



Pengaruh Penggunaan Pasir Besi Lumajang pada Campuran Aspal Beton AC-WC sebagai Pengganti Agregat Halus
The Effect of Using Lumajang Iron Sand on AC-WC Concrete Asphalt Mixtures as a Substitute for Fine Aggregate

Nano Eka Prayoga ¹⁾, Totok Dwi Kuryanto ²⁾, Rofi Budi Hamduwibawa ³⁾

¹⁾Mahasiswa Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email: Nanoekaprayoga136@gmail.com

^{2,3)}Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Abstrak

Pasir besi adalah salah satu hasil sumber daya alam yang ada di Indonesia, penggunaan pasir besi Lumajang diharapkan dapat meningkatkan kekuatan dan keawetan pada perkerasan lentur. Dalam penelitian ini merupakan eksperimen untuk mengetahui karakteristik pasir besi Lumajang untuk mensubstitusi Natural sand dengan persentase 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100% pada campuran aspal beton AC-WC dengan karakteristik Marshall. Setelah dilakukan pengujian terhadap material rancangan campuran kadar aspal optimum dengan dua metode yaitu metode matematis dan metode grafik lab didapat nilai kadar aspal optimum sebesar 6,2%. Kemudian dilakukan perbandingan hasil antara benda uji standart dan benda uji modifikasi Natural Sand dengan hasil uji Marshall. Pemanfaatan pasir besi Lumajang sebagai substitusi Natural Sand dengan karakteristik pasir alam diperoleh hasil berat jenis 2,5 dan hasil distribusi analisa saringan #8 sampai #200, sedangkan hasil pengujian karakteristik pasir besi Lumajang sebagai pembanding dengan hasil berat jenis 4,5 dan hasil distribusi analisa saringan #50 sampai #200. Hasil Marshall Stabilitas meningkat 30,7%, Flow meningkat 8,43% VIM menurun 95,47%, VMA menurun 23,97%, VFA meningkat 29,02%, Density meningkat 3,94%.

Kata Kunci: Arus, Marshall, Pasir Besi Lumajang, Stabilitas

Abstract

Iron sand is one of the results of natural resources in Indonesia, the use of iron sand Lumajang is expected to increase strength and durability on the pavement bending. In this study is an experiment to find out the characteristics of Lumajang iron sand to substitute Natural sand with percentages of 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100% on ac-wc concrete asphalt mixture with Marshall characteristics. After testing the material design of optimum asphalt mixture with two methods, namely mathematical method and lab chart method obtained optimum asphalt content value of 6.2%. Then done comparison of results between standard test objects and modified test objects Natural Sand with marshall test results. The utilization of Lumajang iron sand as a substitution of Natural Sand with natural sand characteristics obtained the results of type 2.5 weight and the distribution results of sieve analysis #8 to #200, while the test results of the characteristics of iron sand Lumajang as a comparison with the results of type 4.5 weight and the distribution results of sieve analysis #50 to #200. Marshall Stability yield increased 30.7%, Flow increased 8.43% VIM decreased 95.47%, VMA decreased 23.97%, VFA increased 29.02%, Density increased by 3.94%.

Keywords: Flow, Marshall, Lumajang Iron Sand, Stability

1. PENDAHULUAN

Dalam menjalankan aktivitasnya masyarakat menggunakan jalan raya sebagai

prasarana transportasi darat yang memiliki peran penting dalam kehidupan, sehingga dapat mempermudah kegiatan sehari-hari. Indonesia memiliki temperatur udara dan curah hujan

yang cukup tinggi, dimana aspek ini sangat berpengaruh pada perkerasan jalan sehingga berdampak pada kekuatan dan keawetan dari konstruksi jalan itu sendiri.

Pasir besi merupakan hasil alam yang banyak terdapat hampir diseluruh pesisir pantai Indonesia, pasir besi juga merupakan salah satu bahan baku dasar dalam industri pembuatan besi baja dan industri semen yang terdapat kandungan mineral logam atau ferrum (fe). Maka perlu dilakukan inovasi baru pada campuran aspal untuk mengatasi masalah perkerasan jalan, sehingga dapat mengurangi jumlah kerusakan yang terjadi.

Inovasi yang dimaksudkan adalah dengan menggunakan bahan material yang dapat meningkatkan kekuatan perkerasan jalan dimana material tersebut memenuhi standar. Diharapkan penggunaan pasir besi dapat meningkatkan stabilitas, elastisitas dan daya tahan terhadap air jika diaplikasikan untuk perkerasan jalan raya.

