

PEMANFAATAN ABU LIMBAH BONGGOL JAGUNG SEBAGAI FILLER ASPALT CONCRETE WEARING COURSE (AC-WC)

USE OF CORN COB WASTE ASH AS A FILLER IN ASPHALT CONCRETE WEARING COURSE (AC-WC)

Syahril Alzahri^{*1}, Fery Firnando²

¹Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Universitas PGRI Palembang

²Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Universitas PGRI Palembang

Korespondensi: syahrilalzahri7@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana hasil dari pengaruh penambahan bahan tambah limbah bonggol jagung dengan persentase 2%, 3%, 4%, 5% pada campuran aspal Asphalt Concrete - Wearing Course AC-WC dengan pengujian Marshall Test. Masalah dalam penelitian ini adalah 1).Potensi sumber daya alam yang tidak dimanfaatkan. 2).Kurangnya pengetahuan masyarakat terhadap pemanfaatan limbah bonggol jagung, sehingga dengan adanya penelitian ini dapat memberikan pengetahuan kepada masyarakat bahwa limbah bonggol jagung dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambah campuran aspal. 3). Berkurangnya luas lahan pertanian di akibatkan banyaknya penumpukan limbah bonggol jagung yang tidak di kelola. Metode Pada penelitian ini adalah metode eksperimen, yang dimana metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapat data. Di dalam penelitian ini pengujian di lakukan secara bertahap, yaitu terdiri atas pengujian agregat (halus, kasar, dan filler) serta aspal dan pengujian terhadap campuran (uji marshaall). Hasil penelitian ini memberikan hasil terdapat pengaruh dari penambahan limbah abu bonggol jagung dengan variasi 2% dan 3% dapat dijadikan bahan tambah campuran aspal karena sudah memenuhi dan sesuai dengan spesifikasi bina marga 2018 rev 2, sedangkan penambahan limbah bonggol jagung dengan variasi 4% dan 5% tidak dapat dijadikan sebagai bahan tambah campuran aspal karena nilai yang dihasilkan sudah tidak sesuai dengan spesifikasi bina marga 2018 rev 2 dikarenakan nilai pada VIM tidak memenuhi.

Kata Kunci: Abu Limbah Bonggol Jagung, Filler, Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC), Karakteristik Marshall

ABSTRACT

This study aims to determine how the results of the effect of the addition of corncob waste additives with a percentage of 2%, 3%, 4%, 5% on asphalt mix Asphalt Concrete - Wearing Course AC-WC with Marshall Test testing. The problems in this study are 1). The potential of natural resources that are not utilised. 2). Lack of public knowledge about the use of corncob waste, so that this research can provide knowledge to the public that corncob waste can be used as an added material for asphalt mixtures. 3). Reduced agricultural land area due to the large accumulation of unmanaged corn stalk waste. The method in this research is the experimental method, which is a method carried out by conducting experimental activities to obtain data. In this study, testing was carried out in stages, consisting of testing aggregates (fine, coarse, and filler) and asphalt and testing the mixture (marshaall test). The results of this study provide the results of the effect of the addition of corncob ash waste with variations of 2% and 3% can be used as an added material for asphalt mixtures

because it meets and complies with the 2018 rev 2 bina marga specifications, while the addition of corncob waste with variations of 4% and 5% cannot be used as an added material for asphalt mixtures because the resulting value is not in accordance with the 2018 rev 2 bina marga specifications because the value of VIM does not meet the specifications of the 2018 rev 2 bina marga.

Keywords: *Corn Cob Waste Ash, Filler, Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) Mixtures, Marshall Characteristics*

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk Indonesia sangat cepat, sehingga jumlah mobil di jalan semakin meningkat. Jalan merupakan sarana transportasi yang dapat dikatakan sangat diperlukan atau sangat penting untuk mendukung pertumbuhan ekonomi, sosial budaya, pengembangan pariwisata, dan pembangunan nasional. Bahwa pembangunan infrastruktur transportasi jalan merupakan pembangunan yang cukup diprioritaskan oleh pemerintah. Permasalahan lalu lintas di Indonesia merupakan permasalahan yang sering dijumpai di Indonesia, biasanya dalam pembangunan dan pemeliharaan jalan baru yang meliputi permukaan jalan tantangannya selalu untuk meningkatkan kualitasnya, sehingga harus diputuskan cara yang ekonomis dan efisien untuk mencapai hasil yang maksimal. Hasil bahan, peralatan, perkakas, tenaga kerja dan metode pelaksanaan. Untuk meningkatkan kinerja perkerasan jalan, muncul ide untuk menambahkan zat aditif pada perkerasan jalan untuk mengatasi kerusakan jalan. Perkembangan dan kemajuan sektor pertanian Indonesia yang pesat saat ini menimbulkan permasalahan terutama di salah satu provinsi di Sumatera Selatan yaitu wilayah Komerling Ulu Kabupaten Ogan Selatan yang hampir sebagian besar masyarakatnya adalah petani jagung. Ada masalah lingkungan, masalah ini adalah diskusi yang sangat umum. Telah menjadi perbincangan baik di media sosial maupun di lingkungan sekitar bahwa salah satu masalah lingkungan yang sering dihadapi petani adalah limbah tongkol jagung, hal tersebut dikarenakan ketidaktahuan banyak petani yang tidak mengetahui cara mengatasi limbah tongkol jagung dan apa saja. Adalah manfaat dari itu. Limbah tongkol jagung merupakan salah satu limbah pertanian yang cukup potensial untuk pembangunan jalan, karena hasil pembakaran limbah tongkol jagung yang diubah menjadi abu mengandung SiO₂ (silikon dioksida) yang memiliki daya rekat yang sama dengan semen, sehingga abu jagung dapat berupa misalnya. Sebagai alternatif, ganti bahan pengisi. Memon dan

