

EDISI. 24 MARET 2022

ISSN : 2613-9448

# PROSIDING

## Sinaltsub III

Seminar Ilmiah Nasional Teknik Sipil  
Universitas Bosowa

*Geoteknik Dalam Pembangunan  
Infrastruktur Berkelanjutan*



# PENGGUNAAN IRON SLAG SEBAGAI AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN HRS-WC

Tamrim Mallawangeng<sup>1</sup>, Abdul Rahim Nurdin<sup>2</sup> dan Penulis Ketiga<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil, Universitas Bosowa, Makassar, Indonesia E-mail: [makupiolachristy@gmail.com](mailto:makupiolachristy@gmail.com)

<sup>2</sup>Departemen Sipil, Universitas Bosowa, Makassar, Indonesia Email : [makupiolachristy@gmail.com](mailto:makupiolachristy@gmail.com)

<sup>3</sup>Departemen Lingkungan, Universitas Bosowa, Makassar, Indonesia Email : [makupiolachristy@gmail.com](mailto:makupiolachristy@gmail.com)

## ABSTRAK

Aggregate with good qualities and traits needed for pavement directly bear the burden of traffic and pass kelapisan that are below. In the reality on the ground there are certain areas that are difficult to get a standard aggregate for pavement materials, an alternative to the road pavement is utilizing local materials as an example; iron slag aggregate. The research method is a method in laboratory experiments is making mix asphalt aggregate HRS-WC replace the standard 10-20 aggregate mm and 0,5-10 melly meter iron slag. Testing is done by making 12 specimen to obtain the optimum bitumen content at 7.4% and then made again 20 sample that used iron slag with variation 0%, 25%, 50%, and 100% of the values obtained result of marshall Stability, Flow, VIM, VMA and Marshall Quotien between standards and iron slag aggregate experience increase in line with the prevailing usage iron slag while VFB value, density, Film and Thick Asphalt between standard aggregate and iron slag decrease with the size of the use of iron slag. Marshall test soaking the rest of 30 minutes and 24 of the results Obtained the highest value of the remainder marshall 92.26 % on variations 100 % iron slag . Aggregate iron slag aggregate the which meet the requirements of the standard (specification of Highways Ministry of Public Works 2010 Revision 3) can be used to aggregate asphalt mixture .

*Keywords : Pavement , Hot Rolled Sheet - Wearing Course , aggregate iron slag , asphalt*

## 1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan aspal di Indonesia dapat diterapkan secara meluas dalam program pembinaan jalan. Pada tahun 1980-an Bina Marga mengembangkan campuran aspal yang dikenal dengan Lapis Tipis Aspal Beton (LATASTON) atau *Hot Rolled Sheet* ( HRS ) yang diyakini menghasilkan jalan dengan kelenturan dan keawetan yang cukup baik. Campuran aspal panas adalah suatu kombinasi pencampuran antar agregat bergradasi senjang yang berisi agregat kasar, halus, dan *filler* sebagai komposisi utama kemudian ditambahkan aspal sebagai bahan pengikat. Bahan-bahan tersebut kemudian dicampur serta dipadatkan dalam kondisi panas pada suhu tertentu sehingga membentuk suatu campuran yang bisa digunakan sebagai bahan lapis perkerasan pada jalan.

Jenis perkerasan dengan menggunakan campuran aspal panas adalah jenis perkerasan lentur. Dalam pembuatan campuran aspal panas, terlebih dahulu agregat dan aspal yang digunakan dipanaskan. Fungsi dari pemanasan ini adalah agar memudahkan dalam pelaksanaan pencampuran. Sebagaimana kita ketahui, aspal dalam kondisi dingin memiliki sifat fisik yang relatif kaku, sehingga untuk mencairkan perlu dipanaskan terlebih dahulu pada suhu tertentu barulah dicampurkan dengan agregat. Desain campuran yang dipakai adalah desain untuk jenis campuran Lataston Lapis Aus atau dikenal dengan *Hot Rolled Shet Wearing Coarse (HRS-WC)* yang mengacu pada Spesifikasi Beton Aspal Campuran Panas Tahun 2010, dimana campuran lataston merupakan campuran aspal panas dengan menggunakan gradasi agregat senjang, atau dengan kata lain meniadakan ukuran tertentu dari urutan gradasi agregat dengan harapan mendapatkan suatu campuran aspal yang mempunyai daya tahan atau kelenturan yang tinggi serta tahan terhadap kelelahan plastis.

Salah satu agregat buatan yang sering dijumpai dewasa ini adalah *Iron Slag* atau limbah besi. Limbah besi atau *Iron Slag* merupakan hasil residu pembakaran tanur tinggi yang dihasilkan oleh industri peleburan besi yang secara fisik menyerupai agregat kasar. *Iron Slag* dapat terbentuk pada saat pengolahan besi-besi reduksi, dimana limbah dari besi tersebut akan membentuk gumpalan-gumpalan kasar.

