

# Pengujian Slag Nikel Sebagai Pengganti Agregat Pada Campuran *HRS-Base*

Utami Arruantasik Demmalino<sup>\*1</sup>, Cyntia Sielviana Widya Lambe<sup>\*2</sup>, Alpius<sup>\*3</sup>, Rais Rachman<sup>\*4</sup>

<sup>\*1,2</sup> Mahasiswa Prodi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar, Indonesia  
[utamiarruann@gmail.com](mailto:utamiarruann@gmail.com), [cyntiasielvianawidyalambe95@yahoo.com](mailto:cyntiasielvianawidyalambe95@yahoo.com)

<sup>\*3,4</sup> Dosen Prodi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar, Indonesia  
[Rais.Rachman@gmail.com](mailto:Rais.Rachman@gmail.com), [alpiusnini@yahoo.com](mailto:alpiusnini@yahoo.com)

## ABSTRAK

Penelitian ini dimasukkan untuk menguji karakteristik campuran Lataston *HRS-Base* dengan memanfaatkan slag nikel berdasarkan pengujian laboratorium. Hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium Jalan dan Aspal Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, menunjukkan bahwa karakteristik bahan perkerasan berupa slag nikel dari Soroako Kab. Luwu Timur memenuhi spesifikasi sebagai bahan lapisan permukaan jalan. Melalui uji Marshall diperoleh karakteristik campuran Lataston *HRS-Base* bergradasi senjang dan semi senjang dengan kadar aspal 5,0%, 5,93%, 6,35%, 6,78, dan 7,2% memenuhi persyaratan. Hasil pengujian Marshall *Immertion* campuran Lataston *HRS-Base* bergradasi senjang dan semi senjang pada kadar aspal optimum 6,35% mendapatkan Indeks Perendaman (IP) / Indeks Kekuatan Sisa (IKS) / Durabilitas campuran sebesar 97,03% dan 98,00% Dimana dari hasil penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan slag nikel sebagai pengganti agregat kasar dapat dimanfaatkan sebagai bahan perkerasan jalan karena memenuhi Standar Spesifikasi Bina Marga.

**Kata Kunci :** Karakteristik *Marshall*, Lataston *HRS-Base*, Slag Nikel

## ABSTRACT

The research objective was to examine the characteristics of the Lataston *HRS-Base* mixture by utilizing nickel slag based on laboratory testing. The results of research conducted at the Road and Asphalt Laboratory of the Faculty of Civil Engineering, Indonesian Christian University Paulus Makassar, showed that the characteristics of the pavement material in the form of nickel slag from Soroako District. East Luwu meets the specifications of road surface coating material. Through the Marshall test, the characteristics of the Lataston *HRS-Base* mix were obtained by gradation and semi-gap grading with asphalt content of 5.0%, 5.93%, 6.35%, 6.78, and 7.2% and Marshall *Immertion* mixed Lataston *HRS-Base* assay results with gaps and semi-gaps graded at optimum asphalt content of 6.35% get Immersion Index (IP) / Remaining Strength Index (IKS) / Mixed durability of 97.03% and 98.00% Wherein the results of this study can be concluded that the use of nickel slag as a substitute for coarse aggregate can be used as a road pavement because it meets the Bina Marga Specifications Standard.

**Keywords:** Marshall Characteristics, Lataston *HRS-Base*, Nickel Slag

## 1. PENDAHULUAN

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi [1]. Bahan material pembentuk lapisan perkerasan jalan adalah agregat sebagai material utama yang berpengaruh terhadap daya lapisan permukaan jalan dan aspal sebagai bahan pengikat peningkat agregat agar lapisan perkerasan kedap air. Pencampuran perkerasan jalan ini dengan menggunakan Slag nikel yang merupakan agregat bahan sisa hasil pembuangan dari pembakaran dapur listrik yang dihasilkan oleh pabrik tambang.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik slag nikel sebagai bahan lapisan permukaan jalan pada campuran Lataston (*HRS-Base*), untuk mengetahui komposisi campuran Lataston (*HRS-Base*) yang menggunakan slag nikel sebagai pengganti agregat, untuk mengetahui karakteristik Marshall Campuran Lataston (*HRS-Base*), dan untuk mengetahui berapa indeks kekuatan sisa terhadap Campuran Lataston (*HRS-Base*).

