



# ANALISA KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL MENGGUNAKAN LIMBAH KERAMIK

Ryan Swardana<sup>1\*</sup>, Yusra Aulia Sari<sup>2</sup>, Mulia Pamadi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Alumni Program Studi Teknik Sipil FTSP Universitas Internasional Batam

<sup>2</sup>Dosen Program Studi Teknik Sipil FTSP Universitas Internasional Batam

\*[ryanswardana@gmail.com](mailto:ryanswardana@gmail.com)

Naskah diterima : 12 Agustus 2022. Disetujui: 06 September 2022. Diterbitkan : 30 September 2022

## ABSTRAK

Perkerasan jalan merupakan struktur yang saling terintegrasi antar berbagai lapisan campuran material tertentu dimana masing – masing lapisan fungsi utamanya adalah untuk mereduksi pembebanan yang terjadi di atasnya dan kemudian didistribusikan kelapisan yang ada dibawahnya. Perkerasan dibagi menjadi 2 (dua) yaitu perkerasan lentur yang menggunakan aspal sebagai material pengikat dan perkerasan kaku yang menggunakan semen sebagai material pengikat.

Penelitian ini membahas tentang pemanfaatan limbah keramik sebagai alternatif pengganti agregat pada campuran perkerasan. Limbah potongan keramik yang sudah tidak digunakan lagi akan disaring berdasarkan gradasi yang telah disesuaikan dengan ketentuan yang berlaku. Potongan keramik mudah kita jumpai dalam berbagai proyek konstruksi, pemanfaatan limbah keramik sebagai salah satu bahan campuran diharapkan mampu menekan budget dan mengurangi limbah potongan keramik itu sendiri. Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, diketahui bahwa aspal yang menggunakan limbah keramik sebagai alternatif pengganti agregat kasar memenuhi spesifikasi minimum Bina Marga. Nilai rerata MQ 722,211 kg/mm, nilai VIM sebesar 4,54%, nilai VMA sebesar 20,04% dan VFA sebesar 81,76% dimana keseluruhan nilai sudah sesuai dengan spesifikasi minimum Bina Marga Tahun 2018. Berdasarkan pengujian laboratorium tersebut limbah keramik dapat digunakan sebagai alternatif pengganti agregat kasar.

**Kata kunci** : perkerasan jalan, aspal, ACWC, limbah keramik

## ABSTRACT

*Pavement is an integrated structure between various layers of a particular material mixture where each layer's main function is to reduce the loading that occurs on top of it, which is instead distributed to layers underneath. Pavement is divided into 2 (two), namely flexible pavement using asphalt as a binding material and rigid pavement using cement as a binding material.*

*This study discusses the use of ceramic waste as an alternative aggregate replacement in the pavement mixture. Waste pieces of ceramics that are no longer used will be filtered based on gradations that have been adapted to applicable regulations. Ceramic pieces are easy to find in various construction projects, the use of ceramic waste as a mixture is expected to be able to reduce the budget and reduce the waste of ceramic pieces themselves. Based on the results of laboratory tests, it is known that asphalt using ceramic waste as an alternative to coarse aggregate meets the minimum specifications of Bina Marga. MQ value of 722,211 kg/mm, VIM value of 4,54%, VMA value of 20,04% and VFA value of 81,76% where the overall value are in accordance with the 2018*

*Bina Marga minimum specifications. Based on laboratory testing, ceramic waste can be used as an alternative to coarse aggregate.*

**Keywords** : pavement, asphalt, ACWC, ceramic waste.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Jumlah penduduk yang terus meningkat secara tidak langsung akan memengaruhi volume kendaraan pribadi di Kota Batam. Pada tahun 2018 jumlah kendaraan di Batam sekitar 755.393 unit terdiri dari kendaraan roda dua sebanyak 618.226 unit dan kendaraan roda empat, enam, dan seterusnya sekitar 137.167 unit [1]. Sejalan dengan pesatnya pertumbuhan kendaraan maka diperlukan infrastruktur yang mendukung yaitu jalan raya perkembangan konstruksi jalan raya cukup lambat dikarenakan biaya operasional konstruksi yang cukup mahal. Seiring dengan semakin pesatnya pembangunan jalan raya, maka dibutuhkan bahan-bahan untuk pembangunan jalan raya yang semakin kompleks [7].

