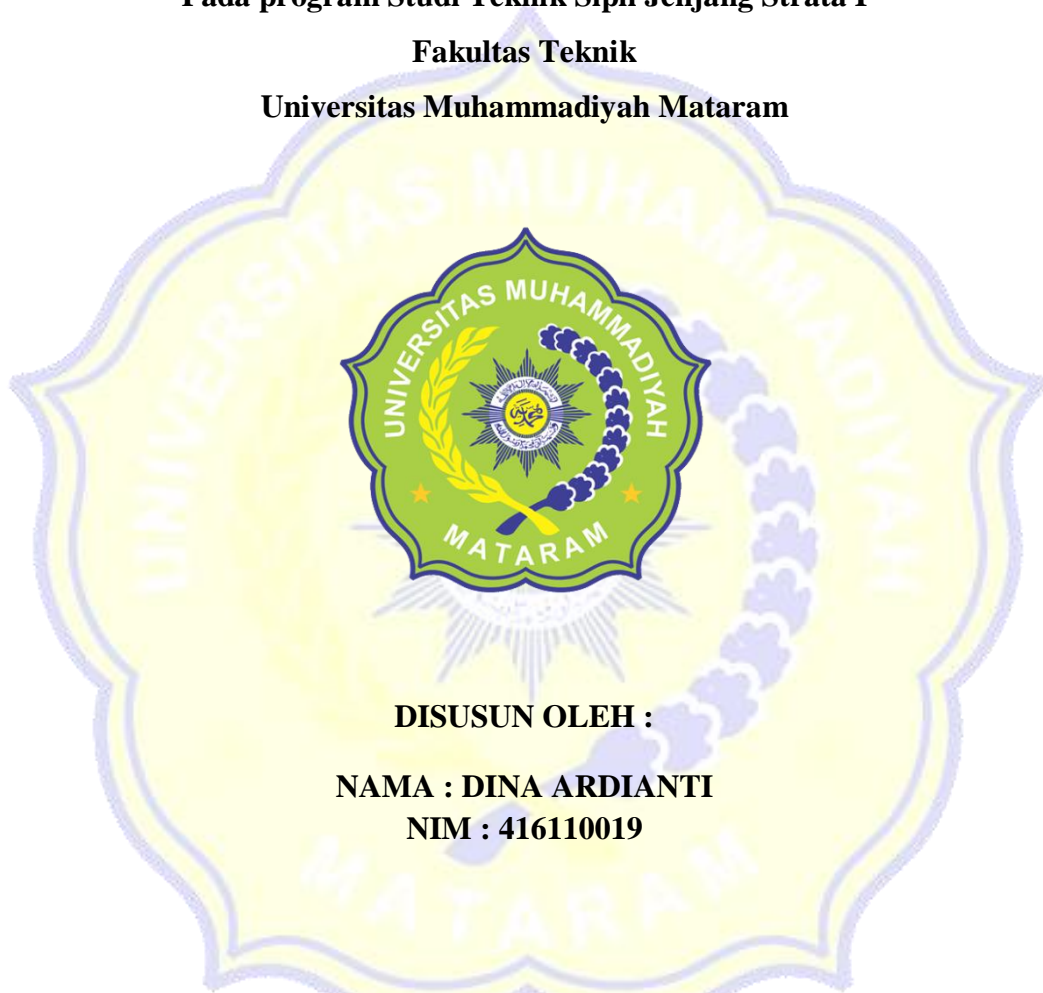


SKRIPSI

**ANALISA KELAYAKAN LIMBAH KERAMIK SEBAGAI PENGGANTI
AGREGAT HALUS UNTUK CAMPURAN ASPAL BETON DITINJAU
DARI PARAMETER NILAI STABILITAS MARSHALL**

**Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Studi
Pada program Studi Teknik Sipil Jenjang Strata I
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Mataram**



DISUSUN OLEH :

NAMA : DINA ARDIANTI

NIM : 416110019

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

TAHUN 2021

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

SKRIPSI

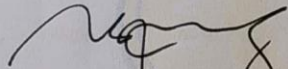
ANALISA KELAYAKAN LIMBAH KERAMIK SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS
UNTUK CAMPURAN ASPAL BETON DITINJAU DARI PARAMETER
NILAI STABILITAS MARSHALL

Disusun Oleh:

DINA ARDIANTI
416110019

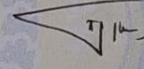
Mataram, 02 Februari 2021

Pembimbing I,



Ir. ISFANARI, ST., MT
NIDN. 0830086701

Pembimbing II,



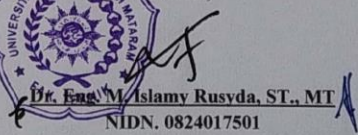
TITIK WAHYUNINGSIH
NIDN. 0819097401

Mengetahui,

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK



Dekan,



Dr. Eng. M. Aslamy Rusyda, ST., MT
NIDN. 0824017501

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

SKRIPSI

ANALISA KELAYAKAN LIMBAH KERAMIK SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS
UNTUK CAMPURAN ASPAL BETON DITINJAU DARI PARAMETER
NILAI STABILITAS MARSHALL

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

NAMA : DINA ARDIANTI
NIM : 416110019

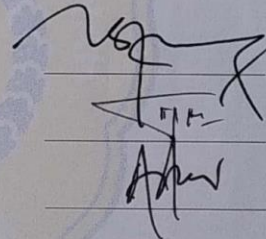
Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada hari, Selasa, 02 februari 2021

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

1. Penguji I : Ir. Isfanari, ST., MT
2. Penguji II : Titik Wahyuningsih, ST., MT
3. Penguji III : Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT




Mengetahui,

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK

Dekan,




Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT
NIDN. 0824017501

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Skripsi dengan judul “ *Analisa Kelayakan Limbah Keramik Sebagai Pengganti Agregat Halus Untuk Campuran Aspal Beton Ditinjau Dari Parameter Nilai Stabilitas Marshall* “ adalah benar merupakan karya tulis saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan maupun pengutipan atas karya penulis lain dengan cara tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan tugas akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah di tulis dalam sumbernya secara jelas dan disebut dalam daftar pustaka.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan tidak adanya kebenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Mataram, februari 2021

Pembuat pernyataan



Dina Ardianti
NIM. 416110019



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN

Jl. K.H.A. Dahlan No. 1 Mataram Nusa Tenggara Barat
Kotak Pos 108 Telp. 0370 - 633723 Fax. 0370-641906
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : upt.perpusummat@gmail.com

**SURAT PERNYATAAN BEBAS
PLAGIARISME**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : DINA ARDIANTI
NIM : 416110019
Tempat/Tgl Lahir : Pringgabaya, 06 Desember 1997
Program Studi : Teknik SIPIL
Fakultas : Teknik
No. Hp/Email : 082 340 381 269 / ardianti.dina704@gmail.com
Judul Penelitian :-

Analisa Kelayakan Limbah keramik sebagai Pengganti agregat hawus untuk campuran aspal beton ditinjau dari parameter nilai stabilitas Marshall

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 36%

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari karya ilmiah dari hasil penelitian tersebut terdapat indikasi plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Mataram.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun dan untuk dipergunakan sebagai mana mestinya.

Dibuat di : Mataram

Pada tanggal : 18 Februari 2021

Penulis



DINA ARDIANTI
NIM. 416110019

Mengetahui,
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



Iskandar, S.Sos., M.A.
MIDN. 0802048904



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN

Jl. K.H.A. Dahlan No. 1 Mataram Nusa Tenggara Barat
Kotak Pos 108 Telp. 0370 - 633723 Fax. 0370-641906
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : upt.perpusummat@gmail.com

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : DINA ARDIANTI
NIM : 416110019
Tempat/Tgl Lahir : Pringgabaya, 06 Desember 1997
Program Studi : Teknik SIPIL
Fakultas : Teknik
No. Hp/Email : 082 340 381 269 / ardianti91na704@gmail.com
Jenis Penelitian : Skripsi KTI

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Mataram hak menyimpan, mengalih-media/format, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Repository atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama *tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta* atas karya ilmiah saya berjudul:

Analisa Kelayakan Limbah keramik sebagai Pengganti
agregat halus untuk campuran aspal beton bitumulus
dari Parameter Nilai Stabilitas Marshall

Segala tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Dibuat di : Mataram

Pada tanggal : 18 Februari 2021

Penulis



DINA ARDIANTI
NIM. 416110019

Mengetahui,

Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



Iskandar, S.Sos, M.A.
NIDN. 0802048904

SMOTTO

Barang siapa belum pernah merasakan pahitnya menuntut ilmu walau sesaat, ia akan menelan hinanya kebodohan sepanjang hidupnya.

(Imam Asy-Syafi'i)

Ikatlah ilmu dengan menulis.

(Ali Bin Abi Thalib)

Pendidikan mempunyai akar yang pahit, tapi buahnya manis.

(Aristoteles)



UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dukungan dari berbagai pihak. Peneliti secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah membantu. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah subhanuwa Ta'ala dengan segala Rahmat dan Karunia-Nya yang memberikan kekuatan bagi peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Dr. Eng . M. Islamy Rusyda, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Ir. Isfanari, ST., MT selaku Dosen Pembimbing Utama.
4. Titik Wahyuningsih, ST., MT selaku Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram sekaligus sebagai Dosen Pendamping.
5. Kepada kedua orang tua saya yaitu Bapak dan Ibu tercinta, yang selama ini telah membantu peneliti dalam bentuk perhatian, kasih sayang dan do'a yang tidak henti-hentinya demi kelancaran dan kesuksesan peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Segenap dosen dan staff akademik yang selalu membantu memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada peneliti hingga dapat menunjang dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Kepada bapak Sunarto dan Athar selaku kepala lab PT Eka Praya Jaya yang selalu membimbing dan mengajarkan peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Kepada teman-temanku yaitu Athiqah Hariyandani, Ine Nadia Pratiwi, Lestari Wijayanti, Sulistia Pratiwi dan Arabiah terima kasih telah memberikan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi.

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk ayah dan ibu tercinta yaitu KAMARUDDIN dan HUSNIYAH yang telah mengisi dunia saya dengan begitu banyak kebahagiaan hingga seumur hidup tidak cukup untuk menikmati semuanya, terima kasih yang tak terhingga atas semua cinta, pengorbanan dan kasih sayang serta do'a yang selalu kalian berikan untuk saya, semangat dan motivasiselalu kalian berikan, saya minta maaf karna selalu merepotkan kalian bahkan skripsi sekalipun yang menjadi kewajiban, semoga Allah SWT selalu memberikan kebahagiaan, umur yang panjang, di murahkan rizki, kesehatan untuk kedua orang tua saya.

