

PENGARUH PENGGUNAAN MATERIAL GBFS SEBAGAI SUBSTITUSI MEDIUM AGGREGATE (MA) PADA CAMPURAN BERASPAL AC-WC TERHADAP PERENCANAAN TEBAL LAPIS TAMBAH**Panji Marshando**

Politeknik Negeri Medan, Indonesia

Email: panjimarshando@polmed.ac.id

Abstrak

Dewasa ini, penggunaan material alami sebagai agregat kasar sangat masif digunakan sehingga menimbulkan pencarian dan penambangan besar-besaran pada lingkungan yang mengganggu kesinambungan siklus alam di sekitarnya. Oleh sebab itu, dilakukan pemanfaatan material limbah B3 tidak terbarukan sejenis slag berupa Granulated Blast Furnace Slag (GBFS) yang dimanfaatkan sebagai substitusi agregat sedang (Medium Aggregate) sebesar 75% yang terbukti meningkatkan ketahanan campuran beraspal terhadap air, stabilitas campuran beraspal, kekesatan (skid resistance), serta ketahanan terhadap deformasi. Pada penelitian lanjutan ini, dilakukan analisis pengaruh penggunaan material GBFS yang diterapkan pada campuran beraspal AC-WC pada perencanaan lapis tambah, Penelitian beracuan pada hasil pengujian karakteristik marshall, pengujian kinerja struktural, analisis data sekunder, serta analisis kerusakan dan evaluasi penanganan kerusakan jalan. Hasil analisis terhadap penelitian menunjukkan, Campuran beraspal AC-WC GBFS MA 75% yang diterapkan pada tebal lapis tambah (Overlay) memiliki keunggulan di Tebal Lapis Tambah yang lebih ekonomis, (Berbeda 4 cm dibandingkan AC-WC Normal).

Kata kunci: GBFS, Campuran Beraspal AC-WC, Medium Aggregate Lapis Tambah (Overlay) Energi

Abstract

Nowadays, the use of natural materials as coarse aggregates is so widespread that it has led to large-scale exploration and mining in environments that disrupt the natural cycle in the surrounding area. Therefore, the utilization of non-renewable B3 waste materials such as slag in the form of Granulated Blast Furnace Slag (GBFS) has been explored as a substitute for medium aggregate (Medium Aggregate) at a 75% replacement rate. This substitution has been proven to enhance the water resistance of asphalt mixtures, asphalt mixture stability, skid resistance, and resistance to deformation. In this follow-up study, an analysis of the influence of GBFS material application on AC-WC asphalt mixtures in overlay design was conducted. The study was based on Marshall characteristic tests, structural performance tests, secondary data analysis, and damage analysis and evaluation of road damage management. The results of the analysis indicate that the AC-WC GBFS MA 75% asphalt mixture applied to the overlay layer has the advantage of being more economical in terms of overlay thickness (4 cm different from normal AC-WC).

How to cite:	Panji Marshando (2025) Pengaruh Penggunaan Material GBFS sebagai Substitusi Medium Aggregate (MA) pada Campuran Beraspal AC-WC terhadap Perencanaan Tebal Lapis Tambah, (Vol 7 No 1) Issue, 10.59261/jequi.v7i1.231
E-ISSN:	2775-0833
Published by:	Politeknik Siber Cerdika Internasional

Keywords: *GBFS, AC-WC asphalt mixture, medium aggregate overlay layer*

PENDAHULUAN

Pertumbuhan lalu lintas dan perkembangan daerah dalam beberapa tahun terakhir yang sangat pesat serta iklim dengan perubahan cuaca dan curah hujan yang relatif tinggi sehingga rentan terhadap banjir di beberapa daerah tertentu di Indonesia, menjadi alasan kuat untuk merancang pra sarana berupa jalan yang memadai untuk dapat memikul repetisi beban lalu lintas yang tinggi serta tahan terhadap perubahan cuaca, genangan air, maupun banjir.

Untuk menunjang kualitas campuran beraspal yang baik, maka kandungan tiap bahan – bahan penyusun campuran beraspal harus di desain sedemikian rupa sesuai dengan standar konstruksi yang berlaku. Agregat sedang (*medium aggregate*) merupakan salah satu komponen utama penyusun campuran beraspal yang terdiri atas material berupa batu pecah (split) atau batu alam seperti batu kali yang lolos saringan 3/8 (9,5 mm). Dewasa ini, penggunaan material alami sebagai agregat kasar sangat masif digunakan sehingga menimbulkan banyaknya penambangan batu yang mengganggu kesinambungan siklus alam.

