

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PERENDAMAN ASPAL POROUS DENGAN LIQUID
ASBUTON SEBAGAI PENGIKAT DI DALAM
AIR ASIN DAN AIR TAWAR**



Oleh :

**A. MUH. FATHUDDIN HASBI
D 111 07 642**

**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2012

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran ALLAH SWT, karena berkat dan rahmat dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini yang merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Kami menyadari sepenuhnya bahwa selesainya tugas akhir ini adalah berkat bantuan dari berbagai pihak. Ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada kedua orang tua kami tercinta dan segenap handai taulan yang telah memberikan bantuan moril dan material.

Pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati dan teriring doa kami ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

- Ayahanda dan Ibunda tercinta atas kasih sayang yang diberikan kepada kami dan atas bantuan serta dukungan baik spiritual maupun materi.
- Bapak Dr. Ing.Ir. Wahyu Haryadi Piarah, MS.ME, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
- Bapak Prof. Dr. Ir.H. Lawalenna Samang, MS., M.Eng. dan Bapak Dr. Tri Harianto,ST., MT, selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.

- Bapak Dr. Ir. H. Nur Ali, MT., selaku dosen pembimbing I, yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga terselesainya penulisan ini.
- Bapak Dr. Ir. Halidin Arfan, MSc., selaku dosen pembimbing II, atas segala kesabaran dan waktu yang telah diluangkannya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga terselesainya penulisan ini.
- Bapak dan Ibu dosen Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Staf Tata Usaha Jurusan Sipil fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Bapak Ir. Sakti Adji Adismita, M.Si.,M.Eng,Sc PhD dan Ibu Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT, selaku Kepala dan Sekretaris Laboratorium Rekayasa Transportasi Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Pak Kanrasman, selaku staf Laboratorium Rekayasa Transportasi Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang sangat membantu kami.
- Saudara kami di Laboratorium Rekayasa Transportasi Sipil: Kak Naim, Kak Aritonang.
- Para sahabat (Amrin “Amirix”, Muh. “Pajo”ring wahab, Adhit Grimaldy, Nur Alam, Indra, Heru “D’Masiv”) serta saudara-saudara mahasiswa Jurusan Sipil Angkatan 2007 yang telah banyak membantu kami dalam menyusun tugas akhir ini, kebersamaan kita tidak akan terlupakan dan tetap terkenang sepanjang hayat.

- Saudara dan seluruh keluarga tercinta yang senantiasa mendoakan kami serta memberikan dukungan moril dan materil.
- Tugas akhir ini kami persembahkan kepada kedua orang tua kami tercinta yang telah menjadi sumber semangat dan inspirasi tanpa batas.

Kami menyadari bahwa dalam tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu kami mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan penulisan tugas akhir ini.

Akhir kata kami berharap semoga tugas akhir ini dapat berguna bagi kita semua, khususnya dalam bidang teknik sipil.

Makassar, 15 Agustus 2012

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR NOTASI.....	xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-4
1.3 Tujuan Penelitian	I-5
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	I-5
1.5 Sistematika Penulisan	I-6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Aspal	II-1
2.2	Agregat.....	II-3
2.3	<i>Liquid</i> Asbuton.....	II-5
2.3.1	Kandungan asbuton di pulau Buton.....	II-5
2.3.2	<i>Liquid Asbuton</i>	II-7
2.4	Aspal Porus	II-8
2.4.1	Pengertian Asphalt Porous	II-9
2.4.2	Keuntungan dan kerugian dalam penggunaan aspal porus	II-11
2.4.3	Aplikasi Aspal Porus	II-12
2.5.	Karakteristik Material Aspal Porus.....	II-13
2.5.1	Agregat Kasar	II-13
2.5.2	Agregat Halus	II-14
2.5.3	Mineral <i>Filler</i>	II-14
2.5.4	Bitumen <i>Binder</i>	II-14
2.6	Gradasi Gabungan Agregat	II-15
2.7	Air Laut	II-16
2.8	Air Tawar.....	II-22
2.9	Penelitian Yang Menjadi Acuan Penelitian.....	II-25

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Umum	III-1
-----	------------	-------

3.2	Garis Besar Program Kerja	III-2
3.3.	Metode Pengumpulan Data	III- 3
3.3.1	Metode Pengambilan Sampel	III-3
3.3.2	Metode <i>Design</i>	III-3
3.4.	Proses Penelitian	III-5
3.4.1	Tahap Studi Pendahuluan	III-5
3.4.2	Persiapan Bahan	III-5
3.4.3	Pengujian Sifat Bahan	III-6
3.5	Pengujian Mix Design Aspal Porus.....	III-6
3.5.1	Penentuan Berat Jenis dan Penyerapan Campuran.....	III-6
3.5.2.	Pengujian Permeabilitas Agregat Campuran.....	III-8
3.5.3.	<i>Mix Design</i> Metode <i>Marshall</i>	III-9
3.5.3.1	Karakteristik metode <i>Marshall</i>	III-10
3.5.4.	Pengujian Permeabilitas <i>Mix Design</i>	III-15
3.5.5.	Pengujian <i>Binder Drain-Down</i>	III-16
3.5.6.	Pengujian Cantabro	III-18
3.6	Jumlah Benda Uji	III-19

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil Pengujian	IV-1
4.1.1	Data Sifat Bahan Agregat	IV-1
4.1.2	Penentuan Gradasi Campuran	IV-2
4.1.3	Data Sifat Bahan <i>Liquid</i> Asbuton.....	IV-4

4.1.4 Data Pengujian <i>Marshall Test</i>	IV-5
4.1.5 Data Pengujian <i>Permeabilitas, Porositas, Cantabro Loss</i> dan <i>Drain-Down</i>	IV-6
4.2 Data Uji <i>Permeabilitas</i> dan <i>Porositas</i> Laboratorium	IV-6
4.3 Data Uji <i>Porositas</i>	IV-7
4.4 Data Uji <i>Permeabilitas</i>	IV-8
4.5 Data Uji <i>Marshall</i>	IV-9
4.5.1 Hubungan antara Kadar Aspal dengan VMA.....	IV-9
4.5.2 Hubungan antara Kadar Aspal dengan Stabilitas	IV-10
4.5.3 Hubungan antara Kadar Aspal dengan Kelelahan (<i>Flow</i>)	IV-11
4.5.4 Hubungan antara Kadar Aspal dengan <i>Marshall Quotient (MQ)</i>	IV-12
4.6 Data Uji <i>Cantabro Loss</i>	IV-13
4.7 Data Uji <i>Binder Drain-Down</i>	IV-14
4.8 Kadar Aspal Optimum	IV-15
4.9 Pengujian Aspal Porus Menggunakan Nilai Kadar Aspal Optimum	IV-17
4.9.1 Hasil Pengujian Marshall	IV-17
4.9.2 Data Pengujian <i>Permeabilitas, Porositas, Cantabro</i> <i>Loss</i> dan <i>Drain-Down</i>	IV-19
4.9.3 Hubungan Antara Waktu Perendaman Dengan Nilai Porositas	IV-20

4.9.4 Hubungan Antara Waktu Perendaman Dengan	
Nilai Permeabilitas	IV-21
4.9.5 Data Uji <i>Marshall</i>	IV-22
4.9.6 Hubungan antara Waktu Perendaman dengan Nilai	
<i>Cantabro Loss</i> IV-26	IV-25
4.10 Pembahasan.....	IV-26
4.10.1 Hubungan Antara Waktu Perendaman Dengan	
Nilai Porositas	IV-26
4.10.2 Hubungan Antara Waktu Perendaman Dengan	
Nilai Permeabilitas	IV-27
4.10.3 Pengujian <i>Marshall</i>	IV-28
4.10.4 Hubungan antara Waktu Perendaman dengan	
<i>Cantabro Loss</i>	IV-30