Untuk adik saya YUSRIL IZZA MAHENDRA dan ABID ATTAYA RAFIQ semoga kalian diberikan kesehatan, umur yang panjang, berbakti kepada orang tua dan semoga sukses untuk pendidikannya.

Untuk orang yang paling istimewa, terima kasih atas dukungan, kebaikan, perhatian dan kebijaksanaan serta bantuan sehingga skripsi ini bisa terselesaikan semoga Allah selalu membimbing kita.

Teruntuk teman dan sahabat yang selalu ada di sisi saya, saya ucapkan terima kasih karena telah memotivasi saya, tanpa inspirasi, dorongan dan dukungan yang telah kalian berikan kepada saya, mungkin skripsi saya tidak berjalan lancar.

Untuk Fakultas Teknik UMMAT dan Almamater Tercinta

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Analisa kelayakan limbah keramik sebagai pengganti agregat halus untuk campuran aspal beton ditinjau dari Paramater nilai stabilitas marshall*” tepat pada waktunya, yang merupakan syarat untuk menyelesaikan program Strata 1 (S1) pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.

Pada kesempatan ini penulis tidak lupa menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. H. Arsyad Abd. Gani, M.Pd selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Eng M. Islamy Rusyda, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Isfanari, ST. MT sebagai Dosen Pembimbing Utama.
4. Titik Wahyuningsih, ST. MT selaku Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram sekaligus sebagai Dosen Pendamping.
5. Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT selaku Dosen Penguji.
6. Semua pihak terkait yang ikut membantu hingga selesainya penyusunan skripsi ini, yang tak mungkin penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga segala saran dan kritikan yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini sangatlah kami harapkan. Semoga Skripsi ini bermanfaat bagi kita semua khususnya Mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram.

Mataram, februari 2021

Dina Ardianti

ABSTRAK

Seiring perkembangan dan pertumbuhan penduduk yang cukup signifikan di Indonesia mengakibatkan peningkatan mobilitas penduduk, sehingga banyak muncul aneka jenis kendaraan-kendaraan berat yang muncul di lalu lintas jalan raya. Jalan yang merupakan salah satu prasarana terpenting transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan. Jalan merupakan prasarana pokok untuk kegiatan masyarakat.

Penelitian ini memanfaatkan serbuk limbah keramik untuk di jadikan bahan tambah (aditif) dalam campuran laston dengan menggunakan aspal penetrasi 60-70. Penelitian menggunakan variasi kadar aspal 5% 5.5% 6% 6.5% dan 7% dengan serbuk limbah keramik 100% dari berat aspal.

Hasil penelitian menunjukkan stabilitas, flow, VMA, dapat memenuhi spesifikasi Umum Bina Marga 2010 namun pada VIM dan VFB pada kadar aspal 5%-6% tidak dapat digunakan karena tidak memenuhi spesifikasi Umum Bina Marga 2010 di karenakan pada setiap penambahan campuran serbuk limbah keramik 100% VIM dan VFB mengalami penurunan sampai di bawah campuran normal sehingga penambahan serbuk limbah keramik dapat di gunakan sebagai bahan tambah terhadap campuran beraspal HRS-BASE dengan ketentuan kadar aspal diatas 6,7% .

Kata kunci: limbah keramik, HRS-Base ,Bina Marga 2010

ABSTRACT

In addition to the development and rapid population growth in Indonesia, there has been a rise in population mobility, with the result that several forms of heavy vehicles emerge in road traffic. Road is one of the most important facilities for ground transport, covering all portions of the road. Roads are the primary infrastructure for collective events. This research uses ceramic waste powder to be used as an ingredient in a combination of 60-70 penetration asphalt. The research used differences in asphalt content of 5%-5.5%, 6%-6.5% and 7% of ceramic waste powder of 100% of asphalt weight.

The findings showed that stability, flow, VMA, can meet the General DGH 2010 requirements, but VIM and VFB at asphalt levels of 5 per cent-6 per cent cannot be used because they do not comply with the General Bina Marga 2010 specifications because each addition of 100 ceramic waste powder mixtures per cent of VIM and VFB has decreased to below the usual mixture so that the addition of ceramic waste powder. The results showed that stability, flow, VMA, can meet the General DGH 2010 specifications but VIM and VFB at asphalt levels of 5% -6% cannot be used because they do not meet the General Bina Marga 2010 specifications because each addition of 100 ceramic waste powder mixtures % VIM and VFB have decreased to below the normal mixture so that the addition of ceramic waste powder can be used as an additive to the HRS-BASE asphalt mixture given that the asphalt content is greater than 6.7 per cent.

Keywords: *Ceramic Waste, HRS-Base, Bina Marga 2010*

MENGESAHKAN
SALINAN FOTO COPY SESUAI ASLINYA
MATARAM

KEPALA
UPT P3B
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM



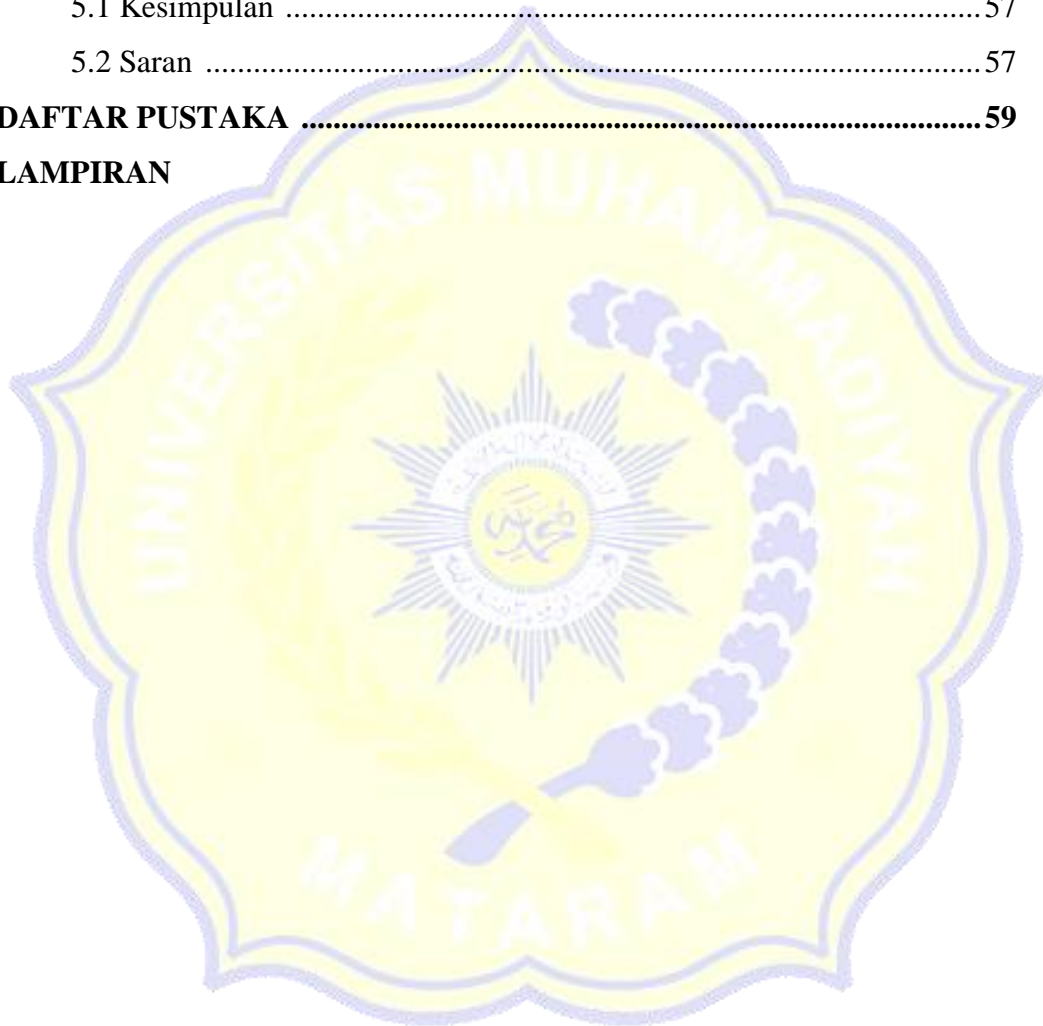
* P3B *
NIDN. 0803048604

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PENGUJI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iv
SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
MOTTO	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
LEMBAR PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Landasan Teori	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.4.1 Teoritis.....	3
1.4.2 Praktis	3
1.5 Ruang Lingkup Dan Batasan Masalah Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.1.1 Keaslian Penelitian.....	5
2.2 Keramik	5
2.3 Lapis Aspal Beton	6

2.4 Agregat	7
2.5 Pemeriksaam Agregat	8
2.6 Perencanaan Gradasi Campuran	9
2.7 Bahan Bitumen	11
2.8 Kadar Aspal Rencana	13
2.9 Metode Perencanaan Campuran	13
2.10 Metode Marshall	14
2.11 Parameter dan Formula Perhitungan	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Umum	20
3.2 Jadwal Kegiatan	20
3.3 Jenis Data	20
3.4 Peralatan	21
3.4.1 Alat Pemeriksaan Agregat	21
3.4.2 Alat Pembuat Briket	22
3.4.3 Satu Set Uji Marshall	23
3.5 Bahan	24
3.5.1 Agregat	24
3.5.2 Aspal	24
3.5.3 Filler	25
3.6 Benda Uji	25
3.7 Prosedur Penelitian	25
3.7.1 Pembuatan Benda Uji	25
3.7.2 Volumetrik Test	26
3.7.3 Marshall Test	27
3.8 Tahap Penelitian	28
3.9 Prosedur Pengujian Material	29
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Umum	31
4.2 Pengujian Material	31
4.2.1 Hasil Analisa Saringan Pembagian Butiran	31

