhkan untuk mengalirkan air dari  $h_1$  ke  $h_2$  (s)
- $h_1$  = tinggi atas air paling atas pada tabung (cm)
- $h_2$  = Tinggi batas air paling bawah pada tabung (cm)



Gambar II.4 Skema Pengujian Permeabilitas *Falling Head*

Selain pengujian nilai yaitu *Constant head permeability (CHP)*, di lakukan juga pengujian VIM ( *Voids In Mix*) berupa volume pori dalam campuran yang telah di padatkan atau banyakya rongga udara yang berada dalam campuran aspal porus. Dalam hal ini perhitungan volume sampel tidak di lakukan dengan perendaman sampel dalam air di karenakan berat kering permukaan jenuh SSD

(*saturated surface drain*) pada aspal porus tidak akan terjadi sebagai akibat dari porusnya campuran, sehingga nilai VIM/porositas di nyatakan dalam bilangan satu angka di belakang koma atau persen (%) terhadap campuran dan di hitung dengan rumus sebagai berikut :

Rumus perhitungan nilai porositas/VIM, yaitu :

$$D = \frac{4Ma}{\pi d^2 L} \dots\dots\dots(4)$$

$$SG_{mix} = \frac{100}{\frac{\%W_a}{SG_a} + \frac{\%W_f}{SG_f} + \frac{\%W_b}{SG_b}} \dots\dots\dots(5)$$

$$P = \left[ 1 - \frac{D}{SG_{mix}} \right] \times 100 \% \dots\dots\dots(6)$$

Dimana :

P = Volume Rongga Udara Dalam Campuran (%)

$SG_{mix}$  = Berat Jenis Maksimum Campuran ( $gr/cm^3$ )

SG = *Spesific Grafity* komponen ( $gram/cm^3$ )

D = Berat jenis efektif total agregat ( $gram/cm^2$ )

%W = % Berat tiap komponen

Rumus perhitungan nilai berat jenis, penyerapan agregat dan berat jenis aspal sebagi berikut :

$$1. \text{ Berat Jenis Bulk (BSG)} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{\left(\frac{P_1}{G_1}\right) + \left(\frac{P_2}{G_2}\right) + \dots + \left(\frac{P_n}{G_n}\right)} \dots\dots\dots(7)$$

*(bulk specific grafity)*

2. Berat Jenis Semu (ASG) 
$$= \frac{P1+P2+\dots+Pn}{\left(\frac{P1}{A1}\right) + \left(\frac{P2}{A2}\right) + \dots + \left(\frac{Pn}{An}\right)} \dots\dots\dots(8)$$
  
*(apparent spesific grafity)*

3. Berat Jenis Efektif (ESG) 
$$= \frac{Gsb+Gsa}{2} \dots\dots\dots(9)$$
  
*(effective spesific grafity)*

4. Penyerapan Aspal 
$$= \frac{Gse-Gsb}{GsexGsb} \times Ga \times 100\% \dots\dots\dots(10)$$
  
 Penyerapan Aspal (PBA)

Dimana :

BSG = Berat jenis bulk

ASG = Berat Jenis Semu/*Apparent*

ESG = Berat Jenis Efektif

PBA = Penyerapan Aspal

Ga = Berat Jenis Aspal

P1, P2, ..., Pn = Persentase Berat Komponen Agregat 1, 2, ..., n

G1, G2, ..., Gn = Berat Jenis *Bulk* dari masing-masing agregat

A1, A2, ..., An = Berat Jenis *Apparent* dari masing-masing agregat

### **II.3. Aspal Buton (ASBUTON)**

Aspal Buton merupakan aspal alam yang berasal dari pulau Buton dan mempunyai kadar aspal yang bervariasi dari 10% sampai 40%, dengan rata-rata 21,8%. Cadangan Asbuton sesuai pengkajian yang dilakukan oleh Alabera Research Council pada tahun 1980-an dan divalidasi oleh Pusjatan Kementerian Pekerjaan Umum pada tahun 2010 – 2013 adalah sebesar 66,960 juta ton (Pusjatan PU 2014) data perkiraan deposit Asbuton dapat di lihat pada Tabel II.1 . Pemanfaatan untuk aspal Buton telah di laksanakan dengan baik sebagai (*Aditif*) maupun campuran matrial beton aspal

Asbuton butir adalah hasil pengolahan berbentuk padat yang kemudian di pecah dengan pemecah batu dengan ketebalan tertentu. Bahan baku Asbuton butir di dapatkan dari Asbuton padat dengan penetrasi butimen rendah ( $<10\text{ mm}$ ) seperti asbuton padat aspal kabungka atau penetrasi butimen diatas  $10\text{ mm}$  (Asbuton Lawale). Ada beberapa jenis asbuton yang di produksi di pasaran dan perbedaan dari masing-masing Asbuton tersebut didasarkan pada kelas penetrasi dan kandungan butimanya.

Pada tahun 1897 Asbuton yang berupa Asbuton butir konvensional dengan ukuran butir maksimal  $12,5\text{ mm}$  di kirim dalam bentuk curah dan pernah di gunakan di Indonesia (Affandi,2008). Persyaratan untuk Asbuton akan di sajikan pada tabel di bawah di kelompokkan berdasarkan kelas penetrasi dan kandungan aspalnya. Untuk persyaratan Asbuton butir dapat di lihat pada Tabel II.2

Pemanfaatan Aspal Buton telah di perluas dengan berbagai optimis melalui modifikasi bahan dasar sehingga dapat di manfaatkan, baik sebagai bahan aditif dalam bentuk granular maupun sebagai aspal modifikasi (Samadhi et al,2011). Nahan ini memiliki sifat agregat yang mengaglomerasi selama masa penyimpanan. Proses aglomerasi ini di perburuk oleh kondisi alam di indonesia yang lembab, selain menyebabkan terjadinya aglomerasi cenderung menjadikan bahan ini lebih lengket

Karakteristik Asbuton tergantung di daerah mana Asbuton tersebut diperoleh. Sampai saat ini baru dua daerah yang ditimbang, yaitu di daerah Kabungka dan Lawele. Kandungan bitumen/aspal Asbuton pada daerah Lawele sekitar 25 – 35%, sedangkan pada daerah Kabungka sekitar 12 – 20% (Pusjatan PU,2006). Bitumen yang terkandung pada Asbuton beda dengan aspal minyak yang diperoleh dari hasil proses destilasi. Bitumen pada Asbuton diperoleh dengan cara ekstraksi, sehingga masih ada resin dan fraksi ringan yang terkandung didalamnya, sehingga karakteristik kedua jenis ini berbeda. Didalam Asbuton terdapat dua unsur utama, yaitu aspal dan mineral. Pada pemanfaatannya untuk pekerjaan pengaspalan, kedua unsur tersebut akan sangat dominan mempengaruhi kinerja dari campuran beraspal yang direncanakan. Aspal berperan sebagai bahan pengikat, sedangkan mineral dapat berperan sebagai filler didalam campuran beraspal, sifat-sifat fisik asbuton lewale dapat dilihat pada Tabel II.3.

Dalam peraturan Pemerintah yang di keluarkan oleh Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Diktorat Jendral Bina Marga tentang jumlah penggunaan Asbuton di setiap campuran dapat di lihat pada Tabel II.4

## II.4. Gradasi Agregat Aspal Porus

Gradasi agregat merupakan distribusi dari ukuran butir agregat. Pembagian gradasi bervariasi tergantung dari ukuran agregat yang ada, gradasi agregat dibagi menjadi 3 yaitu : gradasi sela (*gap grade*), gradasi menerus (*continuous grade*), dan gradasi seragam (*uniform grade*), untuk mengetahui gradasi tersebut dilakukan pengujian melalui analisa ayakan sesuai standar dari SNI (Standar Nasional Indonesia). Beberapa gradasi agregat pada aspal porus menggunakan standar yang ditetapkan oleh REAM (*Road Engineering Association of Malaysia* 2008).

Penggunaan gradasi agregat untuk campuran aspal porus harus sesuai dengan batas-batas dari gradasi yang digunakan, yaitu tidak boleh melebihi dari batas atas dan batas bawah dari sebuah gradasi dengan total 100%. Adapun gradasi agregat untuk campuran aspal porus, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat, harus memenuhi batas dan juga harus mempunyai jarak terhadap batas toleransi. Seperti pada Tabel II.8

Gradasi agregat dapat dibedakan atas :

1. Gradasi seragam (*uniform graded*) adalah agregat dengan ukuran yang hampir sama/sejenis. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka (*open graded*) karena hanya mengandung sedikit agregat halus sehingga terdapat banyak ruang/rongga kosong antara agregat. Agregat dengan gradasi seragam akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang, berat volume kecil.

2. Gradasi rapat (*dense graded*) merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang berimbang sehingga dinamakan juga agregat bergradasi baik (*well graded*).
3. Gradasi buruk/jelek (*poorly graded*) merupakan campuran agregat yang tidak memenuhi dua kategori di atas. Gradasi ini disebut juga gradasi senjang dan akan menghasilkan lapisan perkerasan yang mutunya terletak antara kedua jenis tersebut di atas. (Sukirman S, 1999:45).

## **II.5. Bahan Peremaja**

Bahan peremaja (*modifier*) adalah bahan yang digunakan untuk meremajakan/melunakkan bitumen Asbuton agar bitumen memiliki karakteristik yang sesuai bahan pengikat pada campuran beraspal. Prinsip kerja bahan peremaja pada campuran Asbuton adalah menggantikan minyak ringan sebagai pelarut yang hilang (*teroksidasi*) selama proses pencampuran panas di *Aggregate Mixing Plant (AMP)*. Bahan peremaja juga bekerja untuk mengaktifkan bitumen yang terperangkap dalam butiran mineral Asbuton agar dapat menyelimuti agregat dengan mudah dan merata (*Workability*) pada saat pencampuran. Bahan peremaja mengkondisikan viskositas aspal tetap lunak pada suhu dingin. Pelunakan aspal hanya bersifat sementara, setelah dihampar dan dipadatkan bahan peremaja akan segera pecah (*break*) dan aspal akan kembali ke sifat-sifat semula sebagai bahan pengikat.

Bahan peremaja juga digunakan untuk meningkatkan sifat-sifat fisik Asbuton didalam campuran, yaitu : meningkatkan kelengketan antara aspal dan

agregat, meningkatkan elastisitas (kelenturan) meningkatkan daya tahan terhadap rutting dan stripping serta mencegah terjadinya penggumpalan pasca pencampuran. Bahan peremaja yang sering digunakan pada campuran Asbuton terdiri dari 2 jenis, yaitu peremaja panas dan peremaja dingin. Peremaja panas adalah bahan peremaja yang terlebih dahulu dipanaskan sebelum dicampurkan pada campuran Asbuton, sedangkan peremaja dingin adalah bahan peremaja yang langsung dicampurkan ke campuran Asbuton tanpa melalui proses pemanasan (Budiamin, 2015).

