

Pengaruh Pasir Besi pada Campuran Lapis Aus AC-WC terhadap Deformasi Permanen

Putri Sari Ramadhani¹, Sukmawati², St. Fauziah Badaron³, Bulgis⁴, Salim⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia
Jl. Urip Sumoharjo Km 05 Panaikang, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231
Email: ¹putrisariramadhani02@gmail.com; ²sukmawa604@gmail.com;
³sitifauziahbadrun@gmail.com; ⁴bulgis.bulgis@umi.ac.id; ⁵salim.salim@umi.ac.id

ABSTRAK

Kekayaan sumber daya alam di Indonesia termasuk pada potensi ketersediaan pasir besi yang potensial untuk dimanfaatkan sebagai bahan perkerasan. Khusus di Sulawesi Selatan, keberlimpahan pasir besi dideteksi ada di wilayah Barru, Takalar, Jeneponto, dan Selayar yang memiliki akumulasi ketersediaan sekitar 3,4 juta ton. Penelitian ini diadakan untuk menganalisis campuran lapis aus AC-WC yang mengandung pasir besi dan menguji kelayakannya untuk dimanfaatkan sebagai bahan tambah dalam campuran melalui pengujian *Marshall* dan deformasi permanen dengan *wheel tracking*. Variasi pasir besi yang dicoba yaitu 0%, 1%, 2%, 3%, 4%. Benda uji yang didesain sebanyak 2 briket tiap kadar pasir besi. Hasil pengujian menunjukkan karakteristik pasir besi memenuhi standar pengujian deformasi permanen campuran. Hasil lainnya menunjukkan bahwa pemanfaatan pasir besi dalam campuran berdampak pada menurunnya nilai stabilitas dan meningkatnya nilai kerapatan secara signifikan. Dapat disimpulkan bahwa karakteristik campuran dan kadar optimum pasir besi ada pada variasi 2% karena mampu meningkatkan nilai stabilitas dan nilai VFA yang disinyalir terjadi karena lebih kecilnya rongga dalam agregat pasir yang mengakibatkan rendahnya absorpsi aspal sehingga aspal akan mengisi rongga-rongga yang ada pada campuran.

Kata Kunci: pasir besi, beton aspal lapisan aus, parameter *Marshall*, deformasi permanen

ABSTRACT

The wealth of natural resources in Indonesia include the potential availability of iron sand which has the possibility to be utilised as a pavement material. Specifically in South Sulawesi, an abundance of iron sand was detected in the Barru, Takalar, Jeneponto and Selayar areas which had an accumulated availability of around 3.4 million tonnes. This research was conducted to analyze the mixed AC-WC wear layer containing iron sand and test its feasibility to be used as an additive in the mixture through the Marshall test and permanent deformation with wheel tracking. The variations of iron sand tested were 0%, 1%, 2%, 3%, 4%. The test object was designed as much as 2 briquettes per iron sand content. The test results show that the iron sands' characteristics meet the standard of mixed permanent deformation testing. Other results show that the use of iron sand in the mixture has an impact on decreasing the stability value and increasing the density value significantly. In conclusion, the characteristics of the mixture and the optimum content of iron sand are at a variation of 2% because it is able to increase the stability value and the VFA value which allegedly occurs due to the smaller voids in the sand aggregate which results in low asphalt absorption so that the asphalt will fill the cavities in the mixture.

Keywords: iron sand, asphalt concrete wearing course, Marshall's parameters, permanent deformation

1. Pendahuluan

1.1 Latar belakang

Pemanfaatan material alternatif dalam perkerasan jalan telah sering diterapkan di Indonesia dengan hasil yang memuaskan dan mampu menyaingi kinerja campuran yang memanfaatkan material konvensional. Penerapan material alternatif juga diterapkan pada lapisan permukaan aus AC-WC. Lapisan ini bersifat kedap air dengan stabilitas yang tinggi dalam menanggung beban vertikal dari kendaraan (Ariyanti et al., 2018). Salah satu komponen material perkerasan lentur adalah *filler* yang secara konvensional digunakan abu batu (Ardi & Agustina, 2015).

Sebagai upaya untuk mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya alam yang tersedia, pasir besi menjadi objek dalam penelitian ini yang akan dicoba kelayakannya sebagai alternatif pengganti abu batu dalam campuran perkerasan lentur. Percobaan penggunaan material pasir besi ini diharapkan mampu meningkatkan ataupun setidaknya menyamai kinerja campuran aspal beton.

