

ANALISIS PENGARUH KEHALUSAN ABU TERBANG (FLYASH) TERHADAP STABILITAS DAN KEPADATAN CAMPURAN BETON ASPAL (AC-WC)

Farlin Rosyad¹

¹) Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bina Darma, Palembang

Abstract

In this study, the use of fly ash material as substitution material of fine fraction on asphalt mixture of AC-WC Concrete to study Marshall and Durability. Concrete of bitumen is one of plywood type of pavement construction of pavement. In this study will focus on the extent of the effect of Ash ash Effect on Asphalt Concrete Mixture -WC terhadap Stability and density of the concrete mixture of asphalt. and in the end it is hoped that later fly ash of coal which used to be a waste material can be utilized as substitution material of fine fraction and alternative filler in road construction. The conclusion obtained from the analysis of the influence of fineness to the stability and density of AC-Wc asphalt concrete is as follows : Stability: Value stability of the mixture in the review of fineness variation tends to increase substitution of fly ash content variation occurs at the rate of 6% optimum zone 3 is equal to 1.435kg and at the level of 8% zone 3 decreased to 1.421kg. Kepadatan Nilai Density (Bulk density Standard) the mixture in review of the fineness variations tends to increase. variation of fly ash content substitution occurred optimum at 8% level of zone 3 that is equal to 2,421kg / cc. Some suggestions that can be submitted to improve the results performance of concrete asphalt mixture (AC-WC) using substitution smoothness and fly ash content are: a) for subsequent research in order to analyze the optimum asphalt content to the optimum ash content as the greater the use of fly ash content, the Marshall parameter value tends to be less than optimal and b) It is advisable to combine other types of substitution materials with fly ash to obtain more economical results.

Key Words: *flyash flyash, stability, density, mixed asphal concrete (AC-WC)*

1. PENDAHULUAN

Sejak tahun 1995 Bina Marga telah menyempurnakan konsep spesifikasi campuran beraspal panas bersama-sama dengan Puslitbang Jalan. Dalam Spesifikasi baru diperkenalkan perencanaan campuran beraspal panas dengan pendekatan kepadatan mutlak. Kepadatan mutlak adalah massa per satuan volume termasuk rongga contoh uji yang dipadatkan sampai mencapai tertinggi yang dicapai sehingga campuran tersebut praktis tidak dapat menjadi lebih padat lagi. Hal tersebut sesuai dengan metode pengujian yang ditentukan dalam “Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Panas Dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak”

Beton aspal merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konstruksi

perkerasan lentur. Campuran beton aspal tersebut terdiri atas agregat kasar, agregat halus, filler dan menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Filler yang biasa disebut juga bahan pengisi dapat diperoleh dari hasil pemecahan batuan secara alami maupun buatan. Filler yang umum digunakan adalah

jenis filler abu (debu) batu. pada penelitian ini filler yang dimaksud adalah abu terbang batu bara, sebagai hasil pembakaran batu bara pada PLTU Bukit Asam, Tanjung enim Sumatera Selatan, Abu terbang batu bara adalah partikel halus yang merupakan endapan dari tumpukan bubuk hasil pembakaran batu bara yang dikumpulkan dengan alat elektrostatik presipitator. Abu terbang batu bara termasuk dalam kategori limbah industri yang mempunyai potensi sangat tinggi untuk digunakan dalam konstruksi jalan raya. Abu terbang batu bara dapat dijadikan sebagai mineral filler karena ukuran partikelnya yang sangat halus, dan dari beberapa literatur penelitian yang dilakukan sebelumnya, abu terbang batu bara mengandung unsur pozzolan, sehingga dapat berfungsi sebagai bahan pengisi rongga dan pengikat aspal beton. Berdasarkan observasi yang telah dilakukan di PLTU Bukit Asam, Tanjung Enim Sumatera Selatan, jumlah produksi abu terbang batu bara sebagai hasil pembakaran batu bara, mencapai 10 -15 ton perhari. Abu terbang batu bara tersebut belum dimanfaatkan secara berarti dan hanya menjadi limbah buangan disekitar wilayah PLTU.

Oleh karena itu maka dicoba melakukan suatu penelitian eksperimen tentang pemanfaatan abu terbang batu bara sebagai filler pada campuran beton aspal. Pada penelitian ini akan menitik beratkan sejauh mana pengaruh Kehalusan Abu terbang terhadap Campuran Beton Aspal terhadap Stabilitas dan kepadatan campuran beton aspal tersebut. dan pada akhirnya diharapkan nantinya abu terbang batu bara yang dulunya merupakan bahan buangan dapat dimanfaatkan sebagai bahan Substitusi fraksi halus dan filler alternatif dalam konstruksi jalan raya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Beton Aspal

Beton aspal merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini merupakan campuran merata antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu. Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya. Adapun susunan lapis konstruksi perkerasan lentur terdiri dari (Silvia Sukirman, 1999) :

- a. Lapis permukaan (surface course)
- b. Lapis pondasi atas (base course)
- c. Lapis pondasi bawah (subbasecourse)
- d. Lapisan tanah dasar (subgrade)

Campuran Beton Aspal (AC WC)

Bitumen adalah suatu campuran dari senyawa hidrokarbon yang berasal dari alam atau dari suatu pemanasan, atau berasal dari kedua proses tersebut yang dapat berbentuk gas, cairan, setengah padat atau padat, dan campuran tersebut dapat larut dalam karbondisulfida. Aspal yang dipakai dalam konstruksi jalan mempunyai sifat fisis yang penting antara lain : ketahanan terhadap pelapukan oleh karena cuaca, derajat pengerasan, dan ketahanan pengaruh air.

Agregat

Agregat adalah partikel – partikel butiran mineral yang digunakan dengan kombinasi berbagai jenis bahan perekat membentuk massa beton atau sebagai bahan dasar jalan. Sifat- sifat agregat galian yang dihasilkan, tergantung dari jenis bantuan aspal. Ada 3 jenis batuan asal yaitu batuan beku, batuan beku merupakan batuan yang terbentuk dari pendinginan magma cair yang membeku. Batuan beku yang berbutir kasar terbentuk dari magma cair yang membeku secara perlahan.

Berbutir halus seperti batuan beku yang terbentuk dengan pendinginan lebih cepat dan berlapis. Batu

sedimen terbentuk dari pemadatan deposit mineral sedimen dan secara kimia dan dasar laut.

Beberapa jenis batuan sedimen dengan komposisi yang terkandung: batu kapur (calcium carbonate) dolomite (calcium carbonate and magnesium carbonate) serpihan tanah liat (clay), sandstone (Quartz) gypsum (calcium sulphate),

Agregat yang dipergunakan dalam pembuatan aspal beton, secara umum mempunyai persyaratan terhadap sifat-sifatnya antara lain : susunan butir (gradasi) ketahanan terhadap gesekan / kekekalan (soundness), kemurniaan dan kebersihan (cleanliness) gesekan internal dan sifat permukaannya (surface texture) sedangkan berdasarkan kelompok agregat akan lebih spesifik sesuai jenisnya apakah agregat kasar, halus atau filler

Bahan Pengisi

Debu batu (*stonedust*) dan bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan penyaringan sesuai SNI 03-4142-1996 harus mengandung bahan yang lolos saringan No.200 (75 micron) tidak kurang dari 75 % dari yang lolos saringan No. 30 (600 micron)

Pengertian Abu Terbang (*Fly Ash*)

Menurut SNI 03-6414-2002 mendefinisikan pengertian abu terbang batu bara adalah limbah hasil pembakaran batubara pada tungku pembangkit listrik tenaga uap yang berbentuk halus, bundar dan bersifat pozolanik.

Penggunaan abu terbang batu bara sebagai pengganti fraksi halus dan Filler pengganti Semen Abu terbang batu bara (Ex PLTU Bukit Asam Tanjung Enim – SUMSEL). Abu terbang batu bara merupakan bahan anorganik sisa pembakaran batu bara dan terbentuk dari perubahan bahan mineral karena proses pembakaran. Pada pembakaran batu bara dalam pembangkit tenaga listrik terbentuk dua jenis abu yakni abu terbang batu bara (fly ash) dan abu dasar (bottom ash). Partikel abu yang terbawa gas buang disebut abu terbang batu bara, sedangkan abu yang tertinggal dan dikeluarkan dari bawah tungku disebut abu dasar. Sebagian abu dasar berupa lelehan abu disebut terak (slag). Abu terbang batu bara yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah abu terbang batu bara dari hasil limbah PLTU Bukit Asam Tanjung Enim –Sumsel. Pengambilan abu terbang batu bara dilakukan pada satu lokasi pengambilan yaitu Hopper. Hopper merupakan bangunan berbentuk kerucut yang berfungsi menampung abu terbang batu bara (ukuran partikelnya agak halus) yang berhasil ditangkap oleh alat Elektrostatik Presipirator sebelum dimasukkan kedalam tempat penampungan abu terbang batu bara.

Pada penelitian ini yang ditinjau dan di analisis adalah masalah kehalusan fraksi dari abu terbang batu bara dengan cara membagi kehalusan menjadi

- 1) Zona 0 (Z0)
Bahan abu terbang yang asli di ambil dari PLTU Bukit Asam Tanpa di dilkakukan pemisahan dengan Blower.
- 2) Zona 1
Bahan abu terbang diambil dari jarak 50cm dari alat pemisah Blower
- 3) Zona 2
Bahan abu terbang diambil dari jarak 200 cm dari alat pemisah Blower
- 4) Zona 3
Bahan abu terbang diambil dari jarak 350 cm dari alat pemisah Blower

3. METODOLOGI

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental yang dilakukan Laboratorium Pengujian Balai Besar Pelaksanaan Jalan (BBPJN) Nasional V Sumatera Selatan dan Laboratorium Aspal PT.Sumber Sarana Utama

Penelitian ini diawali dengan pemeriksaan karakteristik dari bahan Limbah abu pembakaran batu bara dari PLTU Bukit Asam. Sifat karakteristik dari beberapa sampel bahan tersebut akan menjadi penentu parameter dalam pengujian sifat benda Uji Briket Aspal AC-WC yang akan dilaksanakan di Laboratorium Laboratorium Pengujian Balai Besar Pelaksanaan Jalan (BBPJN) V Sumatera Selatan dan Laboratorium Aspal PT. Sumber Sarana Utama

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- 1) Abu terbang dari limbah pembakaran batu bara di PLTU Bukit Asam
- 2) Abu terbang dilakukan pemisah dengan alat dan dibagi menjadi 4 zona berdasarkan kehalusan abu terbang tersebut masing-masing zona 0, zona 1
- 3) Agregat halus asal Tanjung Raja
- 4) Agregate kasar asal Lahat
- 5) Aspal keras Pen 60/70

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- 1) Saringan ayakan 25 mm, 19 mm, 9,5 mm, 4,75 mm, 2,36 mm, 1,18 mm, No. 30, No. 50, No. 100
- 2) Alat penyaring kehalusan abu terbang (Hasil modifikasi penelitian terdahulu, (Firdaus dan Ishak yunus, 2015)

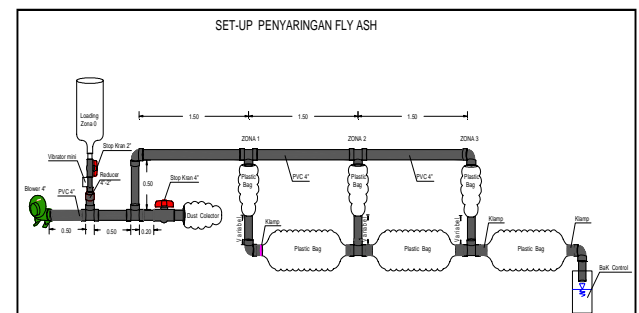
- 3) Oven, yang digunakan untuk mengeringkan sampel dalam pemeriksaan bahan – bahan yang akan digunakan dalam campuran beton.
- 4) Timbangan, untuk mengetahui berat dari bahan – bahan penyusunan Aspal
- 5) Gelas ukur, untuk mengukur volume air, berat jenis dan memeriksa kadar Lumpur pasir
- 6) Mesin uji tekan *Marshall* dengan berkapasitas 22,2 KN (=5000 lbf) dan *flowmeter*
- 7) Alat untuk membuat sampel aspal berupa : Cetakan (mould) dan Penumbuk otomatis
- 8) Oven, yang digunakan untuk mengeringkan sampel dalam pemeriksaan bahan-bahan yang akan digunakan dalam campuran aspal
- 9) Water Bath (Bak Perendam Aspal)

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dibagi menjadi 3 tahapan pokok sebagai berikut :

- 1) Pemeriksaan propertis *fly ash*

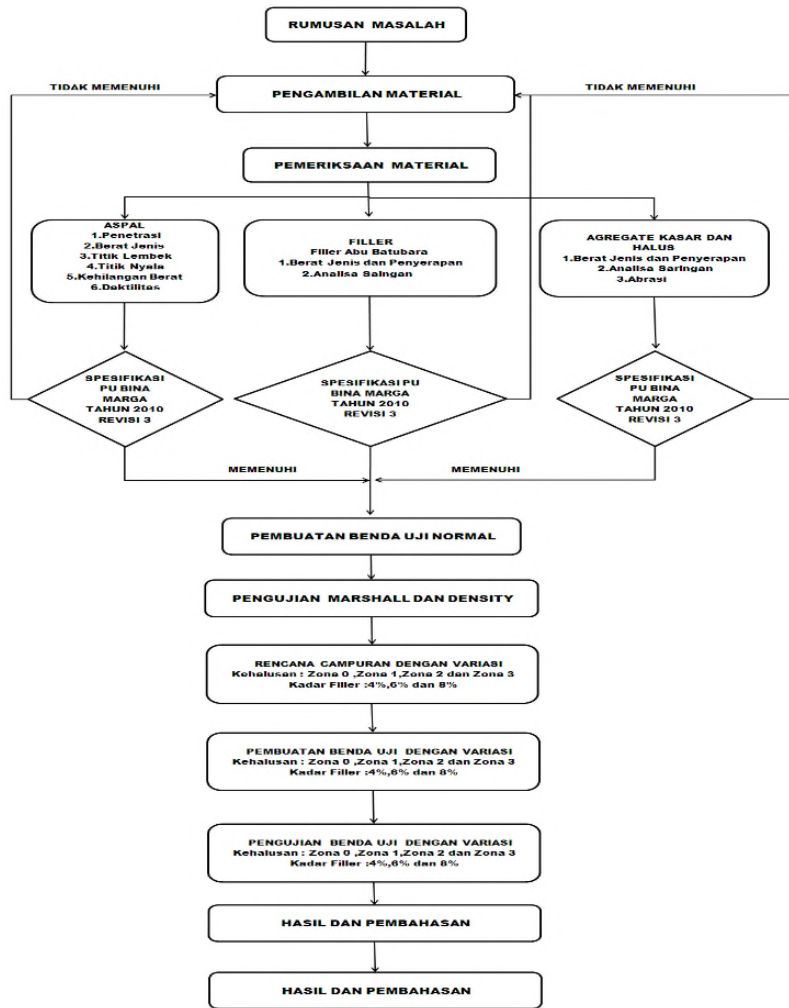
Material yang akan di pergunakan pada penelitian ini di ambil dari lokasi PLTU bukit asam Tanjung Enim dan dilakukan penyaringan dengan alat penyaring kehalusan (Firdaus dan Ishak Yunus, 2015)



Gambar 1. Set up penyaringan fly ash

Dari hasil penyaringan diatas material akan di bagi menjadi 4 zona masing-masing zona 0 (Kode F1 = tanpa penyaringan), zona 1 (F2), zona 2 (F3) dan zona 3 (F4). Pada persiapan benda uji, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain:

- 1) Jumlah benda uji yang disiapkan.
- 2) Persiapan agregat yang akan digunakan.
- 3) Penentuan temperatur pencampuran dan pepadatan.
- 4) Persiapan campuran aspal dengan abu terbang
- 5) Pepadatan benda uji.
- 6) Persiapan untuk pengujian *Marshall*.



Gambar 2. Bagan alir penelitian

Tabel 1. jumlah sampel (briket) yang akan dibuat

Kehalusan Flyash	Persentase Filler	Jumlah Spesimen	TOTAL (buah)
NORMAL	0%	7	7
F1 (zona 0)	4%	7	21
	6%	7	
	8%	7	
F2 (zona 1)	4%	7	21
	6%	7	
	8%	7	
F3 (zona 2)	4%	7	21
	6%	7	
	8%	7	
F4 (zona 3)	4%	7	21
	6%	7	
	8%	7	

Berdasarkan tujuan dan perumusan masalah dari penelitian ini maka hasil pengujian akan berupa nilai parameter campuran aspal beton, adapun parameter yang akan di analisis yaitu :

- Kepadatan Campuran Aspal Beton
Untuk pengujian dilakukan dengan 2 (dua) jenis tumbukan yaitu dengan Kepadatan Standar (75 x 2 Tumbukan)
- Stabilitas Marshall

Stabilitas merupakan kemampuan lapis perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) seperti gelombang, alur (*rutting*), maupun mengalami bleeding. Nilai stabilitas dipengaruh oleh kohesi aspal, kadar aspal, gesekan (*internal friction*), sifat saling mengunci (*interlocking*) dari partikel – partikel agregat, bentuk dan tekstur permukaan serta gradasi agregat, untuk batas spesifikasi PU Bina Marga 2010 Revisi 3 nilai Stabilitas *Marshall* adalah minimal sebesar 800Kg.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan di bahas hasil pengujian bahan penyusun Aspal Beton AC-WC, proses pembuatan benda Uji (briket) dan Pengujian Marshall yang dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional V dan laboratorium Aspal PT.Sumber Sarana Utama .Pada Penelitian ini percobaan campuran menggunakan gradasi dingin (*cold bin*),

1. Dari hasil pengujian material aspal PEN 60/70 dapat disimpulkan bahwa nilai Penetrasi yang di uji pada suhu 25 °C, 100 gr, 5 detik; 0,1 mm didapat nilai penetrasi yaitu 64,34 artinya nilai tersebut memenuhi spesifikasi yaitu 60-79. pada pengujian titik lembek di dapat nilai 50,4°C memenuhi nilai persyaratan yang ada yaitu 48-58 °C, pengujian daktilitas nilai yang di dapat adalah sebesar 140cm batas minimum yang ditetapkan adalah 100cm, pengujian berat jenis didapatkan hasil pengujian sebesar 1,063 memenuhi nilai spesifikasi yaitu minimal 1 kg/cm³ sedangkan pengujian penurunan berat dengan uji TFOT (Thin Film Over Test) besarnya nilai selisih nilai penetrasi sebelum dan sesudah pemanasan adalah nilai rata-rata di dapat sebesar 0,3% menurut SNI 06-2440-2011 nilai max adalah sebesar 0,8% jadi memenuhi nilai spesifikasi. 2. Nilai berat jenis rata-rata adalah sebesar 2.539, berat jenis kering permukaan jenuh 2.584, berat jenis semu 2.659 dengan penyerapan agregate sebesar 1.772% untuk tersebut memenuhi spesifikasi PU Bina Marga tahun 2010 Revisi 3

3. berat jenis didapat sebesar 2.50 dan memenuhi spesifikasi minimal, nilai berat jenis kering permukaan jenuh dan berat jenis semu adalah 2.564 dan 2.672, sedangkan nilai penyerapan adalah 2,575 % hasil ini memenuhi spesifikasi.

Desain Campuran AC-WC

Dari hasil pengujian material yaitu agregate kasar, agregate halus, abu batu, abu terbang dan aspal keras dapat disimpulkan perbandingan komposisi sebagai berikut :

- 1) Komposisi Campuran AC-WC untuk benda satu benda uji AC-WC Normal berikut hasil analisis perhitungan komposisi campuran aspal Ac-Wc sebagai berikut :Komposisi Campuran Aspal AC-WC Normal Dari hasil perhitungan untuk satu benda uji AC-wc Normal di dapat komposisi campuran aspal Ac-Wc sebagai berikut : batu 1/1 sebesar 47.00 %,abu batu sebesar 37.60%,pasir sebesar 7.52%, Filler sebesar 1.88% dan kadar aspal Optimum sebesar 6%.
- 2) Komposisi Campuran AC-WC untuk satu benda uji dengan substitusi abu terbang zona 0 sebesar 4%.berikut hasil analisis komposisi campuran aspal Ac-Wc sebagai berikut :Komposisi Campuran Aspal AC-WC abu terbang zona 0 sebanyak 4%,Dari hasil perhitungan untuk satu benda uji AC-Wc dengan abu batu zona 0 sebanyak 4% di dapat komposisi campuran aspal Ac-Wc sebagai berikut : batu 1/1 sebesar 47.00 %,abu batu sebesar 35.48 %,pasir sebesar 7.52%, abu terbang sebesar 4.00 % dan kadar aspal Optimum sebesar 6.00%.
- 3) Komposisi Campuran AC-WC untuk satu benda uji dengan substitusi abu terbang zona 0 sebesar 6%, berikut hasil analisis komposisi campuran aspal Ac-Wc sebagai berikut :Komposisi Campuran Aspal AC-WC abu terbang zona 0 sebanyak 6%,Komposisi Campuran Aspal AC-WC abu terbang zona 0 sebanyak 6%di dapat komposisi campuran aspal Ac-Wc sebagai berikut : batu 1/1 sebesar 47.00 %,abu batu sebesar 33.48 %,pasir sebesar 7.52%, abu terbang sebesar 6.00 % dan kadar aspal Optimum sebesar 6.00%.
- 4) Komposisi Campuran AC-WC untuk satu benda uji dengan substitusi abu terbang zona 0 sebesar 8%,berikut hasil analisis komposisi campuran aspal Ac-Wc sebagai berikut : Komposisi Campuran Aspal AC-WC abu terbang zona 0 sebanyak 8%,Dari hasil perhitungan untuk satu benda uji Komposisi Campuran Aspal AC-WC abu terbang zona 0 sebanyak 8% sebagai berikut : batu 1/1 sebesar 47.00 %,abu batu sebesar 31.48 %,pasir sebesar 7.52%, abu terbang sebesar 8.00 % dan kadar aspal Optimum sebesar 6.00%.
- 5) Komposisi Campuran AC-WC untuk satu benda uji dengan substitusi abu terbang zona 1 sebesar 4%, berikut hasil analisis komposisi campuran aspal Ac-Wc sebagai berikut : Komposisi Campuran Aspal AC-WC abu terbang zona 1 sebanyak 4%, Dari hasil perhitungan untuk satu benda uji Campuran Aspal AC-WC abu terbang zona 1 sebanyak 4% AC-wc sebagai berikut : batu 1/1 sebesar 47.00 %,abu batu sebesar 35.48 %,pasir sebesar 7.52%, abu terbang sebesar 4.00 % dan kadar aspal Optimum sebesar 6.00%.
- 6) Komposisi Campuran AC-WC untuk satu benda uji dengan substitusi abu terbang zona 1 sebesar 6%,berikut hasil analisis komposisi campuran aspal Ac-Wc sebagai berikut : Komposisi Campuran Aspal AC-WC abu terbang zona 1 sebanyak 6% Dari hasil perhitungan untuk satu benda uji Campuran Aspal AC-WC abu terbang zona 1 sebanyak 6% sebagai berikut : batu 1/1 sebesar 47.00 %,abu batu sebesar 33.48 %,pasir sebesar 7.52%, abu terbang sebesar 6.00 % dan kadar aspal Optimum sebesar 6.00%.
- 7) Komposisi Campuran AC-WC untuk satu benda uji dengan substitusi abu terbang zona 1 sebesar 8%,berikut hasil analisis komposisi campuran aspal Ac-Wc sebagai berikut :Komposisi Campuran Aspal AC-WC abu terbang zona 1 sebanyak 8% Dari hasil perhitungan untuk satu benda uji Campuran Aspal AC-WC abu terbang zona 1 sebanyak 8% sebagai berikut : batu 1/1 sebesar 47.00 %,abu batu sebesar 31.48 %,pasir sebesar 7.52%, abu terbang sebesar 8.00 % dan kadar aspal Optimum sebesar 6.00%.
- 8) Komposisi Campuran AC-WC untuk satu benda uji dengan substitusi abu terbang zona 2 sebesar 4%,berikut hasil analisis komposisi campuran

aspal Ac-Wc sebagai berikut : Komposisi Campuran Aspal AC-WC abu terbang zona 2 sebanyak 4% .Dari hasil perhitungan untuk satu benda uji Campuran Aspal AC-WC abu terbang zona 2 sebanyak 4% AC-wc sebagai berikut : batu 1/1 sebesar 47.00 %,abu batu sebesar 35.48 %,pasir sebesar 7.52%, abu terbang sebesar 4.00 % dan kadar aspal Optimum sebesar 6.00%.

- 9) Komposisi Campuran AC-WC untuk satu benda uji dengan substitusi abu terbang zona 2 sebesar 6%, berikut hasil analisis komposisi campuran aspal Ac-Wc sebagai berikut Komposisi Campuran Aspal AC-WC abu terbang zona 2 sebanyak 6%, Dari hasil perhitungan untuk satu benda uji Campuran Aspal AC-WC abu terbang zona 2 sebanyak 6% sebagai berikut : batu 1/1 sebesar 47.00 %,abu batu sebesar 33.48 %,pasir sebesar 7.52%, abu terbang sebesar 6.00 % dan kadar aspal Optimum sebesar 6.00%.
- 10) Komposisi Campuran AC-WC untuk satu benda uji dengan substitusi abu terbang zona 2 sebesar 8%,berikut hasil analisis komposisi campuran aspal Ac-Wc sebagai berikut : Komposisi Campuran Aspal AC-WC abu terbang zona 2 sebanyak 8%, Dari hasil perhitungan untuk satu benda uji Campuran Aspal AC-WC abu terbang zona 2 sebanyak 8% sebagai berikut : batu 1/1 sebesar 47.00 %,abu batu sebesar 31.48 %,pasir sebesar 7.52%, abu terbang sebesar 8.00 % dan kadar aspal Optimum sebesar 6.00%.
- 11) Komposisi Campuran AC-WC untuk satu benda uji dengan substitusi abu terbang zona 3 sebesar 4%,berikut hasil analisis komposisi campuran aspal Ac-Wc sebagai berikut :Komposisi Campuran Aspal AC-WC abu terbang zona 3 sebanyak 4% Dari hasil perhitungan untuk satu benda uji Campuran Aspal AC-WC abu terbang zona 3 sebanyak 4% AC-wc sebagai berikut : batu 1/1 sebesar 47.00 %,abu batu sebesar 35.48 %,pasir sebesar 7.52%, abu terbang sebesar 4.00 % dan kadar aspal Optimum sebesar 6.00%.
- 12) Komposisi Campuran AC-WC untuk satu benda uji dengan substitusi abu terbang zona 3 sebesar 6%,berikut hasil analisis komposisi campuran aspal Ac-Wc sebagai berikut : Komposisi Campuran Aspal AC-WC abu terbang zona 3 sebanyak 6%, Dari hasil perhitungan untuk satu benda uji Campuran Aspal AC-WC abu terbang zona 3 sebanyak 6% sebagai berikut : batu 1/1 sebesar 47.00 %,abu batu sebesar 33.48 %,pasir sebesar 7.52%, abu terbang sebesar 6.00 % dan kadar aspal Optimum sebesar 6.00%.
- 13) Komposisi Campuran AC-WC untuk satu benda uji dengan substitusi abu terbang zona 3 sebesar 8%, berikut hasil analisis komposisi campuran aspal Ac-Wc sebagai berikut : Komposisi Campuran Aspal AC-WC abu terbang zona 3