Khan (2017), Khusnood et al.(2018) dan Juwanto et al.(2019) menyelidiki beberapa contoh penggunaan tongkol jagung untuk menghasilkan beton ramah lingkungan. Memon dan Khan (2017) menyelidiki optimalisasi abu tongkol jagung dengan semen sebagai solusi untuk mengurangi pembuangan limbah tongkol jagung dan penipisan sumber daya. Dalam sebuah penelitian, Khusnood et al. (2018) mengusulkan solusi ekologis untuk tongkol jagung dengan menggunakannya sebagai pengganti pasir. Tongkol jagung dianggap bebas dari kotoran organik dan memiliki bentuk yang bagus karena lubang atau pori-pori kecil. Juwanto et al (2019) mempelajari kuat tekan beton dengan penambahan abu tongkol jagung. Sehingga limbah tongkol jagung dapat dimanfaatkan dalam dunia konstruksi kedepannya. Pada penelitian ini saya menggunakan bahan tambahan yang diperoleh dari limbah tongkol jagung sebagai bahan tambahan pada campuran aspal (AC-WC). Limbah tongkol jagung ini merupakan tumpukan limbah yang mencemari lingkungan dan dapat dijadikan alternatif dalam dunia konstruksi.

TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Sukirman (2017), aspal adalah bahan perekat dengan unsur aspal berwarna hitam atau coklat tua. Aspal dapat diperoleh dari alam atau merupakan residu dari penyulingan minyak. Aspal merupakan bahan termoplastik dan berbentuk padat hingga agak padat pada suhu kamar, sehingga meleleh saat dipanaskan hingga suhu tertentu dan membeku kembali saat suhu turun. Aspal bersama dengan agregat membentuk campuran permukaan jalan. Aspal beton merupakan bahan yang terdiri dari campuran batu (agregat kasar dan halus) dan bahan pengikat aspal dengan persyaratan tertentu, dan kedua bahan tersebut harus dipanaskan terlebih dahulu sebelum dicampur secara homogen atau seragam, karena bercampur dalam keadaan panas. , sering disebut campuran hangat atau panas. Bambang Irianto (2018) dan Silvia Sukirman (2019)

Menurut Suryamiharja (2021), aspal alam

adalah aspal yang terbentuk secara alami di alam. Aspal alam dapat dibagi menjadi dua kelompok: aspal danau dan batu, aspal danau yang terjadi secara alami di Danau Trinidad, Venezuela, dan aspal batu yang ditemukan atau terjadi di wilayah Kentucky dan wilayah Pulau Buton di Sulawesi Tenggara, Indonesia. Aspal lapangan ini terbentuk pada retakan batugamping dan batupasir di daerah tersebut. Aspal minyak bumi adalah aspal yang merupakan residu dari penyulingan minyak. Setiap minyak dapat menghasilkan residu aspal atau aspal dengan jumlah aspal yang banyak, minyak bumi parafin atau minyak parafin dengan jumlah parafin yang banyak, atau minyak dasar campuran yang mengandung campuran parafin dan aspal, atau minyak dasar campuran. Minyak bumi berbasis aspal umumnya digunakan di permukaan jalan. Skirman (2017)

Menurut Agus Setio Budi (2018), aspal sebagai bahan pengikat campuran aspal pada sistem perkerasan lentur sangat berpengaruh terhadap umur lapisan perkerasan. Oleh karena itu kandungan aspal dalam campuran aspal menjadi bagian yang sangat penting. Menurut Sengozi dan Isikyakari (2018), penambahan sedikit aditif polimer pada aspal meningkatkan kinerja aspal dan meningkatkan kekuatan atau umur perkerasan. Agregat adalah agregat dari kerikil, pasir, batu pecah atau mineral lainnya, atau hasil buatan manusia atau alam. (Instruksi Laston untuk jalan raya SKBI - 26/2/1987). Agregat merupakan komponen penting dari lapisan perkerasan yang terdiri dari 75-85% dari total volume atau 90-95% dari total massa. (Sukirman, 2017). Agregat atau filler menurut Sukirman (2017) adalah bagian dari agregat, dimana bagian dari agregat ini adalah bahan yang lolos saringan No. 200 (0,074 mm). Bahan pengisinya adalah abu batu gamping, abu batu, semen atau campuran lain yang mampu mengisi bagian kosong agregat atau rongga dan rongga) pada beton aspal. Bahan konstruksi perkerasan lentur menggunakan bahan pengikat (aspal, tanah liat) dan batu, permukaan jalan ini biasanya terdiri dari tiga lapis atau lebih, yaitu lapis permukaan, lapis pondasi dan lapis tanah. Agus Setiabudi (2020)

Menurut Iqbal, M., Amiwarti, A. dan Setiabudi, A. (2020). Perkerasan kaku biasanya terdiri dari dua lapisan, yaitu lapisan atas dan lapisan dasar. Lapisan dasar sangat mempengaruhi daya dukung perkerasan, terutama perkerasan yang diperoleh dari pelat beton. Hal ini disebabkan kekakuan beton relatif, sehingga dapat menyebarkan beban pada area yang luas dan

menyebabkan tegangan rendah pada lapisan dangkal. Memon dan Khan (2017) menyelidiki penggunaan tongkol jagung sebagai alternatif campuran beton yang ramah lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kondisi pembakaran dan kondisi penggilingan terbaik untuk abu tongkol jagung sebagai bahan beton. Awalnya, jagung bakar bebas rebus disaring melalui saringan #50 (R50), #12 (R12) dan wajan (R00) untuk menentukan kebutuhan pembakaran. Ditemukan bahwa abu R00 dengan ukuran partikel yang lebih kecil dapat digunakan langsung sebagai pozzolan, sedangkan abu R12 dan R50 dengan partikel yang lebih besar membutuhkan pembakaran tambahan. Menurut Saodang (2017). Tujuan dari pengujian Marshall adalah untuk mempelajari dan menentukan kestabilan campuran aspal-agregat terhadap plastisitas (aliran), aliran didefinisikan sebagai deformasi atau perubahan tegangan campuran dari tegangan tarik menjadi tegangan maksimum dalam milimeter, yaitu 0,01. Secara singkat tujuan dari uji Marshall adalah untuk menentukan campuran aspal dan kadar aspal optimum.