Pada studi ini penulis memilih limbah Iron Slag sebagai agregat kasar pada campuran HRS-WC dan dapat menghasilkan solusi untuk bahan material alternatif yang memenuhi spesifikasi pada pekerjaan jalan yang murah dan mudah didapat. Sehingga penulis mengangkat judul

**“Penggunaan Iron Slag Sebagai Agregat Kasar pada Campuran HRS-WC”**, sebagai judul tugas akhir ini.

## **2. BATASAN MASALAH**

Penelitian ini perlu dibatasi agar dapat dilakukan secara efektif dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian. Adapun lingkup penelitian ini terbatas pada ;

1. Perencanaan campuran menggunakan perencanaan campuran untuk lapis permukaan HRS – WC mengacu pada Spesifikasi Beton Aspal Campuran Panas dari Spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum 2010 Revisi 3
2. Sumber campuran beton aspal yang dipakai pada penelitian terdiri dari :
  - a) Aspal yang digunakan adalah jenis aspal minyak penetrasi 60/70.
  - b) Agregat kasar, agregat halus, dan abu batu yang digunakan dalam penelitian ini adalah dari Bili – bili kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan.
  - c) Limbah *Iron Slag* dari PT. Barawaja Makassar.
3. Agregat kasar yang akan diganti pada agregat 10-20 dan 0,5-10mm
4. Pengujian dengan *Marshall Test*
5. Test *Marshall* Sisa (Perendaman 30 menit dan 24 jam).
6. Pengujian dilakukan terhadap aspal dan campuran HRS–WC dengan variasi prosentase Iron Slag 0%, 25%, 50%, 75%, 100%
7. Penelitian yang dilakukan terbatas pada pengujian laboratorium dan tidak melakukan pengujian lapangan.
8. Penelitian ini dilakukan selama  $\pm 2$  bulan.
9. Penelitian dilakukan di laboratorium aspal Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang.

## **3. TINJAUAN PUSTAKA**

### **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 (Clarkson H.Oglesby,1999).

### **Perkerasan Jalan**

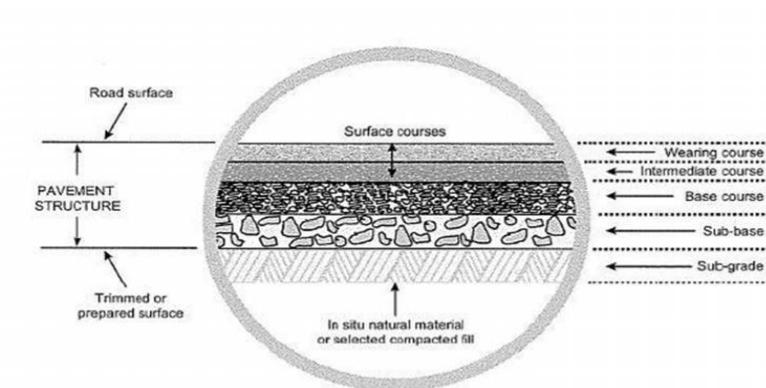
Perkerasan jalan adalah lapisan permukaan jalan yang terdiri dari campuran agregat yang bisa berupa batu pecah, batu kali dan berfungsi untuk menahan beban kendaraan yang melewati jalan tersebut. Lapis perkerasan tersebut harus mampu dilewati kendaraan-kendaraan yang akan melintas diatas jalan tersebut dengan tingkat kenyamanan tertentu dan harus anti selip.

### **Perkerasan Jalan**

Perkerasan jalan adalah lapisan permukaan jalan yang terdiri dari campuran agregat yang bisa berupa batu pecah, batu kali dan berfungsi untuk menahan beban kendaraan yang melewati jalan tersebut. Lapis perkerasan tersebut harus mampu dilewati kendaraan-kendaraan yang akan melintas diatas jalan tersebut dengan tingkat kenyamanan tertentu dan harus anti selip.

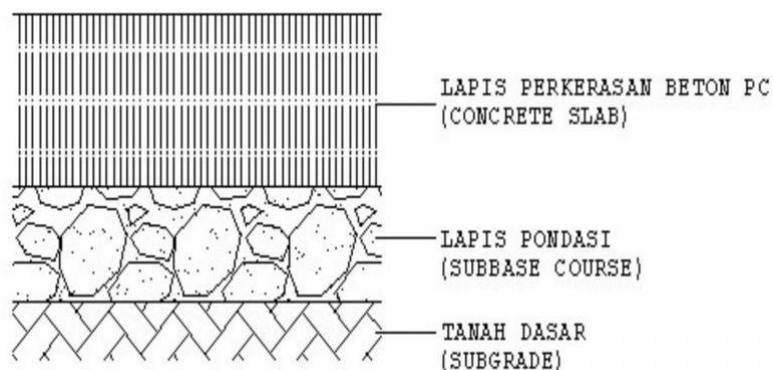
Susunan struktur perkerasan biasanya terdiri dari lapis permukaan (*surface course*), lapis pondasi atas (*base course*), lapis pondasi bawah (*subbase course*), lapisan tanah dasar (*subgrade course*). Selain mampu menahan gaya-gaya yang terjadi pada permukaan perkerasan, ketebalan dari masing-masing lapisan juga harus memperhitungkan cuaca dan drainase yang akan terjadi pada lokasi jalan tersebut. Berikut adalah jenis-jenis perkerasan sesuai dengan bahan ikat yang digunakan serta komposisi dari komponen konstruksi perkerasan itu sendiri antara lain:

1. Konstruksi Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)
  - a. Memakai bahan pengikat aspal.
  - b. Sifat dari perkerasan ini adalah memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
  - c. Pengaruhnya terhadap repetisi beban adalah timbulnya *rutting* (lendutan pada jalur roda).
  - d. Pengaruhnya terhadap penurunan tanah dasar yaitu, jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar).