4.2.2 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat	37
4.3 Data Pengujian Aspal	40
4.4. Perhitungan Perkiraan Awal Kadar Aspal Tengah (Pb)	41
4.5 Pengujian Berat Jenis Campuran Maksimum (GMM)	41
4.6 Hasil Analisa Marshall Pada Kadar Aspal Rencana	42
BAB V PENUTUP	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Persyaratan laston.....	7
Tabel 2.2. Spesifikasi gradasi agregat.....	10
Tabel 2.3. Ketentuan Sifat-sifat campuran HRS-BASE	15
Tabel 4.1. Analisa saringan fraksi 3/4.....	32
Tabel 4.2. Analisa saringan fraksi 3/8.....	32
Tabel 4.3. Analisa saringan fraksi abu batu	33
Tabel 4.4. Analisa saringan fraksi keramik.....	33
Tabel 4.5. Analisa saringan fraksi pasir	34
Tabel 4.6. Analisa saringan fraksi filler	34
Tabel 4.7. Kombinasi analisa agregat keramik	35
Tabel 4.8. kombinasi analisa agregat pasir	36
Tabel 4.9. pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat fraksi 3/4.....	38
Tabel 4.10. pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat fraksi 3/8	38
Tabel 4.11. pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat fraksi (abu-batu + keramik)	39
Tabel 4.12. pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat fraksi (abu-batu + pasir).....	39
Tabel 4.13. pemeriksaan berat jenis dan penyerapan filler.....	40
Tabel 4.14. properties aspal penetrasi 60/70.....	40
Tabel 4.15. hasil perhitungan perkiraan pemakaian kadar aspal (pb) keramik.....	41
Tabel 4.16. hasil perhitungan perkiraan pemakaian kadar aspal (pb) pasir	41
Tabel 4.17. Pengujian berat jenis campuran maksimum kadar aspal 6,7	42
Tabel 4.18. Pengujian berat jenis campuran maksimum kadar aspal 6,1	42
Tabel 4.19. Perhitungan variasi aspal + keramik	44
Tabel 4.20. Perhitungan variasi aspal + keramik (optimum).....	45
Tabel 4.21. Perhitungan variasi aspal + pasir	46
Tabel 4.22. Perhitungan variasi aspal + pasir (optimum)	47
Tabel 4.23. hasil pengujian marshall (keramik).....	48
Tabel 4.24. hasil pengujian marshall (pasir)	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. grafik gradasi gabungan HRS-BASE.....	10
Gambar 3.1. saringan standar ASTM.....	21
Gambar 3.2 timbangan ketelitian 0,1	22
Gambar 3.3. satu set alat pembuat bricket	23
Gambar 3.4. waterbath	23
Gambar 3.5. satu set alat marshall	24
Gambar 3.6. ketentuan agregat kasar	29
Gambar 3.7. ketentuan agregat halus	30
Gambar 3.8. ketentuan filler.....	30
Gambar 4.1. grafik kombinasi analisa agregat halus keramik	36
Gambar 4.2. grafik kombinasi analisa agregat halus pasir.....	37
Gambar 4.3. grafik nilai VIM (keramik).....	48
Gambar 4.4. grafik nilai VFB (keramik).....	49
Gambar 4.5.grafik nilai VMA (keramik)	49
Gambar 4.6.grafik nilai Stabilitas (keramik)	50
Gambar 4.7.grafik nilai Flow (keramik)	50
Gambar 4.8. grafik nilai VIM (pasir)	51
Gambar 4.9. grafik nilai VFB (pasir)	52
Gambar 4.10.grafik nilai VMA (pasir)	52
Gambar 4.11.grafik nilai Stabilitas (pasir)	53
Gambar 4.12.grafik nilai Flow (pasir).....	53
Gambar 4.13.diagram pemilihan kadar aspal untuk keramik	55
Gambar 4.14. diagram pemilihan kadar aspal untuk pasir.....	56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan dan pertumbuhan penduduk yang cukup signifikan di Indonesia mengakibatkan peningkatan mobilitas penduduk, sehingga banyak muncul aneka jenis kendaraan-kendaraan berat yang muncul di lalu lintas jalan raya. Jalan yang merupakan salah satu prasarana terpenting transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan. Jalan merupakan prasarana pokok untuk kegiatan masyarakat.

Tingkat perkembangan kemajuan teknologi dan kemajuan zaman tentunya ini akan sangat berdampak pada meningkatnya kebutuhan penduduk yang meliputi kebutuhan primer dan sekunder. Meningkatnya akan kebutuhan primer yang berupa; pangan, sandang dan papan tentunya menjadi suatu hal yang dipikirkan oleh pemerintah bagaimana cara memenuhinya sehingga tidak menimbulkan kesalahan. Aspal beton sebagai bahan untuk konstruksi jalan sudah lama dikenal dan digunakan secara luas dalam pembuatan jalan. Hal ini disebabkan aspal beton mempunyai beberapa kelebihan dibanding dengan bahan-bahan lain, kemampuannya dalam mendukung beban berat kendaraan yang tinggi dan dapat dibuat dari bahan-bahan lokal yang tersedia dan mempunyai ketahanan yang baik terhadap cuaca.

Aspal beton atau *Asphaltic Concrete* adalah campuran dari agregat bergradasi menerus dengan bahan bitumen. Kekuatan utama aspal beton ada pada keadaan butir agregat yang saling mengunci dan sedikit filler sebagai penutup rongga.

Keramik yang di gunakan sebagai pengganti agregat halus adalah sisa-sisa dari potongan keramik yang tidak di gunakan lagi. Limbah keramik tersebut di tumbuk sampai halus menggunakan palu.

Pemanfaatan penggunaan serbuk limbah keramik sebagai bahan yang bermanfaat dan berguna. Penelitian tentang pemanfaatan penggunaan serbuk limbah keramik ini belum digunakan dalam bidang jalan raya.

Dalam penelitian ini diharapkan menghasilkan perpaduan yang baik antara agregat kasar, agregat halus, aspal dan filler yang nantinya akan diperoleh lapisan permukaan yang lentur dan dapat mendukung beban lalu lintas dengan baik dan nyaman tanpa mengalami deformasi atau kerusakan yang berarti dalam jangka waktu tertentu. Serbuk limbah keramik yang dipakai di ambil dari sisa-sisa keramik yang tidak di pakai, serbuk limbah keramik yang memiliki kandungan *kaolin*, *feldspar* dan kuarsa ini juga diharapkan dapat meningkatkan kekakuan pada agregat halus.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat ditentukan rumusan masalah sebagai berikut.

1. Apakah campuran aspal beton dengan menggunakan agregat halus limbah potongan keramik menghasilkan nilai stabilitas Marshall yang memenuhi syarat minimal Spesifikasi Umum BINA MARGA 2010 Divisi VI?
2. Apakah limbah potongan keramik layak digunakan sebagai agregat halus pembuatan aspal beton?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mencari dan membandingkan hasil karakteristik marshall dengan menggunakan serbuk keramik terhadap syarat Spesifikasi Umum BINA MARGA 2010 Divisi VI.
2. Untuk mengetahui kelayakan kualitas aspal beton menggunakan agregat halus limbah keramik yang diamati dari parameter nilai stabilitas Marshall

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Teoritis

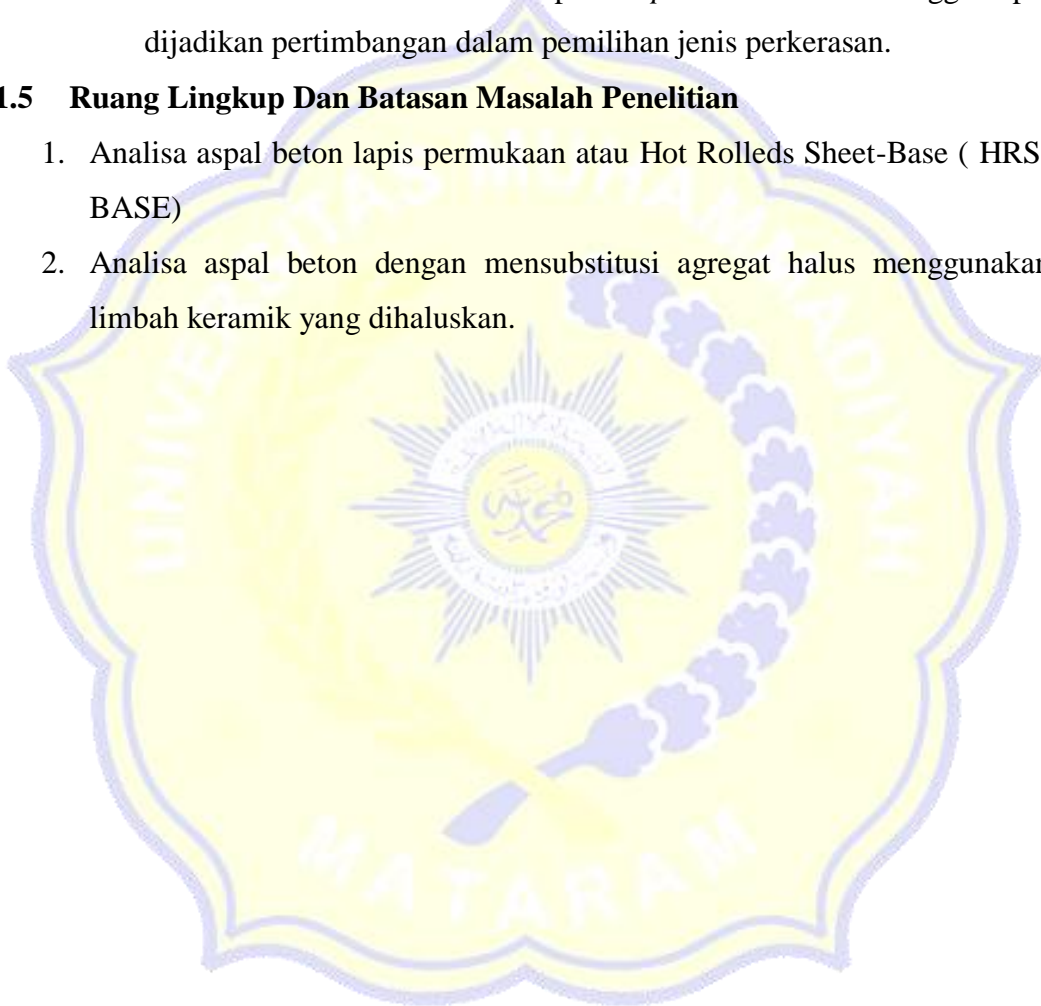
1. Menambah pengetahuan sejauh mana serbuk limbah keramik dapat digunakan sebagai campuran perkerasan.
2. Mengembangkan pengetahuan di dunia teknik khususnya dibidang kontruksi perkerasan jalan.
3. Menganalisa lapisan perkerasan jalan mengenai karakteristik *marshall* dan sifat sifatnya.