METODE

Metode Penelitian ini memiliki metode eksperimen, yaitu metode yang dilakukan melalui kegiatan percobaan untuk memperoleh informasi. Data diolah untuk mendapatkan hasil perbandingan dengan kondisi yang ada dan penelitian ini dilakukan di laboratorium.

Pada penelitian ini pengujian dilakukan secara bertahap yang terdiri dari pengujian agregat (halus, kasar, dan agregat) dan pengujian aspal dan campuran (uji Marshall). Penelitian seperti pembuatan benda uji, pemeliharaan benda uji dan pengujian dilakukan di laboratorium CV. Rekayasa Global Studi percontohan membahas pengaruh limbah tongkol jagung pada aspal AC-WC (Asphalt Concrete Wearing Course). Proses penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bahan dan Penyiapan Bahan Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat kasar dibagi $\frac{1}{2}$ dan $\frac{1}{1}$, agregat halus, tongkol jagung dan aspal curah yaitu. rasio penetrasi aspal 60/70 cangkang.
2. Penyerapan berat jenis, uji penyerapan berat jenis agregat meliputi berat jenis volume, berat jenis kering permukaan jenuh, berat jenis semu dan serapan agregat kasar.
3. Tujuan Pengujian Agregat Setara Pasir adalah untuk mengetahui

seberapa banyak material yang ada dalam suatu agregat yang baik. 4. Pengujian bahan abrasif. Tes abrasif konvensional diperoleh dari kombinasi abrasi atau pengisian, tekanan dan penggilingan drum baja. 5. Grading agregat, gradasi agregat dibagi dengan perubahan ukuran butir agregat. 6. Uji Penetrasi Aspal Curah, Penetrasi Menggunakan Asphalt Merk 60/70 Shell

7. Fabrikasi Sampel AC-WC Pembuatan sampel AC-WC dengan variasi 2%, 3%, 4%, 5%, dibuat 3 sampel tiap variasi campuran, total 12 buah menggunakan cetakan. 8. Tes Marshall. Dari pengujian Marshall ini diketahui berapa persen kadar aspal yang diperlukan batuan dasar yang dirancang untuk menghasilkan nilai kerapatan, nilai VMA (Void In Marshall Aggregate), nilai VFB (Void Filled Bitumen), flow rate (Void In Marshall Aggregate), kelelahan), indeks Marshall setelah diperoleh nilai uji Marshall campuran aspal AC WC normal dan dibandingkan dengan nilai uji Marshall aspal limbah tongkol jagung.

Metode penelitian yang digunakan oleh penulis adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan mencari jurnal atau buku untuk mendapatkan informasi dan bahan-bahan yang berkaitan dengan pembuangan limbah tongkol jagung. Kemudian telusuri internet untuk mendapatkan masukan guna menyelesaikan laporan ini. 2. Pengumpulan data primer melalui observasi langsung dan studi laboratorium untuk memperoleh informasi lengkap yang dibutuhkan. Pada penelitian ini dibuat 6 sampel dengan menggunakan campuran 2%, 3%, 4%, 5%, masing-masing variasi campuran dibuat 3 sampel. Jika melihat penelitian sebelumnya yaitu penelitian Bram Harry Wisnu (2022) berdasarkan penelitian sebelumnya, pada penelitian ini menggunakan limbah tongkol jagung sebesar 0%-2% dari berat aspal. Pada tugas akhir ini dapat disimpulkan bahwa pengaruh dan karakteristik campuran AC-WC dapat ditentukan dengan penambahan tongkol jagung, penambahan tongkol jagung pada campuran tersebut untuk mendapatkan hasil karakteristik campuran AC-WC digunakan metode uji Marshall. Hasil uji Marshall terhadap sifat campuran AC-WC dengan penambahan abu tongkol jagung dengan nilai stabilitas rata-rata 0% - 2% : 949 kg - 988,52 kg, VIM 0% - 2% :

4,03% _ 3,32% , 0% -2 % flow : 3,09 mm - 0% -2% VMA : 21,61% -20,97 %VFB terakhir 0% -2% ; 81,36% menjadi 84,18%. Menurut hasil kajian sesuai dengan spesifikasi Jalan Raya Umum 2018 yaitu penambahan 0%-2% u tongkol jagung. Maka dalam penelitian ini kami mencoba menggunakan bahan dari limbah tongkol jagung dengan variasi 2%. 3%, 4%, 5%.

Data primer adalah informasi yang diperoleh dari sumber data yaitu percobaan yang dilakukan langsung di tempat penelitian. Langkah-langkah yang dilakukan antara lain sebagai berikut.

- a. melakukan pemeriksaan bahan,
- b. Cari kadar aspal optimal,
- c. melakukan tes Marshall,
- d. Kehabisan penyelaman dan
- e. Lakukan uji tarik tidak langsung

Metode pengolahan data yang digunakan adalah:

Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Timbangan digital untuk mengukur berat benda



Gambar 1. Timbangan Digital

Sumber : Laboraturium CV Global Engineering

2. Satu set saringan, untuk menyaring agregat



Gambar 2 Saringan

Sumber : Laboraturium CV.Global Engineering

3. Oven adalah alat pengering yang berfungsi untuk mengeringkan atau memanaskan sampel



Gambar 3 Oven

Sumber : laboratorium CV.Global Engineering

4.Cetakan benda uji (mold), untuk mencetak sampel aspal berbentuk silinder dan memiliki diameter 10.2cm dengan tinggi 7,5cm



Gambar 4 Cetakan atau Mold

Sumber : laboratorium CV.Global Engineering

5.Mesin uji Marshall, untuk menguji sampel dengan cara menekan sample, terdiri dari kepala penekan dan cincin penguji yang dilengkapi dengan arloji pengukur flowmeter



Gambar 5 Mesin Pengujian Marshall

Sumber : laboratorium CV. Global Engineering

6.Mesin uji Los Angeles, berfungsi sebagai alat penguji ke ausan agregat



Gambar 6 Mesin Los Angeles.

Sumber : laboratorium CV. Global Engineering

7. Kompor, untuk memanaskan bahan



Gambar 7 Kompor

Sumber : laboratorium CV. Global Engineering

8.Bak perendam, atau waterbath untuk merendam sample dan alat ini dilengkapi pengatur suhu.



Gambar 8 Bak perendam (waterbath)

Sumber : laboratorium CV. Global Engineering

9.Alat penumbuk, alat yang memiliki permukaan rata yang berfungsi untuk memadatkan sampel



Gambar 9 Penumbuk

Sumber : laboratorium CV. Global Engineering

10.Ejektor, alat yang digunakan setelah pemadatan berfungsi untuk mengeluarkan sample



Gambar 10 Ejektor

Sumber : laboratorium CV. Global Engineering

11. Tabung sand equivalent, untuk menentukan perbandingan relative dari bagian bahan yang merugikan.



Gambar 11 Tabung sand equivalent

Sumber : laboratorium CV. Global Engineering

12. Alat uji softening point, untuk menguji nilai aspal cair



Gambar 12 Softening point

Sumber : laboratorium CV. Global Engineering

13. Alat uji titik lembek, berfungsi untuk mengetahui titik lembek aspal



Gambar 13 Alat uji titik lembek aspal

Sumber : laboratorium CV. Global Engineering

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu material penyusun untuk komposisi campuran aspal AC-WC, yaitu:

a. Agregat kasar (split) agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini yaitu agregat alami yang dipecahkan dengan ukuran $\frac{1}{2}$ dan $\frac{1}{1}$ dimana material berasal dari quarry lingut martapura



(a) Screening 1/1



(b) Agregat $\frac{1}{2}$

Gambar 14 Agregat Kasar.

Sumber : laboratorium CV. Global Engineering

b. Agregat halus, agregat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berupa abu batu yang berasal dari lingut martapura



Gambar 15 Abu Batu.

Sumber : laboratorium CV. Global Engineering

c. Filler, atau yang disebut dengan bahan pengisi yang digunakan adalah semen Baturaja



Gambar 16 Filler

Sumber : laboratorium CV. Global Engineering

d. Limbah Bonggol Jagung



Gambar 17 Bonggol Jagung (Silica)

Sumber : Lahan Pertanian Masyarakat

Kecamatan Kisam Ilir Kecamatan Kisam Ilir

Tahapan pengolahan tongkol jagung ini adalah dibakar terlebih dahulu untuk dijadikan campuran aspal. Limbah tongkol jagung dari lahan pertanian terlebih dahulu dijemur di bawah terik matahari untuk mengurangi kadar air pada cod jagung sehingga lebih mudah. proses pembakaran. Setelah tongkol jagung dijemur kurang lebih 1-3 hari, langkah selanjutnya adalah membakarnya hingga menjadi arang, dan setelah menjadi arang, limbah tongkol jagung tersebut digiling sehalus mungkin hingga menjadi abu.

e. Aspal curah (bitumen) adalah aspal cangkang dengan penetrasi 60/70 di laboratorium CV GLOBAL ENGINEERING. Dalam hal ini, aspal curah adalah 60/70 dari aspal tambang



Gambar 18 Aspal Curah (bitumen)
Sumber : laboratorium CV. Global Engineering

Tahapan pengujian uji Marshall dilakukan sebagai berikut:

- a. Permukaan kepala alat uji Marshall dibersihkan dan diamankan dengan petroleum jelly yang cukup untuk memudahkan pengambilan benda uji.
- b. Benda uji dikeluarkan dari penangas air dan segera ditempatkan pada bagian kepala

- c. Bel peleburan dipasang ke salah satu bagian kontrol
- d. Kepala tekanan dan benda uji dinaikkan hingga menyentuh bagian bawah cincin uji dan kemudian dial disetel ke nol.
- e. Pembebanan dimulai pada 50 mm/menit hingga beban maksimum tercapai, saat jam beban berhenti, dan kemudian turun lagi, setelah jam leleh dihitung mundur.
- f. Saat pemuatan selesai, segmen atas diangkat dan bahan uji diambil dari damper. Pada tahap ini berarti sampel sudah siap untuk uji Marshall.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Agregat halus 0-5 mm, agregat kasar 5-10 mm dan agregat kasar 10-20 mm dari tambang Martapura Lingut digunakan dalam penelitian ini. Hasil pengujian batu halus dan kasar diberikan pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Halus dan Agregat Kasar

No.	PENGUJIAN	Batu Pecah 1/2	Batu Pecah 1/1	Abu Batu	Pasir	Satuan
1	Analisa Saringan					
	Ukuran Saringan					
	Inch	mm				
	1"	25,40	100,00	100,00	100,00	%
	3/4"	19,10	100,00	100,00	100,00	%
	1/2"	12,50	35,19	98,60	100,00	%
	3/8"	9,500	13,94	91,34	100,00	%
	No. 4	4,750	1,63	47,05	99,12	%
	No. 8	2,360	1,37	16,08	74,94	%
	No. 16	1,180	1,37	8,29	55,94	%
	No. 30	0,600	1,37	4,74	39,58	%
	No. 50	0,300	1,37	2,94	30,98	%
	No. 100	0,150	1,37	1,55	17,72	%
	No. 200	0,075	1,37	0,75	9,01	%
2	Lolos Saringan No.200	0,301	0,756	0,503	2,512	%
3	Berat Jenis					
	- Berat jenis curah kering (Sd)	2,467	2,652	2,416	2,505	-
	- Berat jenis kondisi SSD (Ss)	2,524	2,705	2,470	2,563	-
	- Berat jenis semu (Sa)	2,617	2,802	2,554	2,658	-
	- Berat Jenis Efektif	2,542	2,727	2,485	2,581	-
	- Penyerapan air (Sw)	2,330	2,022	2,227	2,295	%
4	Berat isi					
	Berat isi kondisi gembur	1,320	1,433	1,451	1,451	kg/liter
	Berat isi kondisi padat	1,476	1,496	1,676	1,629	kg/liter
5	Kadar Rongga Agregat	-	-	45,159	45,567	%
6	Persentase Butir Pecah	96,634	-	-	-	%
7	Sand Equivalent Test	-	-	88,639	86,645	%
8	Keausan Dengan Mesin Los Angeles	28,237	27,404	-	-	%
9	Kuantitas Butiran Pipih dan Lonjong					
	- Butiran yang pipih	6,872	8,370	-	-	%
	- Butiran yang lonjong	6,317	9,056	-	-	%
10	Penyelimutan dan Pengelupasan	95 (+)	-	-	-	%
	Campuran Agregat - Aspal					

Sumber: Hasil data penelitian di laboratorium tahun 2023

Aspal Curah (Bitumen) Aspal Merk Shell Studi ini menggunakan penetrasi 60/70 dari Lindo Asphalt Quarry. Hasil pengujian aspal curah dapat Anda lihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2. Hasil Pengujian Aspal Curah Shell Pen 60/70

Material	: Aspal	Ex. Aspalindo	Tanggal Pengujian	: 09 mei 2023
	Penetrasi pada 25°C			
	100 gr / 5 detik	I		II
	Pengamatan			
	1	63		61
	2	67		68
	3	69		67
	4	65		63
	5	64		62
	Rata-rata	65,6		64,2
	Rata-rata Penetrasi	64,9		

Sumber: Hasil olah data di laboratorium tahun 2023

Hasil grading gabungan tangki agregat (pendingin) yang terdiri dari agregat halus dan kasar di Quarry Linguti Martapura Hasil pengujian material adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian Gradasi Gabungan Agregat

CA	FA	FF	K	Pba	Pba = 0.035(%CA) + 0.045 (%FA) + 0.18 (%FF) + K										
66,58	26,75	6,67	0,75	5,48											
Ukuran Saringan		Gradasi Lolos (%)					Gradasi Gabungan (%)					Total	Spesifikasi		
Inch	mm	Batu Pecah 1/2	Batu Pecah 1/1	Abu Batu	Pasir	Filler	Batu Pecah 1/2	Batu Pecah 1/1	Abu Batu	Pasir	Filler				
							12%	40%	42%	4%	2%	100%			
2"	50,80	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	12,00	40,00	42,00	4,00	2,00	100,00	100	-	100
1 1/2"	37,50	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	12,00	40,00	42,00	4,00	2,00	100,00	100	-	100
1"	25,40	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	12,00	40,00	42,00	4,00	2,00	100,00	100	-	100
3/4"	19,10	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	12,00	40,00	42,00	4,00	2,00	100,00	100	-	100
1/2"	12,50	35,19	98,60	100,00	100,00	100,00	4,22	39,44	42,00	4,00	2,00	91,66	90	-	100
3/8"	9,50	13,94	91,34	100,00	99,34	100,00	1,67	36,54	42,00	3,97	2,00	86,18	77	-	90
No. 4	4,75	1,63	47,05	99,12	98,46	100,00	0,20	18,82	41,63	3,94	2,00	66,58	53	-	69
No. 8	2,36	1,37	16,08	74,94	96,15	100,00	0,16	6,43	31,48	3,85	2,00	43,92	33	-	53
No. 16	1,18	1,37	8,29	55,94	90,63	100,00	0,16	3,32	23,49	3,63	2,00	32,60	21	-	40
No. 30	0,600	1,37	4,74	39,58	68,05	100,00	0,16	1,89	16,62	2,72	2,00	23,40	14	-	30
No. 50	0,300	1,37	2,94	30,98	17,23	100,00	0,16	1,17	13,01	0,69	2,00	17,04	9	-	22
No. 100	0,150	1,37	1,55	17,72	12,82	100,00	0,16	0,62	7,44	0,51	2,00	10,74	6	-	15
No. 200	0,075	1,37	0,75	9,01	10,40	100,00	0,16	0,30	3,79	0,42	2,00	6,67	4	-	9
PAN		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	-	0

Sumber: Hasil olah data di laboratorium tahun 2023

Dari tabel di atas terlihat bahwa rentang skala agregat gabungan yang digunakan merupakan bagian dari garis ringan karena memenuhi persyaratan yang dipersyaratkan. bahan campuran Design Mix Formula (DMF) agregat halus lingut martapura Pada Asphalt AC WC (Asphalt Concrete Bearing Course) untuk sampel komposit skala menggunakan metode uji Marshall yang terdiri dari:

1. FA (agregat halus) abu batu = 42,0%
2. MA (agregat rata-rata) 1-1 = 40%

3. CA (agregat bruto) 1-2 = 12%

4. pasir = 4%

5. pengisi = 2%

Jumlah = 100%

Setelah pengujian di laboratorium dan menghitung nilai sifat uji Marshall yang terdiri dari densitas, VIM, VMA, VFA, stabilitas, aliran dan MQ, Anda dapat menentukan secara grafis konsentrasi campuran aspal yang optimal dengan membuat grafik hubungan antara nilai-nilai

tersebut . . kadar aspal di atas yang kemudian menyajikan nilai kadar aspal yang dibutuhkan untuk mendapatkan kadar aspal dan batas koridor yang optimal. Penentuan kadar aspal optimal Asphalt Concrete Worn Course (AC WC) Dilapisi campuran aspal dengan penambahan abu tongkol jagung dengan variasi 2%, 3%, 4% dan 5%.

Untuk menentukan kadar aspal optimal (KAO) yaitu dengan uji Marshall AC WC aspal biasa terlebih dahulu dengan kadar aspal 4%, 4,5%, 5-6%, sehingga pengujian ini menjadi kadar aspal yang optimal maka dilakukan perancangan kadar aspal Optimal ditunjukkan pada tabel di bawah ini

Tabel 4. Komposisi Campuran Aspal

KOMPONEN	KOMPOSISI	KADAR ASPAL RENCANA (%)				
	AGREGAT	4	4,5	5	5,5	6
Batu Pecah 1/2	12%	11,52	11,46	11,40	11,34	11,28
Batu Pecah 1/1	40%	38,40	38,20	38,00	37,80	37,60
Abu Batu	42%	40,32	40,11	39,90	39,69	39,48
Pasir	4%	3,84	3,82	3,80	3,78	3,76
Filler	2%	1,92	1,91	1,90	1,89	1,88
Total Agregat Campuran (%)	100%	96,00	95,50	95,00	94,50	94,00
Total Campuran (%)		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Sumber: Hasil olah data di laboratorium tahun 2023

Untuk informasi lebih lanjut, lihat tabel di bawah ini, yang menunjukkan studi khas AC WC uji Marshall untuk Kadar Aspal Optimal (KAO) dengan variasi kadar aspal.

Tabel 5. Hasil Pengujian Kadar Aspal Optimum

No	AC WC Normal	Satuan	Spesifikasi	Kadar Aspal Optimum (%)
				5,70%
1	Density	Gr/cc	-	2,273%
2	VMA	%	Min 14	16,983%
3	VFA	%	Min 65	73,783 %
4	VIM	%	3-5	4,660%
5	Stability	Kg	Min 800	1119,1
6	Flow	Mm	2-4	3,78
7	MQ	Kg/mm	-	295,80

Sumber: Hasil olah data di laboratorium tahun 2023

Berdasarkan hasil pengujian campuran aspal normal AC WC, pada saat penentuan kadar aspal normal (KAO) didapatkan bahwa campuran aspal yang akan datang memiliki kadar aspal sebesar 5,70% sesuai spesifikasi saat ini. Hasil dari uji Marshall adalah sebagai berikut

a) Nilai densitas yang dihasilkan adalah 2,273% gr/cc. b) Nilai VMA (Void In Mineral Aggregate) 16,983%. c) Nilai VFB (Void Filled Bitumen) %. d) Nilai VIM (Void In Mix) sebesar 4,660%. e) nilai stabilitas Marshall 1119,1 kg. f) Nilai saat ini 3,78 mm. misalnya Koefisien Marshall 295,80 kg/mm

Hasil pengujian berat jenis aspal AC-WC untuk masing-masing konsentrasi aspal adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal AC-WC SNI 2441:2011

Material	: Aspal	Ex. Aspalindo	Tanggal Pengujian	: 17 April 2023		
Pengujian			I	II	Satuan	
W ₁	Berat picnometre		31,852	31,852	gram	
W ₂	Berat picnometre + sampel		36,971	36,971	gram	
W ₂ - W ₁	Berat sampel		5,119	5,119	gram	
W ₃	Berat picnometre + sampel + air		60,476	60,480	gram	
W ₄	Berat picnometre + air		59,799	59,800	gram	
	Temperatur		25,0	25,0	°C	
W ₅	= W ₂ - W ₁ + W ₄		64,92	64,92	gram	
W ₅ - W ₃	Volume sampel		4,44	4,44	cc	
	Berat Jenis		1,152	1,153	-	
	Rata-rata Berat Jenis		1,153		-	

Sumber: Hasil olah data 2023

Kajian yang dapat diuji pengaruh penambahan limbah tongkol jagung terhadap Campuran Aspal AC WC (Asphalt Concrete Wearing Course) dengan metode uji Marshall dengan bahan tambahan limbah tongkol jagung. Hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Nilai Density Penambahan Limbah Bonggol Jagung

KADAR LIMBAH BONGGOL JAGUNG	DENSITY	Density Tertinggi	SATUAN
2%	2,288	2,371	Gr/cc
3%	2,340		
4%	2,359		
5%	2,371		

Sumber: Hasil olah data 2023

Tabel 8. Nilai VIM Penambahan Limbah Bonggol Jagung

KADAR LIMBAH BONGGOL JAGUNG	VIM	VIM Tertinggi	Spesifikasi	Satuan
2%	4,020	4,020	2-5	%
3%	2,000			
4%	1,054			
5%	0,538			

Sumber: Hasil olah data 2023

Berdasarkan informasi di atas, kadar abu Limbah Jagung 2% campuran aspal WC AC nilai VIM sebesar 4,020 dan kadar abu Limbah Tongkol Jagung 3% sebesar 1,852 dengan spesifikasi 3-5, maka nilai VIM melebihi standar AC. standar WC Normal, campuran aspal dengan penambahan abu limbah tongkol jagung 4%, dengan spesifikasi 3-5, nilainya 1,054, sehingga nilai VIM juga melebihi standar AC WC standar,

Tabel hasil pengujian di atas menunjukkan bahwa nilai kerapatan mulai dari 2%, 3%, 4%, 5%, yang menunjukkan bahwa nilai kerapatan 2%, bahkan 5% meningkat, di mana angkanya adalah sebagai berikut : 2228 gr/cc, 2340 gr/cc, 2.359 gr/cc dan 2.371 gr/cc. Pengaruh terhadap berat jenis adalah semakin tinggi persentasenya maka berat jenisnya juga semakin tinggi, sehingga nilai berat jenis meningkat abu limbah tongkol jagung meningkatkan berat jenis aspal..

campuran aspal dengan penambahan abu limbah tongkol jagung 5%, nilai diperoleh sebesar 0,538. Dengan spesifikasi 3-5, nilai VIM melebihi persyaratan standar AC WC konvensional. Nilai VIM campuran perkerasan menggambarkan kinerja perkerasan yang dihasilkan, jika nilai VIM terlalu tinggi akan menyebabkan keretakan dini, pemisahan butir dan guncangan pada perkerasan, sedangkan jika VIM terlalu rendah akan

menyebabkan kebocoran, karena pada suhu tinggi, viskositas aspal menurun sesuai dengan sifat termoplastiknya, lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas, aspal menonjol dari permukaan

karena aspal tidak memiliki rongga yang cukup untuk melewati lapisan. Hasil nilai VMA disajikan pada tabel di bawah ini

Tabel 9. Nilai VMA Penambahan Limbah Bonggol Jagung

KADAR LIMBAH BONGGOL JAGUNG	VMA	VMA Tertinggi	Spesifikasi	Satuan
2%	16,425	16,425	MIN 14	%
3%	14,538			
4%	13,842			
5%	13,393			

Sumber: Hasil olah data 2023

Berdasarkan hasil data diatas nilai VMA meningkat dibandingkan WC AC normal, ketika ditambahkan 2% abu Limbah Tongkol Jagung nilai stabilitas meningkat sebesar 16,425%, ketika ditambahkan 3% abu Limbah Tongkol menurun sebesar 14.538. %. serta penambahan 3% abu jagung. Jagung turun 4% menjadi 13,842%. jika

melihat data diatas maka nilai VMA tertinggi adalah penambahan abu limbah tongkol jagung dengan variasi 2% dan juga jika melihat data diatas maka nilai VMA tertinggi didapatkan dengan penambahan limbah tongkol jagung abu dengan variasi 2% yaitu 16.425. Hasil kajian nilai VFA disajikan pada tabel di bawah ini

Tabel 10. Nilai VFA Penambahan Limbah Bonggol Jagung

KADAR LIMBAH BONGGOL JAGUNG	VFA	VFA Tertinggi	Spesifikasi	Satuan
2%	76,802	97,603	65	%
3%	88,732			
4%	93,948			
5%	97,603			

Sumber: Hasil olah data 2023

Berdasarkan hasil data diatas nilai VFA meningkat dengan penambahan abu limbah tongkol jagung 2%, 76,802% jika ditambahkan abu limbah tongkol jagung 3%, nilai VFA meningkat menjadi 88,732% jika ditambahkan jagung 4%. untuk abu tongkol jagung nilai VFA meningkat menjadi 93,948, sedangkan kadar abu tongkol jagung 5%

pada limbah juga meningkat sebesar 97,603% jika melihat data di atas nilai VFA tertinggi yaitu variasi 5%. Jadi dari data diatas terlihat pengaruh nilai VFA, tapi dari sample 2%, 3%, 4.5% semuanya masih dalam batas spesifikasi. Hasil studi nilai stabilitas disajikan pada tabel di bawah ini

Tabel 11. Nilai Stabilitas Penambahan Limbah Bonggol Jagung

KADAR LIMBAH BONGGOL JAGUNG	Stabilitas	Stabilitas Tertinggi	Spesifikasi	Satuan
2%	1122,43	1255,71	Min 800	Kg
3%	1126,08			
4%	1229,28			
5%	1255,71			

Sumber: Hasil olah data 2023

Berdasarkan data di atas, nilai kestabilan saat ditambahkan 222,43 kg, saat ditambahkan 3% limbah tongkol jagung nilai kestabilannya meningkat menjadi 1126,08kg, saat ditambahkan 4% limbah tongkol jagung nilai kestabilannya meningkat menjadi 1126,08kg. 1229,28kg, dan kadar abu tongkol jagung 5% juga meningkat

menjadi 1255kg- jadi jika melihat data di atas, nilai stabilitas tertinggi adalah variabilitas 5%. Oleh karena itu, dapat dilihat dari informasi di atas bahwa pengaruh nilai stabilitas berkurang, berkurang atau melemah karena deformasi yang disebabkan oleh beban lalu lintas yang bekerja pada perkerasan. Tapi 2%, 3%, 4%, 5% sampel

semuanya masih dalam spesifikasi. Hasil rinci dari studi aliran-nilai diberikan dalam tabel di bawah ini:

Tabel 12. Nilai Flow Penambahan Limbah Bonggol Jagung

KADAR LIMBAH BONGGOL JAGUNG	Flow	Flow Tertinggi	Spesifikasi	Satuan
2%	3,62	3,62	2-4	mm
3%	3,40			
4%	3,35			
5%	2,90			

Sumber: Hasil olah data 2023

Berdasarkan hasil data di atas, laju alir memenuhi standar AC WC normal 2.0-4.0 MM, dan ketika ditambahkan 2% abu Limbah Tongkol Jagung, laju alir menjadi 3.62% ketika ditambahkan 3% abu Limbah Tongkol Jagung. Nilai Flow F sebesar 3,40% dan ketika ditambahkan 4% abu limbah tongkol jagung, nilai flow menjadi 3,35%. Jika melihat data di atas, laju alir tertinggi adalah

aditif tepung maizena 2%, tetapi semuanya memenuhi persyaratan, Efek aliran dengan menambahkan persentase yang lebih tinggi meningkatkan kadar aspal, sehingga campuran lebih mudah terbentuk terhadap beban lalu lintas. Hasil penelitian Marshall Quotient (MQ) secara rinci dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 13. Nilai Marshall quotient (MQ) Penambahan Limbah Bonggol Jagung

KADAR LIMBAH BONGGOL JAGUNG	MQ	MQ Tertinggi	Spesifikasi	Satuan
2%	310,350	432,508	-	Kg/mm
3%	330,874			
4%	367,314			
5%	432,508			

Sumber: Hasil olah data 2023

Berdasarkan informasi di atas, nilai MQ penambahan abu jagung 2% adalah 310.350 kg/mm, nilai MQ abu jagung 3% adalah 330.874 kg/mm, dan nilai MQ abu jagung 4% adalah 330,874 kg/mm. Nilai MQ adalah 367,314 kg./mm. Jika melihat data di atas, nilai MQ maksimum adalah kenaikan 5% pada variasi abu jagung.

Secara umum pengaruh kuat tekan uji Marshall meningkat dan menurun dengan penambahan abu tongkol jagung pada campuran

aspal AC WC pada semua variasi 2%, 3%, 4,5%. . Pengaruh uji Marshall, semakin tinggi nilai maka campuran semakin kaku, dan sebaliknya semakin rendah nilai uji Marshall maka perkerasan semakin lentur.

Di bawah ini dapat dilihat hasil uji sifat umum uji Marshall untuk kuat tekan uji Marshall dengan penambahan abu tongkol jagung pada aspal AC-WC sebagai berikut:

Tabel 14. Hasil Pengujian Pengaruh Penambahan abu limbah bonggol jagung

Kadar abu bonggol jagung	Density	Stabilitas (Kg)	VIM (%)	VMA (%)	VFA (%)	Flow (MM)	MQ (Kg/MM)
2%	2,288	1122,43	4,020	16,425	76,802	3,62	310
3%	2,340	1126,08	2,000	14,538	88,732	3,40	330
4%	2,359	1229,28	1,054	13,842	93,948	3,35	367
5%	2,371	1255,71	0,538	13,393	97,603	2,90	432
Spek	-	Min 800	Min 2	Min 13	Min 65	2,0-4,0	Min 250

Sumber: Hasil olah data di laboratorium tahun 2022

Berdasarkan kandungan limbah jagung yang ditambahkan 2%, diperoleh nilai stabilitas 1122.43 Min spek 800, VIM 4.020 spek 2.0-5.0, Nilai VMA

16.425 Min spek 13, Nilai VFA 76.802 Min spek 65 dan Flow 6, 20 spek, MQ 2.0 . 310 spesifikasi Min 250. Menambahkan 3% abu limbah tongkol

jagung memiliki nilai kestabilan 1126.08 spesifikasi Min 800, VIM 1.852 spesifikasi 2.0-5.0, nilai VMA 14.538 Nilai spesifikasi min 188.7FA23.40, nilai spesifikasi rendah -423.084.07 -423.0 84.0 MFA -423.084 .0. Min spek 250. Sedangkan untuk penambahan limbah kulit jagung 4% nilai stabilitasnya 1229.28 Min spek 800, VIM 1.054 spek 2.0-5.0, VMA42 spek 13.8 13, nilai VFA Min 93.65 nilai aliran 3, 0-4 sp 3, 0-4 . , nilai MQ 367 sp min 250. Sedangkan penambahan 5% limbah jagung ke dalam abu memberikan nilai stabilitas 1255.71 min sp 800, VIM 0.538 sp 2.0-5.0, nilai VMA 13.93 min data 13, nilai VFA 97.603 Data min 65 dan nilai flow 2.90 spesifikasi 2.0-4.0, nilai MQ 432 spesifikasi Min 250. Berdasarkan hasil pengujian sifat campuran aspal AC-WC dengan bahan pengisi abu tongkol Jagung pada pengujian Marshall konvensional didapatkan sifat campuran hasilnya yaitu VIM, VMA, VFA, stabilitas dan arus semua memenuhi syarat jalan umum tahun 2018 aspal normal, sedangkan pengaruh penambahan tongkol jagung ada yang memenuhi syarat dan ada yang tidak. persyaratan karena setiap variasi campuran mempengaruhi semua sifat Laston Coated Aus (AC - WC) yaitu nilai stabilitas, Flow, VIM, VMA, VFB. Bram Harry Wisnu (2022) dimana nilai stabilitas meningkat kemudian menurun, flow menurun kemudian meningkat, VFA meningkat sedangkan nilai VIM dan VMA menurun. Peningkatan kadar abu jagung menjadi 2%, 3%, 4% dan 5% berpengaruh nyata terhadap nilai stabilitas, flowabilitas, VIM, VMA dan VFB karena peningkatan abu jagung membuat partikel agregat semakin keras. mengikat satu sama lain karena posisi dominan mereka di aspal. abu tongkol jagung dalam campuran, karen abu tongkol jagung tidak dapat mengikat agregat dibandingkan dengan semen, sehingga dengan kadar abu tongkol jagung 4,5%, tidak memenuhi standar spesifikasi umum Bina Marga 2018 rev 2 Arjuna Sanda Saulangi (2021) .

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penambahan limbah tongkol jagung pada campuran aspal AC WC (Asphalt Concrete Wearing Course), dapat disimpulkan bahwa dilihat dari hasil penelitian ini pengaruh penambahan limbah tongkol jagung dengan varietas 2% - 3% dapat digunakan sebagai bahan tambahan

pada campuran aspal karena memenuhi persyaratan dan spesifikasi Bina Marga Rev 2 2018, sedangkan penambahan limbah tongkol jagung antara 4-5% tidak dapat digunakan sebagai bahan tambahan campuran Aspal karena nilai yang dihasilkan. tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga Rev 2 2018 karena nilai VIM tidak memenuhi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Irianto (2018) dan Silvia Sukirman (2019). Definisi Aspal Beton
- Memon, S.A., Khan, M.K. (2017), Komposit Semen Campuran Abu: Alternatif Ramah Lingkungan dan Berkelanjutan untuk Penggunaan Abu Jagung.
- Saodang, H., (2017), Konstruksi Jalan Raya, Bandung: Nova.
- Sengoz, B. dan Isikyakar, G. (2018). Analisis aspal dimodifikasi dengan polimer stirena-butadiena-stirena dengan mikroskop fluoresensi dan metode uji konvensional. *J Hazard Mater*, 150: 424-432.
- Sukirman, Silvia (2019), Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Bandung: Baru
- Sukirman, Silvia. (2017). Beton aspal campuran panas. Granit. Jakarta