

PENGARUH PENGGUNAAN BATU KAPUR TANJUNG BARU BATURAJA DAN PASIR LEMATANG MUARA ENIM PADA CAMPURAN LAPIS ASPHALT CONCRETE – WEARING COURSE (AC – WC)

Ahmad Rosihan^{1*}, K.M. Aminuddin²

¹ Mahasiswa Program Profesi Insinyur, Universitas Sriwijaya, Palembang

² Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya, Palembang

³ Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya

*Corresponding author: rosihanahmad3@gmail.com

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai stabilitas maksimum pada campuran Asphalt Concrete–Wearing Course (AC-WC) yang memanfaatkan batu kapur Tanjung Baru Baturaja dan pasir Lematang Muara Enim, serta menentukan kadar aspal optimum yang menghasilkan kinerja terbaik. Data penelitian diperoleh melalui pengujian langsung terhadap karakteristik material dan uji Marshall yang dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya. Berdasarkan hasil pengujian, variasi penambahan batu kapur sebagai agregat halus sebesar 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100% terhadap berat pasir memberikan pengaruh signifikan terhadap parameter Marshall. Nilai stabilitas tertinggi sebesar 2935,48 kg diperoleh pada kadar batu kapur 80%, sedangkan nilai flow tertinggi sebesar 4,23 mm juga tercapai pada kadar yang sama. Nilai rongga udara (VIM) tertinggi sebesar 4,65% dan nilai rongga dalam agregat (VMA) sebesar 15,55% diperoleh pada kadar 100%, sementara nilai rongga terisi aspal (VFA) tertinggi sebesar 77,89% terjadi pada kadar 20%. Selain itu, nilai Marshall Quotient meningkat hingga 949,02 kg/mm pada kadar batu kapur 100%, yang menunjukkan peningkatan stabilitas dan kekuatan campuran perkerasan jalan.

Kata Kunci: Batu Kapur, Pasir, Kadar Aspal Optimum, Campuran AC-WC, Marshall

ABSTRACT: *THIS STUDY AIMS TO ANALYZE THE MAXIMUM STABILITY VALUE OF THE ASPHALT CONCRETE–WEARING COURSE (AC-WC) MIXTURE USING LIMESTONE FROM TANJUNG BARU BATURAJA AND SAND FROM LEMATANG MUARA ENIM, AS WELL AS TO DETERMINE THE OPTIMUM ASPHALT CONTENT THAT PRODUCES THE BEST PERFORMANCE. THE RESEARCH DATA WERE OBTAINED THROUGH DIRECT TESTING OF MATERIAL CHARACTERISTICS AND MARSHALL TESTS CONDUCTED AT THE CIVIL ENGINEERING LABORATORY OF SRIWIJAYA STATE POLYTECHNIC. BASED ON THE TEST RESULTS, THE VARIATION IN LIMESTONE CONTENT AS FINE AGGREGATE—AT PROPORTIONS OF 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, AND 100% BY THE WEIGHT OF SAND—HAD A SIGNIFICANT EFFECT ON THE MARSHALL PARAMETERS. THE HIGHEST STABILITY VALUE OF 2935.48 KG WAS ACHIEVED AT 80% LIMESTONE CONTENT, WHILE THE HIGHEST FLOW VALUE OF 4.23 MM WAS ALSO FOUND AT THE SAME LEVEL. THE HIGHEST AIR VOIDS (VIM) VALUE OF 4.65% AND VOIDS IN MINERAL AGGREGATE (VMA) VALUE OF 15.55% WERE OBTAINED AT 100% LIMESTONE CONTENT, WHILE THE HIGHEST VOIDS FILLED WITH ASPHALT (VFA) VALUE OF 77.89% OCCURRED AT 20%. FURTHERMORE, THE MARSHALL QUOTIENT INCREASED TO 949.02 KG/MM AT 100% LIMESTONE CONTENT, INDICATING IMPROVED STABILITY AND STRENGTH OF THE ASPHALT MIXTURE..*

Keywords : *Limestone, Sand, Optimum Asphalt Content, AC-WC Mixture, Marshall*

PENDAHULUAN

Pertumbuhan transportasi di Indonesia semakin pesat seiring meningkatnya kebutuhan mobilitas masyarakat dan aktivitas ekonomi. Kondisi ini menuntut tersedianya sarana dan prasarana transportasi yang berkualitas agar kinerja infrastruktur struktural dan fungsional berjalan dengan baik terutama pada lapis permukaan yang mendistribusikan beban kendaraan. Jalan raya menjadi salah satu infrastruktur terpenting dalam sistem transportasi, sehingga kualitasnya perlu mendapat perhatian serius.

Kinerja jalan sangat dipengaruhi oleh konstruksi perkerasannya, terutama lapisan permukaan yang langsung menerima beban kendaraan. Kerusakan pada lapisan ini sering disebabkan oleh beban lalu lintas yang berlebihan, cuaca ekstrem, serta penggunaan material yang tidak memenuhi standar mutu. Oleh karena itu, pembangunan jalan harus memperhatikan pemilihan material yang tepat agar menghasilkan perkerasan yang kuat, tahan lama, dan tetap ekonomis.

Perkerasan jalan pada umumnya terdiri dari lapisan utama, yaitu tanah dasar, lapis pondasi, dan lapis permukaan. Berdasarkan jenis bahan pengikat dan cara kerjanya, perkerasan jalan dibedakan menjadi tiga tipe, yakni perkerasan lentur, perkerasan kaku, dan perkerasan komposit. Dari ketiganya, perkerasan lentur menjadi yang paling umum digunakan karena menggunakan aspal sebagai bahan pengikat dan agregat sebagai bahan penyusunnya.

