

## STUDI PEMANFAATAN LIMBAH OLAHAN NIKEL SEBAGAI BAHAN CAMPURAN AC-BASE

Andi Erdiansa<sup>1)</sup>, Andi Maal Latif<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

### ABSTRACT

Laston (Asphalt Concrete Layer) is a product that is resulted from the mixing of coarse aggregate, fine aggregate, filler, and hard asphalt at a certain temperature then spreads and is crushed at a certain temperature. A distinctive feature of the AC-Base asphalt mixture is continuous graded aggregate use, and high stability values. In the nickel mining company in Sorowako, in nickel production system, there is a term known as rejecting, which is a material in the form of stone blocks that are processed using stone crusher to obtain crushed stone aggregates, namely coarse aggregates (with the size 2/3, 1/2, 0.5/1) and fine aggregates in the form of sand. This study aims to determine the characteristic value of nickel processed wastes to meet the requirements of coarse and fine aggregates for road construction material. The method used in this study is the SNI Method for the examination of aggregate characteristics and Marshall Test Method that aims to determine the characteristic and performance of AC-Base mixtures. The results showed that the characteristic values of processed waste of coarse aggregate nickel (BTt split 2/3, 1/2, 0.5/1) and fine aggregate (stone ash) both met the requirements of AC-Base mixture according to the specifications of Bina Marga 2010 rev.3 Pro-portion of mixture obtained AC-Base coarse aggregate (broke stone 2/3)-15.5%, coarse aggregate (broken stone 1/2)-22.5%, coarse aggregate (broken stone 0.5/1)-15.0%. The proportion of asphalt content that meets the characteristic of AC-Base mix characteristic lies between 4.55%-5.70%.

**Key words :** Marshall test, Nickel processed waste, AC-Base.

## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Penggunaan campuran aspal beton sebagai bahan perkerasan saat ini makin banyak digunakan. Hal ini disebabkan oleh karena jenis aspal ini memiliki beberapa keunggulan, antara lain nilai strukturalnya yang tinggi dan kemudahan didalam pelaksanaan pengerjaannya. Disamping itu, jika digunakan sebagai lapis pondasi (base course) yang mempunyai nilai stabilitas yang tinggi untuk memikul beban kendaraan selama masa pelayanan.

Aspal beton adalah produk hasil pencampuran antara agregat kasar, agregat halus, filler, dan aspal keras pada suhu tertentu kemudian dihampar dan digilas pada suhu tertentu pula. Persentase dari komposisi bahan pembentuknya harus dihitung sehingga campuran yang diperoleh memenuhi syarat-syarat kinerja sebagai bahan perkerasan, yaitu bernilai struktural tertentu, durabilitas, keawetan, dan ekonomis.

Perusahaan tambang nikel di Sorowako dalam sistem produksi nikel telah memanfaatkan hasil *rejecting* yang berupa bongkahan batu gunung sebagai bahan timbunan jalan dan selebihnya dimanfaatkan campuran beton, dimana sebelumnya material hasil *rejecting* diolah menggunakan stone crusher untuk mendapatkan agregat batu pecah yaitu agregat kasar (berukuran 2/3, 1/2, 0,5/1) dan agregat halus berupa pasir.

Apakah limbah olahan nikel memenuhi syarat teknis bahan sebagai campuran AC-Base. Bagaimanakah karakteristik campuran AC-Base yang menggunakan limbah olahan nikel.

**Tujuan dan Manfaat Penelitian** Untuk mengetahui apakah limbah olahan nikel memenuhi syarat teknis sebagai campuran bahan AC-Base, dan mengetahui karakteristik campuran AC-Base yang menggunakan limbah olahan nikel.

## 2. METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai bulan Maret sampai dengan bulan Oktober 2017 di Laboratorium Jalan dan Aspal Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang.