### **II.5.1. Minyak Pelumas (Oli)**

Menurut Boentarto (2003), berdasarkan jenis base oilnya minyak pelumas diklasifikasikan menjadi 2, yaitu:

1. Oli Mineral terbuat dari crude oil yang mengandung bahan hidro karbon dan paraffin yang cukup tinggi
2. Oli Sintetis merupakan hasil dari perpaduan beberapa senyawa kimia. Oli perpaduan beberapa senyawa kimia. Oli sintetis lebih baik daripada oli mineral karena bisa tahan bekerja pada suhu rendah dan suhu tinggi

Pemerintah Indonesia melalui PP No. 18 Tahun 1999 Tentang Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) telah menyerukan tentang bahaya limbah bahan berbahaya dan beracun terhadap lingkungan. Salah satu limbah B3 yaitu oli bekas kendaraan yang hingga saat ini pemamfaatannya masih minim. Oli bekas digunakan sebagai bahan peremaja karena oli bekas ketersediaannya yang melimpah seiring pesatnya pertumbuhan penduduk Indonesia, dan mudahnya mendapatkan ketersediaan oli bekas baik di kota besar maupun di



daerah dapat ditemukan pada bengkel-bengkel kendaraan. Banyaknya material perkerasan jalan yang dapat didaur ulang sebagai material perkerasan jalan salah satunya campuran oli bekas dapat menjadi salah satu alternatif dalam pembangunan jalan baru maupun untuk perbaikan lapisan perkerasan. Penggunaan oli bekas sebagai modifier atau peremaja pada campuran beraspal dikarenakan oli bekas memiliki nilai guna tambah dalam pemamfaatannya dan mudah untuk didapatkan, tidak mudah menguap, memiliki titik didih tinggi dan viskositas yang cukup baik, untuk hasil pengujian dapat di lihat pada Tabel II.9

## **II.6. *Permeability Asphalt Test***

Berdasarkan *Simposium III FSTPT, ISBN no. 979-96241-0-X* dibuat 3 (tiga) benda uji aspal porous untuk pengujian permeabilitas. Pengujian permeabilitas menggunakan benda uji aspal porous di dalam mould yang telah direndam sampai jenuh. Mould kosong diletakkan diatas mould yang berisi benda uji. Bagian dalam sambungan kedua mould dioles *vaselin*, agar air tidak menembus keluar. Ke dalam mould kosong diisi air setinggi 5 cm. Lama waktu perembesan air melalui media aspal porous dicatat. *An International Perspective* yang dikutip oleh Diana (1995) Pengujian dengan alat permeabilitas bertujuan untuk mengetahui nilai VIM yang menunjukkan banyaknya persentase rongga dalam benda uji aspal porous, nilai VIM ini merupakan salah satu properties penting di dalam desain campuran aspal porous agar konstruksi memiliki sifat lolos air (*permeability*) yang baik. Dari hasil pengujian permeabilitas, kemudian dibuat grafik persentase kadar aspal dengan persentase rongga terisi

aspal (VFA), persentase rongga dalam campuran (VIM). Berikut adalah penjelasan dari kata-kata di atas ;

1. VFA (*Void Filled With Asphalt*) adalah rongga terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pemadatan yang di nyatakan dalam persen (%) terhadap rongga antara butiran Agregat (VMA), sehingga nilai VMA dan VFA mempunyai kaitan yang sangat erat. Faktor – faktor yang mempengaruhi antara lain adalah kadar aspal, gradasi agregat, energi pemadatan (jumlah dan temperatur pemadatan), dan absorsi agregat. Mengecilnya nilai VMA pada kadar aspal yang tetap, berakibat memperbesar persentase rongga terisi aspal
2. VIM (*Void in the Mix*) menunjukkan persentase rongga dalam campuran. Nilai VIM berpengaruh terhadap keawetan dari campuran aspal agregat, semakin tinggi nilai VIM menunjukkan semakin besar nilai dalam rongga dalam campuran sehingga campuran bersifat porus.

Tabel II.1 Perkiraan Deposit Asbuton

No.	Lokasi	Luas (m <sup>2</sup> )	Tebal (m)	Deposit (ton)
1	Rongi	55.755.000	78	226.165.670
2	Kabungka	181.004.200	78	312.718.460
3	Lawele	130.906.500	78	99.786.080
4	Epe	1.720.000	78	2.011.157
5	Rota	4.530.000	78	19.596.780
6	Madullah	620.000	78	2.682.267
Total		376.537.850		662.960.267

Sumber : Pusjatan PU. 2014

Tabel II.2 Persyaratan Asbuton Butir

Sifat-sifat pengujian	Metoda Pengujian	Tipe	Tipe	Tipe
		5/20	15/20	15/25
Kadar butimen Asbuton	SNI 03-3640-1994	18-22	18-22	23-27
Ukuran butir				
-Lolos ayakan No.4; %	SNI 03-1968-1990	100	100	100
-Lolos ayakan No.8; %	SNI 03-1968-1990	100	100	100
-Lolos ayakan No.16; %	SNI 03-1968-1990	Min 90	Min 95	Min 95
Kadar air; %	SNI 06-2490-1991	Maks 2	Maks 2	Maks 2
Penetrasi aspal Buton pada 25°C, 100g, 5 detik; 0,1mm	SNI 06-2456-1991	≤10	10-18	10-18

Sumber : Bina Marga No:001-044/BM/2006

Keterangan :

1. Asbuton tipe 5/20 : kelas penetrasi 5 (0,1 mm) dan kelas kadar bitumen 20%
2. Asbuton tipe 15/20 : kelas penetrasi 15(0,1mm) dan kelas kadar bitumen 20%
3. Asbuton tipe 15/25 : kelas penetrasi 15 (0.1mm) dan kelas kadar bitumen 20%

Tabel II. 3 Karakteristik Aspal Buton

Jenis pengujian	Hasil Pengujian
Kadar aspal %	30,8
Penetrasi 25°C, 100gr, 5 detik, 0,1mm	36
Titik lembek, °C	59
Daktalitas, 25°C, 5cm/menit, cm	>140
Kelarutan dalam C <sub>2</sub> HCL <sub>3</sub> , %	99,6
Titik nyala, °C	198
Berat jenis	1,037
Penurunan berat (TFOT), 163 °C, 5jam	0,31
Penetrasi setelah TFO, % asli	94
Titik lembek setelah TFOT, °C	62
Diktalitas setelah TFOT, cm	>140

Sumber : Bina Marga No:001-044/BM/2006

Tabel II.4 Ketentuan Penggunaan Aspal Buton

Uraian	Metode Pengujian	Persyaratan	Satuan
Kadar Aspal	SNI 03-3640-1994	6-8	%
Karakteristik Bitumen Hasil Ekstaksi			
Penetrasi 25°C, 100gr<, 5	SNI 2456-2011	Minimum 100	1 mm

detik			
Titik Lembek	SNI 2434-2011	Minimum 40	°C
Daktilitas pada 25°C cm/menit	SNI 2432-2011	Minimum 100	Cm

Sumber : Spesifikasi Khusus Interim-1 Seksi 6.3

Tabel II.5 Properti Aspal Hasil Ekstraksi dari Lokasi Kabungka dan Lawele

Properti	Unit	Kabungka	Lawele
Kadar Aspal	% Berat	20	30.8
Penetrasi (250°C, 100g, 5 detik)	0.1 mm	4	36
Titik Lembek	°C	101	58
Titik Nyala	°C	-	198
Daktilitas (250C, 5 cm/min)	Cm	<140	>140
<i>Specific Gravity</i>		1.046	1.037
Penetrasi (LOH) (250C, 100g, 5 detik)	% Berat	-	94
Titik Lembek (LOH)	°C	-	62
Kehilangan Pada Pemanasan (1630C, 5jam)	% Berat	-	0.31
Kelarutan <i>trichloreathylene</i>		-	99.6

Sumber : Spesifikasi Khusus Interim-1 Seksi 6.3

Tabel II.6 Persyaratan Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Nilai
----	-----------------	------------------	-------

1	Abrasi dengan mesin Los Angeles	SNI 03-2417-1991	Maks 40%
2	Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 03-2439-1991	Min 95%
3	Angularitas (kedalaman dari permukaan <10cm)	SNI 03-6877-2002	95/90
4	Angularitas (kedalaman dari permukaan $\geq$ 10cm)		
5	Partikel pipih dan lonjong	ASTM D-4791	Maks 10%
6	Matrial lolos saringan No. 200	SNI 03-4142-1996	Maks 1%

Sumber : Bina Marga No:001-044/BM/2006

Tabel II.7 Persyaratan Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Syarat
1	Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	Min. 50%
2	Matrial lolos saringan No. 200		Maks. 8%
3	Angularitas (kedalaman dari permukaan <10cm)	SNI 03-4142-2002	Min 45
4	Angularitas (kedalaman dari permukaan $\geq$ 10cm)	SNI 03-6877-2002	Min 40

Sumber : Bina Marga No:001-044/BM/2006

Tabel II.8 Batas Gradasi Aggregata Aspal Porus

No ayakan	Ukuran ayakan (mm)	Persentase agregat lolos (%)	
		Grading A	Grading B
¾	20.0	-	100
½	14.0	100	85-100
3/8	10.0	95-100	55-75
4	5.0	30-50	10-25
8	2.36	5-15	5-10
200	0.075	2-5	2-4

Sumber : Road engineering Association Of Malaysia (REAM,2008)

Tabel II.9 Hasil Pengujian Oli Bekas

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian Menggunakan Oli Bekas
1	Viskositas pada 50°F, (eST)	≥40
2	Titik Nyala °C	≥220
3	Berat Jenis	≥0.850
4	Penurunan Berat, %	≥1.5
5	Kadar Farafin, %	≥0.15

Sumber : Jurnal Litbang Jalan, volume 19 No. 3 Desember, 134-142

## II.7 Relevansi Penelitian Terdahulu

1. Sri Nurul Jauhari, Karakteristik *Test Marshall* pada Lapisan Perkerasan Aspal Berongga Menggunakan Batu Karang dan Buton Natural Asphalt, Pada penelitian karakteristik pada aspal porus diperoleh nilai catabro berkisar antara 9,7% sampai 77,1%, porositas dari 15,60% sampai 19,65%, koefisien permeabilitas 0,9 cm/detik samapai 0,16 cm/detik. Stabilitas Marshall mulai dari 1,031 kg sampai 1,249 kg, beberapa persamaan dalam penelitian ini sebagai berikut : sama-sama

pengujian permeabilitas aspal porus adapun perbedaanya diantaranya ; mengganti agregat menjadi batu karang , menggunakan buton Natural aspal. Universitas Hasanuddin.

