

JURNAL KONSTRUKSI DAN INFRASTRUKTUR

Teknik Sipil dan Perencanaan

PENGGUNAAN LIMBAH SERBUK KERAMIK SEBAGAI FILLER PADA CAMPURAN *HOT ROLLED SHEET - WEARING COURSE* (HRS-WC)

Detha Sekar Langit Wahyu Gutama*, Dimas Langga Chandra Galuh*, Dhani Indra Permana*

*) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa,
coresponding author : detha.gutama@ustjogja.ac.id

ABSTRAK

Jalan merupakan bagian penting dalam transportasi, kenyamanan dalam berkendara dapat ditentukan dari perkerasan yang ada. Perlu adanya material yang baik untuk menunjang pembangunan jalan, sehingga perlu adanya sumber material yang baik sebagai pengganti campuran perkerasan jalan. Material yang dimaksud telah memenuhi standar teknis umum Bina Marga. Pada penelitian ini menggunakan bahan pengisi keramik sebagai pengganti abu batu pada campuran perkerasan jalan Lataston Lapis Aus (HRS - Wear Course). Berdasarkan pengujian sifat fisik agregat, material tersebut dapat digunakan sebagai komposit pada campuran HRS - Wear Course. Pada penelitian ini digunakan 6 variasi dengan kadar keramik sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% tanpa mengubah kadar aspal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kelayakan penggunaan bahan pengisi serbuk keramik dan nilai sifat yang dihasilkan untuk pengujian Marshall. Hasil penelitian diperoleh kadar aspal optimum 6.8% dengan *filler* 0% bubuk keramik nilai stabilitas 1150,2 kg > 600 kg, flow 3,83 mm > 2,5 mm, MQ 300,05 kg/mm > 250 mm, VIM 4.7% > 6,0% > 4,0%, VMA 17% > 18% (pada campuran ini nilai VMA tidak memenuhi spesifikasi) dan VFB 71,9% > 68%. Dengan filler 15% nilai stabilitas 1197,9 kg > 600 kg, flow 2,80 mm > 3 mm (pada campuran ini nilai flow tidak memenuhi spesifikasi), MQ 427,84 kg/mm > 250 mm, VIM 5.7% > 6,0% > 4,0%, VMA 18% > 18% dan VFB 67,5% > 68%.

Keyword: HRS-WC, Keramik, Marshall Test.

I. PENDAHULUAN

Seiring kemajuan zaman modern, Indonesia sebagai negara berkembang terus melakukan berbagai kajian dalam pembangunan khususnya dalam bidang transportasi sebagai penunjang kemajuan ekonomi. Namun dalam berbagai sisi masih banyak merusakkan jalan yang belum teratasi dengan baik, hal tersebut dapat memberikan dampak terhadap kemajuan ekonomi. Menilai dampak kerusakan pada beberapa jalan raya, seperti kelebihan beban muatan dan lalu lintas yang padat. Hal tersebut memengaruhi umur rencana jalan, sehingga memerlukan perbaikan kualitas jalan, termasuk meningkatkan kualitas material yang digunakan pada campuran aspal. Peningkatan jalan memerlukan biaya yang cukup besar, sehingga biaya yang diusulkan oleh para pemangku kepentingan lebih rendah dari yang diharapkan. Pada tahun 1980-an, Bina Marga mengembangkan campuran aspal yang disebut beton aspal tipis (Lataston) atau lembaran canai panas (HRS), yang diharapkan memiliki fleksibilitas dan daya tahan yang baik pada beban lalu lintas ringan. Untuk meningkatkan kapasitas campuran aspal perlu adanya modifikasi campuran aspal, khususnya dengan mengganti bahan pengisi dengan bahan lain yang sesuai seperti yang ditentukan dalam standar Bina Marga. Ciri-ciri bahan pengisi tersebut adalah meningkatkan daya ikat aspal, sebagai bahan pengisi rongga yang mampu meningkatkan nilai kestabilan campuran dan menurunkan aliran. Banyak macam bahan pengisi yang digunakan dalam penelitian ini, diantaranya semen, abu batu, dan komponen berbahan dasar asbuton. Dari segi pencampuran yang perlu diperhatikan adalah perlunya penelitian lebih lanjut mengenai serbuk keramik, karena masih banyak limbah keramik pada konstruksi bangunan yang mengandung felspar, ball clay, kuarsa, kaolin dan air. Keramik yang digunakan pada penelitian ini memiliki tekstur yang keras, tahan lama dan ramah lingkungan, ciri-cirinya adalah kepadatan rendah dan titik leleh tinggi. Pertanyaan pada penelitian ini apakah pencampuran aspal lapis tipis dengan filler serbuk keramik akan menghasilkan nilai sifat Marshall yang diharapkan sesuai spesifikasi umum Bina Marga tahun 2018 dan apakah penggunaan serbuk keramik layak digunakan sebagai bahan pengisi pada aspal campuran. Berdasarkan kandungan tersebut, peneliti bertujuan untuk mengetahui sejauh mana serbuk keramik dapat dicampur dengan aspal dan mengetahui nilai properti

marshall yang dihasilkan sesuai persyaratan minimum.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Lapis Aus (*Surface Course*)

Lapis aus merupakan lapisan paling atas dari sebuah struktur *flexible pavement*. Lapis aus memiliki fungsi sebagai berikut.