Keramik merupakan salah satu material konstruksi yang selalu kita jumpai hampir dimanapun kita berada. Limbah potongan keramik merupakan salah satu material konstruksi yang sering dibuang setelah proyek selesai dikerjakan. Apabila limbah ini dibuang dengan sembarangan maka otomatis akan mengganggu lingkungan sekitar. Penulis mencoba meneliti apakah limbah potongan keramik dapat dijadikan alternatif pengganti agregat pada campuran perkerasan. Limbah potongan keramik yang digunakan merupakan keramik sisa proyek konstruksi yang sudah tidak digunakan lagi.

Perhitungan kadar aspal optimum pada penelitian ini menggunakan metode luas permukaan dan pengujian penelitian dilakukan di Laboratorium Universitas Internasional Batam. Adapun beberapa tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Menganalisa gradasi campuran agregat pas untuk kekuatan dan daya dukung maksimal dari perkerasan.

2. Mengidentifikasi efektivitas limbah keramik sebagai alternatif pengganti agregat dalam campuran perkerasan.

### 1.2. Tinjauan Pustaka

Konstruksi perkerasan jalan merupakan struktur yang bersifat kedap air dimana struktur perkerasan terdiri dari batuan pecah atau bisa juga menggunakan batu kali lalu semakin keatas diisi oleh butiran yang lebih halus. Lapisan perkerasan perlu diberikan bahan pengikat dan ditaburi pasir kasar agar lapisan bersifat kedap terhadap air [2] Perkerasan jalan merupakan struktur yang saling terintegrasi dari berbagai lapisan campuran material tertentu dimana fungsi utama dari perkerasan tersebut adalah untuk mereduksi sekaligus mendistribusi beban yang ada diatasnya menuju lapisan dasar sehingga tidak melebihi dari kapasitas beban maksimum yang bisa ditanggung oleh perkerasan tersebut [3]. Berdasarkan jenis beban pengikatnya perkerasan jalan dibedakan menjadi beberapa tipe diantaranya adalah :

1. Konstruksi perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) Perkerasan lentur merupakan salah satu tipe perkerasan yang banyak digunakan di Indonesia. Lapisan ini banyak digunakan dikarenakan permukaan menggunakan aspal sebagai bahan pengikat sehingga lapisan permukaan lebih halus dan nyaman bagi pengemudi yang berkendara diatasnya. Disebut sebagai perkerasan lentur dikarenakan perkerasan jenis ini memungkinkan terjadinya deformasi vertikal yang diakibatkan oleh pembebanan diatasnya. Adapun beberapa jenis campuran perkerasan lentur diantaranya *Asphalt Concrete (AC)*, *Porous Asphalt (PA)* serta *Hot Rolled Asphalt (HRA)*.

2. Konstruksi perkerasan kaku (*Rigid pavement*) Konstruksi perkerasan jenis ini merupakan struktur perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan dasar untuk mengikat agregat. Disebut sebagai perkerasan kaku dikarenakan pelat beton tidak

bisa kembali ke bentuk awal ketika terjadi pembebanan maksimum yang diakibatkan oleh lalu lintas di atasnya. Perkerasan kaku tidak memungkinkan terjadinya defleksi maka dari itu perencanaan tebal perkerasan dan tulangan harus direncanakan sedemikian rupa agar kondisi jalan dapat bertahan sesuai dengan umur yang direncanakan. Perkerasan kaku biasanya digunakan di daerah industri dimana intensitas lalu lintas cukup berat dikarenakan banyak aktivitas alat berat yang melintasi kawasan tersebut. Perkerasan kaku cenderung lebih kuat daya dukungnya apabila kita bandingkan dengan perkerasan lentur hanya saja tingkat kenyamanannya tidak sebanding dengan perkerasan lentur.

3. Konstruksi perkerasan komposit (*Composite Pavement*) Konstruksi komposit merupakan gabungan antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur. Struktur lapisannya di lapangan biasanya menggunakan beton di bawah lapisan aspal. Ketebalan aspal harus dipertimbangkan agar mencegah retak refleksi dari struktur perkerasan kaku (beton) yang ada di bawahnya. Perkerasan jalan terdiri dari beberapa material pendukung yang saling berkorelasi satu dengan yang lain. Adapun material pendukung yang terdapat pada perkerasan jalan yaitu :