2. Sri Gusty, M.W. Tjaronge, Nur Ali, Rudy Djamaludin Pengaruh Penambahan Buton Granular Asphalt pada Campuran Aspal Berongga Campur Panas Hampar Dingin terhadap Stabilitas Marshall, Penelitian ini di titik beratkan pada bagaimana mendapatkan formula campuran agregat dengan Asbuton butir Lawele sehingga menghasilkan Asbuton campuran aspal hampar dingin pada aspal berongga yang memiliki nilai stabilitas tinggi sesuai spesifikasi *REAM*, Penelitian ini sama-sama menggunakan Buton Granular Asphalt, dan Menggunakan spesifikasi *REAM* .  
Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil dan Perencanaan (KNTSP) 2017

3. Tito Rizkianto, Ary Setyawan, Djoko Sarwoko, Pengaruh Pengisian Rongga Pada Campur Aspal Porus Menggunakan Aspal Polimer, Penelitian ini menggunakan eksperimen. Setelah dipadatkan kadar aspal optimum, di lakukan pembuatan benda uji dengan variasi pengisian rongga berupa pasir dan tanah dengan menggunakan air hingga permukaan penuh, Persamaan ; Sama-sama menggunakan aspal porus Perbedaan: Menggunakan aspal polimer starbit E-55

4. Mirza Ghulan R, Wahyu Nariswari, Enes ariyanto, Tri Gunawan, Nilai Stabilitas *Porous Asphalt* Menggunakan Material Lokal, Analisis kinerja fungsi kekuatan campuran aspal berpori dilakukan dengan *Marshall Test* dengan membandingkan hasil pengujian parameter seperti *stabilitas*, *void in mixture* (vim), kelelahan (*flow*), dan *marshall question*.cStabilitas *asphalt porous* dari lima



variasi kadar aspal rata-rata yaitu 1.123,61 Kg. Hasil penelitian *permeabilitas asphalt porous* pada lima variasi kadar aspal rata-rata yaitu 0,367 cm/s. Persamaan : Sama-sama menganalisa nilai permeabilitas Perbedaan : Penelitian aspal porus menggunakan spesifikasi Australia, Politeknik Negeri Bayuwangi

5. Djoko Sarwono, Astuti Koos Wardani, Hasil pengukuran permeabilitas sudah cukup peka, di buktikan dengan adanya grafik yang hampir sama pada setiap pengukuran. Hasil pengukuran koefisien permeabilitas untuk gradasi BS : VIM 27,58% dengan *kv* 0,02942cm/detik; gradasi BVR : VIM 32,18% dengan *kv* 0,2942 cm/detik; gradasi Australia VIM 29,63 dengan *kh* 0,2979 cm/detik, Media Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Surakarta, 2007

6. Horwardi, Latif Budi Suparma, Imam Satyarno, Perancangan Laboratorium Campuran HRS-WC Dengan Penggunaan Buton Granular Asphalt (BGA) Sebagai Bahan Additive, Hasil penelitian ini menunjukkan semakin besar kadar *additive* BGA yang di tambahkan pada campuran nilai VMA yang di hasilkan semakin kecil. Hal ini di sebabkan karena rongga-rongga yang ada dalam campuran di tutupi oleh aspal yang di kandung didalam BGA itu sendiri maka ruang yang di tempati ruang yang di tempati kadar aspal semakin kecil. Persamaan : Sama-sama menggunakan BGA sebagai bahan *additive*, Perbedaan : Kadar variasi aspal yang berbeda. Universitas Gajah Mada Yogyakarta, 2008

7. I Wayan Diana, Studi Rongga Menerus dan Kinerja Permeabilitas Perkerasan Aspal Porus Lapis Ganda, Penelitian ini menganalisa kadar rongga menerus dan kinerja aliran pada perkerasan lapisan aspal porus lapis ganda, dari hasil penelitian

menunjukkan bahwa kadar rongga menerus dengan metode Prancis lebih besar 6,1% dan di harapkan mendapatkan interval permeabilitas yang efektif, Persamaan : Penelitian ini sama-sama menganalisa rongga yang ada di dalam aspal porus Perbedaan : Menggunakan aspal porus dengan lapis ganda Tidak menggunakan BGA sebagai pengikat, Universitas Katolik Parahyangan

8. Charles Kamba, Herman Parung, M.W. Tjaronge, Karakteristik Aspal Porus Gradasi Australia dengan Bahan Pengikat Substitusi Parsial Liquid Binder Asbuton, Peneletian ini di titik beratkan pada karakteristik agregat dan aspal pada campuran *liquid* asbuton dengan aspal minyak dalam proporsi tertentu sebagai bahan pengikat pada aspal porus gradasi Australia, dan di harapkan mendapacka niai koefisien permeabilitas dan persentase kehilangan berar aspal porus pada pengujian marshall standar, Persamaan : Pengambilan agregat berasal dari Bili-bili Kabupaten Gowa Perbedaan : Menggunakan gradasi Australia

9. Taufan Gerri Noris, Analisa Pemanfaatan Limbah Styrofoam Sebagai Bahan Substitusi ke Dalam Aspal Penetrasi 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Porus, Penelitian ini di titik beratkan bagaimana mendapatkan komposisi aspal porus dengan memasukan styrofoam sebagai substitusi yang bertujuan untuk mendapatkan nilai permeabilitas aspal porus sesuai dengan parameter yang di tetapkan dari penelitian tersebut peneliti mendapatkan nilai permeabilitas 0,394 cm/detik sedangkan nilai VIM mendapatkan 5,645%, Persamaan : Menguji permeabilitas aspal porus Perbedaan : Menggunakan styrofoam sebagai bahan sibtitusi aspal porus Menggunakan gradasi Australia. Universitas Negeri Surabaya

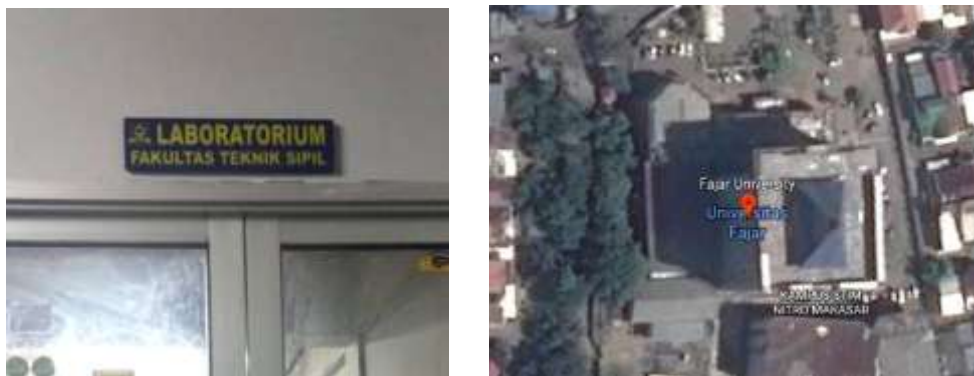
10. Nur ali, Halidin Arfan, J. Patanduk, Muralia Hustim, Studi Permeabilitas Campuran Aspal Berpori Berbasis Aspal Buton (ASBUTON), Studi ini menganalisis tingkat permeabilitas campuran aspal berpori yang menggunakan liquid asbuton sebagai bahan pengikat campuran dan melihat sejauh mana liquid asbuton menunjang aspal berpori, Persamaan : Sama-sama menganalisis aspal berpori Perbedaan : Menggunakan Liquid Asbuton sebagai pengikat, Universitas Hasanuddin

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### III.1. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian adalah suatu kesatuan, rencana terinci dan spesifik mengenai cara memperoleh, menganalisis, dan menginterpretasi data, serta mencakup bagan alir penelitian. Penelitian ini adalah penelitian eksperimental berupa pengujian di laboratorium. Dalam penelitian ini terdapat tahap persiapan peralatan dan material yang akan digunakan kemudian. Dalam penelitian ini, metode yang akan di gunakan yaitu pengkajian dan eksperimen di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Fajar Makassar Jalan Prof Abdurahman Basalamah (ex Racing Center) No. 101, Karampuang, Panakukang, Kota Makassar Sulawesi Selatan 90231, Indonesia. Adapun bagan alur penelitian akan di sajikan pada gambar III.2 dan juga studi pustaka/literatur penelitian terlebih dahulu adapun penelitian ini di maksudkan untuk mengetahui perbandingan nilai permeabilitas terhadap variasi penggunaan BGA sebagai bahan pengikat campuran aspal



Gambar III.1 Lokasi Studi Penelitian

Langkah selanjutnya adalah pembuatan sampel (briket) untuk mendapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO). Dibuat sampel perkerasan aspal dengan bahan pengikat *Buton Granular Asphalt (BGA)* tipe 50/30. Selanjutnya dilakukan dengan Marshall, setelah mendapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO), langkah berikutnya adalah pembuatan sampel dengan variasi kandungan *Lawele Granular Asphalt (LGA)* sebesar 4,5%, 5%, 5,5%, 6, Dan 6,5% dengan tambahan oli bekas sebesar 4%

Adapun metode yang di gunakan dalam penelitian ini yaitu penelitian di Laboratorium, dengan mengacu pada ;

1. Standar Nasional Indonesia (SNI)
2. *Road Engineering Association of Malaysia (REAM,2008)*

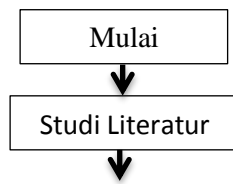
Bahan-bahan penelitian berupa agregat kasar dan agregat halus diperoleh dari mesin pemecah batu (*stone crusher*) yang pengambilannya berasal dari Kecamatan Bili-Bili Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan. Asbuton Butir Lawele dan bahan oli bekas. Tabel III.1 menunjukkan perencanaan pembuatan jumlah benda uji.

Tabel III.1 Jumlah Benda Uji

Kadar LGA %	Kadar Limbah Oli %
	Pengujian Permeabilitas
	2 %
4,5	3
5	3
5,5	3

6	3
6,5	3
Jumlah	15
Total	15

### III.2 Bagan Alur Penelitian



### III.3 Pemeriksaan Sifat-sifat Fisik Bahan

Pemeriksaan sifat-sifat fisik bahan merupakan metode awal dalam suatu percobaan, untuk mengetahui kadar air lumpur yang terkandung di dalam agregat. Bahan-bahan penelitian berupa agregat kasar dan agregat halus diperoleh dari mesin pemecah batu (*stone crusher*) yang pengambilanya dari Kecamatan Bili-Bili Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan

Dalam pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat, ada beberapa ketentuan penting dalam perencanaan pembuatan Aspal Porus yaitu pengujian standart dari Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga.