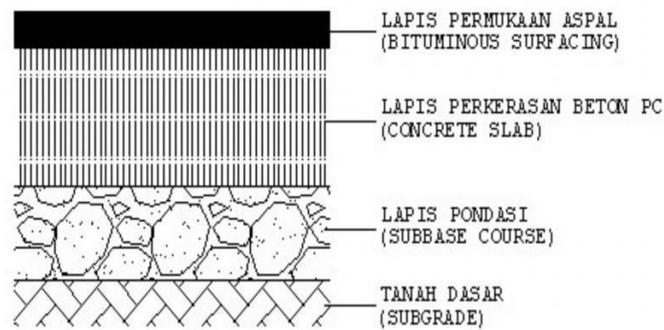
Gambar 1. Komponen Perkerasan Lentur

2. Konstruksi Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)
  - a. Memakai bahan pengikat semen *portland* (PC).
  - b. Sifat lapisan utama (plat beton) yaitu memikul sebagian besar beban lalu lintas.
  - c. Pengaruhnya terhadap repetisi beban adalah timbulnya retak-retak pada permukaan jalan.
  - d. Pengaruhnya terhadap penurunan tanah dasar yaitu, bersifat sebagai balok di atas permukaan.
  - e.



Gambar 2. Komponen Perkerasan Kaku

3. Konstruksi Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)
  - a. Kombinasi antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur.
  - b. Perkerasan lentur diatas perkerasan kaku atau sebaliknya.



Gambar 3. Komponen Perkerasan Komposit

## Pekerasan Lentur

Pekerasan lentur lebih banyak digunakan dalam pembangunan jalan di Indonesia dibandingkan dengan pekerasan kaku. Hal ini disebabkan karena biaya yang dikeluarkan untuk membangun pekerasan lentur lebih kecil dibandingkan dengan biaya untuk membangun pekerasan kaku. Agar struktur pekerasan lentur dapat berfungsi dengan baik, maka perlu dilakukan perencanaan dan pemeliharaan terhadap struktur pekerasan lentur tersebut.

Berikut adalah jenis lapisan permukaan yang umum digunakan di Indonesia antara lain :

1. Laston (Lapisan Aspal Beton), adalah beton aspal bergradasi menerus yang umum digunakan untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas yang cukup berat. Laston dikenal pula dengan nama *AC (Asphalt Concrete)*. Karakteristik beton aspal yang terpenting pada campuran ini adalah stabilitas. Tebal nominal minimum Laston 4-6 cm. Sesuai fungsinya Laston mempunyai 3 macam campuran yaitu:
  - a) Laston sebagai lapisan aus, dikenal dengan nama *AC-WC (Asphalt Concrete-Wearing Course)*. Tebal nominal minimum *AC-WC* adalah 4 cm.
  - b) Laston sebagai lapisan pengikat, dikenal dengan nama *AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course)*. Tebal nominal minimum *AC-WC* adalah 6 cm.
  - c) Laston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama *AC-Base (Asphalt Concrete-Base)*. Tebal nominal minimum *AC-BC* adalah 7,5 cm.
2. Lataston (Lapisan Tipis Aspal Beton), adalah beton aspal bergradasi senjang. Lataston biasa pula disebut dengan *HRS (Hot Rolled Sheet)*. Karakteristik beton aspal yang terpenting pada campuran ini adalah durabilitas dan fleksibilitas. Sesuai fungsinya Lataston mempunyai 2 macam campuran yaitu:
  - a. Lataston sebagai lapisan aus, dikenal dengan nama *HRS-WC (Hot Rolled Sheet-Wearing Course)*. Tebal nominal minimum *HRS-WC* adalah 3 cm.
  - b. Lataston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama *HRS-Base (Hot Rolled Sheet-base)*. Tebal nominal minimum *HRS-Base* adalah 3,5 cm.
3. Latasir (Lapisan Tipis Aspal Pasir), adalah beton aspal untuk jalan-jalan dengan lalu lintas ringan, khususnya dimana agregat kasar tidak atau sulit diperoleh. Lapisan ini khusus mempunyai ketahanan alur (*rutting*) rendah. Oleh karena itu tidak diperkenankan untuk daerah berlalu lintas berat atau daerah tanjakan. Latasir biasa pula disebut sebagai *SS (Sand Sheet)* atau *HRSS (Hot Rolled Sand Sheet)*. Sesuai gradasi agregatnya, campuran latasir dapat dibedakan atas:
  - a. Latasir kelas A, dikenal dengan nama *HRSS-A* atau *SS-A*. Tebal nominal minimum *HRSS-A* adalah 1,5 cm.
  - b. Latasir kelas B, dikenal dengan nama *HRSS-B* atau *SS-B*. Tebal nominal minimum *HRSS-A* adalah 2 cm. Gradasi agregat *HRSS-B* lebih kasar dari *HRSS-A*
4. Lapisan perata adalah beton aspal yang digunakan sebagai lapisan perata dan pembentuk penampang melintang pada permukaan jalan lama. Semua jenis campuran beton aspal dapat digunakan, tetapi untuk membedakan dengan campuran untuk lapis perkerasan jalan baru, maka setiap jenis campuran beton aspal tersebut ditambahkan huruf *L (Leveling)*. Jadi ada jenis campuran *AC-WC(L)*, *AC-BC(L)*, *AC-*

