

TUGAS AKHIR

PENGARUH WAKTU PEMERAMAN CAMPURAN ASPAL BETON TIPE COLD MIX

Untuk memenuhi sebahagian

Persyaratan dalam mencapai derajat

Sarjana S-1



Disusun oleh :

STEPY MANGAPUL HUTAPEA

45 06 041 013

MUHAMMAD NURFADHILAH

45 06 041 024

**JURUSAN SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 45 MAKASSAR**

2011



LEMBAR PENGAJUAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir :

**“ PENGARUH WAKTU PEMERAMAN CAMPURAN ASPAL BETON TIPE
COLD MIX“**

Disusun dan diajukan Oleh :

Nama Mahasiswa : **Stepy Mangapul Hutapea / Muhammad Nurfadhilah**

No. Stambuk : **45 06 041 013 / 45 06 041 024**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada program studi Teknik Sipil / Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas "45" Makassar

TELAH DISETUJUI KOMISI PEMBIMBING

Pembimbing I : **Ir. Syafruddin Rauf, MT**

(.....)

Pembimbing II : **Ir. A. Rumpang Yusuf, MT**

(.....)

Pembimbing III : **Ir. Hj. Satriawati Cangara**

(.....)

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi/Jurusan Sipil


Ir. Syafridi, M.Si
Nik. D. 450 202


Ir. Svahrul Sariman, MT
Nip. 132 092 389



UNIVERSITAS "45"

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4
Telp. (0411) 452901 – 452789 Fax 452949
MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas "45" Makassar, No. A.117/SK/FT.U-45/V/2011, 20 Mei 2011, perihal Pengangkatan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka pada:

Hari/Tanggal : Kamis / 26 Mei 2011
Nama : Stepy Mangapul Hutapea / Muhammad Nurfadhilah
No. Stambuk : 45 06 041 013 / 45 06 041 024
Judul : " Pengaruh Waktu Pemeraman Campuran Aspal
Beton Tipe Cold Mix "

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas "45" Makassar setelah dipertahankan didepan Tim Penguji Ujian Sarjana Strata Satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas 45 Makassar.

Pengawas Umum

Prof. Dr. Mir Alam, M.Si
(Rektor Universitas "45")

(.....)

Tim Penguji Tugas Akhir

Ketua : Ir. Abd. Rahman Djamaluddin, MT

(.....)

Sekretaris : Arman Setiawan, ST, MT

(.....)

Anggota : Ir. Hj. Sumarni Hamid, MT

(.....)

St. Hijraini Nur, ST, MT

(.....)

Ir. Tamrin M, MT

(.....)

Pembimbing : Ir. Syafruddin Rauf, MT

(.....)

Ir. A. Rumpang Yusuf, MT

(.....)

Ir. Hj. Satriawati Cangara

(.....)


Makassar, Juni 2011

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi/Jurusan Sipil


(Ir. Syafridi M.Si)
Nip. D. 450 202


(Ir. Syahrul Sariman, MT)
Nip. 132 092 389

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, atas berkat rahmat dan hidayahnya kami mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada jenjang strata satu di jurusan teknik sipil Universitas "45" Makassar.

Tugas akhir ini berjudul "**Pengaruh waktu pemeraman terhadap campuran aspal beton tipe Cold Mix**", yang membahas tentang pengaruh pemeraman terhadap beton aspal tipe cold mix dengan variasi waktu yang berbeda.

Dalam penulisan ini tentu kami banyak bantuan baik secara moril, maupun secara materil, oleh berbagai pihak sehingga kami mengucapkan terima kasih tak terhingga kepada :

- **Ir. Syafruddin Rauf, MT, Ir. A. Rumpang Yusuf, MT, Ir. Hj. Satriawati Cangara.** Selaku pembimbing I, II, dan III, yang selalu memberikan bimbingan, masukan, dan meluangkan waktunya dalam menyusun tugas akhir ini.
- **Dekan Fakultas Teknik beserta stafnya, Ketua Jurusan Sipil, tim Dosen, dan Stafnya,** serta tak lupa kepada ketua elektif transportasi, **Ir. H. Abdul Rahim Nurdin, MT.**
- **Kepala laboratorium Pengujian dan Pengembangan Teknologi Dinas Bina Marga Provinsi Sulawesi Selatan .**

- **Kepala Seksi Pengujian Tanah dan Bahan Jalan Dinas Bina Marga Provinsi Sulawesi Selatan beserta stafnya**
- **Kepada Pak Samsir, Haji Haris, Asdar, Karjo, Hamza atas bimbingan selama pelaksanaan pengujian laboratorium**
- **Kedua orang tua kami yang telah memberikan kasih sayang dan doa tiada terhingga sehingga kami mampu menyelesaikan studi**
- **Serta semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.**

Akhir kata kami mengharapkan semoga tugas Akhir ini dapat bermanfaat, saran dan kritik kami harapkan kepada tugas ini.

Makassar, Mei 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Lembar pengajuan.....	ii
Lembar pengesahan.....	iii
Kata Pengantar.....	iv
Daftar isi.....	vi
Daftar Tabel.....	x
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Arti Lambang dan Singkatan.....	xiv
Daftar Lampiran.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1 - 1
1.2. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	1 - 2
1.2.1. Maksud Penulisan.....	1 - 2
1.2.2. Tujuan Penulisan.....	1 - 2
1.3. Pokok Bahasan dan Batasan Masalah.....	1 - 2
1.4. Metode Penelitian.....	1 - 3
1.5. Sistematika Penulisan.....	1 - 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Dasar Pengertian Aspal.....	II - 1

2.2. Aspal Beton.....	II - 5
2.2.1. Bahan Aspal Beton.....	II - 8
2.2.2. Penggunaan dan Sifat Aspal Beton.....	II - 9
2.3. Cold Mix.....	II - 12
2.4. Aspal Emulsi.....	II - 13
2.4.1. Jenis - Jenis Aspal Emulsi.....	II - 15
2.4.2. Pembuatan Emulsi.....	II - 17
2.4.3. Sifat – Sifat Emulsi.....	II - 21
2.4.4. Karakteristik Aspal Emulsi.....	II - 28
2.4.5. Jenis Campuran Pada Aspal Emulsi.....	II - 31
2.4.6. Bentuk Geometrik Lapis Perkerasan Jalan.....	II - 31
2.4.7. Keuntungan Aspal Emulsi.....	II - 32
2.4.8. Kendala Penggunaan Aspal Emulsi.....	II - 34
2.4.9. Klasifikasi Aspal Emulsi.....	II - 35
2.5. Agregat.....	II - 38
2.5.1 Asal Agregat.....	II - 41
2.5.2. Jenis-Jenis Agregat.....	II - 43
2.6. Metode Marshall.....	II - 44
2.6.1. Pengujian Marshall.....	II - 46
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Metode dan desain.....	III - 1

3.2. Bahan Penelitian.....	III - 3
3.3. Lokasi Penelitian dan Waktu Pelaksanaan.....	III - 3
3.4. Peralatan Penelitian.....	III - 4
3.5. Tahap Pelaksanaan Penelitian.....	III - 4
3.6. Prosedur Laboratorium.....	III - 7
3.7. Cold Mix Variasi Masa Simpan dan Stabilitas.....	III - 8
3.8. Cara Analisis.....	III - 9
 BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1. Hasil Penelitian dan Pembahasan.....	IV - 1
4.1.1. Persyaratan dan Hasil Pemeriksaan Sifat – Sifat Fisik	
Agregat.....	IV - 1
4.1.2. Hasil Pemeriksaan Untuk Aspal Emulsi Tipe	
Rapid Setting (CRS-1).....	IV - 8
4.1.3. Hasil Pemeriksaan Untuk Marshall Test.....	IV - 12
4.2 Pembahasan.....	IV - 14
4.2.1 Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Stabilitas.....	IV - 14
4.2.2 Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap VIM dan VMA.....	IV - 16
4.2.3 Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Absorpsi.....	IV - 20
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	V - 1
5.2 Saran.....	V - 2

Daftar Pustaka..... xviii

Lampiran..... xx



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tingkatan aspal emulsi berdasarkan ASTM dan

AASHTO II - 16

Tabel 2.2 Temperatur Pelaksanaan Pembuatan aspal emulsi II - 18

Tabel 2.3 Jenis- jenis aspal emulsi dari lahan penggunaan

Konstruksinya III - 34

Tabel 2.4 Persyaratan aspal emulsi untuk CRS-1 II - 35

Tabel 2.5 Persyaratan aspal emulsi CRS-1 untuk wearing course II - 37

Tabel 3.1 Persyaratan Agregat Kasar III - 5

Tabel 3.2 Persyaratan Agregat Halus III - 5

Tabel 3.3 Persyaratan Sifat Marshall Untuk Campuran Aspal

Beton Tipe Cold Mix III - 6

Tabel 3.4 Komposisi Agregat Gabungan Hasil Analisa Saringan

Untuk Campuran Aspal Beton Tipe Cold Mix III - 7

Tabel 3.5 Rancangan jumlah benda uji Cold Mix III - 9

Tabel 4.1 Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar, Sampel

Penelitian Campuran Aspal Beton Tipe Cold Mix IV - 1

Tabel 4.2 Hasil Analisa Saringan Agregat Halus, Sampel

Penelitian Campuran Aspal Beton Tipe Cold Mix IV - 4

Tabel 4.3 Komposisi Agregat Gabungan Hasil Analisa Saringan

Untuk Campuran Aspal Beton Tipe Cold Mix IV - 5

Tabel 4.4 Rancangan Jumlah Benda Uji Cold Mix	IV - 7
Tabel 4.5 Hitungan Komposisi Agregat Untuk Tiap Bricket Aspal	IV - 8
Tabel 4.6 Percobaan Marshall	IV - 12
Tabel 4.7 Rekapitulasi Hasil Percobaan Marshall	IV - 13
Tabel 4.8 Pengaruh waktu pemeraman terhadap Stabilitas	IV - 15
Tabel 4.9 Pengaruh waktu pengeraman terhadap VIM dan VMA	IV - 17
Tabel 4.10 Pengaruh waktu pengeraman terhadap Absorpsi	IV - 21



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses pembuatan aspal emulsi	II - 14
Gambar 2.2	Contoh aplikasi aspal emulsi	II - 15
Gambar 2.3	Prinsip diagram dari <i>Colloid Mill</i>	II - 18
Gambar 2.4	Prinsip diagram dari <i>Batch Plant</i>	II - 19
Gambar 2.5	Prinsip diagram dari <i>Continuous Plants</i>	II - 20
Gambar 2.6	Proses <i>Settlement</i>	II - 21
Gambar 2.7	Proses <i>Flokulasi</i>	II - 23
Gambar 2.8	Proses <i>Coalescence</i>	II - 23
Gambar 2.9	Ion-ion <i>emulsifier</i> membentuk <i>micelle</i> dalam larutan yang stabil.	II - 25
Gambar 2.10	Diagram skematik <i>Breaking</i> proses	II - 26
Gambar 2.11	Kondisi <i>Electrical Double Layer</i>	II - 30
Gambar 2.12	Lapisan Perkerasan Selebar Badan Jalan	II - 31
Gambar 2.13	Kemampuan penyelimutan aspal	II - 40
Gambar 3.1	Bagan Alir Penelitian Campuran Aspal Beton Tipe Cold Mix	III - 2
Gambar 4.1	Bahan Material Untuk Agregat Kasar Ukuran 0,5-1 Dan 1-2	IV - 1
Gambar 4.2	Bahan Atau Larutan Yang Dipakai Dalam Pengujian Sand Equivalent	IV - 3
Gambar 4.3	Bahan Material Dari Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus Dari Saringan $\frac{3}{4}$ Lolos Saringan 200	IV - 5

Gambar 4.4	Grafik Combine Agregat	IV - 6
Gambar 4.5	Proses Pencampuran Aspal Emulsi Dengan Material	IV - 7
Gambar 4.6	Alat Marshall	IV - 13
Gambar 4.7	Grafik Pengaruh waktu pemeraman terhadap	
	Stabilitas	IV - 15
Gambar 4.8	Grafik pengaruh waktu pemeraman terhadap VIM	IV - 18
Gambar 4.9	Grafik Pengaruh waktu pemeraman terhadap VMA	IV - 19
Gambar 4.10	Grafik pengaruh waktu pemeraman terhadap	
	Absorpsi	IV - 21

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

yw	= Berat volume air (gram/cc)
μ	= Berat jenis lilin (gram/cc)
A	= Luas penampang benda uji (gram/cc)
AASHTO	= Association of America Society Highway Transport Organization
Agregat	= Sekumpulan butir-butir pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya baik berupa hasil alam maupun hasil buatan.
Aspal emulsi Kationik	= Aspal emulsi yang bermuatan listrik positif
Aspal emulsi Anionik	= Aspal emulsi yang bermuatan listrik negatif
Aspalten	= Senyawa yang massa molekulnya kecil
Asphaltic Base Crude Oil	= Minyak bumi hasil residu yang banyak mengandung aspal
Asphalt Cement	= Aspal semen
BJ aspal	= Berat jenis aspal (kg/m^3)
BURDA	= Laburan dua lapis
BURTU	= Laburan satu lapis
CEBR	= Campuran emulsi bergradasi rapat
CRS	= Cationic Rapid Setting
CMS	= Cationic Medium Setting
CSS	= Cationic Slow Setting

Colloid Mill	= Mesin penyemprot dengan tekanan yang koloid
Cutback Asphalt	= Aspal cair
DGEM	= Dense Graded Emulsion Mixed adalah campuran aspal emulsi air dan agregat bergradasi rapat
Emulsified Asphalt	= Aspal emulsi
Emulsifier	= Senyawa yang mempunyai aktivitas permukaan(surface-active agents) sehingga dapat menurunkan tegangan permukaan (surface tension) antara udara-cairan dan cairan-cairan yang terdapat dalam suatu sistem
Hot Mix	= Aspal panas
Laston	= Lapisan aspal beton
Malten	= Senyawa yang massa molekulnya besar
Mixed Base Crude Oil	= Minyak bumi hasil residu yang mengandung campuran antara parafin dan aspal
MS	= Medium Setting adalah suatu jenis aspal emulsi yang mempunyai kemampuan untuk mengendap dengan kecepatan sedang
OGEM	= Open Graded Emulsion Mixed adalah campuran emulsi air dan agregat bergradasi terbuka
Paraffin Base Crude Oil	= Minyak bumi hasil residu yang banyak mengandung parafin

P	= Kadar aspal emulsi perkiraan
RS	= Rapid Setting adalah suatu jenis aspal emulsi yang mempunyai kemampuan untuk mengendap dengan cepat
Ss	= Stabilitas sisa (%)
Sb	= Stabilitas basah (kg)
Sk	= Stabilitas kering (kg)
SS	= Slow Setting adalah suatu jenis aspal emulsi yang mempunyai kemampuan untuk mengendap lambat
SSD	= Saturated Surface Dry
T	= Waktu aliran tertampung (detik)
V	= Volume rembesan (cm³)
VFA	= Voids Filled With Asphalt
VFB	= Voids Filled With Bitumen
VIM	= Voids In The Mixture
VMA	= Voids In Mineral Agregate

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Analisa Saringan Agregat Kasar Dan Halus	xx
Lampiran 2	Pengujian Index Kepipihan	xxiii
Lampiran 3	Penentuan Sand Equivalent	xxiv
Lampiran 4	Penentuan Spesific Gravity Batuan	xxv
Lampiran 5	Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus	xxvii
Lampiran 6	Los Angeles Abrasion Test	xxviii
Lampiran 7	Bentuk Yang Digunakan Untuk : Pengujian Berat Unit	xxix
Lampiran 10	Analisa Gabungan Agregat	xxxi
Lampiran 11	Percobaan Marshall	xxxii
Lampiran 12	Rekapitulasi Hasil Percobaan Marshall	xxxiii
Lampiran 13	Persyaratan aspal emulsi kationik	xxxiv
Lampiran 14	Surat Keterangan laboratorium	xxxv
Lampiran 15	Foto-Foto Penelitian Di Laboratorium	xxxvi

**PENGARUH WAKTU PEMERAMAN CAMPURAN
ASPAL BETON TIPE COLD MIX**



**BAB I
PENDAHULUAN**

STEPY MANGAPUL HUTAPEA / MUHAMMAD NURFADHILAH

45 06 041 013 / 45 06 041 024

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Aspal beton tipe Cold Mix merupakan campuran aspal dingin dan agregat yang merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini merupakan campuran merata antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu. Penggunaan campuran dingin biasa menggunakan aspal emulsi.

Campuran aspal beton tipe Cold Mix sangat dipengaruhi oleh waktu pemeraman (masa simpan) dari campuran itu sendiri, seberapa lama campuran itu masih dapat digunakan sebagai lapis permukaan. Campuran aspal beton tipe Cold Mix banyak digunakan di beberapa daerah untuk pemeliharaan jalan, dimana campuran yang akan digunakan masih menunggu kesiapan lapangan sehingga mengalami penyimpanan, masa simpan untuk campuran tersebut perlu diperhitungkan dan diperkirakan seberapa lama penyimpanan tersebut yang dapat diperbolehkan untuk digunakan. Hal itu sangat dipengaruhi karakteristik dan kinerja dari campuran aspal beton tipe Cold Mix itu sendiri, apabila masa simpan terlampaui maka campuran itu tidak bisa digunakan lagi, hal ini akan sangat mempengaruhi konstruksi jalan tersebut. Karena masa simpan akan berpengaruh terhadap kinerja campuran aspal beton yaitu

pada nilai stabilitas, VIM (*voids in mix*), VMA (*voids in material agregaf*) dan absorpsi.

Dalam penelitian ini penulis memfokuskan penelitian terhadap pengaruh waktu pemeraman campuran aspal beton tipe Cold Mix sebagai lapis perkerasan jalan khususnya lapis perkerasan aus (*wearing course*).

Dari penelitian ini kami harapkan dapat dihasilkan suatu analisis tentang pengaruh waktu pemeraman untuk campuran aspal beton tipe Cold Mix yang menggunakan aspal emulsi, sehingga didapatkan waktu pemeraman yang terbaik untuk dipergunakan dalam konstruksi lapis perkerasan jalan.

1.2. Maksud dan Tujuan Penulisan

1.2.1. Maksud Penulisan ini adalah mengetahui nilai stabilitas, VIM, VMA, dan penyerapan air (absorpsi) pada campuran aspal beton tipe Cold Mix.

1.2.2. Tujuan Penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui nilai stabilitas, VIM, VMA dan penyerapan air (absorpsi).
2. Untuk mengetahui pengaruh waktu pemeraman campuran aspal beton tipe cold mix terhadap karakteristik Marshall untuk digunakan pada lapis perkerasan aus (*Wearing Course*).

1.3. Pokok Bahasan dan Batasan Masalah

Pokok bahasan dan batasan masalah dalam penulisan ini yaitu penelitian yang memfokuskan pengaruh waktu pemeraman pada campuran aspal beton tipe cold mix di mulai dari tanpa pemeraman, pemeraman 1x24 jam, pemeraman 2x24 jam, pemeraman 3x24 jam, pemeraman 4x24 jam, pemeraman 5x24 jam, dan pemeraman 6x24 jam, dengan menggunakan aspal emulsi jenis Kationik CRS-1, terhadap nilai karakteristik Marshall dengan kombinasi gabungan agregat kasar, agregat halus dan filler abu batu dengan menggunakan spesifikasi khusus Bina Marga divisi 6.5, 2006.

1.4. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan yaitu dengan studi literature serta pengujian laboratorium yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh waktu pemeraman campuran aspal beton tipe Cold Mix dengan menggunakan aspal emulsi tipe kationik CRS-1 .

Metode pengujian terhadap stabilitas dan fleksibilitas campuran aspal beton tipe cold mix dengan menggunakan alat test Marshall yang hasilnya mengacu pada spesifikasi khusus Bina Marga divisi 6.5 (2006), dengan beberapa penyesuaian berdasarkan ketersediaan alat yang ada.

1.5. Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan dibagi dalam beberapa tahapan sebagai berikut :

Bab 1 Pendahuluan

Pendahuluan terdiri dari latar belakang maksud dan tujuan, ruang lingkup dan batasan masalah, Gambaran umum penelitian dan sistematika penulisan.