Granulated Blast Furnace Slag (GBFS) merupakan limbah yang terbentuk dari hasil sisa pembakaran tanur tinggi pada besi dan baja. Limbah ini termasuk limbah tak terbarukan dengan klasifikasi B3(Bahan Berbahaya dan Beracun) Mengacu pada Peraturan Pemerintah (PP) No.101 tahun 2014) yang dikeluarkan oleh Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Nomor P.10 MENLHK/SETJEN/PLB.3/4/2020), yang mana dapat merusak lingkungan sekitar, jika tidak di atur dengan pembuangan dan pengolahan yang layak. Namun, Material ini sebagian besar mengandung Silika, Kalium Oksida, dan Aluminium Oksida, yang mana pada bidang konstruksi, memiliki manfaat pada campuran beraspal dan campuran beton.



Gambar 1 Material GBFS
(Sumber: Panji Marshando et.al (2022))

Menurut Kebijakan Kementerian PUPR dalam pemanfaatan material sebagai bahan konstruksi jalan, berdasarkan spesifikasi umum bidang jalan dan jembatan. Secara umum, Untuk menjadikan material limbah B3 sebagai material jalan, perlu dilakukan pengujian-pengujian mutu material limbah B3, yang mana harus sesuai spesifikasi, apakah untuk material pilihan atau timbunan, material pengganti subgrade, material sub base, base dan lapisan perkerasan baik perkerasan aspal atau beton semen.

METODE

Penelitian ini terdiri atas beberapa tahapan sebagai berikut :

Analisis Data Sekunder

Data sekunder sebagai acuan dalam implementasi AC-WC GBFS MA 75% ini diperoleh dari data jalan Raya Bojonegoro - Padangan dengan panjang 2,6 km. Analisis data sekunder yang dilakukan pada penelitian ini mengacu pada AASHTO 1993, yang mana data sekunder selanjutnya akan di analisis untuk memperoleh data – data dan parameter penunjang yang diperlukan pada analisis, seperti:

1) Data Lalu Lintas Rencana (LEF);

Analisis pada penelitian ini menggunakan data lalu lintas rencana berbentuk lalu lintas rencana tahunan (W18). Lalu lintas rencana tahunan ini didapat dari perhitungan kumulatif beban sumbu untuk 2 arah (w18) dikalikan faktor distribusi jalur (DL) serta faktor distribusi arah (DD), yang mengacu pada persamaan berikut:

$$W_{18} = 365 \times D_D \times D_L \times w_{18} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 1})$$

$$W_{18} = W_{18} \times ((1 + g)n - 1)/g \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2})$$

Dimana :

W18 = Jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif

W₁₈ = Nilai kumulatif beban gandar standar ekivalen selama satu tahun

DD = Nilai Faktor distribusi arah

DL = Nilai Faktor distribusi lajur

w18 = Kumulatif beban gandar standar untuk dua arah

n = Umur pelayanan (tahun)

g = Tingkat pertumbuhan lalu lintas (%)

Selanjutnya, ditentukan nilai CESA (*Cumulative Equivalent Single Axle*) dan penentuan ESAL (*Equivalent of Single Axle Load*) yang direncanakan kumulatif per 5 tahun, dengan angka pertumbuhan lalu lintas (*Growth = G*) di asumsikan 5%. Selanjutnya dilakukan perhitungan LOGW18. Nilai LOGW18 dihitung berdasarkan perencanaan lalu lintas selama umur layan percobaan yang ditinjau (5

tahun untuk menentukan nilai *Future Structural Number* (SN_{future}) . SN_{future} mengindikasikan kapasitas struktural lapisan perkerasan berdasarkan tahun yang ditinjau.

1) Penentuan nilai realibilitas, dan serviceability yang mengacu pada tingkat dan klasifikasi jalan.

2) Data analisis lendutan jalan (FWD);

Analisis yang dilakukan antara lain memproses data mentah hasil pengujian FWD pada ruas Jalan Bojonegoro – Padangan, hingga menghasilkan nilai lendutan terkoreksi (d_L) dan faktor keseragaman lendutan (FK), selanjutnya data hasil lendutan per STA, akan menjadi acuan dalam analisis tebal lapis tambah (*overlay*). Pada penelitian ini, nilai FK di hitung dengan proyeksi pembagian 4 STA (per sta/segmen 700 meter). Nilai FK terendah/ menurun dapat di usulkan untuk dilakukan penambahan lapis tambah (*overlay*).