#### III.3.1 Pengujian Material Agregat

Tujuan dilakukannya pengujian agregat adalah untuk mengetahui sifat-sifat fisik agregat yang di gunakan pada Asbuton campur panas hampar dingin. Pengujian pada matrial agregat yang dilakukan dapat di lihat pada Tabel III.2. sedangkan bahan pengisi yang digunakan mengacu pada SNI 03-4142-1996, yaitu harus mengandung bahan yang lolos ayakan No. 200

Tabel III.3 Metode Pengujian Karakteristik Agregat

Pengujian	Metode Pengujian	
	Agregat Kasar	Agregat Halus
Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990	SNI 03-1968-1990
Berat Jenis Penyerapan	SNI 03-1969—2008	SNI 03-1970-2008
Kadar Lumpur	SNI 03-4142-1996	SNI 03-4142-1996
Keausan Agregat Kasar dengan Mesin <i>Los</i>		

<i>Angeles</i>	SNI 2417-2008	SNI 2417-2008
Indeks Kepipihan		
<i>Sand equivalent</i>	SNI 03-4137-1996	SNI 03-4137-1996
	SNI 03-4428-1997	SNI 03-4428-1997

Berdasarkan Tabel III.2 terlihat bahwa beberapa metode pengujian aggergat kasar, salah satu diantaranya yaitu matrial lolos saringan No. 200 yang mengacu pada SNI 03-4142-1996.

Bahan peremaja yang di gunakan dalam penelitian ini adalah peremaja limbah oli kendaraan jenis kendaraan Diesel. Limbah oli merupakan bahan peremaja yang di harapkan dapat memberikan pengaruh yang besar dalam pemisah antara butimen dan mineral dari Asbuton

### III.3.2 Pemilihan Tipe Gradasi

Tipe gradasi yang di gunakan dalam penelitian ini menggunakan spesifikasi *Road Engineering Association of Malaysia (REAM)*. Tipe tersebut dapat di lihat pada Tabel III.4

Tabel III.4 Gradasi Aspal Porus Malaysia (*REAM*, 2008)

BS Sieve, mm	Percentage Passing, by Weight	
	Grading A	Grading B
20,0	-	100
14,0	100	85-100
10,0	95-100	55-75
5,0	30-50	10-25
2,36	5-15	5-10
0,075	2-5	2-4

### III.4 Pembuatan Campuran Asbuton Campuran Panas Hampar Dingin



Prosedur pembuatan campuran Asbuton campur panas hampar dingin  
(*Hotmix Cold Laid Buton Asphalt*)

1. Agregat di panaskan sampai pada temperatur 165°C
2. Limbah oli dicampur dengan BGA dan diperam selama ±24 jam
3. Kemudian Asbuton yang telah mengalami proses peram ditambahkan kedalam campuran agregat lalu di aduk secara merata
4. Kemudian campuran disimpan di dalam wadah yang permukaanya di tutup sampai suhu temperatur 50°C untuk selanjutnya di padatkan

### **III.5 Pemeriksaan Kinerja Aspal Porus**

Aspal Porus (Asphalt Porous) atau aspal berongga adalah jenis perkerasan untuk lapis permukaan yang diletakkan di atas lapisan base atau surface yang permeable dan didominasi oleh agregat kasar ( 85%) sehingga gradasinya adalah gradasi terbuka (open graded) dan berfungsi sebagai drainase di bawah permukaan jalan. Pada dasarnya perancangan campuran aspal, agregat kasar, dan agregat halus yaitu bertujuan untuk mendapatkan nilai aliran air yang tinggi di dalam benda uji campuran aspal, untuk mendapatkan besaran nilai aliran air yang melewati rongga yang ada didalam aspal porus yaitu di lakukan pengujian permeabilitas.

#### **III.5.1 Pengujian Permeabilitas Aspal Porus**

Kemudian pengujian yang akan dilakukan pada aspal porus yaitu pengujian permeabilitas pada benda uji aspal porus dengan metode *Constant head*

*Permeability* (CHP). Alat uji permeabilitas ditunjukkan pada Gambar II.3. Adapun metode pengujian *Constant head Permeability* (CHP) adalah sebagai berikut ;

1. Mengukur diameter dan tinggi benda uji
2. Memasukan benda uji aspal porus ke dalam tabung
3. Mengukur beda tinggi antar lubang *Overflow* tabung *Inlet* dan pipa *Outlet* tabung benda uji
4. Kemudian memasukan air dari pipa memasukan air dari pipa *Inlet* dan di biarkan keluar dari pipa *Outlet* untuk beberapa saat
5. Selanjutnya air yang keluar ditampung pada gelas ukur seiring menghitung waktunya dengan pengukur waktu (*stopwatch*)
6. Air yang mengalir ke dalam gelas ukur dihentikan bersamaan dengan pengukur waktu di matikan
7. Diukur jumlah air yang tetampung di dalam gelas ukur

### **III.6 Kerangka Pikir Penelitian**

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### IV.1 Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat

Pemeriksaan dan Pengujian fisik terhadap karakteristik agregat kasar, halus dan filler yang digunakan dalam campuran aspal Porus serta persyaratan yang di anjurkan Spesifikasi telah memenuhi standar yang di syaratkan dalam pengujian agregat ,pengujian di lakukan di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Univesitas Fajar .

#### A. Sifat Fisik Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan adalah agregat yang tertahan saringan No.4 (4,75 mm). Agregat yang berasal dari perusahaan batu yang terletak di Bili-bili Kecamatan Parangloe Kabupaten Gowa (PT. Catur). Adapun hasil rekapitulasi pengujian agregat kasar dapat di lihat pada Tabel IV.1.

Tabel IV.1 Sifat-sifat fisik agregat kasar

No	Pengujian	Nilai Interval	Hasil
1	Penyerapan (%)	Maks. 3	0.23
2	Berat jenis spesifikasi		
	a. Berat Jenis Bulk	Maks. 3	2.95
	b. Berat Jenis SSD	Maks. 3	2.96
	c. Berat Jenis Semu Keausan (%)	Maks. 3	2.97
3	Keausan (%)	Maks. 40	30.6
4	Indeks Kepipihan (%)	Maks. 25	24.12

*Sumber* : Hasil pengujian dan perhitungan Laboratorium Teknik sipil, UNIFA

## B. Sifat Fisik Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat yang lolos saringan No.4 (2,36 mm) dan tertahan saringan No.200 (0,075 mm). Agregat yang berasal dari perusahaan batu yang terletak di Bili-bili Kecamatan Parangloe Kabupaten Gowa (PT. Catur). Adapun hasil rekapitulasi pengujian agregat kasar dapat di lihat pada Tabel IV.2. yang menunjukkan karakteristik sifat fisik agregat halus yang di gunakan dalam penelitian ini.

Tabel IV.2. Sifat-sifat Fisik Agregat Halus

No	Pengujian	Nilai Interval	Hasil
1	Penyerapan (%)	Maks. 3	2.04
2	Berat jenis spesifikasi (%)		
	a. Berat Jenis Bulk	Maks. 3	2.58
	b. Berat Jenis SSD	Maks. 3	2.63
	c. Berat Jenis Semu	Maks. 3	2.72
3	Kadar Lumpur (%)	Maks. 5	3.09

Sumber : Hasil pengujian dan perhitungan Laboratorium Teknik sipil, UNIFA

## IV.2. Gradasi Gabungan Agregat

Penentuan gradasi campuran dan *mix design* dalam penelitaian ini dilakukan dengan *sytem trial gradation* yang mengacu pada standar gradasi terbuka yang di isyrtakan oleh *Road Engineering Association of Malalaysia* (REAM)

Adapun perbandingan persentase dari masing-masing agregat yang di gunakan dalam penelitian ini yaitu antara agregat kasar : agregat halus: *filler* adalah 85% : 5% : 10% kemudian dikalikan dengan nilai yang persen lolos

agregat dari pengujian analisa saringan saringan agregat yang telah di lakukan sebelumnya. Setelah itu hasil dari perkalian dijumlahkan dan menghasilkan komposisi campuran atau *mix design*.

Pada Tabel IV.1 dan IV.2. Terlihat bahwa rancangan agregat gabungan yang akan di peroleh dalam penelitian ini berada dalam interval spesifikasi yang telah diisyatkan oleh *Road Engineering Association of Malalaysia (REAM)*, sehingga diharapkan akan diperoleh campuran yang optimal.

Penentuan komposisi aggergat digunakan *by sieve* (dilakukan penimbangan berdasarkan ukuran saringan). Metode penentuan penentuan proporsi agregat ini tidak dikelompokan menurut fraksi agregat (agregat kasar, agregat halus dan *filler*) seperti pada metode *by portion*, melainkan ditentukan melalui penimbangan berdasarkan komposisi untuk masing-masing ukuran saringan yang di gunakan dalam penelitian in. Penentuan komposisi agregat dengan metode gradasi *by sieve*, dapat dilihat pada Tabel IV.3.

Tabel IV.3. Gradasi Gabungan REAM

SIEVE NOMOR		¾	½	3/8	No. 4	No. 8	No. 200
<b>BATU PECAH</b>	<b>% PASS</b>	100.00	86.00	57.00	0.00	0.00	0.00
<b>85</b>	<b>%BATCH</b>	85	73.10	48.45	0.00	0	0.00
<b>PASIR</b>	<b>% PASS</b>	100	100.00	100.00	100.00	78.00	15.00
<b>5</b>	<b>BATCH</b>	5	5	5	5	3.9	0.75
<b>FILLER</b>	<b>% PASS</b>	100.00	100.00	100.00	100.00	58.50	21.00
<b>10</b>	<b>%BATCH</b>	10.00	10	10.00	10	5.85	2.1
<b>AGREGAT GABUNGAN</b>		100.00	88.10	63.45	15.00	9.75	2.85
<b>SPESIFIKASI</b>		100	85-100	55-75	10-25	5-10	2-4

Gambar IV.1 Grafik Gradasi Gabungan

**IV.2.1. Komposisi campuran pada penambahan 4,5% LGA**

Saringan No.	Ukuran (mm)	Spek Gradasi		% Lolos	% Tertahan	Total (gr)
		Min	Max			
3/4"	19.00	100	100	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.50	85	100	83.33	12.18	146.2
3/8"	9.50	55	75	50.60	24.65	295.80
no. 4	4.75	10	25	40.50	48.17	558.00
no. 8	2.36	5	10	9.75	5.25	63
no. 200	0.08	2	4	2.85	6.90	82.80
PAN	BGA	0	0	0	2.85	40.14
	Filler					5.94
Berat Total Agregat					100.00	1200.00

**IV.2.2. Komposisi campuran pada penambahan 5% LGA**

Saringan No.	Ukuran (mm)	Spek Gradasi		% Lolos	% Tertahan	Total (gr)
		Min	Max			
3/4"	19.00	100	100	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.50	85	100	83.33	12.18	156.2
3/8"	9.50	55	75	50.60	24.65	285.80
no. 4	4.75	10	25	40.50	48.17	569.00
no. 8	2.36	5	10	9.75	5.25	63
no. 200	0.08	2	4	2.85	6.90	82.80
PAN	BGA	0	0	0	2.85	44.60
	Filler					10.40
Berat Total Agregat					100.00	1200.00

**IV.2.3. Komposisi campuran pada penambahan 5,5% LGA**

Saringan No.	Ukuran (mm)	Spek Gradasi		% Lolos	% Tertahan	Total (gr)
		Min	Max			

3/4"	19.00	100	100	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.50	85	100	83.33	12.18	146.2
3/8"	9.50	55	75	50.60	24.65	295.80
no. 4	4.75	10	25	40.50	48.17	578.00
no. 8	2.36	5	10	9.75	5.25	63
no. 200	0.08	2	4	2.85	6.90	82.80
PAN	BGA	0	0	0	2.85	49.06
	Filler					14.86
Berat Total Agregat					100.00	1200.00