Bab 2 Tinjauan Pustaka

Bab ini memuat uraian sistematis tentang teori dan pemikiran yang mendukung penelitian yang akan dilakukan.

Bab 3 Metode Pelaksanaan Penelitian

Bab ini membahas tentang bahan, metode pengambilan sampel dan rancangan penelitian.

Bab 4 Analisis dan Pembahasan

Bab ini membahas tentang hasil penelitian yang telah dilakukan dan diuji tingkat keberhasilannya.

Bab 5 Penutup

Bab ini mengemukakan kesimpulan dari hasil penelitian dan saran yang perlu dilakukan menyangkut objek studi yang diteliti.

**PENGARUH WAKTU PEMERAMAN CAMPURAN
ASPAL BETON TIPE COLD MIX**



BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

STEPY MANGAPUL HUTAPEA / MUHAMMAD NURFADHILAH

45 06 041 013 / 45 06 041 024

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Dasar Pengertian 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 alam ada 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 daripada aspal cair.

Aspal minyak dengan bahan dasar aspal dapat di bedakan atas :

1. Aspal keras/aspal panas (Asphalt Cemen,AC),adalah aspal yang digunakan cair dan panas. Aspal ini berbentuk padat pada keadaan penyimpanan (temperatur ruang)
2. Aspal dingin/aspal cair (Cut Bek Asphalt), adalah aspal yang digunakan dalam keadan cair dan dingin
3. Aspal Emulsi (Emulsion Asphalt) ,adalah aspal yang di sediakan dalam bentuk emulsi dapat digunakan dalam keadaan dingin ataupun panas, aspal emulsi dan cut bek aspal umum digunakan pada campuran dingin atau pada penyemprotan dingin.

Berdasarkan cara di perolehnya aspal dapat di bedakan atas:

- I. Aspal alam,dapat di bedakan atas :
 1. Aspal Gunung (Rock Asphalt), contohnya aspal dari pulau buton.
 2. Aspal Danau (Lake Asphalt), contohnya aspal dari Bermudez Trinidad.

II. Aspal buatan :

1. Aspal minyak ,merupakan hasil penyulingan minyak bumi.
2. Tar, merupakan hasil penyulingan batu bara, tidak umum digunakan untuk perkerasan jalan karena lebih cepat mengeras, peka terhadap perubahan temperatur dan beracun .

Kandungan utama aspal adalah senyawa karbon jenuh dan tak jenuh, *alifatik* dan *aromatic* yang mempunyai atom karbon sampai 150 per molekul.

Atom-atom selain *hidrogen* dan *karbon* yang juga menyusun aspal adalah *nitrogen*, *oksigen*, *belerang*, dan beberapa atom lain. Secara kuantitatif, biasanya 80% massa aspal adalah *karbon*, 10% *hidrogen*, 6% *belerang*, dan sisanya *oksigen* dan *nitrogen*, serta sejumlah renik *besi*, *nikel*, dan *vanadium*. Senyawa-senyawa ini sering dikelaskan atas *aspalten* (yang massa molekulnya kecil) dan *malten* (yang massa molekulnya besar). Biasanya aspal mengandung 5 sampai 25% *aspalten*. Sebagian besar senyawa di aspal adalah senyawa polar.

Komposisi dari aspal terdiri dari *Asphaltenes* dan *Malatenes*, *Asphaltenes* merupakan material yang berwarna hitam atau coklat tua yang tidak larut dalam *Heptane*. *Maltenes* larut dalam *Heptane*, yang merupakan cairan kental yang terdiri dari *Reseins* dan *Oils*. *Reseins* adalah cairan berwarna kuning atau coklat tua yang memberikan sifat

Adhesi dari *Asphalt*, yang mudah hilang atau berkurang selama pelayanan jalan, sedangkan *Oils* yang berwarna lebih muda merupakan media dari *Asphaltenes* dan *Resin*.

Sifat aspal yang dipergunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai :

1. Bahan pengikat adalah bahan yang memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara aspal itu sendiri.
2. Bahan pengisi adalah bahan pengisi rongga antara butir - butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri.

Berarti aspal haruslah mempunyai daya tahan (tidak cepat rapuh), terhadap cuaca, mempunyai *Adhesi* dan *Kohesi* yang baik, dan memberikan sifat elastis yang baik.

2.2 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 beton aspal 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. Untuk ketentuan sifat-sifat campuran Laston (AC) khususnya AC-WC.

Aspal beton (AC) memiliki sejumlah sifat sebagai lapis perkerasan jalan, yaitu :

1. Pembentukan gaya geser melalui gaya kunci (interlock) antar partikel dan kohesi antara butir yang diperoleh dari bitumen pengikat.
2. Dapat menahan beban lalu lintas di atasnya (mempunyai nilai struktural).
3. Mempunyai stabilitas yang tinggi.
4. Kedap air.
5. Tidak mudah aus akibat beban lalu lintas.
6. Peka terhadap suhu.
7. Peka terhadap penyimpangan perencanaan dan pelaksanaan

Berdasarkan fungsinya aspal beton (Asphalt Concrete/AC) dapat dibedakan atas:

1. *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC – WC)*

AC – WC merupakan lapis permukaan yang langsung berhubungan dengan beban kendaraan yang lewat di atasnya. Sehingga lapisan ini harus mampu mendukung dan menyebarkan beban yang diterima kelapisan dibawahnya. Selain itu lapisan ini harus kedap air agar dapat melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca.

Lapis Aus (*Wearing Course*), memiliki sifat:

1. Sebagai lapisan aus, yaitu lapisan yang semakin lama semakin tipis karena langsung bersentuhan dengan roda-roda kendaraan lalu lintas, dan dapat diganti lagi dengan yang baru.
2. Menyediakan permukaan jalan yang aman dan kesat (anti selip).
3. Tebal minimum AC - WC adalah 4cm.

2. *Asphalt Concrete – Binder Course (AC – BC)*

1. Menerima beban langsung dari lalu lintas dan menyebarkannya untuk mengurangi tegangan pada lapisan bawah lapisan jalan.
2. Menyediakan permukaan jalan yang baik dan rata sehingga nyaman dilalui.
3. Tebal minimumnya adalah 5cm

3. *Asphalt Concrete – Base Course (AC – BC)*

Lapis pondasi atas adalah bagian dari perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah atau dengan tanah apabila tidak menggunakan lapis pondasi bawah, yang berfungsi :

1. Lapis pendukung bagi lapis permukaan
2. Pemikul beban horizontal dan vertikal
3. Lapis perkerasan bagi lapis pondasi bawah
4. Tebal minimumnya adalah 6 cm

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*.

2.2.1 Bahan Aspal Beton

Beton adalah agregat yang dicampur dengan Portland cement, karena proses kimia, campuran ini menjadi keras dan membentuk masa yang padat. Sedangkan aspal beton adalah beton dengan bahan pengikat aspal yang dicampur dalam keadaan panas. Campuran panas 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 dengan agregat, antara lain semen portland, debu batu kapur atau karang yang dipecah.

Aspal semen adalah aspal yang diolah untuk pengaspalan perkerasan jalan, ada yang keras dan setengah keras, dan setelah dipanasi akan mencair. Bahan-bahan pembuatannya harus sesuai dengan spesifikasi khusus bina marga divisi 6.5 (2006), mengenai batuan, aspal dan pencampurannya, yaitu :

1. Agregat harus bergradasi baik, mempunyai sudut, bersih dan keras.
2. Aspal harus sesuai penetrasi titik nyala, jumlahnya, tidak berair dan terkontaminasi, *viscositas* dan *ductilitas* baik.
3. Pencampuran dengan perbandingan dan temperatur tertentu, dan alat pencampur berjalan dengan baik.

2.2.2 Penggunaan dan Sifat Aspal Beton

1. Lapis Perkerasan

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.

2. Gradasi agregat

Ukuran butir agregat dan persentase berat dari setiap jenis agregat yang diperlukan, ditentukan dalam persyaratan teknisnya. Gradasi adalah batas ukuran agregat yang terbesar dan yang terkecil, jumlah dari masing-masing jenis ukuran, persentase setiap ukuran butir pada agregat. Agregat akan disaring melalui serangkaian saringan, dari yang paling kasar sampai yang paling halus. Penentuan gradasi dapat berdasarkan persentase agregat yang tertahan saringan atau yang lolos saringan, sesuai jenis campurannya dan jenis lapisan perkerasan jalannya.

3. Kekuatan agregat

Aspal beton dibuat dan direncanakan untuk lapisan perkerasan jalan yang baik. Kualitas perkerasan sangat tergantung pada kekuatan agregatnya. Agregat halus keras, tahan lama, bersegi - segi agar saling mengunci.

4. Kepadatan agregat

Untuk aspal beton yang baik, sangat ditentukan oleh kepadatan dari agregatnya (jumlah berat dalam volume). Kepadatan tergantung dari jenis dan gradasi agregat, sehingga disarankan untuk tidak menggunakan batu bulat dengan ukuran yang sama karena akan banyak membentuk rongga - rongga kosong. Disarankan menggunakan batu

yang dipecah menjadi debu dan butir-butir batu persegi yang tidak sama bentuknya sehingga rongga-rongga kosong akan terisi oleh batu pecah yang lebih halus.

5. Kestabilan lapis perkerasan

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.

6. Rongga kosong

Rongga - rongga kosong sangat mempengaruhi sifat beton aspal, sehingga perlu diisi dengan mineral atau aspal yang dapat menyelimuti semua butir-butir agregat tanpa mempengaruhi volumenya. Meskipun

tercampur aspal panas sudah dihampar dan dipadatkan, masih ada rongga-rongga kosong, karena:

1. Dalam cuaca panas, aspal semen akan meleleh dan merembes ke atas permukaan jalan.
2. Rongga-rongga pada campuran aspal beton padat akan dipadatkan oleh beban lalu lintas.

2.3. Cold Mix

Cold Mix merupakan campuran aspal dingin dan agregat yang merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini merupakan campuran merata antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu. Penggunaan campuran dingin biasa menggunakan aspal emulsi.

Pada campuran dingin (Cold Mix) untuk mengencerkan aspal dipakai ada dua cara yaitu pertama dengan menggunakan minyak pengencer yang langsung di campurkan pada aspal. Bahan pengencer yang di gunakan adalah minyak ringan artinya minyak yang mudah menguap misalnya bensin (Gasoline) atau minyak tanah (Kerosin), untuk maksud tertentu di gunakan solar. Tugas dan kewajiban bahan pengencer ini untuk aspal ialah untuk menyebar luaskan aspal kedalam butir – butir batuan, sehingga semua butir batu – batuan diselimuti aspal. Setelah tugas dan kewajiban selesai maka bahan pengencer ini

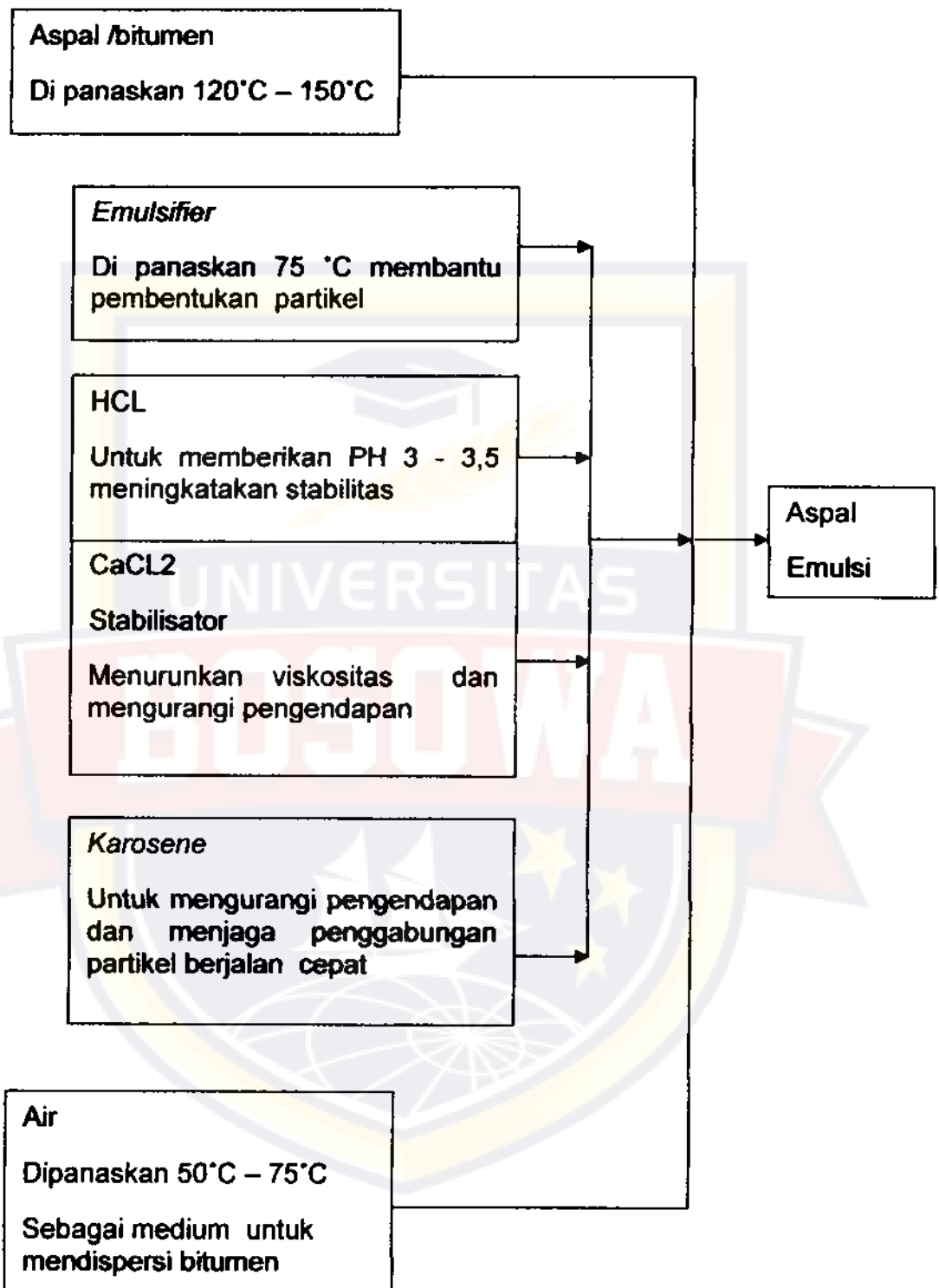
“dipersilahkan” pergi menguap, dengan cara dieramkan (di biarkan dalam tumpukan) beberapa hari.

Cara lain mendapatkan aspal yang encer dan mudah di aduk ialah dengan menggunakan emulsi aspal. Caranya ialah aspal dan air dicampur dan di semprotkan dengan tekanan tinggi dengan menggunakan alat yang di sebut “*colloid mill*” .

2.4. Aspal Emulsi

Aspal emulsi merupakan aspal yang didispersikan secara merata ke dalam air. Untuk dapat mendispersikan aspal yang bersifat non polar kedalam air yang bersifat polar diperlukan bahan pengemulsi atau *emulsifier* yang molekulnya memiliki bagian polar dan non polar, bagian polar dari *emulsifier* akan larut dalam air, sedangkan bagian non polar akan larut dalam aspal.

Bila aspal, air, dan *emulsifier* masing – masing dalam jumlah yang optimum dicampur dengan alat *colloid mill* pada temperatur tertentu, akan menyebabkan terbentuknya butiran-butiran kecil aspal yang terlapisi lapisan polar dari *emulsifier* hingga aspal tersebut dapat terdispersi air.(Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan,1996), seperti terlihat pada Gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Proses pembuatan aspal emulsi

Sumber : Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan,1996

Fungsi dari bahan pengemulsi ini adalah untuk mengubah susunan partikel aspal didalam aspal emulsi agar memisah dari airnya dan melekat pada permukaan agregat.



Gambar 2.2. Contoh aplikasi aspal emulsi
(Sumber: Extech.com, 2000)

2.4.1. Jenis-Jenis Aspal Emulsi

Aspal emulsi dapat dikelompokkan menurut jenis muatan listriknya dan menurut kecepatan pengerasannya. Berdasarkan muatan listrik yang dikandungnya, aspal emulsi dapat dibedakan menjadi (**Martens and Borgfeldt, 1985**):

1. Aspal emulsi kationik atau disebut aspal emulsi asam, merupakan aspal emulsi yang bermuatan listrik positif. Pada saat ini aspal emulsi yang umum digunakan di Indonesia adalah aspal emulsi kationik, karena aspal emulsi tipe ini cocok dengan hampir semua batuan

(agregat) yang ada di Indonesia. Aspal emulsi jenis kationik cocok digunakan untuk membuat campuran dingin.

Tabel 2.1. Tingkatan aspal emulsi berdasarkan ASTM dan AASHTO

Aspal Emulsi	Aspal Emulsi Kationik
RS-1	CRS-1
RS-2	CRS-2
MS-1	-CMS-
MS-2	2
MS-2h	CMS-2h
H FMS-1	-
H FMS-2	-
H FMS-2h	-
H FMS-2s	-
SS-1	CSS-1
SS-2	CSS-1 h

Sumber: Spesifikasi Khusus Bina Marga, 1991

2. Aspal emulsi anionik atau disebut aspal emulsi alkali merupakan aspal emulsi yang bermuatan listrik negatif dan banyak digunakan untuk melapisi batuan basa.

3. Aspal emulsi monionik merupakan aspal emulsi yang tidak bermuatan listrik karena tidak mengalami ionisasi.

Dari tiga jenis aspal tersebut yang banyak digunakan adalah aspal emulsi jenis kationik dan anionik, namun khusus di Indonesia saat ini baru diproduksi aspal emulsi jenis kationik.

Dilihat dari jenis agregat, sebagian besar wilayah Indonesia memiliki sumber-sumber agregat dengan komponen terbesar SiO₂ (Silika), hal ini menunjukkan agregat tersebut cenderung bermuatan negatif sehingga untuk jenis konstruksi perkerasan jalan dengan bahan ikat aspal emulsi akan lebih baik jika digunakan aspal emulsi yang bermuatan positif yaitu aspal emulsi kationik. (Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan,1996).

2.4.2 Pembuatan Emulsi

Pembuatan aspal emulsi dapat digunakan tipe *Batching Plant* ataupun *Continuous Plant* yang digabungkan dengan peralatan *Colloid Mill*. Dalam proses pembuatan, larutan pengemulsi dan aspal dilewatkan melalui *colloid mill*, dimana proses pengemulsifikasian terjadi. Melalui pompa akan mengisikan larutan pengemulsi dan aspal ke mill. Larutan pengemulsi terdiri dari air, pengemulsi, asam, dan jika diperlukan diberi stabilisir, yang tercampur dengan baik dalam proporsi dimana larutan seragam dengan pH yang tepat. Emulsi keluar dari mill dalam keadaan panas, yang disimpan dalam tangki penyimpanan untuk didinginkan sebelum ditransferkan ke tangki/drum penyimpanan akhir.

Temperatur dalam pelaksanaan pembuatan aspal emulsi adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2 Temperatur Pelaksanaan Pembuatan aspal emulsi

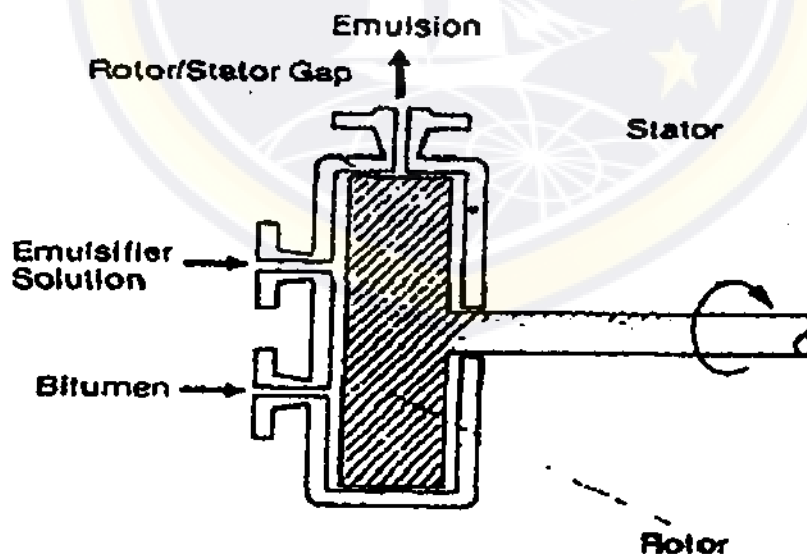
Penetrasi	180/200	80/100	40/50
Aspal	140°C	150°C	160°C
Emulsifier	55°C	45°C	35°C

Sumber : Spesifikasi Khusus Bina Marga, 1991

1. Colloid Mills

Bagian utama dari *colloid mills* adalah stator dan rotor yang disusun untuk memberikan gap/jarak yang sempit biasanya, 0,2 – 0,6 mm.