3) Data Faktor Lingkungan

Parameter koefisien drainase adalah suatu analisis faktor lingkungan dalam merencanakan struktur perkerasan jalan. Selanjutnya, parameter ini sangat bergantung kepada kualitas drainase yang akan ditentukan berdasarkan berapa lama waktu yang diperlukan untuk menghilangkan air dipermukaan struktur perkerasan dan persen waktu struktur perkerasan dipengaruhi oleh kadar air yang mendekati jenuh. Berdasarkan AASHTO 1993, perencanaan struktur perkerasaan menggunakan konsep koefisien drainase untuk mengakomodasi kualitas sistem drainase yang dimiliki perkerasan jalan. Koefisien kekuatan relatif (a) dan ketebalan (D), selanjutnya berkaitan dalam perhitungan persentase kualitas drainase.

4) Penentuan Nilai M_R , Berdasarkan AASHTO 1993, hasil uji laboratorium tanah dasar, hasil uji defleksi FWD, serta dari hitungan balik hasil uji defleksi FWD merupakan data yang disarankan untuk digunakan. Nilai modulus resilient tanah dasar dari hasil uji defleksi FWD dapat ditentukan dengan koreksi terhadap nilai hasil hitungan balik (pembebanan uji FWD = 9000 lbs ; dan nilai C = 0,33).

Analisis SN_{eff} , SN_F , serta Perencanaan Tebal Lapis Tambah (*Overlay*)

Pada penelitian ini, merujuk pada AASHTO (1993), turut dilakukan analisis terhadap parameter – parameter seperti Modulus Resilient (M_R) tanah dasar dan nilai *Structural Number* (SN_{eff}) didapatkan dari hasil evaluasi struktural suatu perkerasan jalan eksisting terhadap data hasil pengujian dengan menggunakan alat FWD. Nilai *Structural Number* (SN_{eff}), mengacu pada formula Kavussi et al (2017) dipilih sebagai metode analisis kinerja struktur perkerasan menggunakan data hasil uji lendutan FWD. Selanjutnya, dilakukan analisis terhadap nilai *Structural Number in Future* (SN_f/SN_{req}). SN_f ditentukan dengan menggunakan prediksi peningkatan lalu lintas dimasa mendatang dengan menggunakan rumus AASHTO 1993 Nilai SN_{req} selanjutnya digunakan untuk menentukan penanganan tebal lapis tambah (*overlay*) yang dibutuhkan dalam suatu struktur perkerasan jalan. Pada penelitian ini, di terapkan acuan keadaan konstruksi perkerasan jalan setelah 5 tahun (LOGW18 tahun ke 5), dimana hasil perhitungan LOG18 (W18) dikoreksi kembali untuk dapat membuktikan hasil perhitungan secara tepat. Dalam proses analisis SN_{future} , digunakan *What if Analysis SOLVER* dan *Goal Seek* untuk mendapatkan nilai SN_{future} dengan ketelitian angka yang lebih baik. Namun, sebelum menentukan nilai SN_{future} , terlebih dahulu harus dilakukan perhitungan terhadap nilai SN acuan pada struktur perkerasan Jalan Bojonegoro – Padangan. Mengacu pada

AASHTO, dalam menentukan nilai SN_{future} , harus diketahui nilai koefisien relatif (a) tebal lapis perkerasan (D), serta koefisien drainase (m)

Selanjutnya, nilai SN_{future} yang telah ditinjau di gunakan dalam Evaluasi Kondisi Struktural Perkerasan Jalan dengan metode SCI (*Structural Condition Index*). Hal ini ditujukan untuk menentukan penanganan yang dilakukan pada segmen yang mengalami kerusakan/ penurunan kapasitas struktural. Pada metode ini, selanjutnya dapat ditentukan penanganan apakah yang dapat ditentukan, termasuk penanganan penambahan tebal lapis tambah (*overlay*). Perhitungan nilai SCI adalah berdasarkan persamaan berikut :

$$SCI = \frac{SN_{eff}}{SN_{req}} < 0,7 \quad \dots \dots \dots (Persamaan 3)$$

Nilai Evaluasi SCI selanjutnya tertera pada **Tabel 1** berikut

Tabel 1. Penanganan Jalan Berdasarkan Nilai SCI

SCI	Penanganan
> 1	Pemeliharaan Rutin
$0,7 - 1,0$	<i>Overlay</i> Fungsional
$0,5 - 0,7$	<i>Overlay</i> Struktural
$< 0,5$	Rekonstruksi