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran-saran.....	V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DOKUMENTASI

DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
Gambar 2.1 Peta Lokasi Deposit Asbuton	II-6
Gambar 2.2 <i>Buton Rock Asphalt</i> (BRA)	II-7
Gambar 2.3 <i>Liquid</i> asbuton	II-8
Gambar 2.4 Sistem aspal berongga (*JKR/SPJ/2008-S4, 2008)	II-9
Gambar 2.5 Permukaan Aspal Porus (* <i>UNHSC Design Specifications for Porous Asphalt Pavement and Infiltration Beds</i>)	II-9
Gambar 2.6 Penerapan Aspal Berongga	II-10
Gambar 3.1 <i>Permeability test</i> agregat.....	III-8
Gambar 3.2 <i>Mix Design Metode Marshall</i>	III-14
Gambar 3.3 Pengujian Permeabilitas <i>Mix Design</i>	III-16
Gambar 3.4 Pengujian Binder <i>Drain-Down</i>	III-17
Gambar 3.5 Hasil Pengujian <i>Cantabro</i>	III-18
Gambar 4.1 Pembagian Butir Agregat Gabungan	IV-3

Gambar 4.2 Hubungan Kadar Aspal dengan <i>Porositas</i>	IV-8
Gambar 4.3 Hubungan kadar Aspal dengan <i>Permeabilitas</i>	IV-9
Gambar 4.4 Hubungan Kadar Aspal dengan VIM.....	IV-10
Gambar 4.5 Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas.....	IV-11
Gambar 4.6 Hubungan Kadar Aspal dengan <i>Flow</i>	IV-12
Gambar 4.7 Hubungan Kadar Aspal dengan <i>Marshall Quotient</i>	IV-13
Gambar 4.8 Hubungan <i>Cantabro Loss</i> dengan Kadar Aspal.....	IV-14
Gambar 4.9 Hubungan Kadar Aspal dengan <i>Drain Down</i>	IV-15
Gambar 4.10 Kadar Aspal Optimum <i>Liquid Aspal</i>	IV-16
Gambar 4.11 Hubungan Waktu perendaman Aspal porus <i>liquid</i> Asbuton dengan <i>Porositas</i>	IV-21
Gambar 4.12 Hubungan Waktu Perendaman dengan <i>Permeabilitas</i>	IV-22
Gambar 4.14 Hubungan Waktu Perendaman dengan Stabilitas	IV-23
Gambar 4.15 Hubungan Waktu Perendaman Aspal Porus dengan <i>Flow</i>	IV-24
Gambar 4.16 Hubungan Waktu Perendaman Aspal Porus dengan <i>Marshall Quotient</i>	IV-25
Gambar 4.17 Hubungan <i>Cantabro Loss</i> dengan Waktu Perendaman Aspal Porus	IV-27

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Ketentuan Agregat Kasar	II-4
Tabel 2.2 Deposit Asbuton	II-7
Tabel 2.3 Persyaratan Aspal Keras	II-14
Tabel 2.4 Gradasi Agregat untuk Campuran Aspal Porus	II-15
Tabel 2.5 Karakteristik Air laut Selat Makassar	II-21
Tabel 2.6 Karakteristik air tawar/ air standar laboratorium	II-24
Tabel 3.1 Jumlah Benda Uji untuk Pengujian Karakteristik Aspal Porus ...	III-19
Tabel 4.1 Karakteristik Bahan Agregat Kasar	IV-1
Tabel 4.2 Karakteristik Bahan Agregat Halus	IV-2
Tabel 4.3 Karakteristik Bahan Pengisi(<i>filler</i>)	IV-2
Tabel 4.4 Gradasi Gabungan Agregat	IV-3
Tabel 4.5 Karakteristik Bahan <i>Liquid</i> Asbuton	IV-4

Tabel 4.6 Hasil Pengujian <i>Marshall Test</i> (<i>Liquid asbuton</i>)	IV-5
Tabel 4.7 Pengujian <i>Permeabilitas, Porositas, Cantabro</i> dan <i>Drain-Down</i> (<i>liquid asbuton</i>).....	IV-6
Tabel 4.8 Permeabilitas dan Porositas Agregat Campuran.....	IV-6
Tabel 4.9 Hasil Pengujian <i>Marshall Test</i> Untuk Perendaman Air Asin Pada Suhu 60°	IV-17
Tabel 4.10 Hasil Pengujian <i>Marshall Test</i> Untuk Perendaman Air Tawar Pada Suhu 60°	IV-18
Tabel 4.11 Pengujian KAO <i>Permeabilitas, Porositas, dan Cantabro Loss</i> Untuk Perendaman Air Asin Pada Suhu 60°	IV-19
Tabel 4.12 Pengujian KAO <i>Permeabilitas, Porositas, dan Cantabro Loss</i> Untuk Perendaman Air Tawar Pada Suhu 60°	IV-20

DAFTAR NOTASI

	Halaman
Notasi 3.1 Berat Jenis <i>bulk</i> (Gsb)	III-7
Notasi 3.2 Berat Jenis Semu (Gsa)	III-7
Notasi 3.3 Berat Jenis Efektif (Gse)	III-7
Notasi 3.4 Penyerapan Aspal (Pba)	III-7
Notasi 3.5 Kadar Aspal Optimun (pb)	III-9
Notasi 3.6 Berat Volume Kering Campuran (Gmb).....	III-10
Notasi 3.7 Berat Jenis Maksimum Campuran(SGmix)	III-11
Notasi 3.8 Berat jenis efektif total aggregate (D).....	III-11
Notasi 3.9 <i>Stability</i>	III-12
Notasi 3.10 <i>VMA</i>	III-13
Notasi 3.11 Nilai Indek Permeabilitas (K).....	III-15

Notasi 3.12 Pelelehan (<i>Drainage</i>).....	III-15
Notasi 3.13 Persentase Kehilangan Berat (L)	III-17

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan mempunyai peranan penting terutama yang menyangkut perwujudan perkembangan antar daerah yang seimbang dan pemerataan hasil pembangunan serta pemantapan pertahanan dan keamanan nasional dalam rangka mewujudkan sasaran pembangunan nasional.

Indonesia merupakan wilayah yang beriklim tropis, dimana sering mengalami curah hujan yang tinggi dalam waktu yang lama, sehingga sangat rentan terhadap banjir. Selain masalah banjir, faktor pemicu kecelakaan lalu lintas adalah permukaan jalan yang tidak sempurna mengalirkan air di permukaan terutama pada saat musim hujan, sehingga menggenangi badan jalan dan permukaan menjadi licin. Masalah lain yang sering muncul yang menyangkut dengan kerusakan jalan yaitu sistem drainase yang tidak berfungsi dengan baik ataupun sistem drainase yang tidak dioptimalkan penggunaannya karena salurannya terhambat, tidak tercapainya umur rencana akibat kerusakan prematur yang diindikasikan terjadi pelunakan serta oksidasi pada aspal karena temperatur yang tinggi.

Salah satu bagian terpenting dari konstruksi jalan yaitu, bagian perkerasan dimana secara umum perkerasan jalan harus cukup kuat dalam memenuhi dua syarat yaitu:

1. Untuk secara keseluruhan, perkerasan jalan harus cukup kuat untuk memikul berat kendaraan-kendaraan yang akan memakainya.

2. Pada permukaan jalan, harus kuat dan juga harus stabil dan memiliki daya tahan yang baik serta dapat tahan terhadap gesekan dan keausan dari roda-roda kendaraan.

