

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH BAN KARET SEBAGAI BAHAN TAMBAH PADA BETON AC-WC DENGAN *FILLER GYPSUM*

Dicky Firmansyah¹, Faizul Chasanah²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email : dickyfirmansyah2910@gmail.com

²Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email : faizul_chasanah@uii.ac.id

Abstract: *Flexible pavement consists of asphalt mixture which is a combination of aggregate and asphalt. Modified asphalt is oil asphalt added with several additives, with a view to improving its performance. The filler is the aggregate that passes on filler no. 200 in hot asphalt mixture. The purpose of this study was to determine the effect of adding rubber tire waste as an added material to AC-WC concrete with Gypsum filler. Research conducted with 4 stages of implementation. The first stage is to determine the characteristics of the material namely asphalt, rubber tire, filler, aggregate. The second step is to make a test object to determine the Optimum Asphalt Level (KAO). The third stage is to make a test object at the OEC with variations in the levels of rubber asphalt 3%, 5%, and 7% and Gypsum filler with variations in levels of 5%, 5.5%, 6%, 6.5%, and 7%. The last step is testing on Marshall Standard, Permeability Testing, and Cantabro Loss testing at KAO. Then do the analyst to draw the conclusions. The results showed that the Marshall Standard characteristics using the addition of rubber content decreased the value of stability, and MQ and increased flow value. While Gypsum filler levels increased the value of stability at levels of 5% to 6% then at levels of 6.5% and 7% decreased. While the flow value increases and the MQ value decreases. The greatest decrease in stability at 7% rubber content and 7% gypsum filler, the flow value experienced the largest increase in rubber content 7% and 7% gypsum filler, the largest decrease in MQ value at 7% rubber content and 7% gypsum filler. The test results on permeability using added rubber content and gypsum filler showed poor drainage indicators. The results of the cantrabo test using added rubber content and gypsum filler experienced a decreased percentage of weight loss. Specifications for genera for Cantrabo testing are <20%.*

Keywords: *Gypsum Filler, Asphalt Modification, Marshall Standard, Permeability, Cantrabo.*

1. PENDAHULUAN

Perkerasan lentur terdiri dari campuran beraspal yang merupakan kombinasi antara agregat dan aspal. Pada beton aspal, aspal berperan sebagai bahan pengikat. Aspal modifikasi adalah aspal minyak yang ditambah dengan beberapa aditif, dengan maksud untuk meningkatkan kinerjanya. Salah satunya dengan memanfaatkan limbah ban karet. Bahan pengisi (*filler*) adalah agregat yang lolos pada saringan no. 200 pada campuran aspal panas. *Filler* bertujuan untuk meningkatkan kerapatan dan stabilitas massa campuran. Mengingat pentingnya kegunaan *filler* pada campuran maka perlu dilakukan inovasi

bahan pengganti *filler*. Salah satunya dengan memanfaatkan limbah *Gypsum*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah ban karet sebagai bahan tambah pada beton AC-WC dengan *Filler Gypsum*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Juliansyah (2017) melakukan penelitian penambahan limbah ban karet sebagai *additive* untuk mengatasi penurunan kinerja campuran *superpave* akibat rendaman air hujan. Hasil penelitian ini menunjukkan secara keseluruhan semakin besar kadar ban karet dapat mengurangi penurunan kinerja campuran

akibat rendaman air hujan. Namun semakin besar kandungan ban karet penurunan stabilitas dan MQ semakin kecil. Persentase penurunan stabilitas setelah rendaman air hujan 96 jam dengan ban karet 0% sebesar 90 % dan karet 6% sebesar 76,7%. Persentase penurunan nilai MQ setelah rendaman 96 jam dengan ban karet 0% sebesar 82,6% dan karet 6% sebesar 65,4%. Hasil analisis Permeabilitas campuran dengan kadar karet 0% dan 6% menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan pada kecepatan alirannya. Hasil uji *Indirect Tensile Strength* menunjukkan bahwa nilai ITS menurun akibat rendaman air hujan. Pada campuran karet 0% signifikan lebih rendah dibandingkan dengan kadar ban karet 6% yang lebih tinggi. Persentase penurunan nilai ITS setelah rendaman air hujan 96 jam dengan ban karet 0% sebesar 68,3 % dan karet 6% sebesar 80,1%. Nilai *Cantabro Loss* semakin meningkat akibat rendaman air hujan dengan peningkatan yang lebih lambat pada campuran dengan kandungan ban karet yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan semakin besar kadar ban karet peningkatan nilai *Cantabro Loss* signifikan lebih besar, yang berarti penambahan ban karet dapat meningkatkan ketahanan campuran terhadap diintergrasi akibat benturan. Persentase penurunan nilai *Cantabro* dengan ban karet 0% sebesar 57,6% dan karet 6% sebesar 78,4 %.