1. Sebagai lapisan perkerasan yang mampu menahan gaya lintang dari beban roda kendaraan yang melintas di atasnya.
2. Sebagai lapisan yang memiliki fungsi kedap terhadap air, melindungi struktur dibawahnya dari kerusakan akibat cuaca.
3. Sebagai lapis aud, yang mampu menahan gesekan antara roda kendaraan dengan perkerasan.
4. Sebagai lapisan yang mampu menyebarkan beban ke bawah. (Sukirman, 2003)

2.2. LATASTON (Lapis Tipis Aspal Beton)/ HRS

Lataston atau biasa disebut HRS (*Hot Rolled Sheet*) adalah lapisan atas atau penutup yang terdiri dari agregat bergradasi senjang menggunakan bahan pengisi dan aspal keras dengan proporsi tertentu. Kemudian dicampur dan dipanaskan pada suhu minimal 124°C pada ketebalan sekitar 2,5 cm sampai 3 cm (Sukirman, 2003)

Tujuan dengan pembuatan HRS agar diperoleh sebuah lapisan antar pada perkerasan jalan yang mampu memberikan daya dukung serta memberikan lapisan yang kedap untuk melindungi lapisan struktur dibawahnya akibat cuaca. Lataston/HRS menggunakan agregat bergradasi senjang, sehingga membuat campuran menyerap lebih banyak aspal dan memiliki *durability* yang lebih tinggi dan lebih lentur. (Direktorat Jenderal Binamarga, 2018)

2.3. Limbah Serbuk Keramik

Keramik terdiri dari beberapa jenis seperti tanah liat atau Clay, Pasir, Feldspar, Kaolin, dan Kuarsa. Secara umum keramik mempunyai senyawa- senyawa kimia antara lain: SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Na_2O , TiC , UO_2 , PbS , MgSiO_3 dll (Sembiring, 2015)

Serbuk keramik dapat dijadikan sebagai bahan alternatif untuk pembuatan filler (pengisi rongga pada campuran aspal) yang biasanya menggunakan *fly ash* yang terdiri dari semen. Seperti yang sudah diketahui penggunaan semen yang terlalu banyak dapat memberikan dampak yang buruk terhadap lingkungan.

Limbah dari semen itu sendiri seperti debu, partikel- partikel kecil yang terkandung dalam semen termasuk limbah gas dan B3. Pencemaran limbah gas dapat melalui udara, hal ini diperoleh dari pabrik yang memproduksi semen sehingga mengakibatkan asap tercampur dengan udara. Hal ini menyebabkan kualitas udara menurun. Oleh sebab itu perlu adanya penelitian untuk mengurangi penggunaan semen.

Kandungan pada yaitu *Fly ash* silica dioksida (SiO₂), aluminium (Al₂O₃), besi (Fe₂O₃), dan kalsium(CaO), magnesium, potasium, sodium, titanium, dan sulfur. Fly Ash sendiri memiliki sifat pozzolan oleh sebab itu sangat sesuai jika digunakan sebagai salah satu bahan untuk konstruksi .(Hidayat, 2008)

2.4. Agregat

Agregat terdiri dari jenis yaitu agregat halus dan agregat kasar. Agregat sendiri merupakan komponen paling penting dalam pembuatan sebuah konstruksi. Pada kosntruksi jalan membutuhkan 90-95% agregat berdasarkan persentase berat, dan berdasarkan persentase volume sebesar 75-85%(Sukirman, 2003).

Agregat pada konstruksi jalan terdiri dari 3 jenis berdasarkan ukuran butirnya, di antaranya:

1. Agregat Kasar

Agregat kasar sebagai perancangan pada campuran adalah tertahan ayakan pada No.8 (2,36 mm). Hal ini dilakukan pada kondisi basah

dan harus bersih , keras, awet dan bebas dari zat organik lainnya.

2. Agregat Halus

Agregat halus harus terdiri dari pasir atau sisa dari pengayakan batu pecah. Ukuran pasir sendiri harus lolos ayakan No.8 (2,36 mm).

3. Bahan Tambah (Filler)

Bahan tambah adalah material pengisi yang digunakan pada campuran perkerasan aspal. Ukuran filler yang terkandung pada campuran aspal beton adalah lolos saringan No.100 dan kurang 75% lolos saringan No.200 (Direktorat Jenderal Binamarga, 2018)

2.5. Aspal

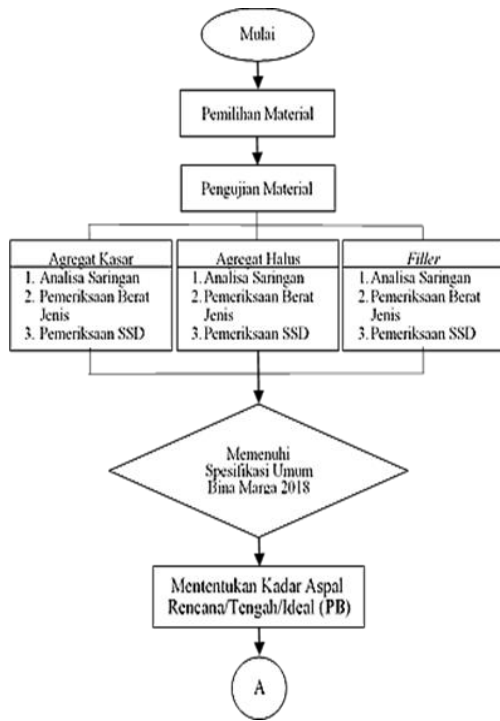
Aspal merupakan sebuah material yang berwarna hitam kecoklatan yang mengandung unsur bitumen. Aspal sendiri dapat diperoleh dari alam seperti asbuton atau dari residu pengilangan minyak bumi (Sukirman, 2003)

III. METODE PENELITIAN

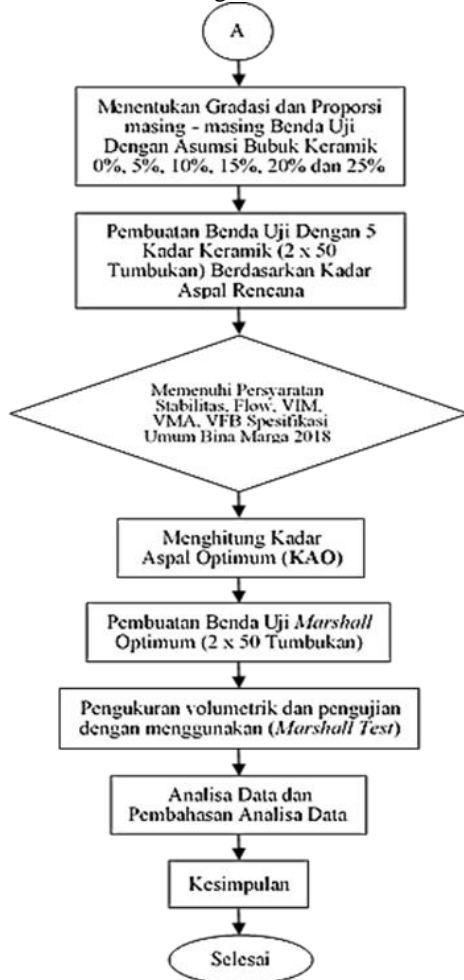
Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental, yaitu melakukan praktikum kegiatan percobaan yang dilaksanakan di Laboratorium PT. Aneka Dharma Persada dalam durasi waktu selama 1 bulan. Data yang diperoleh dari hasil penelitian ini kemudian dibandingkan dengan data hasil penelitian yang tanpa menggunakan penambahan bubuk keramik.

Tabel 1. Data Teknis

<u>Ukuran Ayakan</u>		<u>Hasil Pengujian Rata Rata Prosentase Analisa Pembagian Butiran Agregat (%Lolos)</u>				
		<u>Lataston Lapis Aus (HRS-WC)</u>				
<u>ASTM</u>	<u>(mm)</u>	<u>CA 1-2</u>	<u>CA 1-1</u>	<u>ABU BATU</u>	<u>PASIR</u>	<u>FILLER</u>
1½"	37.5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1"	25	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
¾"	19	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
½"	12.5	32.73	100.0	100.0	100.0	100.0
¾"	9.5	3.21	81.19	100.0	100.0	100.0
No.4	4.75	1.07	41.89	98.06	100.0	100.0
No.8	2.36	0.99	22.09	85.24	98.70	96.96
No.16	1.18	0.96	13.47	65.76	87.15	89.96
No.30	0.600	0.95	7.23	47.60	60.10	59.67
No.50	0.300	0.94	4.68	33.18	37.88	47.66
No.100	0.150	0.79	2.72	17.90	12.05	30.63
No.200	0.075	0.53	1.10	10.03	4.92	19.91



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

Penelitian dilakukan di Laboratorium PT. Aneka Dharma Persada meliputi beberapa pengujian material diantaranya agregat kasar, agregat halus, dan serbuk keramik yang akan digunakan sebagai filler pada campuran aspal HRS-WC. Untuk menghitung gradasi (pembagian ukuran partikel) dari agregat kasar dan halus serta bahan pengisi melalui analisis saringan serta mengetahui sifat dan sifat fisik agregat yang diperlukan untuk pencampuran aspal. Material yang digunakan pada penelitian ini berasal dari “Progo” Kulon Progo, Yogyakarta. Bahan pengisi terbuat dari pecahan keramik sisa sisa konstruksi bangunan tempat tinggal dan juga dapat diperoleh dari limbah bengkel konstruksi terdekat.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Berat Jenis Agregat dan Filler

Analisa dari hasil pengujian keseluruhan, baik pengujian agregat kasar, halus dan filler yang sudah dilakukan dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Pengujian Jenis Agregat

Pengujian	Berat Jenis (Bulk)	Berat Jenis (SSD)	Berat Jenis (Apparent)	Berat Jenis (Absorpsi)
	SNI 1969:2008	SNI 1969:2008	SNI 1969:2008	SNI 1969:2008
Metode	SNI 1970:2008	SNI 1970:2008	SNI 1970:2008	SNI 1970:2008
Spesifikasi	> 2.5 gr/cc	-	-	≤ 3 %
CA 1-2	2.544	2.587	2.658	1.682
MA 1-1	2.534	2.599	2.712	2.597
Abu Batu	2.506	2.575	2.764	2.733
Pasir	2.518	2.591	2.793	2.881
Bubuk Keramik	2.516	2.578	2.750	2.480

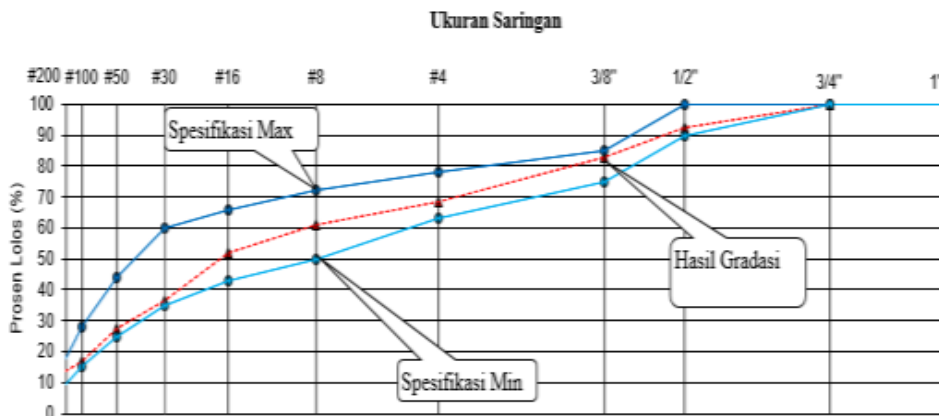
4.2 Gabungan Gradasi Agregat

Pembagian gradasi diperoleh dari parameter partikel yang berbeda didasarkan pada nilai rata-rata dari spesifikasi dan dihitung dalam nilai persentase, yaitu kelipatan.

Berikut hasil berdasarkan analisis pengujian secara keseluruhan, dari pengujian agregat kasar, agregat halus dan filler yang telah dilakukan dan ditunjukkan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Gabungan Gradasi

Analisa Saringan	Ideal 0%	Ideal 15%	Spesifikasi HRS-WC Gra. Semi Sejang		Komp. osisi 0%	Komp. osisi 15%
			BB	BA		
ASTM (mm)	(%)	(%)	BB	BA	(%)	(%)
¾"	19	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0
½"	12.5	92.60	92.60	90.0	11.50	11.5
¾"	9.5	82.77	82.77	75.0	14.50	14.5
No.4	4.75	-	-	-	-	-
No.8	2.36	57.17	59.38	50.0	72.0	18.0
No.16	1.18	-	-	-	-	-
No.30	0.600	37.34	35.14	35.0	60.0	36.0
No.50	0.300	-	-	-	-	-
No.100	0.150	-	-	-	-	-
No.200	0.075	9.39	10.87	6.0	10.0	20.0
Agregat Kasar					44.00	44.0
Agregat Halus					51.00	36
Filler					5.00	20.00
Total					100.00	100.0



Gambar 3. Gradasi Agregat

Tabel 5. Kadar Aspal Rencana

4.3 Perhitungan Kadar Aspal Rencana

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Gambar 4.1 dapat digunakan sebagai acuan untuk memperhitungkan nilai kadar aspal rencana (Pb). Setelah mengetahui nilai kadar aspal rencana, selanjutnya menggunakan kadar rencana keramik campuran mulai dari 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%.

4.4 Kadar aspal Rencana Melalui Komposisi Campuran Keramik

Perhitungan Hot Rolled Sheet - Wearing Course dari hasil komposisi campuran bubuk keramik yang didapatkan:

Diperoleh kadar aspal 7%, dengan total berat sampel 1200 gram meliputi dari agregat kasar, agregat halus, aspal dan filler. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 5

Proporsitas Komposisi Material						Material	Kadar Bubuk Keramik					
0%	5%	10%	15%	20%	25%		0%	5%	10%	15%	20%	25%
11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	CA 1-2	123	123	123	123	123	123
35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	MA 1-1	391	391	391	391	391	391
30.0	25.0	20.0	15.0	10.0	5.0	Abu batu	335	279	223	167	112	56
19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	Pasir	212	212	212	212	212	212
0.0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	Bubuk Keramik	0	56	112	167	223	279
5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	Semen Portland	56	56	56	56	56	56
7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	Aspal	84	84	84	84	84	84
100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	Total	1200	1200	1200	1200	1200	1200

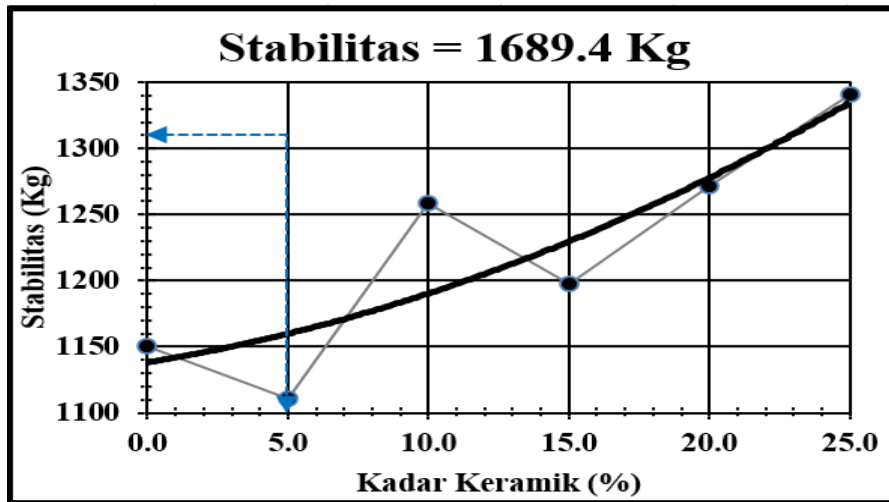
4.5 Nilai Kadar Bubuk Keramik Melalui Hasil Test Marshal

Pengujian menggunakan media uji Marshall yang setara dengan menggunakan SNI 06-2489-1991/AASHTO T 245-90/ASTM D 1559-76 sehingga menjadi dasar persyaratan kadar aspalten minimum.

Pada percobaan ini diperoleh 18 subjek uji, setiap variasi (kombinasi campuran) menghasilkan 3 buah benda uji dengan kadar aspal 7%. Penekanan dilakukan pada luas benda yang akan

diuji 2 x 50, kemudian benda yang akan diuji ditimbang pada suhu udara, dan direndam pada suhu ruang selama kurang lebih 30 menit. Oleh karena itu, bagian yang direndam ditimbang dalam air, kemudian ditimbang kembali setelah

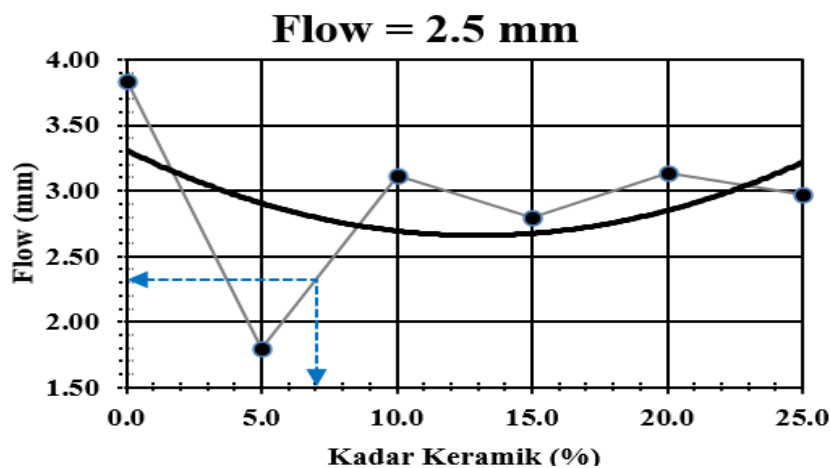
jenuh (SSD) dan direndam dalam water bath selama kurang lebih 30 menit (suhu 60°C). Langkah terakhir kemudian dilakukan tes Marshall.



Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Nilai Stabilitas dan Kadar Varian Bubuk Keramik

Gambar 4. menunjukkan hubungan antara stabilitas dan variabilitas serbuk keramik dari proporsi 0% hingga 25%, apabila kadar serbuk keramik meningkat maka nilai stabilitasnya meningkat, hal ini memenuhi persyaratan teknis

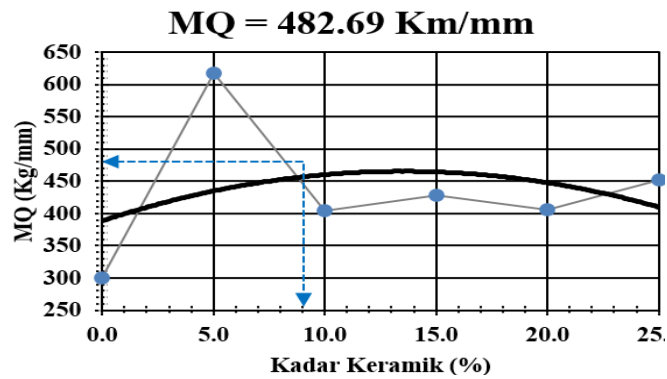
yang diharapkan minimal yaitu 600 kg, jika lebih rendah dari batas maka tidak memenuhi persyaratan teknis.



Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Nilai Flow dan Kadar Varian Bubuk Keramik

Gambar 5. menunjukkan hubungan laju alir dan variasi kadar serbuk keramik variasi 0% sampai 25%. Semakin tinggi kandungan serbuk keramik maka semakin tinggi nilai alirannya (flow), yang artinya penggunaan serbuk keramik pada kadar

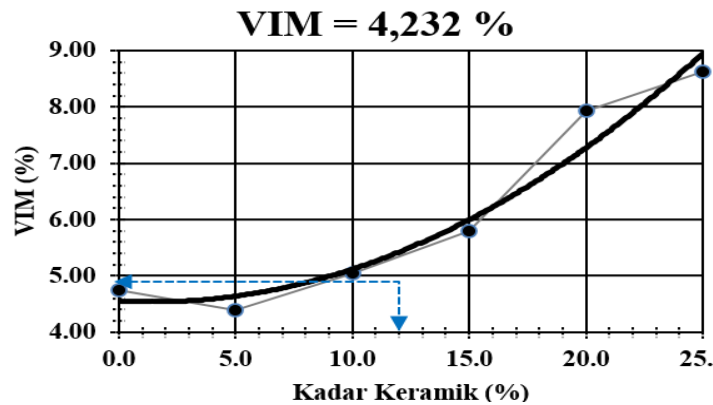
0% sampai 25% memenuhi persyaratan teknis minimum yang diharapkan yaitu sebesar 2,5 mm, jika lebih rendah dari batas maka tidak memenuhi persyaratan teknis.



Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Nilai MQ dan Kadar Varian Bubuk Keramik

Gambar 5. tersebut menunjukkan hubungan antara *Marshall Quotient* (MQ) dengan variasi kadar serbuk keramik dari 0% hingga 25% diperoleh semakin tinggi kandungan serbuk keramik maka semakin rendah nilai Marshall

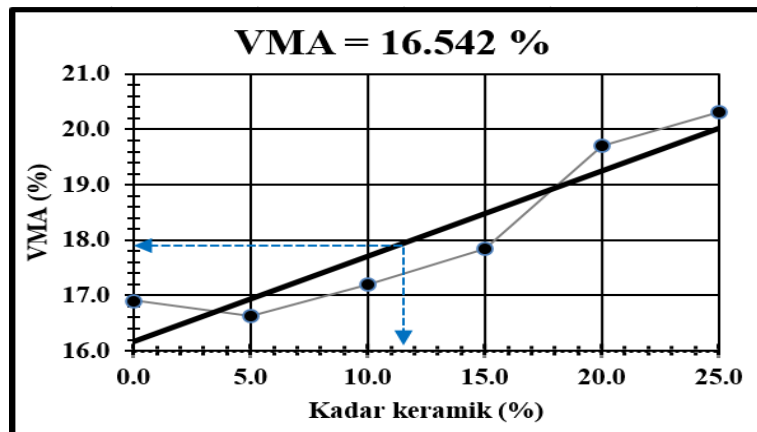
quotientnya. Pada hasil penelitian ini diperoleh nilai MQ memenuhi spesifikasi yang dipersyaratkan. Spesifikasi minimum yang diharapkan adalah sekitar 250 Kg/mm, jika lebih rendah dari batas maka spesifikasi tidak terpenuhi.



Gambar 6. Grafik Hubungan Antara Nilai VIM dan Kadar Varian Bubuk Keramik

Gambar 6. menunjukkan hasil hubungan VIM dengan variasi kadar serbuk keramik dari 0% sampai 25% adalah linier. Semakin tinggi kadar serbuk keramik maka semakin tinggi pula nilai VIMnya sehingga memenuhi spesifikasi yang

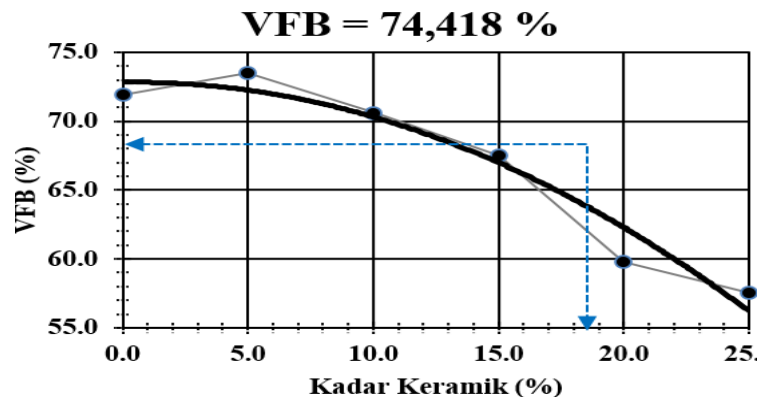
diharapkan yaitu berkisar antara 4,0% sampai dengan 6,0%, jika melebihi batas atau lebih rendah dari batas maka nampaknya tidak memenuhi spesifikasi.



Gambar 7. Grafik Hubungan Antara Nilai VMA dan Kadar Varian Bubuk Keramik

Grafik hubungan antara VMA dan kadar varian bubuk keramik 0% sampai 25% berbanding lurus. Dimana semakin tinggi kadar bubuk keramik maka nilai VMA semakin tinggi, telah memenuhi spesifikasi yang diharapkan yaitu dari

range antara 4,0% hingga 6,0%, jika melewati diatas batas maupun dibawah batas menunjukkan tidak memenuhi syarat spesifikasi.



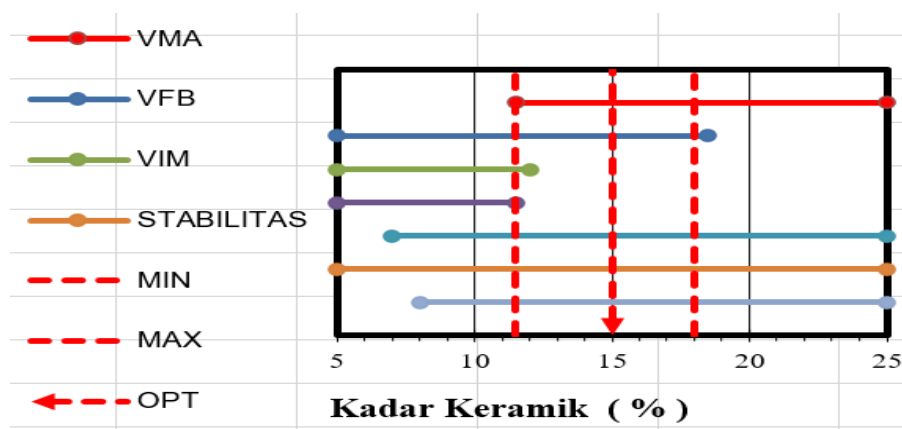
Gambar 8. Grafik Hubungan Antara Nilai VFB dan Kadar Varian Bubuk Keramik

Gambar 8. menunjukkan hubungan VFB dengan variasi kadar serbuk keramik adalah 0% sampai dengan 25%, Semakin tinggi kadar serbuk keramik maka semakin rendah nilai VFB maka spesifikasi yang diharapkan adalah 68,0%, jika nilainya dibawah batas berarti spesifikasi tidak terpenuhi. Pada hasil tersebut diperoleh nilai yang memenuhi standar adalah serbuk keramik dengan kadar 0%, 5%, dan 10%.

nilai yang stabil memenuhi standar tanpa mengurangi ketahanan, fleksibilitas dan kemudahan penerapan. Mengevaluasi sifat-sifat campuran lapis aus Lataston (Semi-Split Gradation) meliputi (laju alir), kestabilan, rongga udara dalam campuran (VIM), rongga udara antar partikel agregat (VMA) dan pengisian porositas aspal (VFB). Kadar aspal optimal ditentukan dengan menggunakan metode Barhart. Nilai KAO merupakan nilai rata-rata kadar aspal maksimum dan minimum yang memenuhi spesifikasi umum Bina Marga 2018, seperti terlihat pada gambar berikut:

4.6 Menetapkan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Dalam desain perkerasan lentur, pernyataan bahwa campuran aspal yang baik mempunyai

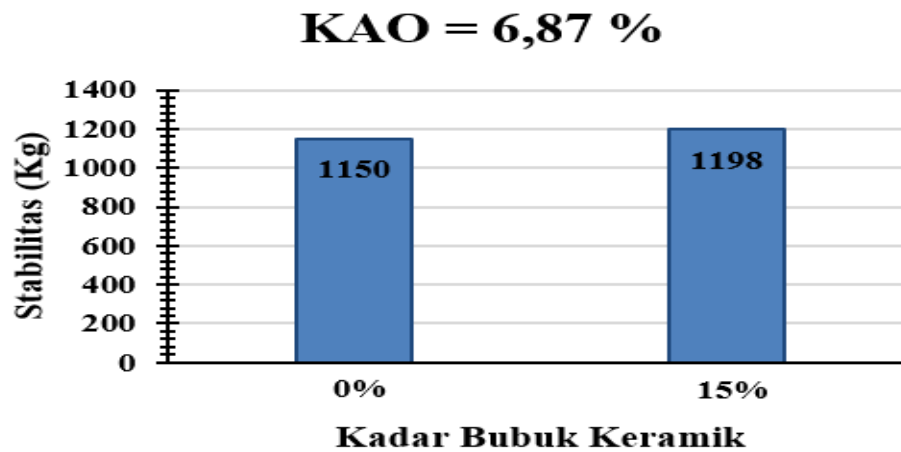


Gambar 9. Diagram Hubungan Antara Nilai Stabilitas dengan Kadar Varian Bubuk Keramik

Dari **Gambar 9.** untuk menentukan kadar aspal optimal (KAO) diperoleh nilai sebesar 6,87%. Dimana nilai KAO tersebut akan digunakan untuk membuat benda uji. Sampel benda uji dibuat berdasarkan perhitungan kadar aspal

optimal yang menunjukkan kadar serbuk keramik sebesar 15%. Dimana benda uji yang digunakan untuk membandingkan kadar serbuk keramik 0% dengan kadar agregat dan aspal yang setara.