Agregat dikelompokkan menjadi [2] :

- Agregat kasar, dengan butiran yang tertahan ayakan No. 4.
- Agregat halus, dengan butiran yang lolos ayakan No 4 tertahan diayakan No.200
- Bahan pengisi (*Filler*)

#### d. Aspal

Sifat dan kualitas agregat menentukan kemampuan dalam memikul beban lalu lintas.

- 1.1. Agregat kasar
  - a. Kekuatan dan Kekerasan
  - b. Bentuk butir
  - c. Porositas
  - d. Susunan (tekstur permukaan)
  - e. Selaput permukaan
  - f. Berat jenis
- 1.2. Agregat halus adalah lolos saringan no 4
- 1.3. *Filler* adalah bahan pengisi agregat yang lebih halus di bandingkan agregat yang lolos saringan no. 200
- 1.4. Aspal yaitu mineral yang melunak sampai menjadi cair bila dipanaskan dan kental kembali hingga menjadi padat jika didinginkan.

Slag nikel merupakan salah satu limbah padat penambangan dan proses pengolahan nikel. Jumlah slag nikel makin menumpuk. Karena setiap proses pemurnian satu ton produk nikel menghasilkan limbah padat 50 kalinya, setara 50 ton. Sehingga dari hasil limbah yang cukup banyak, dilakukan penelitian untuk menggunakan limbah padat tersebut sebagai bahan pembentuk beton, baik sebagai agregat kasar dan halus, ataupun sebagai bahan campuran semen. Sekitar 70% komposisi kimia terdiri dari Silika 41,47%, Ferri Oksida 30,44% dan Alumina 2,58%. Dengan komposisi silika yang cukup besar pada slag nikel diharapkan proses hidrasi yang terjadi antara pasta dan semen agregat membentuk *interface* yang lebih sempurna, sehingga kehancuran beton tidak terjadi pada *interface*, atau walaupun terjadi pada *interface* diperlukan energi yang cukup tinggi. Adapun pada pembentukan bongkahan slag nikel tersebut ada dua macam terak yang terbentuk yaitu slag nikel yang berpori sekitar 2,835 sehingga penggunaannya dapat digunakan sebagai beton normal ( $y = 2.400\text{kg}/\text{m}^3$ ) dan beton berat ( $y = 3.000\text{kg}/\text{m}^3$ ).

#### 1.5. Penelitian Terdahulu

#### 2.2. Persiapan Bahan

Sebelum melaksanakan penelitian, terlebih dahulu dilakukan persiapan material yang akan diteliti di laboratorium. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

##### *Agregat*

Agregat kasar (Slag Nikel) diperoleh dari Soroako Kabupaten Luwu Timur. Dan agregat halus (batu beach) diperoleh dari Malili Kabupaten Luwu Timur. Pengambilan sampel dilakukan untuk mendapatkan contoh material yang akan diperiksa di laboratorium dan dapat mewakili seluruh bahan yang tersedia.

Karakteristik campuran beton aspal dengan penambahan abu slag baja sebagai bahan pengganti filler menghasilkan nilai stabilitas semakin meningkat jika abu slag semakin banyak, nilai fleksibilitas semakin bertambah seiring bertambahnya kadar abu slag, namun stabilitas mengalami penurunan jika kadar abu slag ditingkatkan [3].

Pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan tambah campuran aspal pada perkerasan jalan AC-WC terhadap nilai Marshall menghasilkan dengan dilakukannya penambahan plastik jenis *Low Density Polyethylene* sebanyak 4% dapat digunakan untuk campuran AC – WC tetapi penambahan 6% akan menunjukkan nilai pelelehan yang terlalu kecil sehingga tidak dapat digunakan untuk lapisan AC – WC [4].