### Perlakuan dan Rancangan Percobaan

---

<sup>1</sup> Korespondensi penulis: Andi Erdiansa, Telp 081342943622, erdiansaandi@yahoo.co.id

Perlakuan akan diberikan pada komposisi agregat kasar maupun agregat halus dengan variasi kadar untuk mendapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO). Dengan demikian variabel penelitian ini adalah sebagai berikut :

Variabel tetap : Komposisi Agregat kasar, agregat halus, filler, Variabel tak bebas : Persentase kadar aspal  
 Variabel bebas : Karakteristik campuran berupa VIM, VMA, VFB, Kepadatan, Stabilitas, Flow, dan Marshall Qoutient.

Penelitian ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut

**Persiapan penelitian**

**Pengumpulan data-data** dan studi pustaka mengenai hasil penelitian limbah olahan nikel, survey lokasi pengambilan material agregat dan persiapan peralatan.

**Pengambilan/Pengujian sampel agregat kasar, agregat halus, dan abu batu**

Sampel agregat kasar (batu pecah) dan abu batu diambil dari stone chruser di Perusahaan Tambang Nikel di Sorowako. Selanjutnya Pengujian Karakteristik Agregat Kasar, Agregat Halus, dan Abu batu

**Pengambilan sampel aspal dan pengujian karakteristik aspal**

Sampel aspal diambil dari agen pemasok aspal yang banyak digunakan di Sulawesi Selatan, berupa aspal semen (Cement Asphalt) penetrasi 60-70. Untuk memastikan jenis aspal adalah sesuai dengan yang dipersyaratkan untuk campuran AC maka dilakukan uji karakteristik aspal

**Rancangan Campuran AC - WC dilakukan dengan urutan sebagai berikut :**

- Perhitungan proporsi masing-masing agregat dan abu batu (digunakan program aplikasi excell untuk mempercepat perhitungan) untuk mendapatkan gradasi campuran yang memenuhi syarat. Perhitungan kadar aspal perkiraan dengan menggunakan rumus 1) dan bulatkan mendekati 0,5 % misalnya diperoleh 6,34 % dibulatkan menjadi 6,5%.
- Pembuatan briket aspal dengan kadar aspal sesuai dengan hasil perhitungan dan dengan dua kadar aspal dibawah yang divariasikan dengan selisih 0,5 % dan dengan dua kadar aspal diatas yang divariasikan 0,5 %. (untuk contoh diatas maka kadar aspal yang dipilih adalah 5,5 %, 6,0 %, 6,5 %, 7,0 %, dan 7,5 %).
- Ukur tebal briket kemudian timbang kering, timbang kondisi SSD, dan timbang didalam air untuk menentukan kepadatan, VMA, VIM, VFB.
- Tekan briket pada alat tekan Marshall untuk mengetahui nilai stabilitas dan flow.
- Buat grafik antara kadar aspal dengan masing-masing VMA, VIM, VFB, Kepadatan, Stabilitas, Flow, dan Marshall Quotient.
- Buat campuran dengan kadar aspal optimum, dan uji karakteristiknya setelah perendaman 24 jam.

Analisis hasil karakteristik campuran (VMA, VIM, VFB, Stabilitas, Flow, Marshall Quotient, dan Kepadatan) akibat variasi kadar aspal. Analisis ini untuk menentukan rentang kadar aspal yang memenuhi persyaratan sebagai campuran AC-Base.

Hasil penelitian akan berupa; Hasil pemeriksaan karakteristik agregat kasar maupun halus sebagai bahan konstruksi jalan, dan Komposisi Agregat dan kadar Aspal Optimum pada campuran AC-Base

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pemeriksaan Karakteristik Material**

Pemeriksaan karakteristik dilakukan terhadap material yang akan digunakan dalam campuran AC-Base. Di mana setiap pengujian harus sesuai dengan metode yang telah ditentukan.

