

**PERENDAMAN LATASTON MENGGUNAKAN CAMPURAN  
AGREGAT HALUS PASIR PANTAI PADA PARAMETER  
MARSHALL**



**UNGGUT KENCONO JATI**

**5415107567**

**Skripsi ini Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam  
Mendapatkan Gelar Sarjana**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK BANGUNAN**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**2016**

## ABSTRAK

UNGGUT KENCONO JATI. **Perendaman Lataston Menggunakan Agregat Halus Pasir Pantai Pada Parameter Marshall**. Skripsi, Jakarta: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Februari 2016.

Permasalahan perkerasan jalan yang kompleks adalah kerusakan jalan yang disebabkan antara lain karena beban lalu lintas berulang yang berlebihan (*overload*), panas/ suhu udara, air dan hujan, serta mutu awal produk yang jelek. Berdasarkan kajian dan penelitian, pemanfaatan secara ekonomis pasir pantai belum optimal dalam bidang konstruksi termasuk lapis perkerasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai parameter *Marshall* pada Lataston HRS-WC yang menggunakan pasir pantai sebagai agregat halusnya dengan menggunakan perendaman sampel 1 hari, 2 hari, dan 3 hari. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium Jalan Balai Irigasi Bekasi selama periode September 2015 hingga Januari 2016.

Data agregat halus dari Pasir Pantai Carita yang diambil pada jarak 20 meter dari bibir pantai didapatkan berat jenis agregat halus pasir Pantai Carita sebesar 3,0574 dengan penyerapan 0,9387% dan kadar garam sebesar 0%.

Penelitian menggunakan 3 variasi kadar agregat halus yaitu 0% ; 50% ; 100% dengan sampel uji masing-masing kadar sebanyak 3 (tiga) buah dengan perlakuan perendaman 3 (tiga) hari untuk masing-masing variasi dan menggunakan kadar aspal rencana sebesar 5%. Pada penelitian ini nilai optimum sampel tanpa perendaman berada pada variasi kadar 50% pasir Pantai Carita dengan nilai stabilitas sebesar 927,072 kg, kelelahan (*flow*) sebesar 3,5 mm, MQ sebesar 264,878 kg/mm, VMA 15,77%, VFB 69,941% dan VIM 4,394%.

Hasil dari pengujian *Marshall* pada sampel dengan perendaman 1 hari, 2 hari, dan 3 hari menunjukkan bahwa nilai stabilitas pada kadar 0% ; 50% ; 100% memenuhi persyaratan minimum untuk lalu-lintas berat, yaitu pada variasi 0% hari kedua dan ketiga, variasi 50% pada hari kedua dan 100% pada hari kedua. Pada variasi kadar 0% nilai VMA dan VFB tidak memenuhi persyaratan minimum, Pada variasi kadar 50% Nilai VMA tidak memenuhi persyaratan yaitu dibawah nilai minimum, dan pada variasi kadar 100% . Nilai VMA dan VIM tidak memenuhi persyaratan minimum.

**Kata kunci** : *Pasir Pantai Carita, Lataston HRS-WC, Parameter Marshall*

## **ABSTRACT**

**UNGGUT KENCONO JATI. *Soaking Lataston Using Fine Aggregate Sand Beach At Marshall Parameter.*** Thesis, Jakarta: Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Jakarta, February 2016.

*The problem is complex pavement road damage is caused partly because of the traffic load excessively repetitive (overload), heat / air temperature, water and rain, as well as the poor quality of the initial product. Based on the study and research, the use of economically sand beach is not optimal in the construction field, including pavement. This study aims to determine the value of the parameter Marshall in Lataston HRS-WC that uses sand as the fine aggregate by using immersion samples of 1 day, 2 days, and 3 days. This study used an experimental method which is carried out at the Laboratory Institute of Irrigation Jalan Bekasi during the period September 2015 to January 2016.*

*Fine aggregate data from Carita beach sand taken at a distance of 20 meters from the beach obtained the specific gravity of fine aggregate sand Carita Beach by 3.0574 to 0.9387% absorption and salinity of 0%.*

*The study used three fine aggregate content variation of 0%; 50%; 100% with test samples of each grade of 3 (three) pieces by soaking treatment three (3) days for each variation and use plan bitumen content of 5%. In this study, the optimum value without soaking the samples are at levels of 50% variation Carita beach sand with the stability of the value of 927.072 kg, flow (flow) of 3.5 mm, MQ amounted to 264.878 kg / mm, 15.77% VMA, VFB 69.941% and VIM 4.394%.*

*The results of the Marshall test sample with immersion 1 day, 2 days, and 3 days show that the value of stability at levels of 0%; 50%; 100% meets the minimum requirements for heavy traffic, ie on the variation of 0% the second and third day, a variation of 50% on the second day and 100% on the second day. In a variation of 0% level VMA and VFB value does not meet the minimum requirements, on the content variation of 50% Value VMA does not meet the requirements of which is below the minimum value, and the content variation of 100%. VMA value and VIM does not meet the minimum requirements.*

**Keywords:** Sand Beach Carita, Lataston HRS-WC, Parameter Marshall

## LEMBAR PENGESAHAN

<b>Nama Dosen</b>	<b>Tanda Tangan</b>	<b>Tanggal</b>
Ir. Tri Mulyono, MT (Dosen Pembimbing Materi)	-----	-----
Yusfita Chrisnawati, S. Pd. T. M. Sc (Dosen Pembimbing Metodologi)	-----	-----

## PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

<b>Nama Dosen</b>	<b>Tanda Tangan</b>	<b>Tanggal</b>
R. Eka Murtinugraha, M. Pd (Ketua Penguji)	-----	-----
Dr. Gina Bachtiar, MT (Penguji I)	-----	-----
Anisah, MT (Penguji II)	-----	-----

## HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri dengan arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia untuk menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 2016  
Yang membuat pernyataan

Unggut Kencono Jati  
5415107567

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena izin dan kehendaknya penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul "Perendaman Lataston Menggunakan Agregat Halus Pasir Pantai Pada Parameter Marshall". Skripsi merupakan salah satu syarat kelulusan akademik di dalam jenjang Program S1 Pendidikan Teknik Sipil Universitas Negeri Jakarta. Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penulisan Skripsi ini antara lain berdasarkan penelitian eksperimen di Laboratorium dan data yang diperoleh dari hasil penelitian serta tanya jawab langsung dengan dosen pembimbing Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta dan teknisi di Laboratorium Jalan Balai Irigasi.

Dalam proses penyelesaian Skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Orang tua tercinta dan saudara kandung penulis, yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil.
2. R. Eka Murti Nugraha, M.Pd. selaku Ketua Program Studi S1 Pendidikan Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil FT UNJ dan Koordinator Penyelesaian Studi Prodi Jurusan Teknik Sipil FT UNJ.
3. Ir. Tri Mulyono, MT. selaku Dosen Pembimbing Materi yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, sumbangan pikiran, saran dan referensi sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
4. Yusfita Chrisnawati, S.Pd. T. M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Metodologi yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, sumbangan pikiran dan saran sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
5. Bapak Bejo dan Bapak Wawan selaku penyelia dan teknisi di Laboratorium Jalan Balai Irigasi yang telah membantu dalam seluruh kegiatan di laboratorium sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
6. Teman-teman S1 Pendidikan Teknik Bangunan angkatan 2010 khususnya kelas Non Reguler yang tidak dapat disebutkan satu per satu karena keterbatasan tempat penulisan.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan. Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi tercapainya penelitian serupa pada masa yang akan datang. Akhir kata penulis berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan di bidang teknik sipil bagi yang membacanya.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Jakarta, Februari 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>II</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>II</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>IV</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>V</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>VI</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>VII</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>X</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>XI</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>XII</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang Masalah .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Identifikasi Masalah .....</b>	<b>6</b>
<b>1.3 Pembatasan Masalah .....</b>	<b>7</b>
<b>1.4 Perumusan Masalah .....</b>	<b>8</b>
<b>1.5 Tujuan Penelitian.....</b>	<b>8</b>
<b>1.6 Manfaat Penelitian.....</b>	<b>8</b>
<b>BAB II KERANGKA TEORITIS, KERANGKA BERPIKIR DAN HIPOTESIS PENELITIAN .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Kerangka Teori .....</b>	<b>10</b>
2.1.1 Jalan .....	10
2.1.1.1 Konstruksi Perkerasan Jalan .....	11
2.1.1.2 Perkerasan Lentur .....	11
2.1.1.3 Perkerasan Aspal Beton .....	13
2.1.2 Lataston (HRS-WC) Menurut Lapisannya .....	16
2.1.3 Aspal .....	18
2.1.3.1 Jenis Aspal .....	20
2.1.3.2 Aspal Minyak.....	20
2.1.3.3 Persyaratan Aspal Keras .....	22
2.1.4 Agregat .....	22
2.1.4.1 Gradasi Agregat .....	24
2.1.5 Bahan Pengisi ( <i>Filler</i> ) .....	28
2.1.6 Pasir Pantai Carita .....	29
2.1.7 Sifat Fisik Aspal dan Agregat.....	31
2.1.7.1 Sifat Fisik Aspal .....	31
2.1.7.2 Ukuran, Bentuk, dan Tekstur Butir Agregat.....	34
2.1.7.3 Berat Jenis ( <i>Specivic Gravity</i> ) dan Penyerapan Agregat ( <i>Absorpsi</i> ) .....	36
2.1.7.4 Kadar Lumpur Agregat.....	38
2.1.7.5 Kadar Unsur Agregat .....	39
2.1.7.6 Keausan Agregat.....	39
2.1.8 Perendaman Lama Pada Sampel.....	40
2.1.9 Parameter Pengujian <i>Marshall</i> .....	41

2.1.9.1 Stabilitas .....	41
2.1.9.2 Kelelehan .....	42
2.1.9.3 Densitas.....	42
2.1.9.4 <i>Marshall</i> Quotient.....	42
2.1.9.5 Rongga Terisi Aspal (VFB).....	43
2.1.9.6 Rongga Dalam Campuran ( <i>Void in The Mix</i> ) .....	43
2.1.9.7 Rongga Antara Mineral Agregat (VMA) .....	44
<b>2.2 Penelitian Relevan.....</b>	<b>45</b>
<b>2.3 Kerangka Berpikir .....</b>	<b>50</b>
<b>2.4 Hipotesis.....</b>	<b>51</b>
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>52</b>
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....</b>	<b>52</b>
<b>3.2 Metode Penelitian.....</b>	<b>52</b>
<b>3.3 Rancangan Penelitian .....</b>	<b>53</b>
<b>3.4 Pengambilan Sampel .....</b>	<b>55</b>
3.4.1 Populasi .....	55
3.4.2 Sampel .....	55
<b>3.5 Prosedur Penelitian.....</b>	<b>56</b>
3.5.1 Tahap Persiapan Perlengkapan .....	56
3.5.2 Pemeriksaan Bahan.....	59
3.5.3 Perencanaan Campuran Proporsi Campuran ( <i>Mix Design</i> ).....	60
3.5.3.1 Perencanaan Agregat Gabungan Cara Perhitungan Analitis ....	60
3.5.3.2 Penentuan Kadar Aspal Rencana.....	62
3.5.4 Pembuatan Benda Uji .....	62
3.5.5 Tahap Perendaman Sampel Dalam Air Laboratorium .....	64
3.5.6 Tahap Pengujian Benda Uji.....	65
3.5.6.1 Pengukuran Stabilitas dan Flow .....	65
<b>3.6 Teknik Pengambilan Data.....</b>	<b>66</b>
<b>3.7 Teknik Analisis Data.....</b>	<b>66</b>
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>68</b>
<b>4.1 Deskripsi Uji Pendahuluan .....</b>	<b>68</b>
4.1.1 Pengujian Aspal.....	68
4.1.2 Pengujian Agregat Kasar .....	68
4.1.3 Pengujian Agregat Halus .....	69
4.1.4 Pengujian <i>Filler</i> .....	70
<b>4.2 Pembuatan Benda Uji.....</b>	<b>71</b>
4.2.1 Perencanaan Campuran .....	71
4.2.2 Pencampuran Benda Uji .....	71
<b>4.3 Deskripsi Hasil Pengujian <i>Marshall</i> .....</b>	<b>73</b>
<b>4.4 Pembahasan Hasil Pengujian.....</b>	<b>75</b>
4.4.1 Uji Pendahuluan .....	75
4.4.2 Stabilitas .....	76
4.4.3 Kelelehan ( <i>Flow</i> ) .....	77
4.4.4 <i>Marshall</i> Quotient (MQ) .....	78
4.4.5 Rongga Dalam Agregat (VMA) .....	80
4.4.6 Rongga Terisi Aspal (VFB).....	81

4.4.7 Rongga Dalam Campuran (VIM).....	82
4.4.8 Hubungan Stabilitas dengan Flow, MQ, VMA, VFB, dan VIM.....	83
<b>4.5 Keterbatasan Penelitian .....</b>	<b>88</b>
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>89</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>89</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>90</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>91</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persyaratan Aspal Keras .....	22
Tabel 2.2 Persyaratan Gradasi Agregat Halus .....	26
Tabel 2.3 Gradasi Agregat Kasar .....	27
Tabel 2.4 Gradasi Bahan Pengisi ( <i>filler</i> ).....	27
Tabel 2.5 Gradasi Campuran .....	28
Tabel 2.6 Batas-batas Bahan Bergradasi Senjang.....	28
Tabel 2.7 Jenis-jenis Semen Portland .....	38
Tabel 2.8 Persyaratan Campuran .....	45
Tabel 2.9 Penelitian Relevan.....	49
Tabel 3.1 Sampel Benda Uji Marshall .....	56
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Pendahuluan Aspal .....	68
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar .....	69
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Pasir Pantai (Agregat Halus) .....	69
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Pasir Bangka Belitung .....	69
Tabel 4.5 Uji Analisa Saringan Pasir Pantai .....	70
Tabel 4.6 Uji Analisa Saringan Pasir Bangka Belitung .....	70
Tabel 4.7 Proporsi Bahan Campuran .....	71
Tabel 4.8 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> .....	74

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lapisan Perkerasan Jalan .....	13
Gambar 2.2 Berat Jenis Aspal .....	32
Gambar 2.3 Pengujian Daktilitas .....	32
Gambar 2.4 Pengujian Titik Lembek .....	33
Gambar 2.5 Pengujian Penetrasi .....	34
Gambar 2.6 Pengujian Titik Nyala dengan Cleveland Open Cup .....	34
Gambar 2.7 Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar dan Agregat Halus Pasir Pantai .....	36
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	54
Gambar 4.1 Alat Memanaskan Aspal .....	72
Gambar 4.2 Alat Pengaduk Bahan Campuran Aspal .....	72
Gambar 4.3 (a) Cetakan Benda Uji, (b) Pematatan Benda Uji, (c) Hasil Benda Uji Setelah Pematatan .....	73
Gambar 4.4 Grafik Stabilitas Sampel Dengan Perendaman .....	76
Gambar 4.5 Grafik Kelelehan ( <i>flow</i> ) Sampel dengan Perendaman .....	78
Gambar 4.6 Grafik MQ Sampel dengan Perendaman.....	79
Gambar 4.7 Grafik VMA Sampel dengan Perendaman.....	80
Gambar 4.8 Grafik VFB Sampel dengan Perendaman .....	81
Gambar 4.9 Grafik VIM Sampel dengan Perendaman .....	82
Gambar 4.10 Hubungan stabilitas dengan kelelehan ( <i>flow</i> ).....	83
Gambar 4.11 Hubungan stabilitas dengan <i>marshall quotient</i> (MQ) .....	84
Gambar 4.12 Hubungan stabilitas dengan <i>void in mineral aggregates</i> (VMA) ...	85
Gambar 4.13 Hubungan stabilitas dengan <i>void filled with bitumen</i> (VFB) .....	86
Gambar 4.14 Hubungan stabilitas dengan <i>void in the mix</i> (VIM) .....	87

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Izin Penelitian.....	94
Lampiran 2. Surat Balasan Laboratorium .....	95
Lampiran 3. Lembar Konsultasi Skripsi .....	96
Lampiran 4. Berat Jenis Aspal .....	100
Lampiran 5. Daktilitas Aspal .....	101
Lampiran 6. Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal .....	102
Lampiran 7. Titik Lembek Aspal .....	103
Lampiran 8. Penetrasi Aspal .....	104
Lampiran 9. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar .....	105
Lampiran 10. Keausan Agregat Kasar .....	106
Lampiran 11. Kadar Lumpur Agregat Halus Pasir Bangka Belitung .....	107
Lampiran 12. Kadar Lumpur Agregat Halus Pasir Pantai Carita.....	108
Lampiran 13. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus Pasir Bangka Belitung .....	109
Lampiran 14. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus Pasir Pantai Carita ...	110
Lampiran 15. Perencanaan Campuran Cara Analitis .....	111
Lampiran 16. Berat Jenis Filler .....	113
Lampiran 17. Perhitungan Proporsi Agregat .....	114
Lampiran 18. Tabel Korelasi Benda Uji .....	115
Lampiran 19. Hasil Pengujian Marshall.....	116
Lampiran 20. Dokumentasi Penelitian .....	117
Lampiran 21. Daftar Riwayat Hidup.....	119

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Wilayah Indonesia terdiri dari kepulauan yang mempunyai panjang pantai nomor empat di dunia (Departemen Kelautan Indonesia, 2009). Data dasar rupa bumi wilayah Indonesia yang berlaku ternyata tak sesuai hasil survei di lapangan. Total panjang garis pantai Indonesia adalah 99.093 kilometer. Data baru itu merujuk hasil telaah teknik pemetaan Tim Kerja Pembakuan Nama Pulau, Perhitungan Garis Pantai dan Luas Wilayah Indonesia. Data ini melebihi panjang yang diumumkan PBB pada tahun 2008 tercatat sebesar 95.181 kilometer atau bahkan dari angka yang sering dipergunakan berbagai pihak lain sebelumnya sebesar 81.000 kilometer. Sesuai ketentuan PBB, pengukuran panjang garis pantai dilakukan pada tinggi muka laut rata-rata sementara jumlah pulau di Indonesia, yaitu sebanyak 13.466 pulau berdasarkan data Badan Informasi Geospasial, 2013 (Samantha, 2013).

Teluk Banten yang terletak diujung barat Pulau Jawa merupakan lingkungan perairan semi tertutup yang menghadap ke laut Jawa. Pantai yang berada di Teluk Banten adalah Pantai Carita, pasir yang ada di Pantai Carita pun berbeda-beda, terdapat pasir yang berwarna putih dan ada yang berwarna hitam, teksturnya cenderung lebih halus dari pasir sungai. Litologi daratan yang mengelilingi teluk tersebut sebagian besar tersusun atas batuan vulkanik dan magnetik, serta endapan alluvial. Pengamatan megaskopis terhadap contoh-contoh sedimen di tepi perairan teluk banten menunjukkan adanya lumpur yang bertekstur lembut, berwarna

coklat dan abu-abu kehijauan yang mengandung pecahan batuan dan mineral. Hasil analisis ukuran butir sedimen menunjukkan bahwa sedimen tepi teluk Banten itu terdiri dari fraksi gravel (>2mm), pasir (2-0,063 mm), lanau (0,063-0,004 mm), dan lempung (<0,004 mm). Pembagian fraksi ini dibagi menjadi 58% lempung, 33% pasir, 5% gravel, dan 4% lanau (Yunia Witasari, 2002).

Pasir pantai merupakan bahan alternatif yang tepat sebagai pengganti agregat halus untuk lapis perkerasan jalan khusus pada daerah pesisir pantai. Pasir pantai dengan deposit yang berlimpah belum sepenuhnya dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, dengan pemeriksaan yang tepat dan cermat, maka pemanfaatan pasir Pantai Carita sebagai campuran beton aspal merupakan salah satu solusi, khusus bagi daerah yang memiliki deposit pasir pantai, tetapi sulit untuk mendapatkan pasir sungai. Berdasarkan penelitian sebelumnya (Ayu Nastiti, 2015), jenis lapis tipis aspal beton (HRS-WC) dengan menggunakan pasir pantai Carita memiliki kadar unsur dominan (Fe) sebesar 52,2%. Pasir pantai yang digunakan sebagai benda uji dalam penelitian ini diperkirakan memiliki kandungan besi (*Fe*) yang cukup tinggi sehingga pasir ini memiliki berat jenis yang lebih tinggi dibanding pasir sungai sehingga penyerapan air pun akan lebih kecil.

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu-lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (Undang-Undang Republik Indonesia No. 22, Tahun 2009). Pada tahun 2013 panjang jalan yang ada di Indonesia mencapai 508.000

km yang terdiri dari 287.926 km jalan aspal dan 220.074 jalan non aspal, dan terbagi menjadi 38.570 km jalan negara, 53.642 km jalan provinsi, dan 415.788 km jalan kabupaten / kota (Badan Pusat Statistik, 2013).

Masalah perkerasan jalan utama adalah kerusakan jalan akibat air yang menyebabkan kerugian signifikan. Kerusakan jalan disebabkan antara lain karena beban lalu lintas berulang yang berlebihan (*overload*), panas/ suhu udara, intensitas curah hujan yang tinggi, serta mutu lapis perkerasan yang tidak sesuai persyaratan. Intensitas curah hujan yang tinggi serta sistem drainase yang belum optimal menyebabkan terjadinya genangan air pada konstruksi jalan yang dapat memberi pengaruh yang signifikan terhadap keawetan lapis perkerasan jalan, karena memberikan kesempatan air berinfiltrasi atau masuk ke dalam struktur perkerasan jalan yang dapat menurunkan keawetan lapis perkerasan jalan tersebut. Perencanaan jalan yang baik harus dipelihara dengan baik agar dapat melayani pertumbuhan lalu-lintas selama umur rencana, oleh karena itu perlu adanya pemeliharaan jalan yang rutin dan berkala untuk mempertahankan keamanan dan kenyamanan jalan bagi pengguna dan menjaga daya tahan atau keawetan sampai umur rencana (Suwanto dan Sugiarto, 2004).

Kerusakan jalan di berbagai daerah di Indonesia hampir setiap tahun terjadi. Hasil survei pendapat tahun 2008 dengan responden 214 pakar ahli perkerasan jalan dari berbagai kalangan menyatakan (Mulyono, 2008) prioritas faktor pengaruh kekuatan jalan yaitu pertama, mutu pelaksanaan konstruksi (44,2%), kedua yaitu drainase permukaan (40,2%) dan ketiga, repetisi beban lalu-lintas (15,6%).