Dengan karakteristiknya yang memiliki partikel yang sangat halus, pasir besi disinyalir memiliki potensi yang baik untuk berperan sebagai *filler* (Susanto, 2020). Secara fisik, pasir besi bersifat magnetik yang mampu meningkatkan daya lekat dan sifat kohesinya dengan material lain sehingga diharapkan penggunaannya dalam campuran mampu meminimalisir kadar aspal yang diperlukan (Rosati et al., 2019). Secara kimiawi, tingginya kandungan besi yang terkandung dalam endapan pasir besi menjadikan pasir besi memiliki berat jenis yang lebih tinggi daripada jenis pasir alam lainnya (Aly & Takdir, 2011).

Dari segala karakteristik dan potensi yang dimiliki, peneliti mencoba melakukan pemanfaatan sumber daya alam pasir besi sebagai *filler* dan melihat kecocokannya sebagai material penyusun campuran beton aspal lapisan permukaan

AC-WC khususnya dengan pengujian deformasi permanen.

1.2 Rumusan Masalah

- 1) Bagaimanakah karakteristik campuran dan penggunaan optimum yang dihasilkan terhadap penggunaan pasir besi?
- 2) Bagaimanakah tingkat ketahanan campuran terhadap deformasi permanen?

1.3 Tujuan Penelitian

- 1) Untuk mengetahui karakteristik campuran dan penggunaan optimum yang dihasilkan terhadap penggunaan pasir besi?
- 2) Untuk mengetahui tingkat ketahanan campuran terhadap deformasi permanen?

2. Metode Penelitian

2.1 Penentuan Campuran

Sebelum dilakukan pembuatan benda uji, dilakukan beberapa tahapan pendahuluan yaitu:

- 1) Penentuan fraksi campuran
- 2) Penentuan kebutuhan material
- 3) Penentuan kadar aspal rencana dengan interval 0,5%
- 4) Penentuan suhu pemadatan dan suhu pencampuran.

2.2 Pembuatan Benda Uji

Setelah setiap komponen benda uji memenuhi spesifikasi pengujian properti, selanjutnya dilakukan pembuatan benda uji mengikuti komposisi campuran lapisan aus AC-WC. Lima variasi kadar aspal yaitu 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5% masing-masing sebanyak tiga briket aspal diuji Marshall untuk menentukan kadar aspal optimum. Setelah didapatkan KAO maka ditentukan perencanaan kadar pasir besi yang bisa digunakan. Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil penelitian terdahulu variasi pasir besi yang dicoba yaitu 0%, 1%, 2%, 3%, 4% dengan menyiapkan masing-masing dua sampel briket untuk setiap variasi kadar pasir besi dalam campuran.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pemeriksaan Material

Tabel 1 Rekapitulasi pemeriksaan material

No.	Jenis Pemeriksaan	Split		Abu batu	Aspal	Spesifikasi
		1-2	0,5-1			
	Formula	14%	38%	48%		
1	Ayakan(%lolos)					
	3/4"	100	100	100		100
	1/2"	39,03	100	100		90-100
	3/8"	8,09	98,83	100		77-90
	No.4	0,07	32,84	100		53-69
	No.8	0	0,57	84,74		33-53
	No.16	0	0	57,17		21-40
	No.30	0	0	40,94		14-30
	No.50	0	0	29,08		9-22
	No. 100	0	0	18,72		6-15
	No. 200	0	0	10,36		4-9
2	Berat Jenis Agregat					
	a. Bulk	2,731	2,550	2,723		2,4-2,9
	b. SSD	2,772	2,588	2,802		2,4 – 2,9
	c. Apparent	2,847	2,652	2,680		2,4 – 2,9
	d. Penyerapan	1,517	1,508	1,626		≤ 3%
3	Berat Isi					
	a. Gembur(gr/cm ³)	1,429	1,442	1,540		1,4 – 1,9
	b. Padat (gr/cm ³)	1,475	1,470	1,729		1,4 – 1,9
4	Sand Equivalent					
	a. Sebelum pembebanan(%)	-	-	82,92		≥ 60 %
	b. Setelah pembebanan (%)	-	-	80,82		
5	Soundness Test (%)	5,9	6,3	6,0		≤ 12%
6	Abration Test (%)	24,40	24,65	-		≤ 40%
7	Kelekatan Agregat Terhadap Aspal (%)					≥ 95 %
8	Penetrasi 25°C, 100 gr, 5detik, 0,1mm				60	60 – 79
9	Berat Jenis Aspal				1,02	1,0 – 1,16
10	Titik Lembek Aspal (°C)				53,25	≥ 48
11	Titik nyala dan Titik bakar aspal (°C)				220° dan 295°	≥ 220
12	Daktilitas, 25°C, cm				152,50	≥ 100

Dari hasil pengujian material yang telah memenuhi spesifikasi maka selanjutnya dilakukan komposisi campuran dengan gradasi agregat 1-2 sebanyak 14%, agregat 0,5 sebanyak 38% dan abu batu sebanyak 48%.

Setelah melakukan komposisi campuran dengan gradasi agregat yang memenuhi

spesifikasi, dilakukan pengujian *marshall test* dimana dari hasil pengujian ini ditetapkan nilai kadar aspal optimum yang menjadi kadar aspal tetap untuk seluruh variasi pasir bersi. Nilai kadar aspal yang dipilih yaitu kadar aspal yang memenuhi setiap persyaratan parameter Marshall.

3.2 Penentuan Kadar Aspal Optimum

Tabel 2 Rekapitulasi pengujian marshall campuran ac-wc Pen 60/70 untuk kadar aspal optimum

Sifat-sifat campuran Kadar Aspal (%)	Hasil Pengujian					Spesifikasi
	4,5	5	5,5	6	6,5	
Stabilitas;kg	850,47	953,38	1026,10	1031,58	976,44	800-1800 kg
Flow; mm	3,70	3,40	3,20	3,10	3,10	2-4 mm
VIM; %	6,958	5,969	4,965	4,245	3,524	3-5%
VMA; %	15,332	15,469	15,600	15,988	16,376	≥ 15%
VFA; %	54,624	61,439	68,207	73,476	78,491	≥ 63%
MQ; kg/mm	230,27	280,59	320,96	332,20	298,66	Min 250 kg/mm
Density	2,255	2,263	2,272	2,273	2,275	≥2.2 kg/mm ³

Dari data rekapitulasi *marshall*, diperoleh kadar aspal optimum sebesar 6%. Selanjutnya nilai kadar aspal ini digunakan untuk pengujian tahap berikutnya.

3.3 Penentuan Komposisi Campuran Menggunakan Bahan Tambah Paisir Besi

Dengan memvariasikan kadar bahan tambah pasir besi pada kadar 0%, 1%, 2%, 3% dan 4% selanjutnya dilakukan pengujian Marshall tahap II. untuk melihat hubungan pasir besi terhadap karakteristik *marshall* yaitu stabilitas, flow, VIM, VMA, VFA, density dan *marshall quotient*. Hasil pengujian tersebut disajikan pada tabel 3 berikut.

Tabel 3 Rekapitulasi pengujian marshall campuran ac-wc dengan penambahan pasir besi

Sifat-sifat campuran Kadar Aspal (%)	Hasil Pengujian					Spesifikasi
	0	1	2	3	4	
Stabilitas;kg	1003,68	1043,99	1080,27	1064,25	1052,05	800-1800 kg
Flow; mm	3,40	3,30	3,43	3,47	3,60	2-4 mm
VIM; %	5,14	4,68	4,67	4,19	3,91	3-5%
VMA; %	16,66	16,26	16,25	15,88	15,58	≥ 15%
VFA; %	69,18	71,23	71,30	73,21	74,89	≥ 65%
MQ; kg/mm	295,41	317,29	315,37	308,45	279,44	Min 250 kg/mm
Density	2,26	2,2661	2,2663	2,2761	2,2843	≥2.2 kg/mm ³

Dari pengujian *marshall* dan ditinjau dari nilai stabilitasnya, variasi pasir besi optimum yaitu kadar pasir besi 2%.

3.4 Pengujian Deformasi

Pengujian tahap ini bertujuan mengkaji ketahanan campuran yang mengandung pasir besi terhadap tiga parameter. Yang pertama yaitu diukut kedalaman alur atau deformasi yang terjadi setelah benda uji campuran dilalui sejumlah lintasan (mm). Yang kedua yaitu laju deformasi

(mm/menit). Yang ketiga yaitu stabilitas dinamis (lintasan /mm).

Pada pengujian deformasi hanya kadar pasir besi optimum yang diuji menggunakan alat *whell tracking*, guna untuk dijadikan bahan pembanding antara campuran tanpa bahan tambah

pasir besi dengan campuran yang menggunakan bahan tambah pasir besi.