Keunggulan perkerasan lentur antara lain dapat digunakan untuk berbagai tingkat volume lalu lintas, memiliki biaya awal konstruksi yang relatif rendah, serta perbaikan atau pelapisan ulangnya dapat dilakukan dengan mudah. Selain itu, ketika beban kendaraan melintas, lapisan perkerasan lentur mampu kembali ke bentuk semula tanpa menyebabkan kerusakan struktural yang merambat ke lapisan lain.

Kebutuhan akan material perkerasan, khususnya agregat, terus meningkat seiring pembangunan dan pemeliharaan jalan di seluruh wilayah Indonesia. Namun, tidak semua daerah memiliki sumber agregat standar yang mudah dijangkau. Beberapa wilayah bahkan harus mendatangkan material dari luar daerah, yang tentunya membutuhkan waktu lama dan biaya yang besar. Kondisi ini mendorong perlunya pemanfaatan sumber daya lokal sebagai alternatif bahan perkerasan.

Indonesia memiliki cadangan batu kapur (limestone) yang cukup melimpah dan berpotensi besar untuk dijadikan material pengganti agregat dalam campuran aspal. Pemanfaatan batu kapur sebagai bahan substitusi dapat menjadi solusi terhadap keterbatasan agregat standar di beberapa daerah, sekaligus menekan biaya transportasi material konstruksi. Batu kapur memiliki karakteristik fisik dan mineralogi yang dapat

meningkatkan kinerja campuran aspal, memiliki kekerasan yang baik, tekstur permukaan yang kasar, serta kandungan kalsium karbonat yang dapat meningkatkan campuran agregat dengan aspal

Salah satu sumber batu kapur berkualitas terdapat di Bukit Tanjung Baru, Kecamatan Baturaja Timur, Kabupaten Ogan Komering Ulu, Provinsi Sumatera Selatan. Daerah ini dikenal sebagai kawasan industri penghasil batu kapur yang dapat diolah menjadi berbagai ukuran agregat, seperti batu pecah dan abu batu. Selain itu, pasir dari Sungai Lematang di Muara Enim juga berpotensi digunakan sebagai bahan campuran lapisan pondasi jalan.

Seperti pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh April Gunarto dari Universitas Kadiri yakni “Penelitian Penggunaan Batu Gamping Sebagai Agregat Kasar dan Filler Pada Aspal Campuran AC-BC” dengan hasil, Batu Gamping layak digunakan sebagai pengganti agregat kasar dan sebagai filler pada laston berdasarkan hubungan antara kandungan kasar aspal minyak dan seluruh parameter marshall menggunakan agregat batu gamping dan didapatkan nilai stabilitas tertinggi pada kadar aspal 6,5% sebesar 1413 kg

Berdasarkan potensi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pemanfaatan batu kapur Tanjung Baru Baturaja dan pasir Lematang Muara Enim sebagai bahan substitusi agregat halus dalam campuran Asphalt Concrete–Wearing Course (AC-WC). Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan campuran perkerasan dengan kualitas yang lebih baik, meningkatkan daya tahan jalan terhadap beban lalu lintas, serta menjadi alternatif material lokal yang efisien dan berkelanjutan dalam pembangunan infrastruktur jalan di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi penggunaan batu kapur Tanjung Baru Baturaja dan pasir Lematang Muara Enim terhadap karakteristik campuran Asphalt Concrete–Wearing Course (AC-WC). Data diperoleh melalui pengujian laboratorium yang meliputi pengujian sifat fisik material dan uji Marshall untuk menentukan nilai stabilitas, flow, rongga udara (VIM), rongga dalam agregat (VMA), rongga terisi aspal (VFA), serta Marshall Quotient. Campuran dibuat dengan variasi kadar batu kapur sebesar 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100% terhadap berat pasir. Setiap variasi diuji dengan beberapa kadar aspal untuk menemukan kadar optimum. Seluruh data hasil uji dianalisis secara kuantitatif menggunakan metode statistik deskriptif dan dibandingkan dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 revisi 2 untuk menilai pengaruh variasi batu kapur terhadap kinerja dan stabilitas campuran AC-WC

Adapun Jumlah Variabel dan Benda Uji campuran Standar sebagai berikut :

No	Kadar Aspal (%)	Jumlah (buah)
1	4,5	2
2	5	2
3	5,5	2
4	6	2
5	6,5	2
Total		10

Adapun Jumlah Variabel dan Benda Uji campuran Standar sebagai berikut :

No	Tahap Pengujian	Jumlah (buah)
1	0% Batu Kapur + 100% Pasir	3
2	20% Batu Kapur + 80% Pasir	3
3	40% Batu Kapur + 60% Pasir	3
4	60% Batu Kapur + 40% Pasir	3
5	80% Batu Kapur + 20% Pasir	3
6	100% Batu Kapur + 0% Pasir	3
Total		18

METODE PENGOLAHAN DATA

Tahapan selanjutnya adalah pemrosesan data yang diperoleh. Data tersebut digunakan untuk menentukan Analisa Saringan, Berat jenis dan penyerapan air agregat, Kadar air dan kadar lumpur agregat, Bobot isi agregat, Keausan agregat dan mesin abrasi los angeles, Berat Jenis semen, Berat Jenis Aspal, Titik Lembek, Penetrasi Aspal, Daktilitas dan Pengujian Aspal, Sebagai Berikut :

Analisa Saringan

$$a = \frac{A}{B} \times 100 \%$$

KETERANGAN :

A = BERAT BENDA Uji YANG TERTAHAN SARINGAN (GRAM)

B = BERAT BENDA Uji TOTAL (GRAM)

BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT

BERAT JENIS KERING

$$\frac{BK}{BJ - BA}$$

BERAT JENIS KERING PERMUKAAN (SSD)

$$\frac{BJ}{BJ - BA}$$

PENYERAPAN

$$\frac{BJ - BK}{BK} \times 100 \%$$

KETERANGAN :

BK = BERAT BENDA Uji KERING OVEN (GRAM)

BJ = BERAT BENDA Uji KERING PERMUKAAN JENUH AIR (GRAM)

BA = BERAT PIKNOMETER BERISI AIR DAN BENDA Uji (GRAM)

KADAR AIR AGREGAT

$$\frac{(W1 - W2)}{W2} \times 100\%$$

KETERANGAN :

W1 = BERAT BENDA Uji SEMULA (GRAM)

W2 = BERAT BENDA Uji KERING OVEN SEBELUM DICUCI (GRAM)

KADAR LUMPUR AGREGAT

$$\frac{(W3 - W5)}{W3} \times 100\%$$

KETERANGAN :

W3 = BERAT BENDA Uji KERING OVEN SEBELUM DICUCI (GRAM)

W5 = BERAT BENDA Uji KERING OVEN SETELAH DICUCI (GRAM)

BOBOT ISI AGREGAT

$$\frac{D}{A}$$

KETERANGAN :

A = VOLUME BEJANA (cm^3)

D = BERAT AGREGAT (GRAM)

KEAUSAN AGREGAT

$$\frac{(A - B)}{A} \times 100\%$$

KETERANGAN :

A = BERAT BENDA Uji SEMULA (Gram)

B = BERAT BENDA Uji TERTAHAN SARINGAN No.12 (GRAM)

BERAT JENIS SEMEN

$$\frac{W}{(V2 - V1)} \times d$$

KETERANGAN :

W = BERAT AWAL SEMEN (GRAM)

V1 = VOLUME AWAL (ML)

V2 = VOLUME AKHIR (ML)

D = MASSA JENIS AIR

BERAT JENIS ASPAL

$$\frac{(C - A)}{[(B - A) - (D - C)]} \times 100$$

KETERANGAN :

A = BERAT PIKNOMETER (GRAM)

B = BERAT PIKNOMETER BERISI AIR (ML)

C = BERAT PIKNOMETER BERISI ASPAL (GRAM)

D = BERAT PIKNOMETER BERISI ASPAL DAN AIR (GRAM)

HASIL DAN PEMBAHASAN

TABEL 1 REKAPITULASI PENGUJIAN SIFAT FISIK AGREGAT KASAR

Jenis Pengujian	Hasil		Satuan	Spesifikasi	Spesifikasi Umum Menurut SNI
	Agregat Kasar	1/1			
Analisa Saringan	7,85	6,50	%	5-8	SNI ASTM C136:2012
Berat Jenis Bulk	2,51	2,54	gr	2,5-2,7	SNI 1969:2016
Berat Jenis SSD	2,58	2,59	gr	2,5-2,7	SNI 1969:2016
Berat Jenis Semu	2,70	2,68	gr	2,5-2,7	SNI 1969:2016
Berat Jenis Efektif	2,61	2,60	gr	2,5-2,7	SNI 1969:2016
Penyerapan	2,85	1,98	%	<3%	SNI 1969:2016
Kadar Air	1,87	1,84	%	<2%	SNI 1971-2011
Kadar Lumpur	0,92	0,89	%	<1%	SNI 03-4142-1996
Bobot Isi Gembur	1,20	1,22	gr/cm ³	Min 1,2	SNI 03-4804-1998
Bobot Isi Padat	1,35	1,36	gr/cm ³	Min 1,2	SNI 03-4804-1998
Kesatuan Agregat	30,32	-	%	<40%	SNI 2417:2008

TABEL 2 REKAPITULASI PENGUJIAN SIFAT FISIK AGREGAT HALUS PASIR

Jenis Pengujian	Hasil	Satuan	Spesifikasi	Spesifikasi Umum Menurut SNI
Analisa Saringan	3,65	%	1,5-3,8	SNI ASTM C136:2012
Berat Jenis Bulk	2,52	gr	2,3-2,6	SNI 03-1970-1990
Berat Jenis SSD	2,57	gr	2,3-2,6	SNI 03-1970-1990
Berat Jenis Semu	2,66	gr	2,3-2,6	SNI 03-1970-1990
Berat Jenis Efektif	2,59	gr	2,3-2,6	SNI 03-1970-1990
Penyerapan	1,83	%	<2%	SNI 03-1970-1990
Kadar Air	2,21	%	<5%	SNI 1971-2011
Kadar Lumpur	3,18	%	<5%	SNI 03-4142-1996
Bobot Isi Gembur	1,35	gr/cm ³	Min 1,2	SNI 03-4804-1998
Bobot Isi Padat	1,52	gr/cm ³	Min 1,2	SNI 03-4804-1998

TABEL 3 REKAPITULASI PENGUJIAN SIFAT FISIK AGREGAT HALUS BATU KAPUR

Jenis Pengujian	Hasil	Satuan	Spesifikasi	Spesifikasi Umum Menurut SNI
Analisa Saringan	3,61	-	1,5-3,8	SNI ASTM C136:2012
Berat Jenis Bulk	2,57	-	2,3-2,6	SNI 03-1970-1990
Berat Jenis SSD	2,62	-	2,3-2,6	SNI 03-1970-1990
Berat Jenis Semu	2,71	-	2,3-2,6	SNI 03-1970-1990
Berat Jenis Efektif	2,64	-	2,3-2,6	SNI 03-1970-1990
Penyerapan	1,96	%	<2%	SNI 03-1970-1990

