

**PENGARUH PERENDAMAN TERHADAP PENURUNAN KEKESATAN AKIBAT PROSES KEAUSAN PADA CAMPURAN AC-WC MENGGUNAKAN AGREGAT BATU KAPUR**

***THE SOAKED EFFECT ON THE SKID RESISTANCE DEPRESSION CAUSED BY WEAR PROCESS ON AC-WC USING THE LIMESTONE AGGREGATE***

**Ashadi Putrawirawan**

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda

*ashadi.asri@yahoo.co.id*

**INTISARI**

Syarat utama lapis perkerasan jalan adalah aman, nyaman, dan ekonomis. Kekesatan permukaan perkerasan jalan dapat mempengaruhi keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan. Untuk itulah dalam penelitian ini dibuat alat uji keausan modifikasi yang merupakan simulasi dari keadaan yang nyata di lapangan, akan tetapi belum bisa memprediksi dengan tepat nilai kekesatan sesuai dengan keadaan nyata di jalan raya. Lapis aus yang digunakan adalah lapis *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya nilai keausan lapis AC-WC dan besarnya nilai kekesatan permukaan perkerasan setelah digesek (*polish*) sebanyak 0, 500, 1000, 1500, 2000, dan 2500 putaran antara benda uji dengan agregat kasar batu kapur yang dilakukan perendaman selama 2x24 jam pada suhu 60°C dan tanpa dilakukan perendaman.

Penelitian ini dilakukan dengan cara membuat benda uji yang terdiri dari lima benda uji yang dilakukan perendaman selama 2x24 jam pada suhu 60°C dan lima benda uji tanpa dilakukan perendaman, sehingga total benda uji sebanyak sepuluh buah. Kemudian dilakukan pengujian keausan dengan alat uji keausan modifikasi dan menguji kekesatan dengan alat *British Pendulum Tester* (BPT) pada putaran 0, 500, 1000, 1500, 2000 dan 2500 rotasi.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ada perbedaan nilai kekesatan, Benda uji tanpa perendaman nilai kekesatannya adalah 72,8; 64,0; 58,4; 54,2; 51,6 dan 49,6 sedangkan pada benda uji yang dilakukan perendaman selama 2 x 24 jam pada suhu 60°C nilai kekesatannya adalah 71,6; 65,2; 59,6; 53,6; 47,0 dan 43,6. Selisih nilai kekesatan antara kedua benda uji tidak terlalu besar, kemudian rotasi maksimum benda uji tanpa perendaman adalah 2741 rotasi sedangkan benda uji dengan dilakukan perendaman adalah 2372 rotasi.

Kata kunci: AC-WC, Batu Kapur, Keausan, Kekesatan, Alat Uji Keausan Modifikasi, *British Pendulum Tester* (BPT)

**ABSTRACT**

*The main requirements of the road pavement are safe, convenient, and economical. Pavement surface roughness can affect the safety and comfort of road users. For that reason, this study made roughness test that was modified to simulate the real situation on the ground, but can not predict the exact value of the roughness in accordance with the real situation on the road. Wearing course that used in this study is Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC). The purpose of this study was to determine the amount of wear of AC-WC and the value of the pavement surface roughness after polished of 0, 500, 1000, 1500, 2000, and 2500 rounds of specimens with coarse aggregate limestone which is carried out with dipping for 2x24 hours at 60°C and carried out without soaking.*

*This research was conducted by a test object consisting of five specimens were made for 2x24 hours with soaking at 60 ° C and five specimens were carried out without soaking, so the total samples are ten. Then conduct the roughness test by using modification roughness test tool and test the skid resistance with the British Pendulum Tester (BPT) in round 0, 500, 1000, 1500, 2000 and 2500 rotation.*

The results of this study indicate that there is a difference of skid resistance, without soaking the specimens was 72.8 skid resistance, 64.0, 58.4, 54.2, 51.6 and 49.6, while the samples are done with soaking for 2 x 24 hours at 60 ° C skid resistance values are 71.6, 65.2, 59.6, 53.6, 47.0 and 43.6. The difference between the skid resistances of the specimens is not too large, and then the maximum rotations of the specimens without immersion are 2741 rotations performed while the specimens with immersions are 2372 rotation.

**Keywords:** AC-WC, Limestone, Roughness, Skid resistance, Modification Roughness Test Tool, British Pendulum Tester (BPT)

**PENDAHULUAN**

Tersedianya kekesatan permukaan yang baik sangat penting dan menjadi salah satu pertimbangan dalam perencanaan jalan. Di sisi lain alokasi biaya dan waktu yang banyak dibutuhkan untuk melakukan pengukuran kekesatan. Berdasarkan hal tersebut, model-model yang dapat memprediksi kondisi kekesatan permukaan dewasa ini terus dikembangkan dengan memperhatikan beberapa masukan parameter yang dipercaya mempunyai andil dalam pembentukan kekesatan.

Survei kondisi lapis perkerasan perlu dilakukan secara periodik untuk mengetahui tingkat pelayanan jalan yang ada. Pemeriksaan non-struktural (fungsional) bertujuan untuk memeriksa kekasaran (*roughness*), kedalaman tekstur permukaan (*texture*), kekesatan (*skid resistance*). Selama ini, untuk mengetahui nilai suatu kekesatan jalan kebanyakan dilakukan pada saat aspal baru. Oleh karena itu, penulis ingin meneliti nilai kekesatan pada aspal beton setelah dilintasi dengan menggunakan alat uji keausan modifikasi. Alat uji keausan ini merupakan simulasi dari keadaan yang nyata di lapangan. Penelitian ini mencoba mengetahui berapa besar keausan dan kekesatan permukaan perkerasan setelah dilintasi dengan alat uji keausan dengan rotasi dan waktu yang telah ditetapkan. Kemudian mengetahui berapa besar tingkat kekesatan (*skid resistance*) permukaan perkerasan setelah diukur dengan alat *British Pendulum Tester* (BPT).