**Agregat Kasar**

Hasil pemeriksaan karakteristik agregat kasar untuk rancangan campuran Laston Lapis Pondasi terbagi atas setiap ukuran, yakni batu pecah 2-3; batu pecah 1-2; batu pecah 0,5-1. Berikut hasil pemeriksaan beserta spesifikasi yang digunakan pada masing-masing ukuran agregat:

Tabel 4.1. Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar (**Batu Pecah 2-3**)

Jenis Pengujian	Metode	Hasil	Spesifikasi	Satuan
Gradasi	SNI 03-4142-1996	( Tabel )	-	%
Abrasi dengan mesin los angeles	SNI 2417-2008	21,58	Maks. 40	%
Berat Jenis Penyerapan :	SNI 1969:2008		Maks. 3	

<b>1. Bulk</b>		2,95		
<b>2. SSD</b>		2,96		
<b>3. Apparent</b>		2,99		
<b>4. Penyerapan</b>		0,52		

Sumber : Analisis hasil pengujian

Dari hasil pengujian karakteristik agregat kasar (Batu Pecah 2-3) di atas telah memenuhi syarat spesifikasi dan dapat digunakan.

Tabel 4.2. Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar (**Batu Pecah 1-2**)

Jenis Pengujian	Metode	Hasil	Spesifikasi	Satuan
<b>Gradasi</b>	SNI 03-4142-1996	(Tabel)	-	
<b>Abrasi dengan mesin los angeles</b>	SNI 2417-2008	21,58	Maks. 40	%
<b>Partikel Pipih dan Lonjong</b>	ASTM D4791	8,17	Maks. 10	%
<b>Angularitas</b>	PTM No. 621	98,67/92,91	95/90	
<b>Material lolos ayakan No. 200</b>	SNI 03-4142-1996	1,59	Maks. 2	
<b>Berat Jenis Penyerapan :</b>	SNI 1969:2008		Maks. 3	%
<b>1. Bulk</b>		2,92		
<b>2. SSD</b>		2,94		
<b>3. Apparent</b>		2,98		
<b>4. Penyerapan</b>		0,65		

Sumber : Analisis hasil pengujian

Dari hasil pengujian karakteristik agregat kasar (Batu Pecah 1- 2) di atas memenuhi syarat spesifikasi dan dapat digunakan.

Tabel 4.3. Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar (**Batu Pecah 0,5-1**)

Jenis Pengujian	Metode	Hasil	Spesifikasi	Satuan
<b>Gradasi</b>	SNI 03-4142-1996	(Tabel)	-	%
<b>Angularitas</b>	PTM No. 621	99,60/99,17	95/90	
<b>Material lolos ayakan No. 200</b>	SNI 03-4142-1996	1,59	Maks. 2	
<b>Berat Jenis Penyerapan :</b>	SNI 1969:2008		Maks. 3	
<b>1. Bulk</b>		2,88		
<b>2. SSD</b>		2,92		
<b>3. Apparent</b>		3,00		
<b>4. Penyerapan</b>		1,48		

Sumber : Analisis hasil pengujian

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik agregat kasar di atas, menunjukkan bahwa (batu pecah 0,5-1) memenuhi syarat dan dapat digunakan.

### Agregat Halus (Abu Batu)

Hasil pengujian karakteristik agregat halus (abu batu) untuk rancangan campuran Laston Lapis Pondasi adalah sebagai berikut:

Tabel 4.4 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus (Abu Batu)

Jenis Pengujian	Metode	Hasil	Spesifikasi	Satuan
<b>Gradasi</b>	SNI 03-4142-1996	(Tabel)	-	
<b>Material Lolos Ayakan No. 200</b>	SNI 03-4142-1996	7,87	Maks. 8	%
<b>Berat Jenis dan Penyerapan:</b>	SNI 1969:2008		Maks. 3	
<b>1. Bulk</b>		2,93		
<b>2. SSD</b>		2,95		

3. Apparent 4. Penyerapan		2,97		
		0,61		
Sifat Kekakalan Bentuk Agregat terhadap Larutan Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	SNI 03-3407-1994	11,78	Maks. 12	%
Sand Equivalent	SNI 03-4428-1997	91,36	Min. 60	%

Sumber : Analisis hasil pengujian

Dari hasil pengujian karakteristik agregat halus (abu batu) di atas memenuhi syarat dan dapat digunakan.