Pada *colloid mills* mempunyai alat pencampur pada pintu masuknya, dimana aspal didispersikan kedalam bentuk butiran, ini untuk menghindarkan aspal mumi masuk kedalam celah. Agar memperoleh hasil yang baik, beberapa rotor mempunyai galur – galur pada permukaannya. Keluaran dari *colloid mills* ini dapat menghasilkan ratusan kilogram/jamnya. seperti terlihat pada gambar 2.3.



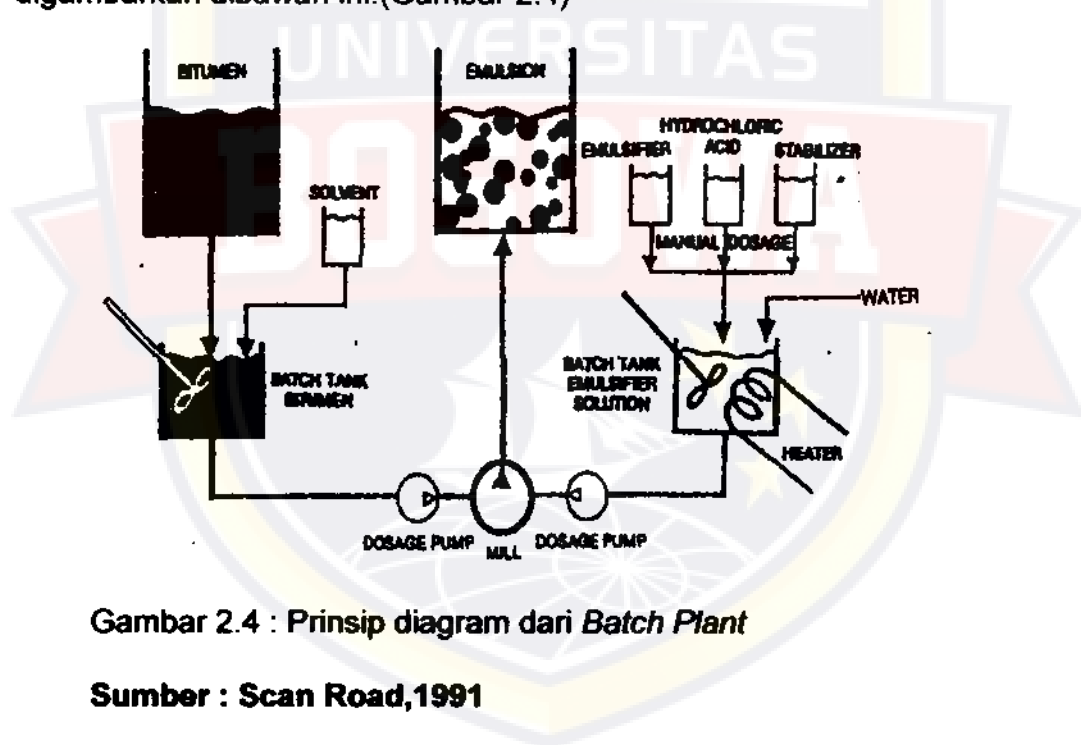
Gambar 2.3 : Prinsip diagram dari Colloid Mill

Sumber: Scan Road, 1991.

2. *Batching Plant*

Pada *Batching Plant* larutan pengemulsi dan aspal disiapkan dalam jumlah dan temperatur yang tepat. Aspal disimpan pada tangki penyimpanan dan dipompakan melalui tangki batching. Pengencer ditambahkan bila diperlukan dan dicampur dengan bitumen. Tangki *batching plant* biasanya dilengkapi dengan indikator level, demikian juga pada pompa sehingga tingkat akurasinya baik.

Mekanisme produksi aspal emulsi dibatching plant seperti digambarkan dibawah ini.(Gambar 2.4)



Gambar 2.4 : Prinsip diagram dari *Batch Plant*

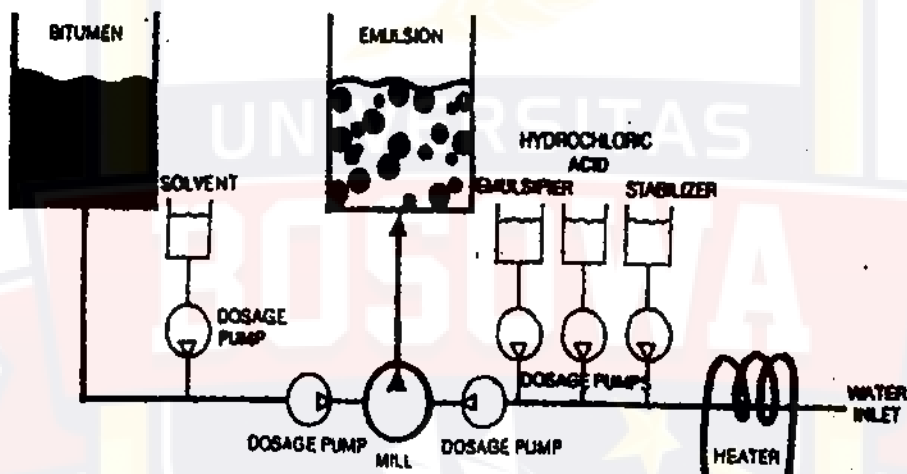
Sumber : Scan Road,1991

3. *Continuous Plants*

Continuous Plants tidak mempunyai tangki batching, aspal dan emulsifier dimasukkan secara langsung. Emulsifier dipersiapkan secara otomatis dan disesuaikan dengan formulasi yang ditetapkan dengan

menyuntikkan *emulsifier*, asam dan *stabilisier* kedalam air, dimana reaksi antara *emulsifier* dan asam terjadi sebelum air masuk ke mills.

Air dipanaskan sampai temperatur yang sesuai dan menerus. *Continuous Plants* membutuhkan emulsifier yang dengan mudah mendispersi didalam air agar mempercepat reaksi dengan asam. Pemeriksaan pH, dilakukan pada air sebelum diproses. Mekanisme dari *continuous plant* seperti pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 : Prinsip diagram dari *Continuous Plants*

Sumber : Scan Road, 1991

Keuntungan *Continuous Plants* dengan *Batching Plants* adalah sebagai berikut:

1. Dengan cepat dapat mengubah pembuatan tipe aspal emulsi sesuai dengan permintaan.
2. Dibutuhkan sedikit tenaga kerja dan biaya perawatan.
3. Resiko keselamatan kerja yang berkaitan dengan proses kimia hampir dapat dihilangkan.

4. Pemanfaatan yang lebih efisien dengan mengurangi batching.

2.4.3. Sifat – Sifat Emulsi

1. *Settlement*

Settlement adalah suatu proses, dimana fase aspal atau salah satu bagiannya bergerak kearah dasar dari dasar tempat emulsi seperti pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 : Proses *Settlement*

Sumber : Scan Road, 1991

Suatu penurunan emulsi diartikan bahwa emulsi tidak stabil. Dalam keadaan seperti ini pengadukan tidak dapat mengembalikan kualitas dari emulsi. Derajat penurunan daripada suatu emulsi mengindikasikan waktu penyimpanannya. *Settlement* dalam suatu emulsi terjadi karena gaya gravitasi dan perbedaan kepadatannya antara dua fase. Seandainya perbedaan ini kecil, *settlement* mungkin masih terjadi, jika emulsi mengandung butiran besar dan kandungan aspal lebih rendah dari 65%. Kecepatan butiran-butiran bergerak tergantung pada kandungan aspal pada emulsi dan berkurang dengan meningkatnya kandungan aspal. Pada emulsi yang mengandung lebih dari 65%,

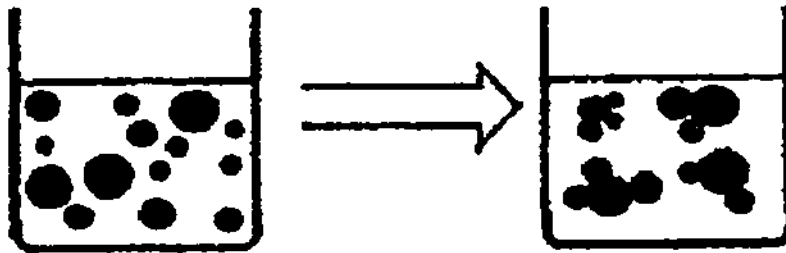
umumnya *settlement* diabaikan. Beberapa metode yang digunakan untuk mengurangi dan menjaga *settlement*:

1. Mengurangi kepadatan fase aspal dengan menambah bahan pengencer/*solvent*.
2. Meningkatkan *viskositas* fase air dengan menambahkan suatu bahan pengental.
3. Mencegah *flokulasi* dengan mengubah tipe dan konsentrasi penstabil dan emulsifier atau dengan mengubah pHnya.
4. Mengurangi ukuran butiran, sebagai contoh dengan *mills*.
5. Memperbaiki kondisi penyimpanan, contohnya dengan menjaga emulsi pada temperatur yang lebih tinggi dari temperatur dasar.

Dalam beberapa kasus butiran-butiran aspal dapat naik keatas, ini dapat terjadi, bila kepadatan aspal lebih rendah dari kepadatan fase air. Yaitu pada kadar pengencer yang tinggi pada aspal.

2. *Flokulasi*

Flokulasi adalah suatu proses dimana butiran-butiran emulsi mulai saling menempel. Kadang-kadang terdapat butiran besar dengan butiran yang lebih kecil mengelilinginya. Butiran yang sudah menempel dapat dipisahkan lagi dengan pengadukan, seperti terlihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 : Proses *Flokulasi*

Sumber : Scan Road, 1991

3. *Coalescence*

Bila butiran-butiran dalam suatu emulsi bergabung membentuk butiran yang lebih besar, ini disebut penggabungan (*Coalescence*). *Flokulasi* seringkali diikuti dengan penggabungan. Penggabungan dapat terjadi karena gerakan mekanis seperti pengadukan, pemompaan, dan penggetaran. Penggabungan terjadi dalam proses penguraian dan masih tergantung pada tipe agregatnya, seperti terlihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 : Proses *Coalescence*

Sumber : Scan Road, 1991

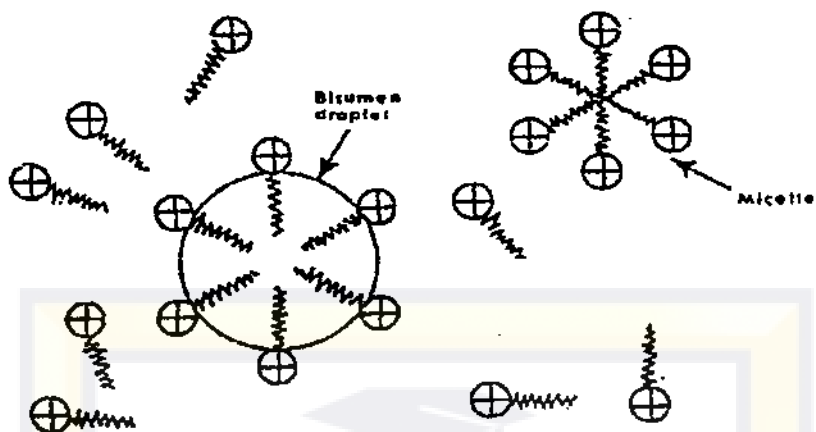
4. *Breaking*

Tujuan utama pengemulsian aspal adalah mengubah menjadi keadaan cair pada temperatur dasar. Emulsi harus dalam keadaan stabil selama penyimpanan dan pengangkutan, tetapi jika diterapkan pada agregat mineral atau permukaan perkerasan, emulsi akan *breaking*,

pada tingkat perkiraan. Tingkat *breaking* secara luas dikontrol dengan tipe dan ukuran pengemulsi. Tetapi faktor-faktor lain juga memiliki pengaruh pada tingkat *breaking*, seperti tipe agregat, temperatur dan kondisi iklim lainnya.

Kadang-kadang agregat dikelompokkan sebagai alkalin atau bersifat asam. Batu kapur merupakan contoh agregat alkalin dan yang bersifat asam berupa batu granit dan kuarsa. Tetapi gambaran sesungguhnya lebih kompleks. Sering agregat terdiri dari salah satu mineral murni dan bahkan mineral murni mengandung komponen alkalin dan asam, jika agregat disusun menurut kandungan silika dan karbonatnya gambaran kasar terhadap angka positif dan negatif pada permukaan agregat. Beberapa agregat juga dapat terkontaminasi dengan partikel tanah liat (*clay*), yang walaupun dalam jumlah kecil akan meningkatkan tingkat *breaking*.

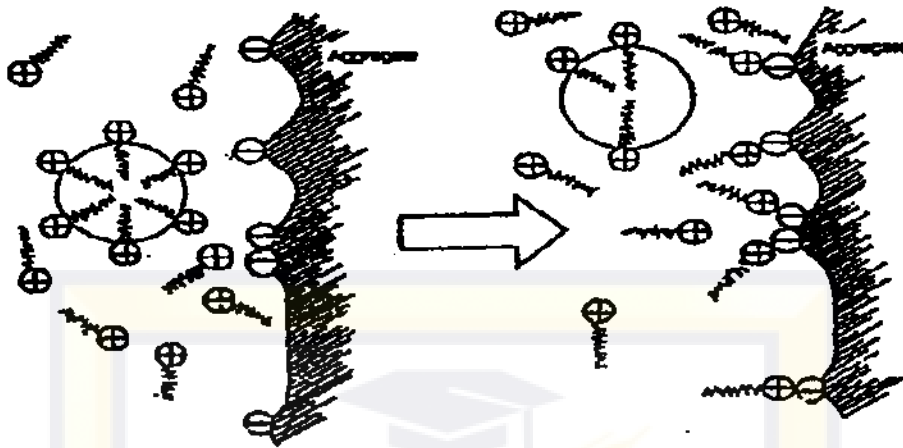
Emulsi yang terdiri dari ion pengemulsi dalam fase air dan pada permukaan butiran, jika konsentrasi ion pengemulsi tinggi ion-ion akan membentuk *micelle*. Dalam emulsi stabil keadaan keseimbangan terjadi antara ion-ion pada permukaan butiran seperti terlihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 : Ion-ion *emulsifier* membentuk *micelle* dalam larutan yang stabil.

Sumber : The Shell Bitumen, 1991

Jika dalam emulsi stabil keseimbangan terganggu dengan hilangnya ion pengemulsi dari larutan, keseimbangan akan dikembalikan oleh ion-ion yang dikeluarkan oleh *micelle*, atau oleh ion-ion yang keluar dari permukaan butiran. Stabilitas emulsi akan berkurang, dan akan melakukan proses penggabungan, bahkan akan mengakibatkan *breaking*. Ini akan terjadi bila suatu emulsi digunakan pada permukaan agregat mineral. Daya listrik pada permukaan batu dengan cepat menyerap sejumlah ion pengemulsi dari fase air emulsi. Jadi mengurangi jumlah ion pengemulsi pada butiran dimana proses *breaking* berawal lihat Gambar 2.10



Gambar : 2.10 Diagram skematik *Breaking* proses

Sumber : The Shell Bitumen, 1991

Penyerapan ion-ion pengemulsi pada permukaan agregat mengubah sifat permukaannya dari *hidrophilic* ke *lipophilic*, sehingga aspal yang dikeluarkan dalam proses *breaking* dapat dengan mudah menempel pada permukaan agregat. Karena kebanyakan agregat yang digunakan dalam konstruksi perkerasan jalan memiliki kandungan listrik negatif pada permukaannya. Emulsi kationik umumnya lebih cocok daripada emulsi anionik. Kutub positif pada butiran emulsi kationik tertarik oleh kutub negatif agregat, sementara hanya ada jumlah kutub positif yang terbatas yang dapat menarik kutub negatif emulsi anionik.

Akhirnya emulsi anionik akan terurai pada agregat berkutub negatif, tetapi *breaking* ini terjadi karena penguapan fase air atau karena penyerapan fase air pada agregat berporus. Jika air dihilangkan dari fase air emulsi, maka ketersediaan ruang untuk butiran aspal berkurang, yang menyebabkan naiknya tekanan pada butiran. Selama proses

penggabungan sebagian fase air akan terperangkap kedalam fase aspal dan membentuk butiran air. Emulsi telah berubah dan wujudnya seperti aspal. Air yang terperangkap lambat laun akan menguap dan kembali menjadi sifat asalnya. Ini akan memakan waktu beberapa jam pada temperatur dasar.

Kondisi iklim yang berbeda dari temperatur dasar, sebagaimana kelembaban relatif dan kecepatan angin, mengakibatkan penguapan pada fase air. *Breaking* juga dapat ditingkatkan dengan tenaga mekanis, seperti getaran dari roller atau repetisi lalu-lintas. Pengaruh dari agregat tidak terbatas pada sifat kimianya, bentuk fisik juga berpengaruh pada tingkat *breaking*. Agregat dengan proporsi pengisi tinggi akan menyebabkan cepatnya *breaking* daripada agregat dengan pengisi sedikit. Ini karena luasnya permukaan material yang memberikan lebih banyak kutub elektriknya.

5. Adhesi

Adhesi merupakan akibat logis dari *breaking*, untuk emulsi anionik dengan agregat bersifat asam, misalnya silika, merupakan kation dan organik (K^+ atau Na^+) dalam pengemulsi yang diserap permukaan silika. Kation ini tidak memberikan sifat *oleophilic* pada permukaanya dimana diserap, dan juga tidak mempunyai efek aktif permukaan. Akibatnya resultan adhesinya sangat jelek.

Disisi lain, emulsi kationik bekerja dengan penyerapan yang kuat pada agregat yang bersifat asam atau dasar kation organik ($R-NH_3^+$)

yang terdapat dipermukaanya. Kation ini memberikan sifat *oleophilic* terhadap permukaan dimana aspal diserap, dan mempunyai pengaruh menghilangkan air yang terdapat dipermukaan agregat. Dalam cara ini pengemulsi kationik bertindak sebagai *agent anti-stripping* setelah terlepas dari emulsi. Untuk memperoleh hasil yang terbaik dengan menggunakan *amine hidroklorida* sebagai agen pengemulsi pHnya harus dibawah 4,5 karena stabilitas penyimpanan emulsi tergantung pada kelengkapan ionisasi *amine hidroklorida*, yang terjadi hanya pada pH dibawah 4,5. Pada pH yang sangat rendah *proton* dari asam *hidroklorit* bebas cenderung menetralsir daerah kutub negatif permukaan agregat yang mengurangi ruang yang cukup untuk *ion amine*.

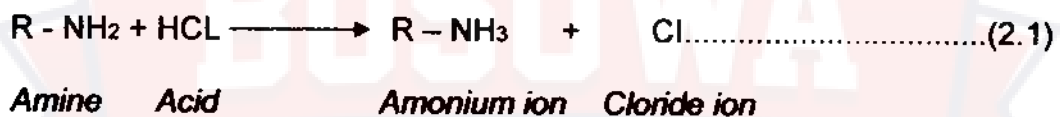
Setelah proses *breaking* berlangsung, secara perlahan aspal akan berpisah dengan air. Agregat sekarang diselimuti oleh bitumen yang terlepas dari *emulsifier*. Proses pemisahan aspal dari airnya dan kemudian melekat /mengikat pada permukaan agregat ini disebut *setting*.(Soekarno AW,1992).