**TINJAUAN PUSTAKA**

**Perencanaan Campuran Aspal Panas**

*Asphalt Institute* MS-22 (2001), mengemukakan tujuh sifat yang harus dimiliki suatu campuran beraspal sebagai lapis perkerasan yaitu stabilitas, keawetan, kelenturan, ketahanan terhadap leleh, kekesatan permukaan, kedap air dan kemudahan pelaksanaan.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan pada perencanaan campuran aspal panas adalah:

- a. partikel-partikel antar agregat akan terikat satu sama lain oleh aspal;
- b. rongga-rongga agregat ada yang terisi aspal dan ada pula yang terisi udara;
- c. terdapat rongga antar butir yang terisi udara;
- d. terdapat lapisan aspal yang ketebalannya tergantung dari kadar aspal yang dipergunakan untuk menyelimuti partikel-partikel agregat.

Kinerja campuran aspal panas sangat ditentukan oleh karakteristik volumetrik dan karakteristik *Marshall* yang terdiri dari parameter-parameter kepadatan (*density*), *void in mineral agregat* (VMA), *void in total mix* (VITM), *void filled with asphalt* (VFWA), stabilitas (*stability*), kelelahan plastis (*flow*), *Marshall Quotient* (MQ).

Sedangkan karakteristik *Marshall* pada campuran dapat diketahui dengan terlebih dahulu memahami konsep mengenai berat jenis yang digunakan dalam perancangan campuran.

**Metode Pengukuran Kekesatan**

Mengacu pada ilmu fisika, koefisien gesek dihitung dengan membagi gaya gesek pada bidang antara (F) dengan beban normal yang tegak lurus terhadap bidang permukaan (N). Istilah yang biasa digunakan di lapangan, fenomena ini dinamakan faktor gesekan (f).

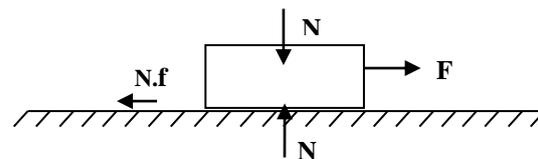
$$F = F/N \dots\dots\dots (3.20)$$

dimana :

f = faktor gesekan, tanpa satuan

F = gaya gesek pada bidang antara (kg)

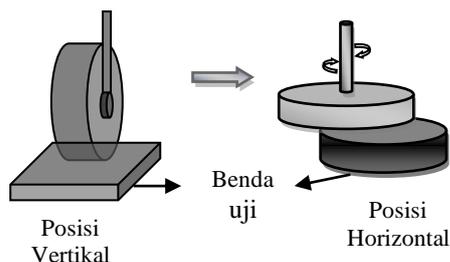
N = beban normal vertikal bidang antara (kg)



**Gambar 1.** Ilustrasi pengertian dasar koefisien gesek

**Rancangan Alat Uji Keausan Modifikasi**

Penelitian sebelumnya banyak mensimulasi proses gesekan secara vertikal antara roda ban karet dengan permukaan sampel perkerasan/benda uji, pada penelitian ini penulis mencoba mensimulasikan proses gesekan antara lempeng baja yang diputar secara mendatar (horizontal) terhadap benda uji dengan mengusahkan seluruh permukaan benda uji terkena gesekan bidang kontak lempeng baja secara merata.



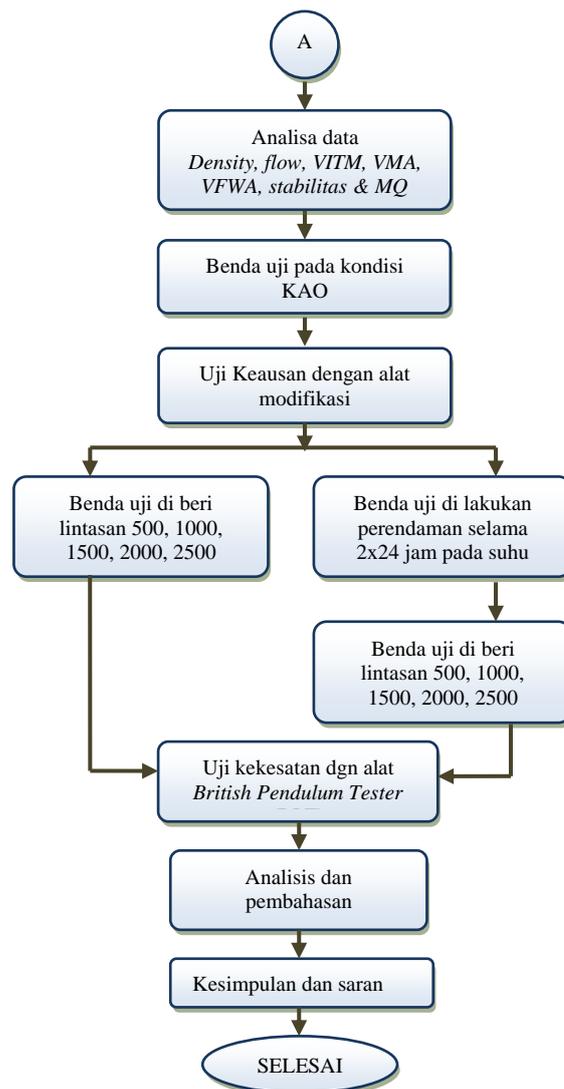
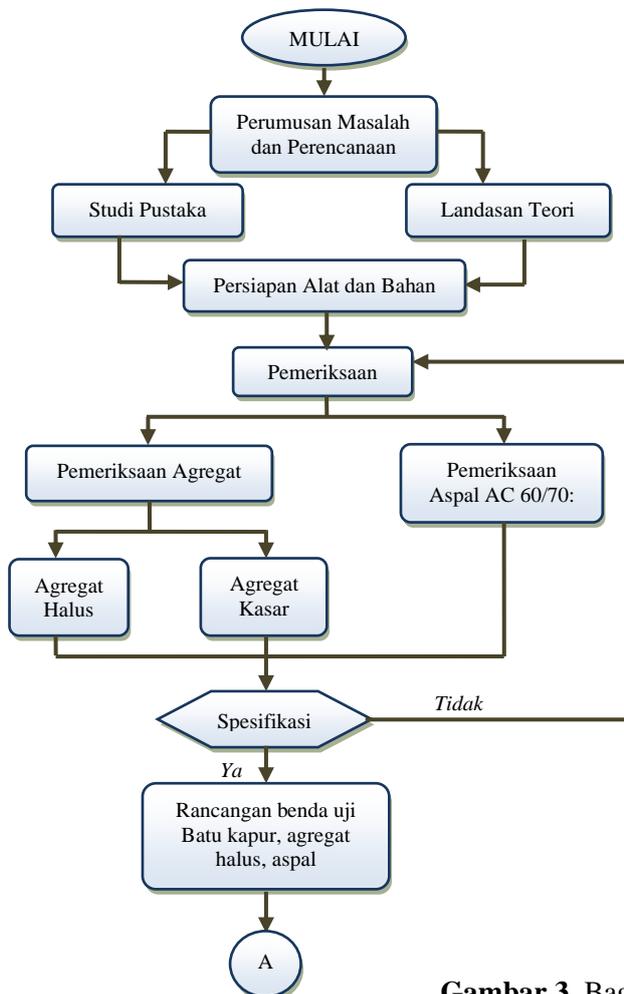
**Gambar 2.** Rancangan awal alat uji keausan

