




Karakteristik Campuran Aspal Beton Dengan Substitusi Limbah Ethylene Vinyl Acetate Menggunakan Gradasi Terbuka

Characteristics of Asphalt Concrete Mixture With Ethylene Vinyl Acetate Waste Substitution Using Open Gradation

Deni Iqbal^{a,*}, Fajria Ramadhani^b

^a Prodi Teknik Sipil Universitas Almuslim, Matanglumpangdua, Bireuen, Indonesia

^b Alumni Prodi Teknik Sipil Universitas Almuslim, Matanglumpangdua, Bireuen, Indonesia

Article Info	ABSTRACT
<p>Keywords: Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) Ethylene Vinyl Acetate (EVA) Laston Marshall characteristics Open gradation.</p>	<p>Roads that do not have good drainage facilities in some areas, especially in Aceh, which are often flooded during the rainy season can make the strength of the asphalt mixture material decrease over time, and can cause damage to the road pavement such as erosion of the road surface layer, this makes the asphalt surface rough coupled with the ability to accept loads on passing vehicles which can damage the asphalt in a relatively short time. For this reason, it is necessary to innovate using alternative substitute materials such as Ethylene Vinyl Acetate (EVA) waste, Modification of asphalt penetration 60/70 aims to determine the characteristics of the AC-WC asphalt concrete mixture which is substituted for EVA waste. And aims to determine the percentage of EVA substitution that produces optimum characteristics in open gradations. In this study, graded EVA was substituted as much as 1.5%, 2.5%, and 3.5% by weight of asphalt. The results obtained from this study are that the characteristics of the asphalt mixture with EVA substitution using open gradations do not meet the requirements of Bina Marga 2010 revision 3 (2014) on the VIM value, namely the substitution of 3.5% EVA, while for the stability, flow, MQ, density, VFA and VMA have met the requirements of Bina Marga 2010 revision 3 (2014). Optimum percentage of EVA variation in open gradation is obtained at 1.5% substitution.</p>
Info artikel	ABSTRAK
<p>Kata Kunci: Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) Ethylene Vinyl Acetate (EVA) Laston Karakteristik Marshall Gradasi terbuka</p> <p>Received: 9 Januari 2022 Accepted: 13 Januari 2022 Published: 28 Januari 2022</p>	<p>Jalan yang tidak memiliki fasilitas drainase yang baik di beberapa daerah khususnya di Aceh yang sering tergenang banjir pada saat musim hujan dapat membuat kekuatan bahan dari campuran aspal semakin lama semakin berkurang, serta dapat menimbulkan kerusakan pada bagian perkerasan jalan seperti terkikisnya lapisan permukaan jalan, hal tersebut membuat permukaan aspal menjadi kasar ditambah dengan kemampuan menerima beban pada kendaraan yang melintas dapat membuat aspal rusak dalam waktu yang relatif singkat, Untuk itu perlu adanya inovasi dengan menggunakan alternatif bahan pengganti seperti limbah <i>Ethylene Vinyl Acetate</i> (EVA), Modifikasi aspal penetrasi 60/70 bertujuan untuk mengetahui karakteristik campuran aspal beton AC-WC yang disubstitusi limbah EVA. Serta bertujuan untuk mengetahui persentase substitusi EVA yang menghasilkan karakteristik optimum pada gradasi terbuka. Pada penelitian ini parutan limbah EVA disubstitusikan sebanyak 1,5%, 2,5%, dan 3,5% terhadap berat aspal. Hasil yang didapat dari penelitian ini yaitu karakteristik campuran aspal dengan substitusi EVA menggunakan gradasi terbuka belum memenuhi persyaratan Bina Marga 2010 revisi 3 (2014) pada nilai VIM yaitu pada substitusi 3,5% EVA, Sedangkan untuk nilai stabilitas, <i>flow</i>, MQ, <i>density</i>, VFA dan VMA sudah memenuhi persyaratan Bina Marga 2010 revisi 3 (2014). Persentase variasi EVA optimum pada gradasi terbuka diperoleh pada substitusi 1,5%.</p> <p style="text-align: right;">Copyright ©2022 The Authors This is an open access article under the CC-BY-SA 4.0 International License</p> 

PENDAHULUAN

Daya dukung tanah sangat dipengaruhi oleh kandungan air yang ada di dalam tanah, Jika kandungan air dalam tanah sudah melewati nilai optimumnya, maka daya dukung tanah akan menurun, sekuat apapun perkerasan jalan tanpa didukung fasilitas drainase yang baik akan dengan mudah menurunkan kekuatan perkerasan sebagai akibat melemahnya kepadatan lapisan pondasi. Seperti halnya jalan yang tidak memiliki fasilitas drainase yang baik di beberapa daerah khususnya di Aceh yang sering tergenang banjir pada saat musim hujan dapat membuat kekuatan bahan dari campuran aspal semakin lama semakin berkurang, serta dapat menimbulkan kerusakan pada bagian perkerasan jalan seperti terkikisnya lapisan permukaan jalan, hal tersebut membuat permukaan aspal menjadi kasar ditambah dengan kemampuan menerima beban pada kendaraan yang melintas dapat membuat aspal rusak dalam waktu yang relatif singkat. Salah satu cara untuk memperbaiki kerusakan pada aspal tersebut yaitu dengan substitusi polimer terhadap campuran aspal pen 60/70. Polimer yang disubstitusi yaitu jenis limbah *Ethylene Vinyl Acetate* (EVA).

* Corresponding authors | Deni Iqbal | Prodi Teknik Sipil Universitas Almuslim, Matanglumpangdua, Bireuen, Indonesia.

Alamat e-mail | deniqbal002@gmail.com



<https://doi.org/10.51179/rkt.v6i1.1042>



<http://www.journal.umuslim.ac.id/index.php/rkt>

Iqbala, D., Ramadhani, F (2022). Karakteristik Campuran Aspal Beton Dengan Substitusi Limbah Ethylene Vinyl Acetate Menggunakan Gradasi Terbuka. *Jurnal Rekayasa Teknik dan Teknologi (Rekatek)*, 6(1), 35-39.

Limbah ini digunakan mengingat EVA merupakan limbah anorganik dan sulit terurai, yang disubstitusikan pada campuran beraspal dengan terbuka (seragam). Menurut Sukirman.S., (2003) gradasi agregat adalah susunan butir agregat sesuai ukurannya. Ukuran butir setiap agregat dapat diperoleh dengan pemeriksaan analisa saringan. Gradasi terbuka (seragam) yaitu gradasi dengan ukuran agregat yang hampir sama dan mempunyai pori antar butir yang cukup besar. Sedangkan gradasi rapat (menerus) merupakan gradasi dengan agregat yang semua ukuran butirnya ada dan terdistribusi dengan baik. Agregat tersebut lebih sering digunakan dalam lapis perkerasan lentur untuk mendapatkan pori atau rongga yang kecil serta kemampuan yang tinggi sehingga terjadinya *interlocking* yang baik.

Selain untuk bahan campuran aspal, pemanfaatan limbah juga dapat mengurangi masalah lingkungan yang timbul akibat pembuangannya. Oleh karena itu dalam upaya untuk memanfaatkan limbah maka penulis ingin melakukan penelitian dengan menguji karakteristik campuran aspal beton dengan substitusi limbah EVA menggunakan gradasi rapat dan terbuka.

METODE PENELITIAN

Metode-metode penelitian membahas tentang tahapan-tahapan yang dilaksanakan dimana secara garis besar metode penelitian tergambar dalam bagan alir. Penelitian ini dilakukan di laboratorium transportasi Fakultas Teknik Universitas Almuslim. Bahan material yang digunakan berupa agregat yang berasal dari quarry milik PT. Krueng Meuh, serta aspal yang digunakan berupa aspal penetrasi 60/70 produksi PT. Pertamina. Metode pengujian mengikuti prosedur pengujian Marshall, AASHTO Bina Marga. Adapun beberapa tahapan dalam penelitian ini adalah :

1. Pengujian pertama akan dilakukan pembuatan benda uji aspal beton dengan aspal pen 60/70 yang disubstitusi variasi 1,5%, 2,5%, dan 3,5% limbah EVA menggunakan gradasi rapat.
2. Pengujian selanjutnya akan dilakukan pembuatan benda uji aspal beton dengan aspal pen 60/70 yang disubstitusi variasi 1,5%, 2,5%, dan 3,5% limbah EVA menggunakan gradasi terbuka.

Data Primer

Data primer adalah data yang diperlukan sebagai pendukung utama dalam suatu penelitian tugas akhir. Data primer dapat diperoleh dari pengamatan atau pemeriksaan di laboratorium yang akan dijadikan suatu pembahasan dan kesimpulan.

Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung data primer yang diperlukan dalam penelitian, dapat berupa daftar spesifikasi campuran, angka koreksi benda uji, peta lokasi pengambilan sampel, dan sebagainya.

Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan berupa peralatan untuk pengujian Marshall termasuk seperangkat alat untuk metode Marshall, yaitu alat Marshall, *mold* pemadat beserta pelat dasarnya, *flow meter*, *hammer* pemadat, dan bak perendam dengan pengatur suhu.

Pemeriksaan Sifat Dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC) diuji karakteristik dari masing bahan agregat dan aspal Pen 60/70. Metode pengujian mengacu pada Standar Nasional Indonesia.

1. Pemeriksaan sifat-sifat Fisis Agregat
Pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat meliputi beberapa pemeriksaan diantaranya pemeriksaan berat jenis agregat, penyerapan agregat, berat isi, impact, keausan, serta indeks kepipihan agregat dan kelonjongannya.
2. Pemeriksaan sifat-sifat fisis Aspal
Pemeriksaan sifat-sifat fisis aspal meliputi beberapa pemeriksaan, yaitu pemeriksaan berat jenis aspal, penetrasi, titik lembek, dan daktilitas aspal.
3. Persiapan Bahan Pengisi (*Filler*)
Bahan pengisi yang digunakan pada penelitian ini adalah semen portland yang lolos saringan No.200 (0.075 mm).

Pembuatan Benda Uji

Banyaknya benda uji yang dibuat pada penelitian ini bervariasi berdasarkan kadar aspal tengah (Pb), kadar aspal tengah dibulatkan mendekati 0,5% dengan dua kadar aspal di atas kadar aspal tengah (Pb) dan dua kadar aspal di bawah kadar aspal. Kadar aspal tengah diperlukan untuk menentukan kadar aspal optimum (KAO) dalam campuran. Setelah kadar aspal optimum (KAO) diperoleh, maka akan dibuat benda uji pada kadar aspal optimum (KAO) dengan variasi EVA. Tabel 3.5 Rekapitulasi Rancangan Jumlah Benda Uji Keseluruhan Berdasarkan Persentase Substitusi Limbah EVA

Tabel 3. Tabel Rekapitulasi Rancangan Jumlah Benda Uji

No	Uraian	Jumlah
1	Benda uji untuk penentuan kadar aspal optimum (KAO)	15 buah
2	Benda uji yang disubstitusi EVA	12 buah
Jumlah Total		27 buah

Penentuan Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal optimum adalah kadar aspal yang terbaik bagi campuran yang mewakili semua parameter Marshall yang telah memenuhi persyaratan AASHTO, maupun SNI. Nilai kadar aspal optimum didapat dari evaluasi parameter Marshall, yaitu nilai *density*, VMA, VIM, VFA, *flow*, dan MQ yang sesuai dengan spesifikasi dan alat uji Marshall.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Pemeriksaan Sifat Fisis Agregat

Data hasil pemeriksaan terhadap sifat-sifat fisis agregat batu pecah yang berasal dari mesin *stone crusher* milik PT. Krueng Meuh. Adapun hasil pemeriksaan agregat dapat dilihat pada tabel.

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan agregat

No	Sifat - sifat fisis yang diperiksa	Satuan	Hasil	Persyaratan
1	Berat Jenis	-	2,775	Min. 2,5
2	Penyerapan	%	1,119	Maks. 3
3	Berat Isi	Kg/cm ³	1,656	Min. 1
4	Indeks Kepipihan	%	9,90	Maks. 10
5	Indeks Kelonjongan	%	9,83	Maks. 10
6	Impact	%	8,94	Maks. 30
7	Keausan	%	35,00	Maks. 40

Sumber: Data Sekunder

Hasil Pemeriksaan Sifat Fisis Aspal

Data hasil pemeriksaan terhadap sifat-sifat fisis aspal memperlihatkan bahwa aspal tersebut dapat digunakan karena memenuhi persyaratan yang ditetapkan. Hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis aspal penetrasi 60/70 disajikan pada tabel.

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Sifat – Sifat Fisis Aspal penetrasi 60/70

No	Sifat-Sifat Fisis Aspal	Satuan	Hasil	Persyaratan
1	Berat Jenis;	-	1,023	>1
2	Penetrasi;	(0,1 mm)	64	60-70
3	Titik Lembek;	°C	48,25	>48
4	Daktilitas	cm	130	>100

Sumber: Data Sekunder

Hasil Pengujian Marshall untuk Penentuan KAO

Berdasarkan hasil pengujian Marshall yaitu stabilitas, *flow*, *density*, VIM, VMA, VFA, dan *Marshall Quetient*. Pengujian Marshall dengan gradasi - gradasi terbuka dengan variasi 4,4%; 4,9%; 5,4%; 5,9%; dan 6,4%, selanjutnya dianalisa untuk memperoleh nilai Kadar Aspal Optimum (KAO). KAO yang diperoleh adalah 6,0% yang memenuhi persyaratan parameter Marshall untuk campuran aspal beton (AC-WC).

Tabel 6. Hasil Pengujian Marshal yang Memenuhi Persyaratan Parameter Marshall

No	Karakteristik Campuran	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi Dept. PU (2014)
		4,40	4,90	5,40	5,90	6,40	
1	Stabilitas (kg)	1166,88	1012,42	959,72	865,72	826,19	Min. 800
2	<i>Flow</i> (mm)	6,53	5,00	3,97	3,80	3,70	2-4
3	MQ (kg/mm)	182,86	202,38	240,98	245,78	226,47	Min. 250
4	<i>Density</i> (t/m ³)	2,36	2,33	2,42	2,41	2,40	-
5	VIM (%)	8,64	8,78	4,77	4,24	3,79	3-8
6	VMA (%)	24,37	25,51	23,28	23,89	24,56	Min. 15
7	VFA (%)	64,54	65,59	79,57	82,28	85,25	Min. 65

Hasil Pengujian Marshall pada KAO dengan Substitusi EVA

Tabel 7. Tabel Hasil Pengujian Marshall dengan Substitusi EVA.

No	Karakteristik Campuran	Variasi EVA				Spesifikasi Dept. PU (2014)
		0%	1,5%	2,5%	3,5%	
1	Stabilitas (kg)	1124,05	1212,32	1243,95	1250,51	Min. 800
2	Flow (mm)	3,90	3,33	2,83	2,33	2-4
3	MQ (kg/mm)	269,98	373,22	443,57	538,33	Min. 250
4	Density (t/m ³)	2,42	2,41	2,40	2,36	-
5	VIM (%)	3,71	4,00	4,73	6,25	3-5
6	VMA (%)	23,67	23,90	24,48	25,68	Min. 15
7	VFA (%)	84,38	83,30	80,76	75,81	Min. 65

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian diatas maka pada subbab ini dibahas hasil yang diperoleh dari penelitian dan hasil pengolahan data sehingga didapat karakteristik aspal Pen.60/70 menggunakan gradasi terbuka untuk mendapatkan persentase terbaik.

Tinjauan Terhadap Nilai Stabilitas

Nilai stabilitas campuran lapis aspal beton AC-WC menggunakan aspal penetrasi 60/70 dengan gradasi terbuka terhadap KAO 6,0% mengidentifikasi bahwa terjadi kenaikan nilai stabilitas pada campuran dengan nilai stabilitas optimum didapat pada EVA 1,5%.

Tinjauan Terhadap Nilai Flow

Nilai *flow* campuran laston lapis Aus AC-WC dengan substitusi EVA menunjukkan besarnya deformasi atau perubahan bentuk yang terjadi pada lapis perkerasan akibat menahan beban yang diterimanya. Nilai *flow* yang rendah akan mengakibatkan campuran menjadi kaku sehingga lapis perkerasan menjadi mudah retak, sedangkan campuran dengan nilai *flow* tinggi akan menghasilkan lapis perkerasan yang plastis sehingga perkerasan akan mudah mengalami perubahan bentuk seperti gelombang dan alur.

Tinjauan Terhadap Nilai MQ

Nilai *Marshall Quotient* dari campuran laston lapis aus dengan substitusi EVA merupakan perbandingan nilai stabilitas campuran dengan *flow*, semakin besar nilai MQ yang dihasilkan akan semakin kaku, sebaliknya bila semakin kecil nilainya maka campuran semakin lentur. Nilai MQ ini dipengaruhi oleh nilai stabilitas dan nilai *flow* dari campuran. Nilai MQ rata-rata yang rendah disebabkan oleh nilai stabilitas rendah dan *flow* yang relatif tinggi. Semakin besar nilai MQ dari suatu campuran, campuran tersebut cenderung memiliki fleksibilitas rendah (kaku), karena nilai MQ merupakan pendekatan terhadap kekakuan dan kelenturan dari suatu campuran aspal.

Tinjauan Terhadap Nilai Density

Kepadatan (*density*) merupakan perbandingan antara berat kering dengan volume benda uji campuran. Nilai *density* pada campuran laston lapis aus dengan substitusi EVA pada gradasi terbuka semakin tinggi penambahan substitusi EVA pada campuran aspal beton menyebabkan nilai *density* menjadi semakin menurun, sedangkan semakin kecil penambahan substitusi EVA menyebabkan nilai *density* semakin meningkat, hal tersebut menunjukkan bahwa substitusi EVA memberikan pengaruh terhadap kemampuan aspal dalam mengisi rongga dalam campuran sehingga terjadinya pematatan.

Tinjauan Terhadap Nilai VIM

Nilai VIM menunjukkan banyaknya persentase rongga dalam campuran, yang dinyatakan dalam persen. Nilai VIM semakin kecil tergantung kemampuan aspal dalam mengisi rongga dalam campuran. Nilai VIM pada campuran laston dengan substitusi EVA menunjukkan bahwa nilai VIM pada gradasi terbuka dengan substitusi 3,5% EVA tidak memenuhi persyaratan dari Bina Marga revisi 3 (2014) yaitu antara 3-5. Semakin berkurangnya nilai VIM dalam campuran dapat menyebabkan campuran menjadi semakin getas dan dapat mengurangi efisiensi kemampuan aspal dalam mengisi rongga dalam campuran. Sedangkan pada substitusi 0% sampai 2,5% sudah memenuhi persyaratan Bina Marga revisi 3 (2014).

Tinjauan Terhadap Nilai VMA

Nilai VMA pada substitusi EVA menggunakan gradasi terbuka menunjukkan bahwa nilai VMA sudah memenuhi persyaratan dari Bina Marga 2010 revisi 3 (2014) yaitu diatas 15%. Nilai kecil dari VMA mengakibatkan campuran aspal dapat menyelimuti agregat tersebut terbatas dan mengakibatkan selimut aspal yang tipis, sehingga berpengaruh terhadap keawetan dan fleksibilitas campuran. Sebaliknya bila agregat mempunyai nilai VMA yang besar maka akan menyebabkan lebih besar ruang yang tersedia untuk terselimuti oleh aspal.

Tinjauan Terhadap Nilai VFA

Nilai VFA pada campuran laston lapis aus (AC-WC) dengan substitusi EVA dengan gradasi terbuka sudah memenuhi persyaratan dari Bina Marga revisi 3 (2014) yaitu diatas 65%. Besarnya nilai VFA sangat menentukan keawetan suatu campuran beton aspal, semakin besar nilai VFA menjadikan nilai VIM semakin kecil, karena semakin banyak rongga dalam campuran yang dapat terisi oleh aspal, sehingga campuran beton aspal akan semakin awet. Begitu juga sebaliknya, jika nilai VFA semakin kecil menunjukkan bahwa aspal dapat mengisi rongga lebih sedikit dan aspal yang menyelimuti butiran partikel agregat sangatlah tipis, sehingga campuran beton aspal tidak awet dan mudah terjadinya pelepasan butir agregat.

KESIMPULAN

1. Karakteristik campuran aspal dengan substitusi EVA menggunakan gradasi terbuka masih belum memenuhi persyaratan Bina Marga 2010 revisi 3 (2014) pada nilai VIM yaitu pada substitusi 3,5% EVA, sedangkan nilai Stabilitas, *flow*, *density*, MQ, VMA dan VFA sudah memenuhi persyaratan Bina Marga 2010 revisi 3 (2014).
2. Persentase variasi EVA optimum diperoleh pada substitusi 1,5%. Dilihat dari semua nilai parameter Marshall gradasi terbuka cocok digunakan pada substitusi antara 1,5% sampai 2,5% karena memenuhi semua parameter Marshall yang disyaratkan oleh Bina Marga 2010 revisi 3(2014).

Saran

1. Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, disarankan kepada Kontraktor dan Bina Marga untuk dapat menggunakan aspal yang telah disubstitusi EVA pada kontruksi perkerasan jalan karena dapat meningkatkan kualitas aspal.
2. Pada penelitian ini menggunakan gradasi terbuka dengan variasi substitusi EVA, disarankan untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan substitusi lainnya menggunakan gradasi terbuka.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO, (1990), *Standard Specification for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing*, 15thed, AASHTO. Washington DC.
- Anonim, (2010), Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Edisi 2010 Revisi 3 (2014).Kementrian Pekerjaan Umum,Indonesia.
- Anonim, (2010), Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2010. Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Ansyori, AL., (2005), "Model Korelasi Lama Perendaman Pada Campuran ATB (*Asphalt Treated Base*) Terhadap Stabilitas Marshall". Malang : Universitas Muhammadiyah.
- Ardian, dkk., (2016), "Pengaruh Bitumen Modifikasi Polimer *Ethylene Vinyl Acetate* (EVA) Pada *Asphalt Concrete* Terhadap Karakteristik Marshall". Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- Bukhari dan saleh, (2007), "Rekayasa Bahan dan Tebal Perkerasan". Aceh : Universitas Syiah Kuala.
- Carla.V., dkk, (2015), "Pengaruh Suhu dan Durasi Terendamnya Perkerasan Beraspal Panas Terhadap Stabilitas dan Kelelahan (*Flow*). Manado : Universitas Sam Ratulangi.
- Harinaldi, (2005), Prinsip-prinsip Statistik. Jakarta: Erlangga.
- Iqbal, dkk, (2018), "Pengaruh Lama Rendaman Kotoran Sapi Terhadap Durabilitas Campuran Aspal Beton Menggunakan Aspal Pen.60/70 Yang Di Substitusi Limbah *Ethylene Vinyl Acetate* (EVA)". Aceh : Universitas Syiah Kuala.
- Kerb, RD and Walker, RD., (1971), "*Highway Materials, McGraw Hill Book Compan*". USA :Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Sistra, dkk., (2016), "Analisis Karakteristik Modifikasi Aspal Penetrasi 60/70 Dengan *Ethylene Vinyl Acetate* (EVA)". Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). (2011), Metode, Spesifikasi dan Tata Cara Pengujian Aspal. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) (1991), Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat Marshall (SNI 06-2441-1991). Jakarta
- Sukirman. S., (2003), "Beton Aspal Campuran Panas". Bandung : Penerbit Granit.
- Sukirman. S., (1999), "Perkerasan Lentur Jalan Raya". Bandung : Penerbit Nova.
- Whiteoak, D., (1991). "*The Shell Bitumen Handbook*".Thomas Telford.
- Ziannur. F., (2018), "Karakteristik Substitusi Limbah *Ethylene Vinyl Acetate* (EVA) Pada Campuran Laston Lapis Aus (AC-WC) Terhadap Lama Waktu Rendaman". Aceh : Universitas Almuslim.