1.4.2 Praktis

- a. Menambah alternatif pilihan penggunaan bahan perkerasan yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan.
- b. Menguji pemanfaatan serbuk limbah keramik terhadap lingkungan khususnya di bidang konstruksi jalan.
- c. Untuk mengetahui nilai uji Marshall dengan penggunaan bahan tambah serbuk limbah keramik pada *asphalt concrete*. Sehingga dapat dijadikan pertimbangan dalam pemilihan jenis perkerasan.

1.5 Ruang Lingkup Dan Batasan Masalah Penelitian

1. Analisa aspal beton lapis permukaan atau Hot Rolled Sheet-Base (HRS-BASE)
2. Analisa aspal beton dengan mensubstitusi agregat halus menggunakan limbah keramik yang dihaluskan.



BAB II

TUNJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Penelitian mengenai campuran *Asphalt Concrete* telah banyak dilakukan diberbagai tempat, yang antara lain diteliti dengan penelitian campuran lapisan AC *Wearing Corse* menggunakan abu batu yang dilakukan Putrowijoyo (2006) di Teknik Universitas Diponegoro Semarang. Penelitian ini menggunakan tiga jenis fraksi agregat sebagai perbandingan dan menggunakan bahan pengikat aspal keras dengan menggunakan penetrasi 60/70. Penelitian ini diperoleh dengan *filler* 100% abu batu mempunyai stabilitas 1399,25 kg dan kelelahan 4,425mm. AC-WC dengan *filler* 50% abu batu – 50% semen portland mempunyai stabilitas 1499,38 kg dan kelelahan 4,275 mm. Sedangkan AC-WC dengan *filler* 100% semen portland mempunyai stabilitas 1739,9 kg dan kelelahan 4,025 mm. AC-WC dengan *filler* 100% semen portland ternyata lebih stabil tetapi kaku jika di bandingkan 50% abu batu - 50% semen portland dan 100% semen portland.

Fatmawati (2013) meneliti tentang kinerja aspal pertamina pen 60/70 dan bna *blend* 75/25 pada campuran aspal panas *ac-wc* dengan hasil penelitian Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai karakteristik *Marshall* pada kadar aspal optimum (KAO), campuran Laston AC-WC yang menggunakan aspal BNA *Blend* 75/25 (campuran “B”) memiliki karakteristik lebih baik dibanding Laston AC-WC yang menggunakan aspal Pertamina Pen 60/70 (campuran “A”). Ditunjukkan dengan Stabilitas *Marshall* pada campuran “B” sebesar 1088.621 kg lebih tinggi dibanding campuran “A” sebesar 891.902. Nilai *Marshall Quotient (MQ)* campuran “B” sebesar 327.86 kg/mm lebih tinggi dibanding campuran “A” sebesar 284.98 kg/mm, dapat diartikan MQ yang tinggi menunjukkan kemampuan Laston menerima repetisi beban lalu lintas, gesekan roda kendaraan pada permukaan jalan dan kemampuan menahan keausan karena pengaruh perubahan temperatur. Nilai Indeks Kekuatan Sisa (IKS) campuran “B” sebesar 99.02% lebih tinggi dibanding campuraan “A” sebesar 96.88%, artinya campuran “B” lebih *durable* dibanding campuran “A”. Tebal film aspal pada campuran “B” sebesar

9.38 μm lebih besar dibanding campuran “A” sebesar 8.74 μm . Dari hasil ini memperkuat hasil perhitungan tebal film aspal dan menjawab hipotesis awal bahwa BNA Blend 75/25 lebih awet dari aspal Pertamina Pen 60/70.

Nurhajati (2012) meneliti tentang pengaruh nano-precipitated calcium carbonate terhadap kualitas komposit polivinil klorida dengan hasil penelitian Formulasi komposit PVC dengan kandungan NPCC 15 phr mempunyai hasil uji resistansi isolasi 4 M, kuat listrik = tidak tembus, ketahanan terhadap panas = 4,5 mm, tidak ada api dan tisu tidak terbakar, onzet temperatur = 246,67 oC, kekerasan = 88,6 Shore C, kuat tarik = 14,99 Mpa kerapatan = 1,42 g/cm³, dan kemuluran = 46,67%.

2.1.1 Keaslian Penelitian

Didalam beberapa penelitian yang telah dilakukan diatas penulis melihat dari segi teori yang sama tetapi berbeda dalam spesifikasi campuran aspal yang digunakan. Dari hasil analisis pada pembahasan di atas seluruh hasil pada penelitian tersebut merupakan sebagai acuan dalam melakukan penelitian ini yang berlandaskan spesifikasi yang masih berlaku, perbedaan dengan penelitian ini terdapat pada spesifikasi yang digunakan, *Quarry* agregat yang dipakai untuk campuran aspal, pemakaian gradasi agregat pada campuran dan pemakaian limbah keramik yang digunakan serta jenis penelitian.

2.2 Keramik

Keramik pelapis dinding terbuat dari tanah pekat putih yang halus sekali dan mengandung *kaolin, feldspar dan kuarsa*. Setelah dicetak atau dibentuk keramik dikeringkan dan dilapisi glasir yang mengandung banyak timah-oksida dan selama glasir masih basah dilakukan proses pewarnaan, kemudian dibakar pada suhu 1100°C.

Kaolin merupakan suatu masa batuan yang kemudian tersusun dari material lempung yang mempunyai kandungan besi yang rendah, dan umumnya berwarna putih atau agak keputihan. *Feldspar* adalah batuan yang mengandung sodium, potasium, alumina dan silica. Sifatnya untuk melelehkan, menurunkan titik bakar, atau dengan kata lain membuat bahan keramik lebih matang. Skala kekerasan feldspar adalah Mohs 6 (Kekerasan Absolut 72). *Kuarsa* adalah salah satu mineral

yang umum ditemukan di kerak kontinen bumi. Skala kekerasan kuarsa adalah Mohs 7 (kekerasan absolut 100).

2.3 Lapis Aspal Beton

Aspal beton (Asphalt Concrete) merupakan salah satu jenis perkerasan lentur yang umum digunakan di Indonesia. Aspal beton merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan raya yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus (well graded), dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Pembuatan lapis aspal beton dimaksudkan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan atau lapis antara pada perkerasan jalan raya yang mampu memberikan sumbangan daya dukung terukur yang dapat melindungi konstruksi di bawahnya.

Pembuatan Lapis Aspal Beton (LATASTON) dimaksudkan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan atau lapis antara (binder) pada perkerasan jalan yang mampu memberikan sumbangan daya dukung yang terukur serta berfungsi sebagai lapisan kedap air yang dapat melindungi konstruksi dibawahnya (Bina Marga, 1987).

Aspal beton adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Material – material pembentuk beton aspal dicampur di instalasi pencampur pada suhu tertentu, kemudian diangkat ke lokasi, dihamparkan, dan di padatkan. Suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal yang digunakan. Jika digunakan semen aspal, maka suhu pencampuran umumnya 145 – 155 drajat celcius, sehingga disebut dengan Aspal Beton panas. Campuran ini dikenal dengan nama *Hotmix*. (Sukirman, 2003).

Apabila dilakukan cara Marshall (PC.0201-76 MPBJ) campuran harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

Tabel 2.1. Persyaratan Lataston

Sifat-sifat Campuran		Lataston			
		Lapis Aus		Lapis Pondasi	
		Senjang	Semi Senjang	Senjang	Semi Senjang
Kadar aspal efektif (%)	Min	5,9	5,9	5,5	5,5
Penyerapan aspal (%)	Maks.	1,7			
Jumlah tumbukan per bidang		75			
Rongga dalam campuran (%) (2)	Min.	4,0			
	Maks.	6,0			
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	18		17	
Rongga terisi aspal (%)	Min.	68			
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800			
Pelelehan (mm)	Min	3			
Marshall Quotient (kg/mm)	Min.	250			
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C (3)	Min.	90			
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (refusal)(4)	Min.	3			

Sumber : revisi 3 spesifikasi umum BinaMarga 2010 divisi VI

2.4 Agregat

Agregat / batuan adalah bahan keras yang apabila dipadatkan sehingga bersatu kuat akan membentuk struktur pokok bangunan jalan tanpa atau dengan penambahan bahan perekat. Agregat dalam kualitas dan sifat yang baik dibutuhkan untuk lapisan permukaan yang langsung memikul beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan bawah. Berdasarkan besar partikel-partikel agregat, agregat dapat dibedakan atas :

- Agregat kasar, yaitu agregat dengan butir lebih besar dari saringan no. 4 (4,75 mm) dan lebih kecil dari ayakan 1½ inci.
- Agregat halus, yaitu agregat dengan butir lebih halus dari saringan no. 4 (4,75 mm) dan maksimum yang lolos ayakan no. 200 (0,075 mm) adalah 10%.
- Abu batu / mineral filler, adalah bagian dari agregat halus yang lolos saringan no. 200 (0,075 mm) minimum 75%. (sukirman,2003)

2.5 Pemeriksaan Agregat

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

1. Analisa Saringan

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

2. Berat Jenis dari Agregat Kasar

a. Berat jenis (*Bulk Specific Gravity*) adalah perbandingan antara berat agregat kering dan serta air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.

b. Berat jenis kering permukaan jenuh (*Saturated Surface Dry*), yaitu perbandingan antara agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling antara agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh suhu tertentu.

c. Berat jenis semu (*Apparent specific gravity*) adalah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.

d. Penyerapan (*Absorption*) adalah persentase berat air yang bisa diserap oleh pori terhadap berat agregat kering.

3. Keausan (Abrasi)

Keausan adalah ketahanan agregat terhadap penghancuran akibat pengaruh mekanisme yang dinyatakan dengan perbandingan perbandingan antara berat bahan yang aus lewat saringan nomor 12 terhadap berat benda uji semula dengan menggunakan mesin Los Angeles.

4. Kelekatan Aspal Terhadap Agregat

Kelekatan aspal terhadap agregat adalah persentase dari perbandingan luas permukaan batuan yang terselimuti aspal, terhadap keseluruhan luas permukaan batuan.

5. Sand *Equivalent*

Sand equivalent adalah perbandingan antara skala agregat halus/ pasir dengan skala lumpur.

2.6 Perencanaan Gradasi Campuran

Gradasi adalah susunan butir agregat sesuai dengan ukuran saringannya, diperoleh melalui pemeriksaan analisa saringan. Ukuran saringan dalam ukuran panjang menunjukkan ukuran bukaan saringan dan nomor saringan menunjukkan banyaknya bukaan saringan dalam 1 inci panjang. Gradasi atau distribusi partikel- partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat juga mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam pelaksanaan (Sukirman, 1993).