#### IV.2.4. Komposisi campuran pada penambahan 6% LGA

Saringan No.	Ukuran (mm)	Spek Gradasi		% Lolos	% Tertahan	Total (gr)
		Min	Max			
3/4"	19.00	100	100	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.50	85	100	83.33	11.90	142.8
3/8"	9.50	55	75	50.60	24.65	295.80
no. 4	4.75	10	25	40.50	48.45	581.40
no. 8	2.36	5	10	9.75	5.25	63
no. 200	0.08	2	4	2.85	6.90	82.80
PAN	BGA	0	0	0	2.85	53.52
	Filler					19.32
Berat Total Agregat					100.00	1200.00

#### IV.2.5. Komposisi campuran pada penambahan 6,5% LGA

Saringan No.	Ukuran (mm)	Spek Gradasi		% Lolos	% Tertahan	Total (gr)
		Min	Max			
3/4"	19.00	100	100	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.50	85	100	83.33	11.90	142.8
3/8"	9.50	55	75	50.60	24.65	295.80
no. 4	4.75	10	25	40.50	48.45	581.40
no. 8	2.36	5	10	9.75	5.25	63
no. 200	0.08	2	4	2.85	6.90	82.80
PAN	BGA	0	0	0	2.85	57.98
	Filler					23.78
Berat Total Agregat					100.00	1200.00

### IV.3 Hasil Pengujian Permeabilitas

#### IV.3.1 Hasil Pengujian Constant Head Permeability (CHP)



Uji permeabilitas merupakan perbandingan antara banyaknya air yang dapat dialirkan dalam setiap detiknya. Bila nilai permeabilitas semakin rendah menunjukkan semakin kecilnya rongga udara dalam campuran, sehingga campuran tidak bersifat porus, demikian sebaliknya. Besar dan kecilnya nilai permeabilitas sangat dipengaruhi oleh distribusi dan gradasi agregat yang akan membuat campuran lebih padat. Pemeriksaan permeabilitas pada benda uji dilakukan dengan menggunakan alat uji permeabilitas tipe *constant head permeability* (CHP). Berikut merupakan contoh perhitungan uji permeabilitas yang di lakukan :

Volume air yang tertampung (Q) : 300 ml

Tinggi benda uji (L) : 8 cm

Beda tinggi (h) : 60 cm

Luas benda uji : 10 cm

Waktu pengaliran air : 30 detik

Koefisien permeabilitas (cm<sup>3</sup>/detik)

$$K = \frac{QL}{hAt}$$

$$K = \frac{300 \cdot 8}{60 \cdot 10 \cdot 30} = 1,20 \text{ cm}^3/\text{detik}$$

Perhitungan permeabilitas selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran. Hasil pengujian permeabilitas dapat dilihat di Table IV.4

Tabel IV.4 Rekapitulasi Perhitungan Permeabilitas

No	Kadar LGA (%)	Koefisien permeabilitas (cm <sup>3</sup> /detik)
1	4,5	2.64
2	5	2.20
3	5,5	2.04
4	6	1.20
5	6,5	1.00

Sumber : Hasil pengujian dan perhitungan Laboratorium Teknik sipil, UNIFA

Gambar IV.2 : Grafik hubungan antara nilai koefisien permeabilitas dengan kadar Asbuton

Hasil pengujian permeabilitas menggunakan metode *constant head permeability* (CHP). Permeabilitas dilakukan untuk mengetahui seberapa air dapat melewati rongga yang ada pada campuran aspal porus agar dapat mencegah terjadinya *aqua planning* sehingga menghasilkan permukaan yang memiliki tingkat kekesatan yang lebih tinggi dan dapat mengurangi kebisingan (Ali, N., dkk., 2012).

Tabel IV.4 dan Gambar IV.6 memperlihatkan terjadinya penurunan nilai koefisien permeabilitas pada kadar Asbuton 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6,0%, dan 6,5% untuk variasi Asbuton yang di berikan. Dari hasil pengujian permeabilitas dapat dilihat bahwa Asbuton pada campuran aspal porus berpengaruh terhadap nilai koefisien permeabilitas. Penurunan nilai koefisien permeabilitas pada benda uji seiring dengan peningkatan kadar Asbuton yang berpengaruh terhadap nilai koefisien karena adanya proses atau fenomena pengerasan (*Hardaning*) dan

pelapukan (*embrittlement*) yang terjadi pada penggunaan Asbuton campuran aspal porus. Pelapukan terjadi pada Asbuton yang mengalami pemanasan mengakibatkan terpisahnya mineral dan butimen

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### IV.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil peneliatian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal mengenai penggunaan Asbuton sebagai aspal porus terhadap nilai permeabilitas

1. Penggunaan LGA tipe 50/30 sebagai bahan pengikat pada campuran agregat dapat menghasilkan aspal mejadi porus dan membuat rongga yang ada didalam benda uji serta mampu mengalirkan air yang volumenya di atas persyaratan minimal (0,001 cm<sup>3</sup>/detik)
2. Dengan menggunakan gradasi yang mengambil dari spesifikasi REAM (*Road Engginering Association of Malaysia*). Campuran aspal tetap menghasilkan rongga di dalam benda uji
3. Penurunan nilai koefisien permeabilitas pada benda uji seiring dengan peningkatan kadar Asbuton berpengaruh terhadap nilai koefisien permeabilitas yang dimana semakin bertambah nilai persentase LGA maka semakin kecil nilai koefisien permeabilitas yang di hasilkan

## V.2 Saran dan Masukan

Untuk tercapainya dan kebaikan dari penelitian ini , penulis merekomendasikan beberapa saran diantaranya ;

1. Mengadakan penelitian kelanjutan tentang judul yang diangkat diantaranya melakukan pengujian lanjutan misalnya pengujian *Cantabro*, *Marshall*, VIM, dan pengujian yang dianggap perlu untuk mendapatkan kualitas dan kuantitas campuran aspal yang baik
2. Mencoba menggunakan spesifikasi gradasi yang berbeda untuk mengetahui nilai koefisien yang dihasilkan pada aspal porus yang menggunakan LGA sebagai bahan pengikat.
3. Menambah variasi LGA yang digunakan dalam pembuatan aspal porus guna lebih memanfaatkan Asbuton yang lebih banyak penggunaanya dalam bahan pembuatan campuran aspal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, F. (2008). *Karakteristik Butimen Asbuton Butir Untuk Campuran Beraspal Panas*
- Bambang Sumantri, H. S. (2014) *Pengaruh Peremajaan Oli Bekas dan Solar Terhadap Karakteristik Marshall Perkerasan Daur Ulang Dengan Asbuton*. Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil [internet].[diunduh 2014]; vol 1, No.2. Tersedia pada;  
<http://sipil.studentjournal.ub.ac.id/index.php/jmts/artikel/view/37>
- Charles Kamba, Herman Parung, M.W. Tjanronge *Karakteristik Aspal Porus Gradasi Australia Dengan Bahan Pengikat Substitusi Parsial Liquid Binder Asbuton*
- Darlan. (2014). S.T.,M.T. *Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)*
- Djoko Sarwono. (2010). *Pengukuran Sifat Permeabilitas Campuran Porous Asphalt*. Media Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Surakarta 2007
- Horwadi. (2008). *Perancangan Laboratorium Campuran HRS-WC Dengan Penggunaan Buton Granular Asphalt (BGA) Sebagai Bahan Additive*. Universitas Gajah Mada Yogyakarta
- Hendrik, A. S. (2014). *Karakteristik Campuran Aspal Porous Dengan Agregat Dari Loli dan Taipan*
- I Wayan Diana. (2010). *Studi Rongga Menerus Dan Kinerja Permeabilitas Perkerasan Aspal Porus Lapis Ganda*. Universitas Katolik Parahyangan
- Sry Gusty, M.W. Tjaronge, Nur Ali, Rudy Djameluddin. (2017). *Pengaruh Penambahan Buton Granular Asphalt Pada Campuran Aspal Berongga Campur Panas Hampar Dingin Terhadap Stabilitas Marshall*. Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil dan Perencanaan (KNTSP) 2017
- Sry Gusty, M.W. Tjaronge, Nur Ali, Rudy Djameluddin. (2017). *Pengukuran Sifat Permeabilitas Asbuton Campuran Panas Hampar Dingin Sebagai Aspal Berongga*
- Nur Ali, Halidin Arfan, J, Patanduk, Muralia Hustim, *Studi Permeabilitas Campuran Aspal Berpori Berbasis Aspal Buton (ASBUTON)*. Universitas Hasanuddin
- Taufan Garri Noris (2008). *Analisa pemanfaatan Limbah Styrofoam Sebagai Bahan Sibtitusi ke Dalam Aspal Penetrasi 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Porus*. Universitas Negeri Surabaya

Tito Rekianto. Ary Setyawan, Djoko Sarwoko (2015), *Pengaruh Isian Rongga Pada Campur Aspal Porus Menggunakan Aspal Polimer*. E-Jurnal Matriks Teknik Sipil/Juni 2015/497

# LAMPIRAN



**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL**  
**PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**

Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN AIR AGREGAT KASAR

Dikerjakan : Didik Januario

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik agregat

Penelitian : Tugas Akhir

Berat Bahan : 2500 gr

Agregat Kasar : Chipping

NO. CONTOH		HASIL
Berat contoh kering oven (gr)	A	2555.00
Berat contoh kering permukaan (gr)	B	2560.00
Berat contoh dalam air (gr)	C	1695.00
Berat jenis Bulk (atas dasar kering oven)	$\frac{A}{B - C}$	2.95
Berat jenis Bulk (atas dasar kering permukaan)	$\frac{B}{B - C}$	2.96
Berat jenis semu	$\frac{A}{A - C}$	2.97
Penyerapan air	$\frac{A}{A - C} \times 100\%$	0.20

Makassar, 10 Agustus 2019

Mengetahui

Koordinator Laboratorium

Dr. Sri Gusty ST.,MT

**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL  
PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**

Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran      PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN AIR AGREGAT HALUS

Dikerjakan    : Didik Januario

Diperiksa      :

Pengujian      : Karakteristik agregat

Penelitian     : Tugas Akhir

Berat Bahan    : 500 gr

Agregat Kasar : Chipping

NO. CONTOH		HASIL
Berat contoh kering oven (gr)	A	490.00
Berat contoh kering permukaan (gr)	B	730.00
Berat contoh dalam air (gr)	C	1040.00
Berat jenis Bulk (atas dasar kering oven)	$\frac{A}{B - C}$	2.58
Berat jenis Bulk (atas dasar kering permukaan)	$\frac{B}{B - C}$	2.63
Berat jenis semu	$\frac{A}{A - C}$	2.72
Penyerapan air	$\frac{A}{A - C} \times 100\%$	2.04