2.4.4 Karakteristik Aspal Emulsi

Aspal emulsi berwujud cair dengan warna coklat kehitaman, termasuk tipe emulsi minyak dalam air dimana bitumen terdispersi air. Tipe seperti ini dikenal sebagai *Direct Emulsion*. Agar terjadi emulsi diperlukan suatu bahan pengemulsi/*emulsifier*. Emulsifier inilah yang mempengaruhi muatan listrik emulsi, sehingga untuk aspal emulsi kationik jenis *emulsifiernya* adalah kationik pula.

Emulsifier Kationik (**Mertens, E.W. and Borgefeldt, M.J. 1985**) tersusun dari bahan dasar berupa senyawa *hidrokarbon nitrogen* seperti *alkylamine*. *Alkylamine* ini merupakan senyawa aktif permukaan yang sangat mempengaruhi muatan listrik suatu permukaan. Beberapa senyawa yang lazim digunakan sebagai *emulsifier* antara lain: *mono amines, amido amines, quaternary ammonium, dan alkylxylatil amines*. Dari beberapa senyawa tersebut perlu direaksikan terlebih dahulu dengan asam sebelum berfungsi. Biasanya digunakan *hydrochloric acid* seperti HCL (asam chlorida).

Reaksi yang timbul saat emulsifier dicampurkan dengan HCL adalah seperti terlihat pada persamaan dibawah ini.

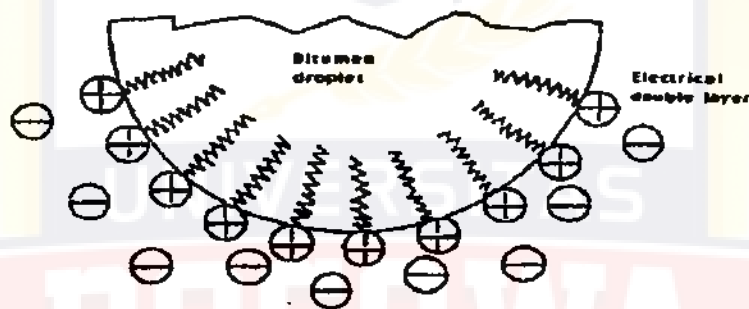


Dengan R = rantai hidrokarbon dengan 8 – 22 atom C yang bersifat *lipophilic/hydrophobic* dan NH₃CL = senyawa bersifat *hydrophilic*.

Dari persamaan reaksi tersebut dapat dilihat bahwa molekul emulsifier kationik terdiri atas dua bagian, yaitu bagian yang bersifat polar (NH₃ dan Cl) dan bagian yang bersifat non polar (R=Rantai hidrokarbon).

Dalam aspal emulsi (**Sferb,1991**), partikel – partikel bitumen yang non polar melarutkan bagian non polar *emulsifier*, sedangkan bagian polar *emulsier* (ion NH₃) akan membentuk lapisan menyelimuti partikel – partikel bitumen. Dengan demikian partikel – partikel bitumen dalam

aspal emulsi seolah – olah bersifat polar bermuatan listrik positif (karena pengaruh ion NH_3). Selanjutnya ion Cl akan tertarik oleh permukaan partikel bitumen yang bermuatan listrik positif dan terjadilah ikatan yang kuat antara ion NH_3 dengan ion Cl membentuk NH_3Cl . Fenomena yang demikian dinamakan *electrical double layer* seperti terlihat pada gambar 2.11 berikut:



Gambar 2.11. Kondisi *Electrical Double Layer*

Sumber : Scan Road, 1991

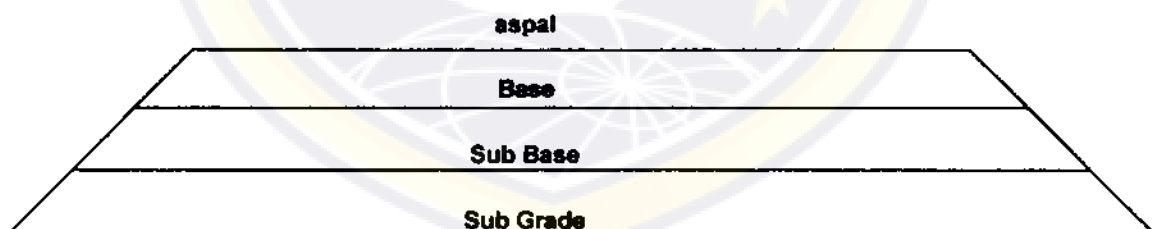
Kondisi *electrical double layer* inilah yang sangat berpengaruh terhadap kestabilan aspal emulsi. Oleh karenanya meskipun bitumen yang bersifat non polar tidak dapat larut dalam air yang bersifat polar, dengan adanya emulsifier keduanya dapat bercampur dengan baik dalam bentuk emulsi.

2.4.5. Jenis Campuran Pada Aspal Emulsi

1. Campuran Emulsi Bergradasi Rapat (Dense Greded Emulsion Mix) yaitu campuran emulsi dengan agregat bergradasi menerus dengan di gunakan sebagai lapis pondasi atau lapis permukaan serta penambalan .
2. Campuran Emulsi Bergradasi Terbuka (Open Greded Emulsion Mix) yaitu campuran emulsi dengan agregat bergradasi tunggal yang di gunakan lapis pondasi atau lapis permukaan , serta untuk penambalan.

2.4.6. Bentuk geometrik lapis perkerasan jalan

Bentuk geometrik lapis perkerasan jalan mempengaruhi cepat atau lambatnya aliran air meninggalkan lapis perkerasan jalan.



Gambar 2.12 Lapisan perkerasan selebar badan jalan

Sumber : Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya,1999

2.4.7. Keuntungan Aspal Emulsi

Keuntungan penggunaan aspal emulsi (Soekarno AW,1992) ditinjau dari aspek teknis, biaya, aspek pelaksanaan, maupun aspek lingkungan adalah sebagai berikut:

1. Aspek teknis

- 1. Dalam penggunaannya tidak memerlukan pemanasan, maka penurunan kualitas aspal dalam (oksidasi) akibat pemanasan tinggi atau berkali-kali tidak ada.**
- 2. Pada penggunaan aspal panas, suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dari spesifikasi yang ditentukan, akan menghasilkan kualitas pekerjaan yang menurun. Hal ini tidak terjadi pada penggunaan aspal emulsi.**
- 3. Tersedianya beberapa tipe aspal emulsi yang disesuaikan dengan spesifikasi yang diminta, yaitu tipe *rapid setting*, *medium setting*, dan *slow setting*.**

2. Aspek pelaksanaan

- 1. Dimungkinkan pelaksanaannya memakai peralatan berat sampai sederhana, seperti pemakaian peralatan *continuous mixer* sampai peralatan beton *mollen*, serta cara penghampirannya dapat dilakukan mulai dari penyemprotan secara otomatis maupun dilakukan secara manual.**

2. Dimungkinkan waktu pelaksanaan pekerjaan lebih cepat, mengingat tidak diperlukan waktu pemanasan dan permukaan jalan tidak harus kering seperti bila memakai aspal panas.
 3. Bahan terbuang jauh lebih sedikit, karena aspal emulsi dalam keadaan cair tersebut langsung bisa dipakai untuk pekerjaan campuran aspal, dan apabila keadaan tidak memungkinkan campuran dapat disimpan sampai beberapa hari.
 4. Memudahkan para pekerja, karena tidak berhubungan dengan api atau bahan yang panas dan mempunyai resiko keselamatan.
3. Aspek lingkungan

Penggunaan aspal emulsi memungkinkan lapangan lebih bersih, serta lingkungan sekitar lokasi proyek tidak terlalu banyak terganggu.

Ditinjau dari lahan penggunaan konstruksinya, masing-masing jenis aspal emulsi dapat digunakan untuk jenis konstruksi seperti pada tabel

2.3

Tabel 2.3. Jenis- jenis aspal emulsi dari lahan penggunaan konstruksinya

Kecepatan Setting	Cara Penggunaan	Jenis pekerjaan
Slow Setting	1. Dengan alat semprot (Spray application) 2. Dengan alat semprot (Pro-mix application)	1. Prime coating 2. Dust binding coat 3. CEBR 4. Slurry seal
Medium Setting	1. Dengan alat semprot (Spray application) 2. Dengan alat mixer	1. Tack coat 2. OGEM
Rapid Setting	1. Dengan alat semprot (Spray application)	1. Tack coat 2. Burda 3. Burtu

Sumber: Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan, 1996

2.4.8. Kendala Penggunaan Aspal Emulsi

1. Batasan waktu, aspal emulsi punya batas waktu penyimpanan (*Strong Stability*) sekitar 3 bulan, bila waktu tersebut dilampaui maka tidak akan *Break*, memisah air dengan aspalnya sehingga akan timbul kesulitan dalam aplikasinya, bergumpal- gumpal.
2. Rawan manipulasi, karena mengandung air 40% maka aspal emulsi muda sekali di campur dengan tambahan air oleh orang yang tidak bertanggung jawab.
3. Mudah melunak, menurut pengamatan sejauh ini, aspal aspal emulsi sulit untuk dinaikkan titik lembeknya karena dalam proses

pencampuran aspal dengan *emulsifier* dan air akan terjadi pergumpalan.

4. Kesulitan produksi, karena jarak angkutan menjadi salah satu kendala penting maka pemusatan produksi aspal emulsi di suatu tempat akan menyulitkan pemasokan.

2.4.9. Klasifikasi Aspal Emulsi

Klasifikasi Aspal Emulsi CRS-1 berdasarkan RSNI 2008 mengenai spesifikasi aspal emulsi kationik :

1. Aspal emulsi RS (Rapid Setting), direncanakan mempunyai tingkat reaksi yang cepat dengan agregat penyertanya dan berubahnya emulsi ke aspal.

Tabel 2.4 Persyaratan aspal emulsi untuk CRS-1

Type	Rapid setting	
Grade	CRS-1	
	MIN	MAX
Test on emulsions :		
Viscosity, Saybolt Furol at 77° F (25° C), s		
Viscosity, Saybolt Furol at 122° F (50° C),s	20 detik	100 detik
Stabilitas Penyimpanan 24 jam		1%
Pemisahan; 35 ml;0,8% dioktyl sodium sulfosucinat	40%	

Kemampuan penyelimutan & ketahanan terhadap air	Passes	Passes
Penyelimutan agregat kering		
Penyelimutan, agregat kering setelah disemprot air		
Penyelimutan agregat basah		
Penyelimutan, agregat basah setelah disemprot air		
Muatan partikel	Positive	Positive
Analisis saringan, %		0.10%
Uji campuran semen, %		
Penyulingan:		
Destilat minyak, %		3%
Residue penyulingan, %	60%	
<u>Pengujian Residu Penyulingan :</u>		
Penetration, 25° F (25° C), 100gr, 5 detik	100 detik	250 detik
Daktilitas, 25° F (25° C), 5cm/menit	40 cm	
Kelarutan dalam trchlorocththylene ,%	97.5%	

Sumber : Rancangan Standar Nasional Indonesia 3 (RSNI3), 2008

(CRS) adalah aspal emulsi bermuatan positif yang aspalnya memisah dari air secara cepat setelah kontak dengan agregat misalnya :

1. CRS-1 (Cationik rapid setting – 1) per 100 - 250
2. CRS-2 (Cationik rapid setting – 2) per 100 – 250

CRS-1 adalah aspal emulsi bermuatan positif (cationic) dengan reaksi pengikat yang cepat (rapid setting). Berwarna coklat dalam kondisi basah dan akan berubah warna menjadi hitam dalam kondisi kering.

Merupakan produk dengan bahan pelarut air (water base), stabil dengan masa simpan terbatas dan kedap air (water proofing) setelah proses pengeringan.

Dengan cara penyimpanan yang baik ,dapat disimpan dalam waktu 3 bulan, dan produk akan mengendap dalam jangka waktu tertentu, namun dengan pengadukan pencampuran dapat kebalikan homogen .

Dalam keadaan masih basah rentang larut dengan air , namun setelah pengeringan aspal akan kedap dalam air dan hindari produk dari bahan kimia karena akan merubah sifat aspal.

Tabel 2.5 Persyaratan Aspal Emulsi CRS-1 Untuk Wearing Course

DATA ASPAL EMULSI CRS-1	
Sifat fisik	: Cair
Warna	: Coklat dan akan berubah hitam bila mengalami pengeringan
Residue aspal	: 63 %
Kemasan	: Drum ukuran 200kg, curah dalam tangki kap ± 15 ton

Flammability	: Tidak dapat menyala
Specific Gravity	: 1,015 kg/ft
P H	: 3 - 5
Solubility	: Dapat di encerkan dengan air
Temperatur	
Penggunaan	: Minus 10°C - 60°C
Masa Simpan	: 3 Bulan
Waktu Breaking	: 3 – 10 menit, tergantung cuaca setempat
Waktu Pengeringan	: 15 – 30 menit sebagai tack coat 3 – 30 hari sebagai lapisan aus dan lapen

Sumber : PT. Widya Sapta Casco, 2011

2.5. Agregat

Agregat merupakan partikel mineral yang digunakan sebagai bahan campuran pada berbagai jenis campuran melekat seperti beton, pondasi dasar jalan, campuran aspal, dan lain-lain. Agregat merupakan komponen pokok dalam perkerasan aspal bahkan persentasenya mencapai 90% - 95% dari berat keseluruhan campuran atau sekitar 77% - 85% terhadap persentase volume

Kualitas suatu agregat sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat yang dikandungnya. Diantara sifat-sifat yang ada yaitu *strength* atau kekuatan,

durability atau keawetan, *adhesiveness* atau daya rekat terhadap aspal dan *workability* atau kemudahan dalam pelaksanaan.

Sifat kekuatan dan keawetan (*strength and durability*) dipengaruhi oleh gradasi, kadar lumpur, kekerasan (*hardness*) dan bentuk butir (*shape - grain*). Gradasi merupakan ukuran luar dari agregat dan dibedakan menjadi agregat kasar, agregat sedang dan agregat halus menurut ukuran individunya atau dibedakan menjadi agregat seragam (*uniform graded*), gradasi rapat (*dense graded*) dan gradasi jelek (*poorly graded*) menurut kelompoknya gradasi yang baik, seragam dan seimbang dapat meningkatkan kekuatan dan keawetan karena rongga yang dibentuk mudah dimasuki oleh *filler* sehingga kerapatannya meningkat akibat tidak ada rongga yang kosong begitu saja.

Kadar lumpur dapat mempengaruhi kekuatan campuran karena agregat dengan kadar lumpur tinggi akan memiliki daya rekat yang rendah terhadap aspal. Karenanya keberadaan lumpur perlu dihilangkan dari agregat saat hendak dilakukan pencampuran dengan bahan perekat seperti aspal.

Sedangkan kekerasan dan bentuk butir akan mempengaruhi kekuatan dari sisi peningkatan ketahanan akibat tekanan beban dan peningkatan gaya geser antar agregat. Gaya geser yang baik pada dasarnya akan meningkatkan kekuatan saling kunci antar partikel sehingga menambah kekuatan campuran.

Sifat *adheiveness* atau kemampuan dilapisi aspal dipengaruhi oleh porositas dan bentuk batuan. Porositas memungkinkan molekul - molekul aspal menyusup ke dalam tubuh agregat melalui kemampuan serap mikroskopis (*absorbtion*). Sedangkan bentuk batuan membantu pecahnya film aspal saat terjadi kontak. Agregat bersisi runcing biasanya lebih mudah memicu pecahnya film aspal yang mengakibatkan rendahnya kemampuan penyelimutan (*stripping*). Sebaliknya, agregat bulat mempunyai kemampuan yang kuat dalam penyelimutan (*anti stripping*) karena tidak mudah memicu pemecahan film aspal.



Sumber: *Asphalt files.com* (2004)

Gambar 2.12 Kemampuan penyelimutan aspal a) kiri, agregat runcing memiliki kadar penyelimutan rendah (*stripping*) dan b) kanan, agregat bulat memiliki kadar penyelimutan tinggi (*anti stripping*).

Sifat kemudahan pencampuran (*Workability*) atau dipengaruhi oleh tahanan geser (*skid resistance*) dan kondisi agregat. Tahanan geser berhubungan dengan nilai kekesatan yang dipengaruhi oleh tekstur, nilai

abrasi, kadar aspal. Agregat dengan mikrotekstur yang tinggi dan nilai abrasi yang rendah mempunyai nilai kekesatan yang tinggi yang mengakibatkan tahanan geser yang kuat. Kadar aspal yang kurang atau terlalu berlebihan menyebabkan kekesatan menurun dan menyebabkan sifat *workability* menjadi rendah.

2.5.1. Asal Agregat

Asal agregat dapat digolongkan dalam 3 kategori:

1. Agregat dari batuan beku (*volcanic rock*) adalah agregat yang terjadi akibat pendinginan dan pembekuan dari bahan-bahan yang meleleh akibat panas (magma bumi).

Agregat ini digolongkan dalam 2 jenis pokok:

1. Agregat dari batuan ekstrusif yaitu terjadinya akibat dilempar ke udara dan mendingin secara cepat. Jenis pokoknya yaitu *pyolite*, *andesite* dan *basalt*. Sifat utamanya yaitu berbutir halus, keras dan cenderung rapuh.
 2. Agregat dari batuan intrusif yaitu terjadinya akibat batuan yang mendingin secara lambat dan diperoleh sebagai singkapan. Jenis pokoknya yaitu granit, diorit dan gabro. Sifat utamanya yaitu berbutir kasar, keras dan kaku.
2. Agregat dari batuan endapan (*sedimentary rock*) adalah agregat yang terjadi dari hasil endapan halus dari hasil pelapukan batuan bebas, tumbuh-tumbuhan, binatang. Dengan mengalami proses

pelekatan dan penekanan oleh alam maka menjadi agregat/batuan endapan. Jenis agregat dari batuan endapan antara lain: batuan kapur, batuan silika dan batuan pasir.

3. Agregat dari batuan metamorphik adalah agregat yang terjadi dari hasil modifikasi oleh alam (perubahan fisik dan kimia dari batuan endapan dan beku sebagai hasil dari tekanan yang kuat, akibat gesekan bumi dan panas yang berlebihan). Sebagai contoh batuan kapur menjadi marmor dan batuan pasir menjadi kuarsa.

Agregat untuk campuran perkerasan jalan juga diklasifikasikan berdasarkan sumbernya:

1. *Pit* atau *bank run materials (pit-run)*, biasanya gravel dari ukuran 75 mm (3 inchi) sampai ukuran 4.75 mm (No. 4). Pasir yang terdiri partikel ukuran 4.75 mm (No. 4) hingga partikel berukuran 0.075 mm (No. 200). Ada juga silt yang berukuran 0.075 mm kebawah. Batu-batuan tersebut tersingkap dan ter-degradasi oleh alam baik secara fisik maupun kimiawi. Produk proses degradasi ini kemudian diangkut oleh angin, air atau es (*gletser* yang bergerak) dan diendapkan disuatu lahan.

2. Agregat hasil proses, merupakan hasil proses pemecahan batu-batuan dengan *stone-crusher machine* (mesin pemecah batu) dan disaring. Agregat alam biasanya dipecah agar dapat digunakan sebagai campuran aspal. Agregat yang dipecah tersebut kualitasnya kemungkinan bertambah, dimana pemecahan akan merubah tekstur permukaan, merubah bentuk agregat dari bulat ke bersudut, menambah

distribusi dan jangkauan ukuran partikel agregat. Pemecahan batu bisa dari ukuran bedrocks atau batu yang sangat besar. Pada ukuran bedrocks sebelum masuk mesin stone-crusher maka pengambilannya melalui blasting (peledakan dengan dinamit).

3. Agregat sintetis/buatan (*synthetic/artificial aggregates*), sebagai hasil modifikasi, baik secara fisik atau kimiawi. Agregat demikian merupakan hasil tambahan pada proses pemurnian biji tambang besi atau yang spesial diproduksi atau diproses dari bahan mentah yang dipakai sebagai agregat. Terak dapur tinggi (*blast-furnace slag*) adalah yang paling umum digunakan sebagai agregat buatan. Terak yang mengapung pada besi cair adalah bukan bahan logam (*non-metallic*), kemudian ukurannya diperkecil dan didinginkan dengan udara. Pemakaian agregat sintetis untuk pelapisan lantai jembatan, karena agregat sintetis lebih tahan lama dan lebih tahan terhadap geseran dari pada agregat alam.