5. *SMA (Split Mastic Asphalt)* adalah beton aspal bergradasi terbuka dengan selimut aspal yang tebal. Campuran ini mempergunakan tambahan berupa fiber selulosa yang berfungsi untuk menstabilisasi kadar aspal yang tinggi. Lapisan ini terutama digunakan untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas berat. Ada 3 jenis *SMA*, yaitu:
  - a. *SMA 0 / 5* dengan tebal perkerasan 1,5 – 3 cm.
  - b. *SMA 0 / 8* dengan tebal perkerasan 2 – 4 cm.
  - c. *SMA 0 / 11* dengan tebal perkerasan 3 – 5 cm.

### Sumber Aspal

Proses pemisahan dari bahan bakar minyak bumi dapat dilihat pada gambar 2.1

### Agregat

Agregat adalah partikel mineral yang berbentuk butiran-butiran yang merupakan salah satu penggunaan dalam kombinasi dengan berbagai macam tipe mulai dari sebagai bahan material di semen untuk membentuk beton, lapis pondasi jalan, material pengisi, dan lain-lain (Harold N. Atkins, PE. 1997). Agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan padat. ASTM mendefinisikan agregat sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa massa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen. Agregat merupakan komponen utama dari struktur erkerasan jalan, yaitu 90-95% agregat berdasarkan prosentase berat atau 75- 85% agregat berdasarkan prosentase volume.

### Limbah Iron Slag

Limbah Iron Slag adalah bongkahan panas yang telah diproses melalui penyemprotan air tekanan tinggi sehingga bongkahan *slag* pecah menjadi ukuran butir tertentu. Limbah Iron Slag adalah limbah pabrik metalurgi berupa leleha material yang sudah diambil kandungan. Metalnya melalui proses pemisahan.

Tabel 1. Persyaratan *iron slag* kasar

Sifat-sifat Agregat Slag	Metode Pengujian	Satuan	Persyaratan
Berat Jenis - Bulk - SSD - Apparent	SNI 03-1969-1990	Kg/m <sup>3</sup>	Maks. 3.5
Penyerapan terhadap air	SNI 03-1969-1990	%	Maks. 3
Keausan agregat dengan mesin Los Angeles	SNI 03-2417-1991	%	Maks. 40
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium atau magnesium sulfat, %	SNI 03-3407-1994	%	Maks. 12
Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 03-2439-1991	%	Min. 95
Partikel pipih dan lonjong*	ASTM D 4791	%	Maks. 10

Niali setara pasir, %	SNI 03-4428-1997	%	Halus maks.50
Material lolos saringan no. 200	SNI 03-4142-1996	%	Maks. 1

Sumber : Badan Litbang PU Departemen Pekerjaan Umum. Pedoman

Catatan: \* Pengujian dengan perbandingan lengan alat uji terhadap poros 1:5 Penggunaan Agregat Slag Besi dan Baja untuk Campuran Beraspal Panas

### Bahan Pengisi ( *Filler* )

Bahan Pengisi (*filler*) berfungsi sebagai pengisi rongga udara pada material sehingga memperkaku lapisan aspal. Bahan yang sering digunakan sebagai *filler* adalah *fly ash*, abu sekam, debu batu kapur, dan semen *Portland*. *Filler* yang baik adalah yang tidak tercampur dengan kotoran atau bahan lain yang tidak dikehendaki dan dalam keadaan kering (kadar air maks 1%). *Filler* yang digunakan pada penelitian ini adalah semen *Portland*.