Prayoga (2009) melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan limbah karet sol pada parameter *marshall* campuran aspal beton. Hasil penelitian ini diperoleh: (1) kadar aspal optimum adalah 5,475%, dengan campuran tanpa limbah karet sol dengan nilai stabilitas 1178,25 kg, *flow* 3,75 mm, VIM 5,3%, VMA 20,72%, dan *marshall quotient* 313,24 kg/mm, Pengaruh penambahan limbah karet sol ditinjau dari stabilitas *marshall* dibandingkan campuran aspal dengan limbah karet sol adalah pada penambahan 2% diperoleh stabilitas *marshall* 1132,8

kg, pada penambahan 4% diperoleh stabilitas *marshall* 1111,37 kg, pada penambahan 6% diperoleh stabilitas *marshall* 1283,91 kg, pada penambahan 8% diperoleh stabilitas *marshall* 1300,63 kg, pada penambahan 10% diperoleh stabilitas *marshall* 1427,28 kg. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa penambahan limbah karet sol pada campuran berpengaruh terhadap parameter *marshall*, dimana nilai stabilitas *marshall* semakin naik dengan bertambahnya penambahan kadar limbah karet sol dalam campuran.

Pinandita (2017) melakukan penelitian mengenai pengaruh limbah karet ban sebagai campuran aspal terhadap karakteristik *marshall* pada jenis perkerasan lapis tipis aspal pasir (Latasir) kelas B. Penelitian dilakukan dengan membandingkan beberapa campuran aspal yang menggunakan beberapa variasi kadar karet pada aspal (0%, 2%, 3%, 5%, dan 6%) dengan acuan kadar aspal optimum rencana (Pb) yaitu 7,68% pada kondisi standar (2x50) tumbukan. Hasil uji karakteristik *Marshall* dari 6 variasi sampel didapatkan hasil terbaik pada kadar ban bekas 3% dengan nilai VIM 4,242%, nilai VMA 23,92%, nilai VFA 80,62%, nilai rerata Stabilitas *Marshall* 1094,33 kg, nilai rerata Kelelehan (*flow*) 2,82 mm, dan nilai rerata *Marshall Quotient* (MQ) 388,13 kg/mm.

Novrianto (2016) melakukan penelitian pengaruh penggunaan LDPE sebagai bahan tambah dan gypsum sebagai *filler* dalam campuran laston AC-WC ditinjau dari karakteristik *Marshall*. penggunaan plastik LDPE nilai *density*, stabilitas dan *Marshall Quotient* (MQ) semua memenuhi persyaratan Bina Marga 2010 revisi 3. Nilai VFWA pada kadar aspal 7% semua memenuhi syarat, tetapi pada kadar 5,5% dan 6% tidak ada yang memenuhi syarat. Sedangkan nilai VFWA dengan kadar aspal 6,5% yang tidak memenuhi syarat adalah campuran aspal beton