Beban muatan lebih terjadi secara kasat mata di setiap lintas utama jalan seperti Lintas Timur Sumatra dan Pantai Utara Jawa. Beban muatan lebih seharusnya dikontrol melalui jembatan timbang yang dioperasikan oleh kabupaten/ kota, dari ketiga faktor tersebut hanya dua yang paling berpengaruh , yang pertama adalah beban muatan lebih dan yang kedua adalah sistem drainase. Teori perkerasan jalan menyatakan air merupakan musuh utama struktur jalan terutama konstruksi flexible pavement (Mulyono, 2008)

Pengaruh infiltrasi air ke dalam pori-pori lapis perkerasan karena sistem drainase jalan yang tidak berfungsi dengan baik (tidak terintegrasi dengan sistem tata air wilayah) (Watmove, 2007) dapat menyebabkan penurunan modulus elastik perkerasan jalan sebesar 30%-50%. Genangan air akan memberikan kesempatan air menerobos pori-pori permukaan jalan beraspal yang akan merusak ikatan agregat aspal.

Indonesia sebagai negara tropis dengan intensitas curah hujan yang tinggi secara langsung jalan-jalan pasti akan berhubungan dengan air, khususnya Jakarta dan sekitarnya dengan sistem drainase yang belum signifikan menunjukkan hasil yang terintegrasi yang faktanya beberapa kali terjadi banjir besar pada beberapa tahun terakhir karena, penyaluran air pada sungai-sungai yang besar belum bisa menampung limpasan air dari hulu. Sebaran banjir di Jakarta Pusat 35 titik, Jakarta Barat 28 titik, di Jakarta Utara 17 titik, delapan titik di Jakarta Timur, dan lima titik di Jakarta Selatan. Rentang waktu air menggenang di permukaan pada saat banjir yaitu 1 hari sampai 2 hari bahkan bisa lebih apabila sistem drainase pada daerah tersebut tidak baik. Tinggi banjir bervariasi antara 10-80 sentimeter (Kepala Pusat Data Informasi dan Humas BNPB, 2015).

Jenis lapisan perkerasan jalan yang digunakan di Indonesia ada dua, yaitu konstruksi lapisan perkerasan kaku yang terbuat dari beton semen dan konstruksi lapisan perkerasan lentur yang terbuat dari campuran agregat dan aspal. Lapisan perkerasan lentur merupakan lapis perkerasan yang menggunakan campuran aspal panas atau *Hot Mix Asphalt* (HMA) sebagai lapis permukaannya. Umumnya terdiri dari 3 lapis atau lebih. Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari konstruksi telford, macadam, penetrasi macadam, batu pecah, dan aspal beton campuran panas (Sukirman, 1999). Perkerasan lentur semakin berkembang dengan dibuatnya perkerasan aspal beton campuran panas. Aspal beton ini dikembangkan lagi menjadi tiga yaitu lapis tipis aspal pasir (Latasir), lapis tipis aspal beton (Lataston), dan lapis aspal beton (Laston).

Hasil dari uji pendahuluan pasir Pantai Carita meliputi berat jenis agregat, penyerapan agregat halus dan uji gradasi agregat halus, pada penelitian ini didapatkan berat jenis agregat halus pasir Pantai Carita sebesar 3,0574 memenuhi syarat berat jenis minimal 2,5 dan penyerapannya 0,9387%, kadar garam sebesar 0% dan gradasi agregat halus memenuhi spesifikasi pengujian analisa saringan agregat halus (SNI - 03 - 1968 - 1990) sehingga pasir Pantai Carita ini dapat digunakan sebagai substitusi agregat halus pada campuran Lataston (HRS-WC).

Penggunaan pasir Pantai Carita sebagai campuran agregat halus pada Lataston yang dilakukan oleh penelitian terkait Ayu Nastiti (2015) hanya menggunakan 100% pasir Pantai Carita berwarna hitam, pasir yang digunakan memenuhi persyaratan dengan nilai  $B_j$  sebesar 4,0727, penyerapannya 0,3437%, kadar garam sebesar 0%, kadar lumpur sebesar 0,34% dan kadar aspal optimum

sebesar 3 %. Penelitian ini tidak melakukan perendaman 1 hari, 2 hari, dan 3 hari sehingga belum diketahui efek perendaman terhadap mutu campuran Lataston.

Merujuk permasalahan yang ada dan uraian pada paragraf sebelumnya, saya mencoba meneliti Lataston dengan menggunakan kadar aspal rencana sebesar 5,33% dan variasi 0% ; 50% ; 100% pasir hitam Pantai Carita yang sudah direndam selama 1 hari sehingga kadar garam menjadi 0% dan dilakukan perendaman lebih dari 1 hari terhadap benda uji Lataston pasir Pantai Carita yaitu 1 hari, 2 hari, 3 hari serta membuat sampel tanpa perendaman sebagai kontrol.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut :

1. Berapa kadar agregat halus optimal pasir Pantai Carita pada campuran Lataston jika dilakukan variasi campuran 0% ; 50% ; 100%?
2. Pada variasi campuran agregat halus berapakah nilai *Marshall* akan meningkat jika tidak dilakukan perendaman 1 hari, 2 hari, dan 3 hari?
3. Apakah perendaman 1 hari, 2 hari, dan 3 hari pada campuran Lataston pasir Pantai Carita dapat berpengaruh secara positif terhadap parameter *Marshall*?
4. Apakah perendaman 1 hari, 2 hari, 3 hari lataston pasir Pantai Carita dapat meningkatkan nilai *Marshall*?
5. Apakah perendaman 1 hari, 2 hari, dan 3 hari pada campuran Lataston pasir Pantai Carita dapat menghasilkan nilai *Marshall* yang memenuhi persyaratan RSNI M-06-2004?

### 1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah diatas, maka diambil batasan masalah sebagai berikut:

1. Jenis perkerasan yang digunakan adalah jenis lapis tipis aspal beton (Lataston).
2. Aspal yang digunakan bersumber dari Cilacap.
3. Agregat kasar yang digunakan sudah berasal dari batu pecah, Bekasi serta agregat halus yang digunakan bersumber dari pasir Bangka Belitung dan pasir Pantai carita
4. Agregat halus yang digunakan sebagai perkerasan jalan jenis Lataston yang akan diteliti menggunakan 0% ; 50% ; 100% pasir pantai Carita Anyer, kota Banten pada jarak  $\pm 20$  m dari bibir pantai saat ketinggian muka air laut tinggi (pasang) dan pengambilan sampel dilakukan pada tanggal 3 oktober 2015.
5. Kadar aspal yang digunakan yaitu menggunakan kadar aspal rencana sebesar 5,33% untuk lalu-lintas berat.
6. Perendaman benda uji dilakukan dengan tiga perlakuan yaitu 1 hari, 2 hari, 3 hari dengan air ph normal.
7. Pengujian dilakukan dengan *Marshall Test*, meliputi : Stabilitas *Marshall*, Pelelehan *Marshall*, *VFA*, *VMA*, *VIM*, Kepadatan (*density*) dan Hasil bagi *Marshall* (*Marshall Quotient*).
8. Penelitian ini tidak membahas tentang kandungan kimia, reaksi kimia dan pengaruh garam yang terjadi dalam campuran benda uji yang dibuat.

#### 1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah di atas dapat di susun suatu perumusan masalah, yaitu apakah perendaman 1 hari, 2 hari, dan 3 hari lataston menggunakan variasi campuran agregat halus pasir pantai pada parameter *Marshall* dapat meningkatkan kualitas Lataston sesuai dengan RSNI M-06-2004?

#### 1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui apakah Lataston pasir Pantai Carita dengan perendaman air yang lama dapat berpengaruh secara positif terhadap kualitas aspal, sehingga didapatkan mutu campuran beraspal yang lebih baik.
2. Mengetahui nilai *Marshall* berupa persen rongga dalam campuran, persen rongga terisi aspal, persen rongga diantara mineral agregat, stabilitas (*stability*), kelelahan (*flow*) dan *Marshall Quatient* pada campuran Lataston pasir pantai Carita dengan perendaman air.

#### 1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Untuk memberikan informasi tambahan mengenai penggunaan pasir pantai carita sebagai agregat halus dalam pembuatan campuran Lataston dengan perendaman air.
2. Memberikan pengetahuan kepada mahasiswa teknik sipil bahwa terdapat bahan alternatif pilihan lain untuk agregat halus dalam perkerasan Lataston.

Sebagai solusi alternatif terhadap permasalahan pembangunan jalan lalu lintas agar kualitas aspal sebagai bahan dasar jalan raya menjadi lebih baik.

**BAB II**

**KERANGKA TEORITIS, KERANGKA BERPIKIR DAN HIPOTESIS**

**PENELITIAN**

**2.1 Kerangka Teori**

**2.1.1 Jalan**

Jalan merupakan lintasan dasar dan utama dalam menggerakkan roda perekonomian Nasional dan daerah, mengingat penting dan strategisnya fungsi jalan untuk mendorong distribusi barang dan jasa sekaligus mobilitas penduduk. Ketersediaan jalan memungkinkan masyarakat mendapatkan akses kemudahan bertransportasi. Untuk itu diperlukan perencanaan struktur perkerasan yang kuat, tahan lama dan mempunyai daya tahan tinggi terhadap deformasi yang terjadi. Kerusakan jalan di Indonesia umumnya disebabkan oleh *physical damage factor* yang berlebih, banyaknya arus kendaraan yang lewat sebagai akibat pertumbuhan jalan kendaraan juga sangat berpengaruh terhadap umur layak kendaraan. Disamping itu kerusakan jalan banyak diakibatkan oleh fungsi drainase struktur jalan kurang baik, akibatnya genangan air dipermukaan jalan meningkat sehingga merusak struktur jalan (Puslitbang PU, 2011).

### **2.1.1.1 Konstruksi Perkerasan Jalan**

Pada dasarnya konstruksi perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi tiga macam (Sukirman, 1999) :

a. Konstruksi Perkerasan Kaku (*rigid pavement*)

Yaitu perkerasan yang menggunakan semen (portland cement) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu-lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton (slab beton).

b. Konstruksi Perkerasan Lentur (*flexible pavement*)

yaitu perkerasan yang menggunakan campuran aspal panas atau Hot Mix Asphalt (HMA) sebagai lapis permukaannya.. Umumnya terdiri dari 3 lapis atau lebih. Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari konstruksi telford, macadam, penetrasi macadam, batu pecah, dan aspal beton campuran panas.

c. Konstruksi Perkerasan Komposit

Yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur, dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

### **2.1.1.2 Perkerasan Lentur**

Perkerasan lentur sebagai lapisan yang bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu-lintas haruslah memenuhi syarat berikut :

- a. Ketebalan yang cukup sehingga mampu menyebarkan beban ke tanah dasar.
- b. Kedap air, sehingga air tidak mudah meresap ke lapisan di bawahnya.

c. Permukaan yang mudah mengalirkan air sehingga air hujan yang jatuh di atasnya dapat cepat dialirkan.

d. Kekakuan untuk memikul beban tanpa menimbulkan deformasi yang berarti.

Perkerasan lentur terdiri dari lapisan–lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan–lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu–lintas dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya.

Konstruksi perkerasan terdiri dari :

a. Lapisan permukaan (*surface course*)

Lapisan yang terletak paling atas dan berfungsi sebagai lapis penahan beban roda, lapisan kedap air, lapis aus (*wearing course*) dan lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan bawah.

b. Lapisan pondasi atas (*base course*)

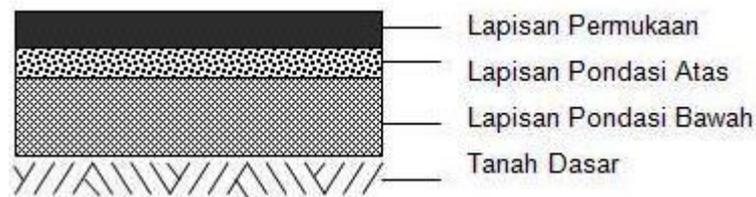
Lapisan yang terletak diantara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan, berfungsi sebagai bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya, sebagai lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah, dan untuk bantalan terhadap lapis permukaan.

c. Lapisan pondasi bawah (*subbase course*)

Merupakan lapisan diantara lapis pondasi atas dan tanah dasar, berfungsi sebagai penyebar beban roda ke tanah dasar, untuk efisiensi penggunaan material, sebagai lapis persapan, lapisan pencegah partikel-partikel halus dari tanah dan sebagai lapisan pertama di atas tanah dasar.

d. Lapisan tanah dasar (*sub grade*)

Merupakan lapisan tanah setebal 50-100 cm dimana bagian atasnya diletakkan lapisan pondasi bawah.



**Gambar 2.1 Lapisan Perkerasan Jalan**

### 2.1.1.3 Perkerasan Aspal Beton

Menurut (Permen PU No.28/PRT/M/2007), jenis campuran beraspal terbagi menjadi latasir, lataston, dan laston.

a. Latasir (Lapis Tipis Aspal Pasir / *sand sheet*) kelas A dan kelas B

Latasir adalah lapis penutup permukaan jalan yang terdiri atas agregat halus atau pasir atau campuran keduanya dan aspal keras yang dicampur, dihampar, dan dipadatkan dalam keadaan panas pada temperatur tertentu. Pemilihan kelas A atau kelas B terutama tergantung pada gradasi pasir yang digunakan.

b. Lataston (Lapis Tipis Aspal Beton / HRS)

Lataston adalah lapis permukaan yang terdiri atas lapis aus (lataston lapis aus / *HRS-WC*) dan lapis permukaan antara (lataston lapis permukaan antara / *HRS-Binder*) yang terbuat dari agregat yang bergradasi senjang dengan dominasi pasir dan aspal keras yang dicampur, dihampar, dan dipadatkan dalam keadaan panas pada temperature tertentu.

c. Laston (Lapis aspal Beton)

Laston adalah lapis permukaan atau lapis pondasi yang terdiri atas beton lapis aus (AC-WC), laston lapis permukaan antara (AC-BC), dan laston lapis pondasi (AC-Base).

Aspal beton merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur (Sukirman, 1999). Aspal beton adalah beton dengan bahan pengikat aspal yang dicampur dalam keadaan panas. Campuran terdiri dari aspal, batuan dan filler yang setelah diaduk diangkut dengan truk ke lokasi pekerjaan, kemudian dimasukkan ke alat penghampar. Batuannya berbentuk pasir, kerikil, batu yang dibagi sebagai agregat halus (pasir) dan kasar. Filler atau mineral pengisi rongga udara pada campuran aspal semen (AC) dengan agregat, antara lain semen portland, debu batu kapur / karang yang dipecah (DPU, 1999).

Beton aspal dapat digunakan untuk lapisan aus (*wearing course*), perata (*leveling course*) dan pondasi (*base course*). Lapis aus merupakan lapis perkerasan jalan paling atas, yang menerima dampak langsung dari lalu-lintas. Lapis perata berada di bawah lapis aus, dan di bawah lapis perata merupakan lapis pondasi. Lapisan-lapisan ini harus cukup kuat, stabil dan tetap ditempat meskipun ada guncangan-guncangan dari lalu-lintas. Lapisan aus harus tahan lama dari dampak lalu-lintas maupun cuaca. Lapis permukaan harus cukup halus agar ban mobil atau kendaraan yang lewat tidak cepat rusak, tergelincir dan cukup nyaman bagi penumpangnya. Lapisan aus merupakan agregat yang lebih halus dengan kadar aspal lebih tinggi dari lapisan lainnya.

Untuk aspal beton yang baik, sangat ditentukan oleh kepadatan dari agregatnya (jumlah berat dalam volume). Kepadatan tergantung dari jenis dan

gradasi agregat, jika menggunakan batu bulat dengan ukuran yang sama akan banyak membentuk rongga-rongga kosong, jika menggunakan batu yang dipecah menjadi debu dan butir-butir batu persegi yang tidak sama bentuknya maka rongga-rongga kosong akan terisi oleh batu pecah yang lebih halus sehingga akan lebih rapat.

Kekuatan dan kepadatan agregat menentukan kestabilan perkerasan untuk menahan beban lalu-lintas, tanpa ada perubahan/pergeseran susunan permukaan lapis perkerasan. Penggunaan batu pecah akan menambah kestabilan karena pergeseran antara dua bidang batu pecah, dan juga akan memberi permukaan lebih luas untuk penyelimutan aspal. Kadar aspal dalam campuran juga mempengaruhi kestabilan lapisan, karena apabila aspalnya terlalu sedikit maka ikatan agregat satu sama lain menjadi kurang kuat. Sebaliknya apabila aspalnya terlalu banyak maka ikatan butir satu sama lain akan menjadi licin, sehingga saling mendorong dan mengakibatkan lepas. Aspal cement harus mempunyai daya ikat terhadap agregat yang tahan lama untuk kestabilan perkerasan jalan. Aspal semen harus bersifat luwes (tidak mudah retak) apabila digunakan sebagai perkerasan, dibandingkan dengan agregat yang kurang dapat menyesuaikan diri terhadap dampak dari beban lalu-lintas dan cuaca.

Karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh campuran aspal beton campuran panas adalah (Sukirman, 1999, hal. 178-182):

1. Stabilitas

Yaitu kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu-lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur ataupun *bleeding*.

## 2. Durabilitas

Merupakan kemampuan menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan kendaraan.

## 3. Fleksibilitas

Merupakan kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu-lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume.

## 4. Tahanan geser (*skid resistance*)

Adalah kekesatan yang diberikan oleh perkerasan sehingga kendaraan tidak mengalami slip baik di waktu hujan atau basah maupun di waktu kering. Kekesatan dinyatakan dengan koefisien gesek antar permukaan jalan dan ban kendaraan.

## 5. Ketahanan kelelahan (*fatigue resistance*)

Merupakan ketahanan dari lapis aspal beton dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang berupa alur (*ruting*) dan retak.

## 6. Kemudahan pelaksanaan (*workability*)

Adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan.

### **2.1.2 Lataston (HRS-WC) Menurut Lapisannya**

HRS-WC adalah lapis permukaan yang terbuat dari agregat yang bergradasi senjang dengan dominasi pasir dan aspal keras yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada temperatur tertentu. Lapisan

aus merupakan agregat yang lebih halus dengan kadar aspal yang lebih tinggi dari lapisan lainnya.

Menurut petunjuk pelaksanaan Lataston No. 12/PT/B/1983 (Departemen Pekerjaan Umum, 1983) Lataston merupakan lapisan penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, filler dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas (tebal padat 2,5 cm atau 3 cm). Karena bergradasi timpang (senjang, *gap graded*) dan mengandung sangat sedikit agregat yang berukuran kasar maka sebagai konsekuensi campuran tersebut dapat menyerap kadar aspal yang relatif tinggi dan dapat memberikan suatu permukaan yang sanggup menerima beban berat tanpa mengalami retak .

HRS-WC mempunyai fungsi sebagai lapisan penutup untuk mencegah masuknya air dari permukaan kedalam konstruksi perkerasan sehingga dapat mempertahankan kekuatan konstruksi sampai tingkat tertentu. HRS-WC mempunyai sifat kedap air, memiliki kekenyalan yang tinggi, awet, dan dianggap tidak mempunyai nilai struktural (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1983).

HRS-WC mempunyai persyaratan kekuatan yang sama dengan tipikal yang disyaratkan untuk aspal beton konvensional (*Asphalt Concrete, AC*) yang tidak bergradasi senjang. Terdapat dua jenis campuran HRS-WC yaitu untuk lapis permukaan (*HRS-wearing course*) dan HRS-WC untuk lapis pondasi (*HRS-base course*). Ukuran maksimum untuk masing-masing jenis campuran HRS-WC dan HRS-BC adalah 19 mm (3/4 inci). Perbedaan keduanya adalah gradasi HRS-WC untuk lapis permukaan lebih halus dibandingkan gradasi HRS-BC untuk lapis

pondasi. HRS-WC sebaiknya digunakan pada jalan dengan lalu-lintas ringan sampai sedang ( $< 1.000.000$  SST) (Depkimpraswil).

Umumnya HRS-WC digunakan pada jalan yang telah beraspal dengan dua ketentuan, yaitu jalan harus stabil dan rata atau dibuat rata dan jalan mulai retak atau mengalami degradasi permukaan (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1983).

Untuk mendapatkan hasil yang memuaskan, maka campuran harus dirancang sampai memenuhi semua ketentuan yang diberikan dalam Spesifikasi. Dua kunci utama adalah (Permen PU No.28/PRT/M/2007) :

1. Gradasi yang benar-benar senjang. Agar diperoleh gradasi yang benar – benar senjang, maka selalu dilakukan pencampuran pasir halus dengan agregat pecah mesin.
2. Sisa rongga udara pada kepadatan membal (*refusal density*) harus memenuhi ketentuan.

### **2.1.3 Aspal**

Aspal merupakan suatu produk berbasis minyak yang merupakan turunan dari proses penyulingan minyak bumi. Pada proses destilasi fraksi ringan yang terkandung dalam minyak bumi dipisahkan dengan destilasi sederhana hingga menyisakan suatu residu yang dikenal dengan nama aspal keras. Dalam proses destilasi ini, aspal keras baru dihasilkan melalui proses destilasi hampa pada temperatur sekitar  $480^{\circ}\text{C}$ . Temperatur ini bervariasi tergantung pada sumber minyak mentah yang disuling atau tingkat aspal keras yang akan dihasilkan. Aspal keras dapat dijadikan aspal cair dengan cara dilarutkan dengan bahan pelarut berbasis minyak. Selain itu aspal keras dapat dijadikan aspal emulsi dengan cara

mengemulsikan aspal keras dengan emulsifier (emulgator). Tingkat pengontrolan yang dilakukan pada tahapan proses penyulingan akan menghasilkan aspal dengan sifat-sifat yang khusus yang cocok untuk pemakaian yang khusus pula, seperti untuk pembuatan campuran beraspal, pelindung atap dan penggunaan khusus lainnya. Selain itu, aspal juga terdapat di alam secara alamiah, aspal ini disebut aspal alam.

Aspal beton adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Material-material pembentuk aspal beton dicampur pada suhu tertentu, kemudian diaduk dengan alat mixer. Jenis aspal beton dapat dibedakan berdasarkan suhu pencampuran material pembentuk aspal beton, dan fungsi aspal beton.