(Sumber: Kementrian PU (2011))

Berdasarkan AASHTO (1993), lapis tambah yang diimplementasikan pada penanganan struktur perkerasan, selain berfungsi mempertahankan kapasitas struktural selama masa layan, juga harus dapat memberikan dukungan kapasitas struktural pada perkerasan *existing*. Tebal lapis tambah dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$D_{ol} = \frac{SN_f - SN_{eff}}{a_{ol}} \quad \dots \dots \dots (Persamaan 4)$$

D_{ol} = Tebal lapis tambah yang dibutuhkan

SN_f = Structural Number di masa mendatang yang dibutuhkan

SN_{eff} = Structural Number efektif

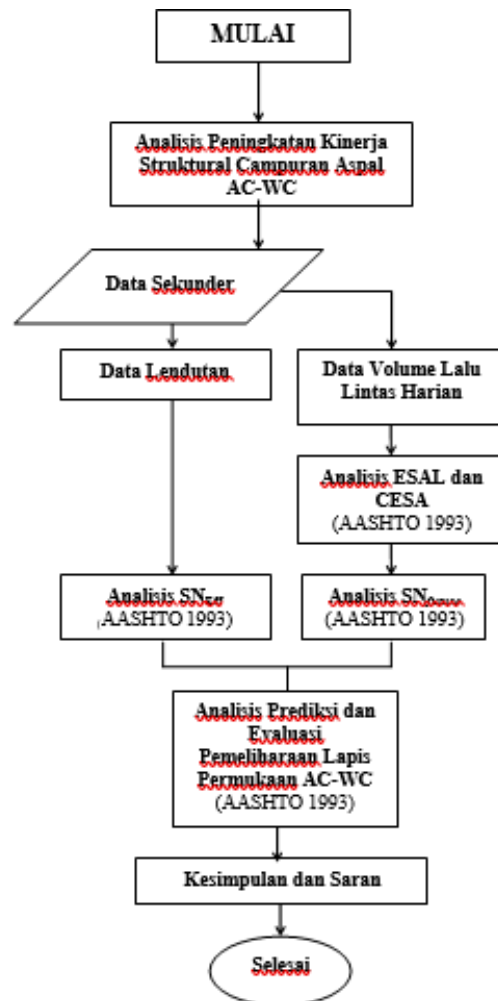
a_{ol} = Koefisien struktural untuk lapis tambah beton aspal

Nilai koefisien struktural yang diterapkan dalam penelitian ini adalah nilai koefisien struktural hasil pengujian AC-WC GBFS MA 75% dari pengujian UMATTA, untuk dapat dibandingkan dengan nilai koefisien struktural campuran beraspal AC-WC MA normal dari standar Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi 6 Tahun 2018.

Analisis Hasil Penelitian

Analisis hasil penelitian ini mencakup pada pengaruh penggunaan GBFS terhadap kapasitas kinerja struktural dan tebal lapisan campuran beraspal AC-WC pada lapis tambah (*Overlay*) Jalan Bojonegoro – Padangan, yang dibandingkan berdasarkan AC-

WC normal. Hasil ini kemudian dapat menjadi acuan dalam pemanfaatan material GBFS pada konstruksi pra sarana jalan di masa mendatang.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis yang dilakukan, didapatkan hasil sebagai berikut :

Hasil Analisis Data – Data Sekunder

Perhitungan terhadap data lalu lintas rencana (LEF) dari data lalu lintas harian, tertera pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Hasil Perhitungan ESAL dan CESA

Jenis Kendaraan	LHR 2021	GF	Faktor ESAL	Lalu Lintas Rencana	Lalu Lintas Rencana ESAL	Lalu Lintas Rencana W18
Golongan 2	9488	5.526	0.0005	19135924,09	95,592,912	4,779,645,619
Golongan 3	952	5.526	0.0005	1,920,046,347	95,915,317	4,795,765,841
Golongan 4	1941	5.526	0.01872	3,914,716,344	73284,35	3,664,217,492
Golongan 5a	74	5.526	0.28954	1,492,473,001	43213,41	2,160,670,497
Golongan 5b	359	5.526	1.82963	7,240,510,908	1324745,7	662,372,839
Golongan 6a	120	5.526	0.12052	2,420,226,488	29,168,717	1,458,435,868
Golongan 6b	3274	5.526	2.31894	6603184,6	15312356	7,656,178,194
Golongan 7a	747	5.526	1.85587	1,506,590,988	2796033,3	1,398,016,671
Golongan 7c	306	5.526	1.61699	6,171,577,543	997937,05	4,989,685,261
Total					20587257	10293628,69