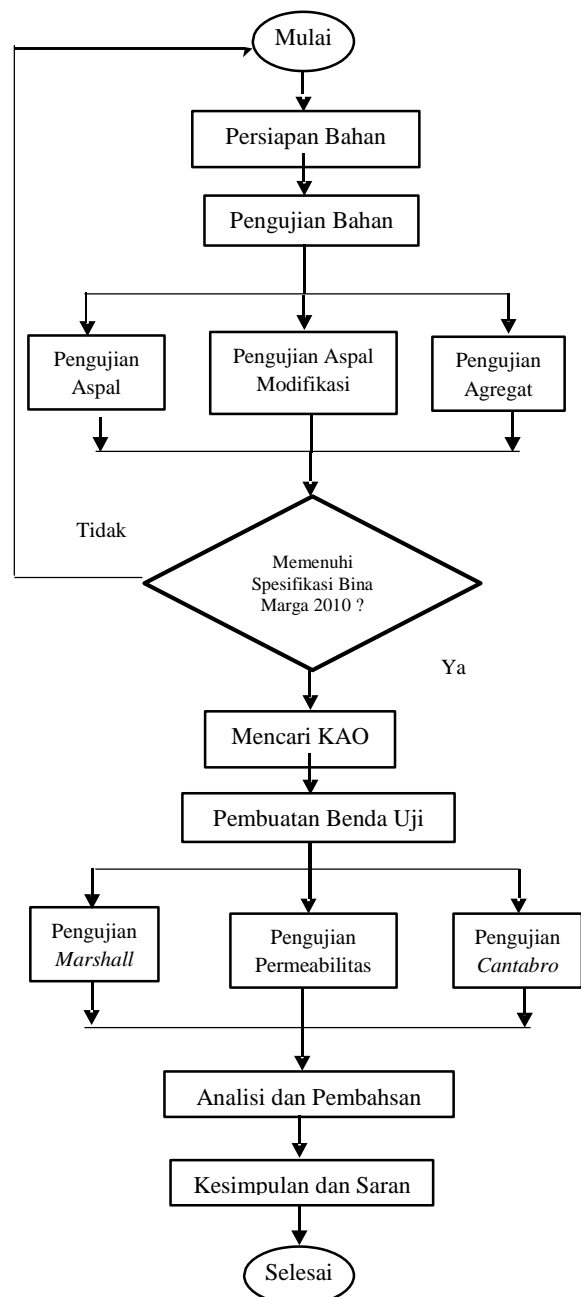
dengan variasi (G5 P5) dan (G5 P7). Kadar aspal 6,5% dengan variasi (0,0), (G0 P6), (G5P6) dan kadar aspal 7% dengan variasi (0,0), (G0 P5), (G0 P6), (G5 P6), (G5 P7) yang memenuhi syarat untuk nilai VITM. Untuk nilai *flow*, semua kadar aspal dengan variasi (G5 P6) dan (G5 P7) memenuhi syarat. Untuk kadar aspal 5,5% dengan variasi (G P), (G P), kadar aspal 6% dengan variasi (G P), (G P), dan kadar aspal 6,5% dan 7% dengan variasi (G P) juga memenuhi persyaratan Bina Marga 2010 revisi 3.

Auditia dkk (2018) melakukan penelitian mengenai pengaruh penggunaan bubuk *gypsum* sebagai *filler* dalam campuran aspal. Hasil pengujian campuran aspal pada variasi kadar *gypsum* 5%, 6%, 7%, 8%, dan 9%, menunjukkan bahwa penambahan *gypsum* sebagai pengganti bin 4 pada campuran beraspal dapat meningkatkan kualitas campuran beraspal pada kadar optimum, yaitu pada kadar *gypsum* 6% dengan nilai *density* sebesar 2,12 gr/cm³, VIM sebesar 7,70 %, VMA sebesar 18,10%, VFA sebesar 57,48%, *stability* sebesar 1113,40 kg, *flow* sebesar 4,8 mm dan QM sebesar 231,96 (kg/mm).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui percobaan di Laboratorium Perkerasan Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Material yang digunakan adalah aspal (Penetrasi 60/70) dan agregat kasar serta halus yang digunakan adalah batu pecah yang berasal dari Clereng, Kulon Progo pada Laboratorium Perkerasan Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia. Bahan karet di dapatkan di CV. Nuansa Baru. Penelitian ini dibagi menjadi 4 tahap pelaksanaan. Tahap pertama adalah menentukan karakteristik bahan yaitu aspal, apal ban karet, *filler*, agregat. Tahap kedua adalah membuat benda uji untuk menentukan Kadar Aspal Optimum

(KAO). Tahap ketiga adalah melakukan membuat benda uji pada KAO dengan variasi kadar aspal karet 3%, 5%, dan 7% dan *Filler Gypsum* dengan variasi kadar 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7%. Tahap terakhir adalah pengujian pada *Marshall Standard*, Pengujian Permeabilitas, dan pengujian *Cantabro Loss* pada KAO. Kemudian melakukan analisis dengan metode Bina Marga 2010 untuk pengambilan kesimpulan. Berikut adalah bagan alir penelitian.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Karakteristik Bahan

Pengujian ini untuk mengetahui sifat fisik dan karakteristik aspal, agregat halus, dan agregat kasar. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 1 Hasil Pengujian Aspal Pen 60/70.