Adapun alternatif yang dapat dipertimbangkan untuk mengurangi kerusakan jalan yang terjadi dengan akibat adanya genangan air pada perkerasan jalan raya, dikenal dengan "*previous macadam*" dan kemudian hari dikenal dengan sebutan *Porous Asphalt/PA* (*British Standar Institution, 2001*)

Aspal porus adalah campuran beraspal dengan kadar pasir yang rendah untuk mendapatkan kadar rongga yang tinggi dan merupakan jenis perkerasan jalan yang didesain untuk meyalurkan air dipermukaan jalan ke lapisan bawah sehingga tidak terjadi genangan di permukaan jalan secara vertikal maupun horisontal, selain itu aspal porus didesain untuk meningkatkan koefisien gesek pada permukaan perkerasan. Campuran didominasi oleh agregat kasar, untuk mendapatkan pori yang cukup tinggi agar diperoleh permeabilitas *porous asphalt* yang tinggi, dimana permeabilitas difungsikan untuk *sub-surface drain*. Aspal porus umumnya memiliki nilai stabilitas. Adapun keuntungan penggunaan aspal porus yaitu:

1. Efektif untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas pada musim hujan,
2. Mereduksi percikan air,
3. Mempunyai kekesatan permukaan yang baik pada kecepatan kendaraan yang tinggi,
4. Mengurangi kebisingan jalan,
5. Kuantitas dan pengendalian banjir, dan

6. Mengurangi silau pada pengendara.

Dewasa ini kebutuhan aspal secara nasional untuk pembuatan dan peningkatan jalan adalah sebesar 1.200.000 ton. Hanya sebagian yang dapat dipenuhi oleh produsen nasional dan sekitar 600.000 ton aspal perlu didatangkan dari luar negeri. Aspal Buton (*liquid* Asbuton) merupakan aspal alam berbentuk batu-batuan (*natural rock asphalt*) di Pulau Buton. Pemanfaatan Asbuton secara luas akan meminimalisasi jumlah aspal minyak yang harus diimpor sehingga secara tidak langsung dapat meningkatkan cadangan devisa dan meningkatkan perekonomian nasional.

Kandungan deposit yang sangat besar sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan jalan karena disamping mengandung bitumen sebesar 20% hingga 40%, mineralnya pun memiliki kandungan kapur (CaCO_3) yang cukup tinggi. Suatu proses pemurnian telah berhasil membuat *liquid* Asbuton, yaitu aspal Buton yang berbentuk cair dan memiliki kadar bitumen sebesar 70% dan mineral sebesar 30%. Tidak ada penggunaan aspal minyak dalam proses pemurnian untuk menghasilkan *liquid* Asbuton.

Banyak hal yang menyebabkan kerusakan konstruksi jalan, namun ada suatu anekdot yang menyatakan bahwa 3 (tiga) musuh utama jalan dengan perkerasan aspal adalah yang pertama air, kedua air, dan ketiga juga air. Dari hal tersebut dapat dikatakan bahwa (genangan) air menyebabkan kerusakan atau mengurangi keawetan konstruksi jalan dengan perkerasan aspal.

Genangan air laut dan air tawar adalah salah satu penyebab kerusakan perkerasan aspal, di sekeliling kita sering menyaksikan perkerasan jalan aspal

tergenangi air, terkhusus di daerah pantai, perkerasan jalan aspal sering digenangi oleh air laut pasang.

Berdasarkan hal tersebut di atas maka diusulkan penelitian untuk mengkaji aspal porus yang menggunakan liquid Asbuton sebagai bahan pengikat untuk lapisan permukaan jalan. Penelitian yang diusulkan akan berbentuk eksperimental sungguhan (*true experimental research*)

Dari uraian yang dikemukakan di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian laboratorium dengan judul ***“Pengaruh Perendaman Aspal Porous Dengan Liquid Aspal Buton Sebagai Pengikat Di Dalam Air Tawar Dan Air Asin “***

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan di atas, maka rumusan masalah penelitian ini dapat dikemukakan sebagai berikut:

1. Sejauh mana penggunaan *open graded* gradasi Australia mempengaruhi karakteristik aspal porus.
2. Sejauh mana liquid asbuton mempengaruhi karakteristik aspal porus dalam campuran beraspal.
3. Bagaimana kadar aspal optimum dari liquid asbuton sebagai bahan pengikat pada aspal porus
4. Bagaimana pengaruh perendamann aspal porus terhadap air tawar dan air asin.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang hendak diperoleh dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mendapatkan hasil analisa karakteristik aspal porus menggunakan *open graded* gradasi Australia.
2. Untuk mendapatkan kadar aspal optimum dari liquid asbuton sebagai bahan pengikat pada aspal porus.
3. Untuk mengetahui pengaruh perendaman aspal porus dalam air tawar dan air asin.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk melakukan pemeriksaan *liquid* Asbuton dan agregat untuk penggunaan lapis perkerasan aspal porus di laboratorium dan tidak dilakukan penelitian lapangan.

1. Batasan Spesifikasi yang diperlukan:

Gradasi agregat gabungan yang digunakan adalah agregat gabungan bergradasi terbuka memenuhi batasan titik kontrol, tidak memotong daerah larangan.

2. Bahan yang digunakan:

Bahan yang digunakan terdiri dari 100 % aspal *liquid* Asbuton dengan penetrasi 40/70 dengan material pengisi (*filler*) adalah abu batu dan pasir (Gradasi *Australia*). Material agregat kasar dan agregat halus berasal dari Sungai Bili-bili Kecamatan Moncong, Kabupaten Gowa Propinsi Sulawesi Selatan.

1. Tipe campuran yang digunakan yaitu 100% *liquid* Asbuton
2. Jenis pengujian laboratorium yang dilakukan :

- a. Pengujian *Permeabilitas dan Porositas*,
- b. Pengujian *Marshall Test*,
- c. Pengujian *Binder Drain Down*,
- d. Pengujian *Cantabro Loss*,

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini berbentuk penelitian eksperimental, dimana terdiri dari 5 bab, yaitu :

- a. BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, kegunaan penelitian, ruang lingkup penelitian dan sistematika penelitian.

- b. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang dasar teori, *liquid asbuton*, aspal porus, penggunaan aspal porus, aplikasi aspal porus, karakteristik material aspal porus, dan gradasi gabungan agregat.

- c. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi umum tentang kerangka penelitian, metodologi pengumpulan data, proses penelitian, pengujian mix design aspal porus, dan jumlah benda uji.

- d. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas dan menganalisa hasil akhir penelitian yang diperoleh dari hasil laboratorium.

- e. BAB V KESIMPULAN

Berisi kesimpulan penelitian disertai saran-saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau cokelat tua, pada temperatur yang berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu aspal dapat menjadi lunak/cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton atau dapat masuk dalam pori-pori yang ada pada penyemprotan/penyiraman pada perkerasan macadam ataupun peleburan. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya(Sukiman, 1990)

Aspal yang dipergunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai:

- a. Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara aspal itu sendiri.
- b. Bahan pengisi, mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri.

Untuk dapat memenuhi kedua fungsi aspal itu dengan baik, maka aspal haruslah memiliki sifat adhesi dan kohesi yang baik, memberikan sifat fleksibel pada campuran, membuat permukaan jalan menjadi kedap air serta pada saat dilaksanakannya mempunyai tingkat kekentalan tertentu. Berdasarkan tempat diperolehnya, aspal dibedakan atas:

- a. Aspal alam, yaitu aspal yang didapat di suatu tempat di alam, dan dapat dipergunakan sebagaimana diperolehnya atau dengan sedikit pengolahan. Aspal alam ada yang diperoleh dari gunung-gunung ataupun danau.
- b. Aspal minyak, yaitu aspal yang merupakan residu pengilangan minyak bumi.