Tabel 3. Hasil Perhitungan LOGW18 kurun waktu 5 tahun

Lalu Lintas W18	Total Lalu Lintas W18	Log W18
Tahun 2021	2,214,074,479	6,345,192,226
Tahun 2022	3818919	658,194,046
Tahun 2023	5872752	6,768,841,695
Tahun 2024	8029277	6,904,676,465
Tahun 2025	10293628,69	7,012,568,498

Selanjutnya, dilakukan perhitungan terhadap rekapitulasi nilai lendutan pada Jalan Bojonegoro – Padangan (Tabel 4), yang mengindikasikan kondisi existing jalan berdasarkan lendutan yang terjadi tiap segmen jalan. Nilai SN_{eff} sebagai indikasi kapasitas struktural jalan kemudian turut dihitung untuk menentukan kapasitas struktural eksisting, yang tertera pad Tabel 5.

Tabel 4. Rekapitulasi nilai lendutan

Seg. No	Beban (kN)	Tem. Permukaan (°C)	dR (0,001 mm)	dR (Inch)	s	Faktor Keseragaman (%)	Lendutan Wakil (Inch)	Lendutan Wakil (0,001 mm)
1	40,91	39,50	871,250	871,250	105,928	1,215,818	1,083	330,512
2	40,86	40,24	875,500	875,500	99,711	1,138,904	1,075	309,334
3	40,89	40,23	681,308	681,308	99,711	1,463,525	881	218,083
4	40,95	39,41	810,769	810,769	53,719	6,625,670	918	248,322

Tabel 5. Rekapitulasi nilai SN_{Eff}

Seg. No	STA	D0	D6	K1	K2	K3	Sneff
1	122+000 - 122+650	169,575	37,825	34,171	- 638	0,33	428,541
2	122+650 - 123+300	153,000	44,200	34,171	- 638	0,33	481,741
3	123+300 - 123+950	136,000	42,500	34,171	- 638	0,33	512,659
4	123+950 - 124+600	144,500	42,500	34,171	- 638	0,33	493,208

Data selanjutnya yaitu Nilai M_R hasil perhitungan metode Kavussi et.al (2017) berikutnya dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi nilai M_R

Seg. No	STA-Segmen	P (kN)	P (pound)	C	df (0,001 mm)	df(inch)	r(inch)	Mr (psi)
1	122+000 - 122+650	40,91	9198,04	0,33	67,650	266	70,880	3858,90
2	122+650 - 123+300	40,86	9186,84	0,33	57,450	226	70,880	4538,50
3	123+300 - 123+950	40,89	9192,44	0,33	46,600	183	70,880	5598,62
4	123+950 - 124+600	40,95	9206,44	0,33	65,100	256	70,880	4013,72

Dari hasil perhitungan data – data yang di analisis, dapat diketahui bahwa terdapat signifikansi kenaikan pertumbuhan lalu lintas tiap tahun, yang mempengaruhi kapasitas struktural Jalan Bojonegoro – Padangan. Adapun pada Tabel 3, menunjukkan nilai Faktor Keseragaman (FK) yang berbeda – beda tiap segment, dengan nilai FK terendah terdapat

Pengaruh Penggunaan Material GBFS sebagai Substitusi Medium Aggregate (MA)
pada Campuran Beraspal AC-WC terhadap Perencanaan Tebal Lapis Tambah

pada Segment/STA 4 (123+950 – 124+600), sehingga kondisi jalan yang menurun ini, dapat dilakukan penanganan berupa penambahan tebal lapis tambah (*overlay*).

Berdasarkan hasil perhitungan SN_{eff} seperti yang tertera pada Tabel 5, memperlihatkan kondisi struktur perkerasan disetiap segmen pada Jalan Bojonegoro – Padangan masih sangat baik. Namun demikian menghasilkan nilai SN_{eff} yang berbeda-beda. Nilai SN_{eff} terkecil terdapat pada segmen 1, dengan nilai SN_{eff} yaitu 4,28541. Hal ini menunjukkan, segmen 1 memiliki kinerja yang kurang baik dalam menerima repetisi beban lalu lintas diantara segmen-segmen lainnya.