Berdasarkan temperatur ketika mencampur dan memadatkan campuran, aspal beton dapat dibedakan atas:

1. Aspal beton campuran panas (*hotmix*), yaitu aspal beton yang material pembentuknya dicampur pada suhu pencampuran sekitar 170°C.
2. Aspal beton campuran sedang (*warm mix*), yaitu aspal beton yang material pembentuknya dicampur pada suhu pencampuran sekitar 60°C.
3. Aspal beton campuran dingin (*cold mix*), yaitu aspal beton yang material pembentuknya dicampur pada suhu pencampuran sekitar 25°C.

Definisi aspal menurut American Standard Testing of Material (ASTM) adalah material berwarna hitam atau coklat tua dan merupakan senyawa dari hydrocarbon dan turunannya. Aspal bersifat viskoelastis, sehingga akan melunak dan mencair bila mendapat cukup pemanasan sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton atau dapat masuk ke dalam

pori-pori yang ada pada penyemprotan/penyiraman pada perkerasan jalan. Dan jika temperatur mulai menurun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (sifatnya termoplastis) (Sukirman, 1999).

### 2.1.3.1 Jenis Aspal

Berdasarkan cara diperolehnya, aspal dapat dibedakan atas :

1. Aspal alam
  - a. Aspal gunung (*rock asphalt*) contohnya aspal yang berasal dari pulau Buton.
  - b. Aspal danau (*lake asphalt*) contohnya aspal yang berasal dari Bermudez, Trinidad.
2. Aspal buatan
  - a. Ter, merupakan hasil penyulingan batu bara. Tidak umum untuk digunakan untuk perkerasan jalan karena lebih cepat mengeras, peka terhadap perubahan temperatur dan beracun.
  - b. Aspal minyak, merupakan hasil penyulingan minyak bumi, dibedakan menjadi aspal keras/panas, aspal cair/dingin, dan aspal emulsi.

### 2.1.3.2 Aspal Minyak

Aspal minyak dengan bahan dasar aspal dapat dibedakan menjadi :

1. Aspal keras/panas (cement (AC)

Pada temperatur ruang (25° – 30° C) berbentuk padat. Pengelompokan aspal semen dapat dilakukan berdasarkan nilai penetrasin pada temperatur 25° C ataupun berdasarkan nilai viskositasnya. Aspal semen dengan penetrasi rendah

digunakan di daerah bercuaca panas atau lalu-lintas dengan volume tinggi, sedangkan aspal semen dengan penetrasi tinggi digunakan untuk daerah bercuaca dingin atau lalu-lintas dengan volume rendah. Di Indonesia pada umumnya dipergunakan aspal semen dengan penetrasi 60/70 dan 80/100.

## 2. Aspal cair (*cut back asphalt*)

Merupakan campuran antara aspal semen dengan bahan pencair dari hasil oenyulingan minyak bumi. Berdasarkan bahan pencair dan kemudahan penguapan bahan pelarutnya aspal cair dibedakan menjadi.

### a. RC (*rapid curing cut back*)

Dilarutkan dengan bensin, paling cepat menguap dibanding yang lain.

### b. MC (*medium curing cut back*)

Dilarutkan dengan bahan pencair yang lebih kental seperti minyak tanah.

### c. SC (*slow curing cut back*)

Dilarutkan dengan bahan yang lebih kental seperti solar, paling lama menguap.

## 3. Aspal emulsi

Adalah suatu campuran aspal dengan air dan bahan pengemulsi. Berdasarkan muatan listrik yang dikandungnya dibedakan menjadi :

a. Kationik, disebut juga aspal emulsi asam, bermuatan arus positif.

b. Anionik, disebut juga aspal emulsi alkali, bermuatan arus negatif.

c. Nonionik, merupakan aspal emulsi yang tidak mengalami ionisasi, tidak menghantarkan listrik.

### 2.1.3.3 Persyaratan Aspal Keras

Persyaratan aspal keras untuk lapis aspal beton harus terdiri dari salah satu aspal keras penetrasi 60/70 atau 80/90 yang seragam, tidak mengandung air, bila dipanaskan sampai dengan 175°C, tidak berbuis, dan memenuhi persyaratan sebagai berikut:

**Tabel 2.1 Persyaratan Aspal Keras**

Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Persyaratan				Satuan
		Pen 60		Pen 80		
		Min	Max	min	Max	
1. Penetrasi (25°C, 5 detik)	SNI 06-2456-1991	60	79	80	99	0,1 mm
2. Titik Lembek	SNI 06-2434-1991	48	58	46	54	°C
3. Titik Nyala	SNI 06-2433-1991	200	-	225	-	°C
4. Kehilangan berat (163°C, 5 jam)	SNI 06-2441-1991	-	0,4	-	0,6	% berat
5. Kelarutan (CCl <sub>4</sub> atau CS <sub>2</sub> )	SNI 06-2438-1991	99	-	99	-	% berat
6. Daktilitas (25°C, 5 cm / menit)	SNI 06-2432-1991	100	-	100	-	Cm
7. Penetrasi setelah kehilangan berat	SNI 06-2456-1991	75	-	75	-	% awal
8. Berat jenis (25°C)	SNI 06-2488-1991	1	-	1	-	gr/cc

Sumber: (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1983)

### 2.1.4 Agregat

Agregat adalah bahan berbutir yang mempunyai komposisi mineral seperti pasir, kerikil, batu kapur, terak (alag) atau batu pecah yang digunakan orang bersama-sama dengan suatu bahan penyemen sehingga membentuk semacam adukan atau beton, atau mungkin pula tanpa sesuatu bahan penyemen, untuk dipakai sebagai lapisan base jalan, bantalan kereta api, atau lainnya (Tanah dan Batuan, Badan Penerbit Pekerjaan Umum No. 204 Tahun 1996).

Agregat mempunyai peranan yang sangat penting dalam perkerasan jalan, dimana agregat menempati proporsi terbesar dalam campuran, umumnya berkisar antara 90 - 95 % dari berat total campuran, atau 75 -85 % dari volume campuran (*The Asphalt Institute, 1983*). Menurut BS.594 (1992), agregat kasar mempunyai peran sebagai pengembang volume mortar, menjadikan campuran lebih ekonomis, meningkatkan ketahanan mortar terhadap kelelahan (*flow*) dan meningkatkan stabilitas.

Menurut (Permen PU No.28/PRT/M/2007) tentang Pedoman Pelaksanaan Lapis Campuran Beraspal Panas, agregat secara umum harus memenuhi spesifikasi sebagai berikut:

- a. Agregat yang akan digunakan dalam pekerjaan harus sedemikian rupa agar campuran beraspal yang proporsinya dibuat sesuai dengan rumus perbandingan campuran dan memenuhi semua ketentuan yang disyaratkan.
- b. Agregat tidak boleh digunakan sebelum memenuhi persyaratan, bahan agregat harus ditumpuk secara terpisah sehingga tidak saling tercampur satu dengan lainnya.
- c. Sebelum memulai pekerjaan sudah menumpuk setiap fraksi agregat pecah dan pasir untuk campuran beraspal, paling sedikit untuk kebutuhan satu bulan atau paling sedikit 40% dari total pekerjaan yang akan dikerjakan dan selanjutnya tumpukan persediaan harus dipertahankan paling sedikit untuk kebutuhan campuran aspal satu bulan berikutnya.
- d. Dalam pemilihan sumber agregat, sudah memperhitungkan penyerapan aspal oleh agregat.
- e. Penyerapan air oleh agregat maksimum 3%.

- f. Berat jenis (*bulk specific gravity*) agregat kasar dan agregat halus minimum 2,5 dan perbedaannya tidak boleh lebih dari 0,2.

Berdasarkan proses pengolahannya, agregat dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

1. Agregat alam, yaitu agregat yang dapat dipergunakan sebagaimana bentuknya di alam atau dengan sedikit proses pengolahan. Dua bentuk agregat alam yang sering dipergunakan adalah kerikil dan pasir.
2. Agregat buatan, yaitu agregat yang harus melalui proses pemecahan terlebih dahulu dengan mesin pecah agar partikel yang dihasilkan dapat terkontrol.

Berdasarkan besar partikel-partikel agregat, agregat dapat dibedakan menjadi :

1. Agregat kasar, adalah agregat yang tertahan saringan Nomor 4 (4,75 mm) (SNI 03-6819-2002).
2. Agregat halus, adalah agregat yang lolos saringan Nomor 4 (4,75 mm) minimum 80%. (SNI 03-6819-2002)
3. Bahan yang lolos ukuran saringan no.30 (0,59 mm) dan paling sedikit 65% lolos saringan no.200 (0.075 mm) seperti Abu batu/mineral *filler* (SNI 06-6723-2002).

#### **2.1.4.1 Gradasi Agregat**

Seluruh spesifikasi perkerasan mensyaratkan bahwa partikel agregat harus berada dalam rentang ukuran tertentu dan untuk masing-masing ukuran partikel harus dalam proporsi tertentu. Distribusi dari variasi ukuran butir agregat ini disebut gradasi agregat. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga dalam

campuran dan menentukan workabilitas (sifat mudah dikerjakan) dan stabilitas campuran. Untuk menentukan apakah gradasi agregat memenuhi spesifikasi atau tidak, diperlukan suatu pemahaman bagaimana ukuran partikel dan gradasi agregat diukur. Gradasi agregat ditentukan oleh analisa saringan, dimana contoh agregat harus melalui satu set saringan. Ukuran saringan menyatakan ukuran bukaan jaringan kawatnya dan nomor saringan menyatakan banyaknya bukaan jaringan kawat per inchi persegi dari saringan tersebut.

Untuk jenis HRS-WC, semakin halus gradasi (mendekati batas atas), maka Rongga dalam mineral Agregat (VMA) akan makin besar. Pasir halus yang dikombinasi dengan batu pecah harus mempunyai bahan yang lolos saringan No. 8 (2,36 mm) dan tertahan pada saringan No. 100 (600 mikron) sesedikit mungkin. Hal ini sangat penting karena bahan yang 'senjang' harus tidak lebih dari batas yang diberikan, yaitu disyaratkan agar minimum 80 % dari agregat yang lolos 2,36 mm harus lolos juga pada saringan 0,600 mm. Jika jumlah bahan tersebut lebih besar dari yang ditentukan dalam kondisi 'senjang', maka VMA akan terlalu rendah sehingga campuran sulit mencapai VMA yang diinginkan.

Gradasi agregat dapat dibedakan atas :

1. Gradasi seragam (*uniform graded*) / gradasi terbuka (*open graded*)

Adalah gradasi agregat dengan ukuran yang hampir sama. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka (*open graded*) karena hanya mengandung sedikit agregat halus sehingga terdapat banyak rongga/ruang kosong antar agregat. Campuran beraspal yang dibuat dengan gradasi ini bersifat porus atau memiliki permeabilitas yang tinggi, stabilitas rendah dan memiliki berat isi yang kecil.

## 2. Gradasi rapat (*dense graded*)

Adalah gradasi agregat dimana terdapat butiran dari agregat kasar sampai halus, sehingga sering juga disebut gradasi menerus, atau gradasi baik (*well graded*). Campuran dengan gradasi ini memiliki stabilitas yang tinggi, agak kedap terhadap air dan memiliki berat isi yang besar.

## 3. Gradasi senjang (*gap graded*)

Adalah gradasi agregat dimana ukuran agregat yang ada tidak lengkap atau ada fraksi agregat yang tidak ada atau jumlahnya sedikit sekali, oleh sebab itu gradasi ini disebut juga gradasi senjang (*gap graded*). Campuran agregat dengan gradasi ini memiliki kualitas peralihan dari kedua gradasi yang disebutkan di atas.

Klasifikasi gradasi berdasarkan ukuran butiran yaitu:

### 1. Gradasi Agregat Halus

Persyaratan gradasi agregat halus untuk HRS-WC adalah sebagai berikut (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1983) :

a. Gradasi seperti tertera dalam tabel dibawah ini :

**Tabel 2.2 Persyaratan Gradasi Agregat Halus**

Ukuran saringan (No. (mm))	Persen Lolos (%)
4 (4,76)	100
8 (2,38)	95-100
30 (0,59)	75-100
80 (0,177)	13-50
200 (0,074)	0-5

Sumber: (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1983)

b. *Sand equivalent* minimum 50% ((ASTHO T 176-08, 2013)).

c. Non plastis.

## 2. Gradasi Agregat Kasar

Berikut adalah persyaratan agregat kasar menurut Bina Marga :

- a. Gradasi seperti tertera dalam tabel dibawah ini.

**Tabel 2.3 Gradasi Agregat Kasar**

Ukuran Saringan (inch (mm))	Persen Lolos (%)
3/4" (19,10)	100
1/2" (12,70)	85-100
3/8" (9,52)	0-95
No.3 (6,35)	0-60

(Direktorat Jenderal Bina Marga, 1983)

- b. Keausan agregat maksimum 40% bila diperiksa dengan mesin Los Angeles pada putaran 500.
- c. Kelekatan terhadap aspal lebih besar dari 95%.

## 3. Gradasi Filler

Filler, merupakan bahan yang lolos ukuran saringan 0,59 mm dan paling sedikit 65% lolos saringan 0,075 mm (SNI 06-6723-2002)

**Tabel 2.4 Gradasi Bahan Pengisi (*filler*)**

Ukuran Saringan	Persen Lolos
No. 30	100
No. 50	95-100
No. 200	70-100

Sumber: SNI 06-6723-2002

## 4. Gradasi Campuran

Pemeriksaan gradasi dilakukan dengan pekerjaan pengayakan terhadap bahan agregat pembentuk HRS-WC. Ayakan (saringan) yang digunakan dalam penelitian ini adalah ASTM standart. Persyaratan gradasi campuran dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 2.5 Gradasi Campuran**

Ukuran Ayakan		% Berat Lolos	
		HRS-WC (HRS)	
ASTM	(mm)	WC	Base
¾ "	19	100	100
½ "	12,5	90-100	90-100
⅜ "	9,5	77-85	65-100
No.8	2,36	50-72	35-55
No.16	1,18	-	-
No.30	0,600	35-60	15-35
No.200	0,075	6-12	2-9

Sumber : (DPU, 2010)

**Tabel 2.6 Batas-batas Bahan Bergradasi Senjang**

Ukuran Ayakan	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4
% lolos No.8	40	50	60	70
% lolos No.30	Min. 32	Min. 40	Min. 48	Min. 56
% kesenjangan	8 atau kurang	10 atau kurang	12 atau kurang	14 atau kurang

Sumber : (DPU, 2010)

### 2.1.5 Bahan Pengisi (*Filler*)

Bahan pengisi (*filler*) adalah bahan berbutir halus yang lolos saringan No. 30 (0,59 mm) dimana prosentase berat butir yang lolos saringan No. 200 minimum 65% (SNI 03-6723-2002). Bahan pengisi dapat berupa abu batu, slag, kapur (*limestone dust, calcium carbonate*), abu terbang semen, semen, kapur hidrolik yang sesuai dengan SNI 03-6723-2002 atau AASHTO M303-89 (2006). Semen atau mineral yang berasal dari asbuton yang sumbernya disetujui oleh Direksi Pekerjaan dapat digunakan (DPU, 2010). Bahan pengisi harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan pengayakan sesuai SNI 03-4142-1996 harus mengandung bahan yang lolos ayakan No.200 tidak kurang dari 65% terhadap beratnya (SNI 03-4142-1996).

Filler Memiliki fungsi dalam campuran sebagai berikut:

- a. Untuk memodifikasi agregat halus sehingga berat jenis campuran meningkat dan jumlah aspal yang diperlukan untuk mengisi rongga akan berkurang.
- b. Filler dan aspal secara bersamaan akan membentuk suatu pasta yang akan membalut dan mengikat agregat halus untuk membentuk mortar.
- c. Mengisi ruang antar agregat halus dan kasar serta meningkatkan kepadatan dan kestabilan.

#### **2.1.6 Pasir Pantai Carita**

Pasir pantai adalah pasir yang selalu berhubungan dengan air laut, hal ini tentunya akan mengandung zat yang terdapat pada air laut. Air laut biasanya mengandung unsur garam-garaman, sehingga pasir pantai atau pasir yang dikeruk dari laut pasti mengandung garam. Walaupun kadar garam untuk setiap daerah pantai atau laut tidak sama. Namun dikarenakan pasir Pantai Carita ini tidak mengandung garam, maka pasir ini dapat dijadikan sebagai campuran agregat halus pada Lataston (Didik Dwi Hantoro, 1992).

Teluk Banten yang terletak diujung barat Pulau Jawa merupakan lingkungan perairan semi tertutup yang menghadap ke laut Jawa. Letak perairan ini secara tektonik adalah di lempeng mikro Sunda yang berupa suatu paparan. Litologi daratan yang mengelilingi teluk tersebut sebagian besar tersusun atas batuan vulkanik dan magnetik, serta endapan alluvial (Yunia Witasari, 2002).

Pengamatan megaskopis terhadap contoh-contoh sedimen di tepi perairan Teluk Banten menunjukkan adanya lumpur yang bertekstur lembut, berwarna coklat dan abu-abu kehijauan yang mengandung pecahan batuan dan mineral.

Hasil analisis ukuran butir sedimen menunjukkan bahwa sedimen tepi teluk Banten itu terdiri dari fraksi gravel(>2mm), pasir (2-0,063 mm), lanau (0,063-0,004mm), dan lempung (<0,004mm). Pembagian fraksi ini dibagi menjadi 58% lempung, 33% pasir, 5% gravel, dan 4% lanau (Yunia Witasari, 2002).

Komponen detrital penyusun sedimen Teluk Banten terdiri dari berbagai mineral, batuan, dan material organik. Komponen detrital ini dikelompokkan menjadi 6 kelompok utama, yaitu mineral logam, karbonat, silika, pecahan batuan, material karbonat, dan karbon. Mineral silika (SiO<sub>2</sub>) terdiri dari kuarsa, feldspar, mika, opal, dan glaukonit.

Jika dilihat dari hasil uji pendahuluan gradasi Pasir Pantai Carita maka terbukti bahwa semakin jauh pasir dari air laut maka semakin halus butiran pasirnya. Pasir pantai mempunyai butiran mulai dari 1,3mm sampai 0,075 mm (Sulaiman, 2008).

Dikarenakan pasir Pantai Carita terdapat pecahan karang yang terbawa oleh ombak, maka pasir disaring dengan saringan No.8 (2,38mm) sebelum digunakan untuk campuran perkerasan jalan jenis Lataston.

*British Code CP 110:1972* memberikan batasan maksimum kandungan garam CaCl (*Calcium Chloride*) dari agregat laut sebesar 1% dari berat pasir yang digunakan. Jumlah yang lebih besar dari garam ini, seperti CaCl<sub>2</sub> dapat menyerang kandungan jalan. Untuk mencegah buatlah perkerasan yang padat sedemikian hingga tidak mudah dimasuki oleh air dan zat asam. Hal ini disebabkan kandungan garam yang ada bila berhubungan dengan udara akan menimbulkan *efflorescence*, yaitu pengotoran berupa bintik-bintik (deposit-deposit) putih pada permukaan lapis aspal beton.

### 2.1.7 Sifat Fisik Aspal dan Agregat

Aspal sebagai bahan pengikat harus memenuhi syarat sifat fisik aspal. Sedangkan agregat memberikan kontribusi yang cukup besar sampai 90-95 % terhadap berat campuran, sehingga sifat-sifat agregat merupakan salah satu faktor penentu dari kinerja campuran tersebut. Untuk tujuan ini, sifat agregat yang harus diperiksa yaitu ukuran butir, sifat fisik aspal, sifat fisik agregat kasar (batu split), sifat fisik agregat halus pasir gunung dan pasir pantai, sifat fisik bahan pengisi, dan gradasi agregat.

#### 2.1.7.1 Sifat Fisik Aspal

Sifat fisik aspal keras mencakup berat jenis, daktilitas, titik lembek, penetrasi, dan titik nyala.

##### a. Berat Jenis

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui dan menentukan berat jenis bitumen atau aspal. Hasil dari pengujian ini didapat dari perbandingan berat antara bitumen dengan air suling pada volume yang sama pada suhu tertentu, seperti pada persamaan 2.1 berikut :

$$\text{Berat Jenis} = \frac{(C-A)}{(B-A) - (D-C)} \quad (\text{Persamaan 2.1})$$

Keterangan:

A = Berat picnometer dengan tutupnya (gr)

B = Berat picnometer berisi air suling (gr)

C = Berat picnometer berisi aspal (gr)

D = Berat picnometer berisi aspal dan air (gr)



**Gambar 2.2 Berat Jenis Aspal**

b. Daktilitas

Daktilitas ditunjukkan oleh panjangnya benang aspal yang ditarik hingga putus. Pengujian dilakukan berdasarkan SNI 06-2432-1991, dengan alat yang terdiri atas cetakan, bak air dan alat penarik contoh. Alat pengujian ditunjukkan pada gambar 2.3 berikut :



**Gambar 2.3 Pengujian Daktilitas**

c. Titik Lembek

Prosedur pengujian berdasarkan SNI 06-2434-1991. Konsistensi bitumen ditunjukkan oleh temperatur dimana aspal berubah bentuk karena perubahan tegangan. Hasilnya digunakan untuk menentukan temperatur kelelehan dari aspal. Alat pengujian ditunjukkan pada Gambar 2.4.



**Gambar 2.4 Pengujian Titik Lembek**

d. Penetrasi Bahan Bitumen

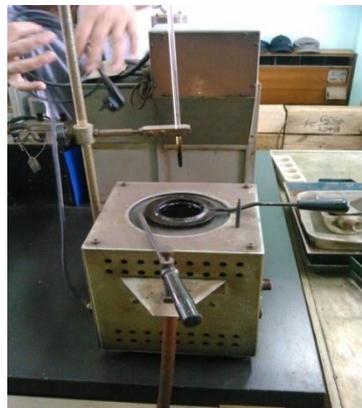
Pengujian ini dilakukan berdasarkan AASHTO T 48 atau SNI 06-2456-1991 yang dimaksudkan untuk menetapkan nilai kekerasan aspal. Berdasarkan pengujian ini aspal keras dikategorikan dalam beberapa tingkat kekerasan. Pengujian ini merupakan pengukuran secara empiris terhadap konsistensi aspal. Kekerasan aspal diukur dengan jarum penetrasi standar yang masuk ke dalam permukaan bitumen pada temperatur 25°C, beban 100 gr dan waktu 5 detik. Alat pengujian ditunjukkan pada Gambar 2.5 berikut:



**Gambar 2.5 Pengujian Penetrasi**

e. Titik Nyala dengan *Cleveland Open Cup*

Penentuan titik nyala dilakukan berdasarkan SNI 06-2433-1991, bertujuan untuk memastikan bahwa aspal cukup aman untuk pelaksanaan. Titik nyala yang rendah menunjukkan indikasi adanya minyak ringan dalam aspal.