Pemanfaatan Tanah Domato sebagai *filler* dalam campuran aspal panas HRS-WC menghasilkan nilai stabilitas 1754.36 kg, *flow* 3,55 mm, *Quotient Marshall* 494.32 kg/mm, VIM 5,74 %, VMA 23.72 %, VFB 75.83% yang masih memenuhi batas spesifikasi [5].

Potensi penggunaan limbah kelapa sawit sebagai agregat pengisi campuran menghasilkan abu serat kelapa sawit dan abu cangkang kelapa sawit berpotensi tahan terhadap deformasi namun kurang tahan terhadap retak karena tarik [6].

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Metode Penelitian

Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini dengan mengadakan kegiatan percobaan di laboratorium dengan dasar menggunakan sistem pencampuran aspal panas *Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)* yang menggunakan Slag nikel sebagai bahan pengganti.

#### Bagan Alir Penelitian

##### *Aspal Minyak*

Adapun aspal minyak yang digunakan adalah aspal dengan penetrasi 60/70.

##### *Filler*

Dalam penelitian ini digunakan jenis *Filler* yaitu semen Portland. Semen portland yang di gunakan adalah Semen Tonasa type I. Dari Kabupaten Pangkep Propinsi Sulawesi Selatan.

### 2.3. Karakteristik Bahan

#### *Pemeriksaan Agregat Kasar*

- a. Pemeriksaan analisa saringan agregat
- b. Pemeriksaan kekuatan Agregat Terhadap
- c. Pengujian keausan dengan alat Abrasi Los Angeles
- d. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat
- e. Pengujian indeks kepipihan dan kelonjongan
- f. Pemeriksaan penurunan kelekatan agregat terhadap aspal

**Pemeriksaan Agregat Halus**

- a. Pemeriksaan analisa saringan
- b. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat
- c. Pemeriksaan kadar lumpur pasir
- d. Pemeriksaan berat jenis *Filler* (semen)
- e. Pemeriksaan material lolos saringan no.200

**Pemeriksaan Aspal**

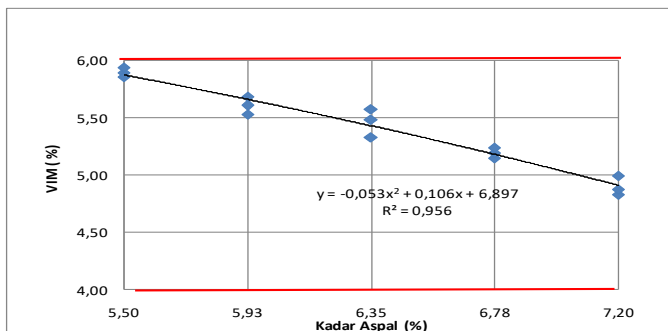
- a. Pemeriksaan penetrasi aspal sebelum kehilangan berat
- b. Pemeriksaan penetrasi aspal sesudah kehilangan berat
- c. Pemeriksaan daktalitas
- d. Pemeriksaan titik lembek aspal dan ter
- e. Pemeriksaan titiknyala dan titik bakar
- f. Pemeriksaan kehilangan berat
- g. Pemeriksaan berat jenis aspal.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1. HRS-Base Gradasi Senjang dan Semi Senjang.**

*Analisis Terhadap VIM Gradasi Senjang*

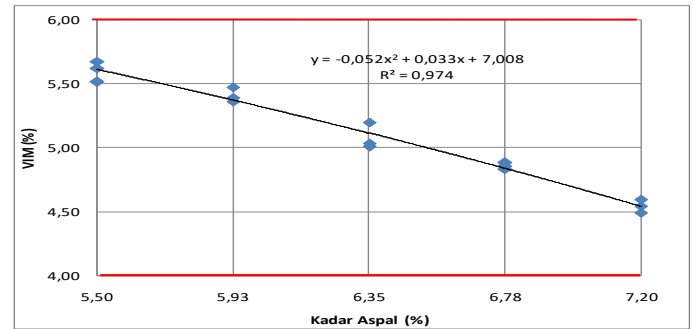
Semakin tinggi kadar aspal yang digunakan maka nilai VIM akan semakin kecil (berkurang). Hubungan VIM dan kadar aspal lataston *HRS-Base* gradasi senjang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hubungan VIM dan Kadar Aspal Lataston *HRS-Base* Gradasi Senjang.