**Alat ukur kekesatan *British Pendulum Tester (BPT)***

Alat *British Pendulum Tester (BPT)* ini dikembangkan oleh *Road Research Laboratory (RRL)* untuk melengkapi para praktisi jalan raya dengan metode pengukuran yang relative sederhana dalam memeriksa kekesatan dari permukaan jalan yang basah dan licin. koefisien kekesatan hasil pembacaan alat ini dinyatakan dalam *British Pendulum Number (BPN)* atau *Skid Resistance Value (SRV)*. Makin besar nila BPN menunjukkan bahwa permukaan jalan makin kasar (kesat) dan sebaliknya bila BPN makin kecil berarti permukaan jalan masih halus (licin).

**METODOLOGI PENELITIAN**

**Proses Penelitian**



**Gambar 3.** Bagan alir penelitian

**Bahan Penelitian**

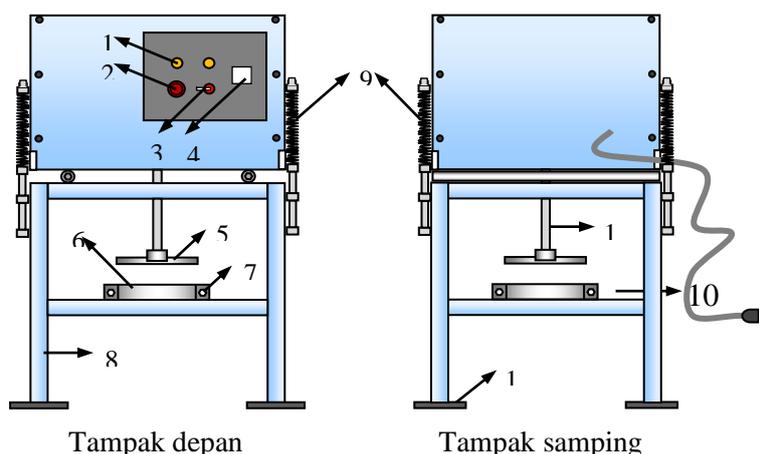
Material agregat kasar (batu kapur) diambil dari daerah Kretek, Kabupaten Bantul, dan agregat halus berasal dari daerah Clereng Kabupaten Kulon Progo DIY. Sedangkan aspal digunakan aspal keras produksi PT. Pertamina yaitu AC 60/70 dan air dari Laboratorium Teknik Transportasi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.

**Peralatan Penelitian**

**Alat uji keausan modifikasi**

Alat uji keausan ini dibuat dengan tujuan untuk menguji tingkat keausan benda uji dengan melakukan perputaran pada benda uji selama waktu yang telah ditentukan. alat ini dirancang dengan memiliki dimensi panjang 70 cm, lebar 60 cm, dan tinggi 60 cm. diameter roll 7 inci, daya elektro motor ¼ Hp (*horse power*), 1

phase 220 Volt, kekuatan dinamo sebesar 1500 rpm (*rotation per minute*), karena kekuatan perputarannya masih besar dan cepat maka dicoba untuk direduser sebesar 1/8 dari kekuatan awal sehingga didapat kekuatan putarannya 200 rpm. Alat juga dilengkapi dengan timer (pengatur waktu) yang bisa dioperasikan antara 5 detik – 10 jam. Dalam penelitian ini menggunakan waktu 2,5 menit per 1 kali putaran. Secara teori bahwa semakin lama permukaan perkerasan (benda uji) mengalami perputaran/rotasi maka semakin tipis dan aus serta licin (halus) permukaan perkerasan sehingga akan semakin rendah nilai kekesatan (*skid resistance*) yang terjadi pada permukaan perkerasan tersebut. Secara detail sketsa benda uji keausan dapat dilihat pada gambar berikut:

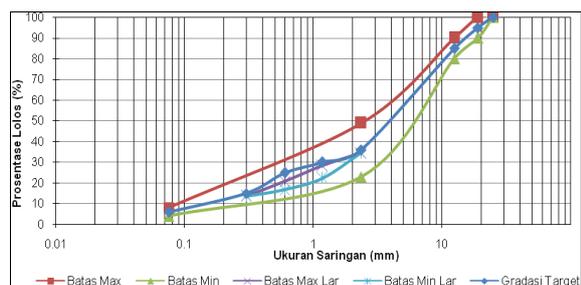


**Gambar 4.** Alat uji keausan modifikasi

**Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Transportasi Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

**Perancangan dan Pembuatan Benda Uji Komposisi Gradasi Campuran**



**Gambar 5.** Grafik gradasi agregat campuran AC – WC

**Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)**

Penentuan nilai tengah kadar aspal rancangan (Pb), dihitung dengan persamaan 4.1 seperti di bawah ini.

$$P_b = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,20 (\%FF) + \text{konstanta}$$

dimana:

$$CA = 57 \%$$

$$FA = 36 \%$$

Nilai konstanta 0,5-1,0 untuk AC

$$FF = 7 \%$$

Nilai konstanta yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,7. Sehingga didapat kadar aspal tengah 5,75% ≈ 6%. Untuk mendapatkan kadar aspal optimum (KAO) digunakan variasi kadar aspal ±0,5 dan ±1,0 dari nilai kadar aspal tengah.