No.	Jenis Pengujian	Persyaratan	Hasil
1	Berat Jenis	1	1,054
2	Penetrasi (0,1 mm)	60	65,6
3	Daktilitas (cm)	100	157
4	Titik Nyala (°C)	232	280
5	Titik Bakar (°C)	225	281
6	Kelarutan TCE (%)	99	100
7	Titik Lembek (°C)	48	49,5

Tabel 2 Hasil Pengujian Aspal Modifikasi dengan Kadar Karet

No.	Jenis Pengujian	Persyaratan	Hasil Karet		
			3%	5%	7%
1	Berat Jenis	1	1,055	1,062	1,085
2	Penetrasi (0,1 mm)	Min 40	43,8	44,6	45
3	Daktilitas (cm)	100	126,5	124	121
4	Titik Nyala (°C)	232	259	263	301
5	Titik Bakar (°C)	225	274	283	312
6	Kelarutan TCE (%)	99	100	100	100
7	Titik Lembek (°C)	54	55,3	55	54,8

Tabel 3 Hasil Pengujian Agregat Kasar.

No.	Jenis Pengujian	Persyaratan	Hasil
1	Berat Jenis	> 2,5	2,52
2	Penyerapan Agregat Terhadap Air (%)	< 3	2,72
3	Kelekatan Agregat Terhadap Aspal (%)	> 95	99,5
4	Keausan dengan Mesin Los Angeles (%)	< 40	26,6

Tabel 4 Hasil Pengujian Agregat Halus.

No.	Jenis Pengujian	Persyaratan	Hasil
1	Berat Jenis	> 2,5	2,59
2	Penyerapan Agregat Terhadap Air (%)	< 3	1,18
3	Sand Equivalent (%)	>50	80,85

4.2 Pengujian Marshall Mencari KAO

Pengujian ini untuk mengetahui karakteristik *Marshall* Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 5 Rekapitulasi Karakteristik *Marshall* Pada KAO Dengan Bahan Ikat Pen 60/70.

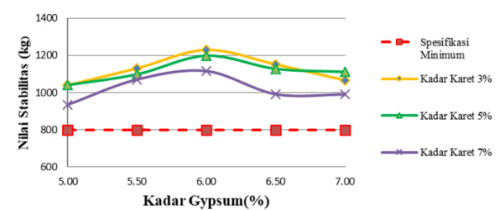
kadar	stability	flow	MQ	vma	vfwa	vim	Den sity
4.50	908.5	2.30	395.03	15.2	78.2	3.30	2.24
5.00	1256.2	2.98	422.03	14.8	67.3	4.86	2.26
5.50	1164.6	3.26	357.25	14.8	67.4	4.83	2.27
6.00	971.97	3.31	293.94	16.1	71.4	4.62	2.25
6.50	958.40	3.87	247.86	15.3	76.3	3.62	2.29

Berdasar kan hasil diperoleh nilai KAO dari campuran AC-WC adalah 5,75%.

4.3 Pengujian *Marshall* Kondisi KAO

1. Stabilitas

Berdasarkan hasil pengujian di Laboratorium diperoleh nilai grafik hubungan nilai stabilitas dengan nilai kadar aspal karet dan filler gypsum dan nilai stabilitas dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



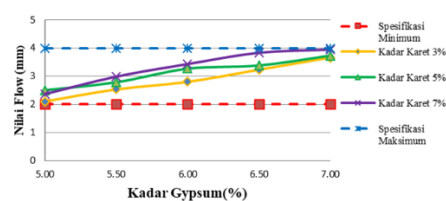
Gambar 1 Grafik Hubungan Nilai Kadar Aspal Karet dan Nilai *Filler Gypsum* Terhadap Nilai Stabilitas

Berdasarkan grafik pada Gambar 1 nilai stabilitas campuran dipengaruhi oleh kadar karet dan kadar gypsum dalam campuran tersebut. Nilai stabilitas akan semakin menurun sering bertambahnya kadar karet dan meningkatnya kadar gypsum hingga maksimum pada 6%, kemudian menurun pada kadar 6,5% hingga 7%. Hal ini dikarenakan penambahan kadar karet serta penambahan *filler gypsum* mempengaruhi fungsi aspal sebagai perekat antara agregat. Dengan kata lain penambahan kadar karet mempengaruhi tingkat kemurnian aspal yang menyebabkan kemampuan aspal merekat agregat menjadi berkurang dan kadar *Filler gypsum* yang awalnya membantu

naiknya nilai stabilitas tetapi karena kadar *Filler* yang berlebihan tidak mampu diserap oleh rongga-rongga dalam suatu campuran yang menyebabkan ikatan antara butiran-butiran agregat menjadi lemah dan terpisah satu sama lainnya, mengakibatkan nilai stabilitas menurun.

2. Flow

Berdasarkan hasil pengujian di Laboratorium diperoleh nilai grafik hubungan antara kadar karet dan kadar *Filler Gypsum* pada nilai *flow* dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.

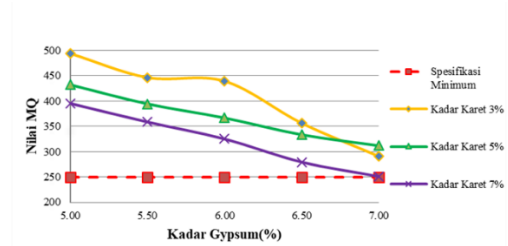


Gambar 2 Grafik Hubungan Nilai Kadar Aspal Karet dan Nilai *Filler Gypsum* Terhadap Nilai *Flow*

Berdasarkan grafik pada Gambar 2 di atas dapat dilihat bahwa nilai *flow* semakin meningkat seiring bertambahnya kadar karet dan kadar *Filler Gypsum*. Peningkatan *flow* disebabkan penambahan kadar karet yang semakin banyak sehingga mengurangi kinerja aspal sebagai perekat antar agregat yang menyebabkan campuran menjadi lebih elastis dan nilai *flow* meningkat. Sedangkan nilai *flow* meningkat pada campuran seiring penambahan kadar *filler gypsum* yang menyebabkan semakin banyak rongga pada campuran, hal ini disebabkan karena *filler gypsum* tidak mampu mengisi rongga pada butiran agregat.

3. Marshall Quotient (MQ)

Berdasarkan hasil pengujian di Laboratorium diperoleh nilai grafik hubungan antara kadar karet dan kadar *Filler Gypsum* pada nilai *Marshall Quotient* dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini.

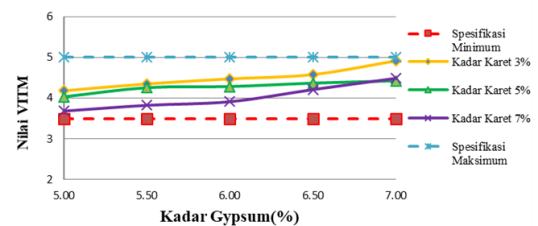


Gambar 3 Grafik Hubungan Nilai Kadar Aspal Karet dan Nilai *Filler Gypsum* Terhadap Nilai *Marshall Quotient*

Berdasarkan grafik pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai *Marshall Quotient* terjadi penurunan. Menurunnya nilai *MQ* disebabkan seiring bertambahnya kadar karet dan kadar gypsum yang menyebabkan nilai stabilitas mengalami penurunan dan nilai *flow* mengalami peningkatan sehingga nilai perbandingan stabilitas dan *flow* mengalami penurunan. Campuran dengan nilai stabilitas yang rendah dan *flow* yang tinggi mengakibatkan campuran memiliki kekakuan yang relatif rendah sehingga campuran cenderung bersifat elastis.

4. Void In The Total Mix (VITM).

Berdasarkan hasil pengujian di Laboratorium diperoleh nilai grafik *Void In The Total Mix (VITM)* dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah ini.



