

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perkerasan Jalan

Menurut Sulaksono (2001) dijelaskan bahwa suatu konstruksi jalan terdiri atas hal berikut:

1. Tanah dasar, yaitu tanah yang dipampatkan, baik hasil dari galian maupun hasil timbunan. Tanah dasar ini merupakan badan jalan yang disiapkan sedemikian rupa sehingga cukup pampat, kedap air, stabil, serta tidak retak pada saat musim panas dan tidak licin pada saat hujan. Pada saat terbebani, maka beban akan menyebar kedalam tanah dalam bentuk tegangan tanah, Tegangan ini akan menyebar sehingga dapat menyebabkan terjadinya lendutan dan akhirnya keruntuhan.
2. Lapis fondasi, yaitu lapis yang terdiri dari lapis fondasi atas dan lapis fondasi bawah. Lapisan ini merupakan fondasi dari suatu struktur perkerasan. Distribusi beban dan kekuatan struktur ditentukan pada lapisan ini.
3. Lapis permukaan, yaitu lapisan yang langsung berhubungan beban. Karena kontak langsung dengan beban kendaraan maka lapisan ini akan mengalami tekanan geser dan memiliki daya tahan yang baik.

Menurut Sukiman (1992) berdasarkan bahan pengikatnya suatu konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi:

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu suatu perkerasan jalan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan

perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ketanah dasar. Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapis permukaan (*surface course*), lapis fondasi atas (*base course*), lapis fondasi bawah (*subbase course*), dan tanah dasar (*subgrade*). Suatu lapis perkerasan dikatakan baik jika memiliki:

- a. Stabilitas yang tinggi,
 - b. Durabilitas yang tinggi
 - c. Kelenturan atau fleksibilitas
 - d. *Workability* yang baik
 - e. Skid resistance (*kekesatan / ketahanan geser*) yang tinggi
2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu suatu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikatnya, pelat beton dengan ataupun tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis fondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.
 3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu suatu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur, baik berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku, ataupun sebaliknya.

2.2. Agregat

Menurut Departemen Pekerjaan Umum pada Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk Jalan Raya, SKBI-2.4.26.1987, agregat merupakan sekumpulan butir-butirs batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya, baik

berupa hasil alam maupun hasil buatan. Berdasarkan besar ukuran ayakan agregat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu:

1. Agregat halus adalah agregat yang lolos ayakan No.8 atau 2,38 mm,
2. Agregat kasar adalah agregat yang tertahan pada ayakan No.8 atau 2,38 mm,
3. Bahan pengisi (*filler*) adalah bahan berbutir halus yang lolos ayakan No.30 dimana persentase berat butir yang lolos ayakan No.200 minimum 65%.

2.3. Aspal

Menurut Totomihardjo (2004) ada beberapa persyaratan aspal sebagai bahan perkerasan jalan, yaitu:

1. Kekakuan/kekerasan (*stiffness*),
2. Sifat mudah dikerjakan (*workability*),
3. Kuat tarik (*tensile strength*) dan adhesi,
4. Tahan terhadap cuaca.

Menurut Sulaksono (2001) aspal adalah sejenis mineral yang umumnya digunakan untuk konstruksi jalan, khususnya perkerasan lentur. Aspal merupakan material organik (*hydrocarbon*) yang kompleks, yang diperoleh langsung dari alam atau dengan proses tertentu. Aspal berbentuk cair, semipadat dan padat pada suhu ruang (25⁰ C). Penggunaan aspal sebagai material perkerasan cukup luas, mulai dari lapis permukaan, lapis fondasi, lapis aus, maupun lapis penutup. Aspal dibedakan menjadi lima, yaitu:

1. Aspal alam

Aspal alam ditemukan di pulau Buton, Perancis, Swiss, dan Amerika Selatan. Menurut sifat kekerasannya aspal alam dapat dibagi menjadi dua, yaitu *rock asphalt* dan *lake asphalt*.

2. Aspal buatan

Jenis aspal ini dibuat dari minyak bumi sehingga dikenal sebagai aspal minyak, selain itu aspal ini harus dipanaskan terlebih dulu sebelum digunakan, sehingga juga sering disebut sebagai aspal panas. Bahan baku minyak bumi yang baik untuk pembuatan aspal adalah minyak bumi yang mengandung *parafin*. Untuk bahan aspal *parafin* kurang disukai karena akan mengakibatkan aspal bersifat getas, mudah terbakar dan memiliki daya lekat yang buruk dengan agregat. Minyak bumi dapat digolongkan ke dalam 3 kelompok, yaitu:

- a. *Parafin base crude oil* adalah minyak bumi yang berkadar *parafin* tinggi,
- b. *Asphaltene base crude oil* adalah minyak bumi dengan kadar *parafin* rendah,
- c. *Mixed-base crude oil* adalah campuran dari keduanya,

Asphaltene base crude oil mengandung banyak banyak gugusan aromatik dan siklik sehingga kadar aspalnya tinggi sedangkan kadar *parafin*nya rendah. Minyak bumi tersebut lalu disuling untuk memisahkan bagian-bagian yang sukar menguap. Sisa dari destilasi ini disuling kembali pada suhu yang sama namun pada tekanan rendah (hampa udara) dan akan menghasilkan fraksi-fraksi seperti gas, minyak pelumas, dan sebagai sisa akan dihasilkan aspal semen.

3. Aspal cair

Aspal cair adalah aspal keras yang diencerkan dengan 10 – 20% *kerosin*, *white spirit* atau *gas oil* untuk mencapai viskositas tertentu dan memenuhi fraksi destilasi tertentu. Viskositas ini dibutuhkan agar aspal tersebut dapat menutupi agregat dalam waktu singkat dan akan meningkat terus sampai pekerjaan pemadatan dilaksanakan.

4. Aspal emulsi

Aspal emulsi adalah aspal yang lebih cair daripada aspal cair dan mempunyai sifat dapat menembus pori-pori halus dalam batuan yang tidak dapat dilalui oleh aspal cair biasa karena sifat pelarut yang membawa aspal dalam emulsi mempunyai daya tarik terhadap batuan yang lebih baik daripada pelarut dalam aspal cair, terutama apabila batuan tersebut agak lembab.

5. Tar

Tar adalah sejenis cairan yang diperoleh dari material organis seperti kayu atau batubara melalui proses destilasi dengan suhu tinggi tanpa zat asam.

Menurut Departemen Pekerjaan Umum pada Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya, SKBI-2.4.26.1987, aspal dibedakan menjadi tiga jenis yaitu:

1. Aspal keras, adalah suatu jenis aspal minyak yang merupakan residu hasil destilasi minyak bumi pada keadaan hampa udara, yang pada suhu normal dan tekanan atmosfer berbentuk pampat.
2. Aspal cair, adalah aspal minyak yang pada suhu normal dan tekanan atmosfer berbentuk cair, terdiri dari aspal keras yang diencerkan dengan bahan pelarut.

3. Aspal emulsi, adalah suatu jenis aspal yang terdiri dari aspal keras, air, dan bahan pengemulsi dimana pada suhu normal dan tekanan normal berbentuk cair.

2.4. Bahan Pengisi (*Filler*)

Menurut Departemen Pekerjaan Umum pada Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya, SKBI-2.4.26.1987, bahan pengisi (*filler*) adalah bahan berbutir halus yang lolos ayakan No.30 dimana persentase berat butir yang lolos ayakan No.200 minimal 65%.

2.5. Air Laut

Menurut Wikipedia (2010) Air laut adalah air yang berasal dari laut atau samudera yang memiliki kadar garam rata-rata 3,5%, artinya dalam 1 liter air laut terdapat 35 gram garam. Perbedaan utama antara air laut dan air tawar adalah, adanya kandungan garam dalam air laut, sedangkan pada air tawar tidak mengandung garam.

2.6. Karet sol

Menurut Artikata (2012) Sol diartikan sebagai koloid yang memiliki fase cair kontinyu yang solid dan tersuspensi dalam cairan. Sol merupakan Campuran cairan kolid dengan cairan, larutankoloid cair, atau suspensi.

Menurut Leather Safety Shoes (2012) PU (Polyurethane) adalah senyawa yang terdiri dari banyak gelembung udara kecil untuk memberikan penyerapan

kejutan yang tidak ada duanya dan daya tahan. PU Sol banyak diproduksi karena kekautan ikatan yang tinggi, pegangan yang sangat baik dan tahan terhadap air.

Menurut Malcom (2001) dalam Karya Ilmiah Universitas Sumatra Utara, Karet merupakan politerpena yang disintesis secara alami melalui polimerisasi enzimatis isopentilpirofosfat. Unit ulangnya adalah sama sebagaimana 1,4-poliisoprena. Dimana isoprena merupakan produk degradasi utama karet. Bentuk utama dari karet alam, yang terdiri dari 97% cis-1,4-isoprena, dikenal sebagai Hevea Rubber. Hampir semua karet alam diperoleh sebagai lateks yang terdiri dari 32-35% karet dan sekitar 5% senyawa lain, termasuk asam lemak, gula, protein, sterol ester dan garam. Lateks biasa dikonversikan ke karet busa dengan aerasi mekanik yang diikuti oleh vulkanisasi.

Menurut Stichting (1983) dalam Karya Ilmiah Universitas Sumatra Utara (2010), untuk melindungi barang dari karet terhadap oksidasi, maka hamper selalu ditambahkan antioksidan. Antioksidan-antioksidan ini dibagi menjadi dua golongan:

1. Yang menyebabkan perubahan warna dari barang karet. Ini hanya dapat dipakai dalam campuran yang berwarna tua atau hitam
2. Yang tidak menyebabkan perubahan warna dan dapat dipakai untuk barang yang berwarna muda atau putih

Sifat-sifat karet alam warnanya agak kecoklat-coklatan, tembus cahaya atau setengah tembus cahaya, dengan berat jenis 0,91-0,93. Sifat mekaniknya tergantung pada derajat vulkanisasi, sehingga dapat dihasilkan banyak jenis sampai jenis yang kaku seperti ebonite. Temperatur penggunaan yang paling

tinggi sekitar 99°C, melunak pada 130°C dan terurai sekitar 200°C. Sifat kimianya jelek terhadap ketahanan minyak dan ketahanan pelarut. Zat tersebut dapat larut dalam hidrokarbon, ester asam asetat, dan sebagainya. Karet yang kenyal agar mudah didegradasi oleh sinar UV dan ozon.

Menurut Marthan (1998) dalam Karya Ilmiah Universitas Sumatra Utara (2010), sol sepatu adalah permukaan sepatu yang langsung bersentuhan dengan lantai. Sol biasanya tercetak terpisah atau mempunyai rancangan yang dibuat oleh sebuah calendar. Sol sepatu merupakan salah satu faktor penentu kualitas sepatu. Sol sepatu boots dibuat dari kompon keras (hard sol). Umumnya, sepatu boots dibuat dengan warna dasar hitam. Karena itu pembuatan sol sepatu boots digunakan bahan yang sifatnya keras dan bahan pengisi dari hitam arang. Syarat utama yang harus dimiliki oleh sol adalah ketahanan, kelenturan, kekerasan, daya tarik, kondisi penyimpanan serta bagian atas sol yang melekat. Dalam pembuatan sol sepatu kompon merupakan campuran karet mentah dengan beberapa bahan kimia (ZnO, St acid, chemisil, paraffinic oil, TiO₂, SP, sulfur, MBTS, DPG, DEG, CaCO₃) yang terlebih dahulu diramu dengan mencampurkannya menggunakan open mill atau banburi untuk mendapatkan kompon karet yang siap divulkanisasi. Kedalam kompon ditambahkan bahan pengisi dengan tujuan untuk meningkatkan sifat mekanik, memperbaiki karakteristik pengolahan dan menurunkan biaya.

Menurut Profil Industri Kecil (1986) dalam Karya Ilmiah Universitas Sumatra Utara (2010), penggunaan sol karet di Indonesia ini sangat besar, dari data hasil survei potensi industri alas kaki, diperkirakan 50% dari konsumsi sol di Indonesia adalah sol karet.

Menurut SBP Board Of Consultants and Engineers (1987) dalam Karya Ilmiah Universitas Sumatra Utara, Sebenarnya formula sol sepatu sangat bervariasi, tergantung pada kualitas dan karakteristik tertentu yang perlu dipertimbangkan tetapi umumnya formula dasarnya tertera pada Tabel 2.1. :

Tabel 2.1. Formula Kompon Sol Sepatu Secara Umum

Bahan-bahan:	Kompon:
Karet alam	50 sampai 100
ZnO	3 sampai 5
Asam lemak	0,5 sampai 2,5
Antioksidan	0 sampai 1
Bahan-bahan :	Kompon :
Belerang (sulfur)	2 sampai 4
Pigmen / pewarna*	80 sampai 200
Resin atau Oli	5 sampai 30
Pencepat	0,5 sampai 1,5

2.7. Pengaruh Kehadiran Air Pada Perkerasan Jalan

2.7.1. Pengaruh air terhadap aspal

Menurut Whiteoak (1991) dalam Rano (2005), aspal merupakan senyawa *Hydrogen* (H) dan *Carbon* (C) yang terdiri dari *parafins*, *naphtalene* dan *aromatics*. Pada dasarnya aspal dan air tidak bisa tercampur bila *film* (selimut) aspal masih berfungsi dengan baik. *Film* aspal akan rusak akibat terjadinya oksidasi. Peristiwa oksidasi terjadi akibat O_2 yang mengikat senyawa H_2 dari aspal menjadi H_2O . Akibat oksidasi terbentuk lapisan tipis yang melindungi aspal, tetapi lapisan tipis ini mudah rusak terhadap pembebanan yang ada. Sehingga membuka kesempatan oksidasi bagi lapisan dibawahnya.

2.7.2. Pengaruh air terhadap agregat

Menurut Whiteoak (1991) dalam Rano (2005), secara umum kehadiran air pada agregat memang tidak mempengaruhi agregat secara fisik, namun kehadiran air pada agregat tersebut akan mempengaruhi daya lekat antara aspal dengan agregat. Hal tersebut disebabkan *afinitas* (daya tarik/keterikatan) air terhadap agregat lebih besar dibandingkan aspal terhadap agregat.

2.7.3. Pengaruh air terhadap aspal beton

Menurut Whiteoak (1991) dalam Rano (2005), pada sistem agregat dan aspal, kegagalan dapat dikarenakan permasalahan kohesi dan adhesi. Kegagalan karena kehadiran air terhadap aspal beton hampir pasti disebabkan hilangnya adhesi dan kohesi dari aspal dan agregat. Permasalahan adhesi dengan adanya air meningkat melalui 2 cara yaitu, karena agregat dalam keadaan basah sebelum pencampuran dan karena pengaruh hujan pada material setelah dihamparkan.

2.8. Kerusakan (*Disintegrasi*) Pada Aspal beton

Menurut The Asphalt Institute (1983) dalam Rano (2005), *disintegrasi* adalah terpecahnya atau terpisahnya suatu struktur perkerasan menjadi fragmen-fragmen kecil dan terpisah-pisah.

Menurut Wood dan Adcox Jr (2002) dalam Rano (2005), *disintegrasi* adalah hilangnya bagian-bagian individual atau terpisahnya komponen-komponen *hot mix asphalt* (HMA) satu sama lain. Ketidaktepatan proporsi campuran aspal beton adalah salah satu faktor yang juga dapat menyebabkan terjadinya *disintegrasi*.

Menurut Roberts, et al (1991), salah satu bentuk *disintegrasi* pada aspal beton adalah *stripping*. *Stripping* adalah kerusakan akibat pengaruh kelembaban. Beberapa hal yang dapat dilakukan untuk meminimalkan terjadinya *stripping* yaitu dengan mengeringkan agregat sehingga kandungan airnya dapat diterima terutama saat pencampuran dengan semen, melakukan pemadatan yang cukup untuk meminimalkan penetrasi air kedalam struktur perkerasan, karena *stripping* tidak akan terjadi tanpa adanya air.

2.9. Sifat-Sifat Marshall

1. *Density*

Menurut Roberts, F.L (1991) kadar aspal naik, *density* ikut naik mencapai puncaknya lalu turun. Puncak kepampatan biasanya bersamaan dengan kadar aspal optimum dan stabilitas puncak. Kepampatan yang tinggi akan menghasilkan kemampuan untuk menahan beban yang tinggi serta kedekatan terhadap air dan udara yang tinggi.

2. *Void Filled With Asphalt (VFWA)*

Menurut Roberts, F.L (1991), *VFWA* adalah persentase rongga dalam agregat padat yang terisi aspal. Nilai *VFWA* yang terlalu tinggi dapat menyebabkan naiknya aspal ke permukaan saat suhu perkerasan tinggi, jika terlalu rendah berarti campuran bersifat porous dan mudah teroksidasi.

3. *Void In The Mix (VITM)*

Menurut Sukirman, S (2003) *VITM* adalah volume pori yang masih tersisa setelah campuran beton dipadatkan. *VITM* dibutuhkan untuk tempat

bergesernya butir-butir agregat, akibat pemadatan tambahan yang terjadi oleh repetisi beban lalu lintas. *VITM* yang terlalu besar akan menyebabkan aspal beton berkurang kekedapan airnya, sehingga proses oksidasi menjadi meningkat dan mempercepat penuaan aspal dan akan menurunkan sifat durabilitas aspal beton. Jika *VITM* terlalu kecil akan mengakibatkan terjadinya *bleeding* jika temperatur meningkat.

4. Stabilitas

Menurut Sukirman, S (2003) stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur dan *bleeding*. Kebutuhan stabilitas sebanding dengan fungsi jalan dan beban lalu lintas yang akan dilayani. Semakin tinggi volume lalu lintas dan dominan dilalui kendaraan berat, maka dibutuhkan stabilitas yang tinggi. Sebaliknya, jika jalan hanya untuk lalu lintas ringan, tidak diperlukan stabilitas yang sangat tinggi.

5. *Flow*

Menurut Roberts, F.L (1991) *flow* dalam terminologi *Marshall Test* adalah besarnya deformasi vertikal sampel yang terjadi saat mulai awal pembebanan sampai pada kondisi kestabilan mulai menurun. Nilai *flow* dipengaruhi banyak faktor antara lain kadar dan viskositas aspal, suhu, gradasi, dan jumlah pemadatan. Nilai *flow* yang terlalu tinggi menunjukkan campuran bersifat plastis dan lebih mampu mengikuti deformasi akibat beban, sedangkan *flow* yang terlalu rendah menunjukkan campuran tersebut

memiliki rongga yang tidak terisi aspal lebih tinggi dari kondisi normal, atau kandungan aspal terlalu rendah sehingga berpotensi terjadi keretakan.

6. *Marshall Quotient*

Menurut Bustaman (2000), *Marshall Quotient* adalah hasil bagi dari stabilitas terhadap kelelahan (*flow*) yang digunakan untuk pendekatan terhadap tingkat kekakuan atau fleksibilitas campuran. Nilai *Marshall Quotient* yang tinggi menunjukkan nilai kekakuan lapis keras yang tinggi. Jika nilai *Marshall Quotient* terlalu tinggi akan mudah terjadi keretakan akibat beban lalu lintas yang berulang-ulang. Sebaliknya, jika terlalu rendah menunjukkan campuran terlalu plastis atau fleksibel yang mengakibatkan lapis keras akan mudah berubah bentuk bila menahan beban lalu lintas.

2.10. Penelitian Sejenis

Dari hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Prayoga (2002) dalam “Pengaruh penambahan limbah karet sol pada parameter marshall campuran aspal beton”, diperoleh kadar aspal optimum adalah 5,475%, dengan campuran tanpa limbah karet sol dengan nilai stabilitas 1178,25 kg, flow 3,75 mm, VITM 5,3%, VFWA 20,72%, dan Marshall quotient 313,24 kg/mm. Pengaruh penambahan limbah karet sol ditinjau dari stabilitas Marshall pada penambahan 2% diperoleh stabilitas Marshall 1132,8 kg, pada penambahan 4% diperoleh stabilitas Marshall 1111,37 kg, pada penambahan 6% diperoleh stabilitas Marshall 1283,91 kg, pada penambahan 8% diperoleh stabilitas Marshall 1300,63 kg, pada penambahan 10% diperoleh stabilitas Marshall 1427,28 kg. Hal

ini menunjukkan bahwa penambahan limbah karet sol pada campuran berpengaruh terhadap parameter Marshall, dimana nilai stabilitas Marshall semakin naik dengan bertambahnya kadar limbah karet sol dalam campuran.

Menurut Syukri (1999) dalam Rano (2005), air laut secara umum dikenal sebagai musuh utama konstruksi perkerasan jalan Laston, air laut banyak mengandung unsur-unsur yang diantaranya ada yang sangat merugikan terhadap suatu perkerasan jalan. Jika air laut menggenangi suatu perkerasan jalan dan ditambah dengan beban lalu lintas yang tinggi akan sangat berpengaruh terhadap kekuatan suatu perkerasan jalan tersebut.

Menurut Rano (2005), campuran aspal beton yang terendam air laut menyebabkan berkurangnya ikatan antara aspal dan agregat. Pengaruh air laut terhadap aspal beton, memacu terjadinya diintegrasi/kerusakan. Nilai stabilitas turun secara berkala seiring dengan bertambahnya waktu terendam air laut. Kehadiran air laut sangat berpengaruh terhadap stabilitas dari suatu struktur perkerasan, sehingga dapat disimpulkan bahwa perkerasan dalam hal ini lapis aspal beton (Laston) tidak tahan terhadap pengaruh air laut.