### Campuran Aspal Panas (*Hotmix*)

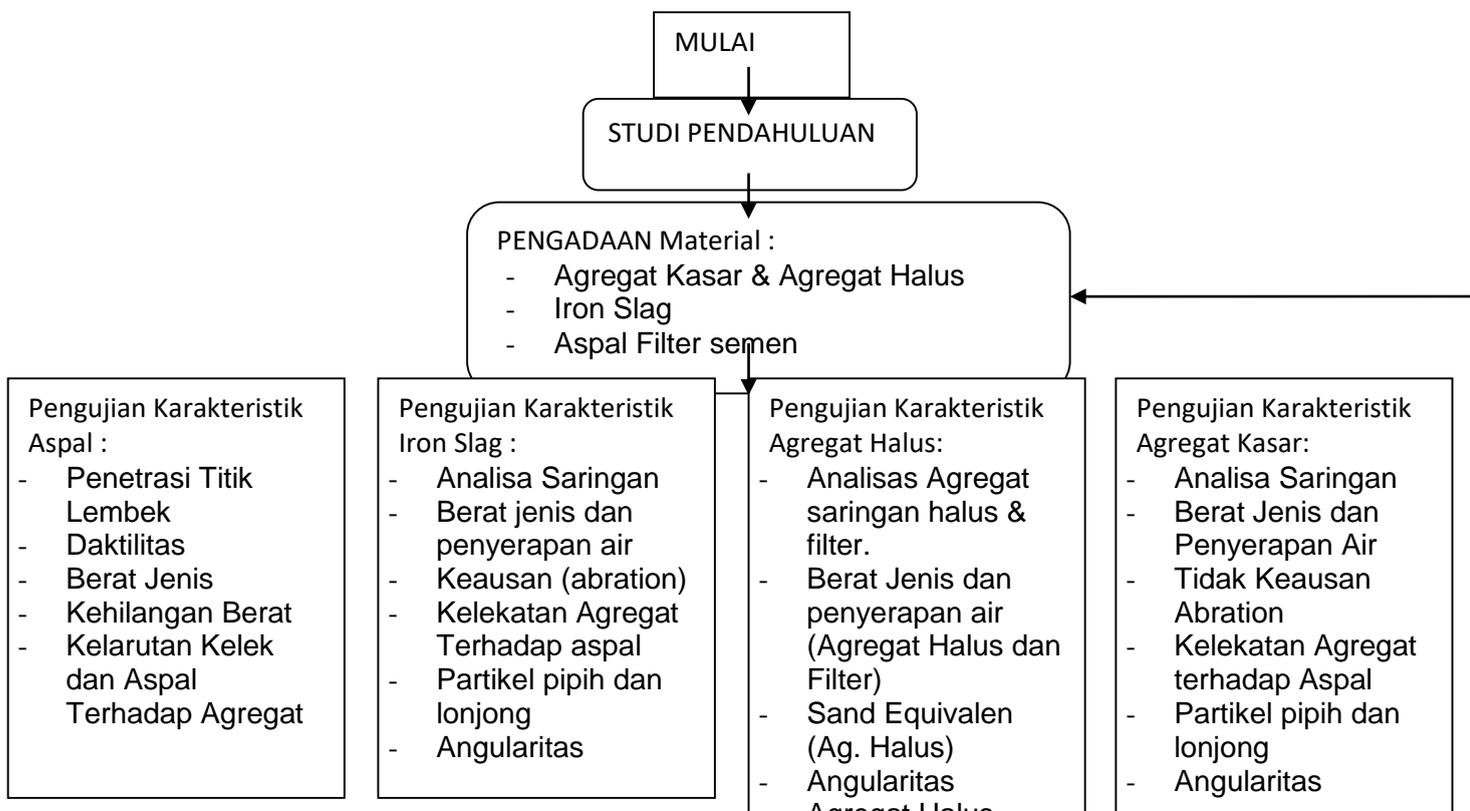
Campuran aspal panas adalah suatu kombinasi pencampuran antar agregat bergradasi rapat yang berisi agregat kasar,halus,dan *filler* sebagai komposisi utama kemudian ditambahkan aspal sebagai bahan pengikat.Bahan-bahan tersebut kemudian dicampur serta dipadatkan dalam kondisi panas pada suhu tertentu sehingga membentuk suatu campuran yang bisa digunakan sebagai bahan pelapis pengerasan pada jalan.