Aspal minyak dengan bahan dasar minyak dapat dibedakan atas (Sukirman S, 1999) :

- a. Aspal keras/panas (*asphalt cement*, AC), adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas. Aspal ini berbentuk padat pada keadaan penyimpanan (temperatur ruang).
- b. Aspal dingin/cair (*cut back asphalt*), adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan dingin.
- c. Aspal emulsi (*emulsion asphalt*), adalah aspal yang disediakan dalam bentuk emulsi. Dapat digunakan dalam keadaan dingin ataupun panas. Aspal emulsi dan aspal cair umumnya digunakan pada campuran dingin atau pada penyemprotan dingin.

Aspal bersifat termoplastis, berarti akan menjadi keras atau lebih kental

jika temperatur bertambah. Sifat ini dinamakan kepekaan terhadap perubahan temperatur.

Sifat lain dari aspal adalah *viscoelastic* sehingga akan melunak dan mencair bila mendapat cukup pemanasan dan sebaliknya. Sifat *viscoelastic* inilah yang membuat aspal dapat menyelimuti dan menahan agregat tetap pada tempatnya selama proses produksi dan masa layanan perkerasan dan berfungsi sebagai pelumas pada saat penghamparan dilapangan, sehingga memudahkan untuk dipadatkan. Disamping itu juga aspal berfungsi sebagai pengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat, sehingga untuk itu aspal harus mempunyai daya tahan (tidak cepat rapuh terhadap cuaca).

Menurut Sukiman (1999, hal 178) karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh campuran aspal campuran panas adalah:

- a) Stabilitas
- b) Durabilitas
- c) Fleksibilitas
- d) Tahanan geser
- e) Kedap air
- f) Kemudahan pekerjaan (*workability*)
- g) Ketahanan kelelahan

2.2 Agregat

Agregat yang digunakan pada penelitian ini diambil dari sungai bili-bili propinsi Sulawesi Selatan yang terdiri dari agregat atau batu, atau granural material adalah material berbutir yang keras dan kompak, istilah agregat mencakup antara lain batu bulat, batu pecah, abu batu dan pasir. Agregat mempunyai peranan yang sangat penting dalam perkerasan jalan karena jumlah yang dibutuhkan dalam campuran perkerasan umumnya berkisar antara 90-95% dari berat total campuran atau 75-85% dari volume campuran (*The Asphalt Institute, 1983*). Disamping dari segi jumlahnya, agregat juga berperan penting terhadap daya dukung perkerasan jalan yang sebagian besar ditentukan oleh karakteristik agregat yang digunakan. Pemilihan suatu agregat untuk material perkerasan jalan sangat ditentukan oleh ketersediaan material, kualitas dan harga material serta jenis konstruksi material yang digunakan.

a. Agregat Kasar

Fungsi agregat kasar adalah memberikan stabilitas campuran, dengan kondisi saling mengunci dari masing-masing partikel agregat kasar dan halus, batu pecah atau kerikil pecah.

Tabel 2.1 Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian	Standar	Nilai
Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i>	SNI 03-2417-1991	Maks.40%
Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 03-2439-1991	Min.95%
Partikel pipih dan lonjong	RSNI T-01-2005	Maks.10%
Material lolos saringan no.200	SNI 03-4142-1996	Maks.1%

sumber: Standar Nasional Indonesia (SNI)

b. Agregat Halus

Fungsi utama agregat halus adalah untuk memberikan stabilitas dan mengurangi deformasi permanen campuran melalui fraksi dan perilaku, yaitu dengan memperkokoh sifat saling mengunci dan mengisi rongga antar butir agregat kasar serta menaikkan luas permukaan dari agregat yang dapat diselimuti aspal, sehingga menambah keawetan perkerasan. Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan no.4 dan tertahan pada saringan 200.

Agregat halus harus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki.

c. Filler

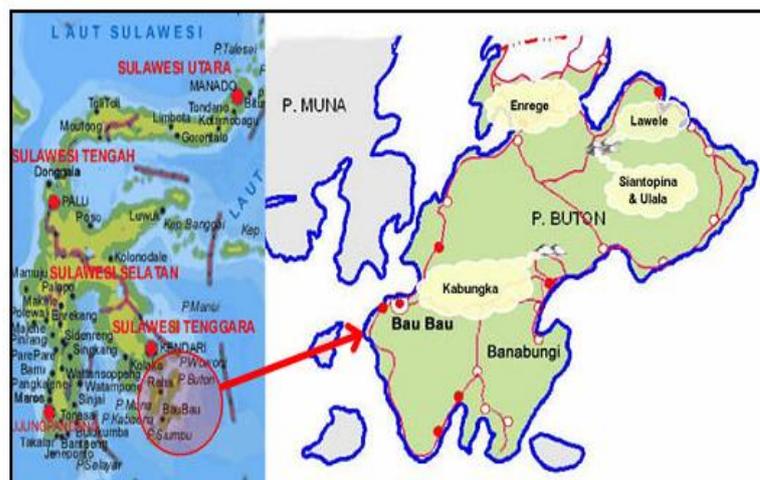
Fungsi dari bahan pengisi (*filler*) adalah untuk mengurangi kepekaan campuran terhadap temperatur. Penggunaan bahan pengisi harus dibatasi, jika terlalu banyak menyebabkan campuran getas dan mudah retak akibat beban lalu-lintas. Sebaliknya jika terlalu rendah akan menghasilkan campuran lunak dan tidak tahan cuaca.

2.3 Liquid Asbuton

2.3.1 Kandungan Asbuton di Pulau Buton

Liquid Asbuton memiliki penetrasi yang sangat rendah, sehingga sangat sulit untuk dipergunakan tanpa pencampuran dengan bahan lain. pada umumnya mengandung 60% sampai dengan 75% kadar bitumen sisanya adalah mineral 25%-40 % sebagai bahan pengisi alam, bitumen sebagian besar dibentuk oleh *asphaltene* dan sedikit *maltene* kadar stabilitas yang tinggi dan *malten*, yang terdiri dan *polyaromatics resin* (dengan struktur aromatik dan *naftenik*) dapat

memperbaiki stabilitas campuran beraspal. Kadar *aspalten* yang tinggi dalam *liquid* asbuton menyebabkan pengurangan penetrasi atau peningkatan *viscositas* aspal dan titik lembek aspal. Dapat digunakan bahan tambah modifier campuran aspal yang dipakai untuk memodifikasi aspal. Salah satu bahan modifikasi aspal minyak adalah bahan modifikasi alami *liquid* asbuton dari aspal alami Pulau Buton. *Liquid* Asbuton diproduksi di Kawasan Industri Makassar oleh satu perusahaan Nasional yang berdomisili di Makassar.



Gambar 2.1 Peta Lokasi Deposit Asbuton

(Sumber Pedoman pemanfaatan Asbuton)

Aspal Buton (*liquid* Asbuton) sebagai aspal alam harus dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin dalam program pembangunan infrastruktur jalan di Indonesia. Aspal Buton memiliki berbagai keunggulan dibandingkan

dengan aspal minyak yang saat ini harganya terus meningkat seiring dengan kenaikan harga minyak dunia.

