

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian mengenai pengaruh penggunaan limbah kaca sebagai substitusi sebagian agregat halus terhadap karakteristik campuran AC-WC diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai VIM tertinggi terdapat pada variasi 15% limbah kaca sebesar 5,00 %, sedangkan nilai minimum terdapat pada variasi 25% limbah kaca sebesar 4,75% Hal ini diperkirakan karena limbah kaca yang sulit tercampur menyatu dengan agregat alam sehingga menyebabkan rongga dalam campuran semakin banyak.
  - a) Nilai VMA optimum terdapat pada variasi 35% limbah kaca sebesar 15,4% sedangkan nilai minimum terdapat pada variasi 15% limbah kaca sebesar 15,0 %. Hal ini diperkirakan karena semakin banyak limbah kaca yang digunakan semakin banyak rongga antar agregat yang dihasilkan karena sifat kaca yang berbeda dengan agregat alam.
  - b) Nilai VFB tertinggi terdapat pada variasi 25% limbah kaca sebesar 67,78%, sedangkan nilai minimum terdapat pada variasi 35% limbah kaca sebesar 65,26%. Nilai VFB dapat dipengaruhi oleh limbah kaca yang terlalu banyak mengakibatkan rongga terisi asphalt semakin sedikit. Hal ini dikarenakan limbah kaca yang terlalu banyak menyebabkan asphalt kesulitan mengisi rongga yang ada dalam campuran.
  - c) Nilai stabilitas optimum terjadi pada variasi 15% kaca 85% alam sedangkan nilai minimum terdapat pada variasi 0% kaca 100%. Pada variasi 15% kaca sampai variasi 35% kaca. Terjadi penurunan nilai stabilitas marshall.
  - d) Seiring bertambahnya penggunaan limbah kaca semakin tinggi nilai *flow*, hal ini dipengaruhi oleh penggunaan limbah kaca yang semakin banyak sehingga menyebabkan nilai kelelahan plastis semakin meningkat.
  - e) Nilai Marshall Quotient optimum pada variasi 25% limbah kaca sebesar 494 terjadi penurunan nilai Marshall Quotient, pada variasi 25% limbah kaca sampai 35% limbah kaca hal ini diperkirakan dipengaruhi oleh nilai stabilitas dan

kelelahan (*flow*), dimana nilai Marshall Quotient ini dari hasil bagi dari nilai stabilitas dan nilai flow.

2. Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan nilai stabilitas tertinggi yang paling optimum pada variasi 15% agregat limbah kaca 85% agregat alam penggunaan limbah kaca sebagai substitusi sebagian agregat halus dapat digunakan dengan komposisi yang sesuai agar dapat memenuhi nilai marshall. Jika campuran yang tidak sesuai dapat menyebabkan kerusakan pada jalan jika diaplikasikan pada jalan raya.

## 5.2 Saran

Pada penelitian lebih lanjut disarankan untuk menggunakan limbah kaca pada agregat lolos saringan nomer 8 dan lolos 200 (filler).



## Daftar Pustaka

- Abbas, A., 2014, *Using Waste Glass as Secondary in Asphalt Mictures*, International Journal of Advenced Research, Volume 2, Issue 1, 41-46,
- ASTM D-1550-E27
- Badan Standardisasi Nasional,. 2011, *SNI 06 – 2433 – 2011, Metode Pengujian Titik Nyala*, Jakarta, Badan Standardisasi Nasional
- Badan Standardisasi Nasional, 2011, *SNI 06 – 2432 – 2011, Metode Pengujian Daktilitas*, Jakarta, Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional, 2011, *SNI 06 – 2434 – 2011, Metode Pengujian Titik Lembek Aspal dan Ter*, Jakarta, Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional, 2011, *SNI 06 – 2441 – 2011, Metode Pengujian Berat Jenis Aspal*, Jakarta, Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional, 2011, *SNI 06 – 2456 – 2011, Metode Pengujian Penetrasi setelah Penurunan*, Jakarta, Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional, 2011, *SNI 06 – 8196 – 2015, 2011, Spesifikasi Campuran Beraspal Panas Bergradasi Menerus*, Jakarta, Badan Standardisasi Nasional.
- Doremus and Robert, H., 1994, *Glass Science*, A-Wiley-Interscience Publication, New York.
- Fauziah, M., 2016, *Pengaruh Kadar Limbah Kaca Sebagai Subtitusi Agregat Halus Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Porus*, Jurnal Teknisia, Volume XXI. No. 2, Universitas Islam Indonesia
- Kementrian Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga, 2018 *Spesifijkasi Umum 2018*, Jakarta. Kementrian Pekerejaan Umum Dirjen Bina Marga.
- Pusjatan – Balitbang PU, 2011, *SNI 03 – 1968 – 2011, 2011, Metode Pengujian Pemeriksaan Gradasi Agregat*, Bandung, Pusjatan – Balitbang PU.

Pusjatan – Balitbang Pu , 2011, *SNI 03 – 1970 – 2011 , 2011, Metode Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus*, Bandung, Pusjatan – Balitbang Pu

Raed, A ., et.al., 2017, *Effect of Waste Glass on Properties of Asphalt Concrete Mictures*, Jordan Journal of Civil Engineering, Volume 11, No 1.

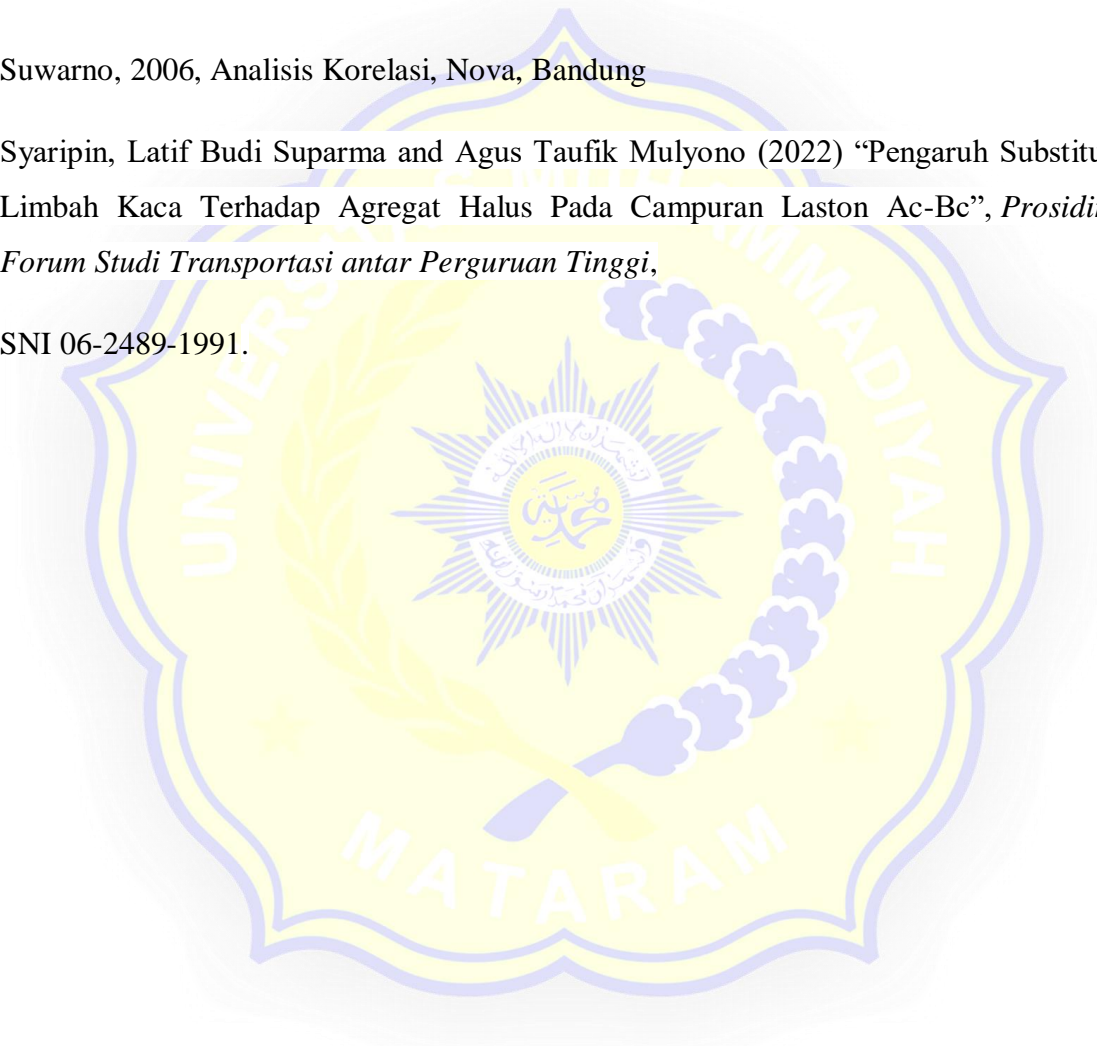
Sukirman, S., 1999, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung.

Sukirman, S., 2016, *Beton Aspal Campuran Panas, Granit*, Bandung

Suwarno, 2006, *Analisis Korelasi*, Nova, Bandung

Syaripin, Latif Budi Suparma and Agus Taufik Mulyono (2022) “Pengaruh Substitusi Limbah Kaca Terhadap Agregat Halus Pada Campuran Laston Ac-Bc”, *Prosiding Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi*,

SNI 06-2489-1991.



# LAMPIRAN I





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jl. Kh Ahmad Dahlan No.1, Pagesangan, Kec. Mataram, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat. 83115. Telp. (0370) 633723.

**LEMBAR ASISTENSI  
TUGAS AKHIR/SKRIPSI**

NAMA : WAHYU MUHAMAD YUSUF  
NIM : 418110182

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	06/06/2022	- Variasi balok untuk baca diturut dengan variasi berdasarkan referensi: 0, 5, 15, 25, 35	f
2.	08/06/2022	- lanjut cari data - balok osp-1 <del>5,7, 5,9, 6,1</del> <del>6,3, 6,5</del> plus rumus?	f
3.	5/07/2022	- penulisan tabel telah konsisten - penulisan telah dirapikan - foto atas & bawah & cover - Gambar hipotesis - kesimpulan disimpulkan dengan permasalahan & tips	f

Dosen Pembimbing I

TITIK WAHYUNINGSIH, ST., MT

NIDN. 0819097401



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jl. Kh Ahmad Dahlan No.1, Pagesangan, Kec. Mataram, Kota Mataram, Nusa  
Tenggara Barat. 83115. Telp. (0370) 633723.

LEMBAR ASISTENSI  
TUGAS AKHIR/SKRIPSI

NAMA : WAHYU MUHAMAD YUSUF  
NIM : 418110182

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
4.	12/07/2022	- koreksi tulisan pada gambar grafik - selesaikan format penulisan - selesaikan kesimpulan dengan parameter & tipes - lengkapi lampiran laporan.	f
5.	13/07/2022	= ACC - lanjut ujian skripsi hasil	f
6			

Dosen Pembimbing I

TITIK WAHYUNINGSIH, ST., MT

NIDN. 0819097401



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jl. Kh Ahmad Dahlan No.1, Pagesangan, Kec. Mataram, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat. 83115. Telp. (0370) 633723.