Di pilihnya pasir besi Lumajang dalam penelitian ini adalah dengan memanfaatkan material yang tersedia dan banyak diseluruh pesisir Indonesia yang bertujuan mengetahui karakteristik pasir besi Luamajng pada campuran aspal.

Adapun rumusan masalah yang ingin dicapai antara lain:

- Berapakah kadar aspal optimum untuk acuan dalam substitusi natural sand dengan pasir besi lumajang pada campuran aspal beton AC-WC ?
- Bagaimana pengaruh substitusi natural sand dengan pasir besi lumajang pada persentase 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100% dengan karakteristik marshall pada campuran aspal beton AC-WC?

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai antara lain:

- Mengetahui kadar aspal optimum untuk acuan dalam substitusi natural sand dengan pasir besi lumajang pada campuran aspal beton AC-WC.
- Mengetahui pengaruh substitusi natural sand dengan pasir besi lumajang pada persentase 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100% dengan karakteristik marshall pada campuran aspal beton AC-WC.

Manfaat penelitian dalam pembahasan ini adalah:

- Penelitian ini dapat di jadikan bahan informasi bagi yang mendalami bidang transportasi khususnya pada perkerasan jalan raya.
- penelitian ini dapat di jadikan bahan informasi bagi yang mendalami bidang transportasi khususnya pada perkerasan jalan raya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pasir Besi

Pasir besi adalah salah satu hasil sumber daya alam yang ada di Indonesia dan merupakan salah satu bahan baku dasar dalam industri besi baja dimana ketersediaanya dapat di jumpai di daerah pesisir pantai pulau Jawa, Sumatra dan Sulawesi. Sehingga percobaan penggunaan pasir besi sebagai bahan campuran aspal beton diharapkan dapat meningkatkan kekuatan dan keawetan pada perkerasan.

B. Stabilitas Marshall

Nilai stabilitas diperoleh berdasarkan nilai masing-masing yang ditunjukkan oleh jarum dial. Stabilitas merupakan parameter yang menunjukkan batas maksimum beban yang dapat diterima oleh suatu campuran beraspal saat terjadi keruntuhan yang dinyatakan dalam kilogram.

C. Kelelahan (Flow)

Seperti halnya cara memperoleh nilai stabilitas, nilai flow merupakan nilai dari masing-masing yang ditunjukkan oleh jarum dial. Hanya saja jarum dial flow biasanya dalam satuan mm (millimeter). Suatu campuran yang memiliki kelelahan yang rendah akan lebih kaku dan kecenderungan untuk mengalami retak dini pada usia pelayanannya.

D. Rongga Udara (VIM)

Rongga udara dalam campuran (VA) atau VIM dalam campuran perkerasan beraspal terdiri atas ruang udara diantara partikel agregat yang terselimuti aspal. Volume rongga udara dalam campuran dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$VIM = 100 - \frac{100 \times G}{H}$$

E. Rongga Terisi Aspal (VFA)

Rongga terisi aspal (VFA) adalah persen rongga yang terdapat diantara partikel agregat (VMA) yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat. Rumus adalah sebagai berikut :

$$VFA = 100 \times \frac{VMA - VIM}{VMA}$$

F. Rongga Antar Agregat (VMA)

Rongga antar agregat (VMA) adalah ruang rongga diantara partikel agregat pada suatu perkerasan, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat). Perhitungan VMA terhadap campuran adalah dengan rumus berikut:

$$VMA = 100 - \frac{(100 - B) \times G}{B_j \text{ Bulk Agg}}$$

G. Density

Kepadatan adalah berat pada campuran tiap satuan volume yang dipengaruhi oleh kadar aspal yang digunakan, kualitas bahan penyusun, komposisi campuran, dan cara penumbukan. Kepadatan adalah ukuran untuk menentukan sejauh mana campuran menahan beban pada lalu-lintas nantinya. Rumus kepadatan adalah :

$$Gmb = \frac{Wmp}{\frac{Wmssd}{yw} - \frac{Wmv}{yw}}$$

H. Pembuatan Benda Uji Marshall Test

Bahan-bahan yang digunakan dalam campuran benda uji yaitu agregat kasar, agregat halus dan filler. Agregat dan filler ditimbang sesuai ukurannya berdasarkan gradasi yang diinginkan. Berat total agregat campuran adalah berat agregat yang dapat menghasilkan satu benda uji padat setinggi 6,35 cm dengan diameter 10,2 cm. Umumnya berat agregat campuran adalah ± 1200 gram

Tabel 1. Komposisi dan Pembuatan Benda Uji

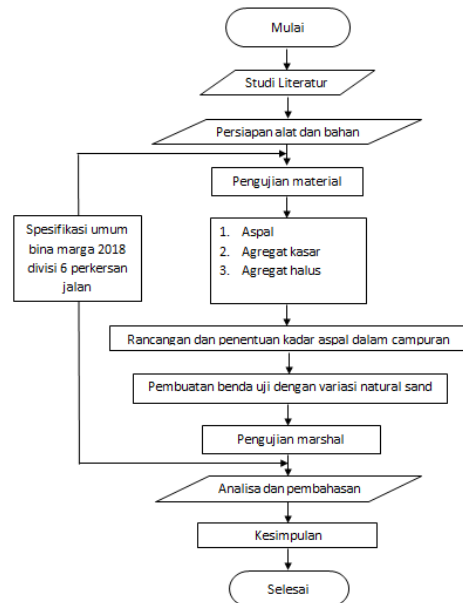
No	Kadar aspal	Benda uji standart / variasi 1 100% pasir alam
1	(P+1)	3
2	(P+0,5)	3
3	(P)	3
4	(P-0,5)	3
5	(P-1)	3
Jumlah benda uji		15

Tabel 2. Variasi Natural Sand

	Benda modifikasi	Persentase aggregate	KAO optimum
1	Variasi 2	80% pasir alam dan 20% pasir besi	3
2	Variasi 3	60% pasir alam dan 40% pasir besi	3
3	Variasi 4	40% pasir alam dan 60% pasir besi	3
4	Variasi 5	80% pasir alam dan 20% pasir besi	3
5	Variasi 6	100% pasir besi	3
Jumlah benda uji			15

3. METODE PENELITIAN

A. Diagram Alur Penelitian



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini mensubstitusi natural sand dengan pasir besi lumajang yang diawali dengan pengujian agregat yaitu analisa saringan, berat jenis, dan *Los Angeles*, tujuan pengujian agregat untuk menentukan kadar aspal optimum dan menentukan benda uji standart, pada pembuatan benda uji ini

menggunakan 5 kadar aspal yang telah dihitung dengan jumlah 3 benda uji pada setiap kadar aspal. Setelah didapatkan kadar aspal optimum dan menetapkan benda uji standart, pada pembuatan benda uji modifikasi menggunakan persentase agregat pada benda uji standart. Pembuatan benda uji modifikasi dengan mesubtitusi gramasi natural sand dengan pasir besi Lumajang dengan persentase 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100%, setelah pembuatan benda modifikasi dilakukan pengamatan terhadap setiap penambahan persentase pasir besi Lumajang pada karateritik marshall.

A. Hasil Pengujian Karakteristik Natural Sand

Berat jenis pasir besi Lumajang lebih besar dibandingkan berat jenis pasir alam, nilai berat jenis pasir besi Lumajang 4,5 sedangkan berat jenis pasir alam 2,5. Nilai absorpsi lebih besar pasir alam dibandingkan pasir besi lumajang yaitu 1,1% dan 0,4%. Distribusi analisa saringan pada pasir besi Lumajang #50 samapai #200 dan pasir alam #8 sampai #200

B. Hasil Pengujian Karakteristik Fine Agregate

Hasil pengujian Berat jenis Fine Agregat 2,51 dan absorpsi 0,3%, distribusi analisa saringan #4 smapai #200. Hasil pengujian Fine Agregate memenuhi spesifikasi Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2018 divisi 6.

C. Hasil Pengujian Karakteristik Medium Agregate

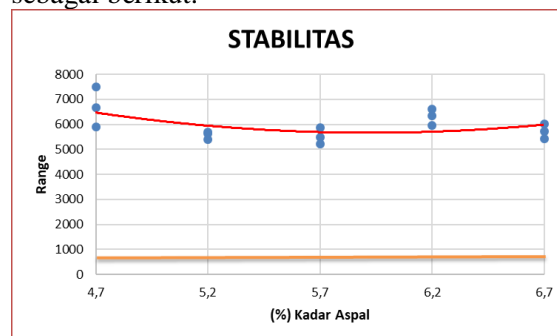
Hasil pengujian Berat jenis Medium Agregat 2,5 dan absorpsi 2%, distribusi analisa sarinagan #3/8 samapai #200. Hasil pengujian Fine Agregate memenuhi spesifikasi Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2018 divisi 6.