2.5.2. Jenis-Jenis Agregat

Agregat secara umum dibedakan menurut ukurannya. Paling tidak ada jenis ukuran agregat yaitu

- a. Agregat kasar yaitu agregat yang tertahan saringan ukuran No.8. Agregat ini berukuran lebih besar dari 2,36 mm.
- b. Agregat halus yaitu agregat yang berukuran antara 2,36 mm (tolos saringan No.8) dan 75 μm (tertahan saringan No.200).

- c. Agregat sangat halus adalah agregat yang lebih kecil dari 75 μm atau lolos saringan No.200. Agregat sangat halus biasanya berfungsi sebagai *filler*.

Pengukuran agregat biasanya menggunakan saringan dengan ukuran lubang tertentu dan ukuran agregat ditentukan menurut persen tertahan atau lolos dari masing-masing saringan. Ukuran saringan yang umum dipakai menggunakan standar AASHTO.

2.6. Metode Marshall

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:

1. Jumlah benda uji yang disiapkan.
2. Persiapan agregat yang akan digunakan.
3. Penentuan temperatur pencampuran dan pemadatan.
4. Persiapan campuran aspal.
5. Pemadatan benda uji.
6. 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°C - 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 $145\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $155\text{ }^{\circ}\text{C}$, sedangkan suhu pemadatan antara $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $135\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.6.1. Pengujian Marshall

Pengujian *Marshall* adalah pengujian terhadap benda uji untuk menentukan nilai kadar aspal optimum dan karakteristik campuran dengan cara mengetahui nilai stabilitas, VIM (Voids In Mix), VMA (Voids In Material Agregate), dan absorpsi.

1. Nilai Stabilitas

Angka-angka stabilitas benda uji didapat dari pembacaan dial alat tekan Marshall. Angka stabilitas ini masih dikoreksi lagi dengan kalibrasi alat dan ketebalan benda uji. Nilai stabilitas yang dipakai dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$S = q \times k \times H \times 0,4536 \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

S = Stabilitas (kg)

q = Pembacaan Stabilitas alat (lb)

k = Faktor Kalibrasi alat sebesar 30,272

H = Koreksi tebal benda uji

0,4536 = Konversi satuan dari lb ke kg

2. VIM (Voids In Mix)

Rongga udara dalam campuran atau VIM dalam campuran perkerasan beraspal terdiri atas ruang udara diantara partikel agregat yang terselimuti aspal. Volume rongga udara dalam campuran dapat ditentukan dengan rumus berikut :

$$VIM = 100 - \left[\frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \right] \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

VIM = Rongga udara dalam campuran setelah pemadatan, persentase dari volume total (%).

G_{mb} = Berat jenis campuran setelah pemadatan (gr/cc)

G_{mm} = Berat jenis campuran maksimum teoritis setelah pemadatan (gr/cc).

3. VMA (Voids In Mineral Agregat)

Rongga antar mineral agregat (VMA) adalah ruang rongga diantara partikel agregat pada suatu perkerasan, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat). Volume rongga antar mineral agregat dapat ditentukan dengan rumus berikut :

$$VMA = 100x \left[\frac{100 + b+h}{g} - \frac{100}{s} \right] / \left[\frac{100 + b+h}{g} \right] \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan:

g = Bulk specific gravity (gr/cc)

b = Kadar aspal dalam Campuran (%)

h = Kadar air campuran hasil pemeriksaan (%)

s = berat jenis semu

4. Penyerapan air (Absorpsi)

Penyerapan air atau absorpsi adalah banyak sedikitnya rongga yang ada dalam campuran, tingkat penyelimutan aspal terhadap agregat dan porositas terhadap agregat penyusunnya. Penyerapan air dapat ditentukan dengan rumus berikut :

$$n = \frac{m - c}{c} \times 100 \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan:

n = Penyerapan air (%)

m = Berat b.u SSD setelah di rendam 1x 24 jam (gr)

c = berat b.u + lilin di dalam air (gr)

5. Formula campuran rancangan aspal emulsi (*Design Mix Formula*)

Perkiraan awal kadar aspal optimum yang diperkirakan adalah aspal emulsi setelah kadar airnya menguap. Kadar aspal efektif adalah kadar aspal total dikurangi dengan kadar aspal yang diserap yang

diserap agregat. Perkiraan awal kadar aspal efektif untuk campuran percobaan dapat ditentukan dengan rumus dibawah ini:

$$PA = (0,05 AK + 0,1 AH) + 0,5 F) \times 0,7 \dots\dots\dots (2.6)$$

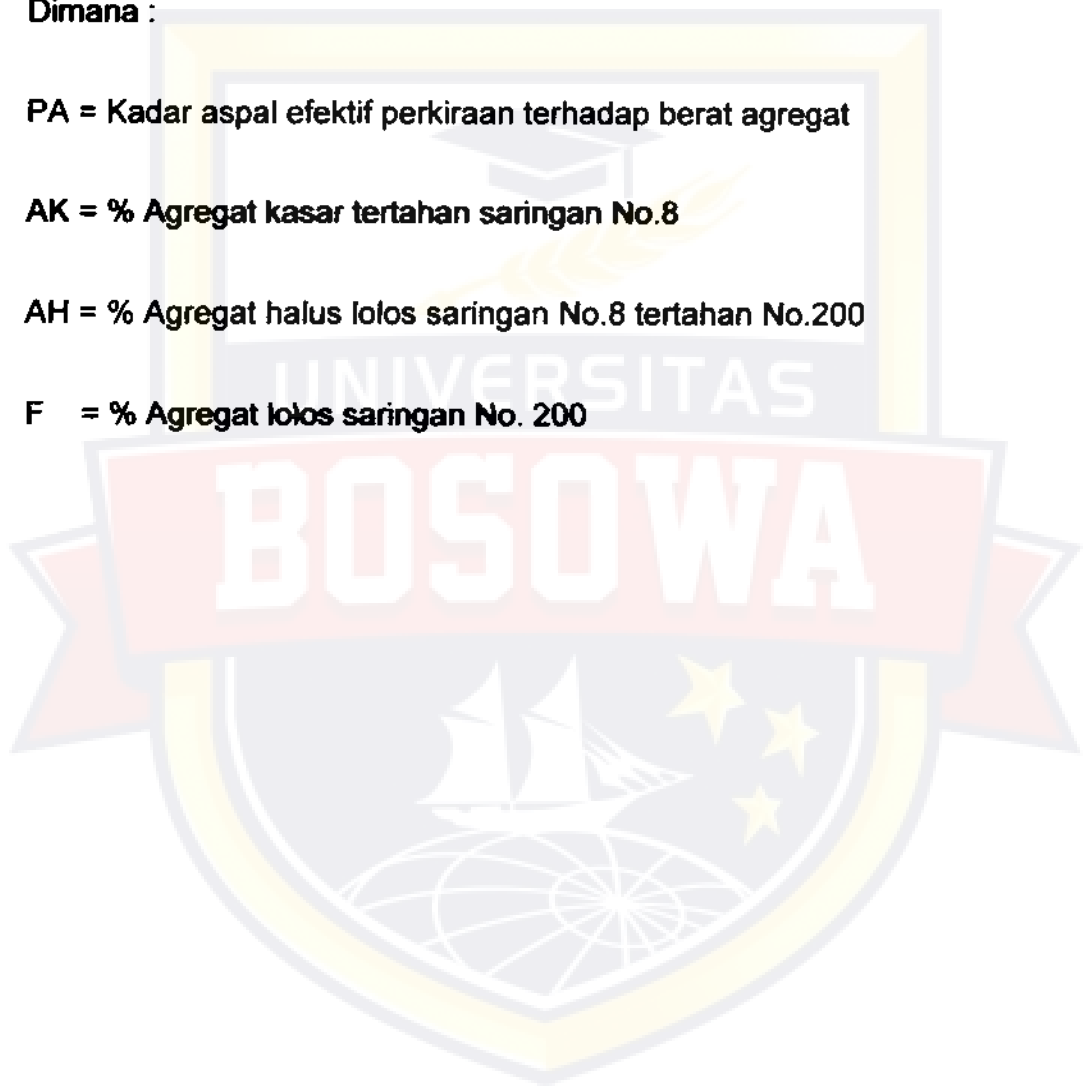
Dimana :

PA = Kadar aspal efektif perkiraan terhadap berat agregat

AK = % Agregat kasar tertahan saringan No.8

AH = % Agregat halus lolos saringan No.8 tertahan No.200

F = % Agregat lolos saringan No. 200



**PENGARUH WAKTU PEMERAMAN CAMPURAN
ASPAL BETON TIPE COLD MIX**



**BAB III
METODOLOGI
PENELITIAN**

STEPY MANGAPUL HUTAPEA / MUHAMMAD NURFADHILAH

45 06 041 013 / 45 06 041 024

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode dan Desain

Dalam pembuatan campuran dapat dilakukan beberapa macam percobaan laboratorium.

Percobaan ini meliputi: pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat, desain campuran Cold Mix (Campuran Dingin), dan Marshall Test. Selanjutnya dilakukan analisis struktural dari data-data yang di peroleh dalam pembuatan komposisi campuran bertujuan untuk mendapat campuran yang mempunyai kriteria sebagai berikut :

1. Stabilitas yang sesuai untuk menahan beban lalu lintas tanpa terjadi *disintegasi*.
2. Kedap air yang cukup, sehingga tahan terhadap rembesan air masuk dalam lapisan perkerasan yang dapat mengakibatkan *stripping* dan *infiltrasi* air ke bawah lapisan perkerasan.

Secara garis besar pengujian ada 4 tahap pokok yang harus dilalui dalam pelaksanaan pengujian laboratorium yaitu, tahapan persiapan, tahapan pemeriksaan bahan, tahapan perencanaan campuran (job mix) ,tahapan pengujian (uji tes marshall), adapun urutan pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.

3.2. Bahan Penelitian

1. Agregat

Agregat yang di gunakan adalah agregat kasar dan agregat halus yang berasal dari Aspal Mixing Plant (AMP) PT. Timur Utama Sakti, Kabupaten Gowa.

2. Aspal emulsi.

Aspal emulsi yang di gunakan adalah aspal emulsi jenis kationik dari tipe *Rapid Setting* (CRS-1).dari PT. Widya Sapta Colas

3. Bahan pengisi (Filler)

Bahan pengisi (filler) yang di gunakan merupakan abu batu dan butiran halus berukuran nominal 200 mesh dan sebagian dari hasil uji abrasi dengan ukuran nominal 0,2 mm sampai 0,01 mm.

3.3. Lokasi Penelitian dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian pengaruh karakteristik, masa simpan terhadap campuran aspal beton Tipe Cold Mix ini dilaksanakan di laboratorium Pengujian dan Pengembangan Teknologi Dinas Bina Marga Provinsi Sulawesi Selatan yang di mulai pada tanggal 4 April 2011 sampai dengan 28 April 2011.

3.4. Peralatan Penelitian

Beberapa alat pemeriksaan agregat yang di gunakan adalah timbangan, Piknometer, mesin Los Angeles (uji abrasi), saringan standar (penyusunan gradasi agregat), alat pengering (oven), bak perendam, alat uji Marshall.

3.5. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

1. Tahapan Persiapan

Pada tahapan ini beberapa kegiatan yang di siapkan yaitu mempersiapkan material penelitian secara lengkap baik kuantitas maupun kualitas yang sesuai dan jenis aspal emulsi yang tepat. Selain itu pada tahap ini juga disiapkan semua peralatan penelitian termasuk di dalamnya mengadakan kalibrasi peralatan seperti timbangan, alat tumbuk , peralatan Marshall.

2. Tahapan Pemeriksaan Mutu Bahan.

Bahan - bahan yang di gunakan untuk perencanaan benda uji harus memenuhi persyaratan dasar mutu bahan. Jenis pemeriksaan bahan yang dilakukan meliputi pemeriksaan mutu agregat dan aspal emulsi, sedangkan jenis pemeriksaan adalah sebagai berikut :

1. Pemeriksaan agregat

1. Analisa saringan (agregat halus dan kasar)

2. Pemeriksaan kepipihan (agregat kasar)
3. Berat isi (agregat halus dan kasar)
4. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan (agregat halus dan kasar)
5. Pemeriksaan keausan dengan mesin *Los Angeles*
6. Membuat combine (Kombinasi Agregat)

Tabel 3.1 Persyaratan Agregat Kasar

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1.	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i> (%)	Maks. 40 %
2.	Penyerapan agregat terhadap air (%)	Maks. 3 %
3.	Berat jenis semu (gr/cc)	Min. 2,5 gr/cc
4.	Berat jenis kering oven (gr/cc)	Min. 2,5 gr/cc

Sumber: Spesifikasi Khusus Bina Marga Divisi 6.5, 2006

Tabel 3.2 Persyaratan Agregat Halus

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1.	Nilai <i>Sand Equivalent</i> (%)	Min. 50 %
2.	Penyerapan agregat terhadap air (%)	Maks. 3 %
3.	Berat jenis semu (gr/cc)	Min. 2,5 gr/cc
4.	Berat jenis kering oven (gr/cc)	Min. 2,5 gr/cc

Sumber: Spesifikasi Khusus Bina Marga Divisi 6.5, 2006

Tabel 3.3. Persyaratan Sifat Marshall untuk Campuran Aspal Beton Tipe Cold Mix

No.	Parameter Marshall	Syarat
1.	Jumlah Tumbukan	2x50
2.	VMA (%)	Min 16 %
3.	VIM (%)	3 – 12 %
4.	Stabilitas (Kg)	Min 450 Kg
5.	Penyerapan Air (%)	< 4%

Sumber: Spesifikasi Khusus Bina Marga Divisi 6.5, 2006

2. Tahapan perencanaan agregat

Gradasi campuran agregat yang digunakan pada penelitian ini disesuaikan dengan analisa saringan yang telah dilakukan serta penggabungan antara agregat kasar, sedang, halus. Hasil analisa saringan untuk agregat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Komposisi agregat gabungan kasar, sedang, halus dan filler untuk kebutuhan benda uji sebagai berikut:

Tabel 3.4 Komposisi Agregat Gabungan Hasil Analisa Saringan untuk Campuran Aspal Beton Tipe Cold Mix

Ukuran Lubang Saringan	Persyaratan persentase lolos ukuran saringan standar terhadap total agregat (%)	Rencana persentase lolos ukuran saringan standar terhadap total agregat (%)
¾" (19 mm)	100%	100%
½" (12,5 mm)	90 – 100%	95%
3/8" (9,5 mm)	68 – 85%	80%
4" (4,76 mm)	45 – 70%	60%
8" (2,36 mm)	25 – 55%	35%
50" (0,300 mm)	5 – 20%	10%
200" (0,075 mm)	2 – 9%	4,5%

Sumber: Spesifikasi Khusus Bina Marga Divisi 6.5, 2006

3.6. Prosedur Laboratorium

Urutan langkah-langkah yang harus di perhatikan pada saat penelitian merencanakan cold mix, variasi waktu mulai dari tanpa pemeraman, pemeraman 1x24 jam, pemeraman 2x24 jam, pemeraman 3x24 jam, pemeraman 4x24 jam, pemeraman 5x24 jam, dan pemeraman 6x24 jam dengan menggunakan alat *test Marshall* untuk kadar aspal optimum 9%,

(berdasarkan rumus prakiraan kadar aspal optimum sesuai dengan spesifikasi khusus bina marga divisi 6.5, 2006) dengan menggunakan filler abu batu.

3.7. Cold Mix Variasi Masa Simpan dan Stabilitas

Untuk menentukan variasi masa simpan, dan stabilitas di gunakan kadar aspal optimum pemadatan yang telah di tetapkan (berdasarkan rumus prakiraan kadar aspal optimum sesuai dengan spesifikasi khusus bina marga divisi 6.5, 2006).

Cara pembuatan benda uji:

1. Menyiapkan gradasi agregat sesuai dengan persentase berat tertahan.
2. Dengan kadar aspal emulsi optimum, campuran dimasukkan dalam panci pengaduk dicampur hingga homogen, lalu dimasukan kedalam plastik untuk diperam .
3. Setelah campuran aspal tersebut di peram kemudian di tumbuk untuk dipadatkan , setelah padat ,di biarkan sejenak
4. Benda uji di keluarkan dari cetakan dan di masukkan dalam oven bersuhu $40C+1C$ selama ± 24 jam, untuk campuran melalui proses *curing* seperti keadaan di lapangan .

Tabel 3.5. Rancangan jumlah benda uji Cold Mix

Masa simpan	0 (hari)	1 (hari)	2 (hari)	3 (hari)	4 (hari)	5 (hari)	6 (hari)
Kadar aspal optimum							
9%	5 (Buah)	5 (Buah)	5 (Buah)	5 (Buah)	5 (Buah)	5 (Buah)	5 (Buah)

3.8 Cara Analisis

1. Isi benda uji

$$\text{Isi benda uji} = \text{Berat keadan jenuh} - \text{Berat dalam air} \dots\dots\dots(3.1)$$

2. Berat isi benda uji

$$\text{Berat isi benda uji} = \text{Berat keadan kering} - \text{isi benda uji} \dots\dots\dots(3.2)$$

3. Berat jenis benda uji

$$\text{Berat jenis benda uji} = 100 / \left(\frac{100 - \% \text{ aspal terhadap campuran}}{\text{BJ Bulk}} + \% \text{ aspal terhadap campuran} - \text{BJ Aspal} \right) \dots\dots\dots(3.3)$$

4. VMA

$$\text{VMA} = \frac{100 - \text{aspal terhadap campuran} \times \text{Berat isi benda uji} / \text{Bj Bulk}}{100} \dots\dots\dots(3.4)$$

5. VIM

$$VIM = 100 - ((100 - \text{berat isi benda uji}) / \text{berat jenis benda uji}) \dots \dots \dots (3.5)$$

6. VFB

$$VFB = \frac{(100 \times (VMA - VIM))}{VMA} \dots \dots \dots (3.6)$$

7. Stabilitas terhadap benda uji

$$\text{Stabilitas terhadap benda uji} = (\text{stabilitas terhadap klib prov ring} \times 0,454 \times 1) \dots \dots \dots (3.7)$$

8. Stabilitas terhadap klib prov ring

$$\text{Stabilitas terhadap klib prov ring} = \text{pembacaan arloji stabilitas} \times 12,0893 \dots \dots \dots (3.8)$$

9. Formula campuran rancangan aspal emulsi (*design Mix Formula*)

$$PA = ((0,05 \times AK + 0,1 \times AH) + 0,5 \times F) \times 0,7 \dots \dots \dots (3.9)$$

Dimana :

PA = Kadar aspal efektif perkiraan terhadap berat agregat

AK = % Agregat kasar tertahan saringan No.8

AH = % Agregat halus lolos saringan No.8 tertahan No.200

F = % Agregat lolos saringan No. 200

**PENGARUH WAKTU PEMERAMAN CAMPURAN
ASPAL BETON TIPE COLD MIX**



**BAB IV
HASIL PENELITIAN
DAN PEMBAHASAN**

STEPY MANGAPUL HUTAPEA / MUHAMMAD NURFADHILAH

45 06 041 013 / 45 06 041 024

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini meliputi : Pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat, design campuran Cold Mix (Campuran Dingin), dan Marshall Test.

4.1.1 Persyaratan dan hasil pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat

1. Pemeriksaan sifat fisik agregat kasar

Penelitian hasil agregat kasar mengambil sampel agregat batuan 0.5-1 dengan berat kering udara 2.360 gram dan batuan 1-2 dengan berat kering 4.000 gram, sampel di cuci lalu di timbang untuk mendapatkan berat basah, lalu di masukkan dalam oven dalam suhu 130° C selama satu hari untuk mendapatkan berat kering oven dan penyerapan agregat terhadap air, setelah di oven agregat di cuci lalu di lap dengan kain untuk mendapatkan berat kering jenuh permukaan agregat (berat jenis semu), lalu di biarkan satu hari untuk pengujian keausan dengan menggunakan mesin Los Angeles.