Tabel 2.2 Deposit Asbuton

No.	Daerah	Kadar Aspal (%)	Deposit (juta ton)
1.	Kaburigka	10 – 20	60
2.	Winto	10 –20	3,20
3.	Winil	10 –20	0,60
4	Siantopina	10 –20	181,25
5.	Olala	10 –20	47,089
6.	Ereke	10 –20	174,725
7.	Lawete	20 –40	210

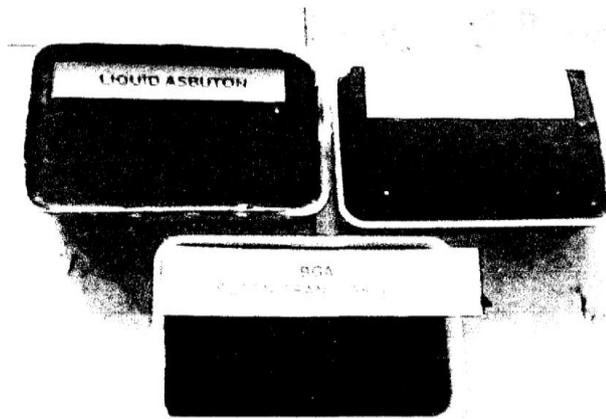
(Sumber Penelitian Asbuton Litbang)



Gambar 2.2 *Buton Rock Asphalt(BRA)*

2.3.2 *Liquid Asbuton*

*Liquid*Asbuton diproduksi dari *Buton Rock Aspal* (BRA) dalam bentuk bongkahan, kemudian ukuran diperkecil melalui *crusher* hingga *maximum size* 1 inci, selanjutnya dimasukkan ke dalam *dryer* untuk proses pengeringan dan kadar air dan dipanaskan dengan temperatur 90°C, selanjutnya masuk dalam ketel dan dipanaskan 130°C, kemudian sampai *mixer* dan dipanaskan lagi dengan temperatur 180°C sehingga seluruh kandungan aspal yang ada dalam batuan keluar, lalu selanjutnya disaring dengan ukuran saringan 2 - 4 mm. *Liquid* asbuton hasil penyaringan dimasukkan ke dalam drum aspal dan siap untuk digunakan.

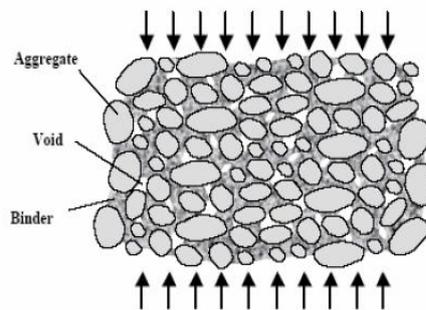


Gambar 2.3 *Liquid* Asbuton

2.4 Aspal Porous

Campuran aspal porous diciptakan supaya mempunyai kemampuan untuk mengalirkan air di atas permukaan agar masuk kedalam lapisan kedap air dan mengalirkan air kesaluran samping. Di Eropa campuran aspal porous di modifikasi ulang agar rongga-rongga udara berhubungan antara satu sama lain. Aspal porous adalah lapisan yang istimewa jika dipergunakan sebagai lapisan aus.

Gradasi aspal porous diperoleh dengan mencampurkan batu pecah *open graded* dengan *polymer modifier binder* dan mengandung rongga udara yang tinggi pada saat pemadatan. Modifikasi rongga udara sesuai dengan spesifikasi yaitu 15-25% agar dapat mengalirkan air masuk diatas lapisan kedap air dan mengalirkannya kesaluran samping sisi jalan. Gambar 2.5. memperlihatkan ciri bahan-bahan yang terdapat dalam suatu sistem campuran aspal porous.



Gambar 2.4 Sistem aspal berongga (*JKR/SPJ/2008-S4, 2008)



Gambar 2.5 Permukaan Aspal Porous (*UNHSC Design Specifications for Porous Asphalt Pavement and Infiltration Beds)

Aplikasi penggunaan campuran aspal porous telah lama dipraktikkan di Amerika Serikat dan Eropa. Di Malaysia, penggunaan campuran aspal porous masih permulaan yaitu sekitar tahun 1990'an. (Cahirul Abrar B Ali Ramdan)

2.4.1 Pengertian Aspal Porous

Menurut SetyawanA. Sanusi, campuran aspal porous merupakan generasi baru dalam perkerasan lentur, yang membolehkan air meresap ke dalam lapisan atas (*wearing course*) secara vertikal dan horizontal. Lapisan ini menggunakan gradasi terbuka (*open graded*) yang dihamparkan di atas lapisan aspal yang kedap air. Lapisan aspal porous ini secara efektif dapat memberikan tingkat keselamatan yang lebih terutama diwaktu hujan agar tidak terjadi *aquaplaning* sehingga menghasilkan kekesatan permukaan yang lebih kasar, dan dapat mengurangi kebisingan (*noise reduction*).



(b) Aspal berongga pada parkir (b) Aspal berongga pada jalan raya

Gambar 2.6 Penerapan Aspal Berongga (*mp palmer presentation*)

Aspal porous telah digunakan sebagai lapisan permukaan jalan pada daerah pedestrian seperti tempat-tempat pejalan kaki (*pedestrian walkways*) di taman-taman, trotoar dan untuk kendaraan ringan (*light vehicle*) seperti terlihat

pada Gambar 2.1.(a). Di Australia dan sejumlah negara lainnya telah menggunakan aspal berongga sebagai jalan utama seperti terlihat pada Gambar 2.1.(b). Selain sifat mekanik, maka mikro-struktur, ikatan antara material dan permeabilitas adalah karakteristik yang penting dari aspal porous digunakan untuk meredam kebisingan lalu lintas, meningkatkan ketahanan gelincir jalan dan permeabilitasnya digunakan untuk meneruskan air ke dalam tanah sehingga dapat digunakan untuk mengontrol dan mengatur limpasan air hujan. Telusur pustaka menunjukkan bahwa dewasa ini, sejumlah Negara mengadakan penelitian, pengembangan dan penerapan aspal berongga secara terus-menerus karena memberikan banyak keuntungan ekologi.

2.4.2 Keuntungan dan Kerugian dalam Penggunaan Aspal Porous:

- Keuntungan dalam penggunaan aspal porous:
 - a. Mengurangi tingkat kebisingan pada roda ban,
 - b. Mengurangi percikan dan semprotan air,
 - c. Efektif untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas pada musim hujan,
 - d. Mengurangi refleksi pantulan lampu pada permukaan jalan yang basah.
- Kerugian dalam penggunaan aspal porous:
 - a. Gaya gesek besar, tidak disenangi pada daerah perkotaan karena kecepatan di perkotaan kecil,

- b. Khususnya pada kondisi negara 4 musim, pada musim dingin digunakan garam untuk mencairkan es, maka garam akan merusak,
 - c. Aspal porous/aspal berpori membutuhkan perawatan khusus,
 - d. Biaya besar khususnya di daerah perkotaan karena memerlukan drainase khusus.
- Aspal porous tidak cocok digunakan untuk area:
 - a. Pada lalu lintas lambat, kecepatan di bawah 40 km/jam,
 - b. Volume lalu lintas melebihi 4.000 smp/ lajur/ hari saat pembukaan,
 - c. Terdapat fleksibilitas yang tinggi misalnya di atas jembatan,
 - d. Kekuatan struktur perkerasan di bawah standar,
 - e. Terdapat kecenderungan untuk melakukan akselerasi mendadak, mengerem dan membelok misalnya pada persimpangan utama,
 - f. Pengaliran bebas tidak dapat dilakukan sepanjang bahu jalan,
 - g. Pada sudut kemiringan permukaan lebih dari 10 %,
 - h. Panjang jalan kurang dari 100 m
 - Aspal porous sangat cocok digunakan untuk area (TRR No. 1265, 1990):
 - a. Daerah perkotaan yaitu pada jalan bebas hambatan dengan kecepatan tinggi,
 - b. Daerah yang ada kecenderungan air menggenang, seperti pada daerah yang terjadi perubahan ketinggian, jalan yang lebar dan

lingkungan dengan profil yang membujur dari jalan-jalan di daerah berbukit,

- c. Daerah padat penduduk seperti kompleks sekolah, rumah sakit, terowongan sehingga mengurangi gangguan kebisingan dan slip karena permukaan yang kasar.

2.4.3 Aplikasi Aspal Porous

Menurut *Nicholls C.*, alasan utama penggunaan aspal porous adalah meningkatkan keselamatan dengan mereduksi resiko *aqua-planing* dan mereduksi kebisingan lalu lintas.