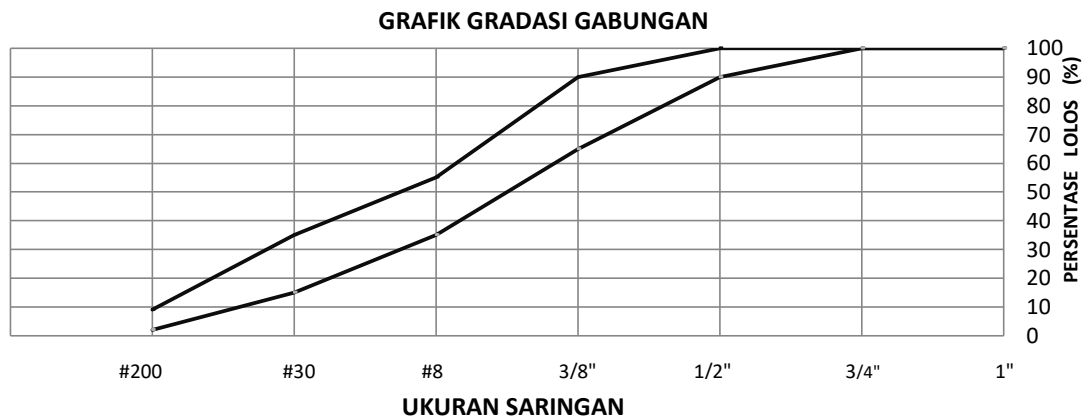
Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat, harus memenuhi batas-batas range yang sudah ditentukan spesifikasai Bina marga 2010. Gradasi agregat gabungan tersebut harus mempunyai jarak terhadap batas - batas yang telah ditentukan dalam spesifikasai yang dimaksud.

Tabel 2.2. Spesifikasi Gradasi Agregat

Ukuran Ayakan (mm)	% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat dalam Campuran								
	Latasir (SS)		Lataston (HRS)				Laston (AC)		
	Kelas A	Kelas B	Gradasi Senjang ³		Gradasi Semi Senjang ²		WC	BC	Base
			WC	Base	WC	Base			
37,5									100
25								100	90 - 100
19	100	100	100	100	100	100	100	90 - 100	76 - 90
12,5			90 - 100	90 - 100	87 - 100	90 - 100	90 - 100	75 - 90	60 - 78
9,5	90 - 100		75 - 85	65 - 90	55 - 88	55 - 70	77 - 90	66 - 82	52 - 71
4,75							53 - 69	46 - 64	35 - 54
2,36		75 - 100	50 - 72 ³	35 - 55 ³	50 - 62	32 - 44	33 - 53	30 - 49	23 - 41
1,18							21 - 40	18 - 38	13 - 30
0,600			35 - 60	15 - 35	20 - 45	15 - 35	14 - 30	12 - 28	10 - 22
0,300					15 - 35	5 - 35	9 - 22	7 - 20	6 - 15
0,150							6 - 15	5 - 13	4 - 10
0,075	10 - 15	8 - 13	6 - 10	2 - 9	6 - 10	4 - 8	4 - 9	4 - 8	3 - 7

Sumber : Spesifikasi Umum, Binamarga 2010, Devisi VI

Kurva gradasi HRS-BASE ditunjukkan dalam Gambar 2.1. di mana terlihat bagaimana gradasi ini menghindari daerah larangan melalui bagian bawah daerah tersebut. Namun dapat juga daerah larangan tersebut dihindari melewati bagian atas.



Gambar. 2.1 Grafik gradasi gabungan HRS-BASE

Untuk memperoleh gradasi gabungan cara yang digunakan oleh penulis dengan cara analitis. Kombinasi agregat dari tiga fraksi yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan filler dapat digabungkan dengan persamaan dasar di bawah ini

$$P = A.a + B.b + C.c \dots\dots\dots (2.1)$$

$$1 = a + b + c \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

P : Persen lolos agregat campuran dengan ukuran tertentu (%)

A,B,C :Persen bahan yang lolos saringan masing2 ukuran (%)

a,b,c : Proporsi masing2 agregat yang digunakan, jumlah total 100% (%)

2.7 Bahan Bitumen

Bitumen adalah zat perekat (*cementitious*) berwarna hitam atau gelap, yang dapat diperoleh di alam ataupun sebagai hasil produksi. Bitumen terutama mengandung senyawa hidrokarbon seperti aspal, tar, atau pitch.

Aspal didefinisikan sebagai material perekat (*cementitious*), berwarna hitam atau coklat tua, dengan unsur utama bitumen. Aspal dapat diperoleh di alam ataupun merupakan residu dari pengilangan minyak bumi. Tar adalah material berwarna coklat atau hitam, berbentuk cair atau semipadat, dengan unsur utama bitumen sebagai hasil kondensat dalam destilasi destruktif dari batu bara, minyak bumi, atau mineral organik lainnya. *Pitch* didefinisikan sebagai material perekat (*cementitious*) padat, berwarna hitam atau coklat tua, yang berbentuk cair jika dipanaskan. *Pitch* diperoleh sebagai residu dari destilasi fraksional tar. *Pitch* dan tar tidak diperoleh dari di alam, tetapi merupakan produk kimiawi. Dari ketiga material pengikat di atas, aspal merupakan material yang umum digunakan untuk bahan pengikat agregat, oleh karena itu seringkali bitumen disebut juga sebagai aspal.

Aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Jadi aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, dan kembali membeku jika temperatur turun. Bersama dengan agregat, aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4-10% berdasarkan berat campuran, atau 10-15% berdasarkan volume campuran.

Berdasarkan tempat diperolehnya, aspal dibedakan menjadi 2 macam yaitu:

1. Aspal alam

Aspal alam adalah aspal yang didapat di suatu tempat di alam, dan dapat digunakan sebagaimana diperolehnya atau dengan sedikit pengolahan. Aspal alamada yang diperoleh di gunung-gunung seperti aspal di Pulau Buton yang disebut dengan Asbuton. Asbuton merupakan batu yang mengandung aspal. Asbuton merupakan campuran antara bitumen dengan bahan mineral lainnya dalam bentuk batuan. Karena asbuton merupakan material yang ditemukan begitu saja di alam, maka kadar bitumen yang dikandungnya sangat bervariasi dari rendah sampai tinggi. Untuk mengatasi hal ini, maka asbuton mulai diproduksi dalam berbagai bentuk di pabrik pengolahan asbuton.

2. Aspal minyak

Aspal minyak adalah aspal yang merupakan residu destilasi minyak bumi. Setiap minyak bumi dapat menghasilkan residu jenis asphaltic base crude oil yang banyak mengandung aspal, paraffin base crude oil yang banyak mengandung parafin, atau mixed base crude oil yang mengandung campuran antara parafin dan aspal. Untuk perkerasan jalan umumnya digunakan aspal minyak jenis *asphaltic base crude oil*. Residu aspal berbentuk padat, tetapi melalui pengolahan hasil residu ini dapat pula berbentuk cair atau emulsi pada suhu ruang. Aspal padat adalah aspal yang berbentuk padat atau semipadat pada suhu ruang dan menjadi cair jika dipanaskan. Aspal padat dikenal dengan nama semen aspal (*asphalt cement*). Aspal cair (*cutback asphalt*) yaitu aspal yang berbentuk cair pada suhu ruang. Aspal cair merupakan semen aspal yang dicairkan dengan bahan pencair dari hasil penyulingan minyak bumi seperti minyak tanah, bensin, atau solar. Aspal emulsi (*emulsified asphalt*) adalah suatu campuran aspal dengan air dan bahan pengemulsi, yang dilakukan di pabrik pencampur. Aspal emulsi lebih cair dari pada aspal cair. (Sukirman, 2003)

2.8 Kadar Aspal Rencana (putrowijoyo, 2006)

Perkiraan awal kadar aspal optimum dapat direncanakan setelah dilakukan pemilihan dan pengabungan pada tiga fraksi agregat. Sedangkan perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$P_b = 0,035(\%CA) + 0,045(\%FA) + 0,18(\%FF) + K \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

P_b : Perkiraan kadar aspal optimum

CA : Nilai prosentase agregat kasar

FA : Nilai prosentase agregat halus

FF : Nilai prosentase Filler

K : konstanta (kira-kira 0,5 - 1,0)

2.9 Metode Perencanaan Campuran

Rancangan campuran bertujuan untuk mendapatkan resep campuran aspal beton dari material yang terdapat di lokasi sehingga dihasilkan campuran yang memenuhi spesifikasi campuran yang ditetapkan. Saat ini, metode rancangan campuran yang paling banyak dipergunakan di Indonesia adalah metode rancangan campuran berdasarkan pengujian empiris, dengan menggunakan alat Marshall.

1. Aspal Beton

Aspal beton adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Lapis aspal beton merupakan jenis tertinggi dari perkerasan yang merupakan campuran dari bitumen dengan agregat bergradasi menerus dan cocok untuk jalan yang banyak dilalui kendaraan berat. Material-material pembentuk aspal beton dicampur dan diinstalasi pencampur pada suhu tertentu, kemudian diangkut ke lokasi, dihamparkan, dan dipadatkan. Suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal yang akan digunakan. Jika digunakan semen aspal, maka suhu pencampuran umumnya antara 145°-155° C, sehingga disebut aspal beton campuran panas. Campuran ini dikenal juga dengan nama hotmix.

Aspal beton harus memiliki karakteristik dalam pencampuran yaitu stabilitas, keawetan atau durabilitas, kelenturan atau fleksibilitas, ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*), kekesatan permukaan atau ketahanan geser, kedap air, dan kemudahan pelaksanaan. Ketujuh sifat aspal beton ini tidak mungkin dapat dipenuhi sekaligus oleh satu jenis campuran. Sifat-sifat aspal beton mana yang dominan lebih diinginkan, akan menentukan jenis aspal beton yang dipilih. Hal ini sangat perlu diperhatikan ketika merancang tebal perkerasan jalan. Jalan yang melayani lalu lintas ringan, seperti mobil penumpang, sepantasnya lebih memilih jenis aspal beton yang mempunyai sifat durabilitas dan fleksibilitas yang tinggi, daripada memilih jenis aspal beton dengan stabilitas tinggi. (Sukirman, 2003).