4.7 Komparasi varian taraf Stabilitas dan Filler

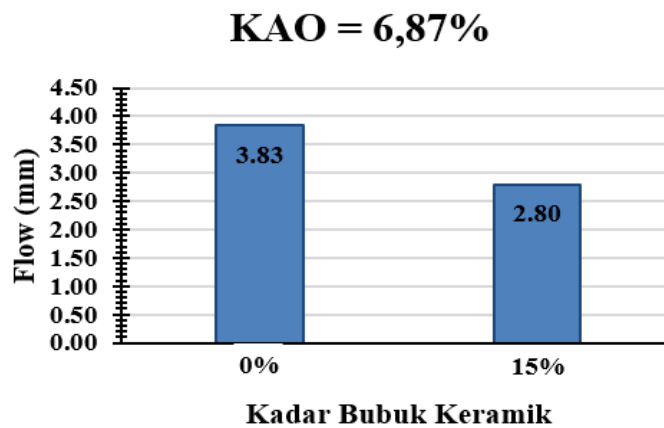


Gambar 10. Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Data yang diperoleh dari percobaan di laboratorium menunjukkan bahwa tingkat kestabilan dan penggunaan bahan pengisi serbuk keramik 0% menurunkan tingkat kestabilan dibandingkan dengan penggunaan bahan pengisi serbuk keramik 15%, sehingga perbandingan

campuran keduanya adalah kadar serbuk keramik lebih besar dari 15% dan sampai batas tertentu dapat digunakan sebagai pengganti abu batu. Sehingga semakin tinggi nilai kestabilan maka hasil permukaan jalan semakin lunak.

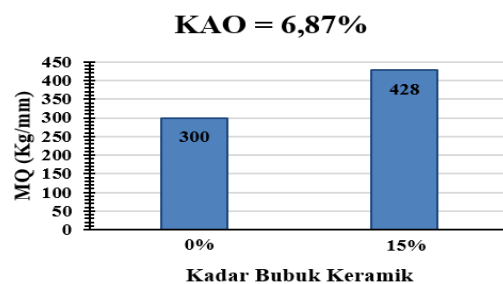
4.8 Komparasi varian taraf Flow dan Filler



Gambar 11. Diagram Hubungan Antara Nilai Flow dengan Kadar Varian Bubuk Keramik

Data yang diperoleh dari percobaan di laboratorium menunjukkan bahwa tingkat kestabilan dan penggunaan bahan pengisi serbuk keramik 0% menurunkan tingkat kestabilan dibandingkan dengan penggunaan bahan pengisi serbuk keramik 15%, sehingga perbandingan campuran keduanya adalah kadar serbuk keramik lebih besar dari 15% dan sampai batas tertentu dapat digunakan sebagai pengganti abu batu. Sehingga semakin tinggi nilai stabilitas maka hasil perkerasan lentur semakin baik.

4.9 Komparasi Varian Taraf MQ dan Filler

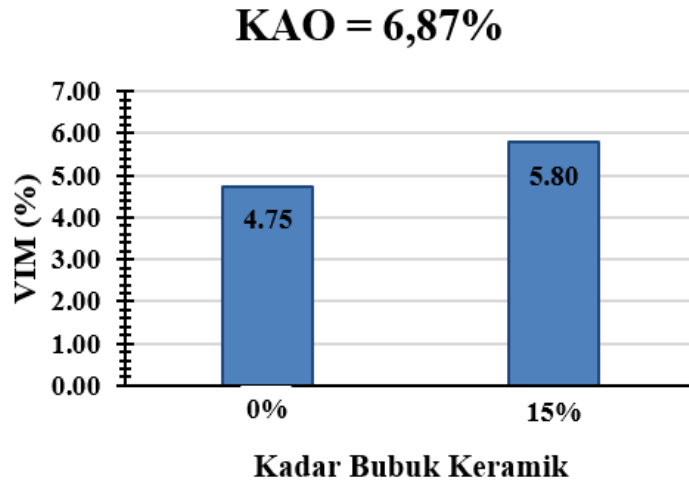


Gambar 12. Diagram Hubungan Antara Nilai MQ dengan Kadar Varian Bubuk Keramik

Data yang diperoleh dari percobaan laboratorium menunjukkan bahwa kadar MQ dan penggunaan bahan pengisi serbuk keramik 0% menurunkan kadar MQ dibandingkan dengan penggunaan bahan pengisi serbuk keramik 15%, sehingga perbandingan pencampuran keduanya lebih dari

15% kadar serbuk keramik. dan dapat digunakan untuk menggantikan abu dan batu sampai batas tertentu. Sehingga peningkatan tingkat MQ menunjukkan bahwa lapisan perkerasan terlalu keras.

4.10 Komparasi VIM dan Filler



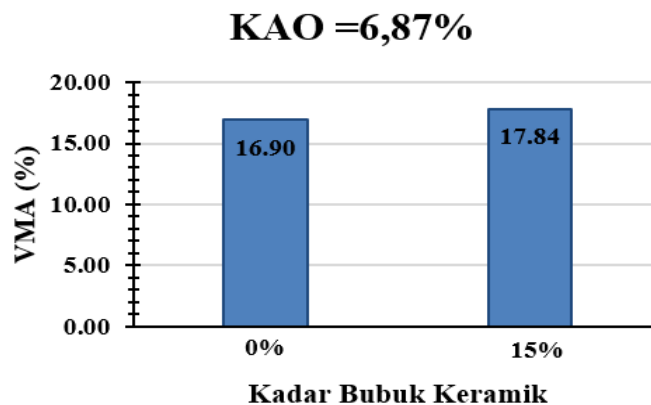
Gambar 13. Diagram Hubungan Antara Nilai VIM dengan Kadar Varian Bubuk Keramik

Dari hasil data yang diperoleh dari percobaan laboratorium menunjukkan bahwa kadar VIM dengan menggunakan filler serbuk keramik 0% menurunkan kadar VIM dibandingkan dengan menggunakan filler serbuk keramik 15%, sehingga perbandingan campuran keduanya besar.

kandungan serbuk keramik digunakan sebagai pengganti abu dan batu sampai batas tertentu. Sehingga semakin tinggi nilai VIM menunjukkan bahwa rongga yang terisi campuran semakin besar sehingga menyebabkan penurunan ketahanan karena semakin banyak air luar yang masuk ke dalam campuran.