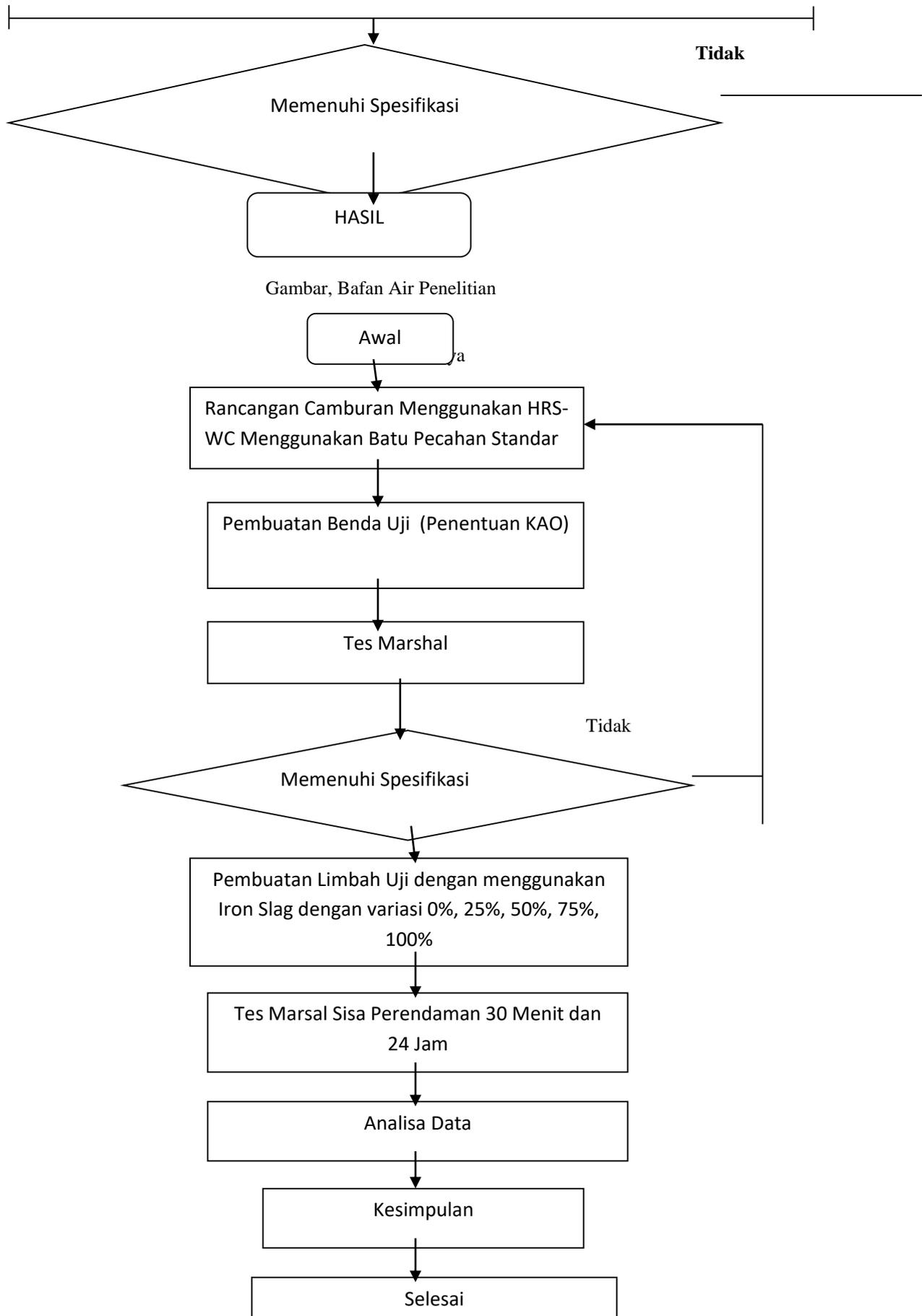
### Beton Aspal

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*.

## 3. METODELOGI PENELITIAN

### Bagan Alir Penelitian





Gambar 4. Bagan alir Pengujian untuk Campuran Aspal HRS-WC

### Lokasi Pengambilan Material

Lokasi pengambilan material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 2 lokasi, yaitu :

- a) Agregat kasar, agregat halus, dan abu batu yang digunakan dalam penelitian ini adalah dari Bili - bili kab. Gowa, Sulawesi Selatan.
- b) Limbah *Iron Slag* dari PT. Barawaja Makassar.

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium bahan jalan dan aspal. Politeknik Negeri Ujung Pandang, Jalan Perintis Kemerdekaan Km.10 Tamalanrea, Makassar. Waktu Pelaksanaan, Penelitian ini dimulai bulan Agustus 2015.

### 4. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Hasil pemeriksaan karakteristik agregat kasar untuk rancangan campuran ataston (HRS-WC) dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 2. Hasil analisa saringan agregat

No	% Lolos Saringan			
	Agregat 1-2	Agregat 0.5 -1	Pasir	Limbah Iron Slag
1 1/2"	100	100	100	100
1"	100	100	100	95.51
3/4"	100	100	100	89.11
1/2"	70.19	99.28	100	59.51
3/8"	0.99	95.66	100	42.57
No.4	0.44	21.59	97.75	8.00
No.8	0.22	0.30	94.87	0.74
No.16	0.10	0.22	89.29	0.56

No.30	0.07	0.20	74.01	0.44
No. 50	0.06	0.19	34.87	0.32
No. 100	0.06	0.15	9.45	0.26
No.200	0.04	0.11	6.09	0.17
PAN	0	0	0	0

Sumber : Hasil Pengujian

Tabel 3. Rekapitulas hasil pemeriksaan agregat kasar (batu pecah 1 - 2)

Jenis Pemeriksaan	Metode	Hasil	Spesifikasi		Satuan
			Min	Max	
Abrasi dengan mesin Los Angeles	SNI 2417:2008	23.16	-	30	%
Berat jenis dan penyerapan 1. Bulk 2. SSD 3. Apparent 4. Penyerapan	AASHTO T84-88	2.6 2.67 2.79 2,57	2.5 2.5 2.5	3	%
Angularitas	SNI 7619-2012	98.84	95/90		
Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 03-2439-1991	100	95		%

Partikel pipih dan lonjong	ASTM D4791	8,42	-	10	%
----------------------------	------------	------	---	----	---

Sumber : Hasil Pengujian

Dari hasil pemeriksaan agregat kasar (Batu pecah 1-2) diatas memenuhi persyaratan spesifikasi 2010 (Revisi 3).