Makassar, 10 Agustus 2019

Mengetahui

Koordinator Laboratorium

Dr. Sri Gusty ST., MT

**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL**  
**PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**  
 Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT KASAR

Dikerjakan : Didik Januarianto

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik agregat

Penelitian : Tugas Akhir

Berat Bahan : 6000 gr

Agregat Kasar : Chipping

Keterangan : agregat kasar yang lolos saringan no. 3/4 tertahan pada saringan no. 1/2 dan 3/4 masing-masing 3000 gr

A = 5000

B = 3475

Perhitungan = % keausan =  $\frac{A-B}{A} \times 100\%$   
 = 30.6

Makassar, 10 Agustus 2019

Mengetahui

Koordinator Laboratorium

Dr. Sri Gusty ST., MT

**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL**  
**PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**  
 Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran      PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT KASAR

Dikerjakan    : Didik Januario

Diperiksa      :

Pengujian      : Karakteristik agregat

Penelitian     : Tugas Akhir

Berat Bahan    : 1000 gr

Agregat Kasar : Chipping

Nomor	Gradasi Saringan	Ukuran Thickness Gauge		Berat lolos Slot (Gram)	Berat Tertahan Slot (Gram)	Total berat (Gram)
		Lebar (mm)	Panjang (mm)	A	B	C
I	¾'' ½''	6.67	38.7	105	395	500
II	½'' ¾''	4.8	25.4	136.2	263.8	500
Total				241.2	758.8	1000
<b>Indeks Kepipihan</b> $\frac{\text{Total berat A}}{\text{Total Berat C}} \times 100$				$\frac{241.2}{1000} \times 100 = 24.12\%$		

Makassar, 10 Agustus 2019

Mengetahui

Koordinator Laboratorium

Dr. Sri Gusty ST.,MT

**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL**  
**PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**  
Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT KASAR

Dikerjakan : Didik Januario

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik agregat

Penelitian : Tugas Akhir

Agregat Kasar : Pasir

A. Volume Lumpur = 15 ml  
B. Volume Total (Lumpur + Pasir) = 485 ml

$$\text{Kadar Lumpur} = \left(\frac{A}{B}\right) \times 100 \% = 3.09\%$$

Makassar, 10 Agustus 2019

Mengetahui

Koordinator Laboratorium

Dr. Sri Gusty ST.,MT

**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL**  
**PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**

Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN AGREGAT  
 HALUS/ABU BATU

Dikerjakan : Didik Januario

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik agregat

Penelitian : Tugas Akhir

Berat Bahan : 1000gr

Agregat Kasar : Chipping

NOMOR SARINGAN	BERAT TERTAHAAN	PERSEN TERTAHAAN	$\Sigma$ PERSEN TERTAHAAN	PERSEN LOLOS
mm	gram	%	%	%
3/4'	0	0.00	0.000	100.00
1/2'	0	0.00	0.000	100.00
3/8'	0	0.00	0.000	100.00
4	0	0.00	0.000	100.00
8	415	41.50	41.500	58.50
200	375	37.50	79.000	21.00
Pan	210	21.00	100.000	0.00
Jumlah	1000	100		

Makassar, 19 Agustus 2019

Mengetahui

Koordinator Laboratorium

Dr. Sri Gusty ST., MT

**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL**  
**PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**

Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR  
 AGREGAT KASAR

Dikerjakan : Didik Januario

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik agregat

Penelitian : Tugas Akhir

Berat Bahan : 1500gr

Agregat Kasar : Chipping

NO. CONTOH		HASIL
Berat contoh kering oven (gr)	A	2555.00
Berat contoh kering permukaan (gr)	B	2560.00
Berat dalam air (gr)	C	1695.00
Berat jenis bulk (atas dasar kering oven)	$\frac{A}{B - C}$	2.95
berat jenis bulk (atas dasar kering permukaan)	$\frac{B}{B - C}$	2.96
Berat jenis semu	$\frac{A}{A - C}$	2.97
Penyerapan air	$\frac{B - C}{A} \times 100$	0.20

Makassar, 19 Agustus 2019  
 Mengetahui  
 Koordinator Laboratorium

Dr. Sri Gusty ST.,MT

**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL**  
**PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**

Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran 1 PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN AGGREGAT  
HALUS/PASIR

Dikerjakan : Didik Januario

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik agregat

Penelitian : Tugas Akhir

Berat Bahan : 1000gr

Agregat Kasar : Pasir

NOMOR SARINGAN	BERAT TERTAHAN	PERSEN TERTAHAN	Σ PERSEN TERTAHAN	PERSEN LOLOS
mm	gram	%	%	%
3/4'	0	0.00	0.000	100.00
1/2'	0	0.00	0.000	100.00
3/8'	0	0.00	0.000	100.00
4	0	0.00	0.000	100.00
8	220	22.00	22.000	78.00
200	630	63.00	85.000	15.00
Pan	150	15.00	100.000	0.00
Jumlah	1000	100		

Makassar, 19 Agustus 2019

Mengetahui

Koordinator Laboratorium

Dr. Sri Gusty ST.,MT



**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL**  
**PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**

Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran 1 PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN AGGREGAT KASAR

Dikerjakan : Didik Januarianto

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik agregat

Penelitian : Tugas Akhir

Berat Bahan : 1500gr

Agregat Kasar : Chipping

NOMOR SARINGAN	BERAT TERTAHAN	PERSEN TERTAHAN	$\Sigma$ PERSEN TERTAHAN	PERSEN LOLOS
mm	gram	%	%	%
3/4'	0	0.00	0.000	100.00
1/2'	210	14.00	14.000	86.00
3/8'	435	29.00	43.000	57.00
4	855	57.00	100.000	0.00
8	0	0.00	100.000	0.00
200	0	0.00	100.000	0.00
Pan	0	0.00	100.000	0.00
Jumlah	1500	100.00		

Makassar, 19 Agustus 2019

Mengetahui

Koordinator Laboratorium

Dr. Sri Gusty ST.,MT

**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL**  
**PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**  
 Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran ANALISA DATA BRICKET VARIASI LGA 4.5%

Dikerjakan : Didik Januario

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik agregat

Penelitian : Tugas Akhir

Kadar BGA = 4.5%

=> Material Chipping = ( 100% - 5% ) x 85% x 1200 = 974.1 gram

3/4"	= ( 100% - 100% ) x 974.1	= 0.00 gram
1/2"	= ( 100% - 86.00% ) x 974.1	= 136.37 gram
3/8"	= ( 86.00% - 57.00% ) x 974.1	= 282.49 gram
no. 4	= ( 57.00% - 4.00% ) x 974.1	= 516.27 gram
no. 8	= ( 4.00% - 0.00% ) x 974.1	= 38.96 gram
no. 200	= ( 0.00% - 0.00% ) x 974.1	= 0.00 gram
PAN	= ( 0.00% - 0% ) x 974.1	= 0.00 gram

=> Material Pasir = ( 100% - 5% ) x 5% x 1200 = 57.3 gram

3/4"	= ( 100% - 100% ) x 57.3	= 0.00 gram
1/2"	= ( 100% - 100% ) x 57.3	= 0.00 gram
3/8"	= ( 100% - 100% ) x 57.3	= 0.00 gram
no. 4	= ( 100% - 100% ) x 57.3	= 0.00 gram
no. 8	= ( 100% - 78.00% ) x 57.3	= 12.61 gram
no. 200	= ( 78.00% - 15.00% ) x 57.3	= 36.10 gram
PAN	= ( 15.00% - 0.00% ) x 57.3	= 8.60 gram

=> Material Debu Batu = ( 100% - 5% ) x 10% x 1200 = 114.6 gram

3/4"	= ( 100% - 100% ) x 114.6	= 0.00 gram
1/2"	= ( 100% - 100% ) x 114.6	= 0.00 gram
3/8"	= ( 100% - 100% ) x 114.6	= 0.00 gram
no. 4	= ( 100% - 100% ) x 114.6	= 0.00 gram
no. 8	= ( 100% - 58.50% ) x 114.6	= 47.56 gram
no. 200	= ( 58.50% - 21.00% ) x 114.6	= 42.98 gram
PAN	= ( 21.00% - 0.00% ) x 114.6	= 24.07 gram



**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL**  
**PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**  
 Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran ANALISA DATA BRICKET VARIASI LGA 5%

Dikerjakan : Didik Januarianto

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik agregat

Penelitian : Tugas Akhir

Kadar BGA = 5.0%

=> Material Chipping = ( 100% - 5% ) x 85% x 1200 = 969 gram

3/4"	= ( 100% - 100% ) x 969	= 0.00 gram
1/2"	= ( 100% - 86.00% ) x 969	= 135.66 gram
3/8"	= ( 86.00% - 57.00% ) x 969	= 281.01 gram
no. 4	= ( 57.00% - 4.00% ) x 969	= 513.57 gram
no. 8	= ( 4.00% - 0.00% ) x 969	= 38.76 gram
no. 200	= ( 0.00% - 0.00% ) x 969	= 0.00 gram
PAN	= ( 0.00% - 0% ) x 969	= 0.00 gram

=> Material Pasir = ( 100% - 5% ) x 5% x 1200 = 57 gram

3/4"	= ( 100% - 100% ) x 57	= 0.00 gram
1/2"	= ( 100% - 100% ) x 57	= 0.00 gram
3/8"	= ( 100% - 100% ) x 57	= 0.00 gram
no. 4	= ( 100% - 100% ) x 57	= 0.00 gram
no. 8	= ( 100% - 78.00% ) x 57	= 12.54 gram
no. 200	= ( 78.00% - 15.00% ) x 57	= 35.91 gram
PAN	= ( 15.00% - 0.00% ) x 57	= 8.55 gram

=> Material Debu Batu = ( 100% - 5% ) x 10% x 1200 = 114 gram

3/4"	= ( 100% - 100% ) x 114	= 0.00 gram
1/2"	= ( 100% - 100% ) x 114	= 0.00 gram
3/8"	= ( 100% - 100% ) x 114	= 0.00 gram
no. 4	= ( 100% - 100% ) x 114	= 0.00 gram
no. 8	= ( 100% - 58.50% ) x 114	= 47.31 gram
no. 200	= ( 58.50% - 21.00% ) x 114	= 42.75 gram
PAN	= ( 21.00% - 0.00% ) x 114	= 23.94 gram

**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL**  
**PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**  
 Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran ANALISA DATA BRICKET VARIASI LGA 5.5%

Dikerjakan : Didik Januario

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik agregat

Penelitian : Tugas Akhir

Kadar BGA = 5.5%

=> Material Chipping = ( 100% - 6% ) x 85% x 1200 = 963.9 gram

3/4"	= ( 100% - 100% ) x 963.9	= 0.00 gram
1/2"	= ( 100% - 86.00% ) x 963.9	= 134.95 gram
3/8"	= ( 86.00% - 57.00% ) x 963.9	= 279.53 gram
no. 4	= ( 57.00% - 4.00% ) x 963.9	= 510.87 gram
no. 8	= ( 4.00% - 0.00% ) x 963.9	= 38.56 gram
no. 200	= ( 0.00% - 0.00% ) x 963.9	= 0.00 gram
PAN	= ( 0.00% - 0% ) x 963.9	= 0.00 gram