Gambar 4.1 Bahan Material Untuk Agregat Kasar ukuran 0,5–1 dan 1-2 .

Tabel 4.1 Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar, Sampel Penelitian Campuran Aspal Beton Tipe Cold Mix

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Syarat
1.	Keausan dengan mesin Los Angeles (%)	26,80%	Maks. 40%
2.	Penyerapan agregat terhadap air (%)	2,18%	Maks. 3%
3.	Berat jenis semu (gr/cc)	2,73 gr/cc	Min. 2,5 gr/cc
4.	Berat jenis kering oven (gr/cc)	2,58 gr/cc	Min. 2,5 gr/cc

Sumber: Hasil Penelitian

2. Pemeriksaan sifat fisik agregat halus

Penelitian hasil agregat halus mengambil sampel agregat abu batu dan hasil abrasi agregat kasar dengan berat kering udara 1000 gram, untuk mendapatkan nilai sand equivalent sampel di masukan kedalam tabung ukur kemudian dimasukkan larutan Standar SE (CaCl₂ + Glysorine + Formalin), kemudian di goyangkan selama 90 kali kemudian di diamkan sejenak setelah itu di ukur untuk mendapatkan nilai Sand Equivalent, sedangkan untuk mendapatkan berat jenis semu agregat halus di rendam dalam air selama satu hari kemudian di jemur di bawa sinar matahari sampai mendapatkan berat kering jenuh permukaan, lalu

sampel di masukan dalam piknometer kemudian di vakum sampai udara dalam agregat halus menghilang kemudian sampel di keluarkan dari piknometer lalu di timbang untuk mendapatkan nilai penyerapan agregat terhadap air. Setelah itu di oven selama satu hari untuk mendapatkan berat kering oven.



Gambar 4.2. Bahan atau larutan Yang Dipakai dalam Pengujian sand Equivalent.

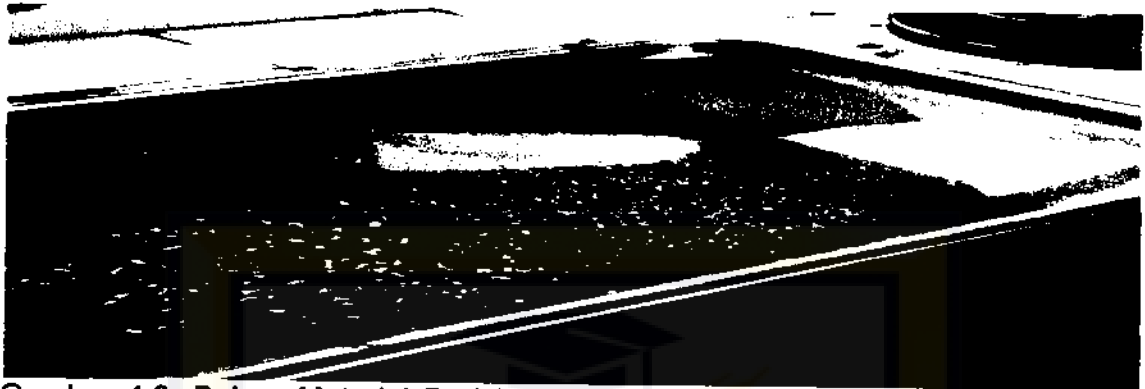
Tabel 4.2 Hasil Analisa Saringan Agregat Halus, Sampel Penelitian Aspal Beton Tipe Cold Mix

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil pemeriksaan	Syarat
1.	Nilai <i>Sand Equivalent</i> (%)	65,66%	Min. 50%
2.	Penyerapan agregat terhadap air (%)	2,02%	Maks. 3%
3	Berat jenis semu (gr/cc)	2,74 gr/cc	Min. 2,5 gr/cc
4	Berat jenis kering oven (gr/cc)	2,65 gr/cc	Min. 2,5 gr/cc

Sumber: Hasil Penelitian

3. Hasil analisa saringan untuk Gradasi Combine

Setelah didapatkan hasil pemeriksaan untuk agregat kasar dan halus sesuai dengan syarat yang telah ditetapkan, selanjutnya dibuat analisa saringan untuk gradasi combine dapat dilihat pada gambar 4.3 dan tabel 4.3.

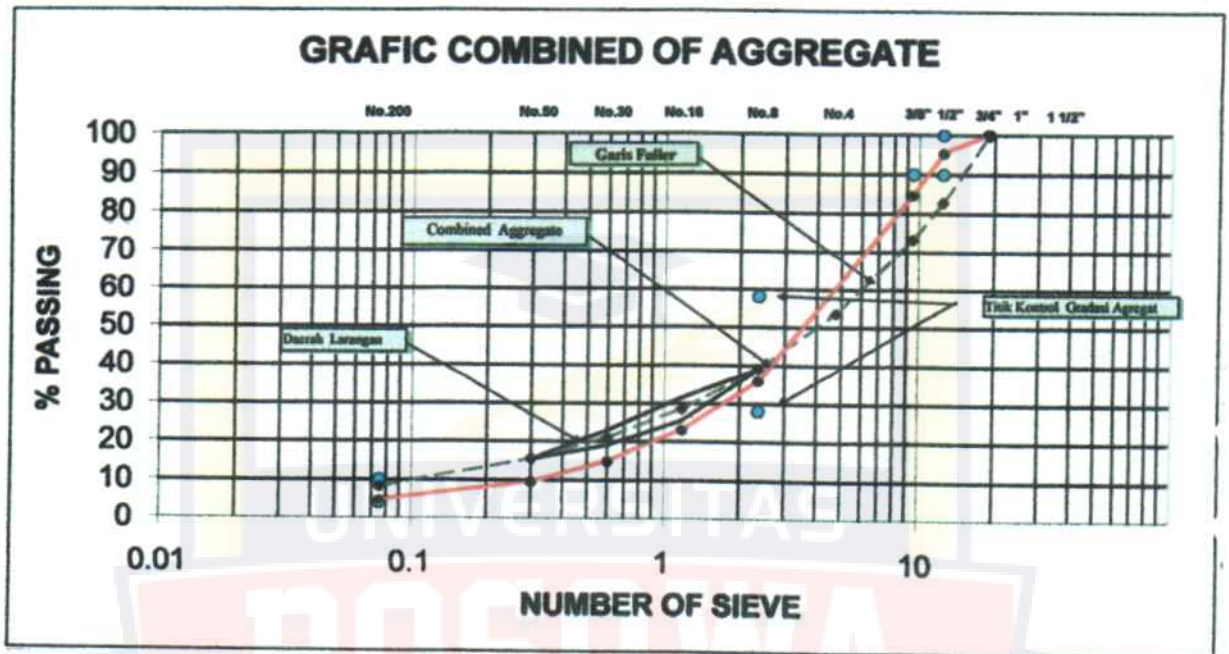


Gambar 4.3. Bahan Material Dari Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar & Halus Dari Saringan $\frac{3}{4}$ lolos Saringan

Tabel 4.3 Komposisi Agregat Gabungan Hasil Analisa Saringan Untuk Campuran Aspal Beton Tipe Cold Mix

Ukuran Lubang Saringan	Persyaratan persentase lolos ukuran saringan standar terhadap total agregat (%)	Hasil persentase lolos ukuran saringan standar terhadap total agregat (%)
$\frac{3}{4}$ "(19 mm)	100%	100%
$\frac{1}{2}$ "(12,5 mm)	90 – 100%	95,29%
$\frac{3}{8}$ "(9,5 mm)	68 – 85%	84,76%
4"(4,76 mm)	45 – 70%	62,59%
8"(2,36 mm)	25 – 55%	35,87%
50"(0,300 mm)	5 – 20%	9,47%
200"(0,075 mm)	2 – 9%	4,66%

Sumber: Hasil Penelitian



Catatan : Max. 3/4" Lolos 100 %

Gambar 4.4. Grafic Combine Aggregate

Sumber : Bidang Pengujian Dan Pengembangan Teknologi, 2006

4. Komposisi agregat gabungan hasil analisa saringan untuk tiap bricket

Setelah di dapatkan kombinasi agregat tiap saringan, dilakukan pencampuran agregat untuk membuat sampel (Bricket) untuk pengujian dimana kita mengambil kadar aspal 9% kadar aspal optimum (berdasarkan rumus perkiraan kadar aspal optimum sesuai dengan spesifikasi khusus bina marga divisi 6.5, 2006).

Benda uji yang dibuat sejumlah 5 buah untuk tiap variasi waktu pemeraman, total jumlah bricket yang di buat untuk waktu pemeraman dimulai dari tanpa pemeraman sampai dengan 6x24 jam waktu pemeraman adalah 35 buah, komposisi benda uji seperti pada tabel 4.4, sedangkan komposisi benda uji seperti terlihat pada gambar 4.5 dan tabel 4.5 di bawah ini :



Gambar 4.5. Proses Pencampuran Aspal Emulsi Dengan Material

Tabel 4.4 Rancangan Jumlah Benda Uji Cold Mix

Masa simpan	0 (hari)	1 (hari)	2 (hari)	3 (hari)	4 (hari)	5 (hari)	6 (hari)
Kadar aspal optimum							
9%	5 (Buah)	5 (Buah)	5 (Buah)	5 (Buah)	5 (Buah)	5 (Buah)	5 (Buah)

Tabel 4.5 Hitungan Komposisi Agregat Untuk Tiap Bricket Aspal

Persen aspal yang digunakan = 9 %

No. saringan	persen Agregat		Volume mol		Persen benda uji		Berat benda uji		Jumlah agregat		Berat total campuran
(1/2")	0.047	X	1200	x	0.91	=	51.385	x	35	=	1798.480
(3/8")	0.105	X	1200	x	0.91	=	114.987	x	35	=	4024.528
No. 4	0.2218	X	1200	x	0.91	=	242.188	x	35	=	8476.584
No. 8	0.267	X	1200	x	0.91	=	291.696	x	35	=	10209.4
No. 16	0.128	X	1200	x	0.91	=	140.308	x	35	=	4910.8
No. 30	0.082	X	1200	x	0.91	=	89.560	x	35	=	3134.6
No. 50	0.0535	X	1200	x	0.91	=	58.458	x	35	=	2046.03
No. 200	0.048	X	1200	x	0.91	=	52.504	x	35	=	1837.66
Pan	0.0466	X	1200	x	0.91	=	50.913	x	35	=	1781.97

Sumber : Hasil Penelitian

4.1.2 Hasil Pemeriksaan Untuk Aspal Emulsi Tipe Rapid Setting(CRS-1)

Pemeriksaan terhadap aspal cold mix tipe Rapid Setting (CRS-1), tidak dilakukan karena ketersediaan alat dilaboratorium akan tetapi kami mengambil kadar aspal optimum sebesar 9 % (berdasarkan spesifikasi khusus bina marga divisi 6.5, 2006), dari hasil perhitungan perkiraan awal

kadar aspal efektif untuk campuran penelitian dapat ditentukan dengan rumus dibawah ini:

$$PA = (0,05 AK + 0,1 AH) + 0,5 F) \times 0,7 \dots\dots\dots(4.1)$$

$$PA = (0,05 AK + 0,1 AH) + 0,5 F) \times 0,7$$

$$PA = (0,05.35,87 + 0,1.51,98) + 0,5.9,92) \times 0,7$$

$$PA = (1,7935 + 5,198) + 4,96) \times 0,7$$

$$PA = 8,37\% \longrightarrow 9\%$$

Dimana :

PA = Kadar aspal efektif perkiraan terhadap berat agregat

AK = % Agregat kasar tertahan saringan No.8

AH = % Agregat halus lolos saringan No.8 tertahan No.200

F = % Agregat lolos saringan No. 200

4.1.3 Hasil Pemeriksaan Untuk Marshall Test

1. isi benda uji

$$\text{Isi Benda uji} = \text{Berat keadaan jenuh} - \text{Berat dalam air} \dots\dots\dots(4.2)$$

$$= 1,165.50 - 602.00$$

$$= 565.74 \text{ cc}$$

2. Berat isi Benda uji

$$\text{Berat isi benda uji} = \text{Berat Keadaan Kering} - \text{Isi Benda uji} \dots\dots\dots(4.3)$$

$$= 1,167.50 - 565.50$$

$$= 2,020 \text{ gr/cc}$$

3. Berat jenis benda uji

$$\text{Berat Jenis benda uji} = 100 / (((100 - \% \text{ aspal terhadap campuran}) \text{ B} \\ \text{Bulk}) + \% \text{ Aspal terhadap campuran} - \text{B} \text{J aspal}) \dots\dots\dots(4.4)$$

$$= 100 / (((100 - 9\%) / 2,583) + (9\% - 1.015))$$

$$= 2,268 \text{ gr/cc}$$

4. VMA

$$\text{VMA} = \frac{(((100 - \text{aspal terhadap campuran}) \times \text{Berat isi benda uji} / \text{B} \text{J Bulk})}{100} \dots\dots\dots(4.5)$$

$$= \frac{(((100 - 9\%) \times 2,268) / 2,583)}{100}$$

$$= 28,85\%$$

5. VIM

$$\text{VIM} = 100 - ((100 - \text{berat isi benda uji}) / \text{Berat benda uji}) \dots\dots\dots(4.6)$$

$$= 100 - ((100 - 2,016) / 2,268)$$

$$= 10,94\%$$

6. VFA

$$\text{VFA} = \frac{(100 \times (\text{VMA} - \text{VIM}))}{\text{VMA}} \dots \dots \dots (4.7)$$

$$\begin{aligned} & \text{VMA} \\ &= \frac{(100 \times (28,285 - 10,94))}{28,285} \\ &= 62,08 \% \end{aligned}$$

7. Stabilitas terhadap kalib prov ring

$$\text{Stabilitas terhadap kalib prov ring} = \text{pembacaan arloji stabilitas} \times 12,0893 \dots \dots \dots (4.8)$$

$$\begin{aligned} &= 366 \times 12,0893 \\ &= 13,96 \text{ kg/mm} \end{aligned}$$

8. Stabilitas terhadap benda uji

$$\text{Stabilitas terhadap benda uji} = (\text{stabilitas terhadap kalib prov ring} \times 0,454 \times 1) \dots \dots \dots (4.9)$$

$$\begin{aligned} &= (4.424,68 \times 0,454 \times 1) \\ &= 1,971 \text{ kg} \end{aligned}$$



Gambar 4.6. Alat marshall

Tabel 4.7 REKAPITULASI HASIL PERCOBAAN MARSHALL

No	Parameter Pengujian	Variasi Waktu Pemeraman (Hari)							Spesifikasi
		0	1	2	3	4	5	6	
1	Stabilitas(kg)	1,971.48	2,085.65	1,736.40	1,487.53	1,437.30	1,382.50	1,284.32	Min 450 kg
2	VIM(%)	10.94	9.20	11.16	11.70	10.80	11.11	10.93	3 - 12 %
3	VMA(%)	28.85	27.46	29.02	29.45	28.74	28.98	28.84	Min 16 %
4	Absorpsi(%)	2.59	2.25	2.41	3.78	3.65	3.97	3.73	< 4 %

Sumber: Hasil Penelitian

Dari data-data hasil pengujian percobaan Marshall selanjutnya dibahas sesuai hasil diatas.

4.2. Pembahasan

4.2.1 Pengaruh waktu pemeraman terhadap stabilitas

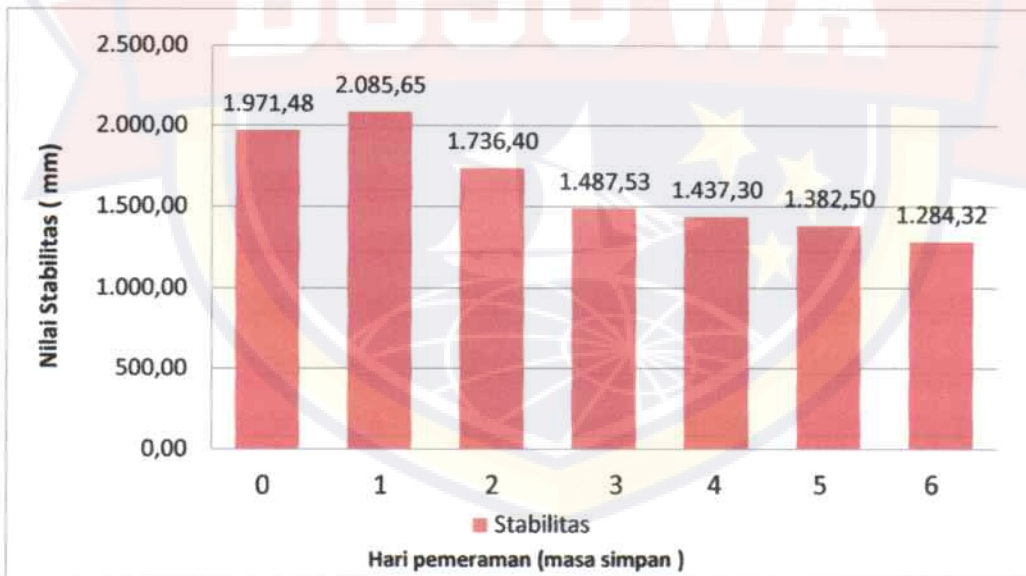
Stabilitas adalah kemampuan untuk menahan deformasi akibat adanya beban lalu lintas yang bekerja diatasnya tanpa mengalami perubahan bentuk tetap seperti gelombang (*washboarding*), alur (*rutting*), dan *bleeding*. Nilai stabilitas terlalu tinggi menyebabkan lapis perkerasan menjadi kaku dan mudah mengalami retak, sebaliknya nilai stabilitas yang terlalu rendah menyebabkan lapis perkerasan mudah mengalami distorsi, ini berarti nilai stabilitas berpengaruh terhadap fleksibilitas lapis perkerasan yang dihasilkan, dimana nilai stabilitas naik akan menurunkan nilai fleksibilitasnya dan sebaliknya.

Stabilitas terjadi dari hasil gaya gesek antara butiran, saling mengunci (*interlocking*) antar agregat dan daya ikat (kohesi) yang baik dari aspal emulsi. Dengan demikian stabilitas yang baik dapat diperoleh dengan mengusahakan penggunaan agregat dengan gradasi yang rapat, agregat dengan permukaan yang kasar, berbentuk kubis, dan aspal emulsi dalam jumlah memadai untuk ikatan antar butir agregat (*interlocking*). Pengaruh masa pemeraman terhadap stabilitas dapat dilihat pada gambar 4.7 dan tabel 4.8 pengaruh masa pemeraman terhadap stabilitas.

Tabel 4.8 Pengaruh waktu pemeraman terhadap stabilitas

Parameter Pengujian	Variasi Waktu Pemeraman (Hari)							Spesifikasi
	0	1	2	3	4	5	6	
Stabilitas(kg)	1,971.48	2,085.65	1,736.40	1,487.53	1,437.30	1,382.50	1,284.32	Min 450 Kg

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 4.7 Grafik pengaruh waktu pemeraman terhadap stabilitas

Pengaruh waktu pemeraman terhadap nilai stabilitas tersebut diatas dapat di simpulkan nilai stabilitas pemeraman yang terbaik yaitu pada waktu pemeraman 1 hari dan nilai stabilitas terendah adalah pada waktu pemeraman 6 hari tetapi semuanya dapat diterima dengan baik dari tanpa pemeraman sampai pemeraman 6x24 jam yang sesuai dengan spesifikasi khusus bina marga divisi 6.5 yang dipersyaratkan.

4.2.2 Pengaruh waktu pemeraman terhadap VIM dan VMA

Nilai VIM (*voids in mix*), VMA (*voids in material agregat*), menunjukkan banyak sedikitnya rongga yang terdapat dalam campuran, dinyatakan dalam persen.

