

Pemanfaatan Limbah Galian Aspal Hot Mix pada Campuran Lapisan Pondasi atas terhadap Nilai California Bearing Ratio (Daya Dukung)

Doni Rinaldi Basri^{1*}, Rahmat Tisnawan² dan Dede Edriansyah³

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Abdurrahman, Pekanbaru, Riau

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 02 Januari 2024

Revised: 28 Februari 2024

Accepted: 28 Maret 2024

Keywords:

Limbah Galian Aspal Hot Mix

Lapis Pondasi Atas

California Bearing Ratio

ABSTRACT

Limbah hasil galian Aspal Hot Mix (AHM) umumnya tidak dimanfaatkan kembali dan hanya menjadi tumpukan material bongkaran yang terbengkalai di lingkungan sekitar proyek. Material ini sering dianggap memiliki kualitas rendah dan tidak layak digunakan kembali sebagai bahan konstruksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi pemanfaatan limbah galian AHM sebagai bahan campuran dalam pembuatan Lapis Pondasi Atas (LPA) pada konstruksi perkerasan jalan. Pengujian dilakukan dengan metode laboratorium menggunakan lima variasi campuran limbah galian AHM, yaitu 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%, menggantikan batu pecah ukuran 1-2 cm. Evaluasi kinerja dilakukan berdasarkan nilai rendaman California Bearing Ratio (CBR). Hasil pengujian menunjukkan bahwa campuran dengan 20% limbah galian AHM menghasilkan nilai CBR rendaman sebesar 100,2%, sedangkan campuran 30% menghasilkan nilai CBR rendaman sebesar 94,4%. Kedua nilai tersebut melebihi batas minimum yang disyaratkan dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, yaitu sebesar 90%. Dengan demikian, limbah galian AHM memiliki potensi yang baik sebagai material alternatif untuk LPA, yang tidak hanya mendukung efisiensi biaya, tetapi juga berkontribusi terhadap pengurangan limbah konstruksi.

Excavated Hot Mix Asphalt (HMA) waste is generally not reused and often accumulates as discarded demolition material in the vicinity of project sites. This material is frequently considered to be of low quality and unsuitable for reuse as construction material. This research aims to evaluate the potential of utilizing excavated HMA waste as a mixed material in the production of Base Course (LPA) for road pavement construction. The study was conducted using laboratory methods with five variations of excavated HMA waste mixtures: 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, and 50%, replacing 1-2 cm crushed stone. Performance evaluation was based on the soaked California Bearing Ratio (CBR) values. The test results showed that the mixture with 20% excavated HMA waste yielded a soaked CBR value of 100.2%, while the 30% mixture resulted in a soaked CBR value of 94.4%. Both of these values exceed the minimum requirement of 90% stipulated in the Bina Marga General Specification 2018 Revision 2. Therefore, excavated HMA waste has good potential as an alternative material for Base Course (LPA), which not only supports cost efficiency but also contributes to the reduction of construction waste.

Published by

Impression : Jurnal Teknologi dan Informasi

Copyright © 2023 by the Author(s) | This is an

open-access article distributed under the

Creative Commons Attribution which permits

unrestricted use, distribution, and reproduction

in any medium, provided the original work is

properly cited.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Corresponding Author:

Doni Rinaldi Basri

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Abdurrahman, Pekanbaru, Riau

Jl. Riau Ujung No. 73 Pekanbaru, Riau Indonesia, 28292

Email: doni.rinaldi@univrab.ac.id

PENDAHULUAN

Secara umum, perkerasan lentur jalan tersusun atas campuran agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi (filler), serta aspal (Basri, D.R, dkk., 2024). Jenis perkerasan ini banyak digunakan pada konstruksi badan jalan karena memberikan kenyamanan bagi pengguna serta memiliki biaya pembangunan yang lebih rendah dibandingkan perkerasan kaku.