**Bahan Pengikat (Aspal)**

Hasil pengujian karakteristik aspal penetrasi 60/70 untuk rancangan campuran AC-Base adalah sebagai berikut:

Tabel 4.5. Rekapitulasi hasil pengujian bahan pengikat aspal

Jenis Pengujian	Metode	Hasil	Spesifikasi	Satuan
Penetrasi 25 <sup>o</sup> C	SNI 06-2456-1991	66,5	60-70	Mm
Berat yang hilang	SNI 06-2441-1991	0,06	Maks. 0.8	Gram
Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	1,03	Min. 1	
Kelarutan	AASHTO T44-03	99,48	Min. 99	gram/liter
Titik Lembek	SNI 06-2434-1991	49,5	Min. 46	°C

Sumber : Analisis hasil pengujian

Dari hasil pengujian karakteristik bahan pengikat Aspal diatas dinyatakan bahwa aspal memenuhi syarat dan dapat digunakan.

**Hasil Rancangan AC-Base**

**Penentuan Proporsi Agregat Gabungan**

Proporsi agregat gabungan dapat diperoleh dengan menggunakan metode *Trial and Error*) dengan prinsip kerja memahami batasan gradasi yang disyaratkan, memasukkan data spesifikasi yang disyaratkan, memasukkan variasi persentase dari masing-masing fraksi agregat yang menghasilkan jumlah 100% yang nilainya terdapat dalam batasan gradasi dan diusahakan nilai gabungannya mendekati nilai ideal.

Dengan metode tersebut diperoleh proporsi agregat untuk campuran Laston AC-Base yaitu menentukan terlebih dahulu persentase dari masing-masing agregat kemudian hasil penggabungan agregat diperoleh melalui perkalian persentase dengan persen lolos dari agregat, selanjutnya hasil perkalian tersebut masing-masing dijumlahkan dan menghasilkan komposisi campuran.

Nilai persentase agregat gabungan AC-Base yang memenuhi spesifikasi adalah :

Agregat kasar (Batu pecah 2-3) = 15,5 %, Agregat kasar (Batu pecah 1-2)= 22,5 %, Agregat kasar (Batu pecah 0.5-1)= 15,0 %,Agregat halus (Abu batu) = 42,0 %, dan Filler = 5,0 %

Sesuai dengan proporsi di atas dilakukan penggabungan agregat yang dapat dilihat pada tabel di bawahnya. Berdasarkan tabel persentase agregat gabungan di atas maka agregat dinyatakan memenuhi syarat dan spesifikasi untuk campuran Laston AC-Base.

**Kadar Aspal Rencana**

Untuk mendapatkan kadar aspal rencana campuran AC-Base menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P_b = 0.035(\%CA) + 0.045(\%FA) + 0.18(\%FF) + \text{Konstanta}$$

digunakan kadar aspal rencana yang didapatkan yaitu 4.0%, 4.5%, 5.0%, 5.5% dan 6.0%.

Dari hasil pengetesan aspal beton (Laston) AC-Base yang dibuat dalam bentuk benda uji dengan alat marshall, diperoleh hasil seperti pada tabel Analisa Pemeriksaan marshall, tetapi sebelum masuk Analisa tabel hasil pemeriksaan marshall, terlebih dahulu harus dihitung :

Tabel 4.6 Perhitungan Berat Jenis Agregat Gabungan

Jenis agregat	Persentase agregat	Bj bulk	Bj semu	Bj efektif
	A	B	C	D=(b+c)/2

<b>Agregat kasar (bp 2-3)</b>	15,5%	2.947	2.992	2.969
<b>Agregat kasar (bp. 1-2)</b>	22,5%	2.924	2.981	2.953
<b>Agregat kasar (bp. 0,5 - 1)</b>	15,0%	2.877	3.005	2.941
<b>Agregat halus (abu batu)</b>	42,0%	2.933	2.986	2.960
<b>Filler</b>	5,0%	3.16	3.16	3.16
<b>Aspal</b>		1.030		