Berdasarkan Tabel 6 diperoleh nilai MR tertinggi terdapat pada segmen 3, sebesar 5598,62 psi. Adapun nilai MR terendah terdapat pada segmen 1 yaitu sebesar 3858,90 psi. Nilai MR yang telah dihitung tersebut akan berpengaruh terhadap pelayanan struktur perkerasan lentur.

Perencanaan Tebal Lapis Tambah (*Overlay*)

Setelah mendapatkan data hasil analisis SN_{eff} , dan M_R kemudian dilakukan perhitungan nilai SN_{Future} untuk menentukan tebal lapis tambah (*overlay*) yang akan di rencanakan. Berdasarkan nilai SN_{Future} dengan lingkup analisis 5 tahun dan hasil evaluasi SCI yang telah dilakukan, yang beracuan pada nilai koefisien relatif (a) tebal lapis perkerasan (D) pada Tabel 7, didapatkan bahwa pada tahun 2025, diperlukan penanganan berupa lapis tambah (*overlay*) pada segmen 1.

Tabel 7. Nilai koefisien relatif (a) dan tebal perkerasan (D) struktur perkerasan

No	Lapis Perkerasan	Tebal Lapis Perkerasan (D) (cm)	Tebal Lapis Perkerasan (D) (Inch)
1	AC-WC	4	15,748
2	AC-BC	6	23,662
3	AC-Base	7,5	29,528
4	LPB	15	59,052

Tabel 8. Nilai SCI tiap segmen Jalan Bojonegoro - Padangan

Segmen	STA	SN Eff	Tahun 2021		Tahun 2022		Tahun 2023		Tahun 2024		Tahun 2025	
			SC I	Keterangan	SC I	Keterangan	SC I	Keterangan	SC I	Keterangan	SC I	Keterangan
1	122+00 - 122+650	4,285	0,86	Overlay Fungsional	0,79	Overlay Fungsional	0,75	Overlay Fungsional	0,72	Overlay Fungsional	0,69	Overlay Struktural
2	122+650 - 123+300	4,817	1,02	Pemeliharaan Rutin	0,94	Overlay Fungsional	0,89	Overlay Fungsional	0,85	Overlay Fungsional	0,82	Overlay Fungsional
3	123+300 - 123+950	5,127	1,20	Pemeliharaan Rutin	1,08	Pemeliharaan Rutin	1,01	Pemeliharaan Rutin	0,97	Overlay Fungsional	0,94	Overlay Fungsional
4	123+950 - 124+600	4,932	1,03	Pemeliharaan Rutin	0,93	Overlay Fungsional	0,88	Overlay Fungsional	0,84	Overlay Fungsional	0,81	Overlay Fungsional

Hal ini di akibatkan penurunan kapasitas struktural pada segmen 1 Jalan Bojonegoro – Padangan di Tahun 2025, yang diakibatkan nilai SN_{Eff} yang rendah pada segmen 1 sehingga ketahanan terhadap beban repetisi lalu lintas setiap tahunnya lebih rendah dari segmen lainnya Hal ini menunjukkan perlu dilakukan penanganan berupa Overlay Struktural pada struktur perkerasan jalan tersebut.

Untuk menentukan tebal lapis tambah yang diperlukan, ditinjau dari selisih perbedaan kapasitas struktural rencana masa mendatang (SN_{future}) dengan nilai kapasitas struktural efektif (SN_{Eff}) yang dibagi dengan koefisien relatif (a) tiap campuran beraspal AC-WC. Pada penelitian ini, nilai koefisien relatif a menggunakan Spesifikasi Bina Marga Divisi 6 2018 untuk AC F–WC standar, dan hasil pengujian UMATTA untuk AC-WC dengan substitusi GBFS sebagai agregat sedang 75% (AC-WC MA GBFS 75%). Nilai koefisien relatif (a) dan tebal lapisan tambah yang dibutuhkan untuk penanganan overlay struktural berturut – turut dapat dilihat pada Tabel 9 dan Tabel 10 berikut.