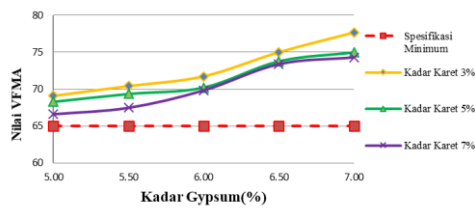
Gambar 4 Grafik Hubungan Nilai Kadar Aspal Karet dan Nilai *Filler Gypsum* Terhadap Nilai *Void In The Total Mix*.

Berdasarkan grafik pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa grafik *Void in the Mix (VITM)* dengan penambahan kadar karet dan *filler gypsum*. Nilai *VITM* akan semakin meningkat seiring bertambahnya kadar aspal serta seiring bertambahnya kadar *filler gypsum*. Bertambahnya kadar

filler gypsum menyebabkan rendahnya penyerapan rongga sehingga membentuk rongga yang lebih banyak.

5. Void Filled With Asphalt (VFWA).

Berdasarkan hasil pengujian di Laboratorium diperoleh nilai grafik VFWA dapat dilihat pada Gambar 5.6 dibawah ini.

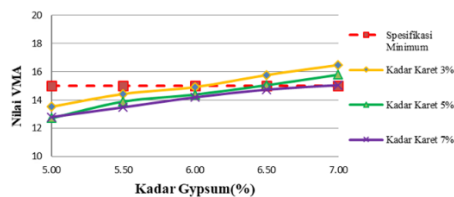


Gambar 5 Grafik Hubungan Nilai Kadar Aspal Karet dan Nilai *Filler Gypsum* Terhadap Nilai *Void Filled With Asphalt*

Berdasarkan grafik pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa seiring dengan bertambahnya kadar aspal dan kadar *filler gypsum* maka nilai VFWA akan semakin bertambah. Bertambahnya VFWA disebabkan oleh fungsi aspal selain sebagai bahan ikat juga sekaligus sebagai pengisi rongga dalam campuran sehingga semakin bertambah *filler gypsum* maka campuran semakin longgar, hal ini disebabkan semakin banyak rongga yang tidak terisi oleh *filler gypsum*.

6. Void In Mineral Aggregate (VMA)

Berdasarkan hasil pengujian di Laboratorium diperoleh nilai grafik *Void In Mineral Aggregate* dapat dilihat pada Gambar 5.7 dibawah ini.

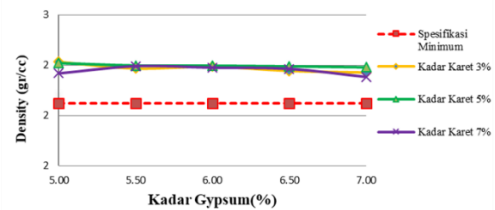


Gambar 6 Grafik Hubungan Nilai Kadar Aspal Karet dan Nilai *Filler Gypsum* Terhadap Nilai *Void In Mineral Aggregate*

Berdasarkan grafik pada Gambar 6 dapat disimpulkan bahwa penambahan kadar karet dan kadar *filler gypsum* menyebabkan peningkatan VMA. Peningkatan ini disebabkan oleh penambahan *filler gypsum* membuat rongga antar agregat yang terdapat di dalam campuran semakin bertambah karena rongga-rongga tidak dapat terisi oleh *filler gypsum*.

7. Density

Berdasarkan hasil pengujian di Laboratorium diperoleh nilai grafik *density* dapat dilihat pada Gambar 5.8 dibawah ini.

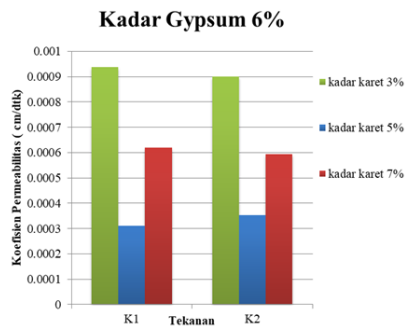


Gambar 7 Grafik Hubungan Nilai Kadar Aspal Karet dan Nilai *Filler Gypsum* Terhadap Nilai *Density*

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.9 dapat dilihat bahwa nilai *density* tidak mengalami perubahan yang signifikan tetapi tetap mengalami penurunan. Penurunan tersebut seiring dengan bertambahnya kadar *filler gypsum* pada campuran. Hal ini disebabkan *filler gypsum* tidak mampu mengisi rongga-rongga dalam campuran, sehingga campuran longgar dan bersifat kurang padat.