Sumber : Analisis hasil pengujian

**Hasil Uji Marshall**

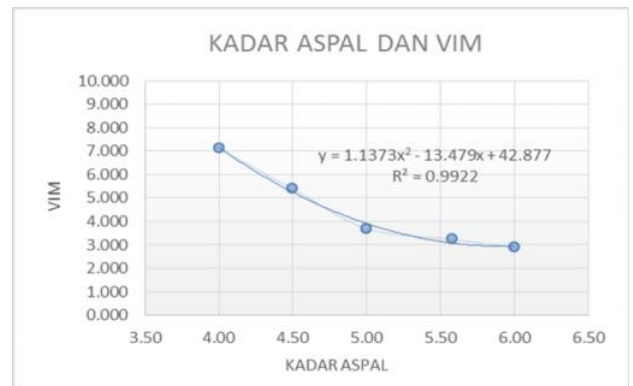
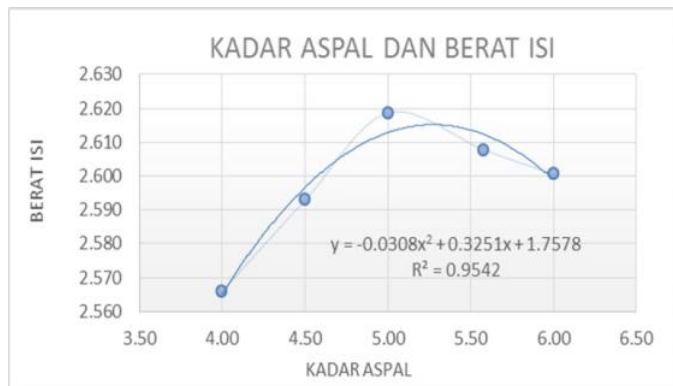
Hasil pengujian *Marshall* adalah sifat campuran beraspal dan dapat diperoleh setelah seluruh persyaratan material, berat jenis, dan perkiraan kadar aspal rencana telah terpenuhi. Diperlukan juga angka koreksi dan kalibrasi pada alat uji tekan *Marshall*. Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.7. Pengujian Marshall pada *bricket* campuran AC-Base

KADAR ASPAL	BERAT ISI	VIM	VMA	VFB	STABILITAS	FLOW	KOEFISIEN
							MARSHALL
							(Kg/mm)
4.00	2.566	7.122	15.933	55.322	1804.24	1.73	1040.91
4.50	2.593	5.392	15.457	65.171	1824.60	1.79	1017.44
5.00	2.619	3.697	15.024	75.445	1848.28	1.82	1017.40
5.58	2.608	3.235	15.844	79.586	1822.52	1.93	945.95
6.00	2.601	2.885	16.487	81.989	1765.00	2.03	868.03

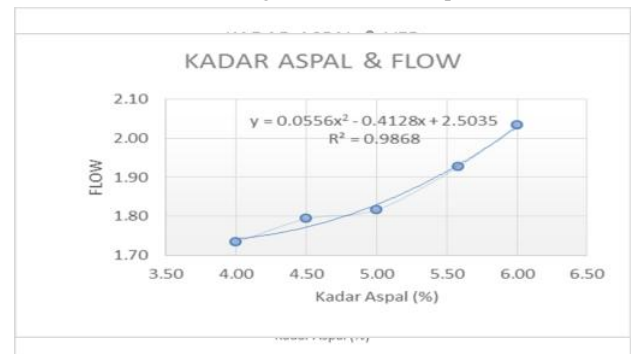
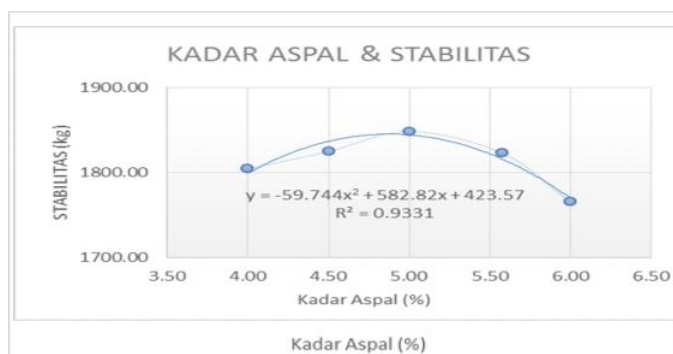
Sumber : Analisis hasil pengujian

Setelah mendapatkan hasil pengujian *Marshall* hasilnya digambarkan dalam grafik hubungan antara kadar aspal dengan parameter-parameter yang telah dihitung.