Dari hasil data yang diperoleh dari pengujian laboratorium didapati bahwasanya taraf VMA melalui filler bubuk keramik 0% menurun taraf VMAnya dibandingkan memakai filler bubuk keramik 15%, sehingga pada campuran perbandingan dari keduanya lebih unggul di kadar bubuk keramik 15% dan dapat digunakan sebagai bahan pengganti abu batu dengan kadar tertentu. Sehingga semakin tinggi nilai VMA maka rongga dalam celah agregat di campurannya terdapat kenaikan, maka probabilitas campuran mengalami pergeseran semakin banyak pula.

4.11 Komparasi taraf VMA dan Filler

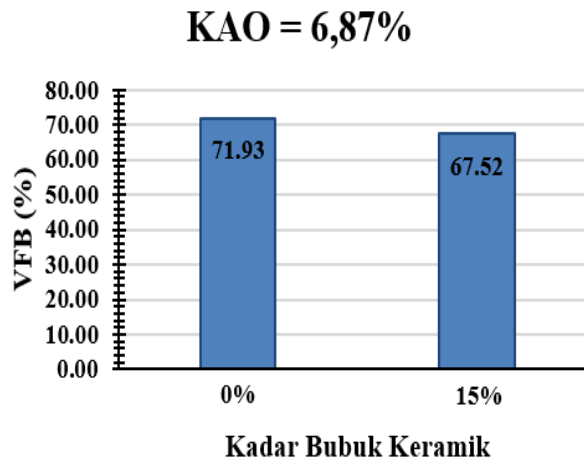


Gambar 14. Diagram Hubungan Antara Nilai VMA dengan Kadar Varian Bubuk Keramik

Dari hasil data yang diperoleh pada uji laboratorium didapatkan bahwa kadar VMA pada penggunaan bahan pengisi serbuk keramik 0% menurunkan kadar VMA dibandingkan dengan penggunaan bahan pengisi serbuk keramik 15%, hal ini disebabkan karena pada perbandingan campuran keduanya adalah lebih tinggi.

lebih dari 15% bubuk keramik dan sampai batas tertentu dapat digunakan sebagai pengganti abu batu. Sehingga semakin tinggi nilai VMA, semakin banyak rongga yang terdapat pada keseluruhan ruang campuran, semakin besar kemungkinan terjadinya perpindahan campuran.

4.12 Komparasi Taraf VFB dan Filler



Gambar 15. Diagram Hubungan Antara Nilai VFB dengan Kadar Varian Bubuk Keramik

Dari hasil data yang diperoleh pada uji laboratorium didapatkan kadar VFB yang menggunakan filler serbuk keramik 0% mengalami penurunan dibandingkan dengan menggunakan filler serbuk keramik 15%, sehingga perbandingan campuran keduanya lebih besar 15% dibandingkan keramik.

kandungan bubuk dan dapat digunakan sebagai pengganti abu dan batu sampai batas tertentu. Sehingga nilai VFB yang semakin tinggi menunjukkan porositas pada campuran dengan kadar aspal rendah.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil Penelitian di Laboratorium PT. Aneka Dharma Persada mengenai penggunaan bubuk keramik menjadi bahan pengisi untuk campuran Lataston HRS-WC diperoleh kesimpulan:

1. Hasil karakteristik Test Marshall filler bubuk keramik untuk campuran Lataston Lapis Aus (Gradasi Semi Senjang) sesuai dengan Spesifikasi Umum 2018, hingga diperoleh taraf KAO senilai 6,87%.
2. Pada varian filler 0% bubuk keramik menunjukkan nilai stabilitas 1150,2 kg > 600 kg, flow 3,83 mm > 2,5 mm, MQ 300,05 kg/mm > 250 mm, VIM 4.7% > 6,0% > 4,0%,

VMA 17% > 18% (pada campuran ini nilai VMA tidak memenuhi spesifikasi) dan VFB 71,9% > 68%.

3. Pada varian filler 0% bubuk keramik menunjukkan nilai stabilitas 1197,9 kg > 600 kg, flow 2,80 mm > 2,5 mm (pada campuran ini nilai flow tidak memenuhi spesifikasi), MQ 427,84 kg/mm > 250 mm, VIM 5.7% > 6,0% > 4,0%, VMA 18% > 18% serta VFB 67,5% > 68%.
4. Pada taraf karakteristik Test Marshall pada percobaan bubuk keramik menjadi filler pada campuran, didapatkan memenuhi persyaratan uji Test Marshall setara melalui Spesifikasi Umum 2018, maka didapatkan guna (JMD) menjadi material pengisi abu batu.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Binamarga. (2018). Spesifikasi Umum 2018,. *Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat*.
- Hidayat, S. (2008). Semen : Jenis Dan Aplikasinya. *Kawan Pustaka, Yogyakarta*.
- Sembiring, S. (2015). Silika Sekam Padi (Potensinya sebagai bahan baku keramik industri). *Yogyakarta. Plantaxia*.
- Sukirman, S. (2003). Beton Aspal Campuran

Panas. Jakarta.