Perkerasan lentur cenderung mengalami kerusakan setiap tahunnya. Umumnya, lapisan permukaannya terdiri dari dua bagian, yaitu lapisan antara (AC-BC/ Asphalt Concrete-Binder Course) dan lapisan aus (AC-WC/ Asphalt Concrete-Wearing Course). Proses perbaikan permukaan dilakukan dengan metode penggalian menggunakan alat Cold Milling Machine (CMM), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Galian Aspal Hot Mix (AHM) menggunakan Alat Cold Milling Machine (CMM).

Limbah galian Aspal Hot Mix (AHM) ini lebih banyak ditumpuk, terbengkalai dan tidak digunakan kembali di lokasi Asphalt Mixing Plant (AMP), terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Limbah galian Aspal Hot Mix (AHM) di lokasi Asphalt Mixing Plant (AMP)

Banyaknya Limbah galian Aspal Hot Mix ini maka peneliti ingin membuat limbah ini bisa memiliki nilai ekonomis dan bisa ditingkatkan mutunya dengan cara menggunakan limbah galian AHM ini sebagai campuran dalam pembuatan design mix formula (DMF) campuran Lapisan Pondasi Atas (LPA).

Bahan penyusun lapisan pondasi atas ini terdiri dari agregat kasar (batu pecah ukuran 2cm-3cm, 1cm-2cm, 0,5cm-1cm) dan agregat halus (abu batu). Pada penelitian ini batu pecah ukuran 1cm-2cm (BPC 1-2) ini nanti akan kita ganti dengan limbah galian Aspal Hot Mix (AHM) yang sudah disaring dengan ukuran 1cm-2cm dan digunakan dalam pembuatan lapisan pondasi atas.

URAIAN TEORI

Lapisan Pondasi Atas

Lapisan pondasi atas merupakan bagian dari struktur perkerasan yang berada di antara lapisan pondasi bawah dan lapisan permukaan. Karena posisinya yang langsung menopang permukaan jalan, lapisan ini harus mampu menahan beban kendaraan yang besar dan bersifat dinamis. Oleh sebab itu, material yang digunakan harus memiliki mutu tinggi, dan proses konstruksinya perlu dilaksanakan

secara hati-hati dan presisi (Soehardi, F.,2018). Dibandingkan dengan lapisan pondasi bawah (subbase course) atau tanah dasar (subgrade), persyaratan teknis untuk lapisan pondasi atas (base course) jauh lebih ketat. Menurut (Hardiyatmo.,dkk,2011) material pada lapisan ini harus memiliki kekuatan dan ketahanan yang memadai untuk menerima beban lalu lintas. Oleh karena itu, sebelum digunakan, bahan-bahan yang akan dijadikan campuran perlu melalui tahapan pengujian terlebih dahulu. Untuk kondisi lalu lintas berat, agregat umumnya juga distabilisasi menggunakan bahan tambahan tertentu guna meningkatkan daya dukungnya.

Analisa CBR (*California Bearing Ratio*)

Menurut (Sukirman.,1999). CBR (California Bearing Ratio) adalah rasio antara beban yang diperlukan untuk menembus sampel tanah hingga kedalaman 0,1"/0,2" dengan beban yang dapat ditahan oleh batu pecah standar pada kedalaman yang sama. Nilai CBR biasanya dinyatakan dalam persentase, yang menunjukkan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan batu pecah yang memiliki nilai CBR 100% dalam menahan beban lalu lintas. CBR lapangan, yang juga dikenal sebagai CBR *in place* atau field CBR, memiliki dua fungsi utama:

1. Untuk menentukan nilai CBR asli di lapangan, yang mencerminkan kondisi tanah dasar pada saat pengujian, dan digunakan dalam perencanaan ketebalan lapisan perkerasan pada tanah dasar yang tidak akan dipadatkan lebih lanjut. Pengujian ini dilakukan dalam kondisi dengan kadar air tanah yang tinggi (misalnya, pada musim hujan) atau dalam kondisi terburuk yang mungkin terjadi.
2. Untuk memverifikasi apakah kepadatan tanah sudah mencapai nilai yang diinginkan. Pengujian ini tidak begitu umum digunakan, karena sering digantikan dengan metode lain seperti sand cone dan sebagainya.