Tabel 9. Nilai koefisien relatif (a) campuran beraspal AC-WC

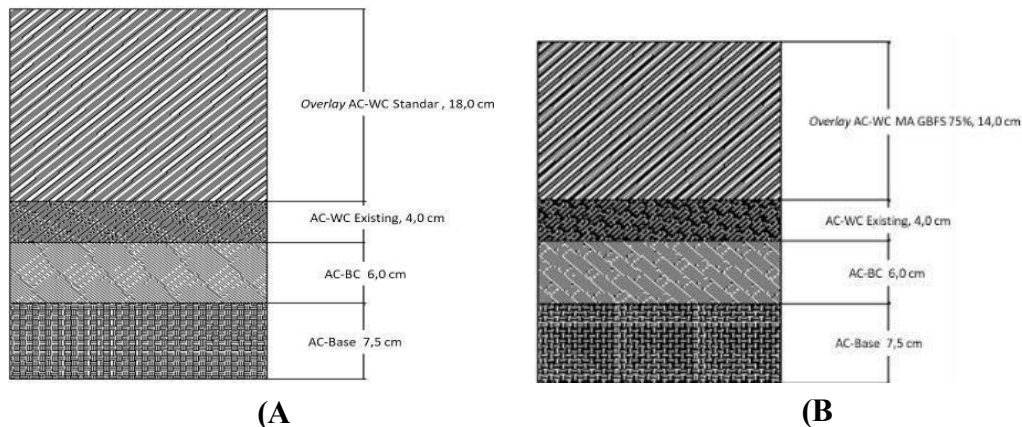
No	Jenis Campuran AC-WC	Nilai Mr (MPa)	Nilai Koefisien Relatif (a)
1	AC-WC Standar	1100	0,26
2	AC-WC GBFS MA 75%	1741	0,35

Tabel 10. Tebal lapis tambah yang disarankan

Tahun	Segmen	SN_{Eff}	SN_{Future}	$SN_{Overlay}$	AC-WC Standar	AC-WC MA GBFS 75%		
					a	D overlay (cm)	a	D overlay (cm)
2025	1	428,541	6,148	1,863	0,27	18	0,35	14

Berdasarkan **Tabel 9** terdapat perbedaan yang cukup tinggi antara nilai Mr yang dihasilkan dari campuran beraspal AC-WC standard an AC-WC GBFS MA 75%. Nilai Mr yang berbeda tersebut berpengaruh pada tebal lapis tambah yang diperlukan dalam penanganan Overlay Struktural. Pada **Tabel 10** tertera bahwa terjadi selisih yang cukup baik antara penggunaan campuran beraspal AC-WC untuk overlay struktural (selisih 4 cm terhadap AC-WC standar). Hal ini menunjukkan bahwa, AC-WC GBFS 75% membutuhkan bahan yang lebih sedikit, sehingga meningkatkan efisiensi, baik secara biaya maupun workability dalam pekerjaan lapis tambah.

Pengaruh Penggunaan Material GBFS sebagai Substitusi Medium Aggregate (MA)
pada Campuran Beraspal AC-WC terhadap Perencanaan Tebal Lapis Tambah



Gambar 3. Perbandingan Perkerasan dengan lapis tambah AC-WC Normal (A) dan lapis tambah AC-WC GBFS MA 75%

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian ini antara lain :

1. Penggunaan AC-WC GBFS MA 75% pada campuran beraspal AC-WC meningkatkan nilai Modulus Resilien (M_R) campuran beraspal AC – WC.
2. Penggunaan GBFS sebagai substitusi pada campuran beraspal AC- WC sebesar 75% mempengaruhi nilai koefisien struktural, yang mana dapat mempengaruhi perencanaan tebal perkerasan yang dihasilkan.
3. Berdasarkan hasil analisis terhadap nilai kapasitas struktural jalan existing pada Jalan Bojonegoro – Padangan, didapatkan nilai evaluasi kondisi kerusakan jalan di tahun 2025 skala SCI yaitu sebesar 0,69, yang mana di perlukan penanganan berupa *overlay struktural*
4. Penggunaan campuran beraspal AC-WC MA GBFS 75% sebagai tebal lapis tambah lebih efisien 22,22 % dibandingkan dengan penggunaan campuran beraspal AC- WC Normal.
5. Berdasarkan hasil komparasi terhadap tebal perkerasan tambah (*overlay*) dari analisis nilai SN_{Future} terhadap AC- WC Normal dan AC-WC GBFS MA 75%, maka dengan jumlah bahan yang relatif efisien, dan mutu lebih baik, maka dapat menjadi acuan dalam penggunaan material GBFS sebagai substitusi agregat sedang pada konstruksi perkerasan beraspal secara komersil di Indonesia di masa mendatang.