2.10 Metode Marshall (Fennisa dan wahyudi, 2010)

Rancangan campuran berdasarkan metode Marshall ditemukan oleh Bruce Marshall, dan telah distandarisasi oleh ASTM ataupun AASHTO melalui beberapa modifikasi, yaitu ASTM D 1559-76, atau AASHTO T-245-90. Prinsip dasar metode Marshall adalah pemeriksaan stabilitas dan kelelahan (*flow*), serta analisis kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk. Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan *proving ring* (cincin penguji) berkapasitas 22,2 KN (5000 lbs) dan *flowmeter*. *Proving ring* digunakan untuk mengukur nilai stabilitas, dan *flowmeter* untuk mengukur kelelahan plastis atau *flow*. Benda uji Marshall berbentuk silinder berdiameter 4 inchi (10,2 cm) dan tinggi 2,5 inchi (6,35 cm). Prosedur pengujian Marshall mengikuti SNI 06-2489-1991, atau AASHTO T 245-90, atau ASTM D 1559-76. Secara garis besar pengujian Marshall meliputi: persiapan benda uji, penentuan berat jenis bulk dari benda uji, pemeriksaan nilai stabilitas dan *flow*, dan perhitungan sifat volumetric benda uji. Pada persiapan benda uji, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain:

- a. Jumlah benda uji yang disiapkan.
- b. Persiapan agregat yang akan digunakan.
- c. Penentuan temperatur pencampuran dan pemadatan.
- d. Persiapan campuran aspal beton.

- e. Pemadatan benda uji.
- f. Persiapan untuk pengujian Marshall.

Jumlah benda uji yang disiapkan ditentukan dari tujuan dilakukannya uji Marshall tersebut. AASHTO menetapkan minimal 3 buah benda uji untuk setiap kadar aspal yang digunakan. Agregat yang akan digunakan dalam campuran dikeringkan di dalam oven pada temperatur 105-110°C. Setelah dikeringkan agregat dipisah-pisahkan sesuai fraksi ukurannya dengan mempergunakan saringan. Temperatur pencampuran bahan aspal dengan agregat adalah temperatur pada saat aspal mempunyai viskositas kinematis sebesar 170 ± 20 centistokes, dan temperatur pemadatan adalah temperatur pada saat aspal mempunyai nilai viskositas kinematis sebesar 280 ± 30 centistokes. Karena tidak diadakan pengujian viskositas kinematik aspal maka secara umum ditentukan suhu pencampuran berkisar antara 145 °C-155 °C, sedangkan suhu pemadatan antara 110 °C-135 °C.

Dari hasil pemadatan campuran agregat berdasarkan spesifikasi gradasi agregat maka komposisi pemakaian agregat dengan aspal hendaknya dapat menjamin bahwa asumsi-asumsi rencana mengenai kadar aspal efektif (*Asphalt Content*), rongga udara (*air void*), stabilitas (*stability*), sampai batasan kelelahan plastis (*flow*) benar-benar terpenuhi sesuai dengan persyaratan atau ketentuan sifat-sifat campuran yang telah ditetapkan. Ketentuan sifat-sifat campuran HRS-BASE dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Ketentuan sifat-sifat campuran HRS-BASE

Sifat-sifat campuran	HRS-BASE	
Rongga dalam campuran (VIM) %	Min	4,0
	Max	6,0
Rongga dalam agregat (VMA) %	Min	17
Rongga terisi aspal (VFA) %	Min	68
Stabilitas Marshall (kg)	Min	800
Pelelehan (mm)	Min	3
Marshall Quotient (kg/mm)	Min	250

Sumber : Spesifikasi Umum, Binamarga 2010, Devisi VI

Hasil pemadatan campuran agregat berdasarkan spesifikasi gradasi agregat pada tabel 2.1 maka komposisi pemakaian agregat dengan aspal hendaknya dapat menjamin bahwa asumsi-asumsi rencana mengenai kadar aspal efektif (*Asphalt Content*), rongga udara (*air void*), stabilitas (*stability*), sampai batasan kelelahan plastis (*flow*) benar-benar terpenuhi sesuai dengan persyaratan atau ketentuan sifat – sifat campuran yang telah ditetapkan. Karakteristik campuran panas agregat aspal dapat diukur dari sifat-sifat Marshall yang ditunjukkan pada nilai-nilai sebagai berikut :

1. *Stability* / stabilitas

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

2. *Void in Mix (VIM)*

VIM merupakan persentasi rongga yang terdapat dalam rongga campuran.

3. *Void Filled Asphalt (VFA)*

VFA merupakan persentasi rongga terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pemadatan.

4. *Flow*/ Kelelahan

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

5. *Marshall Quotient*

Marshall Quotient merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan *flow*

6. Kepadatan / *Density*

Density merupakan tingkat kerapatan campuran setelah campuran dipadatkan.

2.11 Parameter dan Formula Perhitungan

Data-data yang diperoleh dari tes Laboratorium dianalisis dengan menggunakan rumus-rumus berikut ini.

1. Berat Jenis

Agregat total terdiri atas fraksi-fraksi agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi/*filler* yang masing-masing mempunyai berat jenis yang berbeda, baik berat jenis kering (*bulk spesific gravity*) dan berat jenis semu (*apparent grafity*). Setelah didapatkan Kedua macam berat jenis pada masing-masing agregat pada pengujian material agregat maka berat jenis dari total agregat tersebut dapatdihitung dalam persamaan berikut : (RSNI M-06-2004)

a. Berat jenis agregat Kasar dengan rumus

$$\text{Berat Jenis Bulk} = \frac{Bk}{(Bj - Ba)} \dots\dots\dots(2.4)$$

$$\text{Berat Jenis kering permukaan} = \frac{Bj}{(Bj - Ba)} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{Bk}{(Bk - Ba)} \dots\dots\dots(2.6)$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{Bk}{(Bk - Ba)} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dengan

Bk = berat benda uji kering oven (gram)

Bj = berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)

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

b. Berat jenis agregat halus dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Berat Jenis} = \frac{Bk}{B + Bc - Bt} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$\text{Berat Jenis kering permukaan} = \frac{Bc}{(B + Bc - Bt)} \dots\dots\dots(2.9)$$

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{Bk}{(B + Bk - Bt)} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

Bc = berat contoh (gram)

Bk = berat benda uji kering oven (gram)

B = berat piknometer + berat air (gram)

Bt = berat piknometer + berat benda uji + berat air (gram)

c. Berat Jenis Camupran Maksimum (GMM)

$$\text{Berat Jenis} = \frac{Bk}{(Bk - Ba)} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana :

Bk = berat kering campuran yang belum dipadatkan

Ba = berat campuran yang belum dipadatkan di dalam air

d. Berat Jenis Efektif Agregat

$$Gse = \frac{Pmm - Pb}{\frac{Pmm}{Gmm} - \frac{Pb}{Gb}} \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana :

Gmm = berat jenis maksimum campuran

Pmm = Persen terhadap total campuran (=100 %)

Pb = Kadar aspal rencana

Gb = Berat jenis aspal

e. Berat Jenis Agregat Curah

$$Gsb = \frac{P1 + P2 + \dots + Pn}{\frac{P1}{G1} + \frac{P2}{G2} + \dots + \frac{Pn}{Gn}} \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana :

P_{1,2,...} = Persentase masing-masing fraksi agregat

G_{1,2,...} = Berat jenis masing masing fraksi agregat

2. Rongga di antara mineral agregat (VMA)

$$VMA = 100 - \frac{Gmb \times (100 - Pb)}{Gsb} \dots\dots\dots(2.14)$$

3. Rongga didalam campuran (VIM)

$$VIM = 100 \times \frac{Gmm \times Gmb}{Gmm} \dots\dots\dots(2.15)$$

4. Rongga terisi Aspal

$$VFB = \frac{100 \times (VMA - VIM)}{VMA} \dots\dots\dots(2.16)$$

5. Stabilitas

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

Rumus stabilitas adalah :

Stabilitas = Bacaan arloji x Faktor kalibrasi

6. Kelelahan (*Flow*)

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

7. *Marshall Quotient*

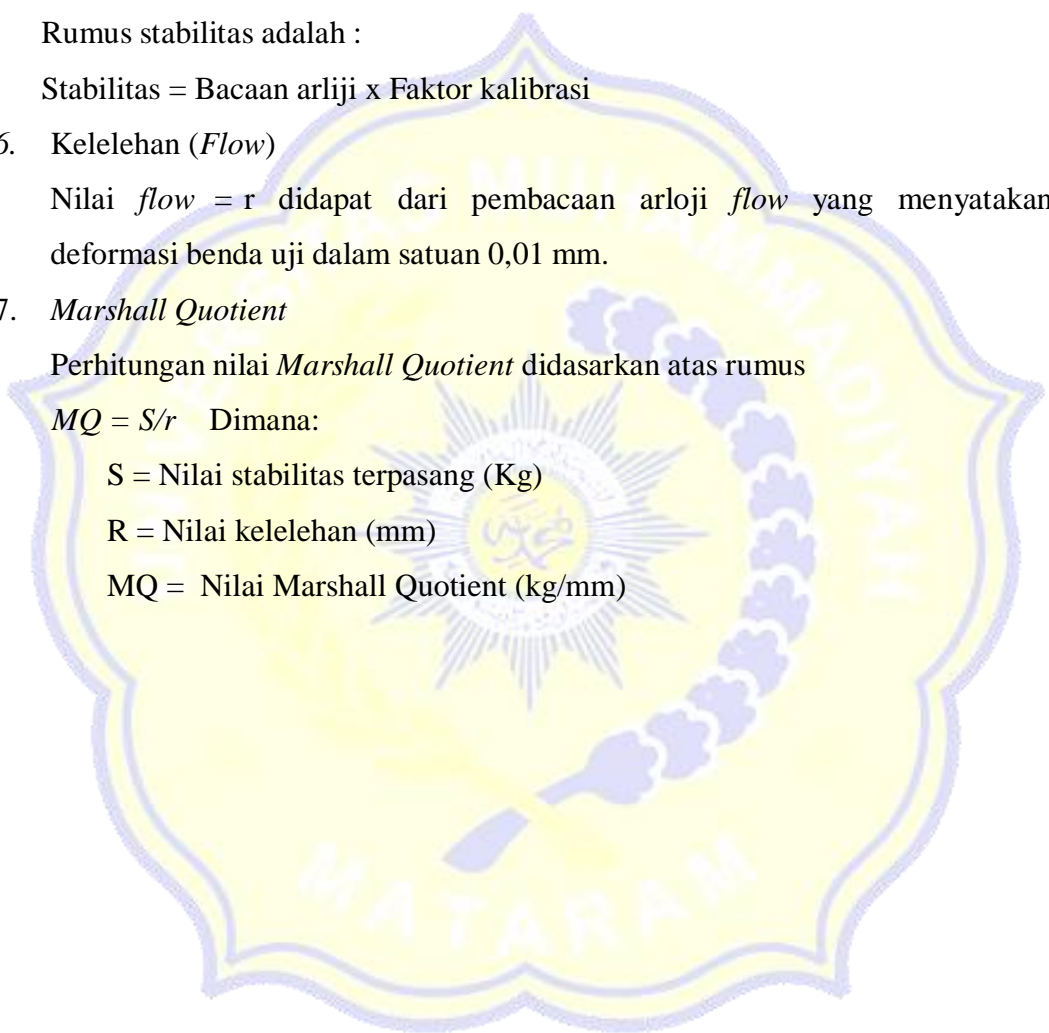
Perhitungan nilai *Marshall Quotient* didasarkan atas rumus