2.5 Karakteristik Material Aspal Porous

Aspal porous terdiri dari agregat kasar dengan jumlah lebih besar, umumnya 75-85%, *binder* 4-7%, dan *filler* 2-4% dengan desain memiliki 15-25 % rongga udara.

2.5.1 Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan untuk aspal porous harus memenuhi kualitas fisik dan mekanis sebagai berikut:

1. Kehilangan berat setelah dilakukan pengetesan mesin *Los Angeles* < 25 %, berdasarkan ASTM C-131 atau SNI 03-2417-1991.
2. Kehilangan berat rata-rata setelah dilakukan test *magnesium sulfatesoundness* < 18%, sesuai AASHTO T-104 atau SNI 03-3407-1994.
3. Indeks kepipihan bila diuji < 25 %, berdasarkan MS-30 atau RSNI T-01-2005.
4. Absorpsi air < 2% berdasarkan pengujian MS-30 atau AASHTO T85 -81

2.5.2 Agregat Halus

Agregat halus terdiri dari bahan non-plastis dan harus bebas dari lumpur, tanah liat, bahan organik. Agregat halus yang digunakan untuk aspal porous harus memenuhi kualitas fisik dan mekanis sebagai berikut:

1. Fraksi agregat setara pasir yang lolos saringan no. 4 (4,75 mm) > 45 %, berdasarkan ASTM D 2419.
2. Angularitas agregat halus > 45 %, bila diuji berdasarkan ASTM C1252.
3. Kehilangan berat rata-rata pada tes *magnesium sulfate soundness* (lima putaran) < 20 %, berdasarkan AASHTO T 104 atau SNI 03-3407-1994.
4. Absorpsi air < 2 %, berdasarkan tes MS 30 atau AASHTO T 85-81.

2.5.3 Mineral Filler

Mineral *filler* terdiri dari abu batu (*fly ash*), dan tidak kurang dari 70% berat lolos saringan BS 75 μ . Bahan lain yang dapat digunakan sebagai *filler* adalah semen *portland*. Jumlah mineral filler yang digunakan tidak kurang dari 2% terhadap berat gabungan agregat, dan apabila menggunakan kapur hidrasi maka tidak boleh lebih dari 2%

2.5.4 Bitumen Binder

Aspal yang digunakan untuk aspal porous adalah aspal dengan *Performance Grade 76* (PG 76) atau yang lebih tinggi dengan mengacu AASHTO M320-02 atau dengan Aspal Konvensional (*pure bitumen*)

Tabel 2.3 Persyaratan aspal keras

No.	Pengujian	Metode	Yang Disyaratkan				
			Asbuton		Pen 60/70		Satuan
			Min	Max	Min	Max	
1	Penetrasi sebelum kehilangan berat	SNI. 06 - 2456 – 1991	40	60	60	70	0,1 MM
2	Titik lembek	SNI. 06 - 2434 – 1991	55	-	48	58	° C
3	Daktalitas (25 C, 5 cm/menit)	SNI. 06 - 2432 – 1991	50	-	100	-	Cm
4	Kelarutan dalam Triclor Etylen (C2 HCL3)	SNI. 06 - 2438 – 1991	90	-	99	-	% Berat
5	Titik nyala (COC)	SNI. 06 - 2433 – 1991	225	-	200	-	° C
6	Berat Jenis	SNI. 06 - 2441 – 1991	1	-	1	-	Gr
7	Kehilangan berat 163 C, 5 jam (thin film oven test)	SNI. 06 - 2440 – 1991	-	-	-	0,8	% Berat
8	Penetrasi setelah kehilangan berat	SNI. 06 - 2434 – 1991	-	-	54	-	% Asli
9	Viscositas 170 Cst (Temp. pencampuran)	SNI. 03 - 6721 – 2002	-	-	-	-	° C
10	Viscositas 280 Cst (Temp. pemadatan)	SNI. 06 - 6721 – 2002	-	-	-	-	° C

Sumber : (Unit Pelaksana Teknik Dinas Pengujian Material Jalan dan Jembatan Pemerintah

Sulawesi Selatan Dinas Bina Marga 2010)

2.6 Gradasi Gabungan Agregat

Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat, harus memenuhi batas-batas spesifikasi yang ditentukan sebelumnya. Gradasi agregat harus mempunyai jarak terhadap batas-batas toleransi.

Tabel 2.4 Gradasi agregat untuk campuran aspal porous

Ukuran Ayakan		Gradasi % Lolos Saringan
ASTM	(mm)	Australia
3/4"	19,1	100
1/2"	12,7	85-100
3/8"	9,5	45-70
2/7"	6,7	25-45
no. 4	4,76	10-25
no. 8	2,38	7-15
no. 16	1,18	6-12
no. 30	0,59	5-10
no. 50	0,27	4-8
no. 100	0,15	3-7
no. 200	0,074	2-5

Sumber : Australian Asphalt pavement association(AAPA),Edition 2 April 2004

2.7. Air Laut

Air laut adalah air dari laut atau samudera. Air laut memiliki kadar garam rata-rata 3,5%. Artinya dalam 1 liter (1000 mL) air laut terdapat 35 gram garam (terutama, namun tidak seluruhnya, garam dapur/NaCl). Air laut memiliki kadar garam karena bumi dipenuhi dengan garam mineral yang terdapat di dalam batu-

batuan dan tanah. Contohnya natrium, kalium, kalsium, dll. Apabila air sungai mengalir ke lautan, air tersebut membawa garam. Ombak laut yang memukul pantai juga dapat menghasilkan garam yang terdapat pada batu-batuan. Lama-kelamaan air laut menjadi asin karena banyak mengandung garam.

Kadar air laut merupakan salah satu faktor penting dalam mempelajari air laut. Unsur-unsur kimia yang terdapat dalam air laut berupa garam-garaman, gas terlarut, bahan organik dan partikel yang tak terlarut. Keberadaan garam-garaman mempengaruhi sifat fisis air laut (seperti densitas, kompresibilitas, titik beku dan temperatur dimana densitas menjadi maksimum) beberapa tingkat tetapi tidak menentukannya. Beberapa sifat lainnya seperti viskositas, daya serap cahaya tidak terpengaruh secara signifikan oleh salinitas

a. Derajat Keasaman (pH)

Menurut (Brotowidjoyo,1999) biasanya pH air laut itu 7,6-8,3 dan terutama mengandung ion HCO_3^- . Air lautan juga mengandung asam-asam lemah seperti asam karbon (H_2CO_3) dan asam boric (H_3BO_3) dan karena asam-asam itu berdisosiasi maka terjadilah kondisi bahwa air lautan itu sebagai buffer yang baik sekali yaitu bila kedalam larutan ditambahkan NaOH , maka H_2CO_3 dan H_3BO_3 akan lebih terdisosiasi dan pH air lautan konstan sampai H_2CO_3 dan H_3BO_3 itu terpakai semua, bila kedalam air laut ditambahkan asam keras seperti H_2SO_4 maka akan terjadi proses kebalikannya dan pH tetap konstan yaitu 7,6-8,3. Fakta inilah yang menjamin berbagai jenis ikan laut dapat hidup.

Berdasarkan pH, perairan dapat diklasifikasikan menjadi 3 yaitu asam dengan pH 3-6,9, netral antara 7-8,5 dan basa di atas 8,5. Dengan pH sebesar 8 di perairan) berarti terdapat organisme dalam jumlah banyak karena organisme/biota laut menyukai perairan dengan pH tersebut (Scribd, 2009).

b. Temperatur

Temperatur dipengaruhi oleh radiasi matahari, posisi matahari, letak geografis, kondisi awan dan interaksi antara air dan udara (proses penguapan, hantaran radiasi panas, presipitasi dan hembusan angin). Presipitasi dapat menurunkan suhu permukaan laut sedangkan evaporasi dapat meningkatkan suhu permukaan.