4.4 Pengujian Permeabilitas

Hasil pengujian permeabilitas campuran pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada Gambar 4.

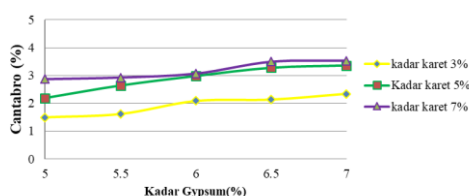


Gambar 8 Grafik Hubungan Nilai Kadar Aspal Karet dan Nilai *Filler Gypsum* Terhadap Nilai Permeabilitas

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai permeabilitas tertinggi diperoleh pada campuran dengan kadar karet 3% dan permeabilitas menurun pada kadar karet 5% dan 7%. Hal ini disebabkan karena pada penambahan kadar karet 3%, karet tidak mempengaruhi kinerja aspal sebagai perekat butiran agregat dan membuat aspal menjadi kedap terhadap air. Sedangkan pada penambahan kadar karet sebesar 5% dan 7% justru menurangi kinerja aspal sebagai perekat butiran agregat sehingga campuran memiliki rongga yang banyak sehingga campuran permeabilitas menurun.

4.5 Pengujian Cantrabo

Hasil pengujian di Laboratorium diperoleh nilai grafik *Cantrabo* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5 dibawah ini.



Gambar 9 Grafik Hubungan Nilai Kadar Aspal Karet dan Nilai *Filler Gypsum* Terhadap Nilai Cantrabo

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.17 dapat dilihat bahwa nilai *Cantrabo*

cenderung menurun seiring bertambahnya kadar *filler gypsum* dan bertambahnya kadar karet. Bertambahnya kadar *filler gypsum* menyebabkan semakin banyak rongga dalam campuran yang tidak dapat diisi oleh *filler gypsum* tersebut. Sehingga campuran menjadi longgar dan lebih rapuh. Bertambahnya kadar karet menyebabkan aspal mengalami penurunan kemampuan melekatkan butiran agregat dalam campuran sehingga pemisahan antar agregat semakin besar. Syarat spesifikasi *Bina Marga* untuk pengujian *Cantrabo* harus <20%.

4.4 Hasil Analisis Statistika Anova

Hasil rekapitulasi analisis menggunakan *Anova* dapat dilihat pada Tabel 5.12 di bawah ini.

Tabel 6 Analisis Statistika Anova

Parameter	Hasil Analisis	Keterangan
<i>Marshall</i>	Signifikan	H ₁ diterima
<i>Permeability</i>	Signifikan	H ₀ diterima
<i>Cantabro</i>	Signifikan	H ₀ diterima

Berdasarkan tabel diatas bahwa hasil uji statistika *Anova* terhadap pengujian *Marshall* didapatkan H₁ ada perbedaan signifikan terhadap penambahan kadar karet dan penambahan kadar *filler gypsum*. Sedangkan untuk pengujian *permeability* dan *cantrabo* didapatkan hasil H₀, tidak ada perbedaan yang signifikan namun tetap ada perubahan yang terjadi pada penambahan kadar karet serta penambahan *filler gypsum*.

4.7 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian terhadap karakteristik *Marshall* pada kadar aspal optimum dengan campuran bergradasi AC-WC menggunakan bahan aspal Pen 60/70 dan kadar karet 3%,5%, dan 7% serta *Filler Gypsum* 5%, 5,5%, 6%,

6,5%,7% menggunakan penambahan kadar karet mengalami penurunan nilai stabilitas dan *MQ* dan meningkatnya nilai *flow*. Sedangkan kadar *Filler Gypsum* terjadi peningkatan pada stabilitas pada kadar 5% sampai 6% kemudian pada kadar 6,5% dan 7% mengalami penurunan. Serta nilai *flow* dan *MQ* mengalami penurunan.