$MQ = S/r$ Dimana:

S = Nilai stabilitas terpasang (Kg)

R = Nilai kelelahan (mm)

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



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

Penelitian ini dilakukan di laboratorium PT. Eka Praya Jaya *Base Camp* pringgabaya Lombok Timur dengan dasar menggunakan sistem pencampuran aspal panas Hot Rolled Sheet – BASE (HRS-BASE). Di dalam penelitian ini pengujian dilakukan secara bertahap, yaitu terdiri atas pengujian agregat (kasar, halus dan filler), aspal dan pengujian terhadap campuran (uji Marshall). Pengujian terhadap agregat termasuk pemeriksaan berat jenis, pengujian abrasi dengan mesin Los Angeles, kelekatan terhadap aspal, indeks kepipihan dan penyerapan air. Untuk pengujian aspal termasuk juga pengujian penetrasi, titik nyala-titik bakar, titik lembek, kehilangan berat, kelarutan (CCI4), daktilitas dan berat jenis. Sedangkan metode yang digunakan sebagai penguji campuran adalah metode Marshall, dimana dari pengujian Marshall tersebut didapatkan hasil-hasil yang berupa komponen-komponen yaitu stabilitas, flow, void in total mix (VITM), void filled with asphalt dan kemudian dapat dihitung Marshall Quotient-nya.

3.2 Jadwal Kegiatan

Dalam melakukan penelitian tentunya akan mengalami beberapa kendala. Untuk itu, agar penelitian dapat berjalan sesuai dengan waktu yang diharapkan maka diperlukan jadwal kegiatan. Penelitian terhadap analisa limbah keramik sebagai pengganti agregat halus akan dilaksanakan selama 2 bulan.

3.3 Jenis Data

Jenis data dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Data Primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan secara langsung melalui serangkaian kegiatan percobaan yang dilakukan sendiri dengan mengacu pada petunjuk manual yang ada, misalnya dengan mengadakan penelitian atau pengujian secara langsung.

2. Data Sekunder

Data sekunder yaitu data yang diambil dari hasil penelitian sebelumnya atau yang dilaksanakan yang masih berhubungan dengan penelitian tersebut.

Data sekunder dalam penelitian ini adalah data pemeriksaan agregat yang diperoleh dari PT. Eka Praya Jaya dan data hasil pemeriksaan karakteristik aspal dari Laboratorium PT. Eka Praya Jaya. Data sekunder tersebut dapat dilihat pada lampiran.

3.4 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

3.4.1 Alat pemeriksaan agregat

- a. Satu set alat uji saringan (*sieve*) standar ASTM.

Alat uji yang digunakan untuk pemeriksaan agregat antara lain mesin Los Angeles (tes abrasi), saringan standar (yang terdiri dari ukuran $\frac{3}{4}$ " , $\frac{1}{2}$ " , $\frac{3}{8}$ " , #4, #8, #16, #30, #50 dan #200).



Gambar 3.1. Saringan Standar ASTM

- b. Satu Set Mesin Getar Untuk Saringan (*Sieve Shacker*)

Merupakan alat yang digunakan untuk menggetarkan alat saringan agar hasil gradasi terbagi rata sesuai dengan no saringan.

c. Satu set alat Pengujian Viskositas

Merupakan alat yang digunakan untuk mengendapkan material yang akan dicari berat jenisnya

d. Oven dan pengatur suhu.

Merupakan alat yang digunakan untuk mengeringkan benda uji dalam suhu tertentu untuk mendapatkan data yang dibutuhkan.

e. Timbangan.

Merupakan alat yang digunakan untuk menimbang benda uji, yang dimana timbangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.



Gambar 3.2. Timbangan Ketelitian 0,1

f. Termometer.

3.4.2 Alat pembuat *briket* campuran aspal hangat terdiri dari :

- a. Satu set cetakan (*mold*) berbentuk silinder dengan diameter 101,45 mm, tinggi 80 mm lengkap dengan plat atas dan leher sambung.
- b. Alat penumbuk (*compactor*) yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder, dengan berat 4,536 kg (10 lbs), tinggi jatuh bebas 45,7 cm (18").
- c. Satu Set Alat Pengangkat *Briket* (Dongkrak Hidrolis) yang digunakan untuk mengeluarkan benda uji didalam *Mold*



Gambar 3.3. Satu Set Alat Pembuat Bricket

- d. Satu Set *Water Bath* yang digunakan untuk merendam benda uji didalam suhu 60°C selama 30 menit



Gambar 3.4. WaterBath

3.4.3 Satu set alat uji *Marshall*, terdiri dari :

- Kepala penekan yang berbentuk lengkung (*Breaking Head*).
- Cincin penguji berkapasitas 1475 kg dengan arloji tekan.
- Arloji penunjuk kelelahan .



Gambar 3.5. Satu Set Alat Marshall

d. Alat Penunjang

Panci, kompor, sendok, spatula, sarung tangan, kunci pas, obeng, roll kabel, wajan.

3.5 Bahan

Bahan-bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.5.1 Agregat

Agregat yang digunakan berasal dari PT. Eka Praya Jaya. Hasil pemeriksaan agregat merupakan data sekunder yang diperoleh dari PT. Eka Praya Jaya.

3.5.2 Aspal

Aspal penetrasi 60 / 70 produksi PERTAMINA yang diperoleh dari PT. Eka Praya Jaya.

3.5.3 Filler

Filler adalah suatu mineral agregat dari fraksi halus yang sebagian besar (+ 85 %) lolos saringan nomor 200 (0,075) mm.

3.6 Benda Uji

Penelitian ini menggunakan benda uji sebanyak 60 buah benda uji dengan kadar aspal 5% sampai dengan 7%. Adapun kebutuhan benda uji tersebut masing-masing kadar aspal menggunakan 3 benda uji.

3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1 Pembuatan Benda Uji

Sebelum pembuatan benda uji diadakan pembuatan rancang campur (*mix design*). Perencanaan rancang campur meliputi perencanaan gradasi agregat, penentuan aspal dan pengukuran komposisi masing-masing fraksi baik agregat, aspal, dan *filler*. Gradasi yang digunakan sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) dengan menggunakan gradasi rencana campuran spec revisi 6.

Prosedur pembuatan benda uji dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu:

a. Tahap I

Merupakan tahap persiapan untuk mempersiapkan bahan dan alat yang akan digunakan. Menentukan prosentase masing - masing butiran untuk mempermudah pencampuran dan melakukan penimbangan secara kumulatif untuk mendapatkan proporsi campuran yang lebih tepat.

b. Tahap II

Menentukan berat aspal penetrasi 60/70, berat filler dan berat agregat yang akan dicampur berdasarkan variasi kadar aspal. Prosentase ditentukan berdasarkan berat total campuran, yaitu 1200 gram. Kadar Aspal ditentukan dengan perhitungan komposisi agg campuran. Kadar Aspal yang digunakan sesuai tabel 3.6

c. Tahap III

Aspal Penetrasi 60/70 dituang ke dalam wajan yang berisi agregat yang diletakkan di atas timbangan sesuai dengan prosentase *bitumen content* berdasarkan berat total agregat.

d. Tahap IV

Setelah aspal dituangkan ke dalam agregat, campuran ini diaduk sampai rata dan kemudian didiamkan hingga mencapai suhu pemadatan. Selanjutnya campuran dimasukkan ke dalam *mould* yang telah disiapkan dengan melapisi bagian bawah dan atas *mould* dengan kertas pada alat penumbuk.

e. Tahap V

Campuran dipadatkan dengan alat pemadat sebanyak 75 kali tumbukan untuk masing - masing sisinya. Selanjutnya benda uji didinginkan pada suhu ruang selama ± 2 jam, barulah dikeluarkan dari *mould* dengan bantuan dongkrak hidrolik.

f. Tahap VI

Setelah benda uji dikeluarkan dari *mould*, kemudian dilakukan pengujian *volumetrik test* dan pengujian dengan alat uji *Marshall*.

3.7.2 Volumetrik Test

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui VIM dari masing – masing benda uji. Adapun tahap pengujiannya adalah sebagai berikut :

a. Tahap I

Benda uji yang telah di pisahkan menurut ukurannya di rendam untuk menghilangkan debu selama sehari, kemudian di jemur

b. Tahap II

Dari hasil pengukuran tinggi, berat, serta diameter benda uji. Dapat dihitung volume bulk dan densitas dengan rumus 2.5 dan 2.6.

c. Tahap III

Pada tahap ketiga ini dihitung berat jenis (*Specific Gravity*) masing – masing benda uji dengan menggunakan rumus 2.2, 2.2, 2.3.

d. Tahap IV

Tahap keempat perhitungan penyerapan aspal dengan campuran dengan menggunakan rumus 2.4.