Berdasarkan kadar aspal yang didapat dari rumusan Pb (kadar aspal rancangan) yang merupakan suatu perkiraan awal dan setelah memilih rentang (*range*) kadar aspal yang memenuhi syarat *Marshall Properties*.

**Penentuan Nilai *Density* (kerapatan)**

Dari hasil pengujian laboratorium didapatkan hasil kerapatan yang mendekati nilai pengujian Marshall yaitu sebesar 2,30 gr/ cm<sup>3</sup>. Suhu pencampuran benda uji adalah 150°C. Sedangkan proses pemadatannya menggunakan alat *Vibrator Hammer* dengan melakukan pemadatan sistem layering, pada satu benda uji dilakukan pemadatan dengan lima layer/lapis masing-masing menggunakan waktu yang telah ditentukan untuk memperoleh kepadatan yang maksimal sesuai dengan kepadatan yang disyaratkan pada pembuatan benda uji *Marshall*.

**Pembuatan benda uji**

Proses pembuatan benda uji ini berbeda dengan proses pembuatan benda uji *Marshall*. Perbendaan mendasar terletak pada proporsi campuran yang dibutuhkan dan metode pemadatan benda uji sebagai berikut:

- 1) Untuk setiap benda uji diperlukan agregat sebanyak 2 x 1200 gram (agregat kasar, halus, dan *filler*), sehingga dapat menghasilkan tinggi benda uji 6 cm dan diameter 15 cm.
- 2) Batu kapur sebagai bahan agregat kasar yang telah ditetapkan beratnya, dicampurkan ke dalam campuran agregat halus dan diaduk hingga merata kemudian dipanaskan ke dalam *oven* hingga mencapai suhu 160°C.
- 3) Campurkan aspal yang telah dipanaskan dan berat yang sudah ditentukan ke dalam campuran agregat, diaduk sampai agregat diselimuti aspal secara merata.
- 4) Campuran panas (*hot mix*) selanjutnya dipadatkan menggunakan *vibrator hammer* dengan sistim layering. Pada satu benda uji dipadatkan sebanyak lima layer, masing-masing tiap layer dengan waktu yang sama (rata-rata selama 1,5-2 menit perlayer) sampai mendapatkan pemadatan yang sesuai dengan nilai pemadatan (*density*) pada benda uji *Marshall*.
- 5) Benda uji yang telah dipadatkan didiamkan sejenak untuk menurunkan suhunya. Kemudian, dikeluarkan dengan hati-hati dengan alat bantu *ejector*, dan didinginkan selama beberapa jam pada suhu ruang.

- 6) Sebanyak lima benda uji yang sudah dipadatkan dilakukan perendaman selama 2x24 jam pada suhu 60°C baru dilakukan uji keausan. Sedangkan lima benda uji yang tanpa perendaman setelah didinginkan sudah bisa dilakukan uji keausan dan kekesatannya.

**Pengujian benda uji untuk uji keausan dan kekesatan.**

Benda uji dengan diameter 6 inchi diletakkan pada tempat yang berada di bawah lempengan baja dalam tempat yang sudah disediakan, untuk menghindari terjadinya pergeseran benda uji pada saat lempeng baja di putar maka benda uji tersebut dikunci dengan kuat sehingga bidang sentuh benda uji dengan lempeng baja tersebut menjadi konstan sehingga menghasilkan gesekan yang rata pada bidang permukaan benda uji. Setelah itu diatur waktu perputarannya, dalam penelitian ini dilakukan perputaran/rotasi selama 2,5 menit per satu kali pengujian. Lama waktu 2,5 menit sama dengan 500 putaran/menit (rpm). Hasil dari uji keausan tersebut kemudian dilakukan uji kekesatan dengan alat *British Pendulum Tester* (BPT) begitu juga pada proses pengujian selanjutnya yaitu setiap perputaran dilakukan pengujian sampai lima kali atau mencapai 2500 putaran per satu benda uji.

**Jumlah benda uji**

Dalam penelitian ini digunakan batu kapur sebagai agregat kasar sesuai dengan gradasi yang disyaratkan, benda uji untuk penentuan KAO sebanyak 15 benda uji dan benda uji untuk keausan dan kekesatan sebanyak 10 benda uji masing-masing 5 benda uji yang tanpa dilakukan perendaman dan 5 benda uji dengan perendaman selama 2 x 24 jam pada suhu 60°C. Sehingga jumlah benda uji pada penelitian ini adalah 25 benda uji.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Penelitian**

**Hasil pemeriksaan aspal**

**Tabel 1.** Hasil pemeriksaan aspal

No	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Syarat *)	Hasil
1	Penetrasi 25oC	0,1 mm	60-79	62,2
2	Titik lembek (ring ball)	oC	48-85	48
3	Titik nyala (clev. open cup)	oC	>200	346
4	Daktalitas 25o, 5cm/menit	Cm	≥100	>100
5	Kehilangan berat (163oC, 5 jam)	%	<0,4	0,050
6	Kelarutan dalam CCL4	%	>99	99,455
7	Penetrasi setelah kehilangan berat % of original	%	>75	82
8	Berat jenis aspal	gr/cm3	>1	1,030

**Hasil pengujian Marshall**

Pengujian *Marshall* dilakukan adalah untuk mengetahui karakteristik campuran aspal – agregat setelah dilakukan proses pemadatan. Dari hasil pengujian *Marshall* terhadap campuran beton aspal (AC-WC) diperoleh nilai – nilai seperti nilai kepadatan (*density*), stabilitas (*stability*), VMA (*voids in mineral aggregate*), VFWA (*voids filled with asphalt*), VITM (*voids in the mix*), kelelahan (*flow*) dan *Marshall Quotient* (MQ), selanjutnya dilakukan analisa untuk mendapatkan kadar aspal optimum (KAO).