Pada pengujian peremabilitas pada campuran *AC-WC* menggunakan bahan tambah karet dan *filler gypsum* menunjukkan bahwa campuran tersebut masuk dalam kategori drainase jelek terhadap air, pada tekanan 1000 kg/cm² dan tekanan 2000 kg/cm².

Pada pengujian *cantrabo* pada campuran *AC-WC* menggunakan bahan tambah karet dan *filler gypsum* menunjukkan bahwa campuran tersebut mengalami presentase kehilangan berat yang menurun. Syarat spesifikasi *Bina Marga* untuk pengujian *Cantrabo* harus < 20%.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah diuraikan maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Hasil pengujian pada karakteristik *Marshall Standart* menggunakan penambahan kadar karet mengalami penurunan nilai stabilitas, dan *MQ* serta meningkatnya nilai *flow*. Sedangkan kadar *filler Gypsum* terjadi peningkatan nilai stabilitas pada kadar 5% sampai 6% kemudian pada kadar 6,5% dan 7% mengalami penurunan. Sedangkan nilai *flow* terjadi peningkatan dan nilai *MQ* mengalami penurunan. Penurunan stabilitas terbesar pada kadar karet 7% dan *filler gypsum* 7%, nilai *flow* mengalami peningkatan terbesar pada kadar karet 7% dan *filler gypsum* 7%, penurunan nilai *MQ* terbesar pada kadar karet 7% dan *Filler gypsum* 7%.
2. Hasil pengujian terhadap permeabilitas yang menggunakan penambahan kadar

karet dan *filler gypsum* menunjukkan hasil indikator drainase jelek.

3. Hasil pengujian terhadap *cantrabo* yang menggunakan penambahan kadar karet dan *filler gypsum* mengalami presentase kehilangan berat yang menurun.

5.2 SARAN

Merujuk pada hasil penelitian pengaruh penambahan limbah ban karet sebagai bahan tambah pada beton *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)* dengan *filler gypsum*, maka penulis memberikan saran sebagai berikut.

1. Kadar karet sebagai *additive* bisa ditambah atau divariasikan lagi untuk mengetahui dan mendapatkan data yang berpengaruh terhadap campuran pada campuran *AC-WC* dan dapat mengatasi penurunan kinerja.
2. Kadar *gypsum* sebagai *filler* bisa ditambah atau divariasikan lagi untuk mengetahui dan mendapatkan data yang berpengaruh terhadap campuran pada campuran *AC-WC* dan dapat mengatasi penurunan kinerja.
3. Variasi penggunaan agregat lain sebagai pembanding tambahan pada karakteristik campuran beton *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*.
4. Variasi penggunaan aspal lain sebagai pembanding tambahan pada kualitas campuran aspal bergradasi *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*.
5. Perlu dilakukan pengujian viskositas untuk penggunaan aspal modifikasi terutama pada aspal modifikasi karet.
6. Perlu dilakukan kualiti kontrol pada penggunaan aspal 100%.
7. Perlu dilakukan pengujian berat jenis *gypsum*.

6. DAFTAR PUSTAKA

Auditia,A.B., Rendih, Elnov, D., Mulatuna H.H, Rachmansyah. 2018. Pengaruh Penggunaan Bubuk Gypsum Sebagai Filler Dalam Campuran Aspal. *Jurnal Teknik*

dan Ilmu Komputer. Universitas Kristen Duta Wacana. Yogyakarta

Direktorat Jendral Bina Marga. 2010. *Spesifikasi Umum 2010*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Juliansyah, R. 2017. Penambahan Limbah Karet Sebagai Additive Untuk Mengatasi Penurunan Kinerja Campuran Superpave Akibat Rendaman Air Hujan. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta

Novrianto, I.B.A. 2016. Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Sebagai Bahan Tambah Pada Beton Aspal dengan Filler Gypsum. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Atma Jaya. Yogyakarta

Pinandita,A.M. 2017. Pengaruh Limbah Karet Ban Sebagai Campuran Aspal Terhadap Karakteristik Marshall, Pada Jenis Perkerasaan Lapis Ttipis Aspal Pasir (LATASIR) KELAS B. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Muhammdiyah Purwokerto.

Prayoga, A.B. 2009. Pengaruh Penambahan Limbah Karet Sol Pada Parameter Marshall Campuran Aspal Beton. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Negri Malang.