*Analisis Terhadap VIM Gradasi Semi Senjang*

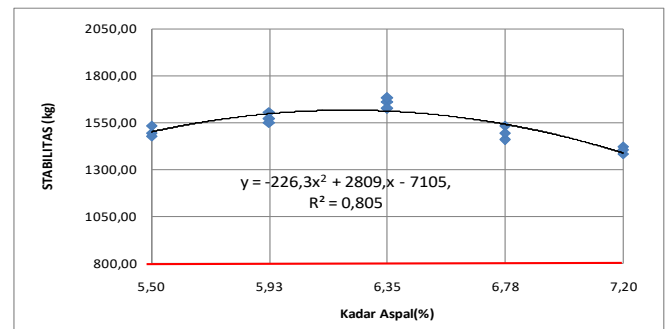
Semakin tinggi kadar aspal yang digunakan maka nilai VIM akan semakin kecil (berkurang). Hubungan VIM dan kadar aspal lataston *HRS-Base* gradasi semi senjang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan VIM dan Kadar Aspal Lataston *HRS-Base* Gradasi Semi Senjang

*Analisis Terhadap Stabilitas Gradasi Senjang*

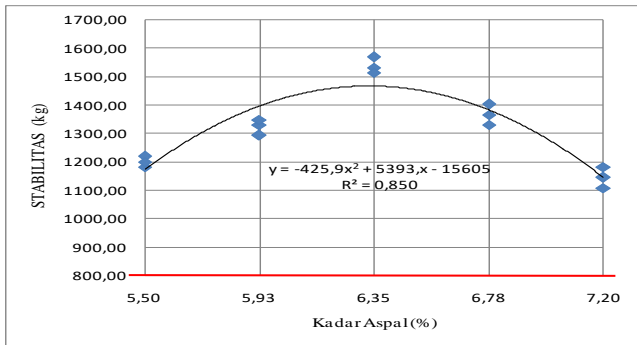
Semakin banyak penggunaan aspal akan mempengaruhi kekuatan / stabilitas campuran. Stabilitas meningkat sampai kadar aspal 6,35%, tetapi jika kadar aspal bertambah lagi maka stabilitasnya akan menurun (berkurang). Hubungan stabilitas dan kadar aspal Lataston *HRS-Base* gradasi senjang disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hubungan Stabilitas dan Kadar Aspal Lataston *HRS-Base* Gradasi Senjang

*Analisis Terhadap Stabilitas Gradasi Semi Senjang*

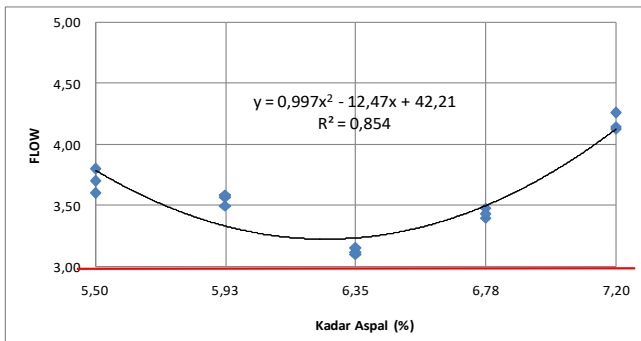
Semakin banyak penggunaan aspal akan mempengaruhi kekuatan / stabilitas campuran. Stabilitas meningkat sampai kadar aspal 6,35%, tetapi jika kadar aspal bertambah lagi maka stabilitasnya akan menurun (berkurang). Hubungan stabilitas dan kadar aspal lataston *HRS-Base* gradasi semi senjang disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hubungan Stabilitas dan Kadar Aspal Lataston HRS-Base Gradasi Semi Senjang