LEMBAR ASISTENSI  
TUGAS AKHIR/SKRIPSI

NAMA : WAHYU MUHAMAD YUSUF  
NIM : 418110182

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	11/5/2022	- deskripsikan terkait limbah Kaca, Agg. halus, lapis permulaan dan karakteristik campuran	<i>af</i>
2.	19/5/2022	- Perbaiki Rumus masalah dan tujuan - BAB II Susun secara terstruktur kemudian tambahkan terkait persyaratan pengujian aggr. kasar dan Halus serta deskripsi pengujian Marshall	<i>af</i>
3.	29/5/2022	- Papikan BAB II - Tampilkan Gambar Alat Peralatan	<i>af</i>

Dosen Pembimbing II

*af*

ANWAR EFENDY, ST., MT

NIDN. 0811079502





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jl. Kh Ahmad Dahlan No.1, Pagesangan, Kec. Mataram, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat. 83115. Telp. (0370) 633723.

LEMBAR ASISTENSI  
TUGAS AKHIR/SKRIPSI

NAMA : WAHYU MUHAMAD YUSUF  
NIM : 418110182

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
4.	31/5/2022	- Rapikan BAB 1,2,3 - Lanjutkan ke pembimbing Utama.	<i>anf</i>

Dosen Pembimbing II

ANWAR EFENDY, ST., MT

NIDN. 0811079502

# LAMPIRAN II



No. Laboratorium : 57/04/2022  
Jenis Sampel : A.K < 3/4 "  
Tgl Terima Sampel : 11 April 2022  
Tgl Uji : 12 April 2022

**SPECIFIC GRAVITY ABSORPTION FOR GRAVEL TEST  
( BERAT JENIS DAN PENYERAPAN UNTUK KERIKIL )  
BASKET METHOD  
SNI. 1969 : 2016**

Uraian	Notasi	Contoh No.		Satuan
		I	II	
Berat Benda Uji Kering Oven	A	1544,3	1453,8	Gram
Berat Benda Uji Jenuh Kering Permukaan Di Udara	B	1569,8	1474,7	Gram
Berat Benda Uji Dalam Air	C	995,6	937	Gram

Perhitungan	Persamaan	I	II	Rata-Rata
Berat Jenis curah ( $S_d$ )	$\frac{A}{B - C}$	2,689	2,704	2,697
Berat Jenis Jenuh Kering Permukaan ( $S_g$ )	$\frac{B}{B - C}$	2,734	2,743	2,738
Berat Jenis Semu ( $S_a$ )	$\frac{A}{A - C}$	2,814	2,813	2,814
Penyerapan Air ( $S_w$ )	$\frac{B - A}{A} \times 100\%$	1,651	1,438	1,544

Catatan : Hasil pemeriksaan tersebut diatas hanya berlaku bagi contoh yang yang dikirim ke Balai Pengujian Material Konstruksi Dinas PU Provinsi NTB.

Dikerjakan		Diperiksa	
Teknisi		Koordinator Teknis Lab. Tanah	
Nama : Munazir		Nama : Lalu Mardani Azmi, ST	
Paraf :		Paraf :	



No. Laboratorium : 57/04/2022  
Jenis Sampel : A.K < 3/8 "  
Tgl Terima Sampel : 11 April 2022  
Tgl Uji : 12 April 2022

**SPECIFIC GRAVITY ABSORPTION FOR GRAVEL TEST  
( BERAT JENIS DAN PENYERAPAN UNTUK KERIKIL )  
BASKET METHOD  
SNI. 1969 : 2016**

Uraian	Notasi	Contoh No.		Satuan
		I	II	
Berat Benda Uji Kering Oven	A	1095,6	1183,7	Gram
Berat Benda Uji Jenuh Kering Permukaan Di Udara	B	1113,7	1202,6	Gram
Berat Benda Uji Dalam Air	C	711,5	770,3	Gram

Perhitungan	Persamaan	I	II	Rata-Rata
Berat Jenis curah ( $S_d$ )	$\frac{A}{B - C}$	2,724	2,738	2,731
Berat Jenis Jenuh Kering Permukaan ( $S_g$ )	$\frac{B}{B - C}$	2,769	2,782	2,775
Berat Jenis Semu ( $S_a$ )	$\frac{A}{A - C}$	2,852	2,863	2,858
Penyerapan Air ( $S_w$ )	$\frac{B - A}{A} \times 100\%$	1,652	1,597	1,624

Catatan : Hasil pemeriksaan tersebut diatas hanya berlaku bagi contoh yang yang dikirim ke Balai Pengujian Material Konstruksi Dinas PU Provinsi NTB.