**Tabel 2.** Hasil pengujian *Marshall* dengan agregat kasar batu kapur

No	Karakteristik Marshall	Spesifikasi 2007	Kadar Aspal (%)				
			5	5.5	6	6.5	7
1	Density (gr/cm <sup>3</sup> )	-	2.13	2.18	2.2	2.3	2.29
2	VFWA (%)	> 65	37.6	74.3	53.8	74.3	77.7
3	VITM (%)	3.5 – 5.5	13	10.5	8.9	4.2	3.7
4	VMA (%)	> 15	20.8	19.5	19.1	16	16.6
5	Stabilitas (kg)	> 800	1093	1173	1260	1295	1330
6	Flow (mm)	> 3	3.7	3.7	3.7	3.8	4.4
7	MQ (kg/mm)	> 250	298	320	337	338	302

**Hasil Uji Kecepatan (*skid resistance*) dengan Alat *British Pendulum Tester* (BPT)**

Benda uji yang akan di uji dengan *British Pendulum Tester* (BPT) adalah benda uji yang dipadatkan dengan menggunakan *Vibrator Hammer* dengan volume dua kali volume benda uji *Marshall*. Sebelum dilakukan uji kekesatan, terlebih dahulu dilakukan uji tingkat keausannya dengan alat uji keausan modifikasi. Ada dua jenis benda uji yaitu benda uji yang tanpa dilakukan perendaman dan benda uji yang dilakukan perendaman selama 2 x 24 jam pada suhu 60° C. Benda uji berjumlah 10 benda uji yang terdiri dari 5 benda uji yang tanpa dilakukan perendaman dan 5 benda uji yang dilakukan perendaman selama 2 x 24 jam pada suhu 60° C. masing-masing dilakukan pengujian sebanyak 6 kali yaitu pada putaran 0, 500, 1000, 1500, 2000 dan 2500.

Dari hasil pengujian *British Pendulum Tester* (BPT) yang dilakukan di laboratorium Teknik Transportasi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada

Berdasarkan *British Standar* dalam *Road note 18* (Tabel 3.7; Landasan Teori) standar minimum dalam batasan *British Pendulum Tester* ( BPN ) adalah:

1. Nilai BPN 65 untuk kategori lokasi A (*difficult*)
2. Nilai BPN 55 untuk kategori lokasi B (*motorway > 2000 kendaraan/hari*)

3. Nilai BPN 45 untuk kategori lokasi C (*other sitecult*)

**Tabel 3.** Nilai *British Pendulum Number* (BPN) benda uji tanpa perendaman

No	Putaran/ Rotasi	Hasil <i>British Pendulum Tester</i> (BPT)					Rata-rata	Kategori
		B. Uji 1	B. Uji 2	B. Uji 3	B. Uji 4	B. Uji 5		
1	0	72	73	70	72	77	72.8	A
2	500	60	69	65	59	67	64	B
3	1000	55	64	60	49	64	58.4	B
4	1500	50	55	59	48	59	54.2	C
5	2000	49	53	58	44	54	51.6	C
6	2500	46	53	55	44	50	49.6	C

**Tabel 4.** Nilai *British Pendulum Number* (BPN) benda uji dengan dilakukan perendaman selama 2 x 24 jam pada suhu 60° C.

No	Putaran/ Rotasi	Hasil <i>British Pendulum Tester</i> (BPT)					Rata-rata	Kategori
		B. Uji 1	B. Uji 2	B. Uji 3	B. Uji 4	B. Uji 5		
1	0	73	70	70	76	69	71.6	A
2	500	68	64	60	70	64	65.2	A
3	1000	62	58	54	66	58	59.6	B
4	1500	57	55	51	58	47	53.6	C
5	2000	50	48	46	49	42	47	C
6	2500	44	43	44	45	42	43.6	C

**Pembahasan**

**Kadar aspal optimum (KAO)**

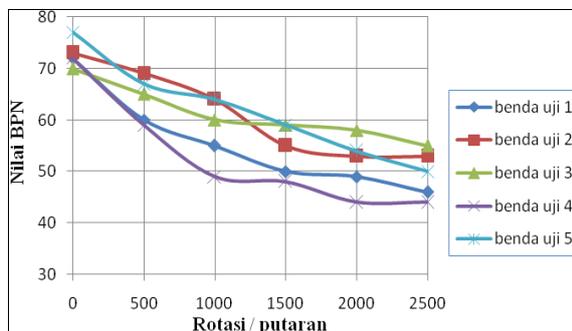
Penentuan kadar aspal dilakukan untuk mengetahui kadar aspal optimum dalam campuran, langkah ini sangat penting karena apabila campuran memiliki kadar aspal yang kurang maka akan bersifat kering yang akan berakibat campuran mudah retak, sebaliknya apabila campuran dengan kadar aspal yang berlebihan maka campuran mudah mengalami deformasi permanen. Penentuan kadar aspal optimum dilakukan dengan cara memasukkan hasil uji parameter *Marshall* ke grafik hubungan antara kadar aspal dengan karakteristik *Marshall* yang disyaratkan oleh Departemen Pekerjaan Umum (2007) untuk campuran AC – WC. Dari hasil pembuatan benda uji dengan variasi kadar aspal tersebut selanjutnya dilakukan proses pengujian standar pembuatan benda uji seperti pengukuran tebal dan berat benda uji, dilakukan perendaman dengan suhu ruang, dilakukan pengukuran berat baik dalam air maupun dalam keadaan SSD dan dilakukan perendaman 30 menit dalam bak perendaman dengan suhu 60°C. Setelah proses standar dilakukan kemudian lakukan uji *Marshall* dan dari hasil uji *Marshall* tersebut didapat nilai karakteristik *Marshall*nya yang selanjutnya dilakukan analisis data, sehingga diperoleh kadar aspal optimum untuk jenis batu kapur sebagai agregat kasar tersebut sebesar 6,7%. Sedangkan suhu yang digunakan dalam pengujian ini adalah untuk pemanasan aspal

sebesar 155 °C, agregat 160 °C sehingga diperoleh suhu campuran 150 °C dan suhu pemadatan sebesar 140 °C.

**Alat Uji Keausan modifikasi dan *British Pendulum Tester (BPT)***

**Benda uji tanpa perendaman**

Dari hasil uji BPT yang dilakukan bahwa ada perbedaan nilai BPN antara benda uji tanpa perendaman dengan benda uji yang dilakukan perendaman selama 2 x 24 jam pada suhu 60°C. Ini ditunjukkan oleh hasil rata – rata nilai BPN pada table 5.14. Benda uji tanpa perendaman nilai BPN rata – rata 58,43 sedangkan pada benda uji yang dilakukan perendaman selama 2 x 24 jam pada suhu 60°C nilai BPN rata – rata keseluruhan 56,77. Ini disebabkan oleh adanya perendaman selama 2 x 24 jam yang menyebabkan tingkat stabilitasnya menurun sehingga tingkat keausan dan licinnya permukaan benda uji semakin besar dan prosesnya lebih cepat dibandingkan dengan benda uji tanpa perendaman. Hasil uji kekesatan yang dilakukan secara keseluruhan dapat dilihat pada 6 berikut:

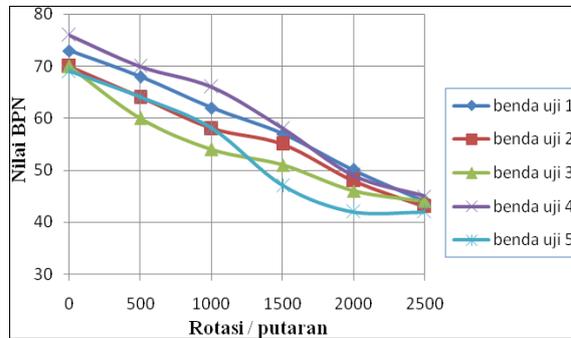


**Gambar 6.** Nilai *British Pendulum Number* (BPN) keseluruhan benda uji tanpa perendaman

Berdasarkan gambar 6 terlihat secara keseluruhan benda uji mengalami penurunan angka kekesatannya, hal ini disebabkan oleh adanya pengaruh lamanya gesekan terhadap benda uji sehingga makrotekstur dan mikrotekstur semakin berkurang. Selain itu juga ada pengaruh lamanya gesekan horizontal yang terjadi oleh lempengan baja pada permukaan benda uji. Akibat gesekan yang terjadi menyebabkan agregat yang menonjol dipermukaan menjadi tidak ada atau terkelupas, sehingga permukaan benda uji menjadi licin yang akan mengurangi mikrotekstur dan makrotekstur permukaan benda uji.

**Benda uji dengan perendaman selama 2 x 24 jam pada suhu 60°C.**

Nilai *British Pendulum Number* (BPN) secara keseluruhan benda uji dengan dilakukan perendaman selama 2 x 24 jam pada suhu 60°C. dapat dilihat pada gambar 7 berikut:



**Gambar 7.** Nilai *British Pendulum Number* (BPN) keseluruhan benda uji dengan dilakukan perendaman selama 2 x 24 jam pada suhu 60°C

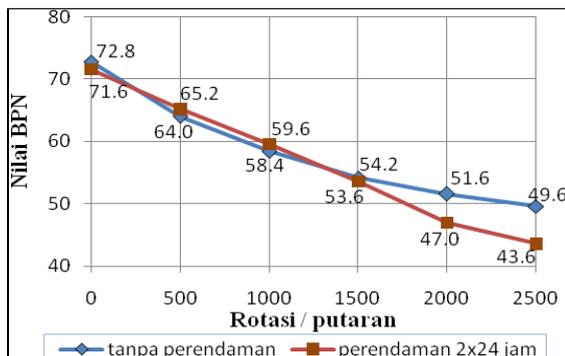
Gambar 7 terlihat sama dengan yang terjadi pada benda uji yang tanpa dilakukan perendaman, semua benda uji mengalami penurunan angka kekesatannya, salah satu faktor yang menyebabkan penuruna angka kekesatan permukaan benda uji adalah intensitas gesekan terhadap benda uji itu sendiri, semakin lama intensitas gesekannya maka semakin berkurang pula kekeasaran permukaan akibat makrotekstur dan mikrotekstur yang semakin berkurang.

**Perbandingan Nilai *British Pendulum Number* (BPN) benda uji tanpa perendaman dengan perendaman selama 2 x 24 jam pada suhu 60°C**

**Tabel 5.** Nilai rata –rata *British Pendulum Number* (BPN) benda uji dengan dilakukan perendaman selama 2 x 24 jam pada suhu 60°C.

No	Putaran / Rotasi	Nilai rata- rata BPN benda uji	
		Tanpa perendaman	Perendaman
1	0	72.8	71.6
2	500	64	65.2
3	1000	58.4	59.6
4	1500	54.2	53.6
5	2000	51.6	47
6	2500	49.6	43.6

Berikut ini disajikan gambar perbandingan nilai rata –rata *British Pendulum Number* (BPN) pada benda uji tanpa dilakukan perendaman dengan benda uji yang dilakukan perendaman selama 2x24 jam pada suhu 60°C



**Gambar 8.** Perbandingan nilai rata – rata *British Pendulum Number* (BPN) benda uji tanpa perendaman dengan benda uji dilakukan perendaman selama 2x24 jam suhu 60°C

Dari gambar diatas menunjukkan bahwa secara keseluruhan benda uji yang dilakukan perendaman memiliki nilai BPN yang lebih besar dibandingkan dengan benda uji yang dilakukan perendaman selama 2 x 24 jam pada suhu 60°C. pada benda uji sebelum dilakukan uji keausan nilai BPN benda uji tanpa dilakukan perendaman lebih besar dari nilai benda uji yang dilakukan perendaman selama 2 x 24 jam pada suhu 60°C. pada benda uji dengan rotasi 500 putaran sampai 1000 putaran nilai BPN benda uji tanpa dilakukan perendaman lebih kecil dibandingkan dengan benda yang dilakukan perendaman, sedangkan pada benda uji dengan rotasi 1500 putaran sampai 2500 putaran nilai BPN benda uji tanpa dilakukan perendaman lebih besar dibandingkan dengan benda uji yang dilakukan perendaman, semakain banyak rotasi yang dilakukan maka semakin cepat penurunan nilai BPN. Pada benda uji dengan rotasi diatas 1500 sampai rotasi 2500 putaran perbedaan nilai BPN cukup signifikan. Hal ini disebabkan oleh adanya perendaman benda uji menyebabkan tingkat stabilitas bahan mengalami penurunan sehingga keausannya terjadi dengan cepat yang menyebabkan permukaan benda uji menjadi sangat licin dibandingkan dengan benda uji yang tanpa dilakukan perendaman.

**Perbandingan tingkat keausan maksimum benda uji tanpa perendaman dengan perendaman selama 2 x 24 jam pada suhu 60°C**

Tingkat keausan maksimum yang dimaksud adalah besarnya perputaran/rotasi benda uji (*polishing phase*) terhadap nilai keausan dan

kekesatan sampai mencapai keadaan seimbang (*equilibrium phase*) di mana kekesatan mengalami penyimpangan yang kecil ketika tingkat gesekan/rotasi yang konstan/tetap dan tidak ada penurunan angka kekesatan yang berarti. Dalam aplikasi di lapangan diartikan bahwa berapa besar mikrot tekstur dan sifat makrot tekstur permukaan perkerasan yang hilang akibat beban lalu lintas dan roda kendaraan, kemudian akan turun lebih lambat dan mencapai keadaan seimbang di mana kekesatan mengalami penyimpangan yang kecil ketika tingkat lalu lintas yang konstan/tetap dan tidak ada kerusakan struktural yang berarti lagi. Parameter untuk menentukan tingkat keseimbangan (*equilibrium phase*) mengacu pada standar minimum kekesatan yang disyaratkan dimana tingkat pelayanan permukaan perkerasan sudah tidak memenuhi lagi (nilai *British Pendulum Number*/BPN < 45).

**Benda uji tanpa perendaman**

**Tabel 6.** Nilai rata –rata *British Pendulum Number* (BPN) laboratorium dengan model pada benda uji tanpa perendaman

No	Putaran/ Rotasi	Nilai rata2 BPN benda uji	
		Laboratorium	Model
1	0	72.8	69.67
2	500	64	65.17
3	1000	58.4	60.67
4	1500	54.2	56.17
5	2000	51.6	51.67
6	2500	49.6	47.17

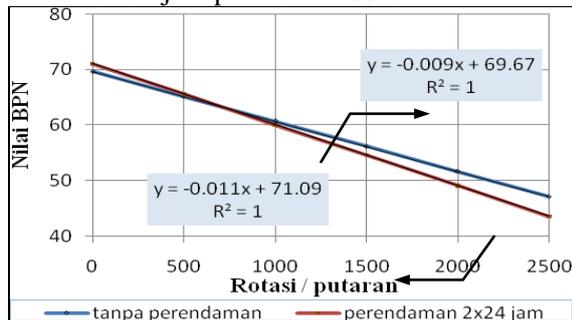
**Benda uji perendaman selama 2x24 jam pada suhu 60°C.**

**Tabel 7.** Nilai rata –rata *British Pendulum Number* (BPN) laboratorium pada benda uji perendaman selama 2 x 24 jam pada suhu 60°C

No	Putaran/ Rotasi	Nilai rata2 BPN benda uji	
		Laboratorium	Model
1	0	71.6	71.09
2	500	65.2	65.59
3	1000	59.6	60.09
4	1500	53.6	54.59
5	2000	47	49.09
6	2500	43.6	43.59

Berikut ini disajikan Grafik linier antara nilai rata–rata *British Pendulum Number* (BPN) pada benda uji tanpa perendaman dengan benda uji

yang dilakukan perendaman perendaman selama 2x24 jam pada suhu 60°C.



**Gambar 9.** Grafik linier nilai rata – rata *British Pendulum Number* (BPN) pada benda uji tanpa perendaman dengan benda uji perendaman selama 2x24 jam pada suhu 60°C

Berdasarkan gambar 9 secara matematik didapatkan besarnya rotasi/pelayanan terhadap masing-masing benda uji. Pada benda uji tanpa dilakukan perendaman, dengan persamaan linier  $y = -0,009x + 69,67$ ;  $R^2 = 1$  maka diperlukan masa rotasi/pelayanan sampai pada kondisi kekesatan yang konstan (*equilibrium phase*) sebesar 2741 putaran. Sedangkan pada benda uji yang dilakukan perendaman selama 2 x 24 jam pada suhu 60°C, dengan persamaan linier  $y = -0,011x + 71,09$  ;  $R^2 = 1$  maka diperlukan masa rotasi/pelayanan sampai pada kondisi kekesatan yang konstan (*equilibrium phase*) sebesar 2372 putaran.

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian di laboratorium, dari uji kekesatan yang dilakukan pada bahan campuran *Asphalt Concrete–Wearing Course* (AC-WC) dengan alat *British Pendulum Tester* (BPT) dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Terdapat perbedaan angka kekesatan antara benda uji tanpa perendaman dengan benda uji yang dilakukan perendaman selama 2 x 24 jam pada suhu 60°C. Ini ditunjukkan oleh hasil rata – rata nilai BPN. Benda uji tanpa perendaman nilai *British Pendulum Numbre* (BPN) rata – rata 58,43 sedangkan pada benda uji yang dilakukan perendaman selama 2 x 24 jam pada suhu 60°C nilai BPN rata – rata 56,77. Ini disebabkan oleh adanya perendaman selama 2 x 24 jam yang menyebabkan tingkat stabilitasnya menurun sehingga tingkat keausan dan licinnya permukaan benda uji semakin besar dan

prosesnya lebih cepat dibandingkan dengan benda uji tanpa perendaman.

2. Dari tingkat keausan maksimum, benda uji tanpa dilakukan perendaman memerlukan keausan maksimum sampai pada kondisi kekesatan yang konstan (*equilibrium phase*) sebesar 2741 putaran. Sedangkan pada benda uji yang dilakukan perendaman selama 2 x 24 jam pada suhu 60°C memerlukan keausan maksimum sampai pada kondisi kekesatan yang konstan (*equilibrium phase*) sebesar 2372 putaran. Hal ini mengindikasikan bahwa benda uji tanpa dilakukan perendaman memiliki masa rotasi yang lama/keausan maksimum yang lebih besar untuk mencapai kondisi kekesatan konstan (*equilibrium phase*) dibandingkan dengan benda uji yang dilakukan perendaman selama 2 x 24 jam pada suhu 60°C.

**Saran**

Beberapa saran penulis dapat sampaikan untuk penelitian ini sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pengkajian lanjutan tentang proses pengujian keausan campuran AC-WC dengan menggunakan alat uji keausan modifikasi, karena alat uji keausan ini merupakan sesuatu yang baru, bahan yang digunakan untuk media penggesek adalah dari lempengan baja. Untuk penelitian selanjutnya dicoba diganti dengan bahan karet sehingga sesuai dengan keadaan nyata di lapangan/jalan raya. Tetapi membutuhkan waktu yang cukup lama dalam penerapan pengujiannya.
2. Perlu diperhatikan dan ditingkatkan lagi sistim kinerja alat uji keausan modifikasi yang merupakan alat baru sehingga masih banyak kekurangan seperti getaran yang besar dan mesin yang sering mati karena dinamo mesinnya terbakar, oleh karena itu sebaiknya mesin uji dirancang khusus untuk kaki alat sebagai kedudukannya sehingga stabil dan tidak menimbulkan getaran yang terlalu besar.
3. Perlu terus dikembangkan metode dan inovasi teknologi baru dalam penelitian untuk kekesatan dan keausan permukaan jalan.
4. Untuk penelitian selanjutnya batu kapur perlu dilakukan uji perendaman terlebih dahulu sebelum dilakukan tes abrasi, kemudian dibandingkan dengan batu kapur

yang dilakukan tes abrasi tanpa dilakukan perendaman.

**DAFTAR PUSTAKA**

AASHTO,1998,*Standard Specification for Transportation Material and Methods of Sampling and Testing,Part I. Specification 13th Edition,USA*

Asphalt Institute, 1997, *Mix Design Methods for Asphalt Concrete and Other Hot Mix Types*, Manual Series No.2 (MS-2), Six Edition, Asphalt Institute, Lexington, Kentucky.

Asphalt Institute, 2001, “*Construction of Hotmix Asphalt Pavement*”, Manual Series No.22, second edition.

BSI, 1990. British Standard BS 812:Part 114:1989 *Testing Aggregates-Method for determination of the polihed-stone value*. British Standards Institution, London.

Departemen Pekerjaan Umum, 2005, “*Perkerasan Aspal*”, divisi 6, Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Puslitbang Prasarana Transportasi, Badan Penelitian dan Pengembangan.

Departemen Pekerjaan Umum, 2007, *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan*, Pusat Litbang Prasarana Transportasi. Badan Penelitian dan Pengembangan. Jakarta.

Direktorat Jendral Bina Marga. *Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas*. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga.

Hosking, R., 1992. *Road Aggregate and Skidding*. Transports Research laboratory State-of-the-art review 4, HMSO

Imbiri S.I Machil, 2010, Kajian penggunaan aspal zak dan agregat dari kabupaten sorong untuk campuran beton aspal, Tesis. Tidak dipublikasikan, MSTT-UGM, Yogyakarta.

Krebs, D.R., and Walker, D.R., 1971, *Highway Materials*, Mc. Graw Hill, Book Company, Virginia Polytechnic Institute, USA.

Nanyang Technological university 2006, skid resistance test, Laboratory – pavement materials,

Texas Transportation Institute, 2009, *Predicting Asphalt Mixture Skid Resistance Based On Aggregate Characteristics*, The Texas A&M University System

Murwono, D., 2001, Bahan Kuliah Manajemen Transportasi Bagian A, MSTT-UGM, Yogyakarta.

Roestaman 1991, Studi Pengaruh Tekstur Permukaan Perkerasan Beton Semen Terhadap Tahanan Gelincir dan Keausan Permukaan dan Ban. Tesis, STJR-ITB, Bandung.

Shell, 1990, *The Shell Bitumen Handbook*, Shell International Petroleum Co. Ltd, London.

Sukirman S., 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Bandung: Nova

Suparma, L.B, 2010, Bahan Lapis Perkerasan, MSTT-UGM, Yogyakarta

Sukirman, S., 2007, *Beton Aspal Campuran Panas*, Edisi Kedua, Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.

Suparma, L.B, 2010, Bahan Lapis Perkerasan, MSTT-UGM, Yogyakarta

Totomiharjo, S., 1994, *Bahan dan Struktur Jalan Raya*, Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.

TRRL, 1969. *Instruction for Using the Portable Skid Resistance Tester*. Road note 27, Transport and Road researchlaboratory HMSO.Whiteoak, 1990, *Tha Shell Bitumen Handbook*, Shell Bitumen, U.K.

Wilson D. J., 2006. *The Analysis of the Seasonal and Short Term Variation of Road Pavement Skid Resistance*, Unpublished PhD Thesis, the University of Auckland. Auckland, New Zealand

Wilson D. J., 2010, *Technical Note Prediction of Pavement Surface Skid Resistance and the Effect of Smaller Chip Size*, IPENZ Transportation Group Confrence. Disertasi