REFERENSI

- Al-Hdabi, A., Al-Sahaf, N. A., Mahdi, L. A., Yesar, Z., Moeid, H., & Hassan, M. (2019). *Laboratory investigation on the properties of asphalt concrete mixture with GGBFS as filler* (pp. 1–12). Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, University of Kufa.
- Badan Standarisasi Nasional. (2003). *Metode pengujian campuran beraspal panas dengan alat Marshall* (RSNI M 01-2003). Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (2005). *Penggunaan agregat slag besi dan baja untuk campuran beraspal panas*. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (2018). *Spesifikasi umum Bina Marga divisi 6: Campuran beraspal*. Jakarta.
- Freire, A. C., Lopes, M. G., & Andrade, R. (2016). *Mechanical behaviour of asphalt mixtures with steel slag aggregate for construction to be used in road pavement layers* (pp. 1–8). Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), Lisboa, Portugal.
- Hainin, R. M., Yusoff, N. I. M., Fahmi, M., Sabri, M., Aziz, M. A. A., Hameed, M. A. S., & Reshi, W. F. (2012). Steel slag as an aggregate replacement in Malaysian hot mix asphalt. *ISRNI Civil Engineering*, 2012, 1–5.
- Haris. (2019). Analisis pengujian stabilitas dan durabilitas campuran beraspal dengan tes perendaman. *Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Madako*, 33–47.
- Kavussi, A., Mojtaba, A., Fereidoon, N. M., & Armin, Z. B. (2015). A new method to determine maintenance and repair activities at network-level pavement management using Falling Weight Deflectometer. *Department of Civil and Environmental Engineering, Tarbiat Modares University*, 338–346.
- Kumar, H., & Varma, S. (2020). A review on utilization of steel slag in hot mix asphalt. *Department of Civil and Environmental Engineering, Indian Institute of Technology Patna*, 1–11.
- Laksono, R. A. (2017). Pengaruh penambahan slag sebagai bahan substitusi agregat halus terhadap karakteristik Marshall dan permeabilitas pada campuran panas (hot mix) aspal porous. *Rekayasa Teknik Sipil*, 1(1), 56–64.
- Liu, W., Liu, H., Zhu, H., & Xu, P. (2019). Properties of a steel slag–permeable asphalt mixture and the reaction of the steel slag–asphalt interface. *College of Materials Science and Engineering, Xi'an University of Architecture and Technology*, 1–10.
- Maharaj, C., White, D., Maharaj, R., & Morin, C. (2017). Re-use of steel slag as an aggregate to asphaltic road pavement surface. *Cogent Engineering*, 4(1), 1–10.
- Marshando, P., & Suherman, S. (2022). The effect of the use of GBFS as a medium aggregate substitution on the performance of the AC-WC asphalt mixture. *Journal of Green Science and Technology*, 33–42.
- Maulana, Y., Silvia, S., & Rahmi, Z. (2016). Studi kadar aspal optimum menggunakan alat Marshall dan alat percentage refusal density. *Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung*, 26–35.
- Shen, F., Pang, R., Wei, G., Lu, J., & Fang, S. (2019). Gradation design and performance OGFC-13 steel slag permeable asphalt concrete. *School of Material Science and Engineering, Wuhan Institute of Technology*, 1–6.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). (2008). *SNI 4427:2008 – Cara uji kekesatan permukaan perkerasan menggunakan alat British Pendulum Tester (BPT)*. Jakarta.

Pengaruh Penggunaan Material GBFS sebagai Substitusi Medium Aggregate (MA)
pada Campuran Beraspal AC-WC terhadap Perencanaan Tebal Lapis Tambah

- Hong, Y., Boon, S. K., Loi, S. S., Fwa, T. F., & Cong, Y. C. (2015). Steel slag for asphalt pavement. *ICPT, Dahlian, China*, 1–16.
- Zumrawi, M. M. E., & Khalil, F. O. A. (2019). Experimental study of steel slag used as aggregate in asphalt mixture. *Department of Civil Engineering, University of Khartoum*, 26–32.

Copyright holder:

Panji Marshando (2025)

First publication right:

[Equivalent: Jurnal Ilmiah Sosial Teknik](#)

This article is licensed under:

