

KAJIAN PARAMETER MARSHALL DENGAN MENGGUNAKAN AGREGAT KASAR (DAUR ULANG) MSE WALL (CORNER STONE) PADA CAMPURAN ASPAL AC-BC

MOHAMAD ABDUL AZIZ¹, FARLIN ROSYAD²

Universitas Bina Darma, Palembang¹²

Email: azizid937@gmail.com¹, farlin.rosyad@binadarma.ac.id²

Abstract: Roads function to connect one region to another to share needs, both in economic, social, cultural, governmental and so on. In implementing the road pavement structure, special considerations need to be taken in planning the mixture of coarse aggregate (course aggregate) and fine aggregate (fine aggregate) and filler. One type of pavement layer used in Indonesia is (Laston) asphalt concrete layer mixture. Asphalt Concrete Layer (LASTON) is a layer in road construction consisting of coarse aggregate, fine aggregate, filler and hard asphalt, which are mixed, spread and compacted hot at a certain temperature. The purpose of conducting this research is to determine the effect of using MSE Wall (Corner Stone) Coarse Aggregate (Corner Stone) as an AC BC Asphalt Mixture on Marshall Parameters. This type of research is experimental research, the results of research on the Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) mixture with concrete fragment waste as a substitute for coarse aggregate with grades 0% 25% 50% 75% and 100%. The effect of MSE Wall concrete fragment waste as a substitute for coarse aggregate based on Marshall test parameters shows that the optimum value is at an asphalt content of 5.75% and a concrete fragment waste content of 25%, namely with a Stability value of 1056.4%, a Flow value of 3.24% , VFA 73.61%, VMA 16.37%, VIM 4.32%, and MQ 326.1%.

Keywords: Asphalt, MSE Wall

Abstrak: Jalan berfungsi menghubungkan antar daerah satu dengan daerah lainnya untuk berbagi keperluan, baik dalam segi ekonomi, sosial, budaya, pemerintahan, dan sebagainya. Dalam pelaksanaan struktur pekerasan jalan perlu adanya pertimbangan-pertimbangan khusus dalam melakukan perencanaan campuran agregat kasar (course aggregate) dan agregat halus (fine aggregate) maupun Filler. Salah satu lapisan jenis perkerasan yang digunakan di Indonesia adalah (Laston) Campuran lapisan aspal beton. Lapis Aspal Beton (LASTON) adalah merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filler dan aspal keras, yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Adapun tujuan melakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan Agregat Kasar (daur ulang) MSE Wall (Corner Stone) Sebagai Bahan Campuran Aspal AC BC Terhadap Parameter Marshall. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental, Hasil dari penelitian pada campuran Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) dengan limbah pecahan beton sebagai bahan pengganti agregat kasar kadar 0% 25% 50% 75% dan 100%. Pengaruh limbah pecahan beton MSE Wall sebagai pengganti agregat kasar berdasarkan parameter-parameter pengujian Marshall menunjukkan nilai optimum ada pada kadar aspal 5,75% dan kadar limbah pecahan beton 25%, yakni dengan nilai Stabilitas 1056,4%, nilai Flow 3,24%, VFA 73,61%, VMA 16,37%, VIM 4,32%, dan MQ 326,1%.

Kata Kunci: Aspal, MSE Wall

A. Pendahuluan

Menurut spesifikasi umum Bina Marga 2018 Revisi 2, Lapisan aspal beton (AC), Terdiri dari tiga jenis campuran, AC Lapisan Aus (AC-WC), AC Lapisan antara (AC Bider Course, AC-BC dan AC Lapisan fondasi (AC-Base). Laston AC-BC Merupakan lapisan yang terletak di bawah lapisan aus (AC-WC) dan di atas lapisan fondasi (AC-Base). Lapis aspal AC-BC Terdiri dari campuran aspal, Agregat kasar, agregat halus dan baha pegisi (filler).

Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga (2022), mengemukakan Dinding penahan tanah yang distabilisasi secara mekanis (*mechanically stabilized earth wall, MSE Wall*) merupakan dinding yang terdiri dari penutup

muka (*facing*) dan perkuatan baja atau geosintetik yang diikatkan pada penutup muka dan dipasang secara berlapis di dalam timbunan tanah yang mudah mengalirkan air

Mechanically Stabilized Earth (MSE) wall merupakan dinding penahan tanah yang menggunakan perkuatan internal secara berlapis dengan mekanisme friksi antara tanah dengan material perkuatan. Penggunaan *MSE wall* menjadi pilihan alternatif dinding penahan tanah karena memiliki biaya konstruksi yang relatif lebih murah dan secara teknis lebih mudah dikerjakan dibandingkan dengan dinding penahan tanah dengan tipe beton.

Penelitian ini akan mempelajari seberapa besar pengaruh penambahan *MSE Wall* sebagai agregat kasar dalam campuran lapis aspal AC-BC terhadap parameter marshall sebagai alternatif bahan tambah pada campuran aspal AC-BC.

B. Metodologi Penelitian

Pada penelitian kajian kuat lentur dengan bahan tambah geogrid yang di lakukan di laboratorium Universitas Bina Darma dalam penelitian terdapat masalah yang akan dianalisis yaitu sebagai berikut: 1) Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan dan pengetahuan tentang pemanfaatan limbah dinding penahan tanah (*MSE Wall*) dengan baik.; 2) Dengan penelitian ini dapat menambah bahan referensi baru pada mahasiswa teknik sipil, peneliti dan akademisi menambah referensi serta pengetahuan tentang bahan alternatif pada campuran aspal beton (LASTON).; 3) Dengan penelitian ini dapat membantu mengurangi limbah bekas pemakaian *MSE Wall* untuk campuran aspal). Penelitian ini menggunakan bahan material *MSE Wall* sebagai bahan tambah pada benda uji aspal untuk menganalisis parameter marshall pada aspal dan penelitian ini dilakukan hanya melalui pengujian skala laboratorium yang berlokasi di Laboratorium Teknik sipil Universitas Bina Darma Kampus C yang beralamat di Jl. Jenderal Ahmad Yani No.15, 9/10 Ulu, Kecamatan Seberang Ulu I, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30116. Penelitian ini menggunakan benda uji dengan cetakan silinder (*mould*) dengan ukuran panjang diameter 10,2 cm dan tinggi 7,62 cm sebanyak 30 benda uji. Adapaun bahan – bahan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut : 1) aspal penetrasi 60/70; 2) Agregat kasar (batu split) yang di gunakan berasal dari Lampung; 3) Agregat halus (semen) yang digunakan berasal dari kota palembang; 4) Bahan tambah berupa limbah dinding penahan tanah *MSE Wall* yang berasal dari bekas proyek *fly over* bantaian, muara enim.

C. Pembahasan dan Analisa

Objek yang dipakai dalam penelitian ini adalah proses pembuatan dan pengujian desain mix formula (DMF) AC-BC BBPJN SUMSE, 2021. Proses pembuatan dan pengujian desain mix formula (DMF) yang dilakukan antara lain:

1. Pengujian Agregat Kasar (Batu 1 – 2)

a. Analisa Saringan

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui gradasi agregat kasar batu 1-2 dengan menggunakan saringan dan pengujian dilaksanakan sesuai dengan metode uji SNI ASTM C136 : 2012.

Tabel 1. Hasil pengujian analisis saringan Agregat kasar Batu 1/2

SIEVE SIZE (ASTM)	INDIVIDUAL WEIGHT RETAINED (Gr) (Gr)		CUMMULATIVE						
			RETAINED				PERCENT PASSING		
			Weight (Gr)		Percent (%)		Individual (%)		Average (%)
	A	B	A	B	A	B	A	B	
3/4"			-	-	-	-	100,00	100,00	100,00
1/2"			561,0	553,0	17,58	15,46	82,42	84,54	83,48