Agregat

Menurut (Oglesby dan Hick.,1982) agregat adalah material yang paling sering digunakan untuk lapisan jalan, yang terdiri dari batu pecah, batu kerikil yang dihancurkan, dan pasir.

Menurut (Sukirman.,1999) agregat dapat dibedakan berdasarkan ukuran atau besarnya sebagai berikut:

1. Agregat kasar, yaitu agregat dengan ukuran lebih besar dari 4,75 mm menurut ASTM, atau lebih besar dari 2 mm menurut ASSHTO.
2. Agregat halus, yaitu agregat dengan ukuran lebih kecil dari 4,75 mm menurut ASTM, atau lebih kecil dari 2 mm dan lebih besar dari 0,075 mm menurut ASSHTO.
3. Abu Batu atau filler, yaitu agregat halus yang umumnya lolos saringan # 200

Limbah Galian Aspal Hot Mix (AHM) atau Limbah Perkerasan Aspal (Reclaimed Aspal Pavement)

Limbah galian AHM adalah material yang dihasilkan dari pengangkatan sebagian atau seluruh lapisan perkerasan jalan. Limbah ini dapat dimanfaatkan kembali sebagai bahan dasar perkerasan jalan dengan menambahkan material agregat baru dan aspal untuk memenuhi standar kualitas dan spesifikasi perkerasan jalan. Meskipun demikian, karena AHM merupakan material sisa, terdapat kelemahan yang dapat mempengaruhi kinerja teknisnya jika digunakan langsung dalam perkerasan jalan. Pemanfaatan Galian Aspal Hot Mix (AHM) dalam campuran beraspal baru dapat mengurangi jumlah material baru yang diperlukan, serta menghemat biaya dan sumber daya alam. Selain itu, campuran beraspal panas yang menggunakan AHM memiliki performa yang setara dengan campuran beraspal panas yang dibuat menggunakan seluruh material baru (Prawistamandala, A.,2023). Dapat dilihat pada gambar 3 di bawah



Gambar 3. Limbah galian Aspal Hot Mix (AHM) Hasil Gradasi

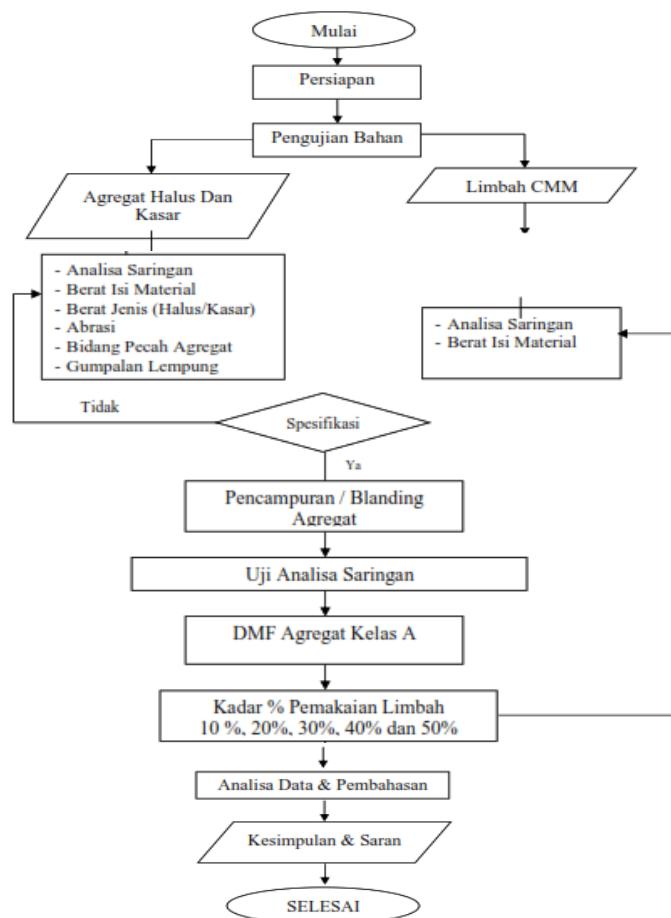
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan melakukan eksperimen (trial mix) untuk membuat sampel design mix formula (DMF) di laboratorium. Standar pengujian yang digunakan sebagian besar mengacu pada metode yang disahkan dalam Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018 revisi II dan pedoman pengujian dari Standar Nasional Indonesia (SNI).