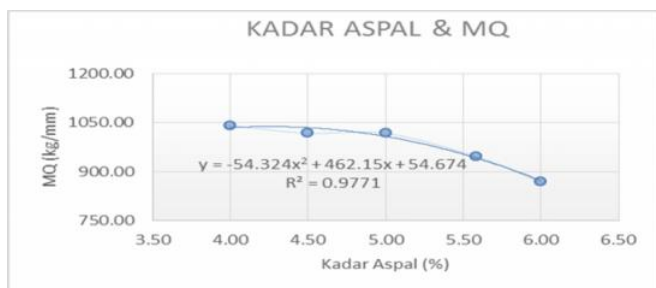


Gambar 4.1 Grafik hubungan antara kadar aspal dan berat isi  
 Gambar 4.3 Grafik hubungan antara kadar aspal dan VMA

Gambar 4.2 Grafik hubungan antara kadar aspal dan VIM  
 Gambar 4.4 Grafik hubungan antara kadar aspal dan VFB



Gambar 4.5 Grafik hubungan antara kadar aspal dan stabilitas



Gambar 4.6 Grafik hubungan antara kadar aspal dan flow

KARAKTERISTIK	PERSENTASE SESUAI SPESIFIKASI					SPECS
VIM						3 % - 5 %
VMA						Min.13%
VFB						Min.65 %
STABILITAS						Min. 1800
FLOW						3 - 6 mm
MARSHALL QOU						Min. 250 Kg
	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	

Gambar 4.7 Grafik hub. kadar aspal dan koefisien marshall Gambar 4.7 Grafik barchart spesifikasi campuran aspal AC-Base

Pada gambar diagram di atas, nilai kadar aspal yang memenuhi semua spesifikasi yaitu antara kadar aspal 4.55% - 5.70%, sehingga nilai kadar aspal optimum (KAO) campuran AC-Base terdapat pada campuran dengan kadar aspal 5.1%.

#### 4. KESIMPULAN

- Nilai karakteristik limbah olahan nikel agregat kasar (bt. pecah 2/3, 1/2, 05/1) dan agregat halus (abu batu) keduanya memenuhi syarat bahan campuran AC-Base sesuai spesifikasi Bina Marga 2010 rev.3.
- Proporsi campuran yang didapat campuran AC-Base Agregat kasar (Batu pecah 2/3)- 15,5 %, Agregat kasar (Batu pecah 1/2)- 22,5 %, Agregat kasar (Batu pecah 0.5/1)-15,0 %, Agregat halus (Abu batu)- 42,0 %, dan penambahan filler-5,0 %
- Proporsi kadar aspal yang memenuhi syarat karakteristik campuran AC-Base terletak antara 4.55% - 5.70%,

#### 5. PUSTAKA

- AASHTO, *Standard Specification for Transportation Material and Methods of Sampling and Testing*, rev 2010.
- Badan Penelitian dan Pengembangan PU, SNI, *Metode Campuran Aspal dengan Alat Marshall*, SNI 06-2489-1991, TAHUN 1991. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta
- Ditjen Bina Marga, *Spesifikasi Umum*, 2010 revisi-3 Departemen Pekerjaan Umum .
- Sukirman Silvia, *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur Jalan Raya*, 2010, Bandung : Nova
- Sukirman Silvia, *Beton Aspal Campuran panas*, April 2010, Jakarta : Granit

#### 6. UCAPAN TERIMAH KASIH

- Bapak Dr. Ir. Hamzah Yusuf. MS. sebagai Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Bapak Dr. Eng. Adiwijaya, S., ST.,M.T., sebagai Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Bapak Ir. Suryanto, MSc., Ph.D. sebagai Ka. UPPM Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Semua pihak yang membantu selesainya penelitian ini.