D. Hasil Pengujian Karakteristik Coarse Agregate

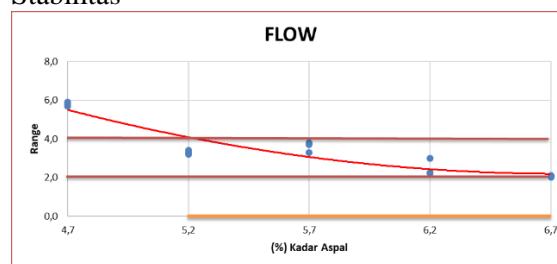
Hasil pengujian Berat jenis Medium Agregat 2,5 dan absorpsi 2%, distribusi analisa saringan #1/2 sampai #200. Hasil pengujian Fine Agregate memenuhi spesifikasi Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2018 divisi 6.

E. Tinjauan Karakteristik Marshall Mencari Nilai Kadar Optimum

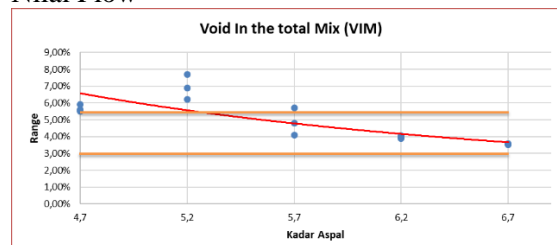
Kadar aspal optimum campuran berdasarkan nilai Stabilitas, Flow, VIM, VFA, VMA, dan Density. Pembahasan dari hasil pengujian Marshall untuk mencari KAO adalah sebagai berikut.



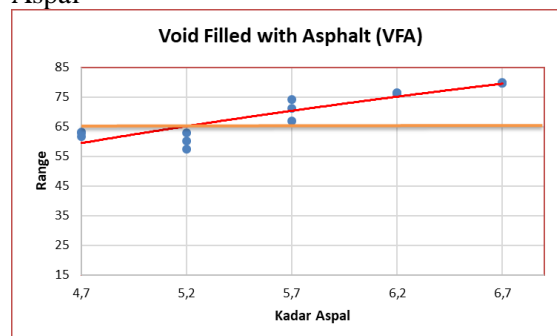
Gambar 2. Hubungan Kadar Aspal dan Nilai Stabilitas



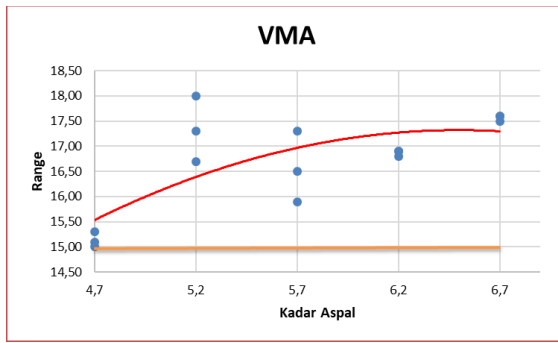
Gambar 3. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai Flow



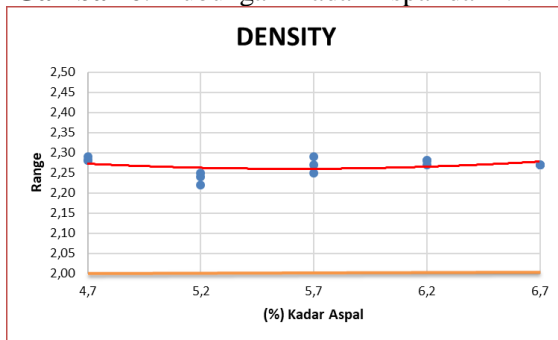
Gambar 4. Hubungan Antara VITM dan Kadar Aspal