Tabel 4 Hasil Pengujian dengan Wheel Tracking Machine

Waktu / menit	Lintasan	Deformasi (mm)		
		30°C		
		0%	2%	3%
0	0	0	0	0
1	42	1,1	0,14	0,14
5	210	1,64	0,62	0,50
10	420	1,99	0,87	0,72
15	630	2,12	0,96	0,90
30	1260	2,45	1,17	1,35
45	1890	2,64	1,34	1,75
60	2520	2,85	1,47	2,85
Total Deformasi (DO) (mm)		2,113	0,939	1,173
Stabilitas Dinamis (DS) (lintasan/mm)		3000	4846,2	572,7
Laju Deformasi (RD) (mm/menit)		0,014	0,009	0,073

Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai total deformasi pada campuran variasi pasir besi 2% lebih kecil dibandingkan campuran tanpa menggunakan pasir besi, hal itu disebabkan karena nilai stabilitas dinamis dari campuran variasi pasir besi 2% lebih tinggi sehingga membuat campuran menjadi elastis dan dapat mengurangi penurunan yang terjadi.

4. Penutup

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh pasir besi pada campuran lapis aus AC-WC terhadap deformasi permanen dapat disimpulkan sebagai berikut:

4.1 Kesimpulan

- 1) Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa karakteristik campuran dan kadar optimum pasir besi yaitu variasi 2% karena meningkatkan nilai stabilitas dan nilai VFA. Hal ini disebabkan karena lebih kecilnya rongga antar partikel pasir besi yang mengakibatkan kemampuan absorpsi aspal rendah sehingga rongga-rongga dalam campuran lebih dapat terisi dengan aspal. Dan hal ini dapat meningkatkan nilai density karena density berbanding lurus dengan nilai VFA. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa Pasir besi yang optimum yaitu 2%

dianggap layak untuk dimanfaatkan sebagai bahan tambah pada komponen agregat halus untuk meningkatkan kualitas dari campuran lapis aus AC-WC berdasarkan standar Bina Marga 2018.

- 2) Dari hasil analisis ketahanan campuran terhadap deformasi permanen yaitu mendapatkan hasil terbaik 2% dengan nilai Total deformasi yang rendah yaitu 0,939 mm, nilai Stabilitas dinamis yang tinggi dengan nilai 4846,8 lintasan/mm. Penggunaan pasir besi yang optimum memiliki daya tahan yang baik berkaitan dengan karakteristik pasir besi yang memiliki berat jenis yang lebih besar. Laju deformasi memiliki nilai yang terendah yaitu 0,009 mm karena nilai stabilitas dinamis yang tinggi menghasilkan laju deformasi yang rendah. Hal ini disebabkan karena dengan berat jenis yang lebih besar yang dimilikinya, pasir besi mampu menahan beban dibandingkan abu batu. Dan dapat disimpulkan bahwa pada campuran lapis aus AC-WC dengan penambahan pasir besi sebagai bahan tambah sebanyak 2% cocok digunakan untuk mengurangi

deformasi dan rutting pada perkerasan lentur.

4.2 Saran

- 1) Pemanfaatan pasir besi dalam campuran aspal beton perlu diteliti lebih lanjut dengan pengujian yang lainnya.
- 2) Diperlukan penelitian lebih lanjut terhadap model pemadatan yang tepat guna meningkatkan kinerja dan fungsi pasir besi pada campuran aspal beton.

Daftar Pustaka

- Aly, S. H., & Takdir, T. (2011). Penggunaan pasir besi sebagai agregat halus pada beton aspal lapisan aus. *Jurnal Transportasi*, 11(2), 123–134.
- Ardi, N. K., & Agustina, D. H. (2015). Pengaruh Penggunaan Abu Batu Dan Semen Portland Sebagai Filler Tambahan Terhadap Sifat Campuran Asphalt Concrete - Binder Course (AC-BC). *Prosiding 2nd Andalas Civil Engineering National Conference*.
- Ariyanti, D., Sutrisno, W., & Haza, Z. F. (2018). Pengaruh Komposisi Agregat Kasar Terhadap Campuran Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC). *RENOVASI: Rekayasa Dan Inovasi Teknik Sipil*, 3(1), 58–65. AGREGAT KASAR; ASPAL
- Rosiati, N. M., Miswanda, D., & Muflikhah. (2019). Pelapisan Bahan Magnetik Pasir Besi Bugel dengan Sitrat. *Walisongo Journal of Chemistry*, 2(1), 1–5.
- Susanto, H. A. (2020). Pengaruh Penggunaan Filler Pasir Besi Dan Semen Dalam Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC). *Techno (Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto)*, 21(1), 37. <https://doi.org/10.30595/techno.v21i1.7230>