Tabel 4. Hasil pemeriksaan agregat kasar (batu pecah 0.5 - 1)

Jenis Pemeriksaan	Metode	Hasil	Spesifikasi		Satuan
			Min	Max	
Berat jenis dan penyerapan	AASHTO T84-88				
1. Bulk		2.58	2.5		
2. SSD		2.68	2.5		
3. Apparent		2.81	2.5		
4. Penyerapan		2.66		3	%
Angularitas	SNI 7619-2012	99.17	95/90		%

Sumber : Hasil Pengujian

Dari hasil pemeriksaan agregat kasar (Batu pecah 0.5-1) diatas memenuhi persyaratan spesifikasi 2010 (Revisi 3).

Tabel 5. Hasil pemeriksaan agregat limbah *iron slag*

Jenis Pemeriksaan	Metode	Hasil	Spesifikasi		Satuan
			Min	Max	
Abrasi dengan mesin Los Angeles	SNI 2417:2008	23.152	-	30	%
Berat jenis dan penyerapan					

1. Bulk	SNI 03-1969- 1990	3.07	-	3.5	
2. SSD		3.12	-	3.5	
3. Apparent		3.24	-	3.5	
4. Penyerapan		1.76		3	%
Angularitas	-	100	95		%
Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 03-2439- 1991	100	95		%
Partikel pipih dan lonjong	-	7,54	-	10	%

Sumber : Hasil Pengujian

Dari hasil pemeriksaan agregat limbah *iron slag* diatas memenuhi persyaratan spesifikasi 2010 (Revisi 3).

Tabel 6. Hasil pemeriksaan agregat halus (Pasir)

Jenis Pemeriksaan	Metode	Hasil	Spesifikasi		Satuan
			Min	Max	
Berat jenis dan penyerapan	AASHTO T84- 88				
1. Bulk					
2. SSD		2.69	2.5		
3. Apparent		2.76	2.5		
4. Penyerapan		2.91	2.5		
		2.9		3	%

Sand Ekuivalen	SNI 03-4428-1997	98.48	50		%
Angularitas	AASHTO TP-33	45.3	45	-	%

Sumber : Hasil Pengujian

Dari hasil pemeriksaan agregat halus (Pasir) diatas memenuhi persyaratan spesifikasi 2010 (Revisi 3).

### Hasil Pemeriksaan Karakteristik Bahan Pengikat (Aspal)

Hasil pemeriksaan Karakteristik Bahan Pengikat (aspal) untuk rancangan campuran Lataston (HRS-WC) dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Bahan Pengikat (Aspal)

Jenis pemeriksaan	Metode	Hasil	Spesifikasi		Satuan
			Min	Max	
Penetrasi	SNI 06-2456-1991	68.40	60	79	Mm
Kehilangan berat	SNI 06-2441-1991	0,25	-	0.8	% berat
Titik Lembek	SNI 2434 : 2011	48.10	48	-	o c
Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 03-2439-1991	100	95	-	%
Berat jenis	SNI 2434 : 2011	1.034	1	-	gr/ml
Daktilitas	SNI 2434 : 2011	120.5	100	-	Mm
Kelarutan	AASHTO T44-03	99.52	99	-	%

Sumber : Hasil Pengujian

Dari rekapitulasi hasil pemeriksaan bahan pengikat (aspal) diatas memenuhi persyaratan spesifikasi 2010 (Revisi 3)

**Penentuan Proporsi Agregat Gabungan**

Dalam penganalisaan gradasi dan penggabungan agregat untuk mendapatkan proporsi agregat yang diinginkan serta sesuai dengan hasil yang diisyaratkan adalah merupakan langkah yang sangat penting dalam mendesain campuran Lataston (HRS-WC). komposisi campuran yang memenuhi spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 8. Gradasi Gabungan Lataston (HRS-WC)

AGGREGATE GRADING					COMBINED AGGREGATE GRADING				TOTAL	SPEC
ASTM	(AVERAGE)			AC - WC (HALUS)						
SIEVE	Agregat	Agregat	Filler	Agregat	Agregat	Pasir	Filler	TOTAL	SPEC	
SIZE	(1-2)	(0.5 - 1)	(Semen)	1-2	(0.5-1)					
3/4"	100	100	100	19%	18%	61.00%	2%	100	100	
1/2"	70.19	99.28	100	13.34	17.87	61	2	94.21	90 – 100	
3/8"	0.99	95.66	100	0.19	17.22	61	2	80.41	75–85	

