

Available online at www.jurnal.abulyatama.ac.id/tekniksipil
ISSN 2407-9200 (Online)

Universitas Abulyatama Jurnal Teknik Sipil Unaya



Durabilitas Beton Aspal Terhadap Air Hujan

Amal Risky Harahap^{1*}, Sugeng Wiyono², Elizar², Anas Puri²

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Islam Indragiri, Tembilahan, 29213, Indonesia.

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau, Pekanbaru, 28284, Indonesia.

*Email korespondensi: amalrisky@gmail.com¹

Diterima November 2021; Disetujui Januari 2022; Dipublikasi Januari 2022

Abstract: The road is designed in order to achieve the service life of the plan, but the fact on the ground many roads suffered damage before the life of the plan service was reached. Environmental factors such as high rainfall with poor drainage conditions can cause puddles on the pavement surface of the road. Standing water for a long duration and plus the load of traffic at the point of standing water on the road surface can cause damage to the road. The purpose of research how the durability value and characteristics of asphalt concrete due to rainwater soaking. Experimental research methods are laboratoryized with the Cantabro method under long-term process conditions (Long Term Oven Agin (LTOA)). Test objects that have undergone the LTOA process are then soaked with rainwater and test Marshall's characteristics. Irs value of rainwater soaking duration of 7 days by 63%, IDP value of 32% and IDK of 30%. Marshall's characteristic value decreased as the duration of rainwater soaking increased. The lowest stability value of rainwater soaking duration of 7 days amounted to 1852 kg and the highest stability value without soaking of 3015 kg.

Keywords: durability, LTOA, cantabro, marshall test, rain water.

Abstrak: Jalan di desain agar dapat mencapai umur layanan rencana, akan tetapi fakta dilapangan banyak jalan mengalami kerusakan sebelum umur layanan rencana tercapai. Faktor lingkungan seperti curah hujan yang tinggi dengan kondisi drainase yang kurang baik dapat menyebabkan terjadinya genangan air pada permukaan perkerasan jalan. Genangan air pada durasi yang lama dan ditambah beban lalu lintas pada titik genangan air pada permukaan jalan dapat menyebabkan kerusakan jalan. Tujuan penelitian bagaimana nilai durabilitas dan karakteristik beton aspal akibat rendaman air hujan. Metode penelitian eksperimental dilaboratorium dengan metode Cantabro pada kondisi proses penuaan jangka panjang (Long Term Oven Agin (LTOA)). Benda uji yang telah mengalami proses LTOA kemudian di rendaman dengan air hujan dan uji karakteristik Marshall. Nilai IRS rendaman air hujan durasi 7 hari sebesar 63%, Nilai IDP sebesar 32% dan IDK sebesar 30%. Nilai karakteristik Marshall mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya durasi rendaman air hujan. Nilai stabilitas terendah rendaman air hujan durasi 7 hari sebesar 1852 kg dan nilai stabilitas tertinggi tanpa rendaman sebesar 3015 kg.

Kata kunci : durabilitas, LTOA, cantabro, uji marshall, air hujan.

Peningkatan volume lalu lintas serta faktor lingkungan dapat berdampak terhadap konstruksi jalan raya terutama jalan dengan bahan pengikat aspal atau perkerasan lentur. Jalan di desain agar dapat mencapai umur layanan rencana, akan tetapi fakta dilapangan banyak jalan mengalami kerusakan sebelum umur layanan rencana tercapai. Kerusakan perkerasan jalan dapat disebabkan beban lalu lintas yang meningkat, kondisi tanah dasar tidak stabil dan kondisi lingkungan (Hardiyatmo, 2009).

Faktor lingkungan seperti curah hujan yang tinggi dengan kondisi drainase yang kurang baik dapat menyebabkan terjadinya genangan air pada permukaan perkerasan jalan. Genangan air pada durasi yang lama dan ditambah beban lalu lintas pada titik genangan air pada permukaan jalan dapat menyebabkan kerusakan jalan. Air akan mengintrusi masuk kedalam lapis perkerasan dan lama kelamaan jalan akan mengalami kerusakan berlubang (*potholes*).