**Gambar 2.6 Pengujian Titik Nyala dengan Cleveland Open Cup**

### **2.1.7.2 Ukuran, Bentuk, dan Tekstur Butir Agregat**

Ukuran agregat dalam suatu campuran beraspal terdistribusi dari yang berukuran besar sampai ke yang kecil. Semakin besar ukuran maksimum agregat yang dipakai semakin banyak variasi ukurannya dalam campuran tersebut. Ada

dua istilah yang biasanya digunakan berkenaan dengan ukuran butir agregat, yaitu :

- a. Ukuran maksimum, yang didefinisikan sebagai ukuran saringan terkecil yang meloloskan 100 % agregat,
- b. Ukuran nominal maksimum, yang didefinisikan sebagai ukuran saringan terbesar yang masih menahan maksimum dari 10 % agregat.

Istilah-istilah lainnya yang biasa digunakan sehubungan dengan ukuran agregat, yaitu:

- a. Agregat kasar : Agregat yang tertahan saringan No. 8 (2,36)
- b. Agregat halus : Agregat yang lolos saringan No. 8 (2,36)
- c. Mineral pengisi : Fraksi dari agregat halus yang lolos saringan No. 200 (0,075 mm) minimum 75 % terhadap berat total agregat
- d. Mineral abu : Fraksi dari agregat halus yang 100 % lolos saringan No. 200 (0,075 mm)

Agregat memiliki bentuk butir dari bulat (*rounded*) sampai bersudut (*angular*), bentuk partikel agregat yang bersudut memberikan ikatan antara agregat (*aggregate interlocking*) yang baik yang dapat menahan perpindahan (*displacement*) agregat yang mungkin terjadi. Agregat yang bersudut tajam, berbentuk kubikal dan agregat yang memiliki lebih dari satu bidang pecah akan menghasilkan ikatan antar agregat yang paling baik. Dalam campuran beraspal, penggunaan agregat yang bersudut saja atau bulat saja tidak akan menghasilkan campuran beraspal yang baik. Kombinasi penggunaan kedua partikel agregat ini sangatlah dibutuhkan untuk menjamin kekuatan pada struktur perkerasanyang baik dari campuran tersebut.

### 2.1.7.3 Berat Jenis (*Specivic Gravity*) dan Penyerapan Agregat (*Absorpsi*)

Berat jenis suatu agregat (*Specivic Gravity*) adalah perbandingan berat dari suatu satuan volume bahan terhadap berat air dengan volume yang sama pada temperatur 20° – 25° C (68° – 77° F).



(a)



(b)

**Gambar 2.7 Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar dan Agregat Halus Pasir Pantai**

Bila digunakan berbagai kombinasi agregat maka perlu mengadakan penyesuaian mengenai berat jenis, karena Berat Jenis masing-masing bahan berbeda. Dikenal ada beberapa macam berat jenis agregat, yaitu :

#### a. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Berat Jenis dan Penyerapan agregat kasar dapat dihitung dengan persamaan 2.2, 2.3, 2.4, dan 2.5 berikut:

1. Berat Jenis Curah (*Bulk Specific Gravity*) =  $\frac{Bk - Bj}{Ba}$  (Persamaan 2.2)
2. Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (*Saturated Surface dry*) =  $\frac{Bj}{Bj - Ba}$  (Persamaan 2.3)
3. Berat Jenis Semu (*apparent Specific Gravity*) =  $\frac{Bk}{Bj - Ba}$  (Persamaan 2.4)
4. Penyerapan (*Absorpsi*) =  $\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100 \%$  (Persamaan 2.5)

Dengan pengertian :

$B_k$  = berat benda uji kering oven (gr).

$B_j$  = berat benda uji kering permukaan jenuh (gr).

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

b. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus Pasir Bangka Belitung

Berat Jenis dan Penyerapan agregat halus dapat dihitung dengan persamaan 2.6,

2.7, 2.8, dan 2.9 berikut :

$$1. \text{ Berat Jenis Curah (Bulk Specific Gravity)} = \frac{B_k}{B + A - B_t}$$

(Persamaan 2. 6)

$$2. \text{ Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (Saturated Surface dry)} = \frac{A}{B+A-B_t}$$

(Persamaan 2. 7)

$$3. \text{ Berat Jenis Semu (apparent Specific Gravity)} = \frac{B_k}{B+B_k-B_t}$$

(Persamaan 2. 8)

$$4. \text{ Penyerapan (Absorpsi)} = \frac{A-B_k}{B_k} \times 100 \%$$

(Persamaan 2. 9)

c. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus Pasir Pantai

$B_j$  pasir pantai menggunakan rumus yang sama dengan pasir Bangka Belitung (konvensional).

d. Berat Jenis Filler

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak (*clinker*) semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan

berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (SNI 15-2049-2004). Semen portland yang digunakan untuk konstruksi sipil harus memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Di Indonesia, syarat mutu yang dipergunakan untuk *ordinary portland cement* (OPC) adalah SNI 15-2049-2004.

**Tabel 2.7 Jenis-jenis Semen Portland**

Jenis	Keterangan
Jenis I	Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti disyaratkan pada jenis-jenis lain.
Jenis II	Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
Jenis III	Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
Jenis IV	Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
Jenis V	Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Sumber : SNI 15-2049-2004

#### 2.1.7.4 Kadar Lumpur Agregat

Sebagai bahan jalan, butiran agregat yang lemah tidak dikehendaki. Butiran-butiran yang menjadi lemah jika terkena air lebih tidak diinginkan karena perkerasan jalan akan terkena tingkat kebasahan yang tinggi, selain hal tersebut jika sampai pecah biasanya menunjukkan suatu kecenderungan bahwa butiran lemah ini mengandung lempung.

Alat dan prosedur pengujian diuraikan secara garis besar adalah sebagai berikut (SNI 03-4141-1996):

Agregat yang berukuran tertahan saringan 1,18 mm dipisahkan menjadi beberapa fraksi dan direndam sekitar 24 jam. Butiran-butiran tersebut diremas dengan jari

guna melihat apakah agregat tersebut mudah pecah atau tidak. Butiran halus yang terjadi disaring dan ditimbang.

Persentase dari setiap fraksi ukuran agregat yang mudah pecah kemudian ditentukan dengan menggunakan persamaan 2.10 berikut:

$$P = \frac{W-R}{W} \times 100\% \quad (\text{Persamaan 2. 10})$$

Dengan pengertian :

$P$  = gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat (%).

$W$  = berat benda uji (gram).

$R$  = berat benda uji kering oven yang tertahan pada masing-masing ukuran saringan setelah dilakukan penyaringan basah (gram).

#### **2.1.7.5 Kadar Unsur Agregat**

*British Code CP 110;1972* memberikan batasan maksimum kandungan garam  $\text{CaCl}$  (*Calcium Chloride*) dari agregat laut sebesar 1% dari berat pasir keseluruhan. Dalam perkerasan lapis aspal beton, diperlukan unsure yang saling mengikat agregat yaitu silica.

#### **2.1.7.6 Keausan Agregat**

Semakin kecil persen pengausan atau makin kecil hasil percobaan abrasi *los angeles*, maka makin panjanglah umur pelayanan dari agregat (DPU, 1996). Berdasarkan spesifikasi Bina Marga, pengausan yang ditunjukkan percobaan abrasi *los angeles* untuk agregat tidak boleh lebih besar dari 40%.

### 2.1.8 Perendaman Lama Pada Sampel

Sebelum pengujian *Marshall*, sampel yang sudah jadi yaitu sebanyak 27 buah akan melalui proses perendaman selama 1 hari, 2 hari, dan 3 hari. Menurut (*CRAUS, J. et al, 1981*) Potensi keawetan dari campuran aspal dapat didefinisikan sebagai ketahanan campuran terhadap kelanjutan dan pengaruh kerusakan kombinasi akibat air dan suhu. Rendahnya keawetan lapisan permukaan dan lapisan aspal adalah merupakan salah satu penyebab utama rusak dan gagalnya pelayanan jalan perkerasan fleksibel. Tingginya keawetan biasanya memenuhi sifat – sifat mekanik dari campuran dan akan memberikan umur pelayanan yang lebih lama.

Ada beberapa metode yang digunakan dalam mengevaluasi pengaruh air terhadap campuran aspal, seperti dijelaskan dibawah ini:

#### a. Metode Pengujian Perendaman Standar

Salah satu metode yang digunakan dalam mengevaluasi pengaruh air terhadap campuran perkerasan aspal adalah pengujian perendaman *Marshall* yang mana stabilitas dari benda uji ditentukan setelah satu hari perendaman di dalam air pada suhu 60 °C.

*AASHTO* (1993) menggambarkan sebuah prosedur yang berdasarkan kepada pengukuran kehilangan dari hasil sebuah kekuatan tekan dari aksi air pada pemadatan campuran aspal. Suatu indeks numerik dari berkurangnya kekuatan tekan diperoleh dengan membandingkan kekuatan tekan benda uji yang telah

direndam di dalam air selama 24 jam pada suhu  $60 \pm 1$  °C dan 30 menit di dalam air pada suhu  $25 \pm 1$  °C di bawah kondisi yang ditentukan.

b. Metode Pengujian Perendaman Modifikasi.

Kriteria Perendaman 24 jam tidak selalu menggambarkan sifat keawetan campuran setelah masa perendaman yang lebih lama ( *CRAUS, J. et al, 1981* ). Peneliti – peneliti ini memeriksa keawetan benda uji dari material aspal yang direndam di dalam air untuk waktu yang lebih lama dan dicari suatu parameter kuantitatif tunggal yang akan memberikan ciri kepada seluruh kurva keawetan.

### **2.1.9 Parameter Pengujian *Marshall***

Parameter marshall adalah nilai-nilai yang menjadi persyaratan standar pengujian lapisan perkerasan meliputi stabilitas, *flow*, densitas, VMA, VFB, VIM, dan MQ.

#### **2.1.9.1 Stabilitas**

Stabilitas adalah kemampuan suatu campuran aspal untuk menerima beban sampai terjadi alir (*flow*) yang dinyatakan dalam kilogram. Kebutuhan akan stabilitas sebanding dengan jumlah lalu-lintas dan beban kendaraan yang akan lewat. Akan tetapi stabilitas yang terlalu tinggi mengakibatkan lapisan menjadi kaku dan cepat mengalami retak, selain itu karena volume rongga antar agregat kurang, mengakibatkan kadar aspal yang dibutuhkan pun rendah sehingga ikatan aspal dengan agregat mudah lepas dan durabilitasnya rendah. Nilai stabilitas benda uji didapat dari pembacaan arloji stabilitas pada saat pengujian *Marshall*.

### 2.1.9.2 Kelelehan

Kelelehan adalah besarnya deformasi vertikal benda uji yang terjadi mulai saat awal pembebanan sampai kondisi kestabilan muai menurun. Nilai *flow* menunjukkan deformasi benda uji akibat pembebanan dan besarnya dapat langsung dibaca pada arloji *flow* saat pengujian *Marshall* dengan satuan mm.

### 2.1.9.3 Densitas

Densitas atau kepadatan adalah berat campuran yang diukur tiap satuan volume, nilai densitas dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kadar aspal dan kekentalan aspal campuran dengan densitas yang tinggi mempunyai kemampuan menahan beban lalu-lintas yang lebih baik, serta memiliki kedapapan yang tinggi terhadap air dan udara. Nilai densitas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.11 dibawah ini :

$$\text{Densitas} = \frac{\text{Berat benda uji}}{\text{Volume benda uji}} \quad (\text{Persamaan 2. 11})$$

### 2.1.9.4 Marshall Quotient

*Marshall* quotient merupakan hasil bagi stabilitas dengan kelelehan dan dipakai sebagai pendekatan tingkat kekakuan atau fleksibilitas campuran. Nilai MQ besar menunjukkan kekakuan lapis perkerasan tinggi dan berakibat mudah retak-retak, sebaliknya nilai MQ kecil menunjukkan terlalu plastis yang berakibat perkerasan mengalami deformasi yang besar bila menerima beban lalu-lintas. MQ dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.12 berikut:

$$MQ = \frac{o}{p} \quad (\text{Persamaan 2. 12})$$

Keterangan :

$MQ = \text{Marshall Quotient (kg/mm)}$

$o = \text{Nilai Stabilitas (kg)}$

$p = \text{Nilai kelelahan plastis / flow (mm)}$

### 2.1.9.5 Rongga Terisi Aspal (VFB)

VFB adalah persen ruang diantara partikel agregat (VMA) yang terisi aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat, dinyatakan dalam persen terhadap VMA. VFB dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.13 sebagai berikut (RSNI M-06-2004):

$$VFB = 100 \times \frac{VMA - VIM}{VMA} \quad (\text{Persamaan 2. 13})$$

Keterangan :

$VFB$  = Rongga terisi aspal, persen terhadap VMA.

$VMA$  = Rongga diantara mineral agregat.

$VIM$  = Rongga dalam campuran.

### 2.1.9.6 Rongga Dalam Campuran (Void in The Mix)

VIM merupakan ruang udara di antara partikel agregat yang terselimuti aspal dalam suatu campuran yang telah dipadatkan, dinyatakan dalam persen terhadap volume total campuran. VIM dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.14 seperti di bawah ini (RSNI M-06-2004).

$$VIM = 100 \times \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \quad (\text{Persamaan 2. 14})$$

Keterangan :

$VIM$  = Kadar rongga dalam campuran. (%)

$G_{mb}$  = Berat jenis curah campuran padat.

$G_{mm}$  = Berat jenis maksimum campuran.

### 2.1.9.7 Rongga Antara Mineral Agregat (VMA)

VMA adalah ruang di antara partikel agregat pada suatu campuran beraspal yang telah dipadatkan, dinyatakan dalam persen terhadap volume total campuran. VMA dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.15 seperti di bawah ini (RSNI M-06-2004).

$$VMA = 100 \times \frac{G_{mb} \times Ps}{G_{sb}} \quad (\text{Persamaan 2. 15})$$

Keterangan :

VMA = Kadar rongga antara mineral agregat. (%)

$G_{mb}$  = Berat Jenis curah campuran padat.

$G_{sb}$  = Berat jenis curah agregat.

Ps = Persen agregat terhadap berat total campuran. (%)

Suatu campuran beton aspal harus memenuhi ketentuan sifat – sifat HRS-WC seperti dalam tabel berikut ini :

**Tabel 2.8 Persyaratan Campuran**

Sifat-sifat campuran		Lataston	
		WC	BC
Jumlah tumbukan per bidang		75	
Penyerapan aspal, %	mak.	1,7	
Rongga dalam campuran (VIM), %	min.	3,0	
	mak.	6,0	
Rongga antara agregat (VMA), %	min.	18	17
Rongga terisi aspal (VFB), %	min.	68	
Stabilitas marshall, kg	min.	800	
Kelelehan, mm	min.	3	
Marshall quotient, kg/mm	min.	250	

sumber : (Permen PU No.28/PRT/M/2007)

## 2.2 Penelitian Relevan

Penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya dapat dijadikan acuan atau literatur untuk penyusunan skripsi / penelitian ini, diantaranya adalah :

- 1) Penelitian yang dilakukan oleh Ayu Nastiti pada tahun 2015 dengan judul “Kajian Laboratorium Parameter Marshall dengan Menggunakan Pasir Pantai Carita Sebagai Agregat Halus Dalam Campuran HRS-WC”. Pengujian dilakukan di laboratorium dengan menggantikan agregat halus dengan pasir Pantai Carita dengan 5 variasi kadar aspal yaitu 2%; 3%; 4%; 5%; dan 6% dengan sampel uji masing-masing kadar sebanyak 6 (enam) buah. Uji Marshall dilakukan untuk menentukan parameter Marshall seperti VIM, VMA, VFA, Stabilitas, *Flow*, dan *Marshall Quosient*. Dengan perlakuan yang

sama menghasilkan, kadar aspal optimum sebesar 3 % dengan nilai stabilitas 110,39 kg, nilai kelelahan 2,9 mm, nilai VMA 15,53 %, nilai VFB 53,12 %, nilai VIM 7,28 %, nilai MQ 383,06 kg/mm, dan kepadatan 2,95 gr/cc. Parameter marshall yang didapatkan dengan menggunakan pasir pantai memenuhi Spesifikasi Umum 2011-DPU kecuali nilai VMA. Nilai VMA akan memenuhi persyaratan jika dipakai kadar aspal 8% (hasil perpanjang persamaan hubungan kadar aspal dan VMA untuk  $VMA > 18\%$  dicapai dengan Kadar Aspal 8%). Hubungan antara kadar aspal dengan Flow, VMA, VFB, dan kepadatan membentuk kecenderungan positif secara linier atau dengan kenaikan kadar aspal akan meningkatkan nilai Flow, VMA, VFB, dan kepadatan serta sebaliknya, akan menurunkan nilai VIM secara linier dan MQ secara polinomial. Meningkatnya kepadatan secara linier akan meningkatkan VMA dan VFB serta menurunkan VIM. Berdasarkan hasil ini dapat dinyatakan pasir Pantai Carita tidak dapat dimanfaatkan sebagai agregat halus pada HRS-WC pada lalu-lintas sedang karena nilai VMA tidak memenuhi persyaratan. Pasir Pantai Carita kemungkinan dapat digunakan untuk lalu-lintas sedang pada campuran HRS-WC dengan kadar sekitar 8% namun pasir Pantai Carita sebaiknya digunakan pada HRS-WC dengan lalu-lintas ringan.

- 2) Penelitian yang dilakukan oleh Andi Syaiful Amal pada tahun 2009 yang berjudul “Variasi Perendaman Pada Campuran Beton Aspal Terhadap Nilai Stabilitas Marshall”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perendaman dalam campuran beton dengan nilai stabilitas Marshall. Variasi waktu perendaman yang digunakan dalam penelitian ini 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24,

48 dan 72 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada pengaruh yang sangat kuat pada mencelupkan terhadap Marshall nilai stabilitas seperti yang ditunjukkan oleh persamaan  $Y = - 10,67 x + 228,85$  dan akan meningkat pada waktu 24 dan 72 jam perendaman, sedangkan untuk nilai rongga udara akan mencapai di bawah persyaratan setelah usia 20 jam perendaman.

- 3) Penelitian yang dilakukan oleh Agung Hari Prabowo ini berjudul “Pengaruh Rendaman Air Laut Pasang (ROB) Terhadap Kinerja Lataston (HRS-WC) Berdasarkan Uji Marshall dan Uji Durabilitas Modifikasi”. Pada penelitian ini metode *Marshall* diaplikasikan pada langkah pertama untuk menemukan Konten Optimum Aspal (OAC). Langkah kedua ini bertujuan untuk mencari nilai *Marshall* pada kondisi standar (2 x 75 pukulan), dan nilai densitas penolakan (2 x 400 pukulan) yang bertujuan untuk menemukan VIM, VMA, VFA, kepadatan, stabilitas, flow, MQ, dan IRS perendaman standar. Modifikasi perendaman diaplikasikan untuk menemukan nilai pertama dari indeks daya tahan (r, R) dan nilai indeks daya tahan kedua (Sa, SA). Empat sampel air, mereka yang air yang diambil dari laboratorium, air 'merampok' dari LIK Semarang, dari Ronggowarsito jalan, dan dari Mpu Tantular jalan, yang digunakan dalam perendaman. Sampel air diperiksa warna, bau, pH, tingkat klorida, tingkat sulfat, nilai total alkalinitas dan nilai total keasaman. Langkah pertama menemukan bahwa nilai OAC bervariasi dari 7% menjadi 7,5% dan 7,25% OAC terpilih sebagai bahan sampel. Penelitian jangka kedua menunjukkan bahwa ada korelasi antara nilai Marshall dan waktu perendaman, hasil analisis batal bertemu persyaratan di tingkat

kepadatan standar (2x75 pukulan). Pada tingkat kepadatan penolakan (2x400 pukulan), nilai-nilai VIM dari empat sampel air rob tidak memenuhi persyaratan di 24 jam perendaman. Nilai uji stabilitas, flow dan MQ, pada kondisi standar dan pada kondisi penolakan untuk semua waktu perendaman dan total asam memenuhi standar yang diperlukan.

Nilai IRS pada kondisi standar dan penolakan untuk waktu perendaman dan total nilai asam memenuhi standar yang dibutuhkan pada 72 jam perendaman. Sementara itu, pada saat perendaman 120 jam dan 168 jam, nilai IRS tidak memenuhi nilai yang diperlukan, seperti kemampuan aspal untuk mempertahankan kohesi dan adhesi antara agregat melemah. Berdasarkan uji Marshall, Kadar Aspal Optimum (KAO) berada pada rentang 7 %- 7,5 %. Pada penelitian ini dipakai KAO 7,25 %, hasilnya VIM terlalu kecil dan VFA terlalu besar. Ini menunjukkan KAO berada pada rentang 7 % - 7,25%. Semakin tinggi tingkat keasaman air yang merendam, semakin merusak HRS-WC. Semakin lama terendam HRS-WC semakin cepat rusak. Nilai pH mendekati netral ( $\text{pH}=7$ ), kinerja HRS-WC semakin baik. Kadar chlorida optimum yang tertinggi adalah 36,31 mg/lit (Total Keasaman paling rendah = 7,46 mg.lit). Kadar sulfat optimum yang menghasilkan kinerja HRS-WC tertinggi adalah 53 mg/lit (Total Keasaman paling rendah = 7,46 mg.lit).