*Analisis Flow Gradasi Senjang*

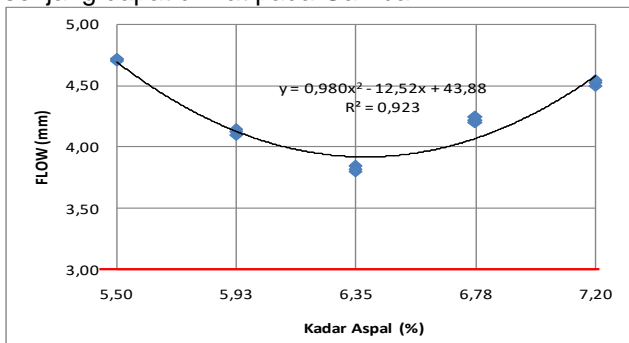
Nilai Flow akan menurun sampai kadar aspal 6,35% tetapi apabila kadar aspalnya bertambah lagi maka flow/kelenturannya akan meningkat. Hubungan flow dan kadar aspal lataston HRS-Base gradasi senjang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Hubungan Flow dan Kadar Aspal Lataston HRS Base Gradasi Senjang

*Analisis Flow Gradasi Semi Senjang*

Nilai Flow akan menurun sampai kadar aspal 6,35% tetapi apabila kadar aspalnya bertambah lagi maka flow/kelenturannya akan meningkat. Hubungan flow dan kadar aspal lataston HRS Base gradasi semi senjang dapat dilihat pada Gambar 7.

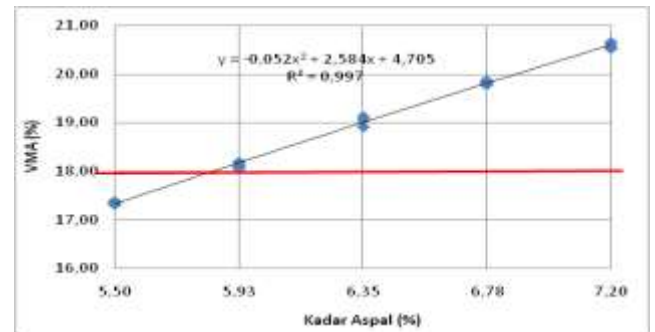


Gambar 7. Grafik Hubungan Flow dan Kadar Aspal Lataston HRS Base gradasi Semi Senjang

*Analisis VMA Gradasi Senjang*

Semakin banyak penggunaan aspal dalam campuran maka nilai VMA/rongga di dalam butiran agregat

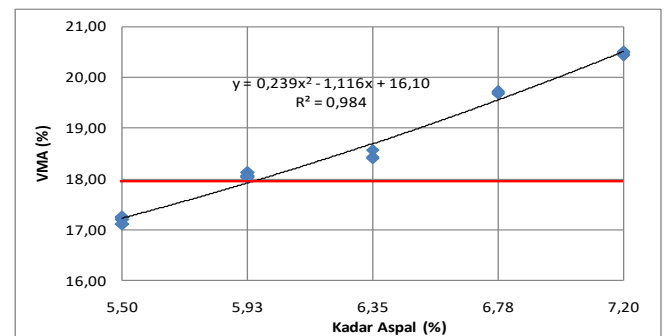
yang terisi oleh aspal akan semakin tinggi juga. Hubungan VMA dan kadar aspal lataston HRS-Base gradasi senjang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Hubungan VMA dan Kadar Aspal Lataston HRS-Base Gradasi Senjang

