

PENGARUH PENGGUNAAN KAPUR SEBAGAI BAHAN PENGISI (*FILLER*) TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN BETON ASPAL LAPIS AUS (AC-WC)

Andri* , Arief Setiawan** dan Novita Pradani**

*) Alumni Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Tadulako, Palu

**) Staf Pengajar pada KK Transportasi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Anggota Pusat Studi Transportasi dan Logistik Universitas Tadulako, Palu

Abstract

Increased population growth boosted road transport infrastructure. So it takes a good pavement structure. Efforts to increase the hot asphalt mix with the new specification implies the use of hydrated lime as an anti stripping agent in the mix asphalt.

This study aimed to investigate the characteristics of the use of hydrated lime as a filler that uses a mixture of asphalt with aggregate filler composition arrangement between a stone dust and hydrated lime on Asphaltic Concrete - Wearing Course (AC - WC). The composition is lime: stone dust is 0%: 100%, 25%: 75%, 50%: 50%, and 75%: 25%.

The results of this research indicate that the lime filler significantly affects the quality of the mix, the value of stability, flexibility, durability, density, VIM, VMA, VFB, and flow with the value of F_{table} greather than Farithmetic based on Anova two factor analysis. From the research lime used 0%, 25%, and 50%, due to the variation of 75% lime can not set the value of the optimum bitumen content. Stability values obtained at optimum bitumen content in lime variation of 0%, 25% and 50% is 1114,862 kg, 1243,425 kg, and 1167,645 kg. And for Retained Marshall Stability value of 94,303%, 98.301% and 99.202%. The quality of the mix with hydrayed lime as a filler is better. Based on the value of Marshall Stability and durability, it can be stated that the addition of hydrated lime as a filler can improve the quality of the mix.

Keyword: *Lime, filler, Asphaltic Concrete - Wearing Course(AC-WC)*

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan laju pertumbuhan penduduk di suatu daerah, maka jalan raya sebagai bagian prasarana transportasi mempunyai peran penting dalam menunjang aktivitas masyarakat. Pentingnya peranan jalan tersebut disebabkan jalan merupakan salah satu penggerak roda perekonomian di berbagai sektor pembangunan daerah yang dibangun dan dipergunakan untuk kepentingan masyarakat luas. Oleh karena itu, sesuai dengan perkembangan teknologi sarana transportasi, maka dibutuhkan prasarana jalan yang memadai diantaranya adalah jenis konstruksi jalan, baik geometrik maupun struktur perkerasan (pavement). Jalan yang aman, nyaman, kuat dan ekonomis akan mempermudah manusia dalam proses

pergerakannya. Dengan demikian untuk mewujudkan kondisi jalan yang berkualitas maka perlu diberikan lapisan tambah antara tanah dan roda atau lapis paling atas pada badan jalan.

Salah satu alternatif bahan pengisi yang dapat digunakan dalam campuran beton aspal yaitu kapur padam (*hydrated lime*), karena disamping harganya relatif murah kapur padam juga merupakan material bahan tambah lokal yang banyak terdapat di Sulawesi Tengah. Kapur padam merupakan salah satu mineral industri yang banyak digunakan oleh sektor industri maupun konstruksi. Secara umum kapur bersifat hidrolis, tidak menunjukkan pelapukan dan dapat terbawa arus. Secara fisik kapur merupakan batuan sedimen yang

terdiri dari mineral "Calsium Carbonat" (CaCO_3) yang kemudian melalui pembakaran dengan suhu tinggi lalu disiram dengan air sehingga menghasilkan kapur padam "Calsium Hydroksida" (Ca(OH)_2).

Sesuai Spesifikasi Umum 2010 revisi (1) tahun 2011 yang mengisyaratkan penggunaan bahan anti pengelupasan dalam campuran beraspal. Salah satu alternatif bahan anti-stripping agent, yaitu kapur padam. Kapur padam bertindak sebagai anti-stripping agent yang dapat meningkatkan durabilitas atau keawetan kinerja campuran beton aspal dalam menerima repetisi beban lalu lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim seperti udara, air, atau perubahan temperatur.

Berdasarkan uraian singkat di atas maka permasalahan yang dapat ditarik adalah bagaimana karakteristik campuran Beton Aspal Lapis Aus (AC-WC) dengan kapur sebagai bahan pengisi (filler) dengan kadar 0%, 25%, dan 75% terhadap berat filler.

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO) pada kadar kapur 0%, 25%, 50% dan 75% serta karakteristik-karakteristiknya seperti nilai Kepadatan, VIM, VMA, VFB, Stabilitas Marshall (MS), Marshall Quotion (MQ) dan Marshal Immersion/rendaman.

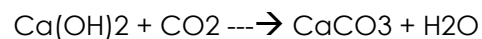
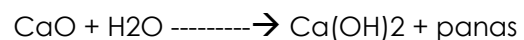
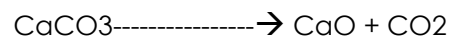
2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Kapur (lime) merupakan salah satu mineral industri yang banyak digunakan oleh sektor industri maupun konstruksi. Secara umum kapur bersifat hidrolis, tidak menunjukkan pelapukan dan dapat terbawa arus. Secara fisik kapur merupakan sebuah benda putih dan halus. Bahan dasar kapur adalah batu kapur. Batu kapur mengandung kalsium karbonat CaCO_3 , dengan pemanasan ($\pm 980^\circ\text{C}$) karbon dioksidanya keluar dan tinggal kapurnya saja (CaO). Kapur dari hasil pembakaran ini bila ditambahkan air mengembang dan retak. Banyak panas yang dikeluarkan

(seperti mendidih) selama proses ini, dan hasilnya ialah "Calsium Hydroksida" (Ca(OH)_2). Air yang dipakai untuk proses ini secara teoritis diperlukan hanya 32% berat kapur, akan tetapi karena faktor-faktor antara lain pembakaran, jenis kapur dan sebagainya kadang-kadang air yang diperlukan sampai 2 atau 3 kali volume kapur. Proses ini disebut "slaking" adapun sebagian hasilnya yaitu kalsium hidroksida disebut "slaked lime atau hydrated lime".

Dari kalsium hidrat ini akan diperoleh mortel kapur. Mortel ini di udara terbuka menyerap karbon dioksida (CO_2) dan dengan proses kima menghasilkan CaCO_3 yang rumus kimia proses tersebut dapat ditulis sebagai berikut:



Kapur yang digunakan pada penelitian ini adalah kapur yang berasal dari hasil penambangan warga di daerah Tondo Kecamatan Palu Timur. Berdasarkan hasil interview/wawancara dengan penjual kapur, kapur yang digunakan diambil dengan menggunakan linggis yang masih berupa batu kapur, kemudian batu kapur tersebut dipecah dengan menggunakan kapak menjadi bagian yang lebih kecil. Kemudian dibawa ke tempat pembakaran untuk dibakar selama 3 hari 3 malam. Setelah hari ketiga, kapur tersebut dipadamkan dengan menggunakan air sehingga menjadi serbuk yang lebih halus kemudian diayak dengan mempergunakan ayakan manual untuk memisahkan kapur dengan kotoran-kotoran yang ada dari hasil pembakaran dan selanjutnya dikemas dalam kemasan 20 kg untuk dipasarkan. Jadi, kapur yang digunakan pada penelitian ini yaitu kapur padam atau yang lebih dikenal dengan nama kapur hidrat atau kalsium hidroksida Ca(OH)_2 yang berasal dari hasil pembakaran batu kapur.

Kapur dalam campuran aspal panas (hotmix) menciptakan banyak manfaat diantaranya adalah bertindak sebagai anti stripping agent yang dapat

meningkatkan durabilitas atau keawetan kinerja campuran beton aspal dalam menerima repetisi beban lalu-lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim seperti udara, air, atau perubahan temperatur. Kapur juga dapat mempengaruhi kinerja campuran beton aspal dengan cara meningkatkan ikatan antara aspal dan agregat.

2.2 Eksperimen Faktorial

Eksperimen Faktorial merupakan eksperimen yang mengekstraksi informasi dari beberapa faktor desain dengan lebih efisien. Tujuan utama dari eksperimen faktorial adalah untuk menentukan dampak berbagai faktor (variabel bebas) atas beberapa karakteristik dari suatu produk (variabel terikat). Sebagai contoh, metode eksperimen faktorial bisa diterapkan untuk mengkaji karakteristik antara kadar kapur terhadap kepadatan pada berbagai kadar aspal.

Eksperimen faktorial yang digunakan adalah Eksperimen Faktorial ANOVA dua faktor dengan replikasi. Pada eksperimen faktorial lazimnya satu faktor dibiarkan bervariasi dan lainnya tetap. Misalnya pengaruh kadar kapur dan kadar aspal terhadap kepadatan yang akan diselidiki. Variabel pengujian adalah:

- a. Kedua variabel bebas (faktor-faktor) adalah kadar Kapur A dan kadar Aspal B.

- b. Variabel terikat (respons) adalah kepadatan W.

Hasil dari eksperimen faktorial dapat digunakan untuk mengevaluasi dampak dari A dan B atas W, hasil yang dapat diperoleh :

- a. Konsep tingkat kepercayaan dapat digunakan dalam estimasi dampak A dan B terhadap W
 - Dampak A dan B : Pada tingkat kepercayaan tertentu, jika $F_{hitung} < F_{tabel}$, berarti A dan B tidak mempunyai dampak yang signifikan terhadap W.
 - Dampak A dan B : Pada tingkat kepercayaan tertentu, jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, berarti A dan B mempunyai dampak yang signifikan terhadap W.
- b. Metode ini dapat mengestimasi kekeliruan eksperimen (residual error) dari data hasil pengujian.
- c. Metode ini dapat mengestimasi interaksi antara faktor A dan faktor B.
 - Dampak interaksi A dan B : Pada tingkat kepercayaan tertentu, jika $F_{hitung} < F_{tabel}$, berarti A dan B tidak terdapat interaksi yang signifikan terhadap W.
 - Dampak interaksi A dan B : Pada tingkat kepercayaan tertentu, jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, berarti A dan B terdapat interaksi yang signifikan terhadap W.

Tabel 1. Analisis Varians dengan Dua Faktor

Sumber Varians	Jumlah Kuadrat (SS)	Derajat Kebebasan (df)	Rerata Jumlah Kuadrat (MS)	Nisbah Rerata Jumlah Kuadrat
Antar Kolom	$SS_k = \frac{\sum T_k^2}{n_r} - N$	$df_k = k - 1$	$MS_k = \frac{SS_k}{df_k}$	$\frac{MS_k}{MS_{TSS}}$
Antar Lajur	$SS_r = \frac{\sum T_r^2}{n_k} - N$	$df_r = r - 1$	$MS_r = \frac{SS_r}{df_r}$	$\frac{MS_r}{MS_{TSS}}$

Tabel 1. Analisis Varians dengan dua Faktor (Lanjutan)

Sumber Varians	Jumlah Kuadrat (SS)	Derajat Kebebasan (df)	Rerata Jumlah Kuadrat (MS)	Nisbah Rerata Jumlah Kuadrat
Interaksi	$SS_{kxr} = \frac{\sum T_{kr}^2}{n} - \frac{T^2}{N} - SS_k$	$df_{kxr} = (k-1) \cdot (r-1)$	$MS_{kxr} = \frac{SS_{kxr}}{df_{kxr}}$	$\frac{MS_{kxr}}{MS_{ras}}$
Residual	$SS_{ras} = SS_T - SS_k - SS_r - SS_{kxr}$	$df_{ras} = df_T - df_k - df_r - df_{kxr}$	$MS_{ras} = \frac{SS_{ras}}{df_{ras}}$	
Total	$SS_T = \sum x_i^2 - \frac{T^2}{N}$	$df_T = N-1$		

Keterangan:

SSk	= jumlah kuadrat kolom	MSr	= rerata jumlah kuadrat lajur
SSr	= jumlah kuadrat lajur	MSkxr	= rerata jumlah kuadrat interaksi antara kolom dan lajur
SSkxr	= jumlah kuadrat interaksi antara kolom dan lajur	MSres	= rerata jumlah kuadrat residual
SSres	= jumlah kuadrat residual	n	= jumlah sampel per baris
SST	= jumlah kuadrat total	k	= kolom
dfk	= derajat kebebasan kolom	r	= lajur
dfr	= derajat kebebasan lajur	N	= jumlah data
dfkxr	= derajat kebebasan interaksi antara kolom dan lajur	Tk	= total kolom
dfres	= derajat kebebasan residual	Tr	= total lajur
dfT	= derajat kebebasan total	Tkxr	= total interaksi antara kolom dan lajur
MSk	= rerata jumlah kuadrat kolom		

Tabel 2. Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston (AC)

Sifat - Sifat Campuran	Laston		
	WC	BC	Base
Jumlah tumbukan per bidang	75		112 ⁽¹⁾
Rongga dalam campuran (%) ⁽³⁾	Min	3.5	
	Max	5.0	
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min	15	13
Rongga terisi aspal (%)	Min	65	60
Stabilitas Marshall (Kg)	Min	800	1800 ⁽¹⁾
	Max	-	-
Pelelehan (mm)	Min	3	4.5 ⁽¹⁾
	Max	-	-
Marshall Quotient (Kg/mm)	Min	250	300
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C	Min	90	
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal) ⁽²⁾	Min	2.5	

Sumber : Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Divisi VI Perkerasan Beraspal, Kementerian PU, Edisi November 2010

2.3 Ketentuan ketentuan Beton aspal (AC)

Campuran beton aspal yang dibuat harus memenuhi ketentuan ketentuan atau spesifikasi yang dipersyaratkan oleh Spesifikasi Bidang Jalan dan Jembatan Kementerian PU. Tahun 2010 seperti pada Tabel 2.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat penelitian

Penelitian telah dilakukan di Laboratorium Transportasi dan Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu, Sulawesi Tengah.

3.2 Bahan penelitian

Bahan penelitian yang digunakan terdiri dari agregat kasar dan agregat halus (diambil dari *Stone Crusher Taipa*) bahan pengisi (*filler*) kapur padam (yang diperjual-

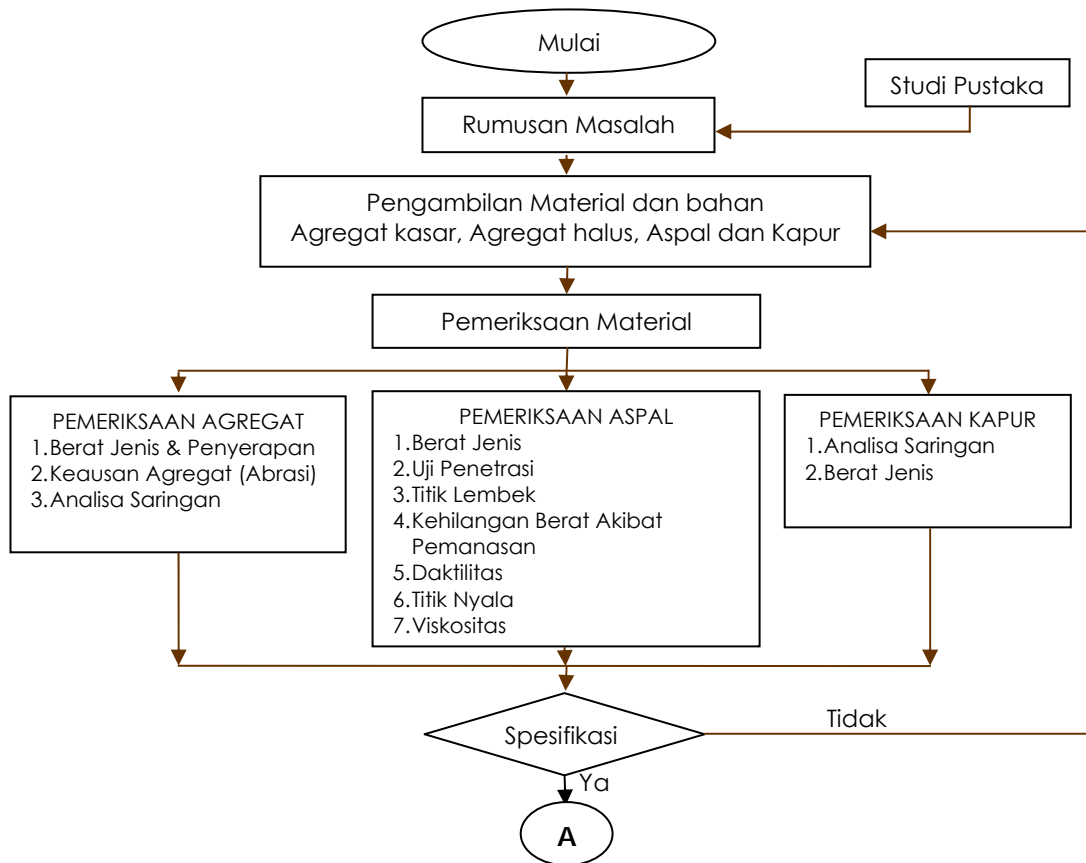
belikan penduduk di sepanjang jalan Trans Sulawesi arah Kota Palu - Pelabuhan Pantoloan) serta bahan pengikat berupa aspal penetrasi 60/70 Ex. Pertamina.

3.3 Alat yang digunakan

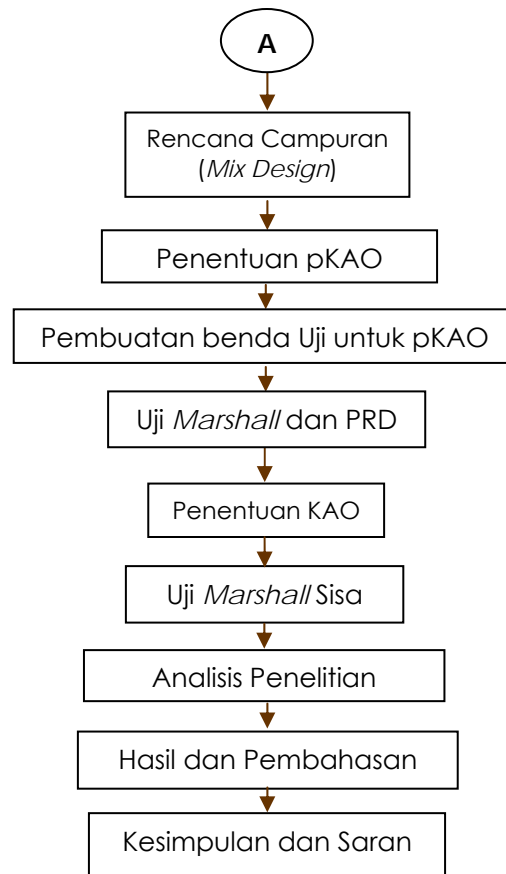
Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi 1 (satu) set saringan, oven pemanas, 1 (satu) set alat Marshall, satu set saringan, 1 (satu) set timbangan (*neraca*), 1 (satu) buah kompor minyak tanah untuk pemanasan aspal dan campuran.

3.4 Prosedur penelitian

Dalam melaksanakan penelitian di laboratorium mengacu kepada diagram alir yang dibuat agar tidak keluar dari ketentuan yang telah ditetapkan. Adapun diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian (lanjutan)

Tabel 3. Penentuan Komposisi Agregat pada Campuran Kapur 0%

No. Saringan	Bukaan (mm)	Fraksi 3/4"		Fraksi 3/8"		Abu batu		Gradasi Gabungan	Spesifikasi	Komposisi % Tertahan Setiap Saringan	Berat Setiap Saringan (Gram)
		% Lolos	10%	% Lolos	36%	% Lolos	54%				
3/4"	19.00	100	10.00	100	36.00	100	54.00	100.00	100	0	0
1/2"	12.50	30.27	3.03	96.67	34.80	100	54.00	91.83	90-100	8.17	98.1
3/8"	9.500	11.55	1.16	87.28	31.42	100	54.00	86.57	72-90	5.25	63.0
#4	4.750	0.34	0.03	20.35	7.32	100	54.00	61.36	54-69	25.22	302.6
#8	2.360	0.30	0.03	1.74	0.63	91.76	49.55	50.21	39,1-53	11.15	133.8
#16	1.180	0.27	0.03	1.11	0.40	67.12	36.24	36.67	31,6-40	13.54	162.4
#30	0.600	0.26	0.03	1.11	0.40	44.54	24.05	24.48	23,1-30	12.20	146.4
#50	0.300	0.25	0.02	1.07	0.38	33.23	17.95	18.35	15,5-22	6.12	73.5
#100	0.150	0.23	0.02	1.06	0.38	19.24	10.39	10.79	9-15	7.56	90.7
#200	0.075	0.20	0.02	0.86	0.31	10.37	5.60	5.93	4-10	4.86	58.3
Pan Kapur	-	0	0	0	0	0	0	0	-	5.93	71.2
											0.0

Sumber: Hasil olahan Tahun 2012

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pemeriksaan Material dan Gradasi Gabungan Agregat dan Asbuton Butir

Sebagai langkah awal pada penelitian ini, telah dilakukan pengujian material yang akan digunakan meliputi

pemeriksaan terhadap karakteristik fisik agregat, sifat-sifat teknis kapur dan aspal. Hal ini diperlukan untuk mengetahui apakah jenis agregat, asbuton maupun aspal minyak yang digunakan berkualitas baik atau tidak (memenuhi batasan spesifikasi

atau tidak). Adapun agregat yang digunakan untuk campuran beton aspal (AC-WC) adalah agregat $\frac{3}{4}$ " , $\frac{3}{8}$ " , abu batu dan vahan pengisi kapur.

Hasil pemeriksaan terhadap sifat-sifat teknis agregat menunjukkan bahwa agregat yang digunakan berkualitas baik dan dapat digunakan karena memenuhi syarat yang ditetapkan dalam spesifikasi.

Pada prinsipnya pembuatan campuran beraspal dilakukan dalam dua tahap, yaitu penetapan komposisi agregat dan penentuan perkiraan kadar aspal optimum (PKAO). Untuk mendapatkan nilai PKAO, maka dibuatkan gradasi gabungan agregat dan vahan pengisi kapur, dimana kadar kapur adalah 0%, 25%, 50% dan 75%. Hasil penggabungan agregat dengan asbuton butir disajikan pada Tabel 3, Tabel 4 Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 4. Penentuan Komposisi Agregat pada Campuran Kapur 25%

No. Saringan	Bukaan (mm)	Fraksi 3/4"		Fraksi 3/8"		Abu batu		Gradasi Gabungan	Spesifikasi	Komposisi % Tertahan Setiap Saringan	Berat Setiap Saringan (Gram)
		% Lolos	10%	% Lolos	36%	% Lolos	54%				
3/4"	19.00	100	10.00	100	36.00	100	54.00	100.00	100	0	0
1/2"	12.50	30.27	3.03	96.67	34.80	100	54.00	91.83	90-100	8.17	98.1
3/8"	9.500	11.55	1.16	87.28	31.42	100	54.00	86.57	72-90	5.25	63.0
#4	4.750	0.34	0.03	20.35	7.32	100	54.00	61.36	54-69	25.22	302.6
#8	2.360	0.30	0.03	1.74	0.63	91.76	49.55	50.21	39,1-53	11.15	133.8
#16	1.180	0.27	0.03	1.11	0.40	67.12	36.24	36.67	31,6-40	13.54	162.4
#30	0.600	0.26	0.03	1.11	0.40	44.54	24.05	24.48	23,1-30	12.20	146.4
#50	0.300	0.25	0.02	1.07	0.38	33.23	17.95	18.35	15,5-22	6.12	73.5
#100	0.150	0.23	0.02	1.06	0.38	19.24	10.39	10.79	9-15	7.56	90.7
#200	0.075	0.20	0.02	0.86	0.31	10.37	5.60	5.93	4-10	4.86	58.3
Pan Kapur	-	0	0	0	0	0	0	0	-	5.93	13.2 53.4

Sumber: Hasil olahan Tahun 2012

Tabel 5. Penentuan Komposisi Agregat pada Campuran Kapur 50%

No. Saringan	Bukaan (mm)	Fraksi 3/4"		Fraksi 3/8"		Abu batu		Gradasi Gabungan	Spesifikasi	Komposisi % Tertahan Setiap Saringan	Berat Setiap Saringan (Gram)
		% Lolos	10%	% Lolos	36%	% Lolos	54%				
3/4"	19.00	100	10.00	100	36.00	100	54.00	100.00	100	0	0
1/2"	12.50	30.27	3.03	96.67	34.80	100	54.00	91.83	90-100	8.17	98.1
3/8"	9.500	11.55	1.16	87.28	31.42	100	54.00	86.57	72-90	5.25	63.0
#4	4.750	0.34	0.03	20.35	7.32	100	54.00	61.36	54-69	25.22	302.6
#8	2.360	0.30	0.03	1.74	0.63	91.76	49.55	50.21	39,1-53	11.15	133.8
#16	1.180	0.27	0.03	1.11	0.40	67.12	36.24	36.67	31,6-40	13.54	162.4
#30	0.600	0.26	0.03	1.11	0.40	44.54	24.05	24.48	23,1-30	12.20	146.4
#50	0.300	0.25	0.02	1.07	0.38	33.23	17.95	18.35	15,5-22	6.12	73.5
#100	0.150	0.23	0.02	1.06	0.38	19.24	10.39	10.79	9-15	7.56	90.7
#200	0.075	0.20	0.02	0.86	0.31	10.37	5.60	5.93	4-10	4.86	58.3
Pan Kapur	-	0	0	0	0	0	0	0	-	5.93	35.6 26.6

Sumber: Hasil olahan Tahun 2012

Tabel 6. Penentuan Komposisi Agregat pada Campuran Kapur 75%

No. Saringan	Bukaan (mm)	Fraksi 3/4"		Fraksi 3/8"		Abu batu		Gradasi Gabungan	Spesifikasi	Komposisi % Tertahan Setiap Saringan	Berat Setiap Saringan (Gram)
		% Lolos	10%	% Lolos	36%	% Lolos	54%				
3/4"	19.00	100	10.00	100	36.00	100	54.00	100.00	100	0	0
1/2"	12.50	30.27	3.03	96.67	34.80	100	54.00	91.83	90-100	8.17	98.1
3/8"	9.500	11.55	1.16	87.28	31.42	100	54.00	86.57	72-90	5.25	63.0
#4	4.750	0.34	0.03	20.35	7.32	100	54.00	61.36	54-69	25.22	302.6
#8	2.360	0.30	0.03	1.74	0.63	91.76	49.55	50.21	39,1-53	11.15	133.8
#16	1.180	0.27	0.03	1.11	0.40	67.12	36.24	36.67	31,6-40	13.54	162.4
#30	0.600	0.26	0.03	1.11	0.40	44.54	24.05	24.48	23,1-30	12.20	146.4
#50	0.300	0.25	0.02	1.07	0.38	33.23	17.95	18.35	15,5-22	6.12	73.5
#100	0.150	0.23	0.02	1.06	0.38	19.24	10.39	10.79	9-15	7.56	90.7
#200	0.075	0.20	0.02	0.86	0.31	10.37	5.60	5.93	4-10	4.86	58.3
Pan Kapur	-	0	0	0	0	0	0	0	-	5.93	39.5 35.6

Sumber: Hasil olahan Tahun 2012

Kapur 25%

$$\text{Kapur} = (71,2 \cdot (25/100)) = 17,8 \text{ gram}$$

Koreksi terhadap Berat Jenis Kapur

$$\frac{\text{Kapur setelah dikoreksi}}{\text{Berat Jenis Kapur}} = \frac{\text{Kapur sebelum dikoreksi}}{\text{Berat Jenis Abu Batu}}$$

$$\frac{\text{Kapur setelah dikoreksi}}{1,898} = \frac{17,8}{2,568}$$

$$\text{Kapur setelah dikoreksi} = \frac{17,80 \times 1,898}{2,568} = 13,2 \text{ gram}$$

Abu Batu 75%

$$\text{Abu Batu} = (71,2 \cdot (75/100)) = 53,4 \text{ gram}$$

Kapur 50%

$$\text{Kapur} = (71,2 \cdot (50/100)) = 35,6 \text{ gram}$$

Koreksi terhadap Berat Jenis Kapur

$$\frac{\text{Kapur setelah dikoreksi}}{\text{Berat Jenis Kapur}} = \frac{\text{Kapur sebelum dikoreksi}}{\text{Berat Jenis Abu Batu}}$$

$$\frac{\text{Kapur setelah dikoreksi}}{1,898} = \frac{35,6}{2,568}$$

$$\text{Kapur setelah dikoreksi} = \frac{35,60 \times 1,898}{2,568} = 26,3 \text{ gram}$$

Abu Batu 50%

$$\text{Abu Batu} = (71,2 \cdot (50/100)) = 35,6 \text{ gram}$$

Kapur 75%

$$\text{Kapur} = (71,2 \cdot (75/100)) = 53,4 \text{ gram}$$

Koreksi terhadap Berat Jenis Kapur

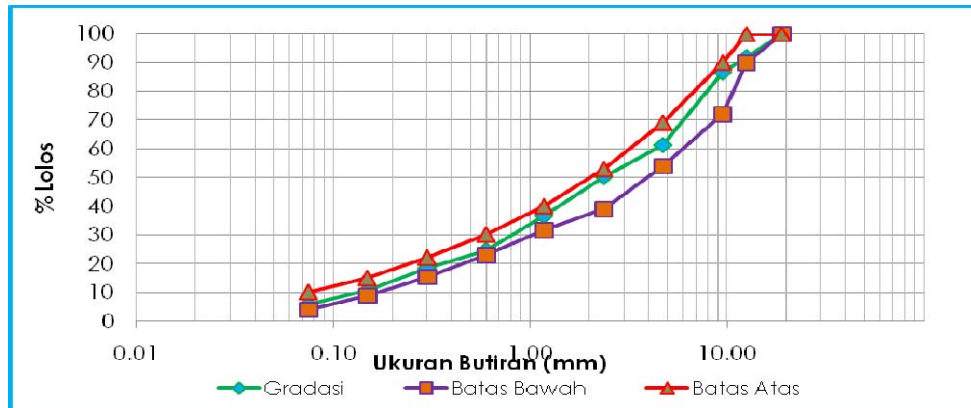
$$\frac{\text{Kapur setelah dikoreksi}}{\text{Berat Jenis Kapur}} = \frac{\text{Kapur sebelum dikoreksi}}{\text{Berat Jenis Abu Batu}}$$

$$\frac{\text{Kapur setelah dikoreksi}}{1,898} = \frac{53,4}{2,568}$$

$$\text{Kapur setelah dikoreksi} = \frac{53,4 \times 1,898}{2,568} = 39,8 \text{ gram}$$

Abu Batu 75%

$$\text{Abu Batu} = (71,2 \cdot (25/100)) = 17,8 \text{ gram}$$



Gambar 2. Gradasi Gabungan Campuran Beton Aspal Lapis Aus

Tabel 7. Hasil Pengujian Marshall Campuran AC-WC Untuk Kadar Kapur 0%

Kadar Aspal (%)	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	Spec
Kepadatan (gr/cm ³)	2.282	2.312	2.323	2.311	2.293	2.295	-
VIM (%)	6.509	4.639	3.493	3.344	3.462	2.712	3,5 - 5
VMA (%)	16.588	15.951	15.970	16.857	17.960	18.318	Min. 15
VFB (%)	60.830	70.925	78.131	80.192	80.790	85.210	Min 65
Stabilitas (kg)	1072.732	1056.086	1216.932	1303.201	1133.823	991.213	Min. 800
Flow (mm)	3.837	3.897	3.920	5.160	4.917	6.013	Min. 3
MQ (kg/mm)	283.375	271.965	315.542	253.196	230.797	165.196	Min 250

Sumber: Hasil olahan Tahun 2011

Tabel 8. Hasil Pengujian Marshall Campuran AC-WC Untuk Kadar Kapur 25%

Kadar Aspal (%)	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	Spec
Kepadatan (gr/cm ³)	2.331	2.344	2.337	2.339	2.336	2.335	-
VIM (%)	6.944	5.742	5.376	4.584	4.036	3.393	3,5 - 5
VMA (%)	14.450	14.422	15.156	15.505	16.071	16.551	Min. 15
VFB (%)	51.950	60.215	64.529	70.441	74.891	79.503	Min 65
Stabilitas (kg)	1339.368	1776.473	1549.113	1363.761	1168.440	1025.117	Min. 800
Flow (mm)	4.567	4.557	5.050	4.840	5.977	6.173	Min. 3
MQ (kg/mm)	297.538	391.211	306.904	282.733	195.844	167.016	Min 250

Sumber: Hasil olahan Tahun 2011

4.2 Hasil Pemeriksaan Marshall untuk Benda Uji pKAO pada kadar kapur 0%, 25%, 50% dan 75%

Perhitungan Perkiraan Kadar Aspal Optimum (pKAO) pada kadar kapur 0%, 25%, 50% dan 75% untuk pembuatan benda uji dilakukan seperti berikut:

$$FF = 5,93\%$$

$$CA = 100 - (\% \text{ lolos saringan No. 8})$$

$$= 100 - 50,21 = 49,79\%$$

$$FA = \text{lolos saringan No. 8} - \text{filler} \\ = 49,79 - 5,93 = 44,28\%$$

$$C = \text{konstanta sekitar } 0,5 - 1,0 \text{ diambil } 1$$

$$Pb = 0,035 (\% CA) + 0,045 (\% FA) + 0,18 (\% FF) + C$$

$$= 0,035 (49,79) + 0,045 (44,28) + 0,18 (5,93) + 1$$

$$= 5,8\% \approx 6,0\%$$

Tabel 9. Hasil Pengujian Marshall Campuran AC-WC Untuk Kadar Kapur 50%

<i>Kadar Aspal</i>	(%)	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	<i>Spec</i>
Kepadatan	(gr/cm³)	2.331	2.335	2.338	2.343	2.351	2.339	-
VIM	(%)	6.819	5.990	5.171	4.302	3.304	3.094	3,5 - 5
VMA	(%)	14.132	14.443	14.767	15.049	15.223	16.086	Min. 15
VFB	(%)	51.746	58.532	64.989	71.426	78.351	80.766	Min 65
Stabilitas	(kg)	1220.632	1580.754	1327.625	1184.444	1128.909	973.925	Min. 800
Flow	(mm)	3.870	4.097	4.423	5.020	5.040	5.563	Min. 3
MQ	(kg/mm)	315.808	386.012	300.118	236.046	226.444	175.969	Min 250

Sumber: Hasil olahan Tahun 2011

Tabel 10. Hasil Pengujian Marshall Campuran AC-WC Untuk Kadar Kapur 75%

<i>Kadar Aspal</i>	(%)	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	<i>Spec</i>
Kepadatan	(gr/cm³)	2.325	2.325	2.342	2.340	2.340	2.339	-
VIM	(%)	6.939	6.266	4.905	4.327	3.643	3.002	3,5 - 5
VMA	(%)	13.995	14.447	14.279	14.823	15.272	15.758	Min. 15
VFB	(%)	50.425	56.699	65.648	70.809	76.146	80.956	Min 65
Stabilitas	(kg)	1180.775	1173.337	1159.123	1034.373	1021.417	879.755	Min. 800
Flow	(mm)	4.430	4.067	4.273	4.527	5.127	4.987	Min. 3
MQ	(kg/mm)	271.378	289.138	273.981	235.984	199.145	177.921	Min 250

Sumber: Hasil olahan Tahun 2011

Dari hasil perkiraan kadar aspal optimum berdasarkan spesifikasi Beton Aspal Lapis Aus maka dibuat benda uji dengan enam variasi kadar aspal. Sehingga variasi kadar aspalnya adalah 5% ; 5,5% ; 6% ; 6,5% ; 7% ; 7,5% .

Hasil pengujian Marshall dari benda uji kondisi pKAO dengan kadar kapur 0%, 25%, 50% dan 75% disajikan pada Tabel 7, Tabel 8, Tabel 9 dan Tabel 10.

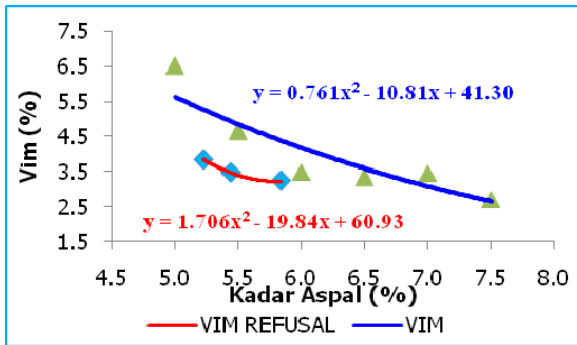
Dari hasil pengujian pada Tabel 7, Tabel 8, Tabel 9 dan Tabel 10, dibuat grafik hubungan antara VIM dengan kadar aspal (Gambar 3, Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6) untuk mendapatkan benda uji tambahan untuk PRD. Benda uji dibuat dengan tiga variasi kadar aspal.

Kadar aspal yang digunakan untuk pembuatan benda uji tambahan untuk PRD diperoleh dengan menghubungkan nilai 5% pada grafik. Dari Gambar 3 diperoleh kadar aspal pada VIM 5% adalah 5,445%. Lalu dari Gambar 4 diperoleh kadar aspal pada VIM 5% adalah 6,157. Dan dari Gambar 5

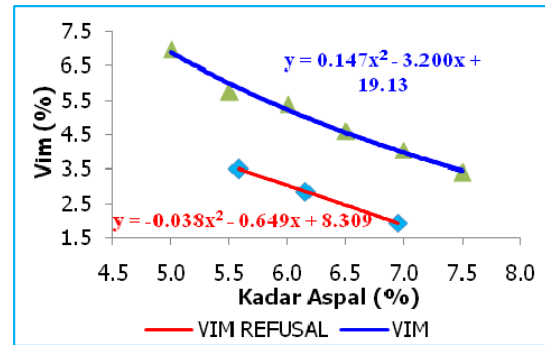
diperoleh kadar aspal pada VIM 5% adalah 6,014%. Sedangkan pada Gambar 6 tidak dibuat benda uji PRD karena tidak dapat ditetapkan satu kadar aspal yang memenuhi semua parameter *Marshall*. Kadar aspal inilah yang kemudian digunakan untuk membuat benda uji tambahan dan dipadatkan sampai membal (refusal). Dibuatkan masing- masing tiga benda uji untuk tiap kadar aspal.

Dari hasil percobaan campuran beton aspal lapis aus AC-WC dengan menggunakan alat penumbuk dengan jumlah tumbukan 2 x 400 tumbukan maka didapatkan nilai VIM Refusal, lalu dibuat Grafik hubungan antara VIM Refusal dan kadar aspal seperti pada Gambar 8, Gambar 9, Gambar 10 dan Gambar 11.

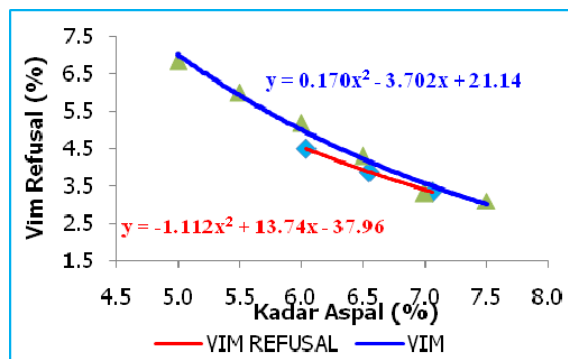
Gambar 7 menunjukkan bahwa VIM Refusal yang diperoleh memenuhi spesifikasi yang ditentukan yaitu di atas 2,5%. Dari nilai di atas kemudian dimasukkan ke dalam Tabel 11, Tabel 12 dan Tabel 13.



Gambar 7. Hubungan Antara Kadar aspal Vs VIM Refusal Kapur 0%



Gambar 8. Hubungan Antara Kadar Aspal Vs VIM Refusal Kapur 25%



Gambar 9. Hubungan Antara Kadar Aspal Vs VIM Refusal Kapur 50%

Tabel 11. Hasil Pengujian *Marshall* Metode *PRD* Kapur 0%

Karakteristik Campuran	Satuan	Kadar Aspal (%)			Spec
		5,223	5,445	5,834	
<i>Vim Refusal</i>	(%)	3,836	3,472	3,240	Min 2,5

Sumber: Hasil olahan Tahun 2012

Tabel 12. Hasil Pengujian *Marshall* Metode *PRD* Kapur 25%

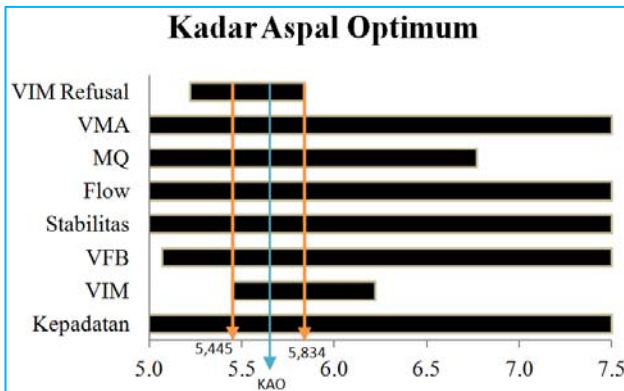
Karakteristik Campuran	Satuan	Kadar Aspal (%)			Spec
		5,578	6,157	6,828	
<i>Vim Refusal</i>	(%)	3,490	2,852	1,937	Min 2,5

Sumber: Hasil olahan Tahun 2012

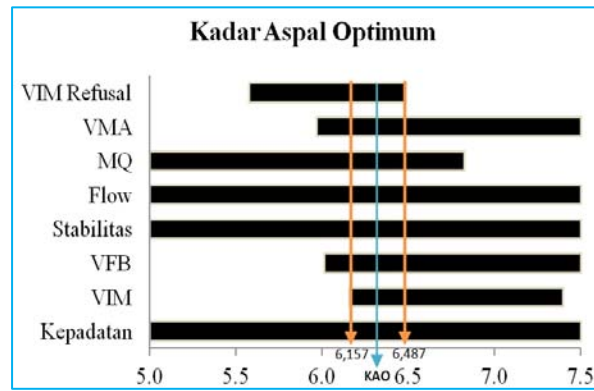
Tabel 13. Hasil Pengujian *Marshall* Metode *PRD* Kapur 50%

Karakteristik Campuran	Satuan	Kadar Aspal (%)			Spec
		6,041	6,550	7,058	
<i>Vim Refusal</i>	(%)	4,478	4,344	3,636	Min 2,5

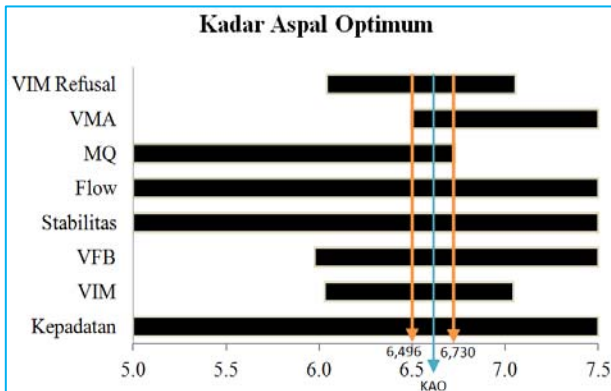
Sumber: Hasil olahan Tahun 2012



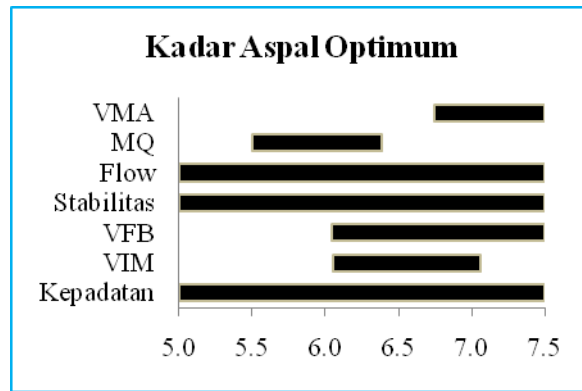
Gambar 10. Kadar Aspal Optimum untuk Campuran AC-WC pada kadar Kapur 0%



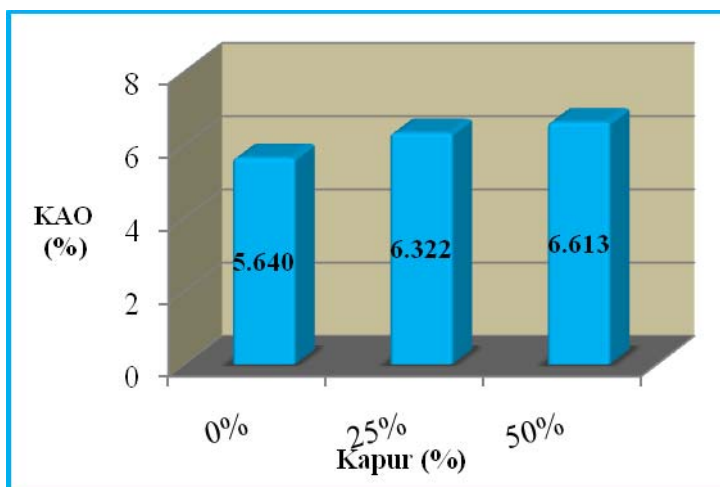
Gambar 11. Kadar Aspal Optimum untuk Campuran AC-BC pada kadar Kapur 25%



Gambar 12. Kadar Aspal Optimum untuk Campuran AC-WC pada kadar Kapur 50%



Gambar 13. Kadar Aspal Optimum untuk Campuran AC-WC pada kadar Kapur 75%



Gambar 14. Kadar Aspal optimum Untuk Masing - masing Campuran AC-WC

Tabel 14. Karakteristik Campuran pada Kadar Aspal Optimum

Kadar Kapur %	Kepadatan (gr/cm ³)	VIM %	VMA %	VFB %	Stabilitas kg	Flow mm	MQ kg/mm
0	2,331	3,981	15,379	74,135	1114,862	4,410	389,284
25	2,339	4,865	15,374	68,369	1243,425	4,370	286,123
50	2,343	4,387	15,129	71,003	1167,645	4,483	261,018
Spec.	-	3,5 - 5	min. 15	min. 65	min. 800	min. 3	min. 250

Sumber: Hasil olahan Tahun 2012

Dari data-data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan campuran beton aspal lapis aus AC-WC dengan kapur sebagai bahan pengisi disajikan pada Tabel 7, Tabel 8, Tabel 9 dan Tabel 10, maka dibuat grafik yang menghubungkan antara Kadar aspal dengan Karakteristik campuran AC-WC dengan kapur sebagai bahan pengisi menggunakan metode "Bar-Chart" untuk mendapatkan kadar aspal optimum (KAO) seperti diperlihatkan pada Gambar 10, Gambar 11, Gambar 12 dan Gambar 13.

Dari Gambar 14 dapat dilihat bahwa campuran Aspal Beton Lapis Aus AC-WC dengan kadar kapur 0% diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) yaitu 5,640%, dan untuk kadar kapur 25% diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) yaitu 6,322%, sedangkan untuk kadar kapur 50% diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) yaitu 6,613%.

Dari Gambar 13 dapat dilihat bahwa campuran Aspal Beton Lapis Aus AC-WC dengan kapur sebagai bahan pengisi dengan kadar 75% tidak diperoleh kadar aspal optimum, karena tidak didapatkan kadar aspal yang memenuhi semua parameter *Marshall*.

4.3 Hasil Pemeriksaan Marshall untuk Benda Uji KAO pada Kadar Kapur 0%, 25%, 50% dan 75%

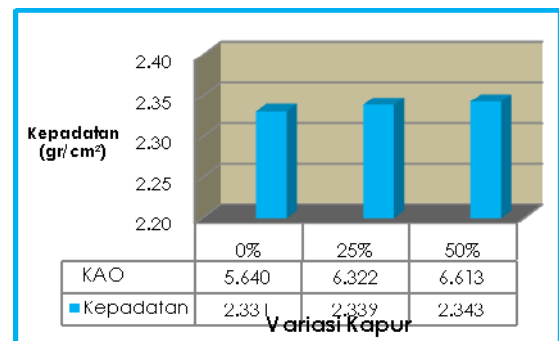
Hasil pemeriksaan campuran campuran beton aspal lapis aus AC-WC dengan kapur sebagai bahan pengisi pada kadar aspal optimum disajikan pada Tabel 14.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada campuran beton aspal lapis aus AC-WC menggunakan aspal 60/70 dan vahan pengisi kapur menghasilkan karakteristik yang berbeda. Pemeriksaan

karakteristik campuran beton aspal lapis aus AC-WC dengan kapur sebagai bahan pengisi pada kondisi Kadar Aspal Optimum berdasarkan uji Marshall terdiri dari:

a. Kepadatan/*density*

Kepadatan (*density*) merupakan perbandingan antara massa benda terhadap volumenya. Nilai kepadatan campuran beton aspal lapis aus AC-WC dengan kapur sebagai bahan pengisi dengan kadar kapur 0%, 25% dan 50% dapat dilihat pada Gambar 15 untuk campuran beton aspal lapis aus AC-WC pada kondisi Kadar Aspal Optimum.



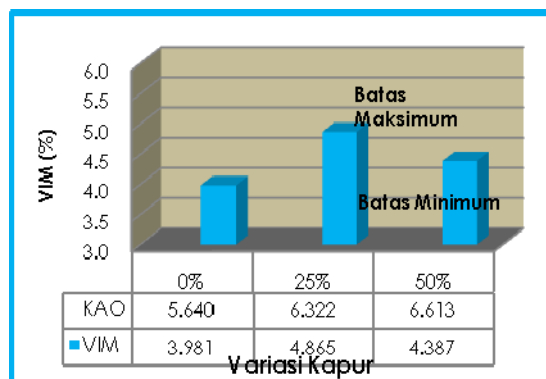
Gambar 15. Hubungan Variasi Kapur Terhadap Kepadatan pada Kondisi Kadar Aspal Optimum

Dari gambar 15 dapat dilihat bahwa nilai *density* cenderung meningkat seiring bertambahnya variasi kapur pada kadar aspal optimum tertentu. Adapun nilai *density* yang diperoleh pada campuran AC-WC yang menggunakan kapur 0% sebesar 2,331 gr/cm³, kapur 25% sebesar 2,339 gr/cm³ dan pada variasi kapur 50% diperoleh nilai *density* sebesar 2,343 gr/cm³.

b. *Void in Mix (VIM)*

VIM (Void In Mixture) merupakan persentase rongga udara dalam campuran antara agregat dan aspal setelah dilakukan pemadatan. VIM atau rongga dalam campuran adalah parameter yang biasanya berkaitan dengan durabilitas dan kekuatan dari campuran.

Semakin kecil nilai VIM, maka akan bersifat kedap air. Namun nilai VIM yang terlalu kecil dapat mengakibatkan keluarnya aspal ke permukaan. Grafik nilai VIM campuran AC-WC untuk berbagai variasi kapur pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada gambar 16.



Gambar 16. Hubungan Variasi Kapur Terhadap VIM pada Kondisi Kadar Aspal Optimum

Dari gambar 16 menunjukkan bahwa penambahan variasi kapur ke dalam campuran menyebabkan nilai VIM meningkat pada kapur 25 % dan menurun kembali pada kadar kapur 50%. Hal ini disebabkan karena rongga yang ada terisi oleh kapur lebih banyak.

Adapun nilai VIM yang diperoleh pada campuran AC-WC yang menggunakan variasi kapur 0% sebesar 3,981 %, kapur 25% sebesar 4,865% dan pada variasi kapur 50% sebesar 4,387%.

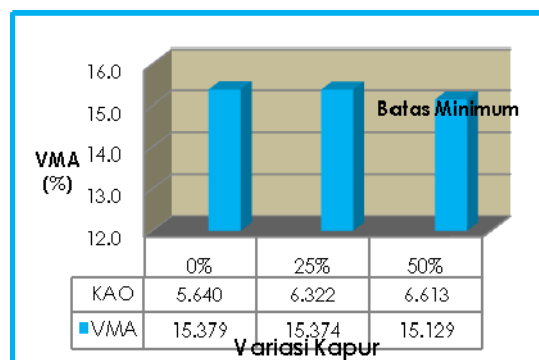
c. Nilai VMA

VMA adalah persentase rongga antar butir agregat, termasuk di dalamnya adalah rongga yang terisi udara dan rongga terisi aspal efektif. Nilai VMA yang terlalu kecil dapat menyebabkan lapisan

aspal yang dapat menyelimuti agregat menjadi tipis dan mudah teroksidasi, akan tetapi bila kadar aspalnya terlalu banyak akan menyebabkan bleeding.

Nilai minimum rongga dalam mineral agregat adalah untuk menghindari banyaknya rongga udara yang menyebabkan material menjadi berpori. Rongga pori dalam agregat tergantung pada ukuran butir, susunan, bentuk dan metode pemadatan.

Grafik nilai VMA campuran AC-WC untuk berbagai variasi kapur pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 17. Hubungan Variasi Kapur Terhadap VMA pada Kondisi Kadar Aspal Optimum

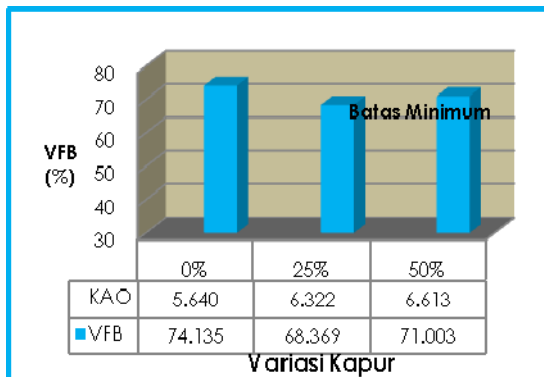
Dari gambar 17 menunjukkan bahwa penambahan variasi kapur ke dalam campuran cenderung menyebabkan nilai VMA cenderung menurun. Hal ini disebabkan karena penambahan kapur membuat ruang yang tersedia untuk menampung volume aspal dan volume rongga udara yang diperlukan dalam campuran semakin sedikit.

Adapun nilai VMA yang diperoleh pada campuran AC-WC yang menggunakan variasi kapur 0% sebesar 15,379 %, kapur 25% sebesar 15,374 %, dan kapur 50% sebesar 15,129 %.

d. Nilai VFB

Nilai VFB memperlihatkan persentase rongga terisi aspal. Apabila VFB besar maka banyak rongga yang terisi aspal sehingga kekedapan campuran terhadap udara dan air menjadi lebih

tinggi. Hal ini disebabkan aspal yang berjumlah besar apabila menerima beban dan panas akan mencari rongga yang kosong. Jika rongga yang tersedia sedikit dan semua telah terisi, aspal akan naik kepermukaan yang kemudian terjadi bleeding.



Gambar 18. Hubungan Variasi Kapur Terhadap VFB pada Kondisi Kadar Aspal Optimum

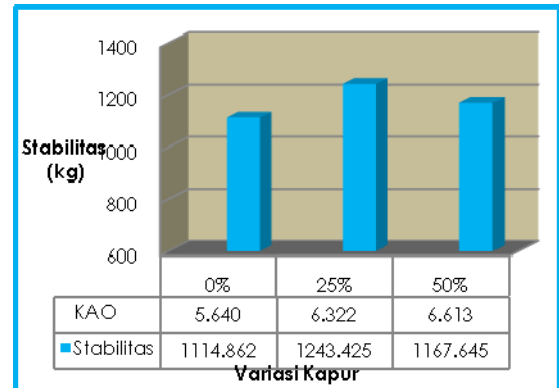
Dari gambar 18 menunjukkan bahwa penambahan variasi kapur ke dalam campuran cenderung menyebabkan nilai VFB menurun pada kapur 25% dan meningkat pada kapur 50%. Hal ini disebabkan karena penambahan kapur membuat rongga yang tersedia semakin kecil dan kebutuhan rongga terisi aspal juga semakin sedikit.

Adapun nilai VFB yang diperoleh pada campuran AC-WC yang menggunakan kapur 0% sebesar 74,135%, kapur 25% sebesar 68,369 % dan pada kapur 50% sebesar 71,003 %.

e. Stabilitas Marshall (MS)

Stabilitas merupakan indikator dari kekuatan campuran saat menerima beban. Hasil pengujian Stabilitas dengan berbagai variasi kapur pada kadar aspal optimum diperlihatkan pada gambar 19. Pada penelitian mengenai kapur dan pengaruhnya terhadap stabilitas dalam campuran aspal beton dapat dilihat pada gambar 19 di atas, penurunan nilai stabilitas disebabkan oleh pengaruh kemampuan saling mengunci antar agregat (interlocking) sehingga

mengakibatkan ikatannya semakin kuat yang pada akhirnya akan meningkatkan nilai stabilitas.



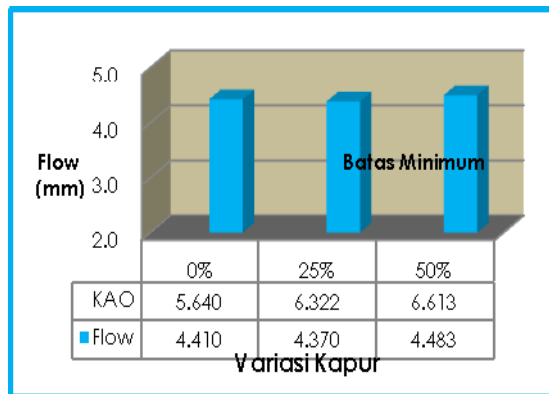
Gambar 19. Hubungan Variasi Kapur Terhadap Stabilitas pada Kondisi Kadar Aspal Optimum

Dari gambar 19 menunjukkan bahwa stabilitas campuran yang menggunakan variasi kapur cenderung mengalami peningkatan. Untuk campuran dengan kapur 0% memiliki nilai stabilitas sebesar 1114,862 kg, namun nilai stabilitas mengalami peningkatan pada kapur 25% dengan nilai stabilitas sebesar 1243,425 kg dan kembali mengalami penurunan pada kapur 50% dengan nilai stabilitas sebesar 1167,645 kg. Nilai Stabilitas semua campuran AC-WC untuk berbagai variasi kapur memenuhi spesifikasi.

f. Kelelehan/Flow (mm)

Nilai *flow* menyatakan besarnya deformasi yang terjadi pada suatu lapis keras akibat beban lalu lintas. Suatu campuran dengan nilai *flow* tinggi akan cenderung lembek sehingga akan menyebabkan deformasi permanen apabila menerima beban. Sebaliknya jika nilai *flow* rendah maka campuran menjadi kaku dan mudah retak jika menerima beban yang mengalami daya dukungnya.

Grafik nilai *flow* campuran AC-WC untuk berbagai variasi kapur pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada gambar 20.



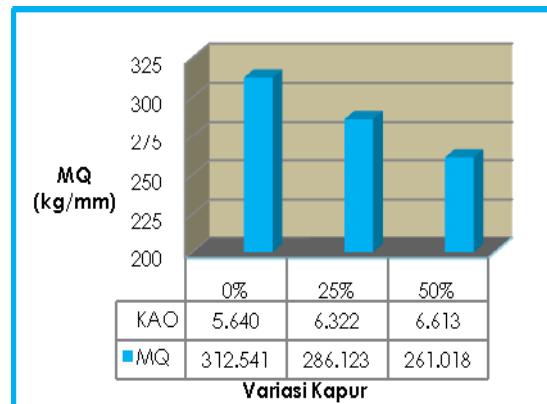
Gambar 20. Hubungan Variasi Kapur Terhadap Flow pada Kondisi Kadar Aspal Optimum

Dari gambar 20 menunjukkan bahwa penambahan variasi kapur ke dalam campuran menyebabkan nilai flow menurun kemudian meningkat pada kapur 50%. Hal ini disebabkan karena penambahan kapur membuat campuran menjadi rapat karena rongga – rongga telah terisi oleh kapur .

g. Marshall Quotient (MQ)

Hasil bagi Marshall atau Marshall Quotient adalah perbandingan antara stabilitas dan kelelahan yang juga merupakan indikator terhadap kekakuan campuran secara empiris. Semakin tinggi nilai MQ, maka kemungkinan akan semakin tinggi kekakuan satu campuran dan semakin rentan campuran tersebut terhadap keretakan. Namun nilai MQ ini juga tidak boleh terlalu rendah karena hal tersebut akan menyebabkan campuran rentan terhadap deformasi plastis. Nilai MQ pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada Gambar 21.

Dari gambar 21 di atas terlihat perubahan nilai Marshall Quotient (MQ) pada kadar aspal optimum cenderung menurun setelah penambahan kapur. Adapun nilai MQ yang diperoleh pada campuran AC-WC yang menggunakan variasi kapur 0% sebesar 312,541 kg/mm, kapur 25% sebesar 286,123 kg/mm, dan pada variasi kapur 50% sebesar 261,018 kg/mm.

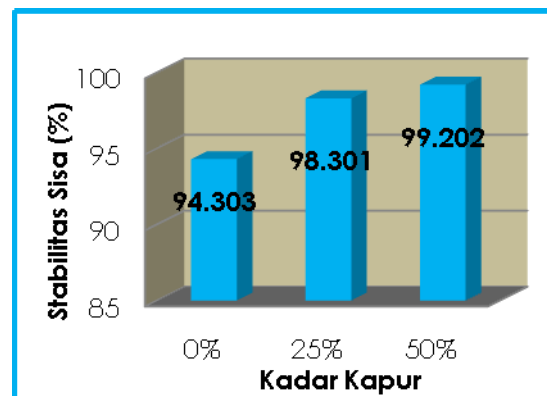


Gambar 21. Hubungan Variasi Kapur Terhadap MQ pada Kondisi Kadar Aspal Optimum

h. Stabilitas Sisa

Marshall sisa dilakukan setelah direndam selama 24 jam pada suhu 60°C pada kondisi Kadar Aspal Optimum (KAO). Jumlah tumbukan yang digunakan adalah tumbukan pada kondisi standar yaitu 75 tumbukan per sisi. Selanjutnya dibuat benda uji rendaman 30 menit pada kondisi KAO tersebut, kemudian dilakukan uji Marshall sisa. Nilai Marshall sisa diperoleh dari hasil stabilitas rendaman 24 jam dibagi dengan hasil stabilitas rendaman 30 menit kemudian dikalikan 100%.

Hasil uji Marshall sisa pada kondisi rendaman dengan berbagai variasi kapur dan Kadar Aspal Optimum (KAO) dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. Hubungan Variasi Kapur Terhadap Stabilitas Sisa pada Kondisi Kadar Aspal Optimum

Pada Gambar 22 menunjukkan penambahan kadar kapur dapat meningkatkan nilai stabilitas sisa dari kadar kapur 0% ke kadar kapur 25% sebesar 4,067% dan dari kadar kapur 0% ke kadar kapur 50% mengalami peningkatan sebesar 0,908%.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- a. Kadar aspal optimum yang diperoleh pada kondisi kadar kapur 0% yaitu sebesar 5,640%, dan pada kondisi kadar kapur 25% kadar aspal optimum meningkat sebesar 6,322%. Selanjutnya pada kondisi kadar kapur 50% meningkat lagi menjadi sebesar 6,613%. Sedangkan pada kondisi kadar kapur 75% tidak dapat ditetapkan nilai KAO. Penggunaan kapur dibatasi hanya sampai 50% untuk penelitian ini, karena variasi kapur yang lebih besar tidak bisa ditetapkan kadar aspal optimum dari parameter marshall. Kualitas campuran dengan menggunakan kapur sebagai bahan pengisi lebih baik.
- b. Hasil pemeriksaan dan analisa karakteristik campuran beton aspal lapis aus (AC-WC), penambahan kapur sebagai bahan pengisi mempengaruhi karakteristik campuran. Karakteristik campuran beton aspal lapis aus (AC-WC) pada kadar aspal optimum dinyatakan dalam sifat-sifat berikut :

a) Kepadatan

Semakin banyak kadar kapur maka nilai kepadatan cenderung akan meningkat. Nilai kepadatan mengalami peningkatan dari kadar kapur 0% ke kadar kapur 25% sebesar 0,34% dan dari kadar kapur 0% ke kadar kapur 50% meningkat sebesar 0,51%. Peningkatan ini disebabkan kapur menutupi rongga-rongga dalam campuran sehingga membuat kerapatan antar agregat dengan aspal menjadi tinggi dan menyebabkan sifat interlocking dari partikel-partikel

b) VIM

Dari hasil penelitian, Nilai VIM (Void in Mixture) mengalami peningkatan dari kadar kapur 0% ke kadar kapur 25% sebesar 22,21% dan dari kadar kapur 0% ke kadar kapur 50% meningkat sebesar 10,20%.

c) VMA

Penambahan variasi kapur dalam campuran membuat nilai VMA cenderung semakin menurun. Nilai VMA mengalami penurunan dari kadar kapur 0% ke kadar kapur 25% sebesar 0,03% dan dari kadar kapur 0% ke kadar kapur 50% menurun sebesar 1,63%.

d) VFB

Nilai VFB memperlihatkan persentase rongga terisi aspal. Seiring dengan bertambahnya variasi kapur menyebabkan nilai VFB cenderung menurun. Nilai VFB mengalami penurunan dari kadar kapur 0% ke kadar kapur 25% sebesar 7,78% dan dari kadar kapur 0% ke kadar kapur 50% menurun sebesar 4,22%.

e) Stabilitas

Penambahan kadar kapur dapat meningkatkan nilai stabilitas dari kadar kapur 0% ke kadar kapur 25% sebesar 11,53% dan dari kadar kapur 0% ke kadar kapur 50% mengalami peningkatan sebesar 4,73%.

f) Fleksibilitas

Fleksibilitas campuran dinyatakan dengan nilai Marshall Quotient (MQ) yang dipengaruhi oleh stabilitas dan flow. Fleksibilitas campuran yang menggunakan kapur sebagai bahan pengisi cenderung mengalami penurunan dari kadar kapur 0% ke kadar kapur 25% sebesar 26,5% dan dari kadar kapur 0% ke kadar kapur 50% mengalami penurunan sebesar 32,9%. Meskipun mengalami penurunan nilai fleksibilitas semua campuran Beton Aspal Lapis Aus (AC -WC) untuk berbagai variasi kapur memenuhi spesifikasi.

g) Durabilitas

Durabilitas campuran dinyatakan dengan nilai stabilitas sisa. Semakin banyak kadar kapur maka nilai

stabilitas sisa semakin meningkat. Nilai durabilitas mengalami peningkatan dari kadar kapur 0% ke kadar kapur 25% sebesar 0,5% dan dari kadar kapur 0% ke kadar kapur 50% meningkat sebesar 1,4%. Hal ini mengindikasikan bahwa campuran tahan terhadap kondisi paling kritis dilapangan

5.2 Saran

- a. Perlu diadakan penelitian untuk menentukan gradasi yang bisa memanfaatkan kapur sebagai filler dengan kadar kapur 100% (filler pengganti).
- b. Perlu diadakan pengujian ketahanan terhadap pengelupasan (stripping resistance) sehingga diperoleh gambaran yang komprehensif tentang manfaat kapur sebagai salah satu bahan anti pengelupasan (anti stripping agent).
- c. Pengaruh pemanfaatan filler kapur perlu kiranya ditinjau nilai kekesatan (skid resistance) pada campuran beton aspal lapis aus (AC-WC).

6. DAFTAR PUSTAKA

- Asphalt Institute. 1983. The Asphalt Handbook, Manual Series No.4 (MS-4), The Asphalt Institute.
- Asphalt Institute. 1993. The Asphalt Handbook, Manual Series No.2 (MS-2), The Asphalt Institute.
- Fannisa, Henny dan Wahyudi, Moh. 2010. Perencanaan Campuran Aspal Beton Dengan Menggunakan Filler Kapur Padam. Skripsi Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro, Semarang.
- Howell, David C., 2010. Fundamental Statistics for the Behavioral Sciences, 7th Edition. Wadsworth Publishing, University of Vermont, Amerika Serikat.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2010. Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Divisi VI Perkerasan Beraspal. Edisi November, Jakarta.
- Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Universitas Tadulako. 2004. Modul Praktikum Perencanaan Perkerasan Jalan, Palu.
- Little, Dallas and Epps, Jon. 2001 : Hydrated Lime — More Than Just A Filler, National Lime Association, Arlington.
- Pradifita, Yudhie. 2012. Pengaruh Temperatur Terhadap Modulus Elastisitas Dan Angka Poisson Campuran Beton Aspal Lapis Aus (AC-WC). Skripsi, Universitas Tadulako, Palu.
- Reksoatmodjo, Tedjo N., 2009. Statistika Eksperimen Rekayasa, Cetakan Pertama, PT. Refika Aditama, Bandung.
- Sukirman, Silvia. 1999. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Nova, Bandung.
- Sukirman, Silvia. 2003. Beton aspal Campuran panas. Granit, Jakarta.
- Sukirman, Silvia. 2006. Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur. Institut Teknologi Nasional, Bandung.
- Yamin, R.A. (2002), Campuran Beraspal Panas dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak, Puslitbang Jalan, Departemen KIMPRASWIL, Modul 2.