Tabel 2.9 Penelitian Relevan

No.	Peneliti	Deskripsi Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Ayu Nastiti (2015) "Kajian Laboratorium Parameter Marshall dengan Menggunakan Pasir Pantai Carita Sebagai Agregat Halus Dalam Campuran HRS-WC" FT Universitas Negeri Jakarta, Jakarta	-Jenis perkerasan HRS-WC. -Menggunakan agregat halus pasir hitam Pantai Carita. -Variasi kadar aspal yaitu 2%; 3%; 4%; 5%; dan 6%. -Agregat halus 100% pasir Pantai Carita	-kadar aspal optimum sebesar 3 % dengan nilai stabilitas 110,39 kg, nilai kelelahan 2,9 mm, nilai VMA 15,53 %, nilai VFB 53,12 %, nilai VIM 7,28 %, nilai MQ 383,06 kg/mm, dan kepadatan 2,95 gr/cc -Nilai VMA tidak memenuhi persyaratan parameter marshall untuk lalu-lintas berat (Hasil perpanjang persamaan hubungan kadar aspal dan VMA untuk VMA >18% dicapai dengan Kadar Aspal 8%), tetapi memenuhi persyaratan parameter marshall untuk lalu-lintas ringan.
2.	Andi Syaiful Amal (2009) "Variasi Perendaman Pada Campuran Beton Aspal Terhadap Nilai Stabilitas Marshall" Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang	-Jenis Aspal pen 60/70 -Jenis perkerasan Laston -Variasi waktu perendaman yang digunakan dalam penelitian ini 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 48 dan 72 jam.	-Variasi perendaman sangat berpengaruh terhadap sifat campuran beton aspal terhadap nilai stabilitas Marshall. -Nilai kelelahan plastis dari uji statistic didapat ada sedikit pengaruh akibat dari variasi perendaman dari waktu 2 jam sampai dengan 72 jam, hal ini ditunjukkan dengan F hitung < F table pada taraf probabilitas 0,05.
3.	Agung Hari Prabowo (2003) "Pengaruh Rendaman Air Laut Pasang (ROB) Terhadap Kinerja Lataston (HRS-WC) Berdasarkan Uji Marshall dan Uji Durabilitas Modifikasi"	-Jenis perkerasan HRS-WC. -Variasi kadar aspal rencana yaitu (6; 6,5; 7; 7,5; 8) -Masa perendaman 24, 72, 120, 168 jam ( Masing-masing 4 benda uji ) -Sampel air diambil di 4 lokasi : air standar (lab), air rob dari LIK, air rob dari jl.Ronggowarsito, air rob dari jl. Mpu Tantular/Pelabuhan	-Berdasarkan uji Marshall, Kadar Aspal Optimum (KAO) berada pada rentang 7 % - 7,5 %. -Pada penelitian ini dipakai KAO 7,25 %, hasilnya VIM terlalu kecil dan VFA terlalu besar. Ini menunjukkan KAO berada pada rentang 7 % - 7,25%. -Semakin tinggi tingkat keasaman air yang merendam, semakin merusak HRS-WC. -Semakin lama terendam HRS-WC semakin cepat rusak. -Nilai pH mendekati netral (pH=7), kinerja HRS-WC semakin baik. -Kadar chlorida optimum yang tertinggi adalah 36,31 mg/lit (Total Keasaman paling rendah = 7,46 mg.lit). -Kadar sulfat optimum yang menghasilkan kinerja HRS-WC tertinggi adalah 53 mg/lit (Total Keasaman paling rendah = 7,46 mg.lit).

### 2.3 Kerangka Berpikir

Bahan penyusun Lataston terdiri dari aspal keras, agregat kasar, agregat halus, *filler* (semen portland). Agregat halus biasanya menggunakan pasir alam. Pasir pantai yang banyak terdapat di Indonesia merupakan bahan alternatif yang tepat sebagai pengganti agregat halus pada Lataston jika diberi perlakuan yang tepat. Perkerasan jalan yang dibuat menggunakan campuran pasir pantai harus memenuhi standar sifat fisik agregat halus terlebih dahulu seperti berat jenis, penyerapan, nilai setara pasir, kadar lumpur, kadar unsur, dan analisa saringan.

Berdasarkan penelitian sebelumnya (Ayu Nastiti, 2015), yang menggunakan agregat halus 100% pasir Pantai Carita dalam campuran HRS-WC dengan nilai berat jenis mencapai angka 4,0727 dan penyerapannya 0,3437%, menyatakan bahwa pasir pantai Carita memenuhi persyaratan pada Lataston (HRS-WC) dan dapat digunakan sebagai substitusi agregat halus pada Lataston (HRS-WC). Penelitian ini tidak mengkaji pengaruh perendaman pada campuran aspal. Penelitian yang terkait dengan perendaman (Amal,A.S., 2009), untuk campuran beton aspal terhadap nilai stabilitas *Marshall* menggunakan jenis aspal pen 60/70 dengan perkerasan laston serta variasi waktu perendaman 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 48 dan 72 jam dan (Prabowo,A., 2003) menggunakan jenis perkerasan HRS-WC dengan variasi kadar aspal rencana yaitu 6% ; 6,5% ; 7% ; 7,5% ; 8% dan masa perendaman 24, 72, 120, 168 jam, sampel air diambil di empat lokasi yaitu air standar (lab), air rob dari LIK, air rob dari jl.Ronggowarsito, air rob dari jl. Mpu Tantular/Pelabuhan.

Berdasarkan uraian di atas, dilakukan uji pendahuluan, yang hasilnya didapatkan berat jenis agregat halus pasir Pantai Carita sebesar 3,0574 memenuhi

syarat berat jenis minimal 2,5 dan penyerapannya 0,9387%, kadar garam sebesar 0% dan gradasi agregat halus memenuhi spesifikasi pengujian analisa saringan agregat halus (SNI - 03 - 1968 - 1990), artinya bahwa agregat dapat digunakan sebagai campuran Lataston (HRS-WC) dan penelitian dapat dilanjutkan.

Hasil penelitian sebelumnya terkait dengan proporsi maka dalam penelitian ini akan mengkaji pengaruh penggunaan 0% ; 50% ; 100% pasir Pantai Carita sebagai campuran agregat halus pada campuran Lataston. Sesuai dengan penelitian sebelumnya (Prabowo,A., 2003) bahwa nilai pH mendekati netral (pH=7), kinerja HRS-WC semakin baik dan semakin lama terendam HRS-WC semakin cepat rusak sesuai dengan penelitian yang menggunakan perendaman dari Variasi 2 – 72 Jam sangat berpengaruh terhadap sifat campuran beton aspal terhadap nilai stabilitas Marshall (Amal,A.S., 2009) oleh karena itu maka dalam penelitian ini lama perendaman benda uji yaitu 1 hari (24 Jam), 2 hari (48 Jam), 3 hari (72 Jam) dengan mengkaji parameter *Marshall* berupa stabilitas, kelelehan, MQ, VMA, VFB, dan VIM yang didapat dari pengujian *Marshall*.

#### **2.4 Hipotesis**

Berdasarkan kerangka berpikir tersebut diduga bahwa perendaman lataston 1 hari, 2 hari dan 3 hari dengan campuran variasi 0 % ; 50% ; 100% pasir pantai akan memberikan pengaruh terhadap nilai stabilitas, kelelehan, MQ, VMA, VFB, dan VIM pada parameter *Marshall*. Dalam penelitian ini tidak ada hipotesis statistik, hasilnya berupa deskripsi dari data dan grafik.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan September 2015 sampai dengan bulan Desember 2015. Keseluruhan pengujian meliputi pengujian sifat fisik bahan hingga pengujian *Marshall* dilakukan di Laboratorium Jalan Balai Irigasi Departemen Pekerjaan Umum yang terletak di jalan Cut Mutiah Bekasi Timur.

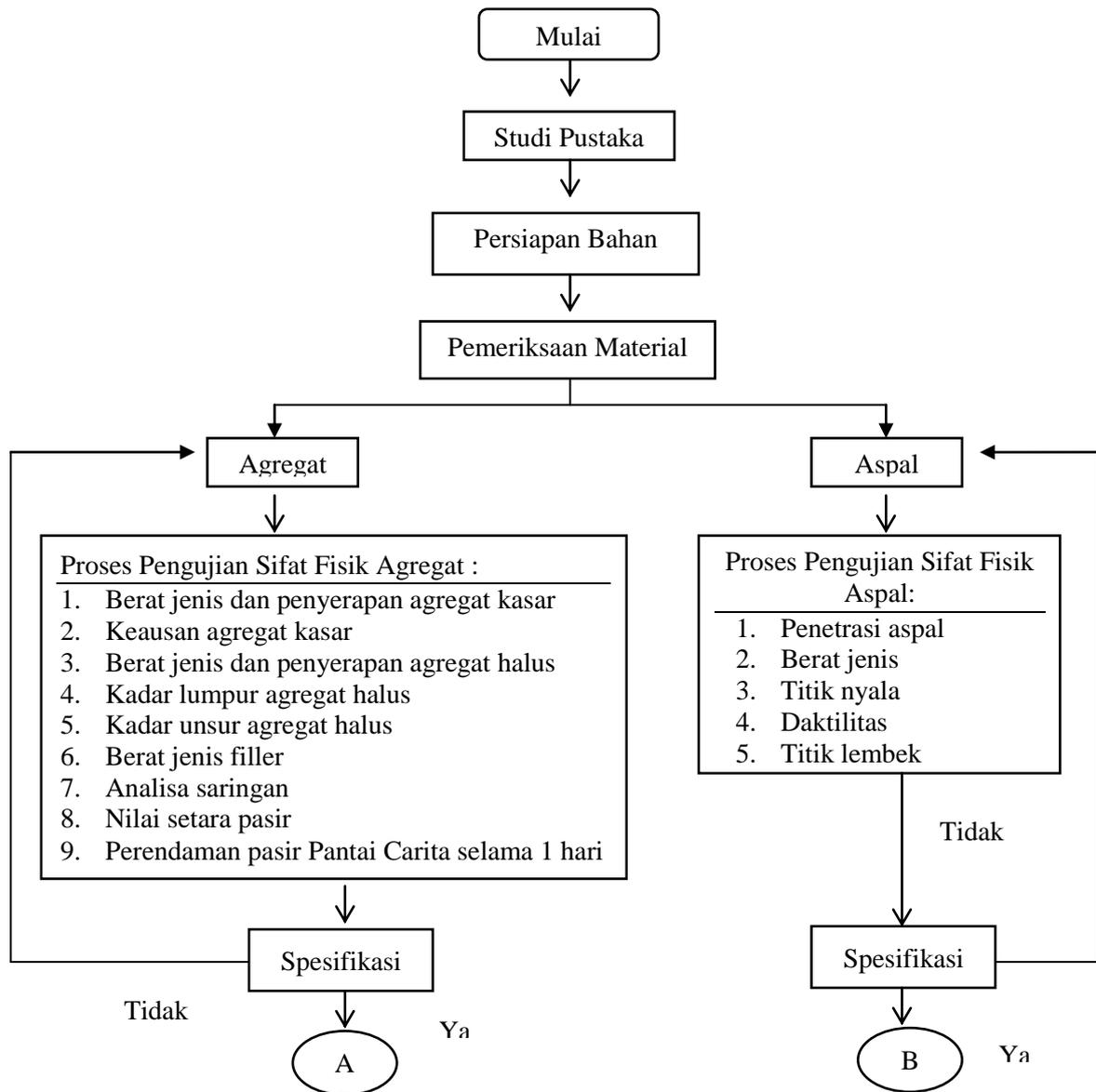
#### **3.2 Metode Penelitian**

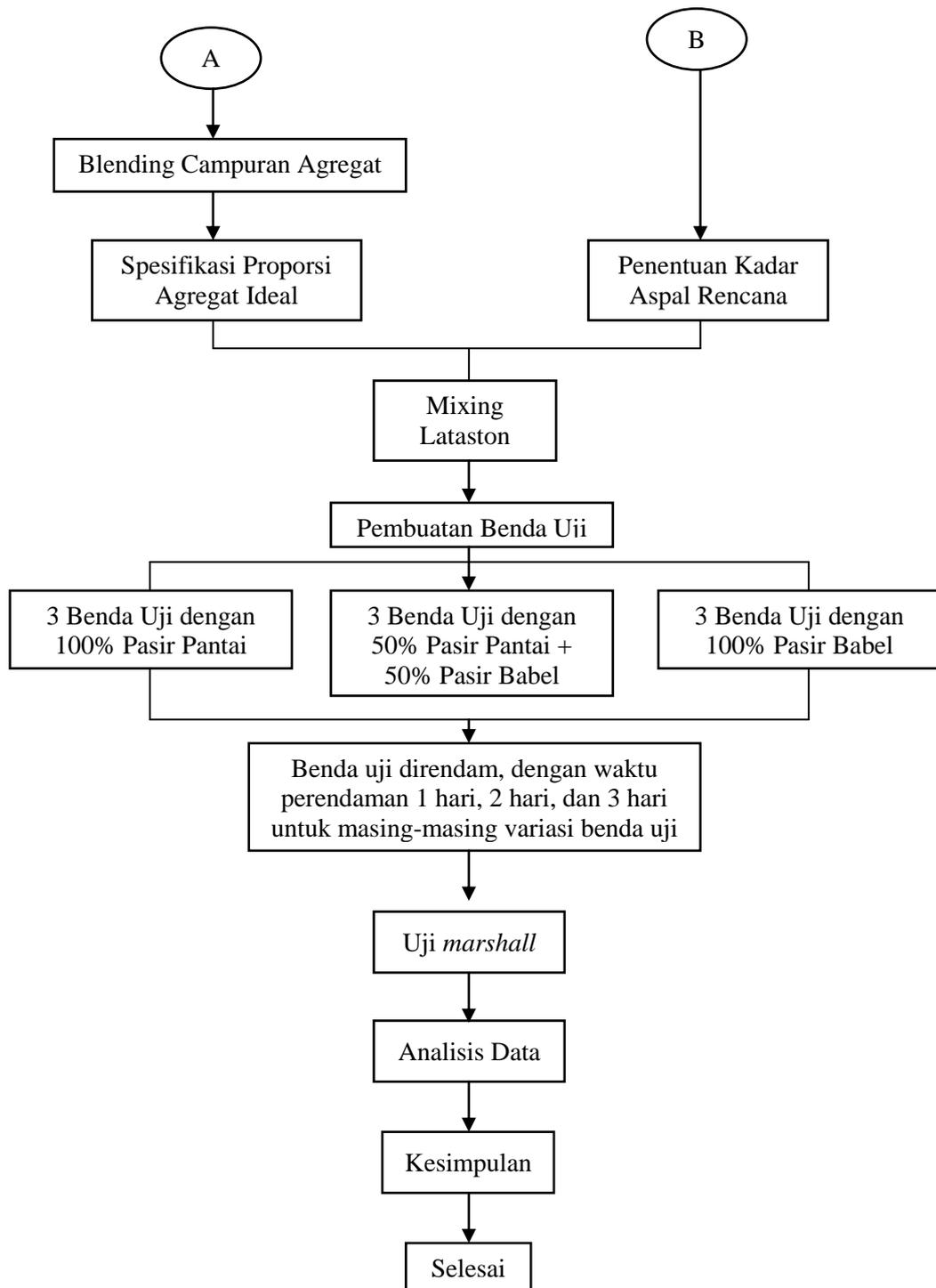
Metode penelitian yang digunakan yaitu dengan melakukan riset *experimental* kemudian ditunjang dengan berbagai literatur yang erat hubungannya dengan pokok masalah. Semua bahan campuran berupa agregat dan aspal diuji sifat fisik bahan terlebih dahulu sebelum dicampur. Kemudian dari campuran tersebut dibuat benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10,16 cm dan tinggi 7,62 cm menggunakan tiga variasi campuran dengan agregat halus yang berbeda.

Variasi pertama menggunakan 100% campuran agregat halus pasir Bangka Belitung sebagai pembanding. Variasi kedua menggunakan 50% pasir Bangka Belitung dan 50% pasir Pantai Carita. Variasi ketiga menggunakan 100% campuran agregat halus pasir Pantai Carita dan dilakukan perendaman 1 hari, 2 hari, 3 hari pada masing-masing variasi kadar agregat halus. Peneliti juga membuat 3 benda uji tambahan dengan variasi campuran yang sama, dengan tanpa perendaman lama sebagai kontrol.

### 3.3 Rancangan Penelitian

Dalam proses penelitian perancangan pembuatan aspal beton dapat dilihat pada alur penelitian berikut ini :





**Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian**

### **3.4 Pengambilan Sampel**

Pengambilan sampel dalam penelitian ini mencakup pemilihan populasi dan penentuan sampel sebagai berikut:

#### **3.4.1 Populasi**

Populasi dalam penelitian ini adalah benda uji dengan menggunakan pasir pantai yang berasal dari Pantai Carita Banten yang pengambilan pasirnya dengan jarak 20 m dari garis tepi laut saat pasang.

#### **3.4.2 Sampel**

Sampel yang akan diuji dalam penelitian adalah sebanyak tiga sampel benda uji dari campuran agregat halus yang menggunakan pasir Pantai Carita (100% pasir pantai), tiga sampel benda uji dari campuran agregat halus pasir Bangka Belitung (0% pasir pantai), dan 3 sampel benda uji dari campuran keduanya (50% pasir Pantai Carita dan pasir Bangka Belitung). Kemudian dilakukan dengan perendaman dalam tiga perlakuan yaitu 1 hari, 2 hari, 3 hari untuk masing-masing variasi. Total benda uji berjumlah 30 sampel yang merupakan keseluruhan dalam populasi yang akan diuji parameter aspalnya. Perencanaan jumlah sampel ini berdasarkan metode bina marga.

**Tabel 3.1 Sampel Benda Uji Marshall**

SAMPEL DENGAN PERENDAMAN				
Variasi	Jenis Campuran Agregat Halus	Jumlah Benda Uji	Perendaman	Total
100%	Agregat Halus Dengan Pasir Pantai Carita	3 Buah	1 hari, 2 hari, 3 hari	9 buah
50%	Agregat Halus Gabungan Pasir Pantai Carita dan Pasir Bangka Belitung	3 Buah	1 hari, 2 hari, 3 hari	9 buah
100%	Agregat Halus Dengan Pasir Bangka Belitung	3 Buah	1 hari, 2 hari, 3 hari	9 buah
SAMPEL TANPA PERENDAMAN				
100%	Agregat Halus Dengan Pasir Pantai Carita	1 Buah		
50%	Agregat Halus Gabungan Pasir Pantai Carita dan Pasir Bangka Belitung	1 Buah		
100%	Agregat Halus Dengan Pasir Bangka Belitung	1 Buah		
	TOTAL	30 Buah		

### 3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur pada penelitian ini meliputi: tahap persiapan perlengkapan, tahap pemeriksaan bahan, tahap perencanaan proporsi campuran (*mix design*), tahap pembuatan benda uji atau spesimen pengujian *Marshall*, tahap perendaman benda uji lebih dari 1 hari, dan tahap pengujian spesimen *Marshall*. Penjelasan mengenai prosedur kerja tersebut adalah sebagai berikut:

#### 3.5.1 Tahap Persiapan Perlengkapan

Dalam persiapan penelitian ini dilakukan segala hal yang mendukung terlaksananya proses penelitian. Perlengkapan yang digunakan dalam penelitian

ini berdasarkan perencanaan campuran Metode Bina Marga, perlengkapan bahan dan alat yang akan digunakan dalam penelitian ini, yaitu :

- a. Aspal keras pen 80 dari pangkalan Pertamina Cilacap.
- b. Agregat kasar (split) dengan ukuran maksimum 19 mm yang berasal dari Bekasi.
- c. Agregat halus berupa 100 % pasir hitam Pantai Carita Banten yang diambil dengan jarak 20 m dari bibir pantai pada saat air laut sedang pasang.
- d. Agregat halus berupa 100 % pasir Bangka Belitung.
- e. Bahan pengisi (*filler*) semen PC merek Tiga Roda dari PT. Indocement Tunggal Prakarsa Tbk. jenis I.
- f. 12 buah cetakan benda uji diameter 101,6 mm (4 in), tinggi 76,2 mm (3 in) lengkap dengan pelat atas dan leher sambung.
- g. Mesin penumbuk manual atau otomatis lengkap dengan :
  1. Penumbuk yang mempunyai permukaan tumbuk rata yang berbentuk silinder, dengan berat 4,536 kg dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm.
  2. Landasan pemadat terdiri atas balok kayu (jati atau yang sejenis) berukuran 20,32 x 20,32 x 45,72 cm dilapisi dengan pelat baja berukuran 30,48 x 30,48 x 2,54 cm dan dijangkarkan pada lantai beton di keempat bagian sudutnya.
  3. Pemegang cetakan benda uji.
- h. Alat pengeluar benda uji; untuk mengeluarkan benda uji yang sudah dipadatkan dari dalam cetakan benda uji dipakai sebuah alat ekstruder yang berdiameter 10 cm.

- i. Alat *Marshall* lengkap dengan :
  1. Kepala penekan (*breaking head*) berbentuk lengkung,
  2. Dongkrak pembebanan (*loading jack*) yang digerakkan secara elektrik dengan kecepatan pergerakan vertikal 50,8 mm/menit (2 in/menit),
  3. Cincin penguji (*proving ring*) dengan kapasitas 2500 kg dan atau 5000 kg, dilengkapi arloji (*dial*) tekan dengan ketelitian 0,0025 mm,
  4. Arloji pengukur pelelehan dengan ketelitian 0,25 mm beserta perlengkapannya.
- j. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur temperatur yang mampu memanasi sampai  $200^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ .
- k. Bak perendam (*water bath*) dengan kedalaman 152,4 mm (6 in) yang dilengkapi dengan pengatur suhu mulai  $20^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C} (\pm 1^{\circ}\text{C})$ .
- l. Timbangan yang dilengkapi dengan penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gram dan timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gram.
- m. Pengukur suhu dari logam (*metal thermometer*) berkapasitas  $250^{\circ}\text{C}$  dan  $100^{\circ}\text{C}$  dengan ketelitian 1% dari kapasitas.
- n. Perlengkapan lain :
  1. Panci-panci untuk memanaskan agregat, aspal, dan campuran aspal,
  2. Sendok pengaduk dan spatula,
  3. Kompor atau pemanas (*hot plate*),
  4. Sarung tangan dari asbes dan karet serta pelindung pernafasan (*masker*),

5. Kantong plastic kapasitas 2 kg,
6. Kompor gas elpiji atau minyak tanah.

### **3.5.2 Pemeriksaan Bahan**

Sebelum bahan-bahan yang sudah tersedia digunakan dalam penelitian, maka harus diadakan pemeriksaan terhadap bahan-bahan tersebut. adapun pemeriksaan terhadap tiap-tiap bahan adalah sebagai berikut:

#### **a. Semen Portland**

Semen Portland yang digunakan dalam penelitian hanya akan diuji pengayakan sesuai dengan SNI 3-4142-1996. Sedangkan untuk pengujian berat jenis sesuai dengan SNI 15-2531-1991.