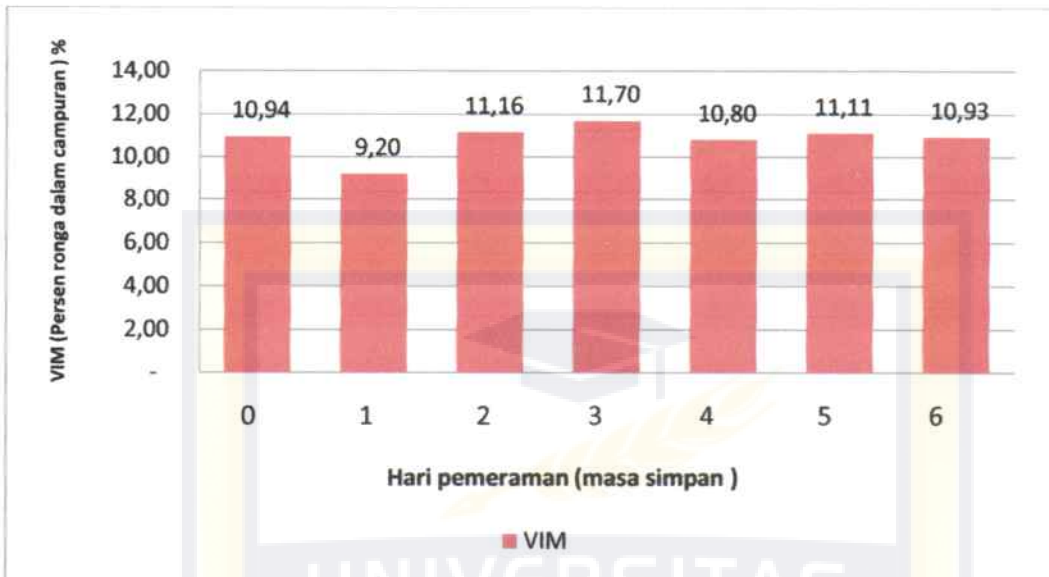
Nilai rongga tersebut berpengaruh terhadap impermeabilitas (kekedapan) campuran terhadap udara dan air. Nilai yang tinggi dari rongga tersebut, berarti campuran mempunyai persen rongga yang besar terhadap campuran. Lapis perkerasan yang mempunyai banyak rongga (*porous*), akan mengakibatkan lapis perkerasan tersebut menjadi kurang rapat atau kurang kedap terhadap udara maupun air. Banyaknya rongga akan berpengaruh terhadap aspal yang ada dalam campuran, disebabkan aspal mudah teroksidasi oleh udara, dan air yang masuk ke dalam rongga akan melarutkan bagian aspal yang teroksidasi, sehingga pengurangan jumlah aspal terjadi lebih cepat.

Dengan kata lain nilai rongga yang tinggi dapat mengurangi sifat keawetan dari lapis perkerasan tersebut akibat pengaruh udara dan air. Sebaliknya untuk nilai VIM, dan VMA yang terlalu rendah, akan mudah menyebabkan terjadinya *bleeding* pada lapis perkerasan, terutama pada saat temperatur tinggi dilapangan. Adanya beban lalu lintas berulang (repetisi) yang menambah pemadatan lapisan, aspal akan meleleh mencari tempat yang kosong, dengan rongga yang terlalu kecil, maka aspal akan naik kepermukaan, akibatnya permukaan jalan menjadi licin, sehingga berbahaya bagi pengguna lalu lintas. Pengaruh waktu pemeraman terhadap VIM, dan VMA dapat dilihat pada gambar 4.8, 4.9 dan tabel 4.9

Tabel 4.9 Pengaruh waktu pemeraman terhadap VIM, VMA

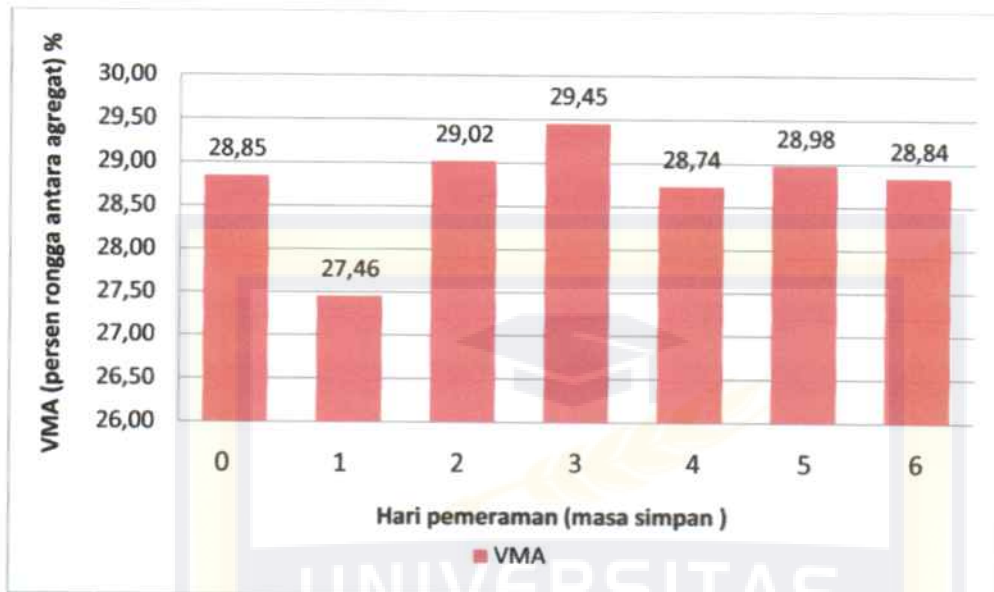
No	Parameter Pengujian	Variasi Waktu Pemeraman(Hari)							Spesifikasi
		0	1	2	3	4	5	6	
1	VIM(%)	10.94	9.20	11.16	11.70	10.80	11.11	10.93	3 – 12 %
2	VMA(%)	28.85	27.46	29.02	29.45	28.74	28.98	28.84	Min 16 %

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 4.8 Grafik pengaruh waktu pemeraman terhadap VIM

Pengaruh waktu pemeraman terhadap nilai VIM tersebut diatas dapat di simpulkan waktu pemeraman yang tertinggi untuk nilai VIM yaitu pada waktu pemeraman 3 hari dan nilai VIM terendah pada waktu pemeraman 1 hari, tetapi semuanya dapat diterima dengan baik dari tanpa pemeraman sampai pemeraman 6x24 jam yang sesuai dengan spesifikasi khusus bina marga divisi 6.5 yang dipersyaratkan



Gambar 4.9 Grafik Pengaruh waktu pemeraman terhadap VMA

Pengaruh waktu pemeraman terhadap nilai VMA tersebut diatas dapat di simpulkan waktu pemeraman yang tertinggi untuk nilai VMA yaitu pada waktu pemeraman 3 hari dan nilai VMA terendah pada waktu pemeraman 1 hari, tetapi semuanya dapat diterima dengan baik dari tanpa pemeraman sampai pemeraman 6x24 jam yang sesuai dengan spesifikasi khusus bina marga divisi 6.5 yang dipersyaratkan

. Hal ini disebabkan beberapa faktor dari komponen agregat dan aspal emulsi yang mengandung air sebagai bahan penyusunnya, air ini berguna dalam *workability* maupun dalam membantu penyelimutan dan saat pemadatan campuran .

Kadar air penyelimutan dan kadar air pemadatan akan memisah dari aspal emulsi dan menguap secara perlahan-lahan, rongga yang semula terisi air akan menjadi kosong, sehingga rongga udara menjadi makin besar.

4.2.3 Pengaruh waktu pemeraman terhadap Absorpsi

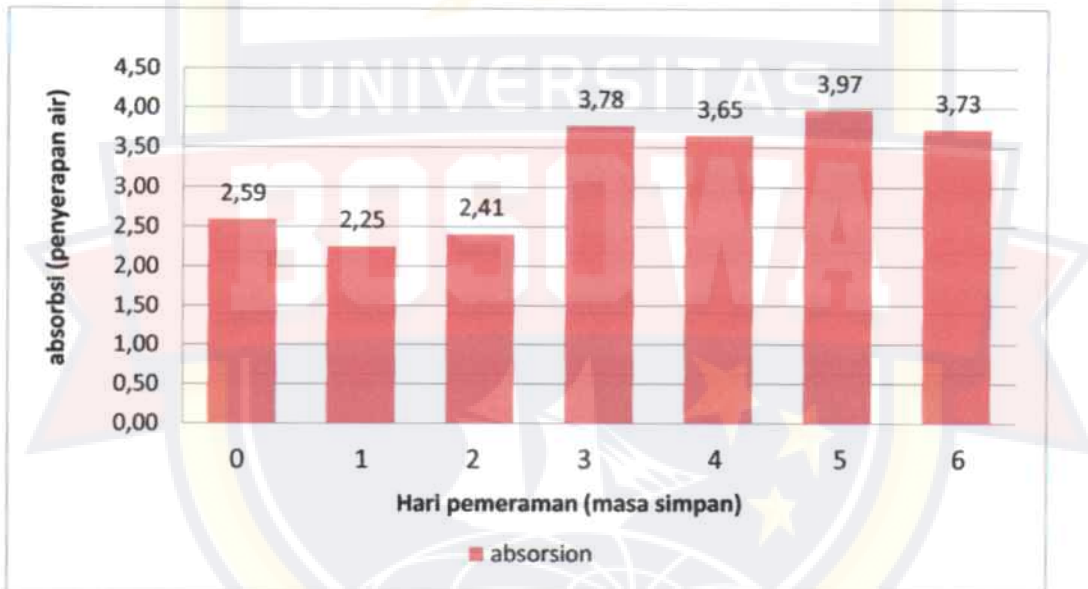
Penyerapan air atau absorpsi oleh campuran (telah dipadatkan) erat kaitannya dengan banyak sedikitnya rongga yang ada dalam campuran, yang berarti campuran tersebut kurang kedap terhadap air, dimungkinkan air terserap kedalam campuran menjadi besar pula, aspal emulsi yang tidak seluruhnya menyelimuti agregat dengan sempurna dan masih menyisakan permukaan yang tidak terselimuti aspal emulsi akan memudahkan air terserap kedalam agregat, apalagi keadaan ini ditambah dengan agregat yang mempunyai tingkat porositas yang besar.

Pengaruh masa simpan terhadap absorpsi oleh campuran (telah dipadatkan) akan memberikan penyerapan air yang bervariasi pula. Pengaruhnya terhadap masa simpan menunjukkan bahwa dengan bertambahnya waktu pemeraman secara keseluruhan penyerapan campuran terhadap air meningkat. Pengaruh waktu pemeraman terhadap absorpsi dapat dilihat pada tabel 4.10 dan gambar 4.10.

Tabel. 4.10 Pengaruh waktu pemeraman terhadap Absorpsi

Parameter Pengujian	Variasi Waktu Pemeraman (Hari)							Spesifikasi
	0	1	2	3	4	5	6	
Absorpsi(%)	2.59	2.25	2.41	3.78	3.65	3.97	3.73	< 4%

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 4.10 Grafik pengaruh waktu pemeraman terhadap Absorpsi

Secara keseluruhan pengaruh waktu pemeraman terhadap penyerapan air (absorpsi) Pengaruh waktu pemeraman terhadap nilai absorpsi tersebut diatas dapat di simpulkan waktu pemeraman yang tertinggi untuk nilai absorpsi yaitu pada waktu pemeraman 5 hari dan

nilai absorpsi terendah pada waktu pemeraman 1 hari, tetapi semuanya dapat diterima dengan baik dari tanpa pemeraman sampai pemeraman 6x24 jam yang sesuai dengan spesifikasi khusus bina marga divisi 6.5 yang dipersyaratkan



**PENGARUH WAKTU PEMERAMAN CAMPURAN
ASPAL BETON TIPE COLD MIX**



**BAB V
KESIMPULAN DAN
SARAN**

STEPY MANGAPUL HUTAPEA / MUHAMMAD NURFADHILAH

45 06 041 013 / 45 06 041 024

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan seperti yang telah dilakukan dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengaruh waktu pemeraman terhadap stabilitas campuran aspal beton tipe Cold Mix dengan nilai tertinggi 2.085,65 kg pada pemeraman 1 hari (1x24 jam) dan nilai terendah 1.284,32 kg pada pemeraman 6 hari (6x24 jam)
2. Pengaruh waktu pemeraman terhadap VIM campuran aspal beton tipe Cold Mix dengan nilai tertinggi 11,70 % pada pemeraman 3 hari (3x24 jam) dan nilai terendah 9,20 % pada pemeraman 1 hari (1x24 jam)
3. Pengaruh waktu pemeraman terhadap VMA campuran aspal beton tipe Cold Mix dengan nilai tertinggi 29,45 % pada pemeraman 3 hari (3x24 jam) dan nilai terendah 27,46 % pada pemeraman 1 hari (1x24 jam).
4. Pengaruh waktu pemeraman terhadap absorpsi campuran aspal beton tipe Cold Mix dengan nilai tertinggi 3,97 % pada pemeraman 5 hari (5x24 jam) dan nilai terendah pada 2,26 % pada pemeraman 4 hari (4x24 jam)

**PENGARUH WAKTU PEMERAMAN CAMPURAN
ASPAL BETON TIPE COLD MIX**



DAFTAR PUSTAKA

STEPY MANGAPUL HUTAPEA / MUHAMMAD NURFADHILAH

45 06 041 013 / 45 06 041 024

DAFTAR PUSTAKA

Asphalt files, 2000. *The Encyclopedia Of Earth*, (Online), (<http://www.eoearth.org/article/asphalt> di akses 03 Februari 2011).

Departemen Pekerjaan Umum, 1991. *Spesifikasi khusus, untuk Campuran Aspal Emulsi*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, 1996. *Hasil – hasil Penelitian di lingkungan Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan*, Bandung.

Departemen Pekerjaan Umum, 2006. *Bidang Pengembangan dan Pengkajian Teknologi*, Makassar.

Departemen Pekerjaan Umum, 2006. *Spesifikasi Khusus Seksi 6.5. untuk Campuran Beraspal Dingin Dengan Asbuton Dan Peremaja Aspal Emulsi*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.

Extech, 2000. *Building and Materials*, (Online), (<http://www.extechbuilding.com/> di akses 02 Februari 2011).

Martens E.W. dan Borgfeldt M.J, 1985. *Cationic Asphalt Emulsion*, California Research Corporation, California.

PT. Widya Saptas Colas, 2011. *Inovation Through Technology*, Tangerang.

Rancangan Standar Nasional Indonesia 3, 2008. *Spesifikasi Aspal Emulsi Kationik*, Badan Standarisasi nasional, BSN, Jakarta.

Scan Road, 1991. *Bitumen Emulsion, Techinal Bulletin-2*, Stockholm.

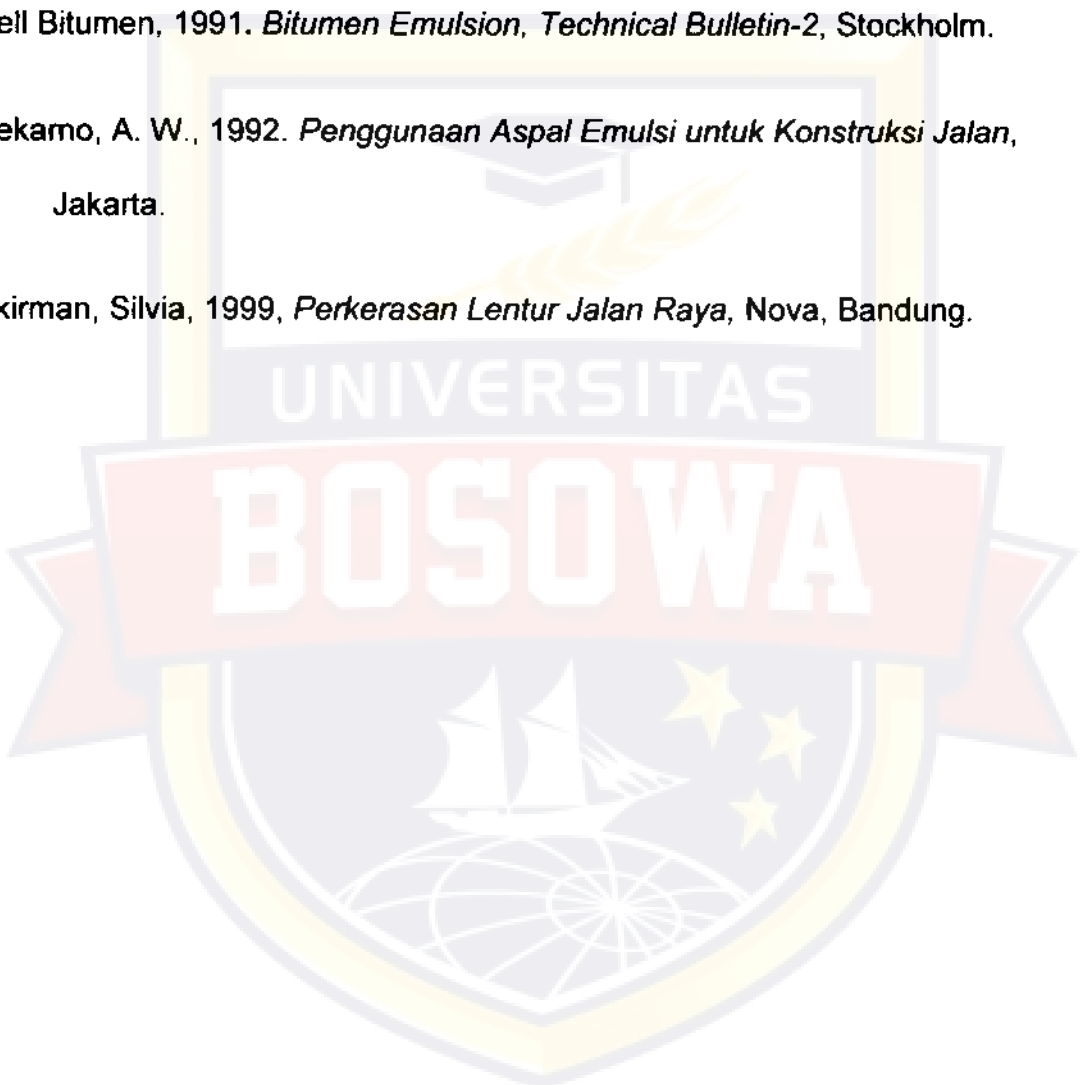
Sferb (*Syndicat des Fabricants D'Emulsions Routieres de Bitume*), 1991.

Bitumen Emulsions-General Informations Applications, France.

Shell Bitumen, 1991. *Bitumen Emulsion, Technical Bulletin-2*, Stockholm.

Soekamo, A. W., 1992. *Penggunaan Aspal Emulsi untuk Konstruksi Jalan*,
Jakarta.

Sukirman, Silvia, 1999, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung.