Berdasarkan permasalahan diatas perlu dilakukan penelitian Durabilitas Beton Aspal Terhadap Air Hujan. Penelitian dilakukan dengan cara eksperimental dilaboratorium dengan metode Cantabro menggunakan mesin *Los Angeles Abrasion* pada putaran 300 kali tanpa bola – bola baja dengan kondisi proses penuaan jangka panjang (*Long Term Oven Aging (LTOA)*). Benda uji yang telah mengalami proses LTOA kemudian di rendaman dengan air hujan dan uji karakteristik Marshall. Rumusan masalah penelitian bagaimana nilai durabilitas dan karakteristik beton aspal akibat

rendaman air hujan.

KAJIAN PUSTAKA

Durabilitas adalah kemampuan beton aspal menerima repetisi beban lalu lintas seperti berat kendaraan, gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim, seperti udara, air, atau perubahan temperatur. Durabilitas beton aspal dipengaruhi oleh tebalnya film atau selimut aspal, banyaknya rongga dalam campuran, kepadatan dan kedap airnya campuran. Selimut aspal yang tebal akan membungkus agregat secara homogen, sehingga beton aspal akan lebih kedap air. Dengan demikian beton aspal memiliki kemampuan menahan keausan. Sebaliknya, semakin tebal selimut aspal mengakibatkan beton aspal semakin mudah *bleeding*, yang mengakibatkan jalan menjadi licin. Banyaknya rongga yang tersisa dalam campuran setelah pemadatan, mengakibatkan durabilitas beton aspal menurun. Semakin besar rongga yang tersisa, beton aspal semakin tidak kedap air. Semakin banyak udara di dalam beton aspal, menyebabkan semakin mudahnya selimut aspal beroksidasi dengan udara, menjadi getas, dan durabilitasnya menurun (Sukirman, 2016).

Durabilitas adalah kemampuan beton aspal untuk mempertahankan keutuhan strukturnya diharapkan sampai masa layanan jalan. Kerusakan efek dari lingkungan dan beban lalu lintas merupakan salah satu faktor mempengaruhi durabilitas perkerasan aspal yang diartikan sebagai kemampuan dari perkerasan untuk mempertahankan peningkatan yang lebih baik dari kondisi sehingga diharapkan sampai ke masa

layanan aspal tanpa terjadi kerusakan pemeliharaan utama (Nicholls et al., 2008)

METODE PENELITIAN

Metode penelitian berupa pembuatan sampel atau benda uji di laboratorium, terlebih dahulu penentuan bahan penelitian yaitu menggunakan aspal penetrasi 60/70 produksi pertamina, untuk agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi (*filler*) berasal dari daerah kabupaten Kampar, untuk air rendaman digunakan air hujan daerah kota Pekanbaru. Buat benda uji campuran beton aspal sebanyak 30 buah dengan ketentuan 15 buah untuk menentukan nilai kadar aspal optimum (KAO) dan 15 buah untuk pengujian rendaman benda uji dengan air hujan.

Benda uji pada kadar aspal optimum (KAO) dilakukan pengujian proses penuaan jangka panjang (*Long Term Oven Aging (LTOA)*) berdasarkan tata cara pelaksanaan pengujian menurut *Strategic Highway Research Program (SHRP) Project A-003A* yaitu benda uji kadar aspal optimum pada kondisi padat dilakukan pengovenan dengan suhu 85°C dengan durasi pengovenan selama 5 hari (Bell & Sosn, 1994). Setelah proses pengovenan benda uji yang telah melalui proses penuaan jangka panjang (LTOA) dibiarkan dingin pada temperatur ruangan. Keluarkan sampel dari oven dan lakukan pengujian tidak kurang dari 24 jam. Pengujian LTOA dimaksudkan untuk mensimulasikan proses penuaan akibat oksidasi terhadap penguapan (*volatilization*) dan pengerasan sterik (*steric hardening*).

Benda uji LTOA yang telah melalui proses penuaan, selanjutnya dilakukan perendaman dengan air hujan pada durasi rendaman 0, 1, 2, 4, dan 7 hari. Proses ini dilakukan untuk mengidentifikasi pengaruh penuaan akibat air hujan. sebelum dilakukan pengujian perendaman terlebih dahulu dilakukan pengujian unsur kimia air hujan untuk mengetahui kandungan kimia yang terdapat dalam air hujan. Kemudian dilakukan pengujian Cantabro dengan metode *Texas Department Of Transportation Designation: Tex-245-F* menjelaskan metode pengujian Cantabro yaitu menentukan abrasi yang hilang dari campuran aspal panas (HMA) (Texas DoT, 2014). Metode pengujian ini mengukur kerusakan dari spesimen padat menggunakan mesin *Los Angeles Abrasion* persentase dari berat yang hilang (*Cantabro Loss*) adalah indikasi dari durabilitas dan berhubungan dengan kuantitas dan kualitas dari bahan pengikat aspal. Berikut persamaan dalam pengujian Cantabro.

$$CL = \frac{A-B}{A} \times 100 \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

CL = Cantabro loss (%)

A = Berat awal dari spesimen uji

B = Berat akhir dari spesimen uji

Benda uji yang telah melalui proses penuaan (LTOA), rendaman air hujan, dan pengujian Cantabro. Selanjutnya dilakukan pengujian Marshall untuk memperoleh karakteristik beton aspal. Perbandingan nilai stabilitas Marshall standar dengan stabilitas Marshall rendaman yang dinyatakan dalam satuan persentase dan dinamakan IRS (Indeks Stabilitas Sisa) atau IKS (Indeks Kekuatan Sisa) (Marga, 1990).

Berikut persamaan 2 untuk menghitung nilai IRS.

$$IRS = \frac{MS_i}{MS_s} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

IRS = Indeks stabilitas sisa (%)

MS_i = Nilai stabilitas Marshall setelah perendaman 24 jam pada suhu ruang 60°C ± 1°C (kg)

MS_s = Nilai stabilitas Marshall standar pada perendaman selama 30 menit pada suhu 60°C ± 1°C (kg).

Beton aspal dianggap cukup tahan terhadap pengaruh air jika nilai IRS minimum 75% berdasarkan ketentuan persyaratan Bina Marga. Nilai Indeks Durabilitas Pertama merupakan jumlah kelandaian yang berurutan dari kurva keawetan, persamaan 3 dapat digunakan untuk menghitung nilai Indeks Durabilitas Pertama (IDP) (Craus et al., 1981).

$$IDP = \sum_{i=0}^{n-1} \frac{S_1 - S_{i+1}}{t_{i+1} - t_1} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

r = Nilai penurunan kekuatan (%) pada indeks durabilitas pertama

S_i = Persen kekuatan yang tersisa pada waktu t_i

S_{i+1} = Persen kekuatan yang tersisa pada waktu t_{i+1}

t_i, t_{i+1} = Waktu perendaman

Nilai Indeks Durabilitas Kedua merupakan luas kehilangan kekuatan rata-rata antara kurva keawetan dengan garis S₀ = 100%, persamaan 4 dapat digunakan dalam menghitung nilai Indeks Durabilitas Kedua (IDK).

$$IDK = \frac{1}{t_n} \sum_{i=0}^n a_1 = \frac{1}{2t_n} (S_i - S_{i+1}) [2t_n - (t_i + t_{i+1})] \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

CL = Cantabro loss (%)

A = Berat awal dari spesimen uji

B = Berat akhir dari spesimen uji

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Unsur Kimia Air

Pengujian unsur kimia air hujan dimaksudkan untuk memperoleh karakteristik unsur kimia yang terkandung didalam air hujan. Pengujian dilakukan di Dinas Kesehatan Laboratorium Penguji UPT Laboratorium Kesehatan dan Lingkungan Pemerintah Provinsi Riau. Berikut hasil pengujian unsur kimia air hujan pada Tabel 1.

Tabel 1. Unsur Kimia Air Hujan

Parameter	Nilai
pH	5,3
Nitrogen Total	< 1,5 mg/L
Calsium (Ca)	10,4 mg/L
Magnesium (Mg)	3,1 mg/L
Kalium (K)	3,97 mg/L
Natrium (Na)	0,284 mg/L
Tembaga (Cu)	< 0,0028 mg/L
Seng (Zn)	< 0,0060 mg/L
Mangan (Mn)	0,024 mg/L
Besi (Fe)	0,0054 mg/L
Zat Organik KMnO4	1,75 mg/L

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 1. Menunjukkan hasil unsur kimia air hujan dengan fokus 4 parameter yang perlu diperhatikan yaitu pada unsur pH, Natrium (Na), Besi (Fe), dan Zat Organik KMnO4. Nilai pH air hujan sebesar 5,3 bersifat asam, nilai Natrium (Na) sebesar 0,284 mg/L, Besi (Fe) sebesar 0,0054 mg/L, dan zat organik KMnO4 sebesar 1,75 mg/L. Semakin tinggi tingkat keasaman air hal itu dipengaruhi bahan organik yang terkandung didalam air (Barchia, 2012). Nilai besi (Fe) semaking tinggi dapat dipengaruhi oleh tingkat keasam air. Air yang tingkat keasamannya tinggi akan menyebabkan nilai besi (Fe) semakin tinggi. Natrium (Na)

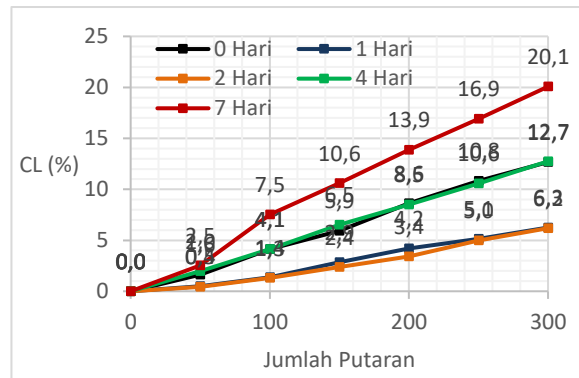
merupakan zat bersifat lunak, mengapung di air mengurai menjadi gas hidrogen dan ion hidroksida (NaOH). Na merupakan komponen yang dapat dijumpai dari tumbuh-tumbuhan.

Hasil Pengujian Cantabro

Pengujian Cantabro dilakukan pada benda uji padat yang telah melalui proses penuaan jangka panjang (LTOA). Pengujian dimaksudkan untuk mensimulasikan kondisi dilapangan pengaruh beban lalu lintas yang bersifat dinamis dalam kurun waktu tertentu. Gambar 1. Menunjukkan grafik Cantabro Loss (CL) beton aspal rendaman air hujan. Grafik merupakan hubungan durasi rendaman terhadap jumlah putaran pada mesin *Los Angeles Abrasion*. Grafik CL rendaman air hujan pada durasi rendaman 0 hari hingga 7 hari mengalami kenaikan grafik di setiap jumlah putaran yang artinya beton aspal mengalami kehilangan berat atau penurunan kekuatan. Nilai CL tertinggi pada jumlah putaran 300 durasi rendaman 7 hari sebesar 20,1%, Sedangkan nilai CL terendah pada durasi rendaman 2 hari sebesar 6,2% lebih kecil dari nilai CL durasi rendaman 0 hari. Hal ini disebabkan beberapa faktor diantaranya gradasi agregat, nilai abrasi agregat, kepadatan (density) saat pemadatan beton aspal. Berikut grafik Cantabro Loss (CL) beton aspal rendaman air hujan pada Gambar 1.

Hasil pengujian Nilai Cantabro Loss (CL) pada benda uji *Long Term Oven Aging* (LTOA) terhadap beton aspal rendaman air hujan durasi 7 hari diperoleh sebesar 5,72% (Suryanto, 2017), hasil ini berdanding lurus dengan

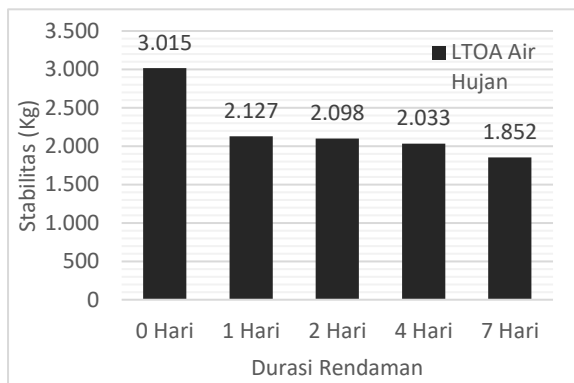
penelitian ini bahwa penambahan durasi rendaman mengakibatkan turunnya nilai CL.



Gambar 1. Grafik Cantabro Loss (CL) Beton Aspal Rendaman Air Hujan

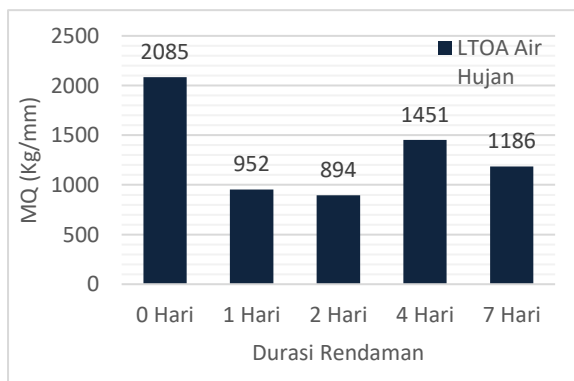
Hasil Pengujian Marshall Benda Uji Cantabro

Hasil pengujian Marshall diperoleh nilai stabilitas (*stability*) dan nilai kelelahan (*flow*) pada benda uji yang telah melalui proses penuaan jangka panjang (LTOA) dan uji Cantabro. Gambar 2. Menunjukkan nilai stabilitas pada benda uji LTOA rendaman air hujan. Nilai stabilitas terendah pada durasi rendaman 7 hari sebesar 1852 kg dan tertinggi pada durasi rendaman 0 hari (tanpa rendaman) sebesar 3015 kg. Hasil kajian perbandingan nilai karakteristik Marshall pada aspal buton merek JBMA50 terhadap rendaman air laut dan air tawar diperoleh nilai stabilitas terendah rendaman air laut sebesar 1272 kg (Adiwijaya, 2019). Hasil tersebut menunjukkan peningkatan durasi rendaman air hujan akan mengakibatkan turunnya nilai stabilitas dan pengaruh rendaman air hujan terhadap beton aspal lebih kecil dibandingkan air laut.



Gambar 2. Grafik Stabilitas Benda Uji LTOA Terhadap Durasi Rendaman Air Hujan

Hasil bagi nilai stabilitas dan nilai kelelahan akan diperoleh nilai *Marshall Quotient* (MQ). Gambar 3. Menunjukkan nilai MQ pada benda uji LTOA rendaman air hujan. Ketentuan persyaratan nilai $MQ > 250 \text{ kg/mm}$ (Bina Marga, 2010). Nilai MQ yang besar menandakan beton aspal bersifat kaku sebaliknya jika nilai MQ rendah maka viskositas aspal tinggi sehingga beton aspal bersifat lentur. Nilai MQ tertinggi pada Gambar 3. Durasi rendaman 0 hari (tanpa rendaman) sebesar 2085 kg/mm , untuk nilai MQ terendah pada durasi rendaman 2 hari sebesar 894 kg/mm sedangkan pada durasi rendaman 7 hari lebih tinggi dibanding rendaman 2 hari hal ini dipengaruhi oleh nilai kelelahan (*flow*).

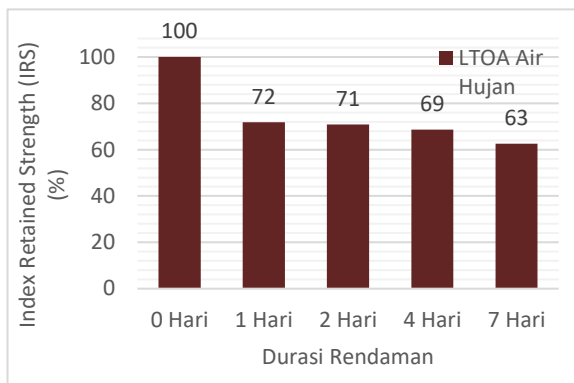


Gambar 3. Grafik MQ Benda Uji LTOA Terhadap Durasi Rendaman Air Hujan

Hasil Pengujian Durabilitas Campuran AC-WC

Nilai *index retained strength* (IRS) atau indeks kekuatan sisa (IKS) diperoleh sebelum dilakukan perhitungan nilai durabilitas, dimana nilai IRS merupakan perbandingan nilai stabilitas Marshall pada benda uji LTOA. Nilai IRS tertinggi pada Gambar 4. Durasi 1 hari sebesar 72% pada rendaman air hujan dan nilai IRS terendah rendaman air hujan durasi 7 hari sebesar 63%. Hasil tersebut menunjukkan adanya penurunan kekuatan dari setiap benda uji beton aspal seiring bertambahnya durasi rendaman. Nilai IRS pada beton aspal rendaman air hujan tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga yang mensyaratkan nilai $IRS > 75\%$.

Kinerja durabilitas campuran beton aspal ditinjau dari faktor variasi suhu dan lama perendaman. Lama perendaman 1, 2, 4, 6 dan 8 hari dengan suhu 90°C , 100°C , 120°C , dan 130°C menunjukkan hasil *index retained strength* (IRS) menurun dengan meningkatnya durasi rendaman (Tahir & Setiawan, 2009). Berdasarkan penelitian ini menyatakan pernyataan yang sama bahwa nilai IRS akan mengalami penurunan semakin lamanya durasi rendaman. Nilai IRS dapat dilihat Gambar 4.



Gambar 4. Grafik IRS Benda Uji LTOA Terhadap Durasi Rendaman Air Hujan

Nilai indeks durabilitas pertama (IDP) dan indeks durabilitas kedua (IDK) jika bernilai negatif maka menyatakan bahwa adanya penambahan kekuatan sebaliknya jika bernilai positif maka mengidentifikasi bahwa ada

penurunan kekuatan pada beton aspal. Persentase nilai penurunan kekuatan pada indeks durabilitas pertama (IDP) disimbolkan dengan huruf (r) untuk persentase nilai penurunan kekuatan pada indeks durabilitas kedua (IDK) disimbolkan dengan huruf (a) dan persentase kekuatan yang tersisa dari indeks durabilitas kedua disimbolkan dengan huruf (Sa). Tabel 2. Menunjukkan nilai IDP sebesar 32% dan nilai IDK sebesar 30%. Hasil tersebut memperlihatkan nilai yang positif sehingga nilai durabilitas beton aspal mengalami penurunan kekuatan. Penurunan nilai kekuatan berkaitan dengan daya tahan lapis permukaan yang lemah dalam memikul beban lalu lintas.

Tabel 2. Nilai IDP dan IDK

LTOA	Stabilitas	IRS	Si-Si+1	ti	ti+ti-1	ti+ti+1	2tn	IDP		IDK			
								r	R	a	Sa	A	SA
	kg	%	%	hari	hari	hari	hari	%	Mpa	%	%	kg	kg
L0	3015	100		0									
L1	2127	72	28	1	1	1		28	850	26			
L2	2098	71	1	2	1	3		1	30	1			
L3	2033	69	2	4	2	6		1	33	1			
L4	1852	63	6	7	3	11	14	2	61	1			
Indeks Durabilitas :								32	974	30	70	890	2125

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan nilai durabilitas rendaman air hujan pada benda uji Cantabro yang telah melalui proses penuaan jangka panjang (LTOA) diperoleh nilai IRS rendaman air hujan durasi 7 hari sebesar 63% hasil ini tidak memenuhi persyaratan Bina Marga. Nilai IDP sebesar 32% dan IDK sebesar 30%. Nilai karakteristik Marshall mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya durasi rendaman air hujan. Nilai

stabilitas terendah rendaman air hujan durasi 7 hari sebesar 1852 kg dan nilai stabilitas tertinggi tanpa rendaman sebesar 3015 kg.

Saran

Sebaiknya dilakukan variasi perbandingan suhu benda uji LTOA.

DAFTAR PUSTAKA

Adiwijaya, S. (2019). *Kajian Perbandingan Niai Karakteristik Marshall Pada Aspal Buton (Asbuton) Pengaruh Dari*

Rendaman Air Laut dan Air Tawar Di Laboratorium.

Barchia, M. F. (2012). *Gambut Agro Ekosistem dan Transformasi Karbon*. Gadjah Mada Press.

Bell, C. A., & Sosn, D. (1994). *Aging : Binder Validation (SHRP-A-384)*.

Bina Marga. (2010). Spesifikasi umum 2010. *Direktorat Jendral Bina Marga, 2010(Revisi 3)*, 1–6.

Craus, J., Ishai, I., & Sides, A. (1981). Durability of bituminous paving mixtures as related to filler type and properties (with discussion). *Association of Asphalt Paving Technologists Proceedings*, 50.

Hardiyatmo, H. C. (2009). *Pemeliharaan Jalan Raya*. Gadjah Mada University.

Marga, B. (1990). SK SNI M 58-1990-03. *Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat Marshall*.

Nicholls, J., McHale, M., & Griffiths, R. (2008). *Best Praticce Guide for Durability oF Asphalt Pavements*.

Sukirman, S. (2016). *Beton Aspal Campuran Panas*. Institut Teknologi Nasional.

Suryanto. (2017). *Durabilitas Penuaan Campuran Beton Aspal Berdasarkan Uji Cantabro*.

Tahir, A., & Setiawan, A. (2009). Kinerja durabilitas campuran beton aspal ditinjau dari faktor variasi suhu pemadatan dan lama perendaman. *SMARTek*, 7(1), 45–61.

Texas DoT, M. and T. D. (2014). Cantabro loss. *TxDoT, 150 mm*, 3–5.