#### **b. Agregat kasar**

Pemeriksaan terhadap agregat kasar meliputi ketahanan agregat terhadap keausan (AASHTO T 96-87), berat jenis dan penyerapan (SNI 03-1969-2008).

#### **c. Agregat halus**

Pemeriksaan terhadap agregat halus meliputi kadar unsur, kadar lumpur, berat jenis dan penyerapan (SNI 03-1970-2008)

#### **d. Aspal**

Pemeriksaan terhadap aspal meliputi uji penetrasi (SNI 06-2456-1991), titik lembek (SNI 06-2434-1991), daktalitas (SNI 06-2432-1991), titik nyala (SK SNI M-19-1990-F), dan berat jenis (SNI 06-2441-1991).

### 3.5.3 Perencanaan Campuran Proporsi Campuran (*Mix Design*)

Gradasi agregat gabungan dengan menggunakan spesifikasi campuran beraspal panas dengan kepadatan mutlak harus memenuhi gradasi seperti diisyaratkan dalam spesifikasi. Penggabungan gradasi agregat dalam campuran rencana dapat dilakukan dengan cara analitis.

#### 3.5.3.1 Perencanaan Agregat Gabungan Cara Perhitungan Analitis

Menurut Silvia Sukirman, Kombinasi agregat dari beberapa fraksi dapat digabungkan dengan menggunakan persamaan 3.16 berikut :

$$P = Aa + Bb + Cc + \dots \quad (\text{Persamaan 3.16})$$

Dengan pengertian :

$P$  = persen lolos agregat campuran dengan ukuran tertentu

$A, B, C$  = persen lolos agregat pada saringan masing-masing ukuran

$a, b, c$  = proporsi masing-masing agregat yang digunakan dengan jumlah total 100 %

Persamaan dasar di atas dapat digunakan untuk penggabungan beberapa fraksi agregat, diantaranya :

- a. Persamaan dasar penggabungan gradasi dari dua jenis fraksi agregat dapat dilihat pada persamaan 3.17 berikut :

$$P = Aa + Bb \quad (\text{Persamaan 3.17})$$

Untuk  $a + b = 1$  maka :  $a = 1 - b$

Dengan pengertian :

$P$  = persen lolos agregat campuran dengan ukuran tertentu

$A, B$  = persen bahan yang lolos saringan masing-masing ukuran

$a, b$  = proporsi masing-masing agregat yang digunakan, jumlah total 100 %

Dengan menggunakan persamaan di atas sehingga dapat dihitung dengan persamaan 3.18 sebagai berikut:

$$b = \frac{P-A}{B-A} \text{ atau } a = \frac{P-B}{A-B} \quad (\text{Persamaan 3. 18})$$

b. Persamaan dasar penggabungan gradasi tiga jenis fraksi agregat dapat dihitung menggunakan persamaan 3.19 berikut :

$$P = Aa + Bb + Cc \quad (\text{Persamaan 3. 19})$$

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dihitung dengan persamaan 3.20 berikut :

$$a = \frac{B-P}{B-C} \quad (\text{Persamaan 3.20})$$

dengan pengertian :

$P$  = persen lolos agregat campuran dengan ukuran tertentu

$A, B, C$  = persen lolos agregat pada saringan masing-masing ukuran

$a, b, c$  = proporsi masing-masing agregat yang digunakan dengan jumlah total 100 %

Persen kombinasi masing-masing ukuran agregat harus mendekati persen yang diperlukan untuk kombinasi agregat. Gradasi campuran tidak boleh keluar dari titik kontrol atau batas gradasi yang diisyaratkan dan sedapat mungkin harus berada diantara titik-titik kontrol gradasi (tidak perlu di tengah-tengah batas gradasi tersebut dan tidak memotong zona terbatas).

### 3.5.3.2 Penentuan Kadar Aspal Rencana

Salah satu cara untuk menentukan kadar aspal yang diperkirakan adalah dengan menggunakan persamaan 3.21 dibawah ini dengan metode *Asphalt Institute* sebagai berikut:

$$P = 0,035 (a) + 0,045 (b) + 0,18 (c) + k \text{ (Persamaan 3. 21)}$$

Dengan pengertian:

$P$  = Perkiraan nilai kadar aspal (% terhadap berat campuran)

$a$  = Persen agregat yang tertahan saringan No.8

$b$  = Persen agregat yang lolos saringan No.8 dan tertahan saringan No.200

$c$  = Persen agregat yang lolos saringan No.200

$k$  = Nilai konstanta sekitar 0,5 sampai dengan 1,0 untuk AC dan HRS

### 3.5.4 Pembuatan Benda Uji

Dalam tahapan pembuatan benda uji atau spesimen pengujian *Marshall* dilakukan dengan Metode Bina Marga sebagai berikut:

- a. Keringkan agregat pada suhu  $105^{\circ}$  -  $110^{\circ}\text{C}$  minimum selama 4 jam, keluarkan dari alat pengering (oven) dan tunggu sampai beratnya tetap.
- b. Pisah-pisahkan agregat ke dalam fraksi-fraksi yang dikehendaki (sesuai spesifikasi) dengan cara penyaringan.
- c. Siapkan bahan untuk setiap benda uji yang diperlukan yaitu agregat sebanyak  $\pm 1200$  gram sehingga menghasilkan tinggi benda uji kira-kira  $63,5 \text{ mm} \pm 1,27 \text{ mm}$ .
- d. Pencampuran agregat agar sesuai dengan gradasi yang diinginkan dilakukan dengan cara mengambil nilai tengah dari batas spesifikasi. Untuk memperoleh

berat agregat yang diperlukan dari masing-masing fraksi untuk membuat satu benda uji adalah dengan mengalikan nilai tengah tersebut terhadap total berat agregat.

- e. Panaskan panci pencampur beserta agregat kira-kira  $28^{\circ}\text{C}$  di atas suhu pencampuran untuk aspal padat, bila menggunakan aspal cair pemanasan sampai  $14^{\circ}\text{C}$  diatas suhu pencampuran.
- f. Tuangkan aspal yang sudah mencapai tingkat kekentalan sebanyak yang dibutuhkan ke dalam agregat yang sudah dipanaskan tersebut, kemudian aduklah dengan cepat, dengan tetap mempertahankan masih di dalam rentang suhu pemadatan, sampai agregat terselimuti aspal secara merata.
- g. Sementara itu, atau sebelumnya, perlu disiapkan alat untuk memadatkan, yaitu dengan membersihkan perlengkapan cetakan benda uji serta bagian muka penumbuk dengan seksama dan panaskan sampai suhu antara  $93,3 - 148,9^{\circ}\text{C}$ .
- h. Letakkan cetakan di atas landasan pematat dan tahan dengan pemegang cetakan.
- i. Letakkan selembat kertas saring atau retas penghisap yang sudah digunting menurut ukuran cetakan ke dalam dasar cetakan.
- j. Masukkan seluruh campuran ke dalam cetakan dan tusuk-tusuk campuran keras-keras dengan spatula yang dipanaskan sebanyak 15 kali keliling pinggirannya dan 10 kali di bagian tengahnya.
- k. Siapkan alat pematat dan lakukan pemadatan dengan menumbuk spesimen dengan jumlah tumbukan sebanyak 35,50, atau 75 yang disesuaikan dengan jenis lalu lintas yang direncanakan.

- l. Tumbukan dilakukan dengan tinggi jatuh 457,2 mm dan selama pemadatan harus diperhatikan agar kedudukan sumbu palu pemadat selalu tegak lurus pada alas cetakan.
- m. Lepaskan pelat alas berikut leher sambung dari cetakan benda uji kemudian cetakan yang berisi benda uji dibalikkan dan pasang kembali pelat alas berikut leher sambung pada cetakan yang dibalikkan tadi. Lakukan penumbukan lagi dengan jumlah yang sama.
- n. Lepaskan keping alas dan dinginkan sampai diperkirakan tidak akan terjadi perubahan bentuk jika benda uji dikeluarkan dari mold. Untuk mempercepat proses pendinginan, dapat digunakan kipas angin. Proses pendinginannya biasanya dilakukan sekitar 2 – 3 jam.
- o. Keluarkan benda uji atau spesimen *marshall* dari mold dengan hati-hati dan kemudian letakkan spesimen permukaan yang rata dan biarkan sampai benar-benar dingin sebaiknya didiamkan pada suhu ruang selama 24 jam.

### **3.5.5 Tahap Perendaman Sampel Dalam Air Laboratorium**

Setelah tahap pembuatan benda uji, total 30 buah dengan rincian 27 buah benda uji dengan perendaman 1 hari, 2 hari, dan 3 hari serta tambahan 3 buah benda uji tidak menggunakan perendaman lama berdasarkan variasi kadar agregat halus 0% ; 50% ; 100%. Sampel-sampel tersebut kemudian diuji dengan alat *Marshall* untuk mengetahui pengaruh lamanya perendaman air terhadap karakteristik campuran Lataston. Karakteristik yang dicari dari uji *Marshall* ini adalah nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*) dari masing-masing sampel atau campuran Lataston.

### 3.5.6 Tahap Pengujian Benda Uji

Tahap pengujian yang dilakukan dari metode *Marshall* yaitu melakukan pengukuran stabilitas dan flow, serta pengukuran kerapatan dan analisa rongga. Sebelum dilakukan pengujian spesimen atau benda uji *Marshall* perlu dilakukan hal-hal sebagai berikut:

- a. Benda uji harus bersih dari kotoran organik, minyak, kertas dan sebagainya.
- b. Setiap benda uji diberi tanda pengenal yang mencirikan minimal jumlah aspal yang diberikan.
- c. Ukur tinggi masing-masing benda uji dengan menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 0,1 mm. tinggi benda uji adalah rata-rata dari 3 kali pengukuran.

#### 3.5.6.1 Pengukuran Stabilitas dan Flow

Dalam pengukuran stabilitas dan flow pada tahap ini didasarkan pada metode bina marga :

1. Rendamlah benda uji dalam bak perendam (*water bath*) selama 30 – 40 menit dengan suhu tetap  $(60 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ .
2. Keluarkan benda uji dari bak perendam atau dari oven dan letakkan ke dalam segmen bawah kepala penekan dengan catatan bahwa waktu yang diperlukan dari saat diangkatnya benda uji dari bak perendaman sampai tercapainya beban maksimum tidak boleh melebihi 30 detik.
3. Pasang segmen atas di atas benda uji dan letakkan keseluruhannya dalam mesin penguji.

4. Pasang arloji pengukur pelelehan (*Flow*) pada kedudukannya di atas salah satu batang penuntun dan atur kedudukan jarum penunjuk pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji (*sleeve*) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan.
5. Naikkan kepala penekan beserta benda ujinya dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji, sebelum pembebanan diberikan.
6. Atur jarum arloji tekan pada kedudukan angka nol.
7. Berikan pembebanan pada benda uji dengan kecepatan tetap sekitar 50 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai, atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji tekan dan catat pembebanan maksimum.
8. Catat nilai kelelahan (*flow*) pada saat pembebanan maksimum tercapai.

### **3.6 Teknik Pengambilan Data**

Nilai dari parameter *Marshall* berupa stabilitas dan kelelahan (*flow*) didapatkan dari hasil pengetesan benda uji dengan menggunakan alat *Marshall*. Sedangkan nilai pengukuran kerapatan dan analisa rongga berupa kepadatan, VMA, VIM, VFA/VFB, serta MQ didapat dari hasil perhitungan berdasarkan rumus.

### **3.7 Teknik Analisis Data**

Teknik analisis data yang dihasilkan adalah hasil parameter *Marshall*. Penelitian ini menghasilkan pengolahan data (0% pasir Pantai Carita, 50% pasir Pantai Carita, dan 100% pasir Pantai Carita) dan variasi perendaman 1 hari, 2 hari,

3 hari. Teknik analisis data yang dihasilkan merupakan hasil parameter Marshall, Hasil pengolahan data dibuat dalam bentuk diagram dan tabel pada program Microsoft Excel yang dibandingkan terhadap persyaratan dan selanjutnya disimpulkan secara deskriptif.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Deskripsi Uji Pendahuluan

##### 4.1.1 Pengujian Aspal

Aspal yang digunakan pada penelitian ini adalah aspal keras yang berasal dari Cilacap Jawa Tengah yang sudah tersedia di Laboratorium Jalan Balai Irigasi Bekasi. Hasil uji pendahuluan untuk aspal dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut.

**Tabel 4.1 Hasil Pengujian Pendahuluan Aspal**

Jenis Pemeriksaan	Standar uji	Persyaratan		Hasil Pengujian	Satuan	Lampiran
		Pen 80				
		min	max			
1. Berat jenis (25°C)	SNI 06-2488-1991	1	-	1,04965	-	4
2. Daktilitas (25°C, 5 cm / menit)	SNI 06-2432-1991	100	-	125	Cm	5
3. Titik Nyala (clev, open cup)	SNI 06-2433-1991	225	-	340	°C	6
4. Titik Lembek	SNI 06-2434-1991	46	54	47	°C	7
5. Penetrasi (25°C, 5 detik)	SNI 06-2456-1991	80	99	80	0,1 mm	8

##### 4.1.2 Pengujian Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan merupakan batu pecah yang sudah disediakan oleh pihak laboratorium, tabel 4.2 berikut adalah hasil uji pendahuluan agregat kasar. Untuk analisa saringan dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar

Jenis Pemeriksaan	Standar	Persyaratan		Hasil Pengujian	Lampiran
		Min	Maks		
<b>Agregat Kasar</b>					
Berat Jenis	SNI-03-1969-2008	2,5	-	2,6	9
Penyerapan	SNI-03-1969-2008	-	3%	2,4146%	9
Keausan Agregat	SNI-03-2417-1991	-	40%	18%	10

Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa agregat kasar yang digunakan memenuhi syarat sebagai bahan penyusun lapis perkerasan jalan.

#### 4.1.3 Pengujian Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah 100% pasir Pantai Carita, 100% pasir Bangka Belitung, dan 50% campuran keduanya. Untuk uji analisa saringan terdapat pada lampiran. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Pasir Pantai (Agregat Halus)

Jenis Pemeriksaan	Standar	Persyaratan		Hasil Pengujian	Lampiran
		Min	Maks		
<b>Agregat Halus</b>					
Berat Jenis	SNI-03-1970-2008	2,5 gr/cc		0,3437	14
Penyerapan air	SNI-03-1970-2008		3%	3,0 %	14
Kadar Lumpur	SNI 3423-2008		1%	0,9387%	12

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Pasir Bangka Belitung

Jenis Pemeriksaan	Standar	Persyaratan		Hasil Pengujian	Lampiran
		Min	Maks		
<b>Agregat Halus</b>					
Berat Jenis	SNI-03-1970-2008	2,5		2,5634	13
Penyerapan air	SNI-03-1970-2008		3%	2,5247%	13
Kadar Lumpur	SNI 3423-2008		1%	1,0%	11

Tabel 4.5 Uji Analisa Saringan Pasir Pantai

Gradasi Pasir Pantai Carita		
Berat (gr)	Prosen Tertahan(%)	Prosen Lolos (%)
		100
		100
		100
0	0	100
0,20	0,04	99,96
3,70	0,75	99,21
-	-	-
403,40	81,86	17,35
83,50	16,94	0,41
2,00	0,41	0
492,80		

Tabel 4.6 Uji Analisa Saringan Pasir Bangka Belitung

Gradasi Pasir Bangka Belitung		
Berat (gr)	Prosen Tertahan(%)	Prosen Lolos (%)
		100
		100
		100
0	0	100
0,80	0,09	99,91
120,90	12,96	86,95
-	-	-
522,30	55,99	30,97
286,88	30,75	0,21
2,00	0,21	0
932,88		

#### 4.1.4 Pengujian *Filler*

Bahan pengisi (*filler*) yang digunakan adalah semen OPC tipe 1 merek Tiga Roda sesuai SNI 15-2049-2004. Uji pendahuluan untuk *filler* hanya dilakukan untuk berat jenis dan pengayakan, berat jenis yang diperoleh sebesar 3,121405 memenuhi standar minimum berat jenis agregat sebesar 2,5 dengan

hasil selisih dari dua kali pengujian sebesar  $0,00051 <$  pengujian maksimum  $0,03$  dan persen lolos dari saringan no.200 sebesar  $96\%$ .

## 4.2 Pembuatan Benda Uji

### 4.2.1 Perencanaan Campuran

Hasil dari proporsi campuran Lataston (HRS-WC) secara lengkap bisa dilihat pada lampiran 15. Kesimpulan dari perhitungan proporsi masing-masing bahan penyusun HRS-WC seperti pada tabel 4.4 berikut ini:

**Tabel 4.7 Proporsi Bahan Campuran**

Variasi Pasir Pantai	Jumlah (gram)					Total
	Aspal (5%)	Agregat Kasar (38%)	Filler (9%)	Pasir (53%)		
				Pantai	Babel	
0%	600	4560	1080	0	6360	12000
50%	600	4560	1080	3180	3180	12000
100%	600	4560	1080	6360	0	12000

### 4.2.2 Pencampuran Benda Uji

Pencampuran benda uji dilakukan dengan memanaskan agregat sekurangnya 4 jam di dalam oven, pisahkan agregat dalam fraksi yang dikehendaki dengan cara penyaringan dan lakukan penimbangan. Lakukan pengujian kekentalan aspal untuk memperoleh temperatur pencampuran dan pemadatan. lalu panaskan aspal sampai mencapai kekentalan yang disyaratkan untuk pekerjaan seperti terlihat pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1 Alat Memanaskan Aspal**

Peralatan pencampur bahan (*asphalt mixer*) seperti terlihat pada gambar 4.2a dipanaskan hingga mencapai suhu maksimum  $135^{\circ}\text{C}$ , kemudian masukan agregat yang telah di oven lalu aduk hingga rata dan tuangkan aspal yg sudah dipanaskan hingga cair kedalam *asphalt mixer* seperti pada gambar 4.2b.



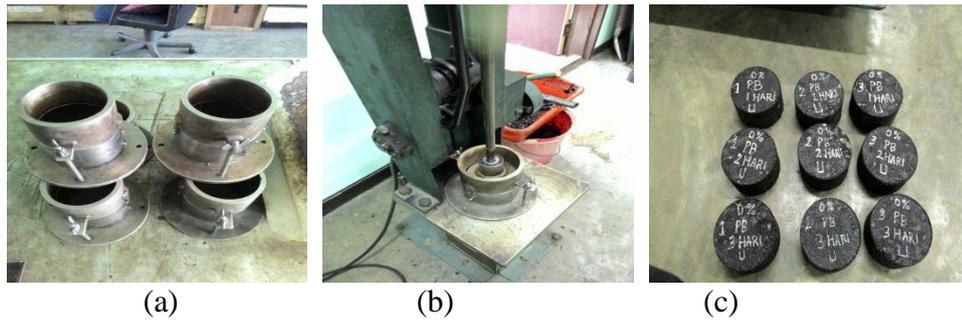
(a)



(b)

**Gambar 4.2 Alat Pengaduk Bahan Campuran Aspal**

Setelah tercampur sempurna campuran aspal tersebut dimasukkan ke dalam cetakan benda uji gambar 4.3a lalu ditumbuk sebanyak 75 kali untuk kedua sisinya gambar 4.3b lalu diamkan selama  $\pm 5$  menit kemudian lepaskan benda uji dari cetakan Gambar 4.3c.



**Gambar 4.3 (a) Cetakan Benda Uji, (b) Pemadatan Benda Uji, (c) Hasil Benda Uji Setelah Pemadatan**

### **4.3 Deskripsi Hasil Pengujian *Marshall***

Pengujian *Marshall* dilakukan untuk mencari parameter *Marshall* pada kondisi standar lalu-lintas berat yaitu 2 x 75 tumbukan. Disiapkan masing-masing 3 benda uji dengan perendaman 1 hari, 2 hari, dan 3 hari. Variasi kadar agregat halus yaitu 0% ; 50% ; 100%.

Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 4.8 Hasil Pengujian Marshall**

No	Karakteristik	Syarat	% Variasi Kadar Pasir			Hari
			0	50	100	
1	Stabilitas (kg)	Min 800	735,264	927,072	621,878	0
			781,440	783,938	724,442	1
			824,231	810,023	824,064	2
			846,375	780,108	769,730	3
2	Kelelehan (mm)	Min 3	3,3	3,5	3,4	0
			3,5	2,8	3,5	1
			3,2	2,7	3,2	2
			3,2	3,4	3,5	3
3	MQ (kg/mm)	Min 250	222,807	264,878	182,905	0
			223,935	285,345	208,448	1
			257,923	304,999	258,941	2
			264,209	229,444	222,751	3
4	VMA (%)	Min 18	19,391	15,777	13,146	0
			16,869	16,255	14,403	1
			17,328	16,142	14,537	2
			17,071	16,350	14,529	3
5	VFB (%)	Min 68	54,465	69,941	86,560	0
			64,654	67,530	78,035	1
			62,523	68,070	77,114	2
			63,675	67,038	77,440	3
6	VIM (%)	3-6	8,496	4,394	1,407	0
			5,633	4,936	2,834	1
			6,154	4,807	2,986	2
			5,863	5,044	2,977	3

## 4.4 Pembahasan Hasil Pengujian

### 4.4.1 Uji Pendahuluan

Untuk mengetahui apakah bahan-bahan yang akan dipakai sebagai bahan campuran HRS-WC, dilakukan uji pendahuluan terlebih dahulu. Berikut adalah pembahasan dari uji pendahuluan yang telah dilakukan :

#### 1. Aspal

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, didapat angka penetrasi 80 mm sehingga aspal yang dipakai dalam penelitian ini termasuk dalam aspal penetrasi 80. Untuk hasil pengujian lainnya masih memenuhi persyaratan yang digunakan sehingga aspal dari Cilacap ini dapat digunakan sebagai bahan campuran HRS-WC.

#### 2. Agregat Kasar

Dari ketiga jenis pengujian yang dilakukan untuk agregat kasar, ketiganya memenuhi persyaratan sebagai campuran dalam HRS-WC yaitu nilai keausan 18% dari nilai maksimum 40%, penyerapan 2,41% dari nilai maksimum 3%, dan nilai berat jenis 2,54 dari nilai minimum 2,5. Dari hasil tersebut maka agregat kasar tersebut dapat digunakan dalam campuran HRS-WC.