Dikerjakan		Diperiksa	
Teknisi		Koordinator Teknis Lab. Tanah	
Nama : Munazir		Nama : Lalu Mardani Azmi, ST	
Paraf :		Paraf :	



No. Laboratorium : 57/04/2022  
Jenis Sampel : Abu Batu  
Tgl Terima Sampel : 11 April 2022  
Tgl Uji : 13 April 2022

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS**  
**SNI. 1970 : 2008**

No. Contoh	I		II	
	A	B	C	D
Berat Picnometer				
Berat Benda Uji Kering-Permukaan Jenuh ( SSD ) + Picnometer	500	500		
Berat Benda Uji Kering BK	490,8	491,3		
Berat Picnometer diisi Air ( 25°C ) B	669,6	653,2		
Berat Picnometer + Benda Uji ( SSD ) + Air ( 25°C ) Bt	989,8	974,4		

	A	B	Rata2	C	D	Rata2
Berat Jenis ( Bulk ) $\frac{BK}{(B+500-Bt)}$	2,730	2,748	2,739			
Berat Jenis Kering-Perm.Jenuh $\frac{500}{(B+500-Bt)}$	2,781	2,796	2,789			
Berat Jenis Semu ( Apparent ) $\frac{BK}{(B+BK-Bt)}$	2,877	2,888	2,883			
Penyerapan Absorption $\frac{(500-BK)}{BK} \times 100\%$	1,874	1,771	1,823			

Catatan : Hasil pemeriksaan tersebut diatas hanya berlaku bagi contoh yang dikirim ke Balai Pengujian Material Konstruksi Dinas PU Provinsi NTB.

Dikerjakan		Diperiksa	
Teknisi		Koordinator Teknis Lab. Tanah	
Nama : Munazir		Nama : Lalu Mardani Azmi, ST	
Paraf		Paraf	



Pengujian Beton Aspal Dengan Metode Marshall SNI 06-2489-1991

Berat Jenis Aspal = 1,039 gr/cc  
 Angka Kalibrasi Alat = 11,26

Agregat	Bj Dry	Bj Semu	Bj. Tot Dry	Bj. Ef. Semu	Satuan
A K 3/4	2,71	2,77	2,552	2,586	gr/cc
A K 3/8	2,673	2,8			
Abu Batu	2,687	2,816			
semen	3,15	3,15			

No	Kadar Aspal	Berat Benda Uji			Volume Benda Uji	BJ Benda Uji	BJ Camp. Max	Volume Aspal	Volume Agregat	Volume Pori	Persen Pori dlm Agregat	Persen Pori terisi	Pori Dalam Camp.	Tebal Benda Uji	Stabilitas		Flow	MQ
		Udara	Jenuh	Air											Bacaan Arloji	Stabilitas		
1	5	1190,5	1199,2	685,1	514,1	2,316	2,491	11,144	81,814	7,042	13,81	49,01	7,04	63,2	114	1142	2,97	377
2	5,5	1189,3	1195,8	681,9	513,9	2,314	2,473	12,251	81,333	6,416	14,32	55,19	6,42	63,7	113	1158	2,95	385
3	6	1189,1	1195,5	680,1	515,4	2,307	2,455	13,323	80,654	6,023	15,03	67,07	4,95	63,3	118	1207	3,10	382
4	6,5	1188,7	1195,2	682,1	513,1	2,317	2,437	14,493	80,557	4,949	15,13	70,13	4,52	62,5	106	1230	3,17	380
5	7	1195,6	1196,8	685,3	511,5	2,337	2,420	15,748	80,844	3,408	14,83	77,02	3,41	62,3	109	1263	3,23	383
											VMA	VFB	VIM					MQ

Gmm = 2,455  
 Bj Agg Eff = 2,689 gr/cc  
 K Asp GMM = 6 %

Pengujian Beton Aspal Dengan Metode Marshall SNI 06-2489-1991

Berat Jenis Aspal = 1,039 gr/cc  
 Angka Kalibrasi Alat = 11,26

Agregat	Bj Dry	Bj Semu	Bj. Tot Dry	Bj. Ef. Semu
A K 3/4	2,71	2,77	2,552	2,586
A K 3/8	2,673	2,8		
Abu Batu	2,687	2,816		
semen	3,15	3,15		

proporsi	Kadar Aspal	Berat Benda Uji			Volume Benda Uji	BJ Benda Uji	BJ Camp. Max	Volume Aspal	Volume Agregat	Volume Pori	Persen Pori dlm Agregat	Persen Pori terisi Aspal	Pori Dalam Camp.	Tebal Benda Uji
		Udara	Jenuh	Air										
0%kaca 100% alam	6,4	1181,5	1186,1	676,6	509,5	2,319	2,441	14,284	80,722	4,994	15,0	66,62	4,99	67,01
		1189,5	1199,8	686,8	513	2,319	2,441	14,283	80,714	5,004	15,0	66,58	5,00	61,23
		1187,8	1189,6	677,3	512,3	2,319	2,441	14,282	80,708	5,010	15,0	66,55	5,01	65,03
5%kaca 95% alam	6,4	1188,5	1194,1	680,8	513,3	2,315	2,441	14,262	80,599	5,139	15,1	65,95	5,14	64,23
		1192,3	1197,8	682,5	515,3	2,314	2,441	14,252	80,543	5,205	15,2	65,64	5,21	63,56
		1197,2	1204,8	687,9	516,9	2,316	2,441	14,267	80,623	5,110	15,1	66,08	5,11	61,45
15%kaca 85% alam	6,4	1191,9	1196,1	682,1	514	2,319	2,441	14,284	80,719	4,997	15,0	66,61	5,00	66,34
		1188,9	1191,8	679	512,8	2,318	2,441	14,281	80,704	5,015	15,0	66,52	5,01	64,34
		1188,9	1191,1	678,7	512,4	2,320	2,441	14,292	80,767	4,940	14,9	66,87	4,94	61,34
25%kaca 75% alam	6,4	1182,9	1185,6	676,8	508,8	2,325	2,441	14,321	80,928	4,751	14,7	67,78	4,75	64,23
		1189	1192,5	680,5	512	2,322	2,441	14,305	80,837	4,858	14,8	67,26	4,86	65,24
		1188,7	1194,2	682,1	512,1	2,321	2,441	14,298	80,801	4,901	14,9	67,06	4,90	63,34
35%kaca 65% alam	6,4	1193,3	1199,2	682,1	517,1	2,308	2,441	14,215	80,329	5,456	15,4	64,51	5,46	64,34
		1190,5	1198,3	682,8	515,5	2,309	2,441	14,225	80,390	5,385	15,3	64,83	5,38	65,34
		1187,3	1194,3	680,7	513,6	2,312	2,441	14,240	80,470	5,290	15,2	65,26	5,29	62,45
											VMA	VFB	VIM	

Gmm = 2,455  
 Bj Agg Eff = 2,689 gr/cc  
 K Asp GMM = 6 %

# LAMPIRAN III



**Pengayakan Kaca dan Agregat**



**Penimbangan Agregat Kasar, Agregat Halus,**



**Pembuatan Campuran**



**Pengukuran Suhu Pencampuran**



**Pemadatan Campuran Benda Uji**





Pengukuran Benda Uji



Perendaman Benda Uji



Sampel uji