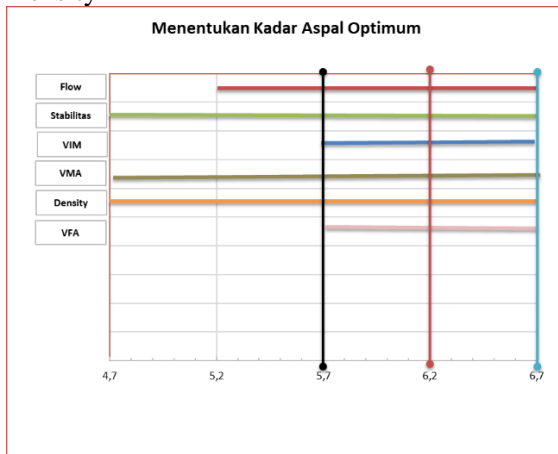
Gambar 5. Hubungan Kadar Aspal dan VFA



Gambar 6. Hubungan Kadar Aspal dan VMA



Gambar 7. Hubungan Kadar Aspal dan Density



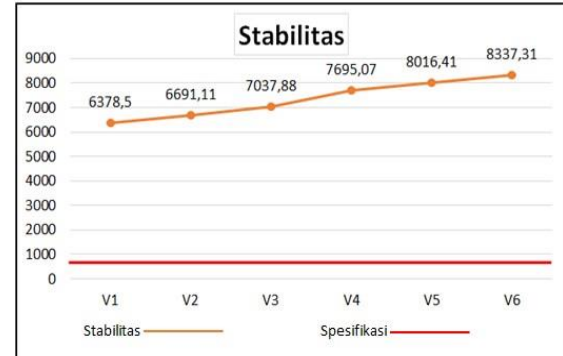
Gambar 8. Penentuan Kadar Aspal Optimum

Dari **Gambar 8** dapat dilihat bahwa rentang yang memenuhi spesifikasi Bina Marga dengan nilai minimal 5,7 % dan nilai maksimal 6,7%, maka nilai kadar aspal optimum yang digunakan 6,2%.

F. Hasil Pengujian Campuran pada Kadar Aspal Optimum dengan variasi Natural Sand

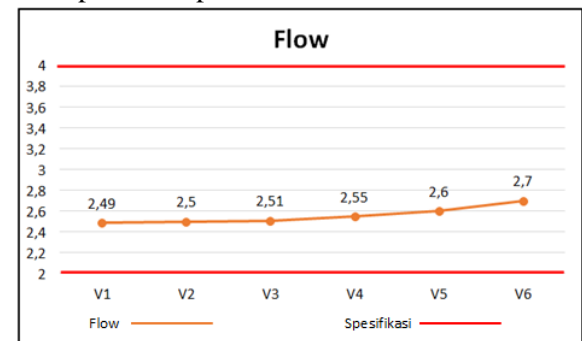
Berdasarkan hasil pengujian Marshall, dengan KAO 6,2% dengan variasi Natural Sand yang telah ditentukan. Pembuatan benda uji

modifikasi bertujuan untuk membandingkan dengan benda uji standart. Hasil yang di dapatkan dapat dilihat pada pembahasan berikut ini.



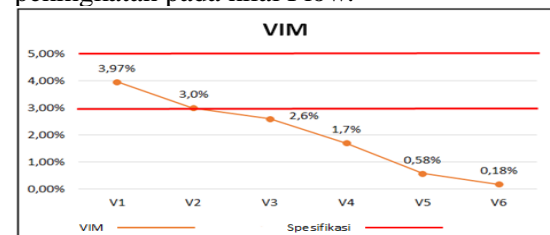
Gambar 9. Pengaruh variasi natural sand pada nilai stabilitas

Berdasarkan hasil penelitian pada **gambar 9** dapat dilihat bahwa nilai stabilitas mengalami kenaikan sehingga dapat disebut dengan sifat saling mengunci (interlock) yang baik, ini terjadi karena benda uji memiliki rongga semakin kecil pada setiap variasi natural sand



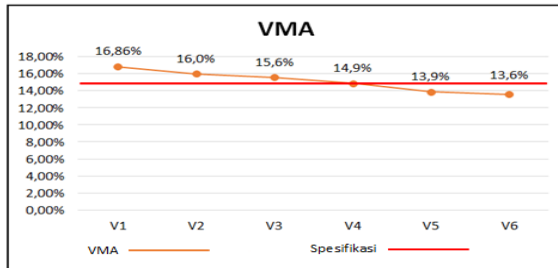
Gambar 10. Pengaruh variasi Natural Sand terhadap nilai Flow

Berdasarkan hasil penelitian pada **gambar 10** dari setiap variasi Natural Sand dapat dilihat bahwa nilai Flow semakin meningkat mulai dari 2,49 sampai 2,7. Berdasarkan penambahan pasir besi disertai variasi natural sand yang mempengaruhi peningkatan pada nilai Flow.