*Analisis VMA Gradasi Semi Senjang*

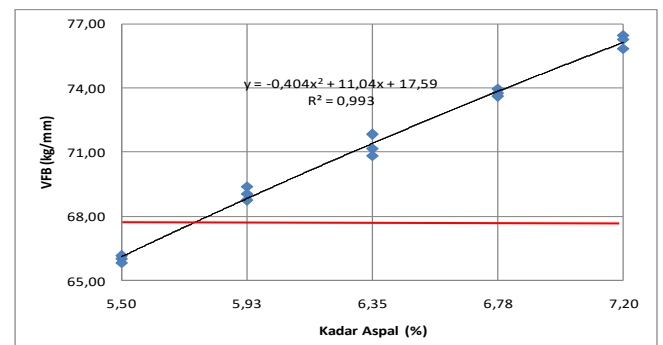
Semakin banyak penggunaan aspal dalam campuran maka nilai VMA/rongga di dalam butiran agregat yang terisi oleh aspal akan semakin tinggi juga. Hubungan VMA dan kadar aspal lataston HRS-Base gradasi semi senjang dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Hubungan VMA dan Kadar Aspal Lataston HRS- Base Gradasi Semi Senjang

*Analisis Terhadap VFB Gradasi Senjang*

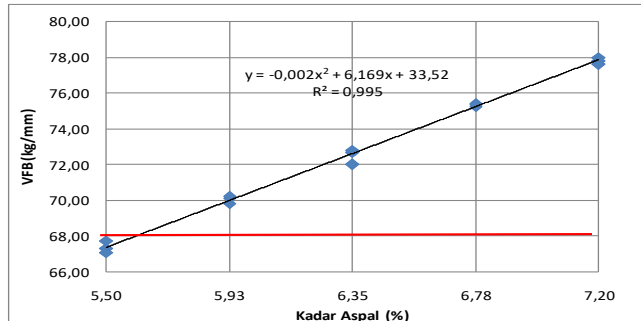
Semakin banyak penggunaan aspal maka nilai rongga dalam campuran dan dalam agregat yang terisi aspal (VFB) kan semakin banyak. Hubungan VFB dan kadar Filler HRS-Base gradasi senjang dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Hubungan VFB dan Kadar Filler HRS-Base Senjang

**Analisis Terhadap VFB Gradasi Semi Senjang**

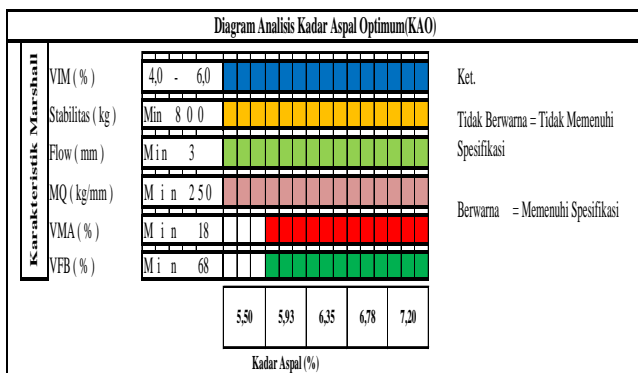
Semakin banyak penggunaan aspal maka nilai rongga dalam campuran dan dalam agregat yang terisi aspal (VFB) kan semakin banyak. Hubungan VFB dan kadar *Filler HRS-Base* gradasi semi senjang dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Hubungan VFB dan Kadar *Filler HRS-Base* semi Senjang

**3.2. Penentuan Proporsi Kadar Aspal pada Campuran Lataston *HRS-Base* Gradasi Senjang**

Untuk penentuan nilai optimum untuk *Marshall Immersion*, kadar aspal yang digunakan yaitu 6,35%. Untuk Lataston *HRS-Base* gradasi senjang lebih cenderung kepada kekuatan atau stabilitas yang menopang atau menahan lapisan di atasnya sehingga kadar aspal 6,35% yang diambil karena memiliki stabilitas yang tinggi di antara campuran kadar aspal yang lainnya. Diagram analisis kadar aspal optimum campuran lataston *HRS-Base* gradasi senjang dapat dilihat pada Gambar 12.