#### 3. Agregat Halus

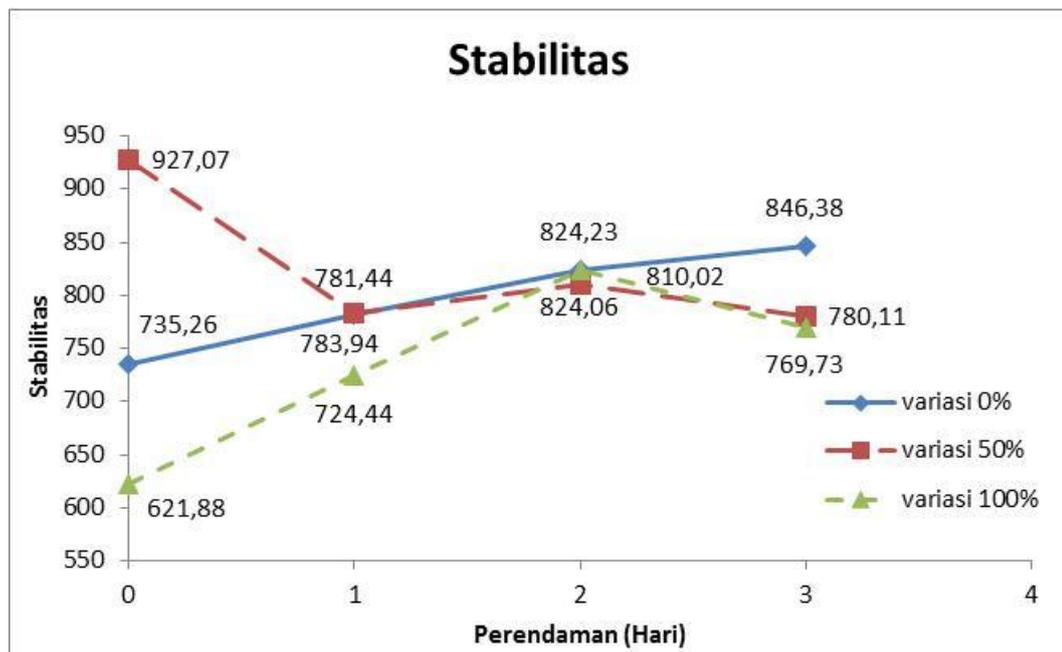
Hasil yang didapatkan dari uji pendahuluan yang dilakukan terhadap agregat halus pasir pantai menyatakan bahwa pasir pantai Carita dapat digunakan sebagai agregat halus dalam campuran HRS-WC dengan nilai penyerapan 3,0 % yang masih dibawah batas maksimal 3%, berat jenis 3,0574, kadar garam 0%, dan kadar lumpur 0,9387% masih dibawah nilai maksimum 1%.

#### 4. Filler

Dengan berat jenis sebesar 3,12 dan persen lolos dari saringan no.200 sebesar 96% maka dapat dinyatakan bahwa semen pc tersebut dapat digunakan sebagai bahan pengisi lapis perkerasan jalan.

#### 4.4.2 Stabilitas

Stabilitas merupakan indikator kekuatan lapis perkerasan dalam memikul beban lalu-lintas. Spesifikasi umum 2011 menetapkan bahwa stabilitas minimum yang disyaratkan adalah 800 kg. Hubungan antara kadar aspal dengan nilai stabilitas dapat dilihat pada Gambar 4.4 dibawah ini :

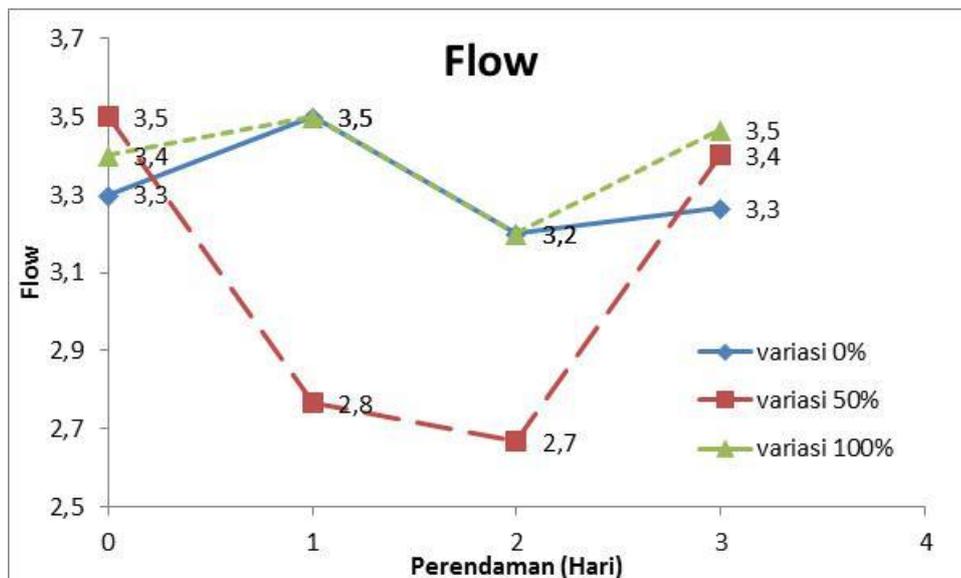


Gambar 4.4 Grafik Stabilitas Sampel Dengan Perendaman

Sampel tanpa perendaman pada Gambar 4.4, variasi 0% nilai stabilitas sebesar 735,26 kg kemudian naik pada hari pertama, kedua, dan ketiga. Nilai optimum berada pada perendaman hari ketiga sebesar 846,38 kg. Variasi 50% tanpa perendaman nilai stabilitas tinggi yaitu, sebesar 927,07 kg, kemudian turun pada hari pertama sebesar 781,44 kg dan naik pada hari kedua sebesar 824,23 kg kemudian turun pada hari ketiga sebesar 780,11 kg. Variasi 100% tanpa perendaman nilai stabilitas sebesar 621,88 kg kemudian naik pada hari pertama sebesar 724,44 kg dan kedua 824,06 kg kemudian turun pada hari ketiga sebesar 769,73 kg. Hasil ini menunjukkan bahwa faktor dari gradasi bahan susun campuran aspal serta perlakuan dengan perendaman dapat meningkatkan nilai stabilitas pada parameter *Marshall*.

#### **4.4.3 Kelelehan (*Flow*)**

*Flow* merupakan indikator kelenturan campuran beraspal panas dalam menahan beban lalu-lintas. Nilai *flow* menyatakan besarnya deformasi pada benda uji, campuran yang mempunyai nilai *flow* rendah dan stabilitas tinggi akan cenderung menghasilkan campuran yang kaku dan getas sehingga akan mudah retak apabila terkena beban lalu-lintas tinggi dan berat. Sebaliknya, apabila campuran memiliki *flow* terlalu tinggi maka campuran akan bersifat plastis, hingga mudah berubah bentuk (deformasi plastis) akibat beban lalu-lintas yang tinggi dan berat. Hubungan antara kadar aspal dengan nilai *flow* dapat dilihat pada Gambar 4.5 dibawah ini :



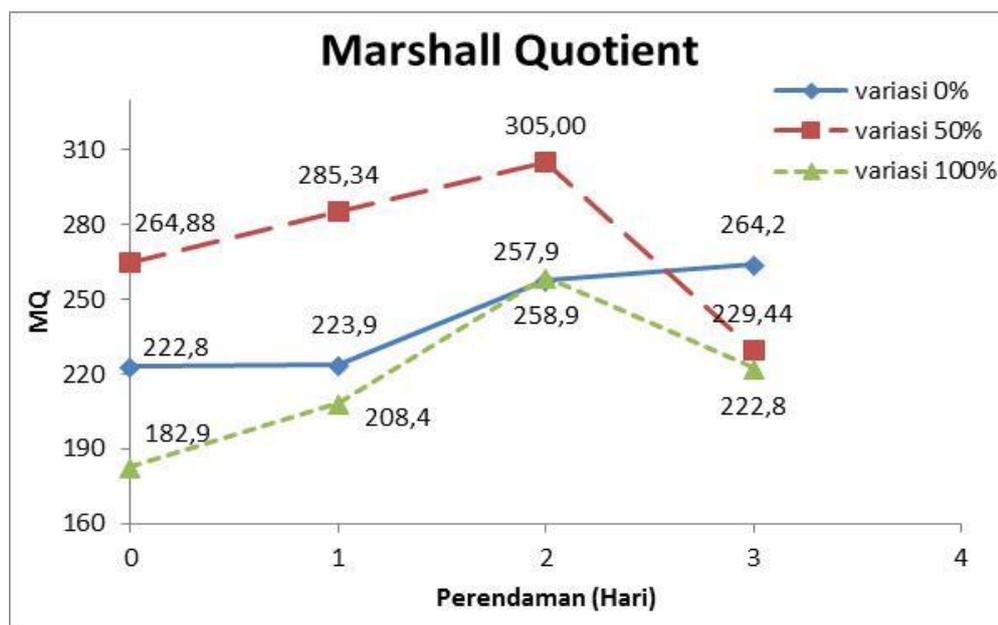
**Gambar4.5 Grafik Kelelehan (*flow*) Sampel dengan Perendaman**

Sampel tanpa perendaman pada Gambar 4.5, variasi 0% nilai *flow* sebesar 3,3 mm kemudian naik pada hari pertama sebesar 3,5 mm, pada hari kedua turun sebesar 3,2 mm, dan hari ketiga naik sebesar 3,3 mm. Variasi 50% tanpa perendaman nilai *flow* sebesar 3,5 mm, kemudian turun pada hari pertama dan kedua, kemudian naik pada hari ketiga sebesar 3,4 mm. Variasi 100% tanpa perendaman nilai *flow* sebesar 3,4 mm kemudian naik pada hari pertama sebesar 3,5 mm dan pada hari kedua turun sebesar 3,2 mm dan naik kembali pada hari ketiga sebesar 3,5 mm. Nilai *flow* variasi 50% pada perendaman hari pertama dan kedua tidak memenuhi persyaratan minimal sebesar 3 mm.

#### **4.4.4 Marshall Quotient (MQ)**

MQ merupakan hasil bagi antara stabilitas dan *flow* yang mengindikasikan pendekatan terhadap kekakuan dan fleksibilitas dari suatu campuran aspal beton. Campuran yang memiliki nilai MQ rendah akan semakin fleksibel, cenderung

menjadi plastis dan lentur sehingga mudah mengalami deformasi pada saat menerima beban lalu-lintas yang tinggi dan berat. Sedangkan campuran yang memiliki nilai MQ tinggi akan bersifat kaku dan getas. Nilai minimum MQ sebesar 250 kg/mm.

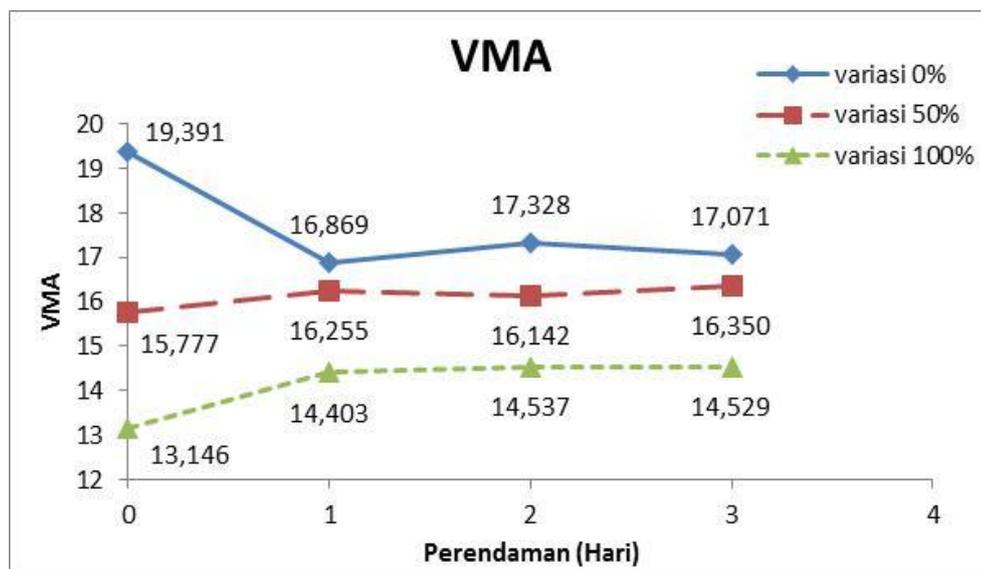


**Gambar 4.6 Grafik MQ Sampel dengan Perendaman**

Nilai MQ yang memenuhi persyaratan minimal 250 kg/mm untuk lalu-lintas berat pada Gambar 4.6 adalah variasi 0% nilai MQ optimum pada perendaman hari ketiga sebesar 264,2 kg/mm. Variasi 50% nilai MQ optimum pada perendaman hari kedua yaitu sebesar 305 kg/mm, cenderung menurun di hari ketiga. Variasi 100% nilai optimum pada perendaman hari kedua yaitu sebesar 258,9 kg/mm.

#### 4.4.5 Rongga Dalam Agregat (VMA)

VMA digunakan sebagai ruang untuk menampung aspal dan volume rongga udara yang diperlukan dalam campuran aspal beton. Besarnya nilai VMA dipengaruhi oleh kadar aspal, gradasi bahan susun, energi pemadatan, dan kadar filler. Nilai minimum VMA sebesar 18%.

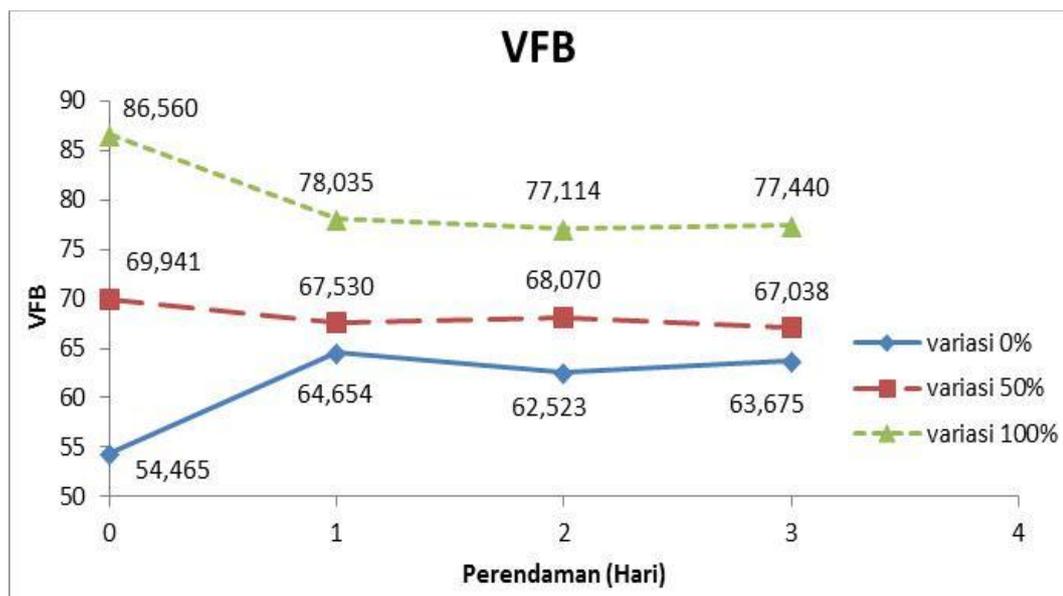


Gambar 4.7 Grafik VMA Sampel dengan Perendaman

Nilai VMA yang memenuhi syarat untuk lalu-lintas berat yaitu lebih dari 18% tidak terdapat pada variasi 0% 50% 100% sampel dengan perendaman, pada Gambar 4.7 menunjukkan bahwa semakin tipis gradasi agregat yang masuk, nilai VMA semakin kecil, karena rongga yang terisi agregat semakin sedikit. Variasi tanpa perendaman nilai VMA diatas 18% terjadi pada variasi 0% yaitu sebesar 19,39%. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tipis gradasi bahan susun agregat halus dalam campuran aspal maka nilai VMA semakin kecil.

#### 4.4.6 Rongga Terisi Aspal (VFB)

Nilai VFB menunjukkan persentase besarnya rongga yang dapat terisi oleh aspal, besarnya VFB menentukan keawetan suatu campuran beraspal panas, semakin besar nilai VFB maka akan semakin kecil nilai VIM yang berarti rongga yang terisi aspal semakin banyak, oleh karena itu, campuran HRS-WC akan semakin awet. Begitu sebaliknya, apabila VFB terlalu kecil, maka rongga yang terisi aspal akan semakin sedikit sehingga agregat yang terselimuti aspal akan semakin tipis yang menyebabkan campuran beton aspal tidak awet. Nilai minimum VFB sebesar 68%.



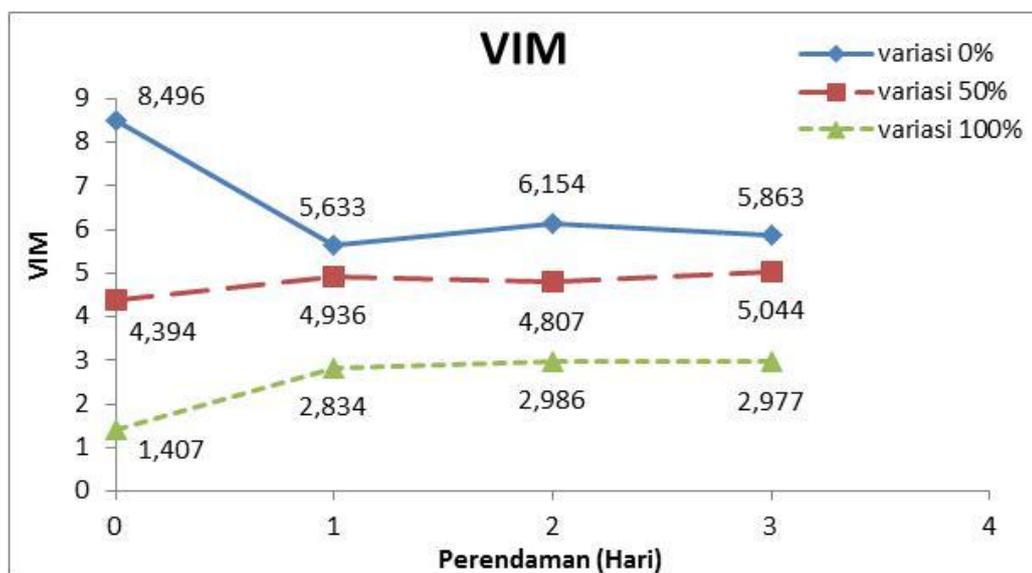
Gambar 4.8 Grafik VFB Sampel dengan Perendaman

Nilai VFB naik seiring banyak rongga yang terisi oleh aspal, pada Gambar 4.8 menunjukkan bahwa variasi 0% sampel tanpa perendaman nilai VFB masih dibawah nilai minimum sebesar 68%. Variasi 50% sampel tanpa perendaman dan pada perendaman hari kedua nilai VFB memenuhi syarat minimum VFB sebesar

68%. Variasi 100% nilai VFB cenderung tinggi, hal ini disebabkan oleh gradasi bahan susun agregat halus pasir pantai yang tipis, sehingga rongga terisi aspal semakin banyak.

#### 4.4.7 Rongga Dalam Campuran (VIM)

VIM menyatakan banyaknya persentase rongga dalam campuran total. Nilai rongga dalam campuran dipengaruhi oleh kadar aspal pada campuran dan gradasi agregat yang digunakan, dengan bertambahnya kadar aspal, maka jumlah aspal yang dapat mengisi rongga antar butiran agregat semakin bertambah, sehingga volume rongga dalam campuran semakin berkurang. Nilai minimum VIM sebesar 3% dan maksimum sebesar 6%.

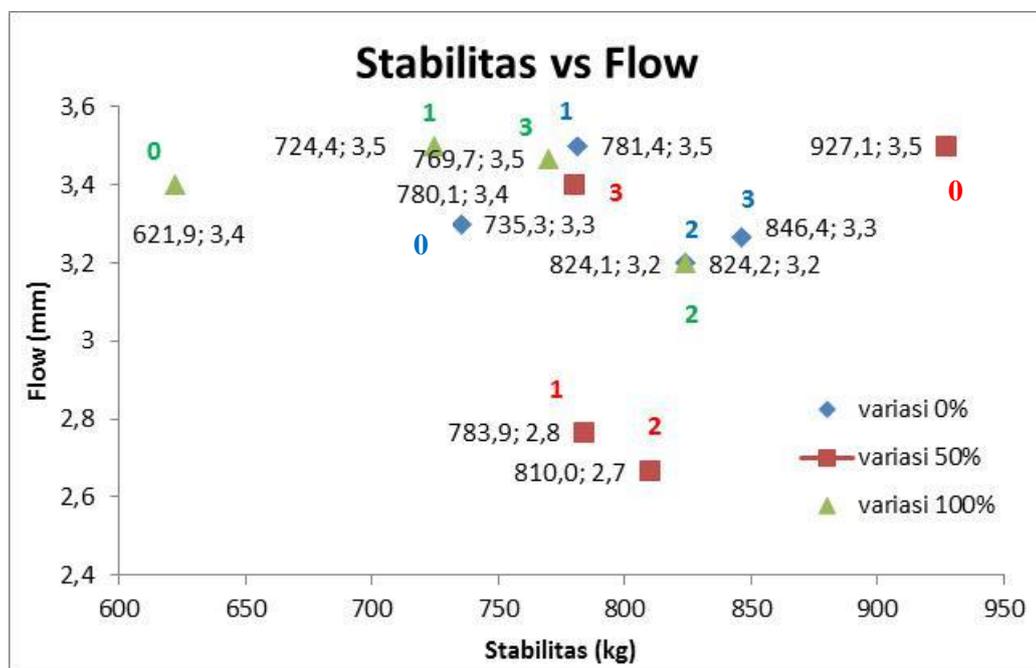


Gambar 4.9 Grafik VIM Sampel dengan Perendaman

Nilai VIM pada variasi 0% sampel tanpa perendaman sangat tinggi yaitu sebesar 8,496% melewati batas maksimum VIM sebesar 3-6%. Variasi 50% nilai

VIM sampel tanpa perendaman dan sampel dengan perendaman memenuhi persyaratan minimal yaitu dengan rentang 3-6%, sedangkan pada variasi 100% nilai maksimum 2,99% pada hari kedua perendaman tetapi tidak memenuhi persyaratan minimum sebesar 3%. Hasil dari nilai VIM variasi 100% tersebut memperlihatkan bahwa pasir pantai Carita memiliki gradasi yang tipis.