**PENGARUH WAKTU PEMERAMAN CAMPURAN
ASPAL BETON TIPE COLD MIX**



LAMPIRAN

STEPY MANGAPUL HUTAPEA / MUHAMMAD NURFADHILAH

45 06 041 013 / 45 06 041 024



PEMERINTAH PROVINSI SULAWESI SELATAN
DINAS BINA MARGA
BIDANG PENGUJIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI
Jalan Batara Bira Km. 16 Baddoka Telp. (0411) 510211
Makassar

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

PB - 0201 - 76

Penelitian : "Pengaruh Waktu Pereraman Pada Campuran Aspal Beton Tipe Cold Mix"
Nama Mahasiswa : Muhammad Nurfadhilah / Stepy Mangapul H
Stb : 45 06 041 024 / 45 06 041 013
Fak/Jur : Teknik Sipil
Universitas : Universitas "45" Makassar
Material : ABU BATU

BeratBahanKering= 1.000 gram

Saringan	Berat Tertahan	Jumlah Berat Tertahan	Jumlah Persen	
			Tertahan	Lewat
76,2 (3")				
63,5 (2 1/2")				
50,8 (2")				
36,1 (1 1/2")				
25,1 (1")				
19,1 (3/4")				
12,7 (1/2")				
9,52 (3/8")			0,00	100,00
No. 4	0,70	0,70	0,07	99,93
No. 8	342,30	343,00	34,30	65,70
No. 10	64,90	407,90	40,79	59,21
No. 16	102,20	510,10	51,01	48,99
No. 30	174,50	684,60	68,46	31,54
No. 40	21,30	705,90	70,59	29,41
No. 50	92,60	798,50	79,85	20,15
No. 100	51,30	849,80	84,98	15,02
No. 200	51,00	900,80	90,08	9,92
Pan	99,20	1.000,00	100,00	0,00

Pembimbing
Laboratorium


SAMSIR

NIP: 1972 10 12 2008 12
1001



PEMERINTAH PROVINSI SULAWESI SELATAN
DINAS BINA MARGA
BIDANG PENGUJIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI
Jalan Batara Bira Km. 16 Baddoka Telp. (0411) 510211
Makassar

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

PB - 0201 - 76

Penelitian : "Pengaruh Waktu Pem eraman Pada Campuran Aspal Beton Tipe Cold Mix"
Nama Mahasiswa : Muhammad Nurfadhilah / Stepy Mangapul H
Stb : 45 06 041 024 / 45 06 041 013
Fak/Jur : Teknik Sipil
Universitas : Universitas "45" Makassar
Material : Split 0.5 - 1

Berat Bahan Kering = 2.360 gram

Saringan	Berat Tertahan	Jumlah Berat Tertahan	Jumlah Persen	
			Tertahan	Lewat
76,2 (3")				
63,5 (2 1/2")				
50,8 (2")				
36,1 (1 1/2")				
25,1 (1")				
19,1 (3/4")				
12,7 (1/2")			0,00	100,00
9,52 (3/8")	500,00	500,00	21,19	78,81
No. 4	1.075,00	1.575,00	66,74	33,26
No. 8	523,00	2.098,00	88,90	11,10
No. 10	262,00	2.360,00	100,00	0,00
No. 16				
No. 30				
No. 40				
No. 50				
No. 100				
No. 200				
Pan				

Pembimbing
Laboratorium

SANSIR

NIP: 1972 10 12 2008 12 1001



PEMERINTAH PROVINSI SULAWESI SELATAN
DINAS BINA MARGA
BIDANG PENGUJIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI
Jalan Batara Bira Km. 16 Baddoka Telp. (0411) 510211
Makassar

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

PB - 0201 - 76

Penelitian : "Pengaruh Waktu Pemadaman Pada Campuran Aspal Beton Tipe Cold Mix"
Nama Mahasiswa : Muhammad Nurfadhilah / Stepy Mangapul H
Stb : 45 06 041 024 / 45 06 041 013
Fak/Jur : Teknik Sipil
Universitas : Universitas "45" Makassar
Material : Split 1 - 2

Berat Bahan Kering = 4.000 gram

Saringan	Berat Tertahan	Jumlah Berat Tertahan	Jumlah Persen	
			Tertahan	Lewat
76,2 (3")				
63,5 (2 1/2")				
50,8 (2")				
36,1 (1 1/2")				
25,1 (1")			0,00	100,00
19,1 (3/4")	340,00	340,00	8,50	91,50
12,7 (1/2")	2.013,00	2.353,00	58,83	41,18
9,52 (3/8")	497,00	2.850,00	71,25	28,75
No. 4	824,00	3.674,00	91,85	8,15
No. 8	326,00	4.000,00	100,00	0,00
No. 10				
No. 16				
No. 30				
No. 40				
No. 50				
No. 100				
No. 200				
Pan				

Pembimbing
Laboratorium


SAMSIR

NIP: 1972 10 12 2008 12 1001



PEMERINTAH PROVINSI SULAWESI SELATAN
DINAS BINA MARGA
BIDANG PENGUJIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI
Jalan Batara Bira Km. 16 Baddoka Telp. (0411) 510211
Makassar

PENGUJIAN INDEX KEPIPIHAN

ujian : "Pengaruh Waktu Pemeraman Pada Campuran Aspal Beton Tipe Cold Mix"
siswa : Muhammad Nurfadhilah/Stepy Mangapul H
 : 45 06 041 024 / 45 06 041 013
 : Teknik Sipil
rsitas : Universitas "45" Makassar

ial : Split 1-2

Ukuran Saringan (mm)	Ukuran Lubang Slot		Berat Tertahan (gr)	Berat Lolos (gr)	Berat Total (gr)	Index Kepingihan (%)	Keterangan
	Lebar	Panjang					
53.50 - 50.80	34,29	100					
50.80 - 33.10	26,67	90					
33.11 - 25.40	19,05	80					
25.40 - 19.10	13,34	70					
19.10 - 12.70	9,53	60	297	43	340		
12.70 - 09.52	6,65	50	1499	514	2013		
09.52 - 06.32	4,80	40	373	124	497		
			456	368	824		
			2625	1049	3674	28,55	

Pembimbing
Laboratorium

SAMSIR

NIP: 1972 10 12 2008 12 1001



PEMERINTAH PROVINSI SULAWESI SELATAN
DINAS BINA MARGA
BIDANG PENGUJIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI
Jalan Batara Bira Km. 16 Baddoka Telp. (0411) 510211
Makassar

PENENTUAN SAND EQUIVALENT

Penelitian : "Pengaruh Waktu Penyeraman Pada Campuran Aspal Beton Tipe Cold Mix"
Nama Mahasiswa : Muhammad Nurfadhilah / Stepy Mangapul H
Stb : 45 06 041 024 / 45 06 041 013
Fak/Jur : Teknik Sipil
Universitas : Universitas "45" Makassar

Material	Abu Batu		
No. Contoh	I	II	
Clay reading	11,5	11,8	
Sand reading	7,5	7,8	

Perhitungan :
Sand Equivalent

Sand Reading	I	II	
Clay Reading $\times 100 \% =$	65,22	66,10	
Rata-rata	65,66		

Pembimbing
Laboratorium

SYAMSIR
NIP:



PEMERINTAH PROVINSI SULAWESI SELATAN
DINAS BINA MARGA
BIDANG PENGUJIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI
Jalan Batara Bira Km. 16 Baddoka Telp. (0411) 510211
Makassar

PENENTUAN SPECIFIC GRAVITY BATUAN

Penelitian : "Pengaruh Waktu Pemeraman Pada Campuran Aspal Beton Tipe Cold Mix"
Nama Mahasiswa : Muhammad Nurfadhliah / Stepy Mangapul H
Stb : 45 06 041 024 / 45 06 041 013
Fak/Jur : Teknik Sipil
Universitas : Universitas "45" Makassar

Jenis Material : Split 0,5 - 1

- Berat contoh SSD diudara	(A) =	2.300	gram
- Berat contoh SSD didalam air	(B) =	1.425	gram
- Berat contoh kering	(C) =	2.250	gram

Perhitungan :

$$\text{Apparent Specific Gravity} = \frac{C}{C - B} = 2,727$$

$$\text{SP.Gravity on Dry Basis} = \frac{C}{A - B} = 2,571$$

$$\text{SP Gravity SSD Basis} = \frac{A}{A - B} = 2,629$$

$$\text{Absortion} = \frac{A - C}{C} \times 100 = 2,222$$

Pembimbing
Laboratorium

SAMSIR

NIP: 1972 10 12 2008 12 1001



PEMERINTAH PROVINSI SULAWESI SELATAN
DINAS BINA MARGA
BIDANG PENGUJIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI
Jalan Batara Bira Km. 16 Baddoka Telp. (0411) 510211
Makassar

Jenis Material : Split 1 - 2

- Berat contoh SSD diudara	(A) =	3.500	gram
- Berat contoh SSD didalam air	(B) =	2.174	gram
- Berat contoh kering	(C) =	3.427	gram

Perhitungan :

- Apparent Specific Gravity	=	$\frac{C}{C - B}$	=	2,735
- SP.Gravity on Dry Basis	=	$\frac{C}{A - B}$	=	2,584
- SP Gravity SSD Basis	=	$\frac{A}{A - B}$	=	2,640
- Absortion	=	$\frac{A - C}{C} \times 100$	=	2,130

Pembimbing
Laboratorium

SAMSIR

NIP: 1972 10 12 2008 12 1001



PEMERINTAH PROVINSI SULAWESI SELATAN
DINAS BINA MARGA
BIDANG PENGUJIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI
Jalan Batara Bira Km. 16 Baddoka Telp. (0411) 510211
Makassar

PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGGREGAT HALUS

Penelitian : "Pengaruh Waktu Pemeraman Pada Campuran AspalBetonTipeColdMix"
NamaMahasiswa : Muhammad Nurfadhillah / Stepy Mangapul H
Stb : 45 06 041 024 / 45 06 041 013
Fak/Jur : TeknikSipil
Universitas : Universitas "45" Makassar

Material : ABU BATU

No. Contoh	ABU		
	A	B	
Berat benda uji kering perm. Jenuh (SSD)	500	301,70	360,40
Berat benda uji kering oven	BK	295,80	353,20
Berat Piknometer diisi air (250 °C)	B	669,00	666,80
Berat pik. Benda Uji (SSD) + air (250 °C)	Bt	856,70	891,00

		A	B	rata-rata
Berat jenis (Bulk)	$\frac{BK}{B + 500 - Bt}$	2,595	2,593	2,594
Berat Jenih kering perm. Jenuh	$\frac{500}{B + 500 - Bt}$	2,646	2,646	2,646
Berat jenis semu (Apperent)	$\frac{BK}{B + BK - Bt}$	2,736	2,738	2,737
Penyerapan (Absorption)	$\frac{500 - BK}{BK} \times 100 \%$	1,995	2,039	2,017

Pembimbing
Laboratorium


SAMSIR

NIP: 1972 10 12 2008 12 1001



PEMERINTAH PROVINSI SULAWESI SELATAN
DINAS BINA MARGA
BIDANG PENGUJIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI
Jalan Batara Bira Km. 16 Baddoka Telp. (0411) 510211
Makassar

LOS ANGELES ABRATION TEST

Penelitian : "Pengaruh Waktu Perkeraman Pada Campuran Aspal Beton Tipe Cold Mix"
Nama Mahasiswa : Muhammad Nurfadhilah / Stepy Mangapul H
Stb : 45 06 041 024 / 45 06 041 013
Fak/Jur : Teknik Sipil
Universitas : Universitas "45" Makassar

GRADING OF TEST SAMPLE : B. 5000 Gr / R 500 / 11 BOLA

Material : SPLIT 1 - 2

SARINGAN		BERAT SEBELUM TEST	BERAT TERTAHAN SESUDAH TEST	JUMLAH BERAT TERTAHAN	JUMLAH PERSEN	
LOLOS	TERTAHAN				TERTAHAN	LEWAT
3"	2 1/2"					
2 1/2"	2"					
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	2.500				
1/2"	3/8"	2.500				
3/8"	1/4"					
1/4"	No. 4					
No. 4	No. 8					
	No. 12					
JUMLAH BERAT		5.000	3.660	3.660	73,20	26,80

Banyaknya yang aus adalah :

a. = 5.000 gram
b. = 3.660 gram
c. = 1.340 gram

$$(c / a) \times 100 \% = \frac{1.340}{5.000} \times 100 \% = 26,80 \%$$

**Pembimbing
Laboratorium**

SAMSIR

NIP: 1972 10 12 2008 12 1001



PEMERINTAH PROVINSI SULAWESI SELATAN
DINAS BINA MARGA
BIDANG PENGUJIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI
Jalan Batara Bira Km. 16 Baddoka Telp. (0411) 510211
Makassar

BENTUK YANG DIGUNAKAN UNTUK : PENGUJIAN BERAT UNIT

Penelitian : "Pengaruh Waktu Permatangan Pada Campuran Aspal Beton Tipe Cold Mix"
Nama : MuhammadNurfadhilah / Stepy Mangapui H
No. Telp : 45 06 041 024 / 45 06 041 013
Jurusan : Teknik Sipil
Universitas : Universitas "45" Makassar
Alamat : Abu Batu

No.	Ukuran Takaran	Satuan	
1	Berat Takaran + Air	4.814,00 gr	4.814,00 gr
2	Berat Takaran kosong	1.947,00 gr	1.947,00 gr
3	Berat Air (a)	2.867,00 gr	2.867,00 gr
1	Berat Takaran + Agregat	5.600,00 gr	6.210,00 gr
2	Berat Takaran Kosong	1.947,00 gr	1.947,00 gr
3	Berat Agregat (b)	3.653,00 gr	4.263,00 gr
	Berat Unit Agregat (b/a)	1,274 gr	1,487 gr
	γ Rata - rata =	1,381	gr/cc

Pembimbing
Laboratorium

SAMSIR

NIP: 1972 10 12 2008 12 1001



PEMERINTAH PROVINSI SULAWESI SELATAN
DINAS BINA MARGA
BIDANG PENGUJIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI
Jalan Batara Bira Km. 16 Baddoka Telp. (0411) 510211
Makassar

BENTUK YANG DIGUNAKAN UNTUK : PENGUJIAN BERAT UNIT

Penelitian : "Pengaruh Waktu Pemadaman Pada Campuran Aspal Beton Tipe Cold Mix"
 Nama : Muhammad Nurfadhilah / Stepy Mangapul H
 No. Telp : 45 06 041 024/45 06 041 013
 Jurusan : Teknik Sipil
 Universitas : Universitas "45" Makassar
 Material : Split 0,5 - 1

No.	Ukuran Takaran	Satuan	
1	Berat Takaran + Air	4.814,00 gr	4.814,00 gr
2	Berat Takaran kosong	1.947,00 gr	1.947,00 gr
3	Berat Air (a)	2.867,00 gr	2.867,00 gr
1	Berat Takaran + Agregat	5.483,00 gr	5.660,00 gr
2	Berat Takaran Kosong	1.947,00 gr	1.947,00 gr
3	Berat Agregat (b)	3.516,00 gr	3.713,00 gr
	Berat Unit Agregat (b/a)	1,226 gr	1,295 gr
		γ Rata - rata =	1,261 gr/cc

Material : Split 1 - 2

No.	Ukuran Takaran	Satuan	
1	Berat Takaran + Air	4.814,00 gr	4.814,00 gr
2	Berat Takaran kosong	1.947,00 gr	1.947,00 gr
3	Berat Air (a)	2.867,00 gr	2.867,00 gr
1	Berat Takaran + Agregat	5.850,00 gr	5.999,00 gr
2	Berat Takaran Kosong	1.947,00 gr	1.947,00 gr
3	Berat Agregat (b)	3.903,00 gr	4.052,00 gr
	Berat Unit Agregat (b/a)	1,361 gr	1,413 gr
		γ Rata - rata =	1,387 gr/cc

- Persyaratan aspal emulsi kationik

jenis pengujian	Satuan	Metode uji	Tipe											
			Mengikat Lambat			Mengikat Sedang			Mengikat Cepat			Mengikat lebih Cepat		
			Min	Maks	Positif	Min	Maks	Positif	Min	Maks	Positif	Min	Maks	Positif
<p>A. Aspal emulsi</p> <p>1. Viskositas Saybolt Furol 25°C</p> <p>2. Viskositas Saybolt Furol 60°C</p> <p>3. Stabilitas penyempitan 24 jam</p> <p>4. Penyerapan 15 ml 1% larutan kalsium sulfosyanat</p> <p>5. Ketahanan terhadap minyak 5 saat</p> <p>6. Penyerapan agregat kering</p> <p>7. Penyerapan agregat kering setelah diampromer</p> <p>8. Penyerapan agregat basah</p> <p>9. Penyerapan agregat basah setelah diampromer</p> <p>10. Muatan partikel</p> <p>11. Analisis saringan</p> <p>12. Uji campuran semen</p> <p>13. Penyulingan</p> <p>14. Destilasi minyak</p> <p>15. Residu penyulingan %</p>														
20	100	Positif	20	100	Positif	20	100	Positif	20	100	Positif	20	100	Positif
50	450	1	50	450	1	50	450	1	50	450	1	50	450	1
40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik
Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang
Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang
Positif	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif
0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5
97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5
95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5
97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5
97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5
95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57



PEMERINTAH PROVINSI SULAWESI SELATAN
DINAS BINA MARGA
BIDANG PENGUJIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI

Jalan Batara Bira Km. 16 Baddoka Telp. (0411) 510211

Makassar

SURAT KETERANGAN

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :

Nama : Muhammad Nurfadhilah / Stepy Mangapul H
Stambuk : 45 06 041 024 / 45 06 041 013
Fakultas/Jurusan : Teknik Sipil

Benar-benar telah melakukan penelitian tugas akhir dengan judul
**"PENGARUH WAKTU PENERAMAN PADA CAMPURAN ASPAL
BETON TIPE COLD MIX"**

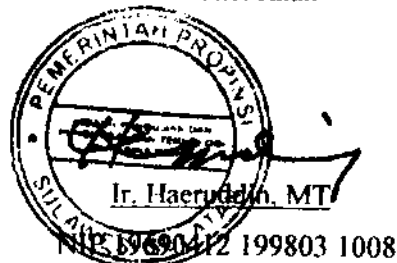
Pada laboratorium mekanika tanah dan aspal, dan pengujian yang dilakukan adalah :

1. Pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat
2. Design campuran Cold Mix (Campuran Dingin)
3. Marshall Test

Demikianlah surat keterangan ini dibuat, serta dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 27 April 2011

Kepala Seksi Uji Tanah Dan Bahan
Konstruksi Jalan





PEMERINTAH PROVINSI SULAWESI SELATAN
DINAS BINA MARGA
BIDANG PENGUJIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI
Jalan Batara Bira Km. 16 Baddoka Telp. (0411) 510211
Makassar



Senin 11-04-2011 Jam 09.10 Bahan Material (Abu Batu, Split 0,5-1,2-2)



Senin 11-04-2011 Jam 09.30 Uji Abrasi Dengan Menggunakan Mesin Los Angeles



Senin 11-04-2011 Jam 10.33 Proses Penentuan Specific Gravity Batuan



PEMERINTAH PROVINSI SULAWESI SELATAN
DINAS BINA MARGA
BIDANG PENGUJIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI
Jalan Batara Bira Km. 16 Baddoka Telp. (0411) 510211
Makassar



Senin 11-04-2011 Jam 11.10 Uji Test Index Kepipihan



Selasa 12-04-2011 Jam 12.06 Proses Vakum Abu Batu Dalam Piknometer



Selasa 12-04-2011 Jam 12.51 Uji Sand Equivalent



PEMERINTAH PROVINSI SULAWESI SELATAN
DINAS BINA MARGA
BIDANG PENGUJIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI
Jalan Batara Bira Km. 16 Baddoka Telp. (0411) 510211
Makassar



Rabu 13-04-2011 Jam 11.32 Proses Pencampuran Aspal Emulsi Dengan Material Lain (Abu Batu, Split 0,5-1, Split 1-2)



Rabu 13-04-2011 Jam 15.00 Proses Waktu Pemeraman 5x24 Jam Yang Di Peram Dalam Plastik



Rabu 13-04-2011 Jam 13.56 Pembuatan Bricket Aspal Emulsi Untuk Waktu Pemeraman 0 Jam



PEMERINTAH PROVINSI SULAWESI SELATAN
DINAS BINA MARGA
BIDANG PENGUJIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI
Jalan Batara Bira Km. 16 Baddoka Telp. (0411) 510211
Makassar



Kamis 14-04-2011 Jam 14.56 Bricket Aspal Emulsi Waktu Pemeraman 0 Jam Yang Telah Di Oven(Curring) Selama 1x24 Jam



Minggu 17-04-2011 Jam 10.01 Proses Perendaman Bricket Aspal Emulsi Waktu Pemeraman 3x24 jam Selama 1x24 Jam



Kamis 14-04-2011 Jam 15.00 Proses Penimbangan Bricket Aspal Emulsi Untuk Mengetahui Berat Benda Uji Dalam Keadaan Kering

PEMERINTAH PROVINSI SULAWESI SELATAN
DINAS BINA MARGA
BIDANG PENGUJIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI
Jalan Batara Bira Km. 16 Baddoka Telp. (0411) 510211
Makassar



Selasa 19-04-2011 Jam 11.35 Proses Penimbangan Berat Dalam Air Untuk Mengetahui Nilai VIM Dan VMA



Senin 18-04-2011 Jam 12.10 Test Marshall Untuk Bricket Aspal Emulsi Waktu Pemeraman 4x24 Jam



2011 Jam 09.53 Bricket Aspal Emulsi Berjumlah 35 Buah