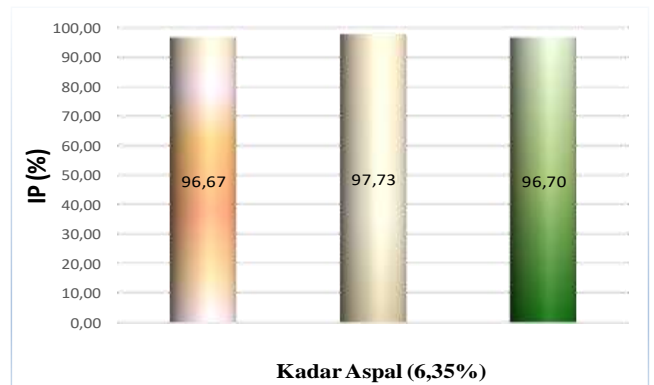
Gambar 12. Diagram Analisis Kadar Aspal Optimum Campuran Lataston *HRS -Base* Senjang

**3.3. Indeks Perendaman (*Marshall Immertion*)**

*Marshall immersion* adalah salah satu pengujian untuk melihat satbilitas dan ketahanan campuran atau keawetan suatu campuran. Indeks perendaman dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 13..

Tabel 1. Indeks Perendaman *Marshall Immertion*

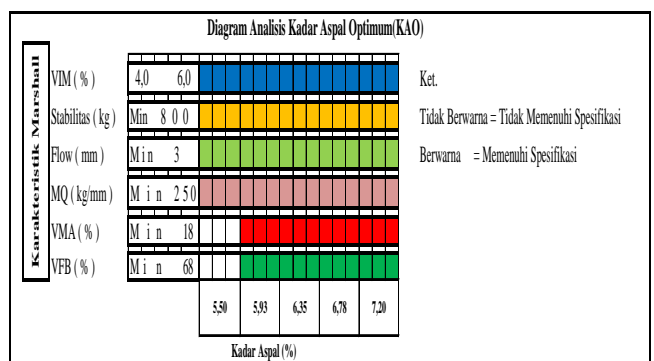
Benda Uji	Proporsi aspal (%)	Stabilitas Marshall Immertion (kg)	Stabilitas Marshall Konvensional (kg)	Indeks perendaman IP. (%)
1.	6,35	1661,82	1606,43	96,67
2.	6,35	1624,89	1587,96	97,73
3.	6,35	1680,29	1624,89	96,70
<b>Rata – Rata</b>		<b>1655,67</b>	<b>1606,43</b>	<b>97,03</b>



Gambar 13. Indeks Perendaman *Marshall Immertion*

**3.4. Penentuan proporsi kadar aspal pada campuran Lataston *HRS-Base* gradasi semi senjang.**

Untuk penentuan nilai optimum untuk *Marshall Immertion*, kadar aspal yang digunakan yaitu 6,35%. Untuk Lataston *HRS-Base* gradasi semi senjang lebih cenderung kepada kekuatan atau stabilitas yang menopang atau menahan lapisan di atasnya sehingga kadar aspal 6,35% yang diambil karena memiliki stabilitas yang tinggi di antara campuran kadar aspal yang lainnya. Diagram analisis kadar aspal optimum dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Diagram Analisis Kadar Aspal Optimum Campuran Lataston *HRS – Base* Gradasi Semi Senjang

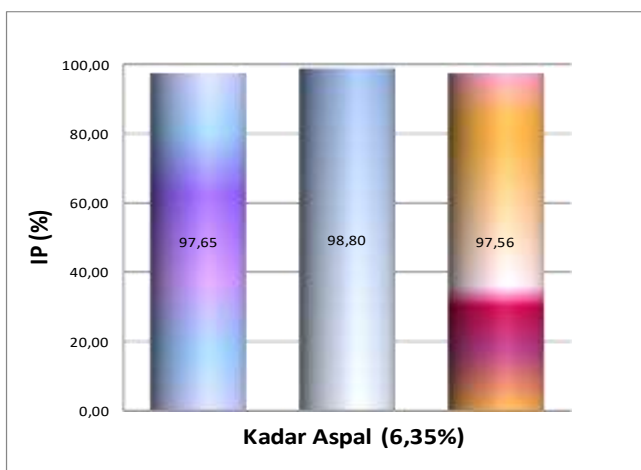
**3.5. Indeks Perendaman (*Marshall Immertion*)**

*Marshall Immertion* adalah salah satu pengujian untuk melihat durabilitas (ketahanan terhadap beban dan pengaruh suhu pada campuran yang terendam air) atau keawetan suatu campuran, hasil dari

pengujian. Indeks perendaman Marshall Immertion gradasi semi senjang dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 15.