Pada suatu perairan yang distribusi temperaturnya secara vertikal akan menurun eksponensial ke bawah. Lapisan homogen di perairan cenderung disebabkan oleh angin yang bertiup sehingga menimbulkan gerakan turbulen pada lapisan atas. Umumnya lapisan ini ditemukan pada kedalaman 50-200 m. Pada kedalaman dibawah lapisan homogen, terjadi penurunan temperatur yang drastis dengan bertambahnya kedalaman, dimana daerah ini disebut daerah termoklin. Lapisan di bawah termoklin memiliki kondisi yang hampir homogen dimana suhu berkurang secara perlahan-lahan ke arah dasar perairan. Pengukuran suhu permukaan biasanya digunakan termometer air raksa.

c. Salinitas Air Laut

Air laut mengandung 3,5% garam-garaman, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut. Keberadaan garam-garaman mempengaruhi sifat fisis air laut (seperti: densitas, kompresibilitas, titik beku, dan

temperatur dimana densitas menjadi maksimum) beberapa tingkat, tetapi tidak menentukannya. Beberapa sifat (viskositas, daya serap cahaya) tidak terpengaruh secara signifikan oleh salinitas. Dua sifat yang sangat ditentukan oleh jumlah garam di laut (salinitas) adalah daya hantar listrik (konduktivitas) dan tekanan osmosis.

Garam-garaman utama yang terdapat dalam air laut adalah klorida (55%), natrium (31%), sulfat (8%), magnesium (4%), kalsium (1%), potasium (1%) dan sisanya (kurang dari 1%) terdiri dari bikarbonat, bromida, asam borak, strontium dan florida. Tiga sumber utama garam-garaman di laut adalah pelapukan batuan di darat, gas-gas vulkanik dan sirkulasi lubang-lubang hidrotermal (hydrothermal vents) di laut dalam.

Secara ideal, salinitas merupakan jumlah dari seluruh garam-garaman dalam gram pada setiap kilogram air laut. Secara praktis, adalah susah untuk mengukur salinitas di laut, oleh karena itu penentuan harga salinitas dilakukan dengan meninjau komponen yang terpenting saja yaitu klorida (Cl). Kandungan klorida ditetapkan pada tahun 1902 sebagai jumlah dalam gram ion klorida pada satu kilogram air laut jika semua halogen digantikan oleh klorida. Penetapan ini mencerminkan proses kimia wi titrasi untuk menentukan kandungan klorida.

d. Kimia Air Laut

Air di laut merupakan campuran dari 96,5% air murni dan 3,5% material lainnya seperti garam-garaman, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut. Sifat-sifat fisis utama air laut ditentukan oleh 96,5%

air murni. Unsur kimia yang tergabung dalam larutan air laut yaitu klor (Cl) 55%, Natrium (Na) 31%, kemudian Magnesium (Mg), Kalsium (Ca), Belerang (S), dan Kalium (K). disamping itu dalam jumlah kecil terdapat juga Bromium (Br), Karbon (C), Strontium (Sr), Barium (Ba), Silikon (Si), dan Fluorin (F). air laut juga mengandung larutan berbagai gas seperti Oksigen (O₂) dan gas asam arang (CO₂) yang merupakan kebutuhan vital bagi kehidupan vegetasi dan hewan laut.

Ion klorida adalah salah satu anion organik utama yang ditemukan di perairan alami. Ion klorida ditemukan dalam jumlah besar, sedangkan ion halogen lainnya ditemukan dalam jumlah yang relatif sedikit. Klorin, Bromin, dan Iodin terkandung pada air laut dalam bentuk garam-garam halida dari natrium, magnesium, kalium, dan kalsium. Klorida biasanya terdapat dalam bentuk senyawa natrium klorida (NaCl), Kalium klorida (KCl), dan Kalsium klorida (CaCl₂). Garam halida yang paling banyak adalah NaCl. Klorida membentuk kebanyakan garam zat terlarut dalam lautan bumi, kira-kira 1.9% komposisi air laut adalah ion klorida. Larutan klorida dengan kepekatan lebih tinggi dijumpai di Laut Mati.

Kadar klorida bervariasi menurut iklim. Pada perairan yang di wilayah yang beriklim basah (humid), kadar klorida biasanya kurang dari 10 mg/liter; sedangkan pada perairan di wilayah semi-arid dan arid (kering), kadar klorida mencapai ratusan mg/liter. Keberadaan klorida pada perairan alami berkisar antara 2-20 mg/liter. Kadar klorida 250 mg/liter dapat mengakibatkan air menjadi asin. Air laut mengandung klorida sekitar 19.300 mg/liter. Rasa asin pada air laut berasal dari garam. air laut terdiri atas 96% air dan 3% garam (Sodium Klorida),

1% berupa sejumlah mineral seperti kalsium dan magnesium. garam berasal dari batuan dan mineral yang dilarutkan oleh air hujan yang turun dan masuk kesungai yang akan membawa air dan garam kelaut.

Air laut adalah salah satu penyebab kerusakan perkerasan jalan karena mengandung kadar garam (Salinitas) yang tinggi, Salinitas menunjukkan banyaknya (gram) zat-zat terlarut dalam (satu) kilogram air laut, dimana dianggap semua karbonat telah diubah menjadi oksida dan unsur Bromida (Br), Iodium (I) diganti oleh Klorida (Cl) dan semua bahan organik telah dioksidasi secara sempurna. Kemudian PH air laut sangat penting kita ketahui karena mengontrol tipe dan laju kecepatan reaksi beberapa bahan yang terendam dalam air laut, biasanya PH air laut >7.

Tabel 2.5 Karakteristik Air laut Selat Makassar

No	Parameter	Hasil pemeriksaan	Satuan
1	Warna	keruh	-
2	Bau	agak bau	-
3	PH	7.8	-
4	Kadar Klorida (Cl ⁻)	28.91	mg/lt
5	Kadar Sulfat (SO ₄ ²⁻)	34	mg/lt
6	Alkalinity phenol pthaline	10.86	mg/lt
7	Alkalinity Hidroksi	257.66	mg/lt
TOTAL ALKALINITY		268.52	mg/lt
8	Keasaman methyl jingga	0	
9	keasaman Phenol Pthaline	11.543	mg/lt
TOTAL KEASAMAN		11.543	mg/lt

Sumber: BKMKG. 2006

2.8. Air Tawar

a. Sifat Fisis Air Tawar

Air tawar pada umumnya tidak berwarna, sehingga tampak bersih, bening dan jernih. Tetapi pada beberapa jenis air tawar juga bisa memperlihatkan warna yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan karena sedimen (bebatuan) dan organisme yang hidup di dalamnya.

Air permukaan dan air sumur pada umumnya mengandung bahan-bahan metal terlarut seperti Na, Mg, Ca, dan Fe. Air yang mengandung komponen-komponen tersebut dalam jumlah tinggi disebut *air sadah*. Walaupun bahan-bahan tersuspensi dan bakteri mungkin telah dihilangkan dari air tersebut, namun demikian air minum dimungkinkan masih mengandung komponen-komponen terlarut.

Pada dasarnya *air murni* tidak enak untuk diminum karena beberapa bahan yang terlarut dapat memberikan rasa yang spesifik terhadap air minum. Oleh karena itu, air minum yang lazim diperdagangkan bukan merupakan air murni. Jadi air yang tidak tercemar, merupakan air yang tidak mengandung bahan-bahan asing tertentu dalam jumlah melebihi batas yang ditetapkan sehingga air tersebut dapat digunakan secara normal untuk berbagai keperluan. Adanya benda-benda asing yang mengakibatkan air tidak dapat digunakan secara normal disebut dengan polusi/pencemaran. Kebutuhan makhluk hidup akan air sangat bervariasi, maka batasan-batasan pencemaran untuk berbagai jenis air juga berbeda.

