

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Jalan

Jalan adalah seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas yang berada pada permukaan tanah, diatas permukaan tanah dan atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel (UU. No. 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan).

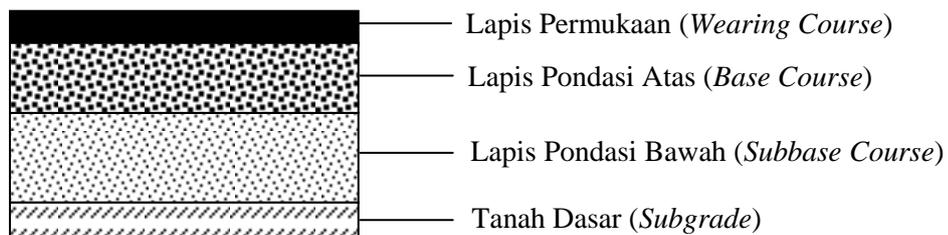
Jalan raya adalah jalur - jalur tanah di atas permukaan bumi yang dibuat oleh manusia dengan bentuk, ukuran-ukuran dan jenis konstruksinya sehingga dapat digunakan untuk menyalurkan lalu lintas orang, hewan dan kendaraan yang mengangkut barang dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan mudah dan cepat. (Oglesby,1999).

B. Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi, dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Agar perkerasan jalan yang sesuai dengan mutu yang diharapkan, maka pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan dari bahan penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan (Sukirman, 2003).

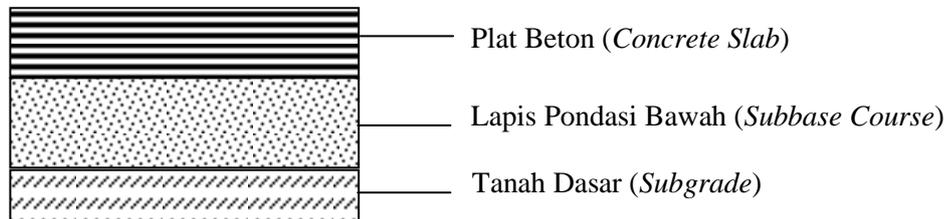
Menurut Sukirman (1999) berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi jalan dapat dibedakan atas:

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.



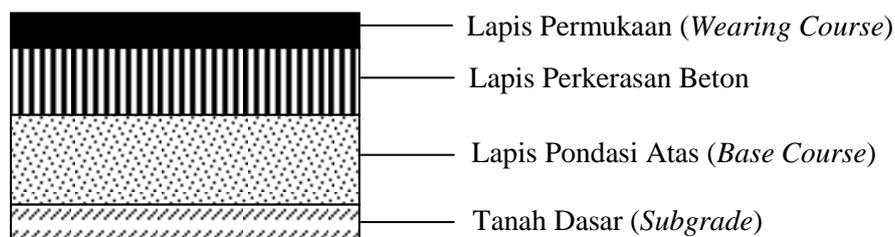
Gambar 2.1 Lapis Perkerasan Lentur

2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*Portland Cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.



Gambar 2.2 Lapis Perkerasan Kaku

3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.



Gambar 2.3 Lapis Perkerasan Komposit

C. Karakteristik Campuran

Karakteristik campuran dari lapis perkerasan dipengaruhi oleh susunan dan kualitas dari bahan-bahan penyusunnya, selain itu proses pelaksanaan dalam pengerjaannya juga dapat mempengaruhi kualitas campuran. Adapun karakteristik yang harus dimiliki oleh beton aspal campuran panas adalah :

1. Stabilitas (*Stability*)

Stabilitas adalah kemampuan suatu campuran aspal untuk menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis yang dinyatakan dalam kilogram (Kg) atau pound. Atau kemampuan untuk menahan terjadinya deformasi plastis akibat beban lalu lintas.

2. Durabilitas (*Durability*)

Durabilitas atau keawetan adalah kemampuan beton aspal menerima repetisi beban lalu lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dengan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim, seperti udara, air atau perubahan temperatur. Durabilitas beton aspal dipengaruhi oleh tebalnya film atau selimut aspal, banyaknya pori dalam campuran, kepadatan dan kedap airnya campuran. Faktor-faktor yang mempengaruhi durabilitas lapis beton aspal adalah:

- a. Film aspal atau selimut aspal yang tebal akan membungkus agregat secara baik, beton aspal akan kedap air, sehingga kemampuannya menahan keausan semakin baik. Tetapi semakin tebal selimut aspal, maka semakin mudah terjadi *bleeding* yang mengakibatkan jalan semakin licin.
- b. *Void In Mix* kecil maka lapisan akan lebih kedap air dan mengurangi terjadinya oksidasi.
- c. *Void in the Mineral Aggregate* besar maka selimut aspal dapat dibuat tebal.

3. Fleksibilitas (*Flexibility*)

Adalah kemampuan lapisan campuran aspal untuk melentur akibat beban dalam jangka panjang tanpa mengalami pecah (*Cracks*).

4. Ketahanan terhadap Kelelahan (*Fatigue Resistance*)

Fatigue resistance adalah kemampuan lapisan campuran aspal untuk melentur berulang kali tanpa pecah.

5. *Skid Resistance*

Skid resistance adalah kemampuan untuk mencegah agar perkerasan tidak licin dan kendaraan tidak mengalami selip baik dalam kondisi basah maupun kering. Faktor-faktor untuk mendapatkan kekesatan jalan sama dengan untuk mendapatkan stabilitas yang tinggi, yaitu kekasaran permukaan dari butir-butir agregat, luas bidang kontak antar butir atau bentuk butir, gradasi agregat, kepadatan campuran dan tebal film aspal.

6. *Workability*

Workability adalah kemudahan campuran aspal untuk diolah, dihampar dan dipadatkan. Tingkat kemudahan dalam pelaksanaan, menentukan tingkat

efisiensi pekerjaan. Faktor yang mempengaruhi tingkat kemudahan dalam proses penghamparan dan pemadatan adalah viskositas aspal, kepekaan aspal terhadap perubahan temperatur, dan gradasi agregat serta kondisi agregat. Revisi atau koreksi terhadap rancangan campuran dapat dilakukan jika ditemukan kesukaran dalam pelaksanaan.

7. *Permeability*

Permeability adalah kemudahan campuran aspal dirembasi air dan udara

D. Hot Rolled Sheet (HRS)

Hot Rolled Sheet (HRS) adalah suatu lapisan yang dipakai pada suatu konstruksi jalan raya, yang cocok digunakan disaerah tropis seperti Indonesia karena mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap kelelahan plastik. Campuran HRS merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, mineral pengisi (*filler*) dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas (Sukirman, 1992).

Campuran HRS direncanakan untuk mengakomodasi kadar aspal yang lebih besar dari campuran AC, sehingga *fleksibilitas* dan keawetannya lebih baik. Agar mendapatkan hasil yang memuaskan, maka campuran harus dirancang sampai memenuhi semua ketentuan yang diberikan dalam spesifikasi. Ketentuan sifat-sifat campuran dan gradasi agregat untuk campuran aspal lataston dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1. Ketentuan sifat-sifat Campuran Lataston (HRS –WC)

sifat - sifat campuran		LATASTON			
		Lapis Aus		Lapis Pondasi	
		Senjang	Semi Senjang	Senjang	Semi Senjang
kadar aspal optimum (%)	min	5.9	5.9	5.5	5.5
Penyerapan aspal (%)	max	1.7			
Jumlac tumbukan per bidang		75			
Rongga dalam campuran	min	4			
Rongga dalam agregat	max	6			
	min	18			17

Tabel 2.1 Lanjutan

Sifat-sifat campuran		LATASTON			
		Lapis Aus		Lapis Pondasi	
		Senjang	Semi Senjang	Senjang	Semi Senjang
Rongga terisi aspal (%)	min	68			
Stabilitas Marshall (kg)	min	800			
Pelelehan (mm)	min	3			
Marshall Quotient (kg/mm)	min	250			
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendam selama 24 jam, 60	min	90			
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal)	min	3			

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga Edisi 2010 (Revisi 3)

E. Material penyusun *Hot Rolled Sheet* (HRS)

Pada prinsipnya bahan penyusun suatu perkerasan lentur adalah agregat, aspal, *filler* dan zat aditif. Bahan- bahan tersebut harus memenuhi criteria standar yang telah ditetapkan oleh SNI 03-1737-1989. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari adanya kegagalan konstruksi yang disebabkan oleh bahan penyusun perkerasan.

1. Agregat

Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90-95%, agregat berdasarkan prosentase berat, atau 75 – 85 % agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain (Sukirman, 1992).

Agregat dikelompokkan menjadi 2 yaitu, agregat kasar dan agregat halus. Agregat kasar adalah batuan yang tertahan saringan No.8 (2,36 mm). agregat kasar harus dipilih sedemikian rupa sehingga ukuran partikel yang tidak seragam dan perkerasan menjadi padat. Meminimalkan rongga-rongga yang akan membuat konstruksi perkerasan menjadi kedap air.

Agregat halus merupakan batuan yang lolos saringan No.8 (2,36 mm) dan tertahan No.200 (0,075 mm). Agregat halus mempunyai fungsi utama

yaitu memberikan stabilitas dan mengurangi deformasi permanen dari campuran dengan saling mengunci dan gesekan antar partikel.

Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu :

- a. Kekuatan dan keawetan lapisan perkerasan
- b. Kemampuan dilapisi aspal dengan baik
- c. Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang nyaman dan aman

Spesifikasi agregat yang disyaratkan untuk campuran Lataston dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Spesifikasi pengujian agregat kasar dan halus

No	Jenis pemeriksaan	Standar Rujukan	persyaratan		Satuan
			Agregat kasar	Agregat halus	
1	Abrasi dengan mesin <i>Los angeles</i>	SNI 03-2417-1991	Maks 40	-	%
2	Berat jenis semu	SNI 03-1969-1990 SNI 03-1970-1990	Min 2,5		
3	Absorpsi air	SNI 03-1969-1990 SNI 03-1970-1990	Maks 3	Maks 3	%

Sumber: SNI 03-1737-1989

2. Aspal

Aspal merupakan senyawa hidrokarbon berwarna hitam atau coklat tua, yang tersusun dari unsur-unsur *asphaltiness*, *resin* dan *oils*, sedangkan senyawa hidrokarbon tersebut banyak terkandung dalam bitumen, sehingga aspal sering juga disebut sebagai bitumen.

Menurut Sukirman (2003) aspal yang digunakan sebagai material perkerasan jalan berfungsi sebagai:

- a. Bahan pengikat, memberi ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara sesama aspal.
- b. Bahan pengisi, mengisi rongga antar butir agregat dan pori-pori yang ada di dalam butir agregat itu sendiri.

Aspal yang digunakan dalam campuran beraspal HRS-WC adalah aspal keras / *asphalt cement* penetrasi 60/70 yang memenuhi persyaratan seperti pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Spesifikasi Aspal Keras 60/70

No.	Jenis Pemeriksaan	Metoda Pemeriksaan	Aspal Pen. 60-70
1.	Penetrasi pada 25° C (0,1 mm)	SNI 06-2456-1991	60-70
2.	Viskositas Dinamis 60° C (Pa.s)	SNI 06-6441-2000	160-240
3.	Viskositas Kinematis (cSt)	SNI 06-6441-2000	≥ 300
4.	Titik Lembek (° C)	SNI 2434:2011	≥ 48
5.	Daktilitas pada 25° C, (cm)	SNI 2434:2011	≥ 100
6.	Titik Nyala (° C)	SNI 2433:2011	≥ 232
7.	Kelarutan dalam Trichlorethylene (%)	AASHTO T44-03	≥ 99
8.	Berat Jenis	SNI 2441:2011	≥ 1,0
9.	Stabilitas Penyimpanan Perbedaan Titik Lembek (° C)	ASTM D 5976 part 6.1	-
10.	Partikel yang lebih halus dari 150 micron (µm) (%)		
Pengujian Residu hasil TFOT (SNI-06-2440-1991) atau RTFOT (SNI-03-6835-2002) :			
11.	Berat yang Hilang (%)	SNI 06-2441-1991	≤ 0,8
12.	Viskositas Dinamis 60° C (Pa.s)	SNI 03-6441-2000	≤ 800
13.	Penetrasi pada 25 °C (%)	SNI 06-2456-1991	≥ 54
14.	Daktalitas pada 25 °C (cm)	SNI 2432 : 2011	≥ 100
15.	Keelastisan setelah pengembalian (%)	AASHTO T 301-98	-

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga Edisi 2010 (Revisi 3)

3. Bahan Pengisi (Filler)

Bahan pengisi atau Filler adalah kumpulan mineral agregat yang umumnya lolos saringan No.200 (0,075 mm), biasanya digunakan untuk mengisi rongga antar partikel agregat kasar sehingga akan meningkatkan *stabilitas* dan kerapatan campuran. Bahan Filler dapat menggunakan debu batu kapur, debu dolomits atau semen *Portland*. Fungsi *filler* pada perkerasan adalah untuk meningkatkan stabilitas dan mengurangi rongga udara dalam camouran.

Tabel 2.4 Syarat gradasi bahan pengisi (*Filler*)

Ukuran Saringan	Persen Lolos
No. 30 (0,59 mm)	100
No. 50 (0,229 mm)	95 – 100
No. 100 (0,149 mm)	90 – 100
No. 200 (0,075 mm)	65 - 100

Sumber : SNI-03-1737-1989

F. *Steel Slag*

Steel slag merupakan sisa pemurnian baja dari dapur tinggi yang berbentuk kubikal tidak teratur. Kementerian Lingkungan Hidup menyatakan dengan tegas bahwa limbah slag baja masih termasuk dalam limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) sesuai Peraturan Pemerintah No 85/1999.

Steel Slag yang digunakan pada penelitian ini berasal dari CV.Bounjur Jaya. CV.Bounjur Jaya telah melakukan pengujian TCLP *Steel Slag*. Pengujian TCLP *Steel Slag* dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Hasil Pengujian TCLP *Steel Slag*

Parameter	Metode	TCLP (mg/L)		
		Sample	PP18/99 PP85/99	USEPA
Arsen (As)	AAS/Hydride	0,013	5	5
Barium (Ba)	AAS	1,001	100	100
Boron (B)	AAS	0,144	500	-
Cadmium (Cd)	AAS	0,022	1	1
Chromium (Cr)	AAS	0,031	5	5
Copper (Cu)	AAS	0,011	10	-
Lead (Pb)	AAS	0,599	5	5
Mercury (Hg)	AAS/Hg Analyzer	0,00012	0,2	0,2
Selenium (Se)	AAS	0,008	1	1
Silver (Ag)	AAS	<0,001	5	5
Zinc (Zn)	AAS	0,923	50	-

Sumber : Pemanfaatan *Steel Slag* Baja untuk Teknologi Jalan yang Ramah Lingkungan, 2011

Melihat dari hasil uji TCLP *steel slag* untuk semua kandungan logam berat masih di bawah baku mutu standar Lingkungan Hidup Peraturan Pemerintah nomor 85 tahun 1999. Uji TCLP ini memberikan gambaran kemungkinan terburuk terjadinya pencemaran limbah yang dibuang pada lahan terbuka. Secara Peraturan Lingkungan (PP 85 tahun 1999) hasil uji lingkungan *Slag* Baja masih dikategorikan tidak berbahaya.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Pusat Litbang Prasarana Transportasi Badan Litbang Pekerjaan Umum, agregat *steel slag* memenuhi persyaratan agregat standar dimana berat jenis *steel slag* lebih tinggi dari pada agregat standar, sehingga menyebabkan volume pekerjaan lebih kecil dari pada standar, untuk itu dilakukan upaya pencampuran sebagian agregat *steel slag* dengan bahan lainnya. Pencampuran ini akan menurunkan berat jenis campuran, sehingga volume pekerjaan akan tercapai, dan kekuatan campuran perkerasan lebih baik.

Steel slag adalah batuan kasar berbentuk kubikal tidak teratur. Batuan ini terbentuk dari mineral–mineral yang digunakan sebagai pemurnian baja dari dapur tinggi. Pemrosesan *steel slag* adalah proses pelaburan baja yang mengakibatkan terbentuknya *steel slag* dibagian atas, kemudian *steel slag* dialirkan dan ditampung dalam *slag pot* pada kondisi cair. Dalam waktu 5 menit *steel slag* membeku. Agar terbentuk serpihan, *steel slag* yang terhampar disemprot dengan air. Perubahan suhu yang mendadak membuat *steel slag* pecah, kemudian *steel slag* yang berbentuk serpihan dimasukkan ke dalam *processing plant* agar menjadi granular.

Batuan *steel slag* lebih berat dari batu gunung. Batuan *steel slag* yang berbentuk granular berongga jika terisi oleh filler dan aspal akan bereaksi secara kimia maupun secara fisik sehingga ikatan antar batuan *steel slag* akan lebih kuat, jika dipadatkan tahan terhadap pergeseran bila ditekan dengan tekanan berat. Selain itu batuan *steel slag* mempunyai bentuk kasar yang dan berlubang-lubang (porous) akan memberikan ikatan yang lebih baik. *Steel slag* juga lebih tahan terhadap reaksi kimia dan perubahan suhu, karena logamnya telah dikeluarkan melalui pembakaran yang tinggi pada dapur tinggi lebih kurang 1600° C (Yus Anshari, 1998).

G. Penelitian Sebelumnya

Studi – studi mengenai pemanfaatan limbah baja di bidang teknik sipil, antara lain:

1. Lumban (2016) melakukan penelitian tentang perbandingan pengaruh penggunaan *steel slag* sebagai agregat halus terhadap kuat tekan dan lentur pada beton bertulang dengan beton normal. Dari hasil pengujian diperoleh hasil peningkatan pada nilai slump, peningkatan nilai kuat tekan dan peningkatan kapasitas lentur. Peningkatan kuat tekan steel slag masing-masing sebesar 11,91% dan 20,35% dari beton normal, sedangkan peningkatan kuat lentur substitusi steel slag masing-masing sebesar 16.62% dan 31.18% dari beton normal.
2. Yohana (2009) melakukan penelitian tentang pengaruh *steel slag* sebagai pengganti agregat kasar pada campuran aspal beton terhadap workabilitas dan durabilitas. Penelitian ini menggunakan metode Marshall dan variasi steel slag yang digunakan adalah 0%, 25%, 50% dan 75%. Dari penelitian yang dilakukan pada campuran beton aspal diketahui bahwa semakin tinggi kandungan steel slag sebagai agregat kasar dalam suatu campuran, akan semakin rendah workabilitasnya sedangkan nilai durabilitas akan naik dengan adanya penambahan kadar slag. Nilai workabilitas yang baik dihasilkan pada penelitian ini adalah pada kadar slag 25% dan nilai durabilitas pada kadar slag 25% dengan kadar aspal optimum 5,575%.
3. Setiawan dan Ambar (2016) melakukan penelitian tentang pengaruh *steel slag* sebagai pengganti agregat kasar pada campuran HRS-WC terhadap workabilitas dan durabilitas. Metode ini menggunakan metode *Marshall* dan variasi *steel slag* yang digunakan adalah 0%, 25%, 50%, 75% dari seluruh campuran agregat kasar. Dari penelitian ini diketahui bahwa semakin banyak penggunaan *steel slag* sebagai pengganti agregat kasar dalam suatu campuran, maka semakin rendah workabilitasnya sedangkan nilai durabilitas akan naik dengan adanya penambahan kadar limbah baja.