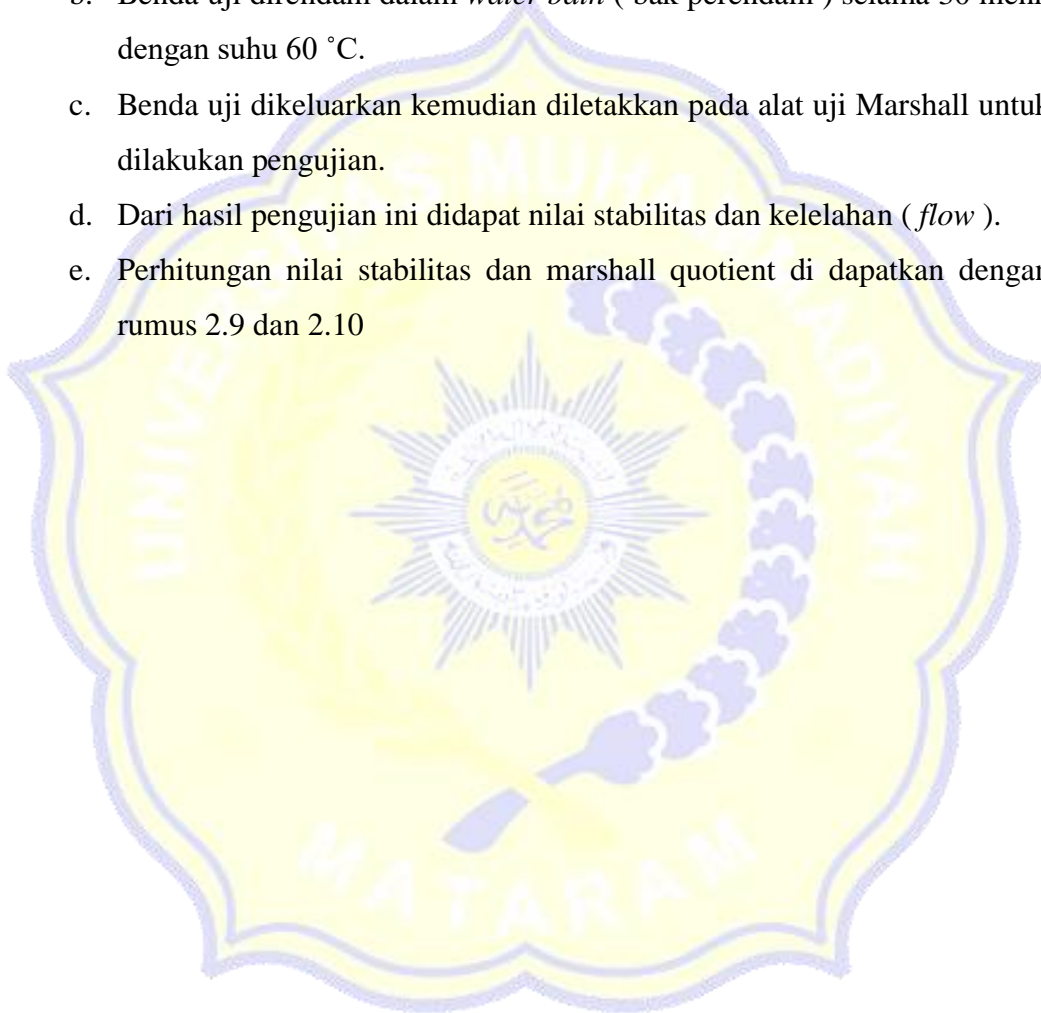
e. Tahap V

Dari perhitungan berat jenis didapatkan nilai density maks teoritis dan VIM dengan menggunakan rumus 2.7 dan 2.8

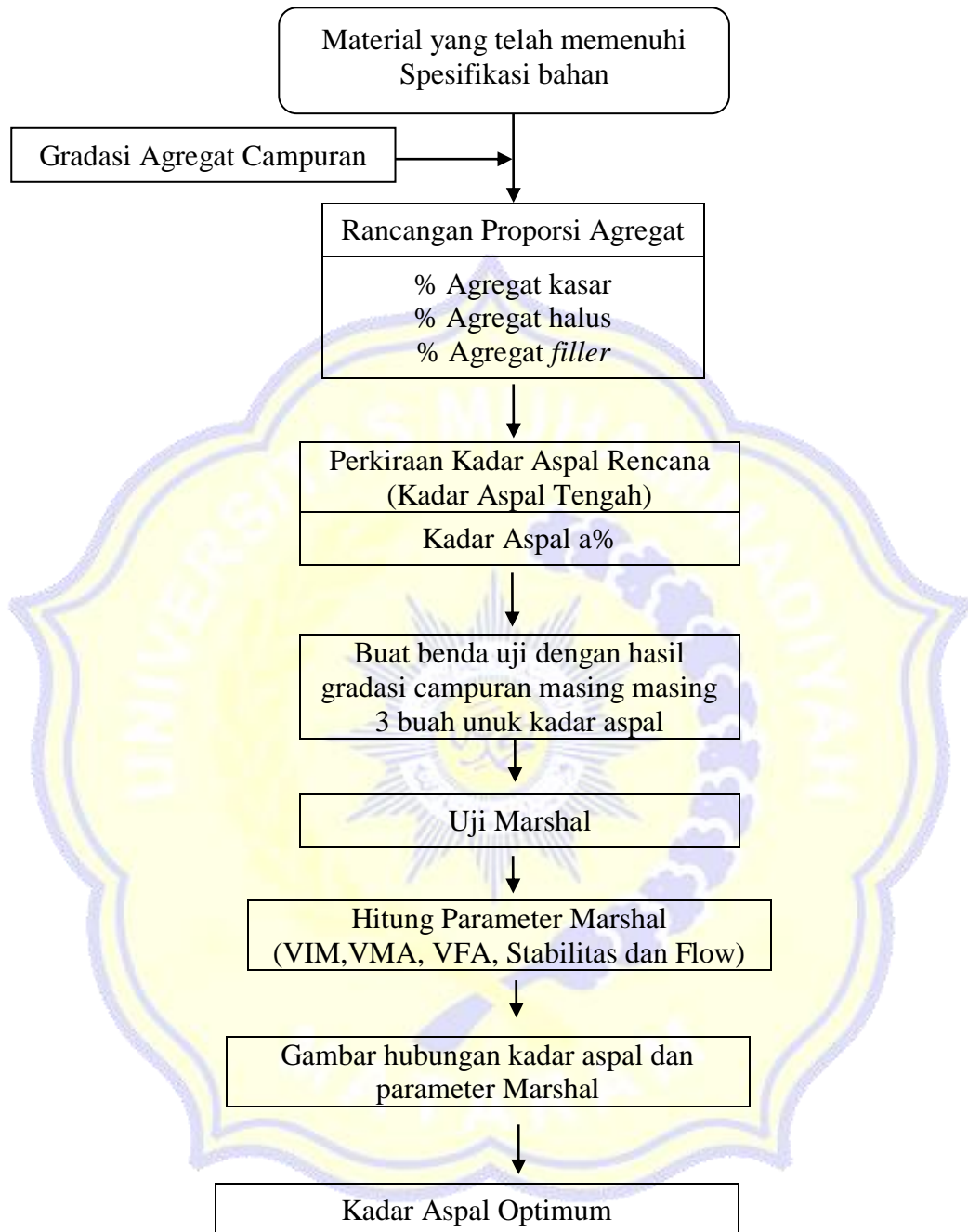
3.7.3 Marshall Test

Langkah dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

- a. Benda uji direndam selama kurang lebih 24 jam.
- b. Benda uji direndam dalam *water bath* (bak perendam) selama 30 menit dengan suhu 60 °C.
- c. Benda uji dikeluarkan kemudian diletakkan pada alat uji Marshall untuk dilakukan pengujian.
- d. Dari hasil pengujian ini didapat nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*).
- e. Perhitungan nilai stabilitas dan marshall quotient di dapatkan dengan rumus 2.9 dan 2.10



3.8 Tahap Penelitian



3.9 Prosedur Pengujian Material

Pengujian material yang dilaksanakan pada penelitian ini, meliputi pemeriksaan terhadap agregat kasar, agregat halus filler dan aspal dengan mengacu pada standar Spesifikasi Umum Revisi 3 Final Direktorat Jendral Bina Marga

3.9.1 Pengujian Material Agregat

Dalam pemilihan bahan agregat diupayakan menjamin tingkat penyerapan air yang paling rendah. Hal itu merupakan antisipasi atas hilangnya material aspal yang terserap oleh agregat. Agregat dapat terdiri atas beberapa fraksi, misalnya fraksi kasar, fraksi medium dan abu batu atau pasir alam. Pada umumnya fraksi kasar dan fraksi medium digolongkan sebagai agregat kasar. Sedangkan untuk abu batu dan pasir alam sebagai agregat halus.

A. Agregat Kasar

Fraksi agregat kasar untuk perencanaan ini adalah agregat yang tertahan di atas saringan 2,36mm atau saringan no.8. Fraksi agregat kasar untuk keperluan pengujian harus terdiri dari batu pecah atau kerikil pecah dan harus disediakan dalam ukuran-ukuran nominal. Sedangkan ketentuannya dapat dilihat pada Tabel 3.6

Pengujian		Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	natrium sulfat	SNI 3407:2008	Maks.12 %
	magnesium sulfat		Maks.18 %
Abrasi dengan mesin Los Angeles ¹⁾	Campuran AC Modifikasi	100 putaran	Maks. 6%
		500 putaran	Maks. 30%
	Semua jenis campuran aspal bergradasi lainnya	100 putaran	Maks. 8%
		500 putaran	Maks. 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 2439:2011	Min. 95 %
Butir Pecah pada Agregat Kasar		SNI 7619:2012	95/90 ²⁾
Partikel Pipih dan Lonjong		ASTM D4791 Perbandingan 1 : 5	Maks. 10 %
Material lolos Ayakan No.200		SNI 03-4142-1996	Maks. 2 %

Gambar 3.6. Ketentuan Agregat Kasar

B. Agregat Halus

Agregat halus dari masing-masing sumber harus terdiri atas pasir alam atau hasil pemecah batu dan harus disediakan dalam ukuran nominal maksimum 2,36mm. Agregat halus hasil pemecahan dan pasir alam harus ditimbun dalam cadangan terpisah dari agregat kasar di atas serta dilindungi terhadap hujan dan pengaruh air. Material tersebut harus merupakan bahan bersih, keras bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. Ketentuan tentang agregat halus terdapat pada Tabel 3.7.

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min 60%
Angularitas dengan Uji Kadar Rongga	SNI 03-6877-2002	Min. 45
Gumpalan Lempung dan Butir-butir Mudah Pecah dalam Agregat	SNI 03-4141-1996	Maks 1%
Agregat Lolos Ayakan No.200	SNI ASTM C117: 2012	Maks. 10%

Gambar 3.7. Ketentuan Agregat Halus

C. Filler

Bahan pengisi harus bebas dari semua bahan yang tidak dikehendaki. Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan

No.	Karakteristik	Metode Pengujian	Persyaratan
1.	Berat jenis	AASHTO T-85 - 81	-
2.	Material lolos saringan no.200	SNI M-02-1994-03	min. 70%

Gambar 3.8. Ketentuan Filler