A. Agregat

Agregat merupakan material dari alam yang kita gunakan sebagai campuran dari suatu struktur. Agregat berfungsi sebagai salah satu penguat daya dukung suatu struktur ataupun campuran. Agregat biasanya dibedakan menjadi 2 jenis yaitu agregat kasar dan agregat halus. Agregat kasar contohnya adalah batu granit, batu silica, batu pecah dan agregat halus contohnya adalah pasir [4]

B. Aspal

Aspal merupakan material yang berasal dari alam maupun hasil penyulingan minyak dengan ciri berwarna coklat gelap kehitaman, memiliki tingkat kelekatan yang tinggi dan komponen penyusun utamanya adalah bitumen [5]. Aspal bersifat viskoelastis yaitu aspal akan mencair apabila berada pada suhu panas tertentu kemudian aspal dapat kembali ke wujud awalnya jika didiamkan pada suhu ruang.

C. Filler

Filler merupakan mineral agregat yang tersusun dari fraksi halus sekitar ( $\pm 85\%$ ) dan lolos saringan nomor 200 (0,075 mm). Filler atau biasa disebut sebagai bahan pengisi tidak boleh dalam keadaan basah sehingga harus dipastikan bahkan di oven terlebih dahulu agar filler berada pada posisi kering [2].

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Tinjauan Umum

Metode penelitian yang digunakan oleh penulis untuk analisa campuran perkerasan lentur adalah metode experiment atau pengujian di laboratorium. Pengujian perkerasan dilakukan dengan menggunakan 18 sampel benda uji. Sampel yang terhitung pada laporan pengujian ini merupakan sampel yang berhasil. Sampel yang gagal tidak dimasukkan pada perhitungan dan laporan penelitian ini. Adapun rincian sampel penelitian sebagai berikut :

Tabel 1. Rincian Benda Uji

No	Uji	Jumlah
1	Aspal Konvensional	3 Sampel Uji (1A-1C)
	Aspal Konvensional + Fly Ash	3 Sampel Uji (2A-2C)
2	Aspal Konvensional + Limbah Keramik (Pengganti Agregat Kasar)	3 Sampel Uji (3A-3C)
3	Aspal Konvensional + Limbah Keramik (Pengganti Agregat Kasar) + Flyash	3 Sampel Uji (3A-3C)
4	Aspal Konvensional + Limbah Keramik (Pengganti Agregat Halus)	3 Sampel Uji (4A-4C)
5	Aspal Konvensional + Limbah Keramik (Pengganti Agregat Halus) + Flyash	3 Sampel Uji (5A-5C)

Adapun metode pengumpulan data yang digunakan dalam laporan penelitian ini yaitu :

1. Studi Literatur

Metode dengan cara mengumpulkan informasi, data serta teori-teori yang relevan dari sumber-sumber seperti jurnal,

buku, penelitian terdahulu, dokumentasi, dan internet.

2. Pengujian Laboratorium

Metode ini adalah metode verifikatif dengan menguji langsung sampel yang dicetak, data- data hasil pengujian kemudian diolah dan dibandingkan untuk menghasilkan hasil dan kesimpulan. Teknik pengujian dilakukan sesuai dengan peraturan dan standar yang berlaku.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Volumetrik Agregat dan Aspal

Agregat kasar, halus dan aspal perlu dilakukan pemeriksaan volumetrik untuk memastikan apakah bahan campuran perkerasan sudah sesuai dengan spesifikasi yang berlaku. Apabila ada agregat yang tidak sesuai spesifikasi maka agregat tidak bisa digunakan. Adapun hasil pengujian volumetrik agregat sebagai berikut :

Tabel 2. Volumetrik Ageragat Halus

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Binamarga
1	Penyerapan %	2,80%	max 3%
2	Berat Jenis Bulk	3,08	min 2,5
3	Berat jenis SSD	3,28	min 2,5
4	Berat jenis <i>Apparent</i>	2,93	-

Agregat halus berupa pasir yang telah dipersiapkan untuk bahan campuran. Agregat halus terlebih dahulu dibersihkan dari lumpur dan senyawa lainnya dengan cara dicuci hingga bersih. Pemilihan agregat halus sangat menentukan kualitas dari campuran perkerasan.