Warna air pada dasarnya dibedakan menjadi warna sejati (*true color*) yang disebabkan oleh bahan-bahan terlarut, dan warna semu (*apparent color*), yang selain disebabkan oleh adanya bahan-bahan terlarut juga karena adanya bahan-bahan terlarut juga karena adanya bahan-bahan tersuspensi, seperti yang bersifat koloid.

Air yang normal pada dasarnya tidak mempunyai rasa. Timbulnya rasa pada air lingkungan (*kecuali air laut yang mempunyai rasa asin*) merupakan indikasi kuat bahwa air telah tercemar. Rasa yang menyimpang tersebut biasanya disebabkan oleh adanya polusi, dan rasa yang menyimpang tersebut biasanya dihubungkan dengan baunya karena pengujian terhadap rasa air jarang dilakukan.

Kenaikan suhu air (*Raising of Temperature*)

Air menstabilkan suhu udara dengan menyerap panas dari udara yang lebih hangat dan kemudian melepaskannya ke udara yang lebih dingin. Air cukup efektif sebagai penyimpan panas karena dapat menyerap dan melepaskan panas dalam jumlah besar, dengan hanya mengalami sedikit perubahan suhu.

Proses suatu industry pada umumnya menimbulkan panas. Untuk menormalkan suhu biasanya digunakan air sebagai pendinginnya. Suhu air sungai yang relative tinggi dapat ditandai seperti munculnya ikan dan hewan air lainnya ke permukaan untuk mendapatkan oksigen.

b. Sifat Kimia Air Tawar

Di samping sifat-sifat fisiknya, sifat-sifat kimia air juga sangat sesuai untuk kehidupan. Di antara sifat-sifat kimia air, yang terutama adalah bahwa air merupakan pelarut yang baik: Hampir semua zat kimia bisa dilarutkan dalam air. Zat-zat yang bercampur dan larut dengan baik dalam air (misalnya garam-garam) disebut sebagai zat-zat "hidrofilik" (pencinta air), dan zat-zat yang tidak mudah tercampur dengan air (misalnya lemak dan minyak), disebut sebagai zat-zat "hidrofobik" (takut-air).

Kelarutan suatu zat dalam air ditentukan oleh dapat tidaknya zat tersebut menandingi kekuatan gaya tarik-menarik listrik (gaya intermolekul dipol-dipol) antara molekul-molekul air. Jika suatu zat tidak mampu menandingi gaya tarik-menarik antar molekul air, molekul-molekul zat tersebut tidak larut dan akan mengendap dalam air.

Konsekuensi yang sangat penting dari sifat kimia ini adalah mineral-mineral dan zat-zat yang berguna yang terkandung tanah terlarut dalam air dan dibawa ke laut oleh sungai. Air juga mempercepat (mengkatalisis) hampir semua reaksi kimia yang diketahui. Sifat kimia air yang penting lainnya adalah reaktivitas kimianya ada pada tingkat yang ideal. Air tidak terlalu reaktif yang membuatnya berpotensi merusak (seperti asam sulfat) dan tidak juga terlalu lamban (seperti argon yang tidak bereaksi kimia).

Tabel 2.6 Karakteristik air tawar/ air standar laboratorium

No	Parameter	Hasil pemeriksaan	Satuan
1	Warna	jernih	-
2	Bau	tidak bau	-
3	PH	6.9	-
4	Kadar Klorida (Cl ⁻)	36.31	mg/lt
5	Kadar Sulfat (SO ₄ ²⁻)	7	mg/lt
6	Alkalinity phenol pthaline	0.247	mg/lt
7	Alkalinity Hidroksi	169.88	mg/lt
TOTAL ALKALINITY		170.154	mg/lt
8	Keasaman methyl jingga	0	
9	keasaman Phenol Pthaline	7.469	mg/lt
TOTAL KEASAMAN		7.469	mg/lt

Sumber: Laboratorium Kimia MIPA – Universitas Hasanuddin

2.9. Penelitian Yang Menjadi Acuan Penelitian

Adapun penelitian yang dijadikan bahan acuan pada penyusunan penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

- 1). M. W. Tjaronge et.al, (2011) telah melakukan penelitian pengaruh air laut terhadap aspal porous dengan liquid asbuton sebagai pengikat. Penelitian ini menghasilkan kadar aspal optimum (KAO) 6,5 dari variasi kadar aspal 4,5 sampai 6,5. Hasil ini didapat dengan perendaman aspal porous pada suhu 60⁰ dalam air laut selama 40 menit dengan melihat hasil pengujian cantabro, dan marshall test.
- 2). A. Rahim (2011) menyatakan bahwa bahwa campuran beraspal porous menunjukkan pengaruh terhadap nilai karakteristik aspal porous dimana aspal porous mengalami penurunan kekuatan terutama dari akibat tingginya suhu rendaman serta dengan lamanya perendaman yang dilakukan. Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah:

- a. Rendaman air laut menunjukkan pengaruh terhadap karakteristik aspal porous khususnya pada perendaman menggunakan suhu 60°C dibandingkan dengan perendaman pada suhu ruang (27°C) dimana dapat dilihat jelas garis trendline grafik tiap hasil pengujian yang menunjukkan penurunan yang cukup signifikan disemua pengujian yang telah dilakukan.
 - b. Tingkat Durabilitas / keawetan dari campuran menunjukkan aspal porous yang dibuat memiliki ketahanan perendaman 6 jam untuk perendaman dengan suhu 60°C serta memiliki ketahanan perendaman 18 jam untuk perendaman dengan suhu ruang (27°C).
 - c. Pengaruh rendaman dan suhu yang diberikan terhadap penurunan nilai karakteristik aspal porous disebabkan oleh kereaktifan senyawa Parafin dari dalam aspal dalam hal kepekaannya terhadap suhu serta nilai porositas yang tinggi yang dimiliki oleh campuran sehingga memberi dampak penurunan nilai kekuatan nilai karakteristik yang dimiliki campuran.
- 3). Sartika (2012) melakukan penelitian tentang pengaruh perendaman aspal porous terhadap stabilitas marshall dan ketahanan segregasi pada air laut dengan suhu bervariasi. Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:
- a. Kenaikan suhu mempengaruhi nilai stabilitas *marshall* dan *flow* dimana pada setiap kenaikan suhu, nilai *marshall quotient* mengalami penurunan.
 - b. Pengaruh lamanya durasi perendaman *liquid* Asbuton dalam campuran aspal porous pada air laut dapat terlihat pada nilai *cantabro loss* yang semakin menurun pada setiap penambahan durasi perendaman .

- c. Molekul-molekul aspal, aspalten, resin, aromatik dan *saturated*, memiliki ikatan dan berikatan secara kimia satu dengan yang lainnya. Ikatan ini sangat lemah dan sangat dipengaruhi oleh panas, dari hasil analisis grafik hubungan beberapa parameter yaitu *marshall quotient*, *cantabro*, porositas, dan permeabilitas disimpulkan bahwa sifat kimia aspal sangat reaktif dengan keberadaan senyawa pada mineral air laut, dan reaksi ini dipercepat dengan adanya kenaikan suhu perendaman.
- 4). Muthiah (2012) menyatakan bahwa perendaman air laut menggunakan variasi suhu dan lama perendaman memberikan pengaruh terhadap nilai kuat tekan tarik pada aspal porous. Dari hasil pengujian ITS (Indirect Tensile Strength) yang dilakukan menunjukkan bahwa variasi suhu dan lama perendaman air laut menunjukkan pengaruh terhadap karakteristik aspal porous. Semakin lama benda uji direndam dan semakin besar suhu yang diberikan, maka semakin kecil nilai kuat tekan tarik langsungnya (ITS).