Tabel 2. Indeks Perendaman *Marshall Immertion* Gradasi Semi Senjang

Benda Uji	Proporsi aspal (%)	Stabilitas Marshall Immertion (kg)	Stabilitas Marshall Konvensional (kg)	Indeks perendaman IP (%)
1.	6,35	1569,50	1532,57	97,65
2.	6,35	1532,57	1514,11	98,80
3.	6,35	1514,11	1477,18	97,56
<b>Rata – Rata</b>		<b>1538,73</b>	<b>1507,95</b>	<b>98,00</b>



Gambar 15. Grafik Hubungan *Marshall Immertion* dan Kadar Aspal Optimum untuk *HRS-Base* Gradasi Semi Senjang

#### 4. KESIMPULAN

Karakteristik Slag Nikel yang berasal dari Soroako, Luwu Utara untuk campuran Lataston *HRS-Base* bergradasi senjang dan semi senjang memenuhi standar spesifikasi Bina Marga.

Komposisi campuran Lataston *HRS-Base* Gradasi senjang yaitu agregat kasar 20,38%, agregat halus 68.83%, *Filler* 4.44%, dan aspal 6.35%, sedangkan untuk Lataston *HRS-Base* Gradasi semi senjang yaitu agregat kasar 35.69%, agregat halus 52.87%, *Filler* 5.09% dan aspal 6.35%.

Nilai karakteristik *Marshall* Konvensional campuran Lataston *HRS-Base* senjang dan semi senjang telah memenuhi standar spesifikasi Bina Marga dengan menggunakan kadar aspal optimum 6.35%.

*Marshall Immertion* diperoleh Indeks Perendaman atau Indeks Kekuatan sisa (IKS) 97.03 % untuk Lataston *HRS-Base* Senjang dan 98.00 % untuk Lataston *HRS-Base* Semi Senjang, yang artinya campuran tahan terhadap suhu, lamanya perendaman dan terendam air yang menggunakan slag nikel sebagai pengganti agregat kasar dari Soroako Luwu Timur.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] "Perkerasan lentur jalan raya / Penyusun Silvia Sukirman." [Online]. Available: <http://library.um.ac.id/free-contents/index.php/buku/detail/perkerasan-lentur-jalan-rama-penyusun-silvia-sukirman-27261.html>. [Accessed: 09-Dec-2019].
- [2] "Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi 6 2010 Perkerasan Aspal." [Online]. Available: <https://www.scribd.com/doc/52889551/Spesifikas-i-Umum-Bina-Marga-Divisi-6-2010-Perk-Eras-An-Aspal>. [Accessed: 09-Dec-2019].
- [3] N. Hartatik, G. S. Utami, and N. Rohmania, "Karakteristik Campuran Beton Aspal (AC-WC) Dengan Penambahan Abu Slag Baja Sebagai Bahan Pengganti Filler," p. 14.
- [4] D. Oleh, "Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Tambah Campuran Aspal Pada Perkerasan Jalan Ac-WC Terhadap Nilai Marshall," p. 58.
- [5] M. R. E. Manoppo, S. O. Dapas, and D. R. Walangitan, "Pemanfaatan Tanah Domato Sebagai Filler Dalam Campuran Aspal Panas HRS-WC," p. 6, 2016.
- [6] L. B. Suparma, T. W. Panggabean, and S. Mude, "Potensi Penggunaan Limbah Kelapa Sawit Sebagai Agregat Pengisi Pada Campuran," vol. 14, no. 2, p. 10.