3/8"			2.049,0	2.070,0	64,21	57,89	35,79	42,11	38,95
No.4			2.882,0	3.129,0	90,32	87,50	9,68	12,50	11,09
No.8			3.086,0	3.470,0	96,71	97,04	3,29	2,96	3,13
No.16			3.124,0	3.490,0	97,90	97,60	2,10	2,40	2,25
No.30			3.139,0	3.511,0	98,37	98,18	1,63	1,82	1,72
No.50			3.150,0	3.525,0	98,72	98,57	1,28	1,43	1,36
No.100			3.165,0	3.543,0	99,19	99,08	0,81	0,92	0,87
No.200			3.177,0	3.556,0	99,56	99,44	0,44	0,56	0,50

b. Berat Jenis dan Penyerapan

Pengujian berat jenis dan penyerapan Air agregat kasar menggunakan SNI 1969 : 2016 dan hasil pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Batu 1/2

Pengujian	Notasi	I	II	Satuan
Berat benda uji kering oven	A	3256,4	3269,6	gram
Berat benda uji jenuh kering permukaan di udara	B	3336,4	3350,1	gram
Berat benda uji didalam air	C	2029,2	2042,3	Gram

2. Pengujian Agregat Halus

a. Analisa Saringan

Pada pengujian ini agregat yang tertahan pada saringan dengan menggunakan standar SNI 03-1968-1990. Hasil pengujian analisis saringan agregat halus dust / abu batu dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus Dust / Abu Batu

SIEVE SIZE (ASTM)	INDIVIDUAL WEIGHT RETAINED (Gr)		CUMMULATIVE						
			RETAINED				PERCENT PASSING		
			Weight (Gr)		Percent (%)		Individual (%)		Average (%)
	A	B	A	B	A	B	A	B	
1"			-	-	-	-	100,00	100,00	100,00
3/4"			-	-	-	-	100,00	100,00	100,00
1/2"			-	-	-	-	100,00	100,00	100,00
3/8"			-	-	-	-	100,00	100,00	100,00
No.4			48,0	44,0	2,14	1,78	97,86	98,22	98,04
No.8			679,0	784,0	30,20	31,79	69,80	68,21	69,00
No.16			1.248,0	1.079,0	55,52	43,76	44,48	56,24	50,36

No.30			1.580,0	1.745,0	70,28	70,76	29,72	29,24	29,48
No.50			1.840,0	2.007,0	81,85	81,39	18,15	18,61	18,38
No.100			1.887,0	2.210,0	83,94	89,62	16,06	10,38	13,22
No.200			2.074,0	2.288,0	92,26	92,78	7,74	7,22	7,48

Sumber: DMF AC-BC BBPJN SUMSEL, 2021

b. Berat Jenis dan Penyerapan

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis (bulk), berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu (apparent), dan penyerapan agregat halus. Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus berdasarkan SNI SNI 1969-2016. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus

Pengujian	Notasi	I	II	Satuan
Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan	S	500	500	gram
Berat benda uji kering oven	A	489,9	489,8	gram
Berat piknometer yang berisi air	B	660,1	665,3	gram
Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan	C	965,8	971,1	gram

Dari data hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air, maka dilakukan perhitungan dengan rumus seperti pada tabel dibawah ini.

Perhitungan	Notasi	I	II	rata-rata
Berat Jenis curah kering (S_d)	$\frac{A}{(B + S - C)}$	2,512	2,522	2,522
Berat jenis curah jenuh kering permukaan (S_{sd})	$\frac{S}{(B + S - C)}$	2,573	2,575	2,574
Berat jenis semu (S_a)	$\frac{A}{(B + A - C)}$	2,660	2,662	2,661
Penyerapan air (S_w)	$(\frac{S - A}{A}) \times 100\%$	2,062	2,082	2,072

Sumber: DMF AC-BC BBPJN SUMSEL, 2021

Dari tabel pengujian berat jenis Agregat Halus Abu Batu/Dust diatas didapatkan kesimpulan bahwa nilai berat jenis curah rata-rata adalah sebesar 2,522, berat jenis jenuh kering permukaan rata-rata adalah sebesar 2,575, berat jenis semu rata-rata adalah sebesar 2,661 dan penyerapan air Agregat Halus Abu Batu/Dust rata -rata adalah sebesar 2,072%. Dari hasil pengujian Agregat Halus Abu Batu/Dust diatas dapat disimpulkan bahwa Agregat Halus Abu Batu/Dust yang dipakai telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2.

3. Pengujian Aspal

Aspal yang digunakan adalah aspal penetrasi 60-70, dimana hasil pengujian mutu aspal sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Pengujian Aspal

NO	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian	Pesyaratan Pengujian
1	Penetrasi	0,1	60,6	60 – 70
2	Titik Lembek	oC	51,8	48 – 58
3	Titik Nyala	oC	315	Min. 200
4	Daktalitas	Cm	140	Min. 100
5	Berat Jenis Aspal	Gr/cc	1,036	Min. 1,0

Sumber: DMF AC-BC BBPJN SUMSEL, 2021

Dari hasil pengujian material aspal penetrasi 60/70 diatas dapat disimpulkan bahwa nilai penetrasi yaitu 60,6 mm artinya nilai tersebut telah memenuhi spesifikasi yaitu minimal 60 mm, pengujian titik lembek aspal penetrasi 60/70 mendapatkan hasil 51,8°C memenuhi spesifikasi yaitu minimal 48°C, pengujian titik nyala nilai yang didapatkan adalah 315°C memenuhi spesifikasi yaitu minimal 100°C, pengujian daktalitas aspal penetrasi 60/70 nilai yang didapatkan adalah 140 cm memenuhi spesifikasi batas minimal yang ditetapkan yaitu 100 cm, pengujian berat jenis aspal penetrasi 60/70 nilai yang didapatkan adalah 1,036 memenuhi spesifikasi yaitu minimal 1,0.

4. Komposisi Campuran Agregat

Pembuatan perencanaan campuran beton sangat penting pada saat persiapan berdasarkan spesifikasi, dari hasil perencanaan Desain Mix Formula (DMF) AC-BC BBPJN SUMSEL, 2021. Berikut komposisi untuk campuran aspal AC-BC normal yang digunakan pada penelitian ini:

a. AC-BC Normal

Tabel 7. Komposisi Campuran Aspal AC-BC Normal

Berat Benda Uji: 1200 gram untuk satu briket aspal				
No.	Material	Hasil (%)	Berat (gr)	Kumulatif (gr)
1.	Batu 1/2	27,33%	327,96	327,96
2.	Batu 1/1	30,16%	361,92	689,88
3.	Abu Batu	35,81%	429,72	1119,6
4.	Filler	0,94%	11,28	1130,88
5.	Aspal	5,75%	69	1200
Total		100%	1200	1200

b. AC-BC Campuran 25%

Berikut komposisi campuran aspal AC-BC substitusi *MSE Wall* sebesar 25% yang digunakan untuk pada penelitian ini:

Tabel 8. Komposisi Campuran Aspal AC-BC *MSE Wall* 25%

Berat Benda Uji: 1200 gram untuk satu briket aspal				
No.	Material	Hasil (%)	Berat (gr)	Kumulatif (gr)
1.	Batu 1/2 a. Agregat biasa b. <i>MSE Wall</i>	27,33%	245,97 81,99	327,96
2.	Batu 1/1 a. Agregat biasa b. <i>MSE Wall</i>	30,16%	271,44 90,48	689,88
3.	Abu Batu	35,81%	429,72	1119,6
4.	Filler	0,94%	11,28	1130,88
5.	Aspal	5,75%	69	1200
Total		100%	1200	1200

Sumber: Hasil Analisis Penelitian 2024

c. AC-BC 50%

Berikut komposisi campuran aspal AC-BC substitusi *MSE Wall* sebesar 50% yang digunakan untuk pada penelitian ini:

Tabel 9. Komposisi Campuran Aspal AC-BC *MSE Wall* 50%

Berat Benda Uji: 1200 gram untuk satu briket aspal				
No.	Material	Hasil (%)	Berat (gr)	Kumulatif (gr)
1.	Batu 1/2 a. Agregat biasa b. <i>MSE Wall</i>	27,33%	163,98 163,98	327,96
2.	Batu 1/1 a. Agregat biasa b. <i>MSE Wall</i>	30,16%	180,96 180,96	689,88
3.	Abu Batu	35,81%	429,72	1119,6
4.	Filler	0,94%	11,28	1130,88
5.	Aspal	5,75%	69	1200
Total		100%	1200	1200

Sumber: Hasil Analisis Penelitian 2024

d. AC-BC 75%

Berikut komposisi campuran aspal AC-BC substitusi *MSE Wall* sebesar 75% yang digunakan untuk pada penelitian ini:

Tabel 10. Komposisi Campuran Aspal AC-BC MSE Wall 75%

Berat Benda Uji: 1200 gram untuk satu briket aspal				
No.	Material	Hasil (%)	Berat (gr)	Kumulatif (gr)
1.	Batu 1/2 a. Agregat biasa b. MSE Wall	27,33%	81,99 245,97	327,96
2.	Batu 1/1 a. Agregat biasa b. MSE Wall	30,16%	90,48 271,44	689,88
3.	Abu Batu	35,81%	429,72	1119,6
4.	Filler	0,94%	11,28	1130,88
5.	Aspal	5,75%	69	1200
Total		100%	1200	1200

Sumber: Hasil Analisis Penelitian 2024

e. AC-BC 100%

Berikut komposisi campuran aspal AC-BC substitusi MSE Wall sebesar 100% yang digunakan untuk pada penelitian ini:

Tabel 11. Komposisi Campuran Aspal AC-BC MSE Wall 100%

Berat Benda Uji: 1200 gram untuk satu briket aspal				
No.	Material	Hasil (%)	Berat (gr)	Kumulatif (gr)
1.	Batu 1/2 a. Agregat biasa b. MSE Wall	27,33%	0 327,96	327,96
2.	Batu 1/1 a. Agregat biasa b. MSE Wall	30,16%	0 361,96	689,88
3.	Abu Batu	35,81%	429,72	1119,6
4.	Filler	0,94%	11,28	1130,88
5.	Aspal	5,75%	69	1200
Total		100%	1200	1200

Sumber: Hasil Analisis Penelitian 2024

5. Analisa Hasil Pengujian

Setelah selesai pembuatan bena uji di Laboratorium Teknik Sipil Kampus C Bina Darma Palembang dilakukan pengujian Marshall benda uji yang dicampur dengan limbah pecahan beton MSE Wall dapat dilihat pada tabel-tabel dibawah. Pada penelitian mendesain Asfalt Concrete – Binder Course, kadar aspal dengan 5,75%. Dan kadar limbah beton dengan 5 variasi diantaranya 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%. Pengujian Marshall terhadap campuran beton aspal AC-BC disajikan sebagai berikut.

a. Stabilitas

Hasil dari pengujian dengan nilai stabilitas pada setiap kadar aspal yang sudah ditentukan seperti ditunjukan pada tabel.

Tabel 12. Nilai Stabilitas

Kadar Aspal	Kadar Limbah Beton					Syarat (min) Kg
	0%	25%	50%	75%	100%	
5,75%	1019,5 kg	1056,4 kg	1101,7 kg	1130,4 kg	1142,8 kg	900

Sumber: Hasil Analisa penelitian, 2024

Berdasarkan tabel menunjukkan hasil pengujian stabilitas pada variasi limbah pecahan beton MSE Wall yang digunakan dapat memenuhi spesifikasi. Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa nilai stabilitas cenderung bertambah pada kadar limbah pecahan beton yang lebih besar. Penyerapan limbah pecahan beton MSE Wall yang lebih besar dari pada agregat batu baru mengakibatkan aspal yang terserap semakin banyak. Dengan semakin tingginya kadar aspal dan kadar limbah campuran beton MSE Wall menyebabkan terjadinya peningkatan nilai stabilitas.

b. Kelelehan (*Flow*)

Berdasarkan hasil didapatkan hasil nilai kelelehan seperti ditunjukkan pada tabel 13

Tabel 13 Nilai Kelelehan (*Flow*)

Kadar Aspal	Kadar Limbah Beton					Syarat mm
	0%	25%	50%	75%	100%	
5,75%	3,32 mm	3,24 mm	3,13 mm	3,03 mm	2,93 mm	2 - 5

Sumber: Hasil Analisa penelitian, 2024

Berdasarkan tabel menunjukkan hasil nilai kelelehan (*Flow*) cenderung mengalami penurunan pada variasi kadar limbah pecahan beton MSE Wall yang lebih besar. Hal ini disebabkan oleh aspal yang diserap agregat limbah pecahan beton MSE Wall lebih banyak dari pada kondisi campuran normal. Dan, dengan semakin tinggi nilai kadar aspal maka semakin tinggi pula nilai kelelehan (*Flow*) yang didapatkan.

D. Penutup

Kesimpulan

Hasil dari penelitian pada campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC- WC) dengan limbah pecahan beton sebagai bahan pengganti agregat kasar kadar 0% 25% 50% 75% dan 100% diperoleh beberapa kesimpulan:

Pengaruh limbah pecahan beton MSE Wall sebagai pengganti agregat kasar berdasarkan parameter-parameter pengujian *Marshall* menunjukkan nilai optimum ada pada kadar aspal 5,75% dan kadar limbah pecahan beton 25%, yakni dengan nilai Stabilitas 1056,4%, nilai *Flow* 3,24%, VFA 73,61%, VMA 16,37%, VIM 4,32%, dan MQ 326,1%.

Hasil dari pengujian campuran karakteristik *Marshall* menunjukkan bahwa digantinya agregat kasar dengan limbah pecahan beton memiliki pengaruh kinerja yang baik pada *Asphalt Concrete – Binder Course* (AC – BC). Dan pada nilai VIM di presentase 75% (5,08%) dan 100% (5,18%) tidak memenuhi syarat bina marga 2018 revisi 2 karena melebihi batas atas yg telah di tentukan, dan di simpulkan bahwasanya pada presentase limbah MSE Wall 75% dan 100% tidak optimal.

Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilaksanakan dapat dikemukakan beberapa saran guna mendapat hasil yang lebih akurat pada penelitian berikutnya:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pemanfaatan limbah pecahan beton dengan kadar dan metode yang berbeda.

2. Perlu dilakukan penelitian dengan lebih memperhatikan limbah beton yang digunakan dengan mutu tinggi. Dan, adanya hasil pengujian CBR agregat baru dengan agregat limbah pecahan beton juga diperlukan untuk membandingkan kekuatan agregat baru dengan agregat limbah.
3. Penelitian dapat dikembangkan dengan penambahan additif ataupun dengan perlakuan yang berbeda sehingga dapat memperbaiki nilai karakteristik marshall pada campuran AC – WC dengan limbah pecahan beton.

Daftar Pustaka

- Ainurrahman, Eros. 2013. *Penggunaan Limbah Beton Sebagai Agregat Kasar Pengganti Pada Lapis Perkerasan Asphalt Concrete – Wearing Course (AC – WC)*. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Andhikatama, Arys. 2013. *Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Asphalt Concrete – Wearing Course Gradasi Kasar*. Universitas Muhammadiyah Surakarta: Surakarta.
- Bina Marga. (2018). *Spesifikasi Umum Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan (Revisi 2)*. Direktorat Jendral Bina Marga. Departemen Pekerjaan Umum.
- Imannurrohman, Naufal, dkk. 2020, *Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Perkerasan Laston Asphalt Concrete – Wearing Course (AC – WC)*. Universitas Tidar: Magelang.
- Prawiro, Bangun., dkk. 2014. *Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Sebagai Agregat Kasar Pada Campuran Aspal Porus Dengan Tambahan Gilsonite*. Universitas Brawijaya: Malang.
- Rum, Harnaeni Senja, dkk. 2013. *Tinjauan Stabilitas Pada Lapisan Aus Dengan Menggunakan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar*. Universitas Muhammadiyah Surakarta: Surakarta.
- Sukirman, S. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Sukarman, S. (2003). *Beton aspal campuran panas*. Jakarta: Granit.
- Utomo, Budi. 2017. *Analisis Marshall Properties Asphalt Concrete Dan Hot Rolled Sheet Menggunakan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar*. Universitas Muhammadiyah Surakarta: Surakarta.