Tabel 3. Volumetrik Ageragat Halus

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Binamarga
1	Penyerapan (%)	0,27%	max 3%
2	Berat jenis Bulk	2,9	min 2,5
3	Berat jenis SSD	2,91	min 2,5
4	Berat jenis <i>Apparent</i>	2,93	-

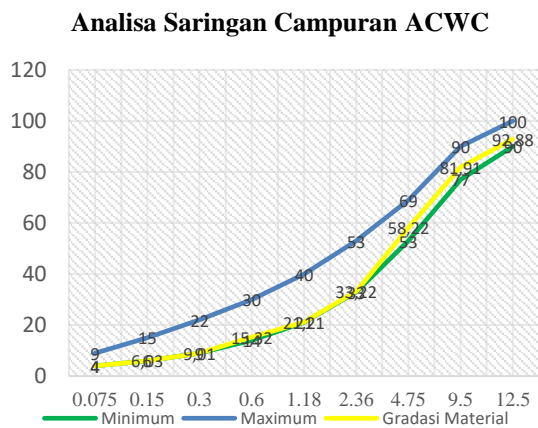
Agregat halus berupa pasir yang telah dipersiapkan untuk bahan campuran. Agregat halus terlebih dahulu dibersihkan dari lumpur dan senyawa lainnya dengan cara dicuci hingga bersih. Pemilihan agregat halus sangat menentukan kualitas dari campuran perkerasan.

Tabel 4. Volumetrik Aspal

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Binamarga
1	Pengujian Penetrasi Aspal	62,7 mm	60- 70 m
2	Pengujian Titik Lembek Aspal	67 'C	> 48 'C
3	Pengujian Titik Nyala	251,6 'C	> 232 'C
4	Pengujian Titik Bakar	273 'C	> 232 'C
5	Kadar Aspal	6,32%	Metode Luas Permukaan

Penyerapan agregat kasar tidak boleh lebih dari 3%, apabila kadar penyerapan melebihi 3% maka agregat tidak bisa digunakan. Hal ini dikarenakan permeabilitas pada agregat cukup besar sehingga air lebih banyak diserap oleh agregat yang menyebabkan agregat lembab dan rapuh akibat terlalu banyak kadar air didalamnya. Berdasarkan pemeriksaan laboratorium didapatkan hasil bahwa agregat kasar yang akan digunakan pada campuran telah sesuai dengan Spesifikasi Umum Binamarga Tahun 2018 [6]. Metode pengujian agregat menggunakan landasan acuan SNI ASTM C136 : 2012.

Kadar aspal optimum yang digunakan pada penelitian penulis adalah 6,32 % menggunakan metode perhitungan luas permukaan. Kadar aspal optimum kemudian dicampur dengan agregat kasar, sedang dan halus untuk dibuatkan sampel benda uji.



Gambar 1. Grafik Analisa Saringan Campuran ACWC

### 3.2. Hasil Pengujian Marshall

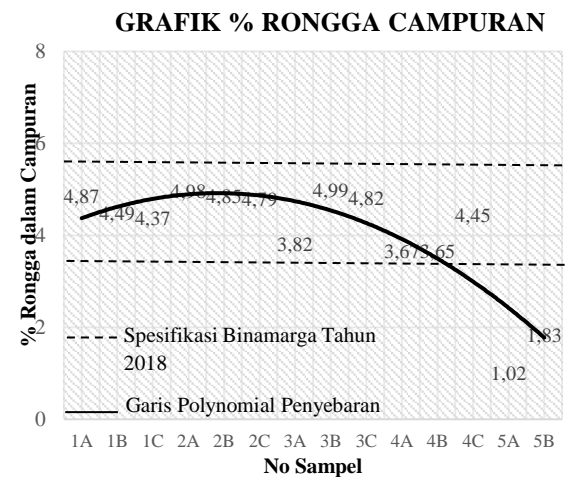
Benda uji yang telah di cetak keluar menggunakan ekstruder harus ditimbang berat nya terlebih dahulu, setelah itu benda uji di ukur ketebalannya. Benda uji kemudian direndam dalam *waterbath* selama 24 jam lalu direndam kembali dengan suhu 60°C selama 30 menit. Setelah itu benda uji diletakkan pada alat *marshall* dan didapatkan hasil nilai stabilitas dan kelelahan. Kemudian data hasil uji *marshall* diolah untuk mencari nilai VIM, VMA, VFA dan MQ. Berikut terlampir detail perhitungan dan grafik dari masing – masing pengujian.

Benda uji yang telah dilakukan pengujian *marshall* kemudian dianalisa dan dikelompokkan dalam satu tabel guna mempermudah pembacaan data. Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium dapat kita lihat bahwa benda uji konvensional atau benda uji yang tidak menggunakan bahan tambahan apapun pada campurannya memiliki nilai *Marshall Quotient* rerata sebesar 1004,608 kg/mm. Nilai VIM, VMA dan VFA juga telah memenuhi spesifikasi Binamarga Tahun 2018. Benda uji menggunakan limbah keramik sebagai agregat kasar memiliki nilai MQ rerata sebesar 722,211 kg/mm, nilai VIM, VMA dan VFA dari benda uji modifikasi campuran limbah keramik sebagai agregat kasar juga memenuhi spesifikasi dari Binamarga Tahun 2018.

Benda uji yang menggunakan limbah keramik sebagai agregat halus justru mengalami penurunan nilai MQ yang cukup

drastis dan tidak memenuhi spesifikasi Binamarga yaitu rata rata 240,107 kg/mm. Nilai VIM pada campuran modifikasi aspal menggunakan limbah keramik juga tidak memenuhi spesifikasi dari Binamarga Tahun 2018, sementara nilai VMA dan VFA memenuhi spesifikasi Bina Marga.

#### A. Rongga dalam Campuran (*Void in Mixture*)



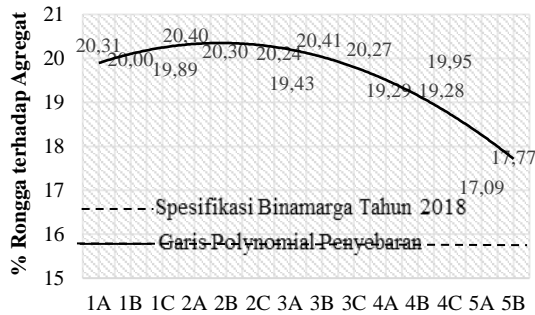
Gambar 2. Grafik Rongga dalam Campuran (*Void in Mixture*)

Berdasarkan grafik diatas dapat kita lihat ada 2 garis hitam horizontal dan 1 garis berwarna biru melengkung. 2 garis hitam tersebut merupakan batasan minimum dan maksimum dari spesifikasi Binamarga Tahun 2018 sedangkan garis lengkung merupakan garis polynomial yang berarti bahwa nilai pengujian sampel bervariasi dan fluktuatif (naik dan turun).

Sampel 1A – 4B semuanya memenuhi persyaratan binamarga. Syarat minimum rongga pada campuran adalah 3% - 5%. Sedangkan Sampel 5A – 6B tidak memenuhi spesifikasi minimum rongga dalam campuran. Sampel 6A & 6B (limbah keramik menggantikan agregat halus dengan tambahan *filler flyash*) tidak bisa dilakukan pengujian *marshall* karena sampel tidak melekat antara agregat dan aspal sehingga ketika dikeluarkan dari mesin *extruder* agregat dan aspal terurai masing – masing.

#### B. Rongga dalam Mineral (*Void In Mineral Agreggate*)

GRAFIK % RONGGA TERHADAP AGREGAT



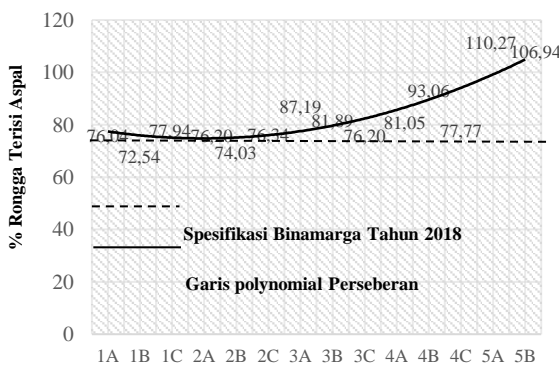
No Sampel

Gambar 3. Grafik Rongga dalam Mineral (*Void in Miner ale Agregat*)

Grafik diatas menunjukkan bahwa hampir seluruh benda uji melewati minimum persen rongga mineral agregat. Menurut Spesifikasi Umum Binamarga Tahun 2018 minimum persen rongga mineral agregat pada campuran ACWC (*Asphalt Concrete Wearing Course*) adalah 15%. Apabila nilai VMA kecil maka saat campuran dipadatkan aspal tidak bisa mengikat secara maksimal karena aspal tidak bisa menyelimuti keseluruhan agregat. Pori yang terdapat pada agregat juga tidak terisi aspal sehingga ada rongga yang menyebabkan agregat memiliki rongga. Apabila ini dibiarkan maka kelekatan aspal terhadap agregat tidak sempurna, sehingga memungkinkan aspal rusak sebelum umur yang direncanakan.

**C. Rongga Terisi Aspal (*Void In Filled with Asphalt*)**

GRAFIK % RONGGA TERISI ASPAL



No Sampel

Gambar 4. Grafik Rongga Terisi Aspal (*Void In Filled with Asphalt*)

Berdasarkan Spesifikasi Umum Binamarga tahun 2018 minimum persen rongga terisi aspal pada campuran ACWC (*Asphalt Concrete Wearing Course*) adalah 65%. Apabila persen VFA lebih rendah dari 65% maka campuran perkerasan tidak boleh digunakan dilapangan karena ditakutkan apabila ditimpa beban lalu lintas perkerasan akan terurai material penyusunnya karena kandungan aspal tidak mampu mengikat agregat dan mengisi rongga pada campuran dengan sempurna.

**4. KESIMPULAN**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di laboratorium Universitas Internasional Batam tentang analisa limbah keramik sebagai alternatif pengganti agregat didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Agregat penyusun campuran perkerasan sudah memenuhi spesifikasi minimum Bina Marga Tahun 2018. Berdasarkan spesifikasi Bina Marga minimum nilai untuk berat jenis agregat yang dapat digunakan sebagai campuran perkerasan adalah 2,5. Berdasarkan penelitian di laboratorium agregat kasar memiliki nilai berat jenis sebesar 2,9 dan nilai berat jenis agregathalus sebesar 3,08.
2. Aspal telah memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu nilai penetrasi 63,0667 mm, titik lembek aspal berada di suhu 67°C, titik nyala berada di suhu 251,6°C dan titik bakar pada suhu 273°C.
3. Kadar aspal optimum menggunakan metode luas permukaan didapatkan kadar aspal optimum sebesar 6,32%.

Hasil pengujian Marshall Benda uji konvensional memenuhi spesifikasi Bina Marga. Untuk aspal modifikasi limbah keramik sebagai pengganti agregat kasar memenuhi spesifikasi Bina Marga mulai dari nilai VIM, VMA dan VFA. Sedangkan untuk limbah keramik sebagai alternatif pengganti agregat halus tidak bisa dilakukan pengujian karakteristik marshall karena agregat tidak merekat satu sama lain. Jadi limbah keramik tidak bisa dijadikan alternatif pengganti agregat halus tetapi, limbah keramik bisa menjadi alternatif

pengganti agregat kasar meskipun stabilitasnya tidak setinggi aspal konvensional, akan tetapi sudah memenuhi spesifikasi minimum yang berlaku pada Bina Marga.

### Ucapan Terima Kasih

Dalam penyusunan penelitian ini diucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang terlibat dalam penulisan skripsi saya, antara lain dosen dan tenaga pendidik di jurusan Teknik Sipil dan Universitas Internasional Batam.

### Daftar Pustaka

- [1] Badan Pusat Statistik. (2019). *Kepadatan Penduduk Kota Batam Tahun 2016 - 2018*. Opgehaal van.
- [2] S. Sukirman, *Perkerasan Lentur Jalan Raya (Road Flexible Pavement, Indonesian Language)*, no 10. Bandung: NOVA, 1999.
- [3] American Concrete Pavement Association, "Differences Between Concrete and Asphalt Pavement", 2013. [Online]. Available at : [http://overlays.acpa.org/Concrete\\_Pavement/Technical/Fundamentals/Differences\\_Between\\_Concrete\\_and\\_Aspphalt.asp](http://overlays.acpa.org/Concrete_Pavement/Technical/Fundamentals/Differences_Between_Concrete_and_Aspphalt.asp).
- [4] L.W. Hatherley; P.C. Leaver, *Asphaltic Road Materials*. United Kingdom: Hodder & Stoughton Educational, 1967.
- [5] A. Young, J.Francis., Mindess, Sidney., Gray, Robert J., & Bentur, "The Science and Technology of Civil Engineering Materials", 1998.
- [6] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, "Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan (General Specifications of Bina Marga 2018 for Road Works and Bridges)", no September, 2018.
- [7] D. Suhirkam, R. Marpaung dan L. Flaviana, "Aspal Panas Jenis AC-WC dengan Campuran," *Pilar*, vol. 11, no. Vol. 11 No. 1 (2015): PILAR 05032015, p. 1, 2015.