

# PEMANFAATAN BATU KACANG PURU BANGKA SEBAGAI AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN HRS-WC UNTUK PERKERASAN JALAN

Muhammad Iqbal Zuhdi<sup>1</sup>, Ormuz Firdaus<sup>1,a</sup>, dan Adriyansyah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bangka Belitung  
Desa Balun Ijuk, Kecamatan Merawang, Kabupaten Bangka, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, 33172

<sup>a</sup>) email korespondensi: ormuZFirdaus79@gmail.com

## ABSTRAK

Batu kacang puru Bangka ini menjadi salah satu alternatif agregat kasar untuk pembangunan jalan di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa karakteristik *marshall* pada campuran HRS-WC dengan penambahan batu kacang puru Bangka untuk perkerasan jalan dan menganalisa apakah batu kacang puru Bangka dapat digunakan sebagai agregat kasar pada campuran HRS-WC untuk perkerasan jalan berdasarkan karakteristik *marshall*. Jumlah benda uji yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 75 buah, jumlah tumbukan sebanyak 50 tumbukan pada tiap sisi benda uji dengan 5 variasi kadar aspal yaitu 6,39%, 6,89%, 7,39%, 7,89%, dan 8,39% serta 5 variasi campuran batu kacang puru Bangka yaitu 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%. Pedoman yang digunakan adalah Spesifikasi Umum Binamarga Tahun 2018 Revisi 2. Hasil analisis menunjukkan bahwa substitusi batu kacang puru Bangka terhadap campuran aspal mempengaruhi nilai karakteristik *marshall* yaitu nilai kepadatan tertinggi pada variasi 100% batu kacang puru Bangka, nilai VMA tertinggi pada variasi 100% batu kacang puru Bangka, nilai VIM tertinggi pada variasi 100% batu kacang puru Bangka, nilai VFB tertinggi pada variasi 50% batu kacang puru Bangka, nilai stabilitas tertinggi pada variasi campuran 100% batu kacang puru Bangka, nilai *flow* tertinggi pada variasi campuran 0% batu kacang puru Bangka, dan nilai *Marshall Quotient* tertinggi pada variasi campuran 100% batu kacang puru Bangka. Nilai kadar aspal optimum (KAO) yang memenuhi parameter nilai karakteristik *marshall* terdapat pada variasi 0%, 25%, 50%, dan 75% batu kacang puru Bangka dengan kadar aspal 7,89% serta pada variasi 100% batu kacang puru Bangka dengan kadar aspal 8,39%.

**Kata kunci :** Batu Kacang Puru Bangka, Karakteristik Marshall, HRS-WC, Perkerasan Jalan

## PENDAHULUAN

Jalan adalah prasarana yang digunakan oleh seluruh masyarakat Indonesia untuk bepergian kemanapun. Jalan memiliki peran yang sangat penting guna meningkatkan pertumbuhan perekonomian Indonesia sebagai negara berkembang. Untuk meningkatkan pertumbuhan perekonomian tersebut maka kualitas jalan juga harus ditingkatkan guna memberikan kenyamanan para pengguna jalan.

Ada banyak metode yang digunakan untuk pembangunan jalan, hal ini juga menyebabkan kebutuhan material/bahan untuk perkerasan jalan meningkat. Selanjutnya, diharapkan adanya material alternatif yang memenuhi standar mutu yang ditetapkan Bina Marga serta memenuhi pertimbangan dari segi ekonomis, kontinuitas suplai dan kelancaran distribusi

Penggunaan agregat kasar menjadi salah satu penting dalam campuran HRS-WC, dalam hal ini memanfaatkan batu puru sebagai agregat kasar yang diambil dari daerah Kulan-Kampak, Tua Tunu. Pada penelitian ini menggunakan batu puru Bangka, batu puru Bangka ini

dapat ditemukan pada tanah puru yang sering digunakan untuk dijadikan lapisan pondasi bawah pada jalan.

Batu kacang puru adalah suatu material berbutir yang berwarna merah, banyak terdapat di daerah Kepulauan Bangka Belitung. Sesuai dengan namanya yang menggunakan kata batu bentuknya mirip batu berwarna merah yang pada kenyataannya tidak memiliki kekerasan seperti batu pada umumnya. Material ini di daerahnya digunakan sebagai bahan timbunan dasar bangunan, lapisan pondasi bawah dan pondasi atas perkerasan jalan. Batu puru terbentuk melalui proses pengerasan material laterite. Laterite sendiri adalah jenis tanah tidak subur yang tadinya subur dan kaya akan unsur hara, tetapi unsur hara tersebut hilang karena larut dibawa oleh air hujan yang tinggi. Laterite merupakan tanah yang kaya akan aluminium oksida dan telah mengalami pelapukan yang lanjut. Istilah laterite ini seringkali menjadikan batu puru mendapat penilaian yang kurang untuk bahan perkerasan jalan, sehingga penggunaannya masih merupakan pilihan kedua (Purwadi,1992).

**METODE PENELITIAN**

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen di laboratorium.

Dari hasil pengujian material, maka dibuat sampel dengan komposisi batu kacang puru Bangka sebagai substitusi agregat kasar 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% dengan kadar aspal 6,394%, 6,894%, 7,394%, 7,894% dan 8,394% dengan masing-masing dibuat 3 benda uji. Total benda uji adalah 75 sampel. Agregat kasar dan halus yang digunakan berasal dari PT. ABI yang disediakan oleh Laboratorium Teknik Sipil, Universitas Bangka Belitung. Batu kacang puru yang akan digunakan didapatkan di daerah Kulan-Kampak, Kelurahan Tua Tunu, Kecamatan Gerunggang, Kota Pangkalpinang, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Sebelum pembuatan sampel, dilakukan pengujian material terlebih dahulu. Semua agregat dilakukan pengujian berat jenis, penyerapan air, berat isi, dan analisis saringan. Untuk agregat kasar dan batu kacang puru Bangka juga dilakukan uji keausan agregat dengan mesin *Los Angeles*. Dilakukan analisa saringan gabungan untuk membuat proporsi agregat yang masuk dalam spesifikasi Bina Marga 2018. Sampel yang sudah jadi kemudian dilakukan pengujian *Marshall* untuk mengetahui nilai stabilitas dan *flow* dari masing-masing sampel. Setelah itu akan diketahui karakteristik campuran, dan kadar aspal optimum yang digunakan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berikut adalah tabel hasil pengujian *Marshall* yang digunakan pada penelitian ini.

**Data Pengujian Marshall**

**Tabel 1.** Hasil Analisis *marshall* 0%

Karakteristik Marshall	Satuan	Kadar Aspal				
		6,39 %	6,89 %	7,39 %	7,89 %	8,39 %
density	gr/cm	2,25	2,25	2,26	2,26	2,27
VMA	%	16,36	16,87	16,74	17,04	17,34
VFB	%	68,12	71,40	77,86	81,86	85,69
VIM	%	5,22	4,83	3,71	3,10	2,48
Stabilitas	kg	202	236	232	201	179
Flow	mm	5,83	6,97	5,27	6,00	7,63
MQ	kg/mm	348,63	339,71	441,67	337,44	235,56

**Tabel 2.** Hasil Analisis *marshall* 25%

Karakteristik Marshall	Satuan	Kadar Aspal				
		6,39 %	6,89 %	7,39 %	7,89 %	8,39 %
density	gr/cm	2,26	2,25	2,25	2,26	2,26

VMA	%	15,93	16,56	16,98	17,08	17,50
VFB	%	70,31	72,98	76,52	81,60	84,72
VIM	%	4,73	4,47	3,99	3,14	2,68
Stabilitas	kg	240	237	229	217	213
Flow	mm	7,70	7,96	2,74	9,15	2,18
MQ	kg/mm	5,63	6,00	6,73	6,60	6,97
		431,33	396,51	340,78	330,84	306,56

**Tabel 3.** Hasil Analisis *marshall* 50%

Karakteristik Marshall	Satuan	Kadar Aspal				
		6,39 %	6,89 %	7,39 %	7,89 %	8,39 %
density	gr/cm	2,26	2,28	2,27	2,26	2,27
VMA	%	15,81	15,77	16,38	17,06	17,27
VFB	%	70,98	77,37	79,89	81,69	86,10
VIM	%	4,60	3,57	3,29	3,12	2,40
Stabilitas	kg	288	280	264	251	241
Flow	mm	8,81	9,65	1,89	0,54	3,19
MQ	kg/mm	3,73	3,77	4,23	4,33	4,03
		776,48	748,43	627,75	579,94	598,53

**Tabel 4.** Hasil Analisis *marshall* 75%

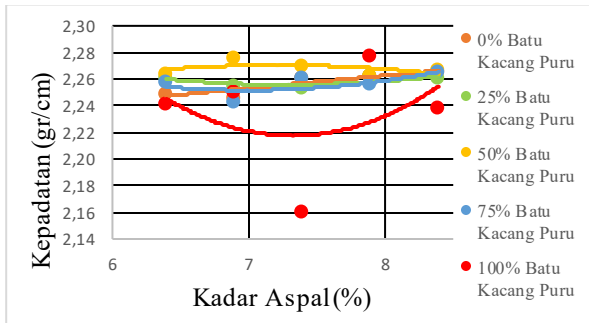
Karakteristik Marshall	Satuan	Kadar Aspal				
		6,39 %	6,89 %	7,39 %	7,89 %	8,39 %
density	gr/cm	2,26	2,24	2,26	2,26	2,26
VMA	%	16,07	17,00	16,73	17,29	17,33
VFB	%	69,63	70,91	78,09	80,42	85,96
VIM	%	4,89	4,98	3,70	3,39	2,48
Stabilitas	kg	289	288	283	278	267
Flow	mm	8,93	8,49	5,22	0,20	9,88
MQ	kg/mm	3,53	3,63	3,97	3,07	4,67
		829,69	795,95	724,12	916,89	577,72

**Tabel 5.** Hasil Analisis *marshall* 100%

Karakteristik Marshall	Satuan	Kadar Aspal				
		6,39 %	6,89 %	7,39 %	7,89 %	8,39 %
density	gr/cm	2,24	2,25	2,16	2,28	2,24
VMA	%	16,66	16,75	20,42	16,48	18,30
VFB	%	66,68	71,99	61,09	85,16	80,26
VIM	%	5,56	4,69	7,97	2,45	3,61

Stabilitas	kg	313	294	256	278	264
s	mm	1,79	5,85	0,99	5,83	0,06
Flow	mm	2,67	2,83	4,97	4,20	4,90
MQ	kg/	118	104	516,	664,	541,
	mm	7,30	8,54	19	81	61

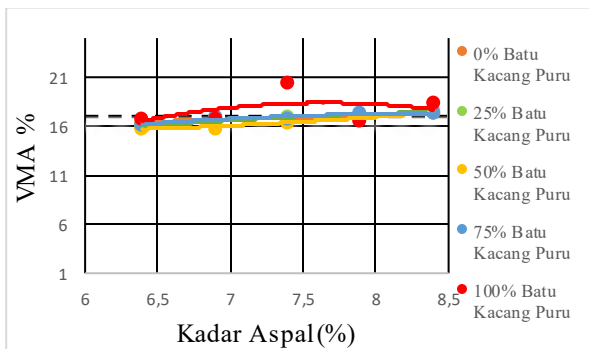
**Pengaruh Variasi Kadar Aspal Terhadap Kepadatan (Density)**



**Gambar 1.** Pengaruh Variasi Persentase Batu Kacang Puru Bangka Terhadap Nilai Density

Hasil dari penelitian pada Gambar 1. Dapat dilihat bahwa pada kadar aspal 6,89% nilai kepadatan yang dihasilkan cenderung naik pada persentase 50% dan 100% Batu Kacang Puru Bangka dan menurun pada persentase 0%, 25%, dan 75% Batu Kacang Puru Bangka. Pada kadar aspal 7,39% nilai kepadatan yang dihasilkan cenderung naik pada persentase 0%, 25%, dan 75% Batu Kacang Puru Bangka dan menurun pada persentase 50% dan 100% Batu Kacang Puru Bangka. Pada kadar aspal 7,89% nilai kepadatan yang dihasilkan cenderung naik pada persentase 0%, 25%, dan 100% Batu Kacang Puru Bangka dan menurun pada persentase 50% dan 75% Batu Kacang Puru Bangka. pada kadar aspal 8,39% nilai kepadatan yang dihasilkan cenderung naik pada persentase 0%, 25%, 50% dan 75% dan menurun pada persentase 100% Batu Kacang Puru Bangka.

**Pengaruh Variasi Kadar Aspal Terhadap VMA**

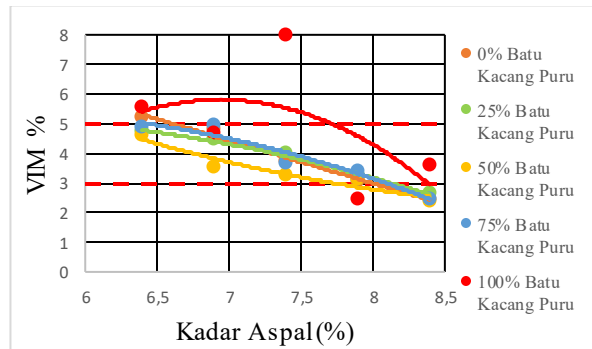


**Gambar 2.** Pengaruh Variasi Persentase Batu Kacang Puru Bangka Terhadap Nilai VMA

Pada Gambar 2. menunjukkan titik-titik dan garis tren nilai VMA pada campuran aspal HRS-WC dengan Batu

Kacang Puru Bangka sebagai bahan pengganti agregat kasar. Pada campuran 0%, 25%, dan 50% batu kacang puru Bangka yang memenuhi persyaratan hanya terdapat pada kadar aspal 7,89% dan 8,39%. Pada campuran 75% batu kacang puru Bangka yang memenuhi persyaratan terdapat pada kadar aspal 6,89%, 7,89% dan 8,39%. Pada campuran 100% batu kacang puru Bangka yang memenuhi persyaratan terdapat pada kadar aspal 7,39% dan 8,39%. Hasil pengujian pada campuran aspal HRS-WC menggunakan 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% Batu Kacang Puru Bangka untuk semua kadar aspal hanya beberapa yang sudah memenuhi nilai minimum yaitu 17%. Terjadi naik-turunnya nilai VMA pada campuran beraspal ini disebabkan tingkat kekerasan pada Batu Kacang Puru Bangka kurang baik sehingga mudah pecah saat dilakukan pemadatan yang mengganggu komposisi gradasi dari campuran beraspal tersebut.

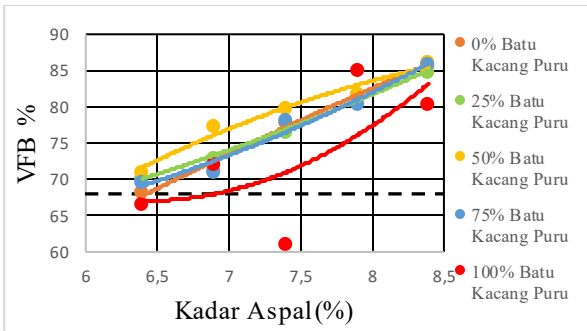
**Pengaruh Variasi Kadar Aspal Terhadap VIM**



**Gambar 3.** Pengaruh Variasi Persentase Batu Kacang Puru Bangka Terhadap Nilai VIM

Pada Gambar 3. Dapat dilihat bahwa setiap variasi persentase batu kacang puru bangka dan pada setiap kadar aspalnya, sebagian sudah memenuhi syarat yaitu memiliki nilai minimal 3% dan maksimal 5%. Nilai VIM pada variasi campuran 0%, 25%, 50%, dan 75% batu kacang puru pada kadar aspal 8,39% tidak memenuhi persyaratan karena nilainya berada di bawah rentang 3% - 5%, sedangkan nilai VIM pada variasi 100% batu kacang puru telah memenuhi persyaratan yaitu berada di rentang 3% - 5%. Hal ini bisa dikarenakan karakteristik batu kacang puru yang memiliki lebih banyak pori dibandingkan batu pecah, karena batu kacang puru lebih banyak pori maka rongga yang masih tersisa setelah campuran beton aspal dipadatkan masih banyak.

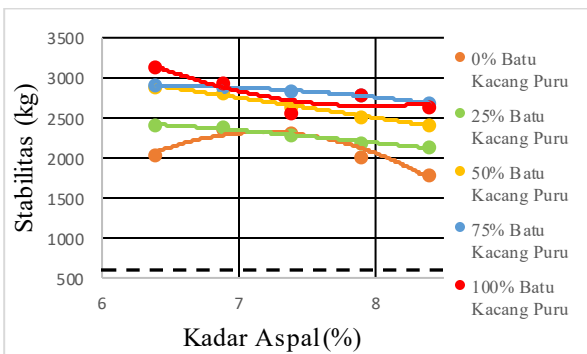
**Pengaruh Variasi Kadar Aspal Terhadap VFB**



Gambar 4. Pengaruh Variasi Persentase Batu Kacang Puru Bangka Terhadap Nilai VFB

Hasil penelitian pada Gambar 4. menunjukkan titik-titik dan garis tren nilai VFB pada campuran aspal HRS-WC dengan Batu Kacang Puru Bangka sebagai bahan pengganti agregat kasar. Nilai VFB pada masing-masing campuran disetiap pertambahan kadar aspal cenderung mengalami kenaikan, tetapi pada campuran 100% batu kacangpuru Bangka terdapat penurunan nilai VFB yang cukup signifikan yaitu pada kadar aspal 7,394% dan 8,394%. Hal ini bisa diakibatkan karena batu kacangpuru Bangka memiliki pori yang banyak sehingga banyak aspal yang mengisi pori tersebut sehingga nilai VFB menurun. Nilai VFB yang memenuhi kriteria persyaratan mempunyai sifat durabilitas yang baik dan akan mengurangi terjadi *Bleeding*.

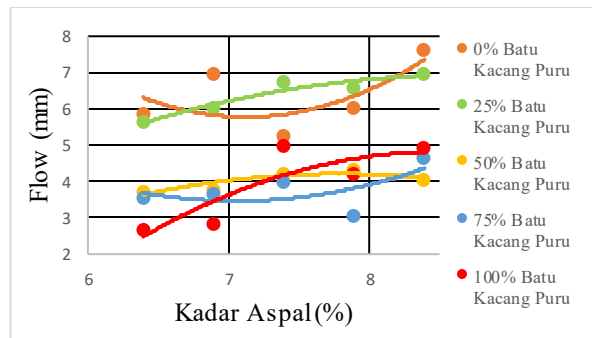
**Pengaruh Variasi Kadar Aspal Terhadap Stabilitas**



Gambar 5. Pengaruh Variasi Persentase Batu Kacang Puru Bangka Terhadap Nilai Stabilitas

Dapat dilihat dari hasil penelitian pada Gambar 5. bahwa garis tren stabilitas untuk variasi 0% batu kacangpuru Bangka berada dibawah garis tren stabilitas variasi lainnya, hal ini menunjukkan bahwa penambahan batu kacangpuru bangka dapat menambah kekuatan sa tbilitas. Nilai stabilitas lebih tinggi yang didapatkan dari campuran batu kacangpuru Bangka bisa dikarenakan oleh karakteristik batu kacangpuru Bangka yg memiliki permukaan lebih kasar dan memiliki pori lebih banyak dibandingkan batu pecah pada umumnya. Nilai stabilitas yang disyaratkan adalah minimal 600 kg atau  $\geq 600$  kg, jika nilai stabilitas lebih kecil atau kurang dari 600 kg, maka perkerasan jalan akan mudah mengalami retak (*rutting*), bergelombang (*washboarding*) dan *bleeding*.

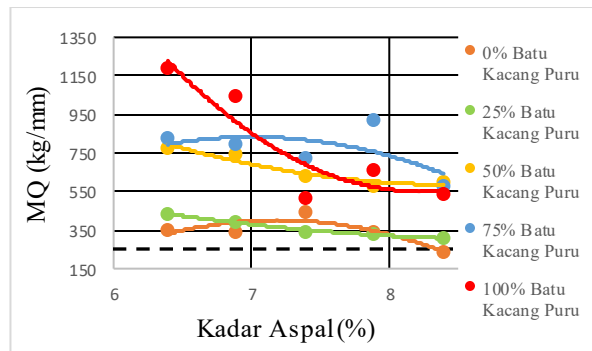
**Pengaruh Variasi Kadar Aspal Terhadap Flow**



Gambar 6. Pengaruh Variasi Persentase Batu Kacang Puru Bangka Terhadap Nilai Flow

Dari hasil penelitian pada Gambar 6. Dapat dilihat bahwa semua kadar aspal pada tiap variasi mengalami kenaikan dan penurunan yang berbeda. Variasi kadar aspal yang menggunakan 0% Batu Kacang Puru Bangka nilai *flow* tertinggi berada pada kadar aspal 8,39%. Pada variasi kadar aspal menggunakan 25% Batu Kacang Puru Bangka nilai *flow* tertinggi berada di kadar aspal 8,39%. Pada variasi kadar aspal menggunakan 50% Batu Kacang Puru Bangka nilai *flow* tertinggi berada di kadar aspal 7,89%. Pada variasi kadar aspal menggunakan 75% Batu Kacang Puru Bangka nilai *flow* tertinggi berada di kadar aspal 8,39%. Pada variasi kadar aspal menggunakan 100% Batu Kacang Puru Bangka nilai *flow* tertinggi berada di kadar aspal 7,39%.

**Pengaruh Variasi Kadar Aspal Terhadap MQ (Marshall Quotient)**



Gambar 7. Pengaruh Variasi Persentase Batu Kacang Puru Bangka Terhadap Nilai Marshall Quotient

Pada Gambar 7. Dapat dilihat bahwa semua kadar aspal tiap variasi cenderung mengalami penurunan, hanya ada beberapa yang mengalami kenaikan antara lain, variasi 0% dengan kadar aspal 7,39%, variasi 50% dengan kadar aspal 8,39%, variasi 75% dengan kadar aspal 7,89% dan variasi 100% dengan kadar aspal 7,89%. Nilai tertinggi MQ berada pada variasi 100% batu kacangpuru dengan kadar aspal 6,39% sedangkan nilai terendah berada pada variasi 0% batu kacangpuru dengan kadar

aspal 8,39% yang mana nilai ini juga menjadi satu-satunya nilai yang tidak memenuhi syarat. *Marshall Quotient* (MQ) adalah hasil bagi antara nilai stabilitas dan *flow*. Nilai MQ digunakan sebagai pendekatan terhadap nilai kekakuan campuran atau fleksibilitas campuran. Standar nilai MQ adalah minimal 250 kg/mm.

#### Analisis Kadar Aspal Optimum (KAO) Campuran

Pada campuran aspal *HRS-WC* menggunakan 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% batu kacang puru Bangka, semua variasi campuran batu kacang puru Bangka memperoleh nilai kadar aspal optimum. Rekapitulasi nilai KAO pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut ini.

**Tabel 6.** Rekapitulasi Nilai KAO Campuran HRS-WC dengan Penggunaan Batu Kacang Puru Bangka

No.	Jenis Campuran	Nilai KAO (%)	Keterangan
1	<i>HRS-WC</i> 0% Batu Kacang Puru Bangka	7,89	Memenuhi Spesifikasi
2	<i>HRS-WC</i> 25% Batu Kacang Puru Bangka	7,89	Memenuhi Spesifikasi
3	<i>HRS-WC</i> 50% Batu Kacang Puru Bangka	7,89	Memenuhi Spesifikasi
4	<i>HRS-WC</i> 75% Batu Kacang Puru Bangka	7,89	Memenuhi Spesifikasi
5	<i>HRS-WC</i> 100% Batu Kacang Puru Bangka	8,39	Memenuhi Spesifikasi

Pada Tabel 12. diatas dapat disimpulkan bahwa campuran 0%, 25%, 50% dan 75% batu kacang puru Bangka di kadar aspal 7,89% serta pada campuran 100% batu kacang puru Bangka pada kadar aspal 8,39% telah memenuhi nilai karakteristik *marshall* yang sesuai dengan Spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga (2018). Penentuan nilai kadar aspal optimum (KAO) adalah jika diantara lima variasi kadar aspal memenuhi persyaratan karakteristik *marshall*, setelah itu menentukan garis batas kiri dan kanan pada karakteristik *marshall* yang memenuhi persyaratan lalu menentukan garis tengah yang menjadi nilai kadar aspal optimum, maka didapati nilai kadar aspal optimum (KAO) pada campuran *HRS-WC*. Nilai KAO pada variasi 100% batu kacang puru Bangka terdapat pada kadar aspal yang berbeda dibandingkan dengan variasi lainnya yang memiliki nilai KAO pada kadar aspal yang sama, hal ini bisa dikarenakan bentuk dari batu kacang puru Bangka memiliki tekstur yang lebih kasar dan memiliki banyak rongga dan juga bisa dikarenakan kekuatan tiap batu

kacang puru Bangka berbeda-beda karena batu kacang puru Bangka yang diambil masih dalam keadaan alami, tidak melewati proses pemecahan seperti Batu Pecah.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian didapatkan beberapa kesimpulan

1. Campuran *HRS-WC* yang menggunakan Batu Kacang Puru Bangka sebagai bahan pengganti agregat kasar yang memiliki karakteristik *Marshall* yang bervariasi, dimana nilai Kepadatan, VMA, VIM, VFB, Stabilitas, dan MQ memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran yang tidak menggunakan Batu Kacang Puru Bangka sama sekali, sedangkan nilai *Flow* pada campuran yang menggunakan Batu Kacang Puru Bangka memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan campuran yang tidak menggunakan Batu Kacang Puru Bangka sama sekali.
2. Berdasarkan karakteristik *marshall* maka dapat disimpulkan bahwa batu kacang puru Bangka dapat digunakan sebagai agregat kasar pada campuran *HRS-WC* untuk perkerasan jalan. Campuran *HRS-WC* yang menggunakan 100% batu kacang puru Bangka memiliki nilai stabilitas dan *MQ* (*Marshall Quotient*) yang lebih bagus dibandingkan dengan campuran yang tidak menggunakan batu kacang puru Bangka sama sekali, hal ini bisa dikarenakan karakteristik batu kacang puru Bangka yang memiliki permukaan lebih kasar dan memiliki rongga yang lebih banyak dibandingkan dengan batu pecah pada umumnya.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih atas dukungan dari Universitas Bangka Belitung melalui program RKAKL FT yang sangat berharga untuk penerbitan artikel ini dan terimakasih juga kepada Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung yang telah memfasilitasi penelitian ini.

#### REFERENSI

- As'ari, R., Abdilah, N., Halimatusadiyah, 2023, *Variasi Penggunaan Agregat Kasar Kerikil dan Batu Pecah Pada Campuran Aspal Beton AC-WC Terhadap Karakteristik Marshall*, JURNAL SLUMP TeS, No.2, Vol.1, Hal 8-18
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020, *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Kontruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2)*, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Ruhaidani, E., Hardiani, D.P., Anggraini, E., 2023, *Karakteristik Marshall Pada Campuran HRS-WC Menggunakan Pyrite Limbah PLTU Asam-Asam Kabupaten Tanah Laut Sebagai Pengganti Agregat Kasar*, Jurnal Konstruksia, No.1, Vol.15.
- Badan Standardisasi Nasional. 2016. SNI 03-1969-2016.

- Metode Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar.*
- Badan Standardisasi Nasional. 1998. SNI 03-4804-1998. *Metode Pengujian Berat Isi Dan Rongga Udara Dalam Agregat.*
- Badan Standardisasi Nasional. 1991. SNI 06-2441-1991. *Metode Pengujian Berat Jenis Aspal Padat.*
- Badan Standardisasi Nasional. 2016. SNI 1970:2016. *Metode Uji Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus.*
- Badan Standardisasi Nasional. 2008. SNI 2417:2008. *Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles.*
- Badan Standardisasi Nasional. 2011. SNI 2434:2011. *Cara Uji Titik Lembek Aspal Dengan Alat Cincin Dan Bola (Ring and Ball).*
- Badan Standardisasi Nasional. 2007. SNI 2439:2007. *Cara Uji Penyelimutan Dan Pengelupasan Pada Campuran Agregat-Aspal.*
- Badan Standardisasi Nasional. 2011. SNI 2441:2011. *Cara Uji Berat Jenis Aspal Keras.*
- Badan Standardisasi Nasional. 2011. SNI 2456:2011. *Cara Uji Penetrasi Aspal.*
- Badan Standardisasi Nasional. 2012. SNI ASTM C136:2012. *Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat Halus Dan Agregat Kasar.*
- Sukirman, S., 2016. *Beton Aspal Campuran Panas*, Institut Teknologi Nasional. Bandung.
- Wibowo, A., Murniati, Amin, M., 2021, *Kinerja Campuran HRS-WC Dengan Menggunakan Agregat Dari Desa Tajah Antang Kabupaten Gunung Mas*, *Jurnal Teknik*, No.1, Vol.5, Hal 33-43.
- Purwadi, A., 1992, *Penelitian Batu Puru Untuk Bahu Jalan*, Laporan Akhir, Departemen Pekerjaan Umum Badan Penelitian dan Pengembangan PU Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan, Bandung.