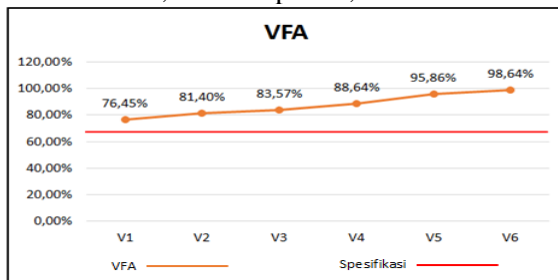
Gambar 11. Pengaruh variasi Natural Sand terhadap nilai VIM

Berdasarkan grafik pada **gambar 11** nilai Void In The Mix menurun, semakin kecil nilai Void In The Mix akan semakin baik karena rongga udara yang terisi aspal semakin kecil sehingga dapat membuat campuran semakin rapat. Dari hasil penelitian nilai Void In The Mix menurun mulai dari 3,97% sampai dengan 0,18% penurunan disebabkan karena penambahan pasir besi pada variasi natural Sand.



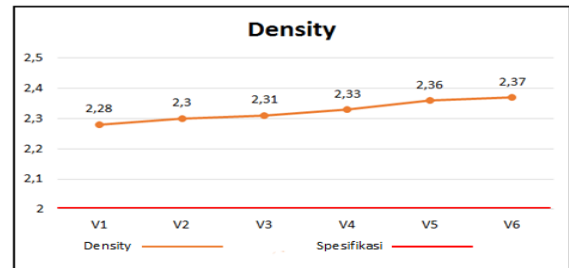
Gambar 12. Pengaruh variasi Natural Sand terhadap nilai VMA

Berdasarkan grafik pada **gambar 12** nilai Void In Mineral Agregate menurun, disebabkan karena volume yang sedikit pada berat yang sama dan mengurangi rongga yang tersedia untuk ditempati aspal. Voids in Mineral Aggregates (VMA), adalah volume pori di antara partikel agregat dalam campuran yang telah dipadatkan. Dari hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh data dengan penurunan mulai dari 16,86% sampai 13,6%.



Gambar 13. Pengaruh variasi Natural Sand terhadap nilai VFA

Pada **Gambar 13** dapat dilihat bahwa nilai VFA semakin meningkat dengan penambahan pada setiap variasi Natural Sand, peresentase rongga terisi aspal semakin meningkat berbanding terbalik dengan nilai VMA. Maka diperoleh peningkatan mulai 76,45% sampai 98,64%.



Gambar 14. Pengaruh variasi Natural Sand terhadap nilai Density

Pada **Gambar 14** dapat dilihat bahwa nilai Density semakin meningkat dengan penambahan pada setiap variasi Natural Sand, kerapatan pada setiap penambahan pasir besi semakin padat dengan nilai 2,28 sampai 2,37.

G. Karakteristik Marshall Pada Variasi Natural Sand

Tabel 3. Hasil pengujian pada karakteristik Marshall dengan substitusi natural sand

Variasi NS	Flow 2 – 4	Stabilitas >800	Density >2	VIM 3 – 5,5%	VFA >65%	VMA >15%
V1 0% pasir besi	2,49	6378,5	2,28	3,97%	76,45%	16,86%
V2 20% pasir besi	2,5	6691,11	2,3	3,0%	81,40%	16,0%
V3 40% pasir besi	2,51	7037,88	2,31	2,6%	83,57%	15,6%
V4 60% pasir besi	2,55	7695,07	2,33	1,7%	88,64%	14,9%
V5 80% pasir besi	2,6	8016,41	2,36	0,58%	95,86%	13,9%
V6 100% pasir besi	2,7	8337,31	2,37	0,18%	98,64%	13,6%

Hasil pengujian pada karakteristik marshall dengan substitusi natural sand menggunakan pasir besi Lumajang didapatkan nilai pada tabel diatas. Pada nilai Flow, Stabilitas, Density dan Void Filled With Asphalt terjadi peningkatan, pada nilai Void In The Total Mix dan Void Mineral Agregate terjadi penurunan.