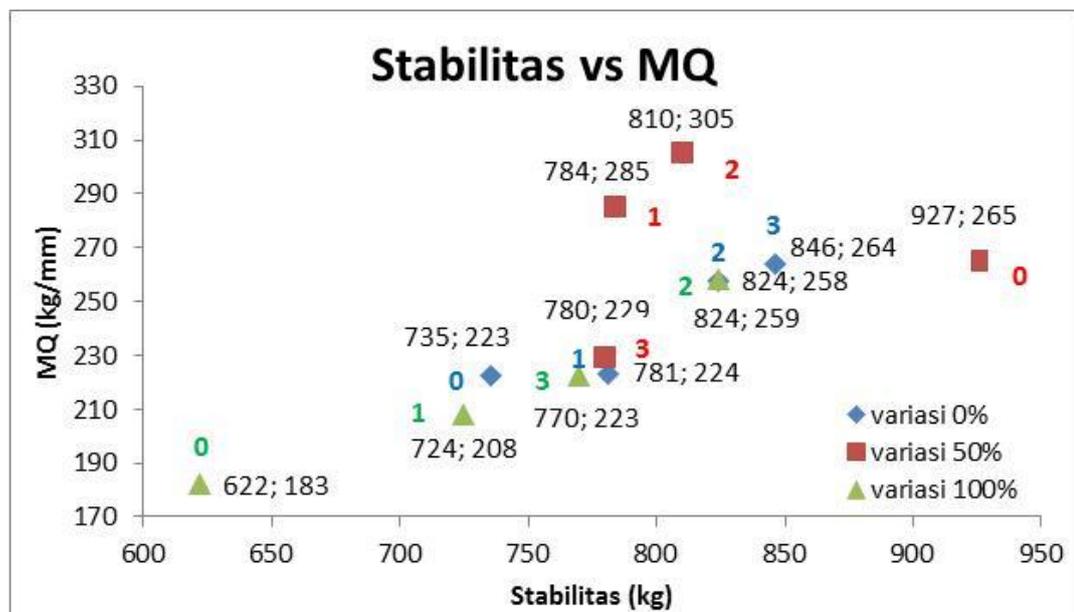
#### 4.4.8 Hubungan Stabilitas dengan Flow, MQ, VMA, VFB, dan VIM



Gambar 4.10 Hubungan stabilitas dengan kelelahan (*flow*)

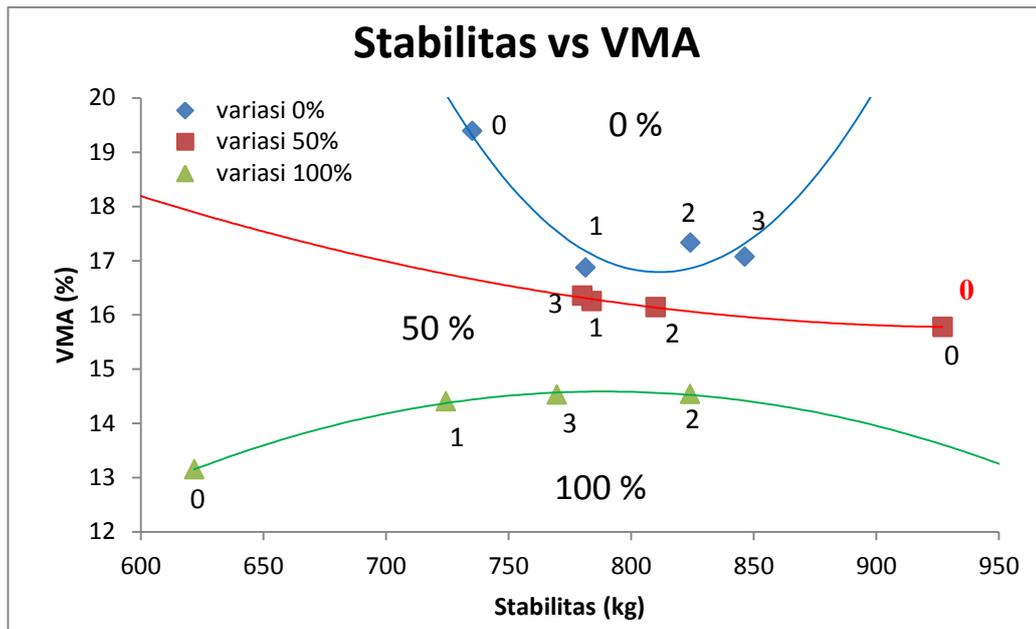
Hubungan antara stabilitas dengan kelelahan (*flow*) pada Gambar 4.10 variasi 0% nilai stabilitas dengan *flow* memperlihatkan bahwa semakin tinggi nilai stabilitas maka nilai *flow* semakin rendah. Variasi 50% hubungan nilai stabilitas dengan *flow* tidak signifikan ,yaitu pada sampel tanpa perendaman dengan nilai 927,1 ; 3,5. Nilai ini memperlihatkan bahwa sampel tanpa perendaman ini memiliki tingkat elastisitas yang tinggi. Variasi 100% hubungan antara stabilitas

dengan *flow* pada sampel tanpa perendaman dengan nilai 621,9 ; 3,4 yaitu pada nilai stabilitas tersebut nilai *flow* cenderung tinggi, memperlihatkan bahwa sampel ini memiliki elastisitas yang tinggi.



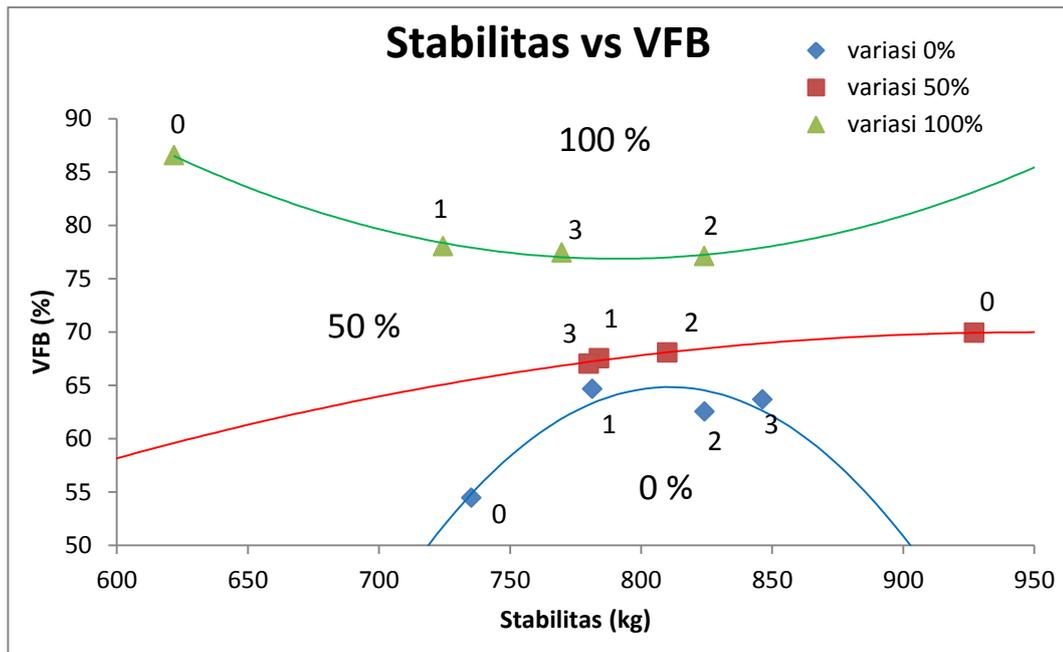
**Gambar 4.11 Hubungan stabilitas dengan *marshall quotient* (MQ)**

Hubungan antara stabilitas dengan *marshall quotient* (MQ) pada Gambar 4.11 variasi 0% ; 50% ; 100% pasir Pantai Carita terlihat bahwa nilai stabilitas berbanding lurus dengan nilai *marshall quotient* (MQ), pada variasi 0% naik pada hari pertama, kedua, dan ketiga. Pada variasi 50% dan 100% pasir Pantai Carita turun pada hari ketiga. Hubungan ini memperlihatkan, campuran yang memiliki nilai MQ rendah akan semakin fleksibel, cenderung menjadi plastis dan lentur sehingga mudah mengalami deformasi pada saat menerima beban lalu-lintas yang tinggi dan berat. Sedangkan campuran yang memiliki nilai MQ tinggi akan bersifat kaku dan getas.



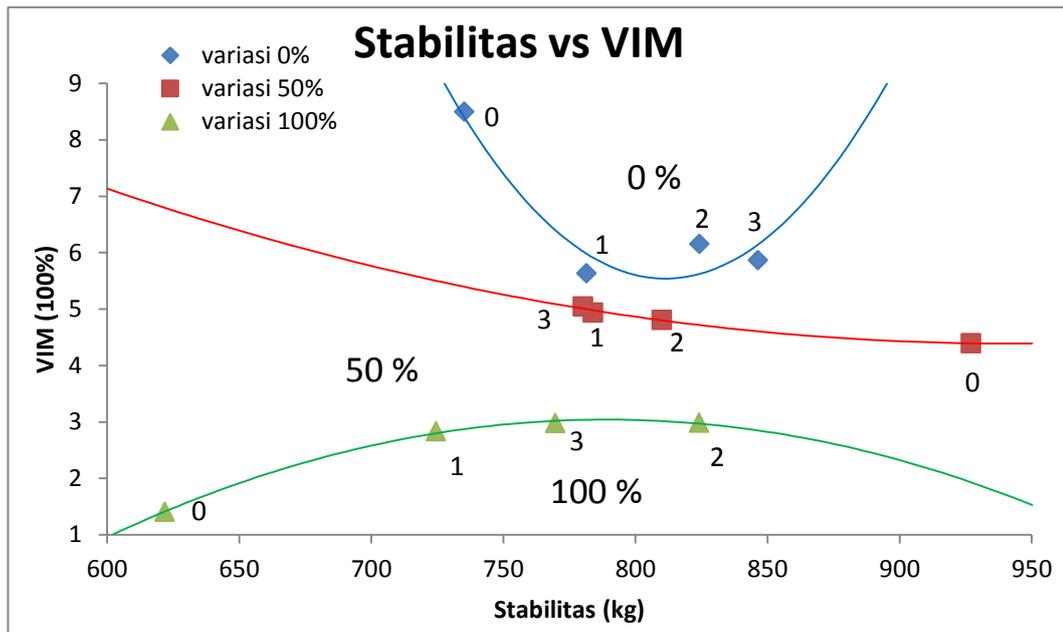
**Gambar 4.12 Hubungan stabilitas dengan void in mineral aggregates (VMA)**

Hubungan antara stabilitas dengan void in mineral aggregates (VMA) pada Gambar 4.12 Variasi 0% berada di zona atas, menunjukkan bahwa nilai stabilitas dalam rentang 700-850 kg, nilai VMA berada dalam 17-19%. Ini dipengaruhi oleh faktor durabilitas dan gradasi bahan susun agregat karena semakin lama sampel terendam air maka akan semakin getas sehingga nilai stabilitas meningkat. Variasi 50% berada di zona tengah dengan rentang nilai VMA 15-17% dan nilai stabilitas 750-927 kg, gradasi agregat pada variasi ini saling mengisi karena tekstur agregat halus pasir Pantai yang tipis dicampurkan dengan pasir Bangka Belitung menghasilkan kepadatan yang sesuai, namun hasil nilai stabilitas tidak signifikan. Variasi 100% berada di zona bawah dengan rentang nilai 13-15% ,menunjukkan bahwa nilai VMA menurun dipengaruhi oleh gradasi agregat halus pasir Pantai yang tipis.



**Gambar 4.13 Hubungan stabilitas dengan *void filled with bitumen* (VFB)**

Hubungan antara stabilitas dengan *void filled with bitumen* (VFB) pada Gambar 4.13 Variasi 0% berada di zona bawah, nilai VFB berada dalam rentang 50-65% menunjukkan bahwa semakin besar butir agregat yang terisi maka nilai rongga terisi aspal akan semakin kecil. Variasi 50% berada di zona tengah dengan rentang nilai VFB 65-70% dan nilai stabilitas 750-927 kg, rongga terisi aspal masih dalam standar, tetapi nilai stabilitas tidak signifikan dan cenderung menurun. Variasi 100% berada di zona atas dengan rentang nilai 77-86% ,menunjukkan bahwa nilai VFB naik dipengaruhi oleh gradasi agregat halus pasir Pantai yang tipis sehingga rongga terisi aspal.



**Gambar 4.14 Hubungan stabilitas dengan void in the mix (VIM)**

Hubungan stabilitas dengan VIM pada gambar 4.14 di atas dapat dilihat bahwa semakin kecilnya rongga dalam campuran maka nilai stabilitas akan cenderung menurun, karena nilai rongga dipengaruhi oleh gradasi dari campuran. Variasi 0% berada di zona atas, menunjukkan bahwa masih terdapat rongga dalam campuran dengan rentang nilai VIM 5,6-8,1% dengan nilai stabilitas 750-850 kg. Variasi 50% berada di zona tengah dengan rentang nilai VIM 4-5%, dengan nilai stabilitas 780-930 kg. Variasi 100% berada di zona bawah dengan rentang nilai VIM 1-2,9% dan nilai stabilitas 600-800 kg, menunjukkan bahwa rongga dalam campuran sangat kecil tetapi nilai stabilitas meningkat pada sampel dengan perendaman.

#### 4.5 Keterbatasan Penelitian

Setelah dilakukan penelitian terkait dengan kajian penggunaan pasir pantai sebagai campuran Lataston (HRS-WC),

beberapa keterbatasan yang dapat diidentifikasi yang di antaranya adalah:

1. Penelitian ini hanya menguji stabilitas dan fleksibilitas beton aspal, agar didapatkan hasil yang lebih komprehensif maka dapat dilakukan penelitian terkait dengan durabilitas, workabilitas, dan ketahanan beton aspal terhadap suhu perendaman  $> 60^{\circ}\text{C}$  pada parameter marshall.
2. Penelitian menggunakan timbangan manual sehingga kemungkinan terjadi kesalahan pengukuran karena keterbatasan pembacaan.
3. Penggunaan bak perendaman yang belum memadai atau belum sesuai dengan standart dapat menyebabkan suhu berubah pada waktu tertentu.
4. Penggunaan peralatan pencampur yang berulang-ulang dapat menyebabkan campuran beton aspal tertinggal pada mixer karena terlalu lengket dan sulit untuk dikeruk sehingga mengurangi berat campuran untuk benda uji.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Penelitian yang berjudul “Perendaman Lataston Menggunakan Campuran Agregat Halus Pasir Pantai Pada Parameter Marshall” dengan kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian variasi 0 % pasir Pantai Carita

Nilai stabilitas (846,375 kg), kelelehan (3,5 mm), *Marshall Quotient* (264,209 kg/mm), VIM (6,154 %), dan VMA (19,391 %) memenuhi persyaratan parameter *Marshall* untuk lalu-lintas berat. Nilai VFB tidak memenuhi persyaratan parameter marshall dengan nilai dibawah standart minimum 68 %.

2. Hasil pengujian variasi 50 % pasir Bangka Belitung dan pasir Pantai Carita

Nilai stabilitas (927,072 kg), kelelehan (3,5 mm), *Marshall Quotient* (304,999 kg/mm), VFB (69,941 %), dan VIM (5,044 %) memenuhi persyaratan. Nilai VMA tidak memenuhi persyaratan yaitu dibawah nilai minimum 18 %.

3. Hasil pengujian variasi 100 % pasir Pantai Carita

Nilai stabilitas (824,064 kg), kelelehan (3,5 mm), MQ (258,941 kg/mm), dan VFB (86,560 %) memenuhi persyaratan. Nilai VMA dan VIM tidak memenuhi persyaratan minimum.

4. Hasil pengujian *Marshall* menunjukkan bahwa variasi kadar 0% ; 50% ; 100%

Lataston memenuhi persyaratan minimum, nilai optimum terdapat pada variasi 50% campuran pasir Pantai Carita dan pasir Bangka Belitung.

5. Hasil pengujian *Marshall* terhadap durabilitas atau nilai keawetan pada perendaman Lataston menghasilkan nilai optimum pada variasi 0% di hari ketiga, variasi 50% di hari kedua dan variasi 100% di hari kedua.

## 5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian atas “Perendaman Lataston Menggunakan Agregat Halus Pasir Pantai Pada Parameter Marshall” dapat diajukan saran sebagai berikut :

1. Penggunaan pasir pantai dalam campuran Lataston (HRS-WC) masih perlu dikaji lebih lanjut mengenai perendaman >3 hari dalam kaitannya dengan durabilitas Lataston (HRS-WC).
2. Penelitian lebih lanjut menggunakan pasir pantai sebagai bahan campuran lapisan perkerasan dapat dilakukan pada jenis air yang berbeda dan menggunakan variasi suhu perendaman mendekati atau melewati batas suhu kritis 60°C pada parameter *Marshall*.
3. Penelitian lebih lanjut menggunakan pasir pantai sebagai bahan campuran lapisan perkerasan dapat dilakukan pada jenis lapis perkerasan lain seperti lapis tipis aspal pasir (latasir).
4. Penggunaan pasir pantai Carita dalam lapis perkerasan aspal beton dapat dilakukan sebagai bahan substitusi pasir sungai atau pasir gunung di daerah lain.
5. Penelitian lebih lanjut dengan perendaman lama dapat dilakukan pada jenis lapisan perkerasan Laston, dan lapis tipis aspal pasir (latasir) baik pada lapisan permukaan atau lapisan struktur.

## DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO T 176-08. (2013). *Standard Method of Test for Plastic Fines in Graded Aggregates and Soils by Use of the Sand Equivalent Test*. Washington, DC 20001- USA: American Association of State and Highway Transportation Officials.
- Agung Hari Prabowo. 2003. *Pengaruh Rendaman Air Laut Pasang (ROB) Terhadap Kinerja Lataston (HRS-WC) Berdasarkan Uji Marshall dan Uji Durabilitas Modifikasi*. Skripsi.
- Agus Taufik Mulyono. 2008. *Upaya Perbaikan Defisiensi Keselamatan Infrastruktur Jalan Ditinjau dari Kerusakan Struktural Perkerasannya*. *Jurnal Transportasi*, vol. 2
- Andi Syaiful Amal. 2009. *Variasi Perendaman Pada Campuran Beton Aspal Terhadap Nilai Stabilitas Marshall*. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Ayu Nastiti. 2015. *Kajian Laboratorium Parameter Marshall dengan Menggunakan Pasir Pantai Carita sebagai Agregat Halus dalam Campuran HRS-WC*. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Negeri Jakarta.
- Badan Informasi Geospasial. 2013. *Tim Kerja Pembakuan Nama-Nama Pulau, Perhitungan Panjang Garis Pantai, dan Luas Wilayah Indonesia*. Jakarta: Kepala Badan Informasi Geospasial.
- Craus, J. Et al, (1981), *Durability of Bituminous Paving Mixtures as Related to Filler Type and Properties, Proceedings Association of Asphalt Paving Technologists Technical Sessions*, San Diego, California, February 16, 17 and 18, 1981, Volume 50.
- Departemen Permukiman dan Pengembangan Wilayah. (2013). *Pekerjaan Perkerasan Jalan Raya*. Jakarta.
- Departemen Kelautan Indonesia. (2009). *Garis Pantai Indonesia Terpanjang ke Empat*. Dipetik September 15, 2015, dari Departemen Kelautan Indonesia: <http://www.dekin.kkp.go.id/viewt.php?id=20111106210310652339567237753972939794806095>
- Depkimpraswil. (t.thn.). *Manual Pekerjaan Beraspal Panas Buku 1*. Jakarta: DPU.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1983). *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Tipis Aspal Beton (FLEXIBLE) (LATASTON)*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

- DPU. 1977. *Tanah dan Batuan 2*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- DPU. (1987). *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponens, SKBI-2.3.26.1987, UDC: 625.73(02)*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU.
- DPU. (1999). Buletin Pengawasan. No. 16.
- DPU. (2010). DIVISI 6 PERKERASAN ASPAL: SEKSI 6.3 CAMPURAN BERASPAL PANAS. Dalam *Spesifikasi teknis Bina Marga 2010-2011* (hal. 6.1-6.112). Jakarta: DPU-BINA MARGA.
- Hantoro, Didik Dwi. 1992. *Studi Perbandingan Kekuatan Tekan Hancur Beton Antara Beton Yang Menggunakan Agregat Halus Pasir Pantai Dengan Pasir Darat [skripsi]*. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
- Imam Arifiardi. 2015. *Pengaruh Penggunaan Pasir Pantai Carita Sebagai Campuran Agregat Halus Pada Lapis Permukaan Aspal Beton Terhadap Persyaratan Parameter Marshall*. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Negeri Jakarta.
- Kusharto, H. (2004). Pengaruh Penggunaan Pasir Pantai Terhadap Sifat Marshall Dalam Campuran Beton Aspal. *Jurnal Ilmiah*.
- Permen PU No.28/PRT/M/2007. (t.thn.). *Pedoman Pelaksanaan Lapis Campuran Beraspal Panas*. DPU.
- Puslitbang PU, 2. (2011). Definisi jalan. *Puslitbang PU*.
- RSNI M-06-2004. (t.thn.). *Cara Uji Campuran Beraspal Panas*. Jakarta: DPU.
- SNI 03-1968-1990. *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*. Jakarta: BSN
- SNI 06-2489-1991. *Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat Marshall*. Jakarta: BSN.
- SNI 03-3425-1994. *Tata Cara Pelaksanaan Lapis Tipis Aspal Beton Aspal Untuk Jalan Raya*. Jakarta: BSN.
- SNI 06-6723-2002. (t.thn.). *Spesifikasi Bahan Pengisi Untuk Campuran Beraspal*. Jakarta: DPU.

Sukirman. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.

Sulaiman, A. Dan soehardi, I. 2008. "Pendahuluan Geomorfologi Pantai Kuantitatif". BUKU-e LIPI.

Witasari, Y. 2002. *Kontribusi Sumber Material Asal Darat dan Lingkungan Paparan Terhadap Komposisi Detrial Sedimen Dasar Teluk Banten*. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.