TABEL 4 HASIL PENGUJIAN ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR 1/2

No	Ukuran Ayakan	Agregat tertinggal		% kumulatif agregat	
		gram	%	Tertinggal	Lolos
1	19	0,00	0,00	0,00	100,00
2	12,7	987,70	49,39	49,39	50,62
3	9,5	380,80	19,04	68,43	31,58
4	4,75	267,80	13,39	81,82	18,19
5	2,36	218,90	10,95	92,76	7,24
6	1,18	86,30	4,32	97,08	2,92
7	0,6	19,30	0,97	98,04	1,96
8	0,3	17,20	0,86	98,90	1,10
9	0,15	9,60	0,48	99,38	0,62
10	0,075	6,70	0,34	99,72	0,28
11	PAN	5,70	0,29	-	-
TOTAL		2000,00	100,00	785,50	-

TABEL 5 HASIL PENGUJIAN ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR 1/1

No	Ukuran Ayakan	Agregat tertinggal		% kumulatif agregat	
		gram	%	Tertinggal	Lolos
1	19	0	0	0	100,00
2	12,5	0	0	0	100,00
3	9,5	0	0	0	100,00
4	4,75	1247,10	62,36	62,36	37,65
5	2,36	522,90	26,15	88,50	11,50
6	1,18	221,60	11,08	99,58	0,42
7	0,6	1,50	0,08	99,66	0,34
8	0,3	2,40	0,12	99,78	0,22
9	0,15	1,70	0,09	99,86	0,14
10	0,075	1,60	0,08	99,94	0,06
11	PAN	1,20	0,06	-	-
TOTAL		2000,00	100,00	649,67	-

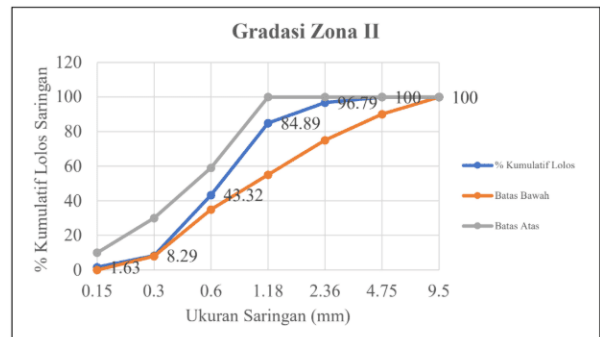
TABEL 6 HASIL PENGUJIAN ANALISA SARINGAN BATU KAPUR

No	Ukuran Ayakan	Agregat tertinggal		% kumulatif agregat	
		gram	%	Tertinggal	Lolos
1	19	0	0	0	100,00
2	12,7	0	0	0	100,00
3	9,5	0	0	0	100,00
4	4,75	15,10	1,51	1,51	98,49
5	2,36	26,90	2,69	4,20	95,80
6	1,18	262,70	26,27	30,47	69,53
7	0,6	245,20	24,52	54,99	45,01
8	0,3	231,40	23,14	78,13	21,87
9	0,15	139,40	13,94	92,07	7,93
10	0,075	77,80	7,78	99,85	0,15
11	PAN	1,50	0,15	-	-
TOTAL		1000,00	100,00	361,22	-

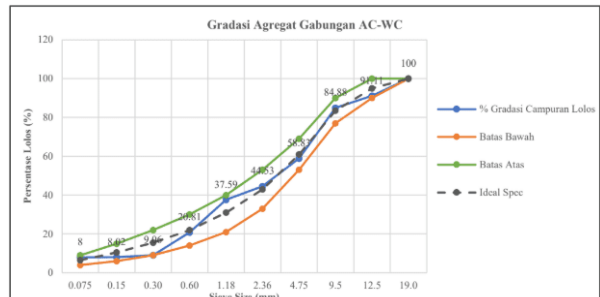
TABEL 7 HASIL PENGUJIAN ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS PASIR

No	Ukuran ayakan	Agregat tertinggal		% Kumulatif agregat	
		gram	%	Tertinggal	Lolos
1	19	0	0	0	100,00
2	12,7	0	0	0	100,00
3	9,5	0	0	0	100,00
4	4,75	0	0	0	100,00
5	2,36	32,10	3,21	3,21	96,79
6	1,18	119,00	11,90	15,11	84,89
7	0,6	415,70	41,57	56,68	43,32
8	0,3	350,30	35,03	91,71	8,29
9	0,15	66,60	6,66	98,37	1,63
10	0,075	13,00	1,30	99,67	0,33
11	PAN	3,30	0,33	-	-
TOTAL		1000,00	100,00	364,75	-

GAMBAR 1 GRAFIK GRADASI ZONA II PASIR AGAK KASAR



GAMBAR 2 GRAFIK GRADASI AGREGAT GABUNGAN



TABEL 8 HASIL PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR ½

Pemeriksaan	Rumus	Hasil
Berat Jenis Kering (Bulk)	$\frac{BK}{BJ - BA}$	2,51
Berat Jenis Kering Jenuh Permukaan	$\frac{BJ}{BJ - BA}$	2,58
Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>)	$\frac{BK}{BK - BA}$	2,70
Berat Jenis Efektif	$\frac{BJ(Bulk) + BJ Semu}{2}$	2,61
Penyerapan	$\frac{BJ - BK}{BK} \times 100\%$	2,85

TABEL 9 HASIL PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR 1/1

Pemeriksaan	Rumus	Hasil
Berat Jenis Kering (Bulk)	$\frac{BK}{BJ - BA}$	2,54
Berat Jenis Kering Jenuh Permukaan	$\frac{BJ}{BJ - BA}$	2,59
Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>)	$\frac{BK}{BK - BA}$	2,68
Berat Jenis Efektif	$\frac{BJ(Bulk) + BJ Semu}{2}$	2,60
Penyerapan	$\frac{BJ - BK}{BK} \times 100\%$	1,98

TABEL 10 HASIL PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT HALUS PASIR

Pemeriksaan	Rumus	Hasil
Berat Jenis Kering (Bulk)	$\frac{BK}{BJ - BA}$	2,52
Berat Jenis Kering Jenuh Permukaan	$\frac{BJ}{BJ - BA}$	2,57
Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>)	$\frac{BK}{BK - BA}$	2,65
Berat Jenis Efektif	$\frac{BJ(Bulk) + BJ Semu}{2}$	2,59
Penyerapan	$\frac{BJ - BK}{BK} \times 100\%$	1,83

TABEL 11 HASIL PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN BATU KAPUR

Pemeriksaan	Rumus	Hasil
Berat Jenis (Bulk)	$\frac{BK}{BJ - BA}$	2,57
Berat Jenis Kering Jenuh Permukaan	$\frac{BJ}{BJ - BA}$	2,62
Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>)	$\frac{BK}{BK - BA}$	2,71
Berat Jenis Efektif	$\frac{BJ(Bulk) + BJ Semu}{2}$	2,64
Penyerapan	$\frac{BJ - BK}{BK} \times 100\%$	1,96

TABEL 11 HASIL PENGUJIAN KADAR AIR DAN KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR ½

Pemeriksaan	Rumus	Hasil
Kadar Air (%)	$\frac{W1 - W2}{W2} \times 100\%$	1,87
Kadar Lumpur (%)	$\frac{W2 - W3}{W2} \times 100\%$	0,92

TABEL 12 HASIL PENGUJIAN KADAR AIR DAN KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR 1/1

Pemeriksaan	Rumus	Hasil
Kadar Air (%)	$\frac{W1 - W2}{W2} \times 100\%$	1,84
Kadar Lumpur (%)	$\frac{W2 - W3}{W2} \times 100\%$	0,89

TABEL 12 HASIL PENGUJIAN KADAR AIR DAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS PASIR

Pemeriksaan	Rumus	Hasil
Kadar Air (%)	$\frac{W1 - W2}{W2} \times 100\%$	2,21
Kadar Lumpur (%)	$\frac{W2 - W3}{W2} \times 100\%$	3,18

TABEL 13 HASIL PENGUJIAN KEAUSAN AGREGAT KASAR ½

Pemeriksaan	Rumus	Sampel
Kearsan Agregat (%)	$\frac{A - B}{A} \times 100\%$	30,32

TABEL 14 HASIL PENGUJIAN BERAT JENIS SEMEN

Pemeriksaan	Rumus	Hasil
Berat Jenis Semen	$\frac{W}{(V2 - V1)} \times d$	3,05

TABEL 15 REKAPITULASI HASIL PENGUJIAN SIFAT FISIK ASPAL

Jenis Pengujian	Hasil	Satuan	Spesifikasi	Spesifikasi Umum Menurut SNI
Berat Jenis Aspal	1,04	gr/cc	≥1.0	SNI 2441:2011
Titik Lembek Aspal	49,00	°C	48-58	SNI 2434:2011
Penetrasi Aspal	69,50	mm	60-70	SNI 2456:2011
Daktalitas Aspal	116,50	mm	≥100	SNI 2432:2011

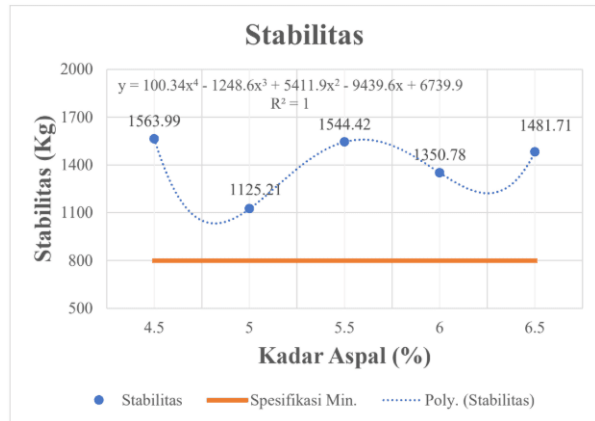
TABEL 16 KEBUTUHAN AGREGAT UNTUK CAMPURAN

Perhitungan kebutuhan agregat untuk campuran				
Berat total campuran (gram)	% aspal	Berat Aspal (gram)	% agregat	Berat agregat (gram)
1200	4,5	54	95,5	1146
1200	5	60	95	1140
1200	5,5	66	94,5	1134
1200	6	72	94	1128
1200	6,5	78	93,5	1122

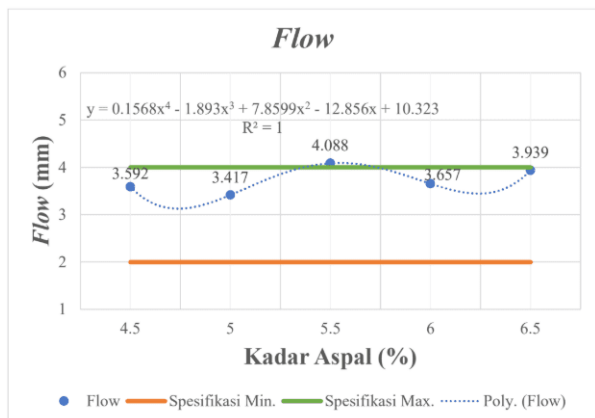
TABEL 17 BERAT PER JENIS AGREGAT

Material	Proporsi Material	Perhitungan Berat per Jenis Agregat				
		Kadar Aspal				
		4.5%	5.0%	5.5%	6.0%	6.5%
Split 1/2	18%	206.3	205.2	204.1	203.0	202.0
Split 1/1	38%	435.5	433.2	430.9	428.6	426.4
Pasir	36%	412.6	410.4	408.2	406.1	403.9
Semen	8%	91.7	91.2	90.7	90.2	89.8
Total	100%	1,146.0	1,140.0	1,134.0	1,128.0	1,122.0

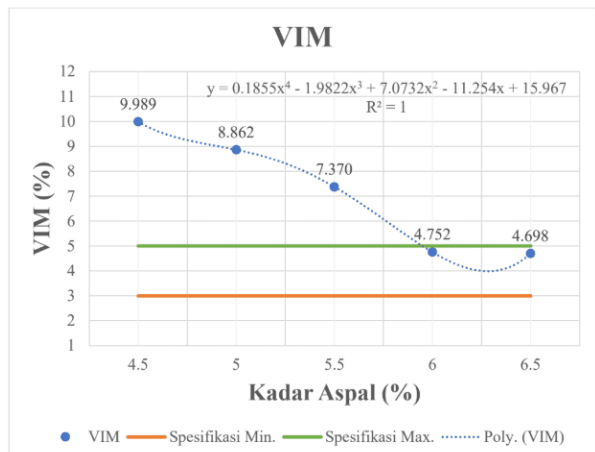
GAMBAR 3 GRAFIK HUBUNGAN KADAR ASPAL DENGAN STABILITAS



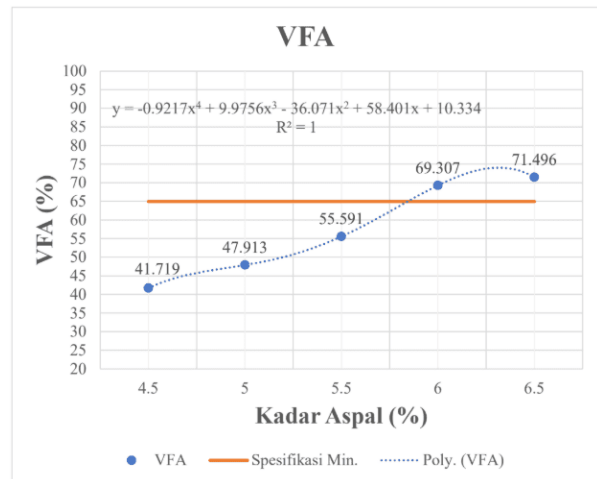
GAMBAR 4 GRAFIK HUBUNGAN KADAR ASPAL DENGAN NILAI FLOW



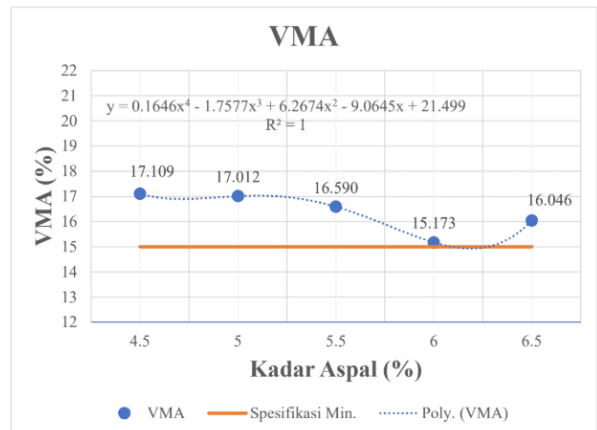
GAMBAR 5 GRAFIK HUBUNGAN KADAR ASPAL DENGAN NILAI VIM



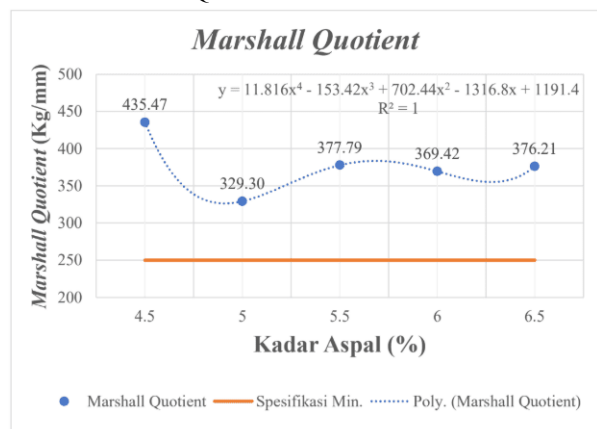
GAMBAR 6 GRAFIK HUBUNGAN KADAR ASPAL DENGAN NILAI VFA



GAMBAR 7 GRAFIK HUBUNGAN KADAR ASPAL DENGAN NILAI VMA



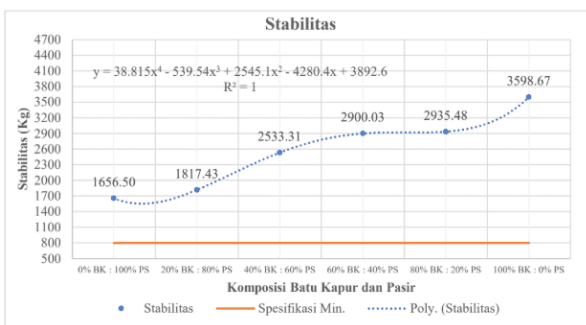
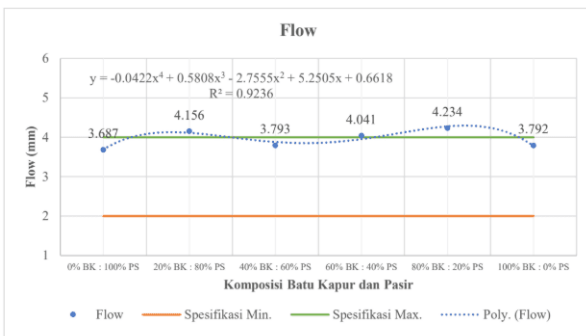
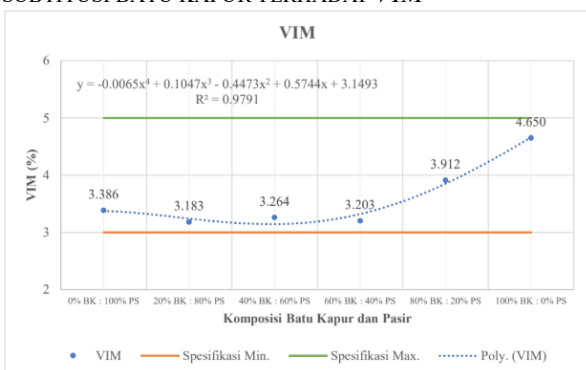
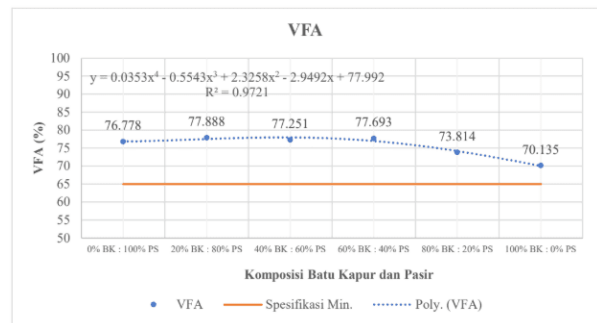
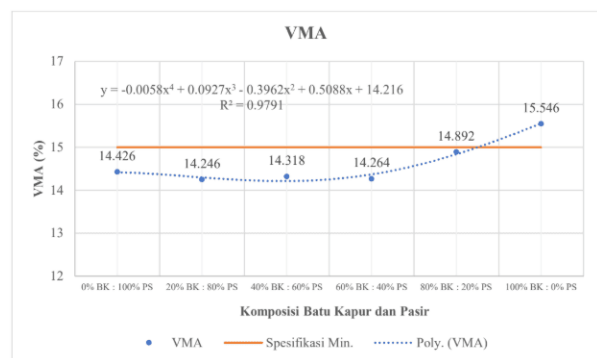
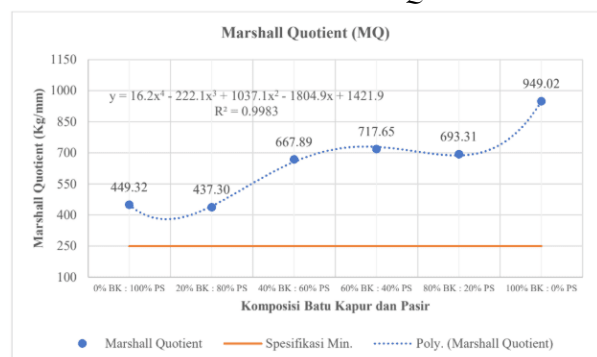
GAMBAR 8 GRAFIK HUBUNGAN KADAR ASPAL NORMAL DENGAN NILAI MQ



TABEL 18 REKAPITULASI HASIL PENGUJIAN *MARSHALL* UNTUK MENDEPAKANTAN KADAR ASPAL OPTIMUM (KAO)

No.	Karakteristik Marshall	Satuan	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi
			4.5	5	5.5	6	6.5	
1	Stabilitas	Kg	1563.99	1125.21	1544.42	1350.78	1481.71	Min. 800 Kg
2	Flow	Mm	3.59	3.42	4.09	3.66	3.94	2 mm - 4 mm
3	VIM	%	9.99	8.86	7.37	4.75	4.70	3% - 5%
4	VFA	%	41.72	47.91	55.59	69.31	71.50	Min 65 %
5	VMA	%	17.11	17.01	16.59	15.17	16.05	Min. 15 %
6	Marshall Quotient	Kg/mm	435.47	329.30	377.79	369.42	376.21	Min. 250 Kg/mm

GAMBAR 9 HUBUNGAN KADAR ASPAL OPTIMUM DENGAN SUBTITUSI BATU KAPUR TERHADAP STABILITAS

GAMBAR 10 HUBUNGAN KADAR ASPAL OPTIMUM DENGAN SUBTITUSI BATU KAPUR TERHADAP *FLOW*GAMBAR 11 HUBUNGAN KADAR ASPAL OPTIMUM DENGAN SUBTITUSI BATU KAPUR TERHADAP *VIM*GAMBAR 12 HUBUNGAN KADAR ASPAL OPTIMUM DENGAN SUBTITUSI BATU KAPUR TERHADAP *VFA*GAMBAR 13 HUBUNGAN KADAR ASPAL OPTIMUM DENGAN SUBTITUSI BATU KAPUR TERHADAP *VMA*GAMBAR 14 HUBUNGAN KADAR ASPAL OPTIMUM DENGAN SUBTITUSI BATU KAPUR TERHADAP *MQ*TABEL 19 REKAPITULASI HASIL PENGUJIAN *MARSHALL* DENGAN BATU KAPUR SEBAGAI VARIASI AGREGAT HALUS

No.	Karakteristik Marshall	Satuan	Kadar Variasi						Spesifikasi
			0% BK : 100% PS	20% BK : 80% PS	40% BK : 60% PS	60% BK : 40% PS	80% BK : 20% PS	100% BK : 0% PS	
1	Stabilitas	Kg	1656.50	1817.43	2533.31	2900.03	2935.48	3598.67	Min. 800 Kg
2	Flow	Mm	3.69	4.16	3.79	4.04	4.23	3.79	2 mm - 4 mm
3	VIM	%	3.39	3.18	3.26	3.20	3.91	4.65	3% - 5%
4	VFA	%	76.78	77.89	77.25	77.69	73.81	70.13	Min. 65%
5	VMA	%	14.43	14.25	14.32	14.26	14.89	15.55	Min. 15%
6	Marshall Quotient	Kg/mm	449.32	437.30	667.89	717.65	693.31	949.02	Min. 250 Kg/mm

KESIMPULAN

Pengaruh penggunaan batu kapur Tanjung Baru Baturaja dan pasir Lematang Muara Enim pada campuran lapis Asphalt Concrete–Wearing Course (AC-WC) terhadap karakteristik Marshall, Diperoleh bahwa nilai berat jenis dan penyerapan dari variasi material batu kapur dan pasir yang digunakan telah memenuhi standar spesifikasi yang berlaku. Hal ini membuktikan bahwa batu kapur Tanjung Baru Baturaja bisa dimanfaatkan sebagai agregat halus pengganti sebagian pasir dalam campuran aspal beton, tanpa menurunkan mutu perkerasan yang dihasilkan.

Selain itu, hasil uji Marshall terhadap variasi kadar batu kapur sebesar 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100% menunjukkan peningkatan nilai stabilitas seiring bertambahnya kandungan batu kapur dan berkurangnya kadar pasir pada campuran. Nilai stabilitas tertinggi diperoleh pada variasi 80% batu kapur dan 20% pasir, yaitu sebesar 2935,48 kg, yang menunjukkan kinerja campuran paling optimal. Sementara itu, pengujian variasi kadar aspal sebesar 4,5% hingga 6,5% menghasilkan kadar aspal optimum (KAO) sebesar 6,25%, yang memberikan keseimbangan terbaik antara stabilitas dan fleksibilitas pada campuran AC-WC.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 1991 . SNI 06-2489-1991 Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat Marshall
- Badan Standarisasi Nasional. 2002 . SNI 03—6819-2001 Spesifikasi Agregat Halus Untuk Campuran Perkerasan Beraspal. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Budianto, M. D. I., dan Z. Lubis. 2020. “Alternatif Penggunaan Agregat Halus Batu Kapur Mantup Dalam Campuran Aspal Panas Ac-Wc U KaRsT.” Deny Irawan Budianto / Ukarst 4(1):2579–4620. doi: 10.30737/ukarst.v3i2.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2018. Spesifikasi Umum Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2018. Spesifikasi Umum Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan (Revisi 1). Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2018. Spesifikasi Umum Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan (Revisi 2). Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Fannisa, H, Wahyudi, M, (2010). Perencanaan Campuran Aspal Beton Dengan Menggunakan Filler Kapur Padam, Semarang : Program Studi Diploma III Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Irianto, S. T., S. S. Didik, S. T. Mabui, Ir Reny Rochmawati, dan M. Eng. t.t. Rancang Bangun Volume 07 Nomor 02 (2021) Halaman Artikel (47-54) JURNAL TEKNIK SIPIL : RANCANG BANGUN Pemanfaatan BatuzKapur Jayapura Sebagai Agregat Pada Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC).
- Standar Nasional Indonesia. 03-4142-1996. Metode Pengujian Jumlah Bahan dalam Agregat yang Lolos Saringan No.200.
- Standar Nasional Indonesia. 03-4804-1998. Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara dalam Agregat.
- Standar Nasional Indonesia. 06-2441-2011. Cara Uji Berat Jenis Aspal.
- Standar Nasional Indonesia. 06-2434-2011. Cara Uji Titik Lembek Aspal dengan Alat Cincin dan Bola.
- Standar Nasional Indonesia. 06-2489-1991. Metode Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall.
- Standar Nasional Indonesia. 1969:2016. Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.
- Standar Nasional Indonesia. 1970:2008. Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.
- Standar Nasional Indonesia. 1971:2011. Cara Uji Kadar Air Total Agregat dengan Pengeringan.
- Standar Nasional Indonesia. 2417:2008. Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles.
- Standar Nasional Indonesia. 2432:2011. Cara Uji Penetrasi Aspal. Standar Nasional Indonesia. 2432:2011. Cara Uji Daktilitas Aspal.
- Standar Nasional Indonesia. 2531:2015. Metode Densitas Semen Hidraulic.
- Standar Nasional Indonesia. ASTM C136-2012. Metode Uji untuk Analisa Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar.
- Sukirman, S. 1999. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Penerbit Nova. Bandung. Sukirman, S. (2003). Beton Aspal Campuran Panas. Edisi 1. Granit. Jakarta.
- Sukirman, S. 2016. Beton Aspal Campuran Panas. (Edisi 3. Cetakan ke-4) Bandung : Institut Teknologi Nasional
- Suryawan, Ari, Perkerasan Beton Semen Portland (Rigid Pavement), Beta Offset Yogyakarta, 2009
- Pomantow, S. Y., Jansen, F., dan Waani, J. E. 2019. Kinerja Campuran AC – WC Dengan Menggunakan Agregat Dari Batu Kapur. Jurnal Sipil Statik 7 (2): 219-228, Manado.
- Zaenuri, Moch, April Gunarto, “PENELITIAN MENGGUNAKAN BATU GAMPING SEBAGAI AGREGAT KASAR DAN FILLER PADA ASPAL CAMPURAN AC-BC.”