=> Material Pasir = ( 100% - 6% ) x 5% x 1200 = 56.7 gram

3/4"	= ( 100% - 100% ) x 56.7	= 0.00 gram
1/2"	= ( 100% - 100% ) x 56.7	= 0.00 gram
3/8"	= ( 100% - 100% ) x 56.7	= 0.00 gram
no. 4	= ( 100% - 100% ) x 56.7	= 0.00 gram
no. 8	= ( 100% - 78.00% ) x 56.7	= 12.47 gram
no. 200	= ( 78.00% - 15.00% ) x 56.7	= 35.72 gram
PAN	= ( 15.00% - 0.00% ) x 56.7	= 8.51 gram

=> Material Debu Batu = ( 100% - 6% ) x 10% x 1200 = 113.4 gram

3/4"	= ( 100% - 100% ) x 113.4	= 0.00 gram
1/2"	= ( 100% - 100% ) x 113.4	= 0.00 gram
3/8"	= ( 100% - 100% ) x 113.4	= 0.00 gram
no. 4	= ( 100% - 100% ) x 113.4	= 0.00 gram
no. 8	= ( 100% - 58.50% ) x 113.4	= 47.06 gram
no. 200	= ( 58.50% - 21.00% ) x 113.4	= 42.53 gram
PAN	= ( 21.00% - 0.00% ) x 113.4	= 23.81 gram

**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL**  
**PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**  
 Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran ANALISA DATA BRICKET VARIASI LGA 6%

Dikerjakan : Didik Januario

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik agregat

Penelitian : Tugas Akhir

Kadar BGA = 6.0%

=> Material Chipping	= ( 100% - 6% ) x 85% x 1200	= 958.8 gram
3/4"	= ( 100% - 100% ) x 958.8	= 0.00 gram
1/2"	= ( 100% - 86.00% ) x 958.8	= 134.23 gram
3/8"	= ( 86.00% - 57.00% ) x 958.8	= 278.05 gram
no. 4	= ( 57.00% - 4.00% ) x 958.8	= 508.16 gram
no. 8	= ( 4.00% - 0.00% ) x 958.8	= 38.35 gram
no. 200	= ( 0.00% - 0.00% ) x 958.8	= 0.00 gram
PAN	= ( 0.00% - 0% ) x 958.8	= 0.00 gram
=> Material Pasir	= ( 100% - 6% ) x 5% x 1200	= 56.4 gram
3/4"	= ( 100% - 100% ) x 56.4	= 0.00 gram
1/2"	= ( 100% - 100% ) x 56.4	= 0.00 gram
3/8"	= ( 100% - 100% ) x 56.4	= 0.00 gram
no. 4	= ( 100% - 100% ) x 56.4	= 0.00 gram
no. 8	= ( 100% - 78.00% ) x 56.4	= 12.41 gram
no. 200	= ( 78.00% - 15.00% ) x 56.4	= 35.53 gram
PAN	= ( 15.00% - 0.00% ) x 56.4	= 8.46 gram
=> Material Debu Batu	= ( 100% - 6% ) x 10% x 1200	= 112.8 gram
3/4"	= ( 100% - 100% ) x 112.8	= 0.00 gram
1/2"	= ( 100% - 100% ) x 112.8	= 0.00 gram
3/8"	= ( 100% - 100% ) x 112.8	= 0.00 gram
no. 4	= ( 100% - 100% ) x 112.8	= 0.00 gram
no. 8	= ( 100% - 58.50% ) x 112.8	= 46.81 gram
no. 200	= ( 58.50% - 21.00% ) x 112.8	= 42.30 gram
PAN	= ( 21.00% - 0.00% ) x 112.8	= 23.69 gram

**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL**  
**PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**  
 Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran ANALISA DATA BRICKET VARIASI LGA 6.5%

Dikerjakan : Didik Januario

Diperiksa :

Pengujian : Karakteristik agregat

Penelitian : Tugas Akhir

Kadar BGA = 6.5%

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Material Chipping} &= (100\% - 7\%) \times 85\% \times 1200 = 953.7 \text{ gram} \\ 3/4'' &= (100\% - 100\%) \times 953.7 = 0.00 \text{ gram} \\ 1/2'' &= (100\% - 86.00\%) \times 953.7 = 133.52 \text{ gram} \\ 3/8'' &= (86.00\% - 57.00\%) \times 953.7 = 276.57 \text{ gram} \\ \text{no. 4} &= (57.00\% - 4.00\%) \times 953.7 = 505.46 \text{ gram} \\ \text{no. 8} &= (4.00\% - 0.00\%) \times 953.7 = 38.15 \text{ gram} \\ \text{no. 200} &= (0.00\% - 0.00\%) \times 953.7 = 0.00 \text{ gram} \\ \text{PAN} &= (0.00\% - 0\%) \times 953.7 = 0.00 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Material Pasir} &= (100\% - 7\%) \times 5\% \times 1200 = 56.1 \text{ gram} \\ 3/4'' &= (100\% - 100\%) \times 56.1 = 0.00 \text{ gram} \\ 1/2'' &= (100\% - 100\%) \times 56.1 = 0.00 \text{ gram} \\ 3/8'' &= (100\% - 100\%) \times 56.1 = 0.00 \text{ gram} \\ \text{no. 4} &= (100\% - 100\%) \times 56.1 = 0.00 \text{ gram} \\ \text{no. 8} &= (100\% - 78.00\%) \times 56.1 = 12.34 \text{ gram} \\ \text{no. 200} &= (78.00\% - 15.00\%) \times 56.1 = 35.34 \text{ gram} \\ \text{PAN} &= (15.00\% - 0.00\%) \times 56.1 = 8.42 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Material Debu Batu} &= (100\% - 7\%) \times 10\% \times 1200 = 112.2 \text{ gram} \\ 3/4'' &= (100\% - 100\%) \times 112.2 = 0.00 \text{ gram} \\ 1/2'' &= (100\% - 100\%) \times 112.2 = 0.00 \text{ gram} \\ 3/8'' &= (100\% - 100\%) \times 112.2 = 0.00 \text{ gram} \\ \text{no. 4} &= (100\% - 100\%) \times 112.2 = 0.00 \text{ gram} \\ \text{no. 8} &= (100\% - 58.50\%) \times 112.2 = 46.56 \text{ gram} \\ \text{no. 200} &= (58.50\% - 21.00\%) \times 112.2 = 42.08 \text{ gram} \\ \text{PAN} &= (21.00\% - 0.00\%) \times 112.2 = 23.56 \text{ gram} \end{aligned}$$

**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL**  
**PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**  
 Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran : PENGUJIAN PERMEABILITAS

Dikerjakan : Didik Januario

Diperiksa :

Pengujian : Permeabilitas dengan 4,5% LGA

Sampel : 1

Penelitian : Tugas Akhir

No	Volume Air yang Tertampung	Tinggi Benda Uji	Beda Tinggi	Luas Benda Uji	Waktu Pengaliran	Koefisien Permeabilitas (cm <sup>3</sup> /detik)
1	660	8	60	10	30	2,64
2	660	8	60	10	30	2,64
3	660	8	60	10	30	2,64
4	660	8	60	10	30	2,64
5	660	8	60	10	30	2,64
6	660	8	60	10	30	2,64
7	660	8	60	10	30	2,64
8	660	8	60	10	30	2,64
9	660	8	60	10	30	2,64
10	660	8	60	10	30	2,64

Makassar, 10 Agustus 2019  
 Mengetahui  
 Koordinator Laboratorium

Dr. Sri Gusty ST.,MT

**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL**  
**PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**  
Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran : PENGUJIAN PERMEABILITAS

Dikerjakan : Didik Januario

Diperiksa :

Pengujian : Permeabilitas dengan 4,5% LGA

Sampel : 2

Penelitian : Tugas Akhir

No	Volume Air yang Tertampung	Tinggi Benda Uji	Beda Tinggi	Luas Benda Uji	Waktu Pengaliran	Koefisien Permeabilitas (cm <sup>3</sup> /detik)
1	665	8	60	10	30	3.19
2	665	8	60	10	30	3.19
3	665	8	60	10	30	3.19
4	665	8	60	10	30	3.19
5	665	8	60	10	30	3.19
6	665	8	60	10	30	3.19
7	665	8	60	10	30	3.19
8	665	8	60	10	30	3.19
9	665	8	60	10	30	3.19
10	665	8	60	10	30	3.19

Makassar, 10 Agustus 2019

Mengetahui

Koordinator Laboratorium

Dr. Sri Gusty ST.,MT



**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL**  
**PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**  
 Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran : PENGUJIAN PERMEABILITAS

Dikerjakan : Didik Januario

Diperiksa :

Pengujian : Permeabilitas dengan 4,5% LGA

Sampel : 3

Penelitian : Tugas Akhir

No	Volume Air yang Tertampung	Tinggi Benda Uji	Beda Tinggi	Luas Benda Uji	Waktu Pengaliran	Koefisien Permeabilitas (cm <sup>3</sup> /detik)
1	660	8	60	10	30	2,64
2	660	8	60	10	30	2,64
3	660	8	60	10	30	2,64
4	660	8	60	10	30	2,64
5	660	8	60	10	30	2,64
6	660	8	60	10	30	2,64
7	660	8	60	10	30	2,64
8	660	8	60	10	30	2,64
9	660	8	60	10	30	2,64
10	660	8	60	10	30	2,64

Makassar, 10 Agustus 2019

Mengetahui

Koordinator Laboratorium

Dr. Sri Gusty ST.,MT

**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL**  
**PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**

Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran : PENGUJIAN PERMEABILITAS

Dikerjakan : Didik Januario

Diperiksa :

Pengujian : Permeabilitas dengan 5.0% LGA

Sampel : 1

Penelitian : Tugas Akhir

No	Volume Air yang Tertampung	Tinggi Benda Uji	Beda Tinggi	Luas Benda Uji	Waktu Pengaliran	Koefisien Permeabilitas (cm <sup>3</sup> /detik)
1	550	8	60	10	30	2.20
2	550	8	60	10	30	2.20
3	550	8	60	10	30	2.20
4	550	8	60	10	30	2.20
5	550	8	60	10	30	2.20
6	550	8	60	10	30	2.20
7	550	8	60	10	30	2.20
8	550	8	60	10	30	2.20
9	550	8	60	10	30	2.20
10	550	8	60	10	30	2.20

Makassar, 10 Agustus 2019

Mengetahui

Koordinator Laboratorium

Dr. Sri Gusty ST.,MT

**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL**  
**PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**  
 Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran : PENGUJIAN PERMEABILITAS

Dikerjakan : Didik Januario

Diperiksa :

Pengujian : Permeabilitas dengan 5.0% LGA

Sampel : 2

Penelitian : Tugas Akhir

No	Volume Air yang Tertampung	Tinggi Benda Uji	Beda Tinggi	Luas Benda Uji	Waktu Pengaliran	Koefisien Permeabilitas (cm <sup>3</sup> /detik)
1	550	8	60	10	30	2.20
2	550	8	60	10	30	2.20
3	550	8	60	10	30	2.20
4	550	8	60	10	30	2.20
5	550	8	60	10	30	2.20
6	550	8	60	10	30	2.20
7	550	8	60	10	30	2.20
8	550	8	60	10	30	2.20
9	550	8	60	10	30	2.20
10	550	8	60	10	30	2.20

Makassar, 10 Agustus 2019

Mengetahui

Koordinator Laboratorium

Dr. Sri Gusty ST.,MT

**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL**  
**PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**  
 Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran : PENGUJIAN PERMEABILITAS

Dikerjakan : Didik Januario

Diperiksa :

Pengujian : Permeabilitas dengan 5.0% LGA

Sampel : 3

Penelitian : Tugas Akhir

No	Volume Air yang Tertampung	Tinggi Benda Uji	Beda Tinggi	Luas Benda Uji	Waktu Pengaliran	Koefisien Permeabilitas (cm <sup>3</sup> /detik)
1	553	8	60	10	30	2.65
2	553	8	60	10	30	2.65
3	553	8	60	10	30	2.65
4	553	8	60	10	30	2.65
5	553	8	60	10	30	2.65
6	553	8	60	10	30	2.65
7	553	8	60	10	30	2.65
8	553	8	60	10	30	2.65
9	553	8	60	10	30	2.65
10	553	8	60	10	30	2.65

Makassar, 10 Agustus 2019

Mengetahui

Koordinator Laboratorium

Dr. Sri Gusty ST., MT

**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL**  
**PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**  
 Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran : PENGUJIAN PERMEABILITAS

Dikerjakan : Didik Januario

Diperiksa :

Pengujian : Permeabilitas dengan 5.5% LGA

Sampel : 1

Penelitian : Tugas Akhir

No	Volume Air yang Tertampung	Tinggi Benda Uji	Beda Tinggi	Luas Benda Uji	Waktu Pengaliran	Koefisien Permeabilitas (cm <sup>3</sup> /detik)
1	510	8	60	10	30	2.04
2	510	8	60	10	30	2.04
3	510	8	60	10	30	2.04
4	510	8	60	10	30	2.04
5	510	8	60	10	30	2.04
6	510	8	60	10	30	2.04
7	510	8	60	10	30	2.04
8	510	8	60	10	30	2.04
9	510	8	60	10	30	2.04
10	510	8	60	10	30	2.04

Makassar, 10 Agustus 2019

Mengetahui

Koordinator Laboratorium

Dr. Sri Gusty ST., MT

**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL**  
**PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**  
 Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran : PENGUJIAN PERMEABILITAS

Dikerjakan : Didik Januario

Diperiksa :

Pengujian : Permeabilitas dengan 5.5% LGA

Sampel : 2

Penelitian : Tugas Akhir

No	Volume Air yang Tertampung	Tinggi Benda Uji	Beda Tinggi	Luas Benda Uji	Waktu Pengaliran	Koefisien Permeabilitas (cm <sup>3</sup> /detik)
1	510	8	60	10	30	2.04
2	510	8	60	10	30	2.04
3	510	8	60	10	30	2.04
4	510	8	60	10	30	2.04
5	510	8	60	10	30	2.04
6	510	8	60	10	30	2.04
7	510	8	60	10	30	2.04
8	510	8	60	10	30	2.04
9	510	8	60	10	30	2.04
10	510	8	60	10	30	2.04

Makassar, 10 Agustus 2019

Mengetahui

Koordinator Laboratorium

Dr. Sri Gusty ST.,MT

**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL**  
**PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**  
 Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran : PENGUJIAN PERMEABILITAS

Dikerjakan : Didik Januario

Diperiksa :

Pengujian : Permeabilitas dengan 5.5% LGA

Sampel : 3

Penelitian : Tugas Akhir

No	Volume Air yang Tertampung	Tinggi Benda Uji	Beda Tinggi	Luas Benda Uji	Waktu Pengaliran	Koefisien Permeabilitas (cm <sup>3</sup> /detik)
1	508	8	60	10	30	2.43
2	508	8	60	10	30	2.43
3	508	8	60	10	30	2.43
4	508	8	60	10	30	2.43
5	508	8	60	10	30	2.43
6	508	8	60	10	30	2.43
7	508	8	60	10	30	2.43
8	508	8	60	10	30	2.43
9	508	8	60	10	30	2.43
10	508	8	60	10	30	2.43

Makassar, 10 Agustus 2019

Mengetahui

Koordinator Laboratorium

Dr. Sri Gusty ST.,MT

**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL**  
**PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**  
 Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran : PENGUJIAN PERMEABILITAS

Dikerjakan : Didik Januario

Diperiksa :

Pengujian : Permeabilitas dengan 6.0% LGA

Sampel : 1

Penelitian : Tugas Akhir

No	Volume Air yang Tertampung	Tinggi Benda Uji	Beda Tinggi	Luas Benda Uji	Waktu Pengaliran	Koefisien Permeabilitas (cm <sup>3</sup> /detik)
1	300	8	60	10	30	1.20
2	300	8	60	10	30	1.20
3	300	8	60	10	30	1.20
4	300	8	60	10	30	1.20
5	300	8	60	10	30	1.20
6	300	8	60	10	30	1.20
7	300	8	60	10	30	1.20
8	300	8	60	10	30	1.20
9	300	8	60	10	30	1.20
10	300	8	60	10	30	1.20

Makassar, 10 Agustus 2019

Mengetahui

Koordinator Laboratorium

Dr. Sri Gusty ST.,MT



**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL**  
**PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**  
 Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran : PENGUJIAN PERMEABILITAS

Dikerjakan : Didik Januario

Diperiksa :

Pengujian : Permeabilitas dengan 6.0% LGA

Sampel : 1

Penelitian : Tugas Akhir

No	Volume Air yang Tertampung	Tinggi Benda Uji	Beda Tinggi	Luas Benda Uji	Waktu Pengaliran	Koefisien Permeabilitas (cm <sup>3</sup> /detik)
1	300	8	60	10	30	1.20
2	300	8	60	10	30	1.20
3	300	8	60	10	30	1.20
4	300	8	60	10	30	1.20
5	300	8	60	10	30	1.20
6	300	8	60	10	30	1.20
7	300	8	60	10	30	1.20
8	300	8	60	10	30	1.20
9	300	8	60	10	30	1.20
10	300	8	60	10	30	1.20

Makassar, 10 Agustus 2019

Mengetahui

Koordinator Laboratorium

Dr. Sri Gusty ST.,MT

**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL**  
**PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**  
 Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran : PENGUJIAN PERMEABILITAS

Dikerjakan : Didik Januario

Diperiksa :

Pengujian : Permeabilitas dengan 6.0% LGA

Sampel : 3

Penelitian : Tugas Akhir

No	Volume Air yang Tertampung	Tinggi Benda Uji	Beda Tinggi	Luas Benda Uji	Waktu Pengaliran	Koefisien Permeabilitas (cm <sup>3</sup> /detik)
1	290	8	60	10	30	1.16
2	290	8	60	10	30	1.16
3	290	8	60	10	30	1.16
4	290	8	60	10	30	1.16
5	290	8	60	10	30	1.16
6	290	8	60	10	30	1.16
7	290	8	60	10	30	1.16
8	290	8	60	10	30	1.16
9	290	8	60	10	30	1.16
10	290	8	60	10	30	1.16

Makassar, 10 Agustus 2019

Mengetahui

Koordinator Laboratorium

Dr. Sri Gusty ST.,MT

**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL**  
**PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**  
 Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran : PENGUJIAN PERMEABILITAS

Dikerjakan : Didik Januario

Diperiksa :

Pengujian : Permeabilitas dengan 6.5% LGA

Sampel : 1

Penelitian : Tugas Akhir

No	Volume Air yang Tertampung	Tinggi Benda Uji	Beda Tinggi	Luas Benda Uji	Waktu Pengaliran	Koefisien Permeabilitas (cm <sup>3</sup> /detik)
1	250	8	60	10	30	1.00
2	250	8	60	10	30	1.00
3	250	8	60	10	30	1.00
4	250	8	60	10	30	1.00
5	250	8	60	10	30	1.00
6	250	8	60	10	30	1.00
7	250	8	60	10	30	1.00
8	250	8	60	10	30	1.00
9	250	8	60	10	30	1.00
10	250	8	60	10	30	1.00

Makassar, 10 Agustus 2019

Mengetahui

Koordinator Laboratorium

Dr. Sri Gusty ST.,MT

**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL**  
**PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**  
 Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran : PENGUJIAN PERMEABILITAS

Dikerjakan : Didik Januario

Diperiksa :

Pengujian : Permeabilitas dengan 6.5% LGA

Sampel : 2

Penelitian : Tugas Akhir

No	Volume Air yang Tertampung	Tinggi Benda Uji	Beda Tinggi	Luas Benda Uji	Waktu Pengaliran	Koefisien Permeabilitas (cm <sup>3</sup> /detik)
1	250	8	60	10	30	1.00
2	250	8	60	10	30	1.00
3	250	8	60	10	30	1.00
4	250	8	60	10	30	1.00
5	250	8	60	10	30	1.00
6	250	8	60	10	30	1.00
7	250	8	60	10	30	1.00
8	250	8	60	10	30	1.00
9	250	8	60	10	30	1.00
10	250	8	60	10	30	1.00

Makassar, 10 Agustus 2019

Mengetahui

Koordinator Laboratorium

Dr. Sri Gusty ST.,MT

**LABORATORIUM JALAN RAYA & ASPAL**  
**PRODI SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**  
Jl. Prof Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran : PENGUJIAN PERMEABILITAS

Dikerjakan : Didik Januario

Diperiksa :

Pengujian : Permeabilitas dengan 6.5% LGA

Sampel : 3

Penelitian : Tugas Akhir

No	Volume Air yang Tertampung	Tinggi Benda Uji	Beda Tinggi	Luas Benda Uji	Waktu Pengaliran	Koefisien Permeabilitas (cm <sup>3</sup> /detik)
1	250	8	60	10	30	1.00
2	250	8	60	10	30	1.00
3	250	8	60	10	30	1.00
4	250	8	60	10	30	1.00
5	250	8	60	10	30	1.00
6	250	8	60	10	30	1.00
7	250	8	60	10	30	1.00
8	250	8	60	10	30	1.00
9	250	8	60	10	30	1.00
10	250	8	60	10	30	1.00

Makassar, 10 Agustus 2019

Mengetahui

Koordinator Laboratorium

Dr. Sri Gusty ST.,MT

## **DOKUMENTASI LABORATORIUM**