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium PT. Riau Mas Bersaudara, dengan semua bahan untuk lapisan pondasi atas (LPA) diambil dari perusahaan tersebut, yang terdiri dari Batu pecah (agregat kasar) dan Abu Batu yang berasal dari Nagari Pangkalan, Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Kabupaten 50 Kota, Provinsi Sumatera Barat. Sedangkan Limbah Galian Aspal Hot Mix (AHM) digunakan dari perbaikan jalan pada Proyek Sudirman – Batas Muara Lembu tahun 2020 yang terletak di Provinsi Riau. Adapun untuk jumlah sampel yang dibuat pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Jumlah Sampel Penelitian

No	Pengujian	Jumlah Sampel
1	Proktor	4
2	CBR +0% Limbah Galian AHM	3
3	CBR+10% Limbah Galian AHM	3
4	CBR+20% Limbah Galian AHM	3
5	CBR+30% Limbah Galian AHM	3
6	CBR+40% Limbah Galian AHM	3
7	CBR+50% Limbah Galian AHM	3



Gambar 4. Bagan Alir Penelitian



Gambar 5. Agregat Kasar & Halus

Gradasi lapisan pondasi atas digunakan standar Bina Marga yang dapat dilihat pada tabel 1 dan standar sifat-sifat lapisan pondasi atas (kelas A) dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Gradasi Lapisan Pondasi Kelas A.

Ukuran Ayakan ASTM	Ayakan (mm)	Persen Berat Yang Lolos Lapisan Fondasi Atas Kelas A
2"	50	
1 ^{1/2}	37,5	100
1"	25,0	79 - 85
3/8"	9,50	44 - 58
No.4	4,75	29 - 44
No.10	2,0	17 - 30
No.40	0,425	7 - 17
No.200	0,075	2 - 8

Tabel 3. Sifat-sifat Lapisan Fondasi Atas (Kelas A)

Sifat - Sifat	Standar	Lapisan Pondasi Atas (Kelas A)
Abrasi dari Agregat Kasar	SNI 2417:2008	0-40%
Butiran pecah, tertahan ayakan No. 4	SNI 7619:2012	95/90 ¹⁾
Batas Cair	SNI 1967:2008	0-25
Indek Plastis	SNI 1967:2008	0-6
Hasil kali Indek Plastisitas dengan % lolos ayakan No. 200		Maks. 25
Gumpalan Lempung dan Butiran- butiran Mudah Pecah	SNI 4141:2015	0-5%
CBR rendaman	SNI 1744:2012	Min.90%

HASIL PENELITIAN

Hasil Pengujian Karakteristik Agregat

Sebelum menentukan komposisi campuran, perlu dilakukan pengujian karakteristik agregat kasar dan agregat halus. Hasil dari pengujian agregat dilaboratorium adalah sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar dan Agregat Halus

No	Pengujian	Standar	Nilai	Hasil Pengujian
1	Abrasi dengan mesin Los Angeles	SNI 2417-2008	Maks. 40 %	20,84 %
2	Butiran Pecah, tertahan ayakan No. 4	SNI 7619:2008	95/90	100 %
3	Batas Cair	SNI 1967:2008	0 - 25	-
4	Indek Plastisitas	SNI 1966:2008	0 - 6	-
5	Gumpalan Lempung dan Butiran Mudah Pecah	SNI 4141:2015	0 - 5 %	2,09 %