# 4	0.44	21.59	97.75	100	0.08	3.89	59.63	2	<b>65.6</b>	-
# 8	0.22	0.30	94.87	100	0.04	0.05	57.87	2	<b>59.97</b>	<b>50-72</b>
# 16	0.10	0.22	89.29	100	0.02	0.04	54.46	2	<b>56.52</b>	-
# 30	0.07	0.20	74.01	100	0.01	0.04	45.15	2	<b>47.2</b>	<b>35-60</b>
# 50	0.06	0.19	34.87	100	0.01	0.03	21.27	2	<b>23.32</b>	-
# 100	0.06	0.15	9.45	100	0.01	0.03	5.77	2	<b>7.8</b>	-
# 200	0.04	0.11	6.09	100	0.01	0.02	3.72	2	<b>5.74</b>	<b>10-6</b>

*Sumber : Hasil Pengujian*

## 5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, kami dapat menyimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Nilai karakteristik dari iron slag memenuhi spesifikasi Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum untuk digunakan dalam campuran aspal HRS-WC.
2. Nilai stabilitas dan flow untuk perendaman 30 menit dengan suhu 60°C yang menggunakan iron slag didapat nilai 1918,6 kg dan flow 3,91 mm  
lebih tinggi dibandingkan dengan campuran HRS-WC yang tidak menggunakan iron slag dengan nilai stabilitas 1286,6 kg dan flow 3,29 mm.
3. Nilai Stabilitas sisa 92,26% campuran HRS-WC yang menggunakan iron slag lebih tinggi dari campuran HRS-WC yang tidak menggunakan iron slag dengan nilai stabilitas sisa 88,47 %

## Saran

Sebagaimana dengan hasil kesimpulan diatas, kami menyarankan agar :

1. Jika iron slag digunakan sebagai bahan pengganti agregat kasar pada perkerasan jalan maka perlu memperhatikan lokasi dan jumlah material iron slag yang digunakan karena apabila menggunakan agregat ini perlu adanya industri besi yang mengelolah limbah ini agar lebih mudah memperoleh bongkahan seperti agregat standar.
2. Untuk lebih lanjut karakteristik campuran HRS-WC dengan menggunakan Iron Slag maka perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai jenis campuran ini, misalnya dengan menggunakan iron slag sebagai agregat halus ataupun sebagai filler dengan kondisi yang ekstrim dan menggunakan zat aditif 0,2% sampai 0,4% terhadap berat kadar aspal yang digunakan.
3. Iron slag sebaiknya digunakan pada campuran HRS-Base untuk menghindari besarnya keausan roda kendaraan akibat permukaan iron slag yang kasar dan tajam.
4. Nilai yang diperoleh dalam penelitian ini tidaklah merupakan nilai yang mutlak. Untuk itu perlu dilakukan pengujian di lapangan dengan campuran yang sama dan dapat dibandingkan hasilnya dengan pengujian yang ada di laboratorium dan jika menggunakan iron slag pada campuran aspal, hendaknya pada pelaksanaan penghamparan dilapangan dilakukan pada siang hari karena lebih menguntungkan mengingat sifat panas yang dimiliki iron slag.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, Ali. 2009. *Kajian Beton Mutu Tinggi Menggunakan Slag Sebagai Agregat Halus dan Agregat Kasar dengan Aplikasi Superplasticizer dan Silicafume*. Semarang : Laporan Akhir  
Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.(online),  
([http://eprints.undip.ac.id/20408/1/ali\\_akhmadi.pdf](http://eprints.undip.ac.id/20408/1/ali_akhmadi.pdf). diakses 24 Desember 2014).
- Anonim. 2005. *Badan Litbang PU Departemen Pekerjaan Umum. Pedoman Penggunaan Agregat Slag Besi dan Baja untuk Campuran Beraspal Panas*. Bandung
- Anonim. 2010. *Spesifikasi Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonimus, 2001 *Buku Penuntun Praktikum Aspal dan Jalan Raya*. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Gunawan, G, dkk. 2011. *Pemanfaatan Slag Baja untuk Teknologi Jalan yang Ramah Lingkungan*.
- Irawan, Dwi Agus Susilo dan Bahri, Samsul. 2009. *Pemanfaatan Limbah Serbuk Besi sebagai Bahan Pengganti Sejumlah Agregat Halus pada Campuran Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC)*.

Bengkulu : Universitas Bengkulu.

Ismanto, Bambang. 2001. *Perancangan Perkerasan dan Bahan*. Bandung.

Juandi dan Putra, Andi Adriansya. 2011. *Pengaruh Pengganti Agregat Kasar dengan Iron Slag PT. Barawaja Makassar Terhadap Kuat Tekan Beton*. Laporan Tugas Akhir. Makassar : Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Leksminingsih. 2010. *Pengkajian Kinerja Slag dan Batu Gamping pada Perkerasan Jalan*. Bandung. (Online),

(<http://isjd.pdii.lipi.go.id/admin/jurnal/273101952071907-0284.pdf> diakses 22 Desember 2014).

Sukirman. 1995. *Iron slag*. (Online), (<http://www.PetraChristianuniversityLibrary/jiunkpe/s1/sip4/2001htm>.diakses 7 Januari 2015).