5. Kesimpulan

Penelitian tentang pemanfaatan pasir besi Lumajang sebagai substitusi Natural Sand dengan karakteristik pasir alam diperoleh hasil berat jenis 2,5 dan hasil distribusi analisa saringan #8 sampai #200, sedangkan hasil pengujian karakteristik pasir besi Lumajang sebagai pembanding dengan hasil berat jenis 4,5 dan hasil distribusi analisa saringan #50 sampai #200 yang digunakan sebagai campuran aspal beton AC-WC dengan karakteristik Marshall sebagai berikut :

1. Hasil pengujian material untuk campuran aspal beton AC-WC menggunakan

Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 mendapatkan kadar aspal optimum 6,2%.

2. Hasil karakteristik Marshall pada campuran aspal beton AC-WC dengan substitusi Natural Sand menggunakan pasir besi Lumajang pada persentase 0% sampai 100% sebagai berikut :
 - a. Stabilitas : meningkat 30,7%
 - b. Flow : meningkat 8,43%
 - c. VIM : menurun 95,47%
 - d. VMA : menurun 23,97%
 - e. VFA : meningkat 29,02%
 - f. Density : meningkat 3,94%

6. Saran

Setelah melakukan serangkaian percobaan dalam penelitian dan untuk mengembangkan penelitian yang lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan pasir besi sebagai campuran agregat halus pada perkerasan jalan. Terutama cara mengatasi kekosongan rongga pasir besi,
2. Setelah melakukan percobaan dalam penelitian ini, pasir besi bisa digunakan untuk lapisan permukaan perkerasan jalan, karena mempunyai kekuatan yang besar, dimana mampu memberikan kekuatan pada lapis atas dengan penggunaan pasir yang sedikit.

7. Daftar Pustaka

- Departemen Pekerjaan Umum (1989). SNI No: 1737-1989-F Tata Cara Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston).
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1987). Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya (SKBI - 2.4.26.1987). Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2018). Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Untuk pekerjaan konstruksi. In Direktorat Jendral Bina Marga. Kementrian PUPR, Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Eko stio utomo, 2018 pengaruh penggunaan oasis besi sebahgai substitusi agregat halus dan aspal modifikasi starbit e-55 pada campuran Laston AC-WC
- Gayuh Bintang, Lati Budi, 2018 Pengaruh penggunaan pasir kuarsa pada laston AC-WC sebagai pengganti agregat halus
- Ismanto, B. (2001), Perancangan Perkerasan Dan Bahan, penerbit ITB, Bandung.
- M. Yusuf Arif Rahman, 2018 Pemanfaatan serbuk besi sebagai bahan tambah agregat halus terhadap nilai stabilitas uji marshall dalam campuran AC-WC
- Priambodo, A, (2003), Kajian Laboraturium Pengaruh Penggunaan Pasir Besi Sebagai Agregat Halus Pada Campuran Aspal Panas HRA (Hot Rolled Asphalt) terhadap Sifat Marshall Dan Durabilitas. Semarang.
- PT Bintang Jaya, (2013). Latar Belakang Pengembangan Aspal Modifikasi Starbit E-55, PT Bintang Djaya, Semarang.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan. (1990a). Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar. SNI 03-1968-1990. Bandung: Badan Standardisasi Indonesia, 1–17.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan. (1990b). Metode Pengujian Berat Jenis dan penyerapan air agregat halus SNI 03-1970-1990. Bandung: Badan Standardisasi Indonesia, 1–17.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan. (1990c). Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar SNI 03-1969-1990. Bandung: Badan Standardisasi Indonesia, 2–5.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan. (1998). Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara dalam Agregat SNI 03-4804-1998 Bandung: Badan Standardisasi Indonesia, 1–6.
- Putra, S. Satyarno, I. Wijatna, A, B. Penggunaan Pasir besi Dari Kulon Progo Dengan Berat Jenis 4,311 Untuk Mortar Perisai Radiasi sinar Gamma, Tesis, Sekolah Pasca Sarjana Jurusan TS FT UGM, Jogjakarta.
- Sukirman, S, (1999). Perkerasan Lentur Jalan Raya. Penerbit Nova, Bandung.
- Sukirman, S, (2003), Beton Aspal Campuran Panas, Granit, Jakarta.
- Sulaksono, S. (1999). Rekayasa Jalan. Departemen Teknik Sipil ITB.
- Totomiharjo, S. (1994). Bahan dan Struktur Jalan Raya. Biro Penerbit.