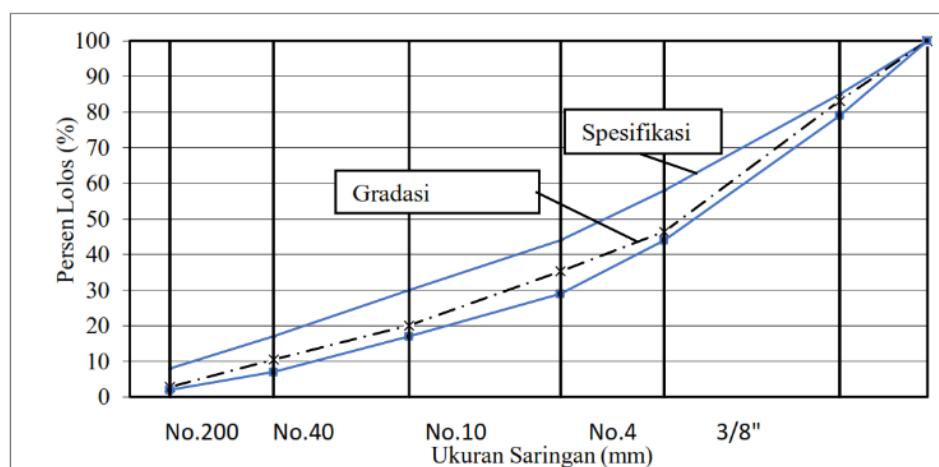
Berdasarkan hasil pengujian Karakteristik Agregat Kasar dan Agregat Halus, didapatkan hasil agregat menunjukkan material tersebut memenuhi spesifikasi, karena nilai berat jenis tersebut lebih besar dibandingkan dengan nilai standar oleh Bina Marga yang sesuai Divisi 5 perkerasan berbutir.

Gradasi Gabungan Material

Setelah mendapatkan gradasi dari semua material: batu pecah (BPC) 2-3, BPC 1-2, BPC Medium, dan Abu Batu, kemudian dilakukan analisa gradasi gabungan dengan hasil pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisa Gardasi Gabungan Agregat Kasar dan Agregat Halus

No	Ukuran Saringan	(%) Lelos Material					Komposisi Material (%)					Grada si Gabun gan	Spesifi kasi
		BPC 2-3	BPC 1-2	Limba h AHM	Abu Batu	BPC Medium	BPC 2-3	BPC 1-2	Abu Batu	BPC Medium			
	ASTM	(mm)											
1	2"	50	100	100	100	100	37	20	38	5	100	100	
2	1 ^{1/2}	37,5	100	100	100	100	37	20	38	5	100	100	
3	1"	25,0	54,61	100	85,5	100	100	20,20	20	38	5	83,20	79 - 85
4	3/8"	9,50	0,15	18,73	27,36	100	93,5	0,05	3,75	38	4,67	46,47	44 - 58
5	No.4	4,75	0,15	1,62	14,86	90,69	9,81	0,05	0,32	34,86	0,49	35,33	29 - 44
6	No.10	2,0	0,15	1,53	6,68	51,74	1,25	0,05	0,31	19,66	0,06	20,08	17 - 30
7	No.40	0,425	0,15	1,24	5,06	26,85	1,12	0,05	0,25	10,20	0,06	10,56	7 - 17
8	No.200	0,075	0,15	0,32	2,68	7,03	0,39	0,05	0,06	2,67	0,02	2,81	2 - 8



Gambar 6. Hasil Analisa Gardasi Gabungan Agregat Kasar dan Agregat Halus

Tabel 6. Persentasi Penggunaan Material Hasil Gradasi Gabungan

No	Persentase Penggunaan Limbah Galian AHM	Komposisi Material (%)				
		BPC 2-3	BPC 1-2	Limbah	Abu Batu	BPC Medium
1	0% Limbah Galian AHM	37	20		38	5
2	10% Limbah Galian AHM	47		10	38	5
3	20% Limbah Galian AHM	37		20	38	5
4	30% Limbah Galian AHM	27		30	38	5
5	40% Limbah Galian AHM	17		40	38	5
6	50% Limbah Galian AHM	7		50	38	5

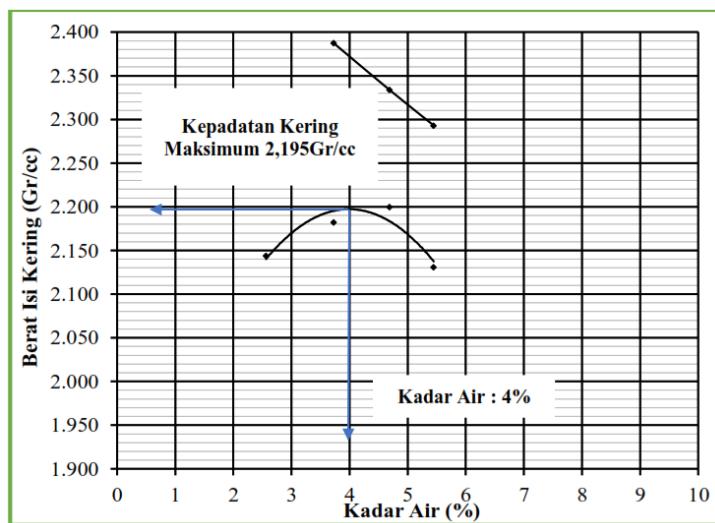
Pengujian Proctor Pemadatan Modifikasi

Hasil pengujian pemadatan modifikasi sebagai berikut :

Tabel 7. Hasil Pengujian Pemadatan Modifikasi

Pemadatan Modifikasi & Standar (Proctor)						
No		(%)	2,0%	3,0%	4,0%	5,0%
1	Penambahan air	(%)	2,0%	3,0%	4,0%	5,0%
2	Berat contoh basah + cetakan	gr	9,945	10,079	10,159	10,043
3	Berat cetakan	gr	5,397	5,397	5,396	5,396
4	Berat contoh basah	gr	4,548	4,682	4,764	4,648
5	Volume cetakan	gr	2,068	2,068	2,068	2,068
6	Kepadatan basah	Gr/c c	2,199	2,264	2,264	2,247
7	Kepadatan kering	Gr/c c	2,144	2,182	2,182	2,131

Penentuan kadar air :						
		gr	78,9	86,6	69,1	77,2
1	Berat contoh basah + tempat	gr	78,9	86,6	69,1	77,2
2	Berat contoh kering + tempat	gr	77,2	83,9	66,5	73,8
3	Berat tempat	gr	10,9	11,5	11,0	11,4
4	Berat air	gr	1,7	2,7	2,6	3,4
5	Berat contoh kering	gr	66,3	72,4	55,5	62,4
6	Kadar air (%)	(%)	2,56	3,73	4,68	5,45



Gambar 7. Hasil Pengujian Pemadatan Modifikasi

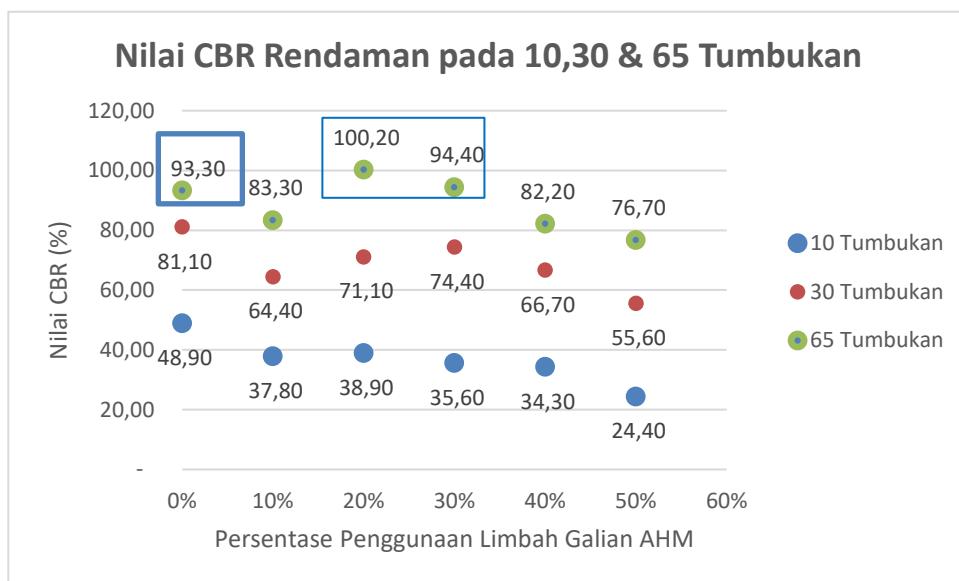
Berdasarkan hasil pengujian pemadatan Modifikasi dengan variasi kadar air, dengan jumlah tumbukan 56 dan 5 lapis setiap tumbukan, didapatkan hasil kepadatan kering maksimum 2,195 gr/cc dan Kadar air 4 %. Dengan nilai kadar air 4% digunakan pembuatan sampel pengujian CBR rendaman dengan variasi tumbukan 10,30 dan 65.



Gambar 8. Pembuatan Benda Uji, Uji CBR dan Kadar Air CBR

Pengujian California Bearing Ratio (CBR)

Hasil pengujian CBR laboratorium perendaman selama 4 hari dengan hasil sebagai berikut :



Gambar 9. Nilai CBR Rendaman pada 10,30 & 65 Tumbukan

PEMBAHASAN

Pada gambar 9 di atas dapat dilihat campuran 10%, 40% dan 50% limbah galian AHM tidak memenuhi standar nilai CBR dan pada campuran 20% dan 30% % limbah galian AHM memenuhi standar nilai CBR sebagai lapisan pondasi atas (kelas A) dengan nilai CBR rendaman minimal 90%. Pada campuran 20% limbah galian AHM nilai CBR rendaman pada tumbukan 65 dengan 5 lapis sebesar 100,2% dan pada campuran 30% limbah galian AHM nilai CBR rendaman pada tumbukan 65 dengan 5 lapis sebesar 94,4%.

PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa limbah galian AHM dapat digunakan sebagai pengganti batu pecah ukuran 1-2 pada campuran lapisan pondasi atas (kelas A) dengan proporsi penggunaan antara 20% hingga 30%. Penggunaan 20% limbah galian AHM menghasilkan nilai CBR rendaman sebesar 100,2%, sementara penggunaan 30% limbah galian AHM menghasilkan nilai CBR rendaman sebesar 94,4%.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada laboratorium Teknik Sipil Universitas Abdurrahman dan PT. Riau Mas Bersaudara yang telah mendukung dalam pelaksanaan penelitian ini.

REFERENSI

- Basri, DR, Ningrum, P., & Poetra, AA (2024). Analisis Pengaruh Penggunaan Fly Ash Batu Bara Dan Abu Batu Sebagai Filler Pada Campuran Laston Lapis Aus (AC-WC). *SAINSTEK*, 12 (1), 141-147.
- Soehardhi, F. (2018). Penggunaan Material Lokal Quarry Muara Takus Sebagai Bahan Campuran Lapisan Pondasi Atas Pekerjaan Jalan Raya. *Program Studi Teknik Sipil*, 4(1), 43-50.
- Puri, A., Hardiyatmo, H. C., Suhendro, B., & Rifa'i, A. (2011). Kontribusi Koperan dalam Mereduksi Lendutan Sistem Pelat Terpaku pada Lempung Lunak. In *Proc. of 9th Indonesian Geotech. Conf. and 15th Annual Scientific Meeting (KOGEI IX & PIT XV) HATTI* (pp. 299-306).
- Sukirman, S., 1999, Perkerasan Lentur Jalan Raya, *Penerbit Nova, Bandung*
- Oglesby, C.H., R.G. Hick, 1982, Highway Engineering, 4 th ed. *Willey and Sons, New York*.
- Prawistamandala, Aji (2023) Pemanfaatan Limbah Perkerasan Aspal (Reclaimed Aspal Pavement) Sebagai Bahan Pengganti Agregat 5-10 Pada Campuran AC-BC (Asphalt Beton – Binder Course) Terhadap Karakteristik Marshall. *Skripsi, Institut Tegnologi Nasional Malang*.
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, (2018). Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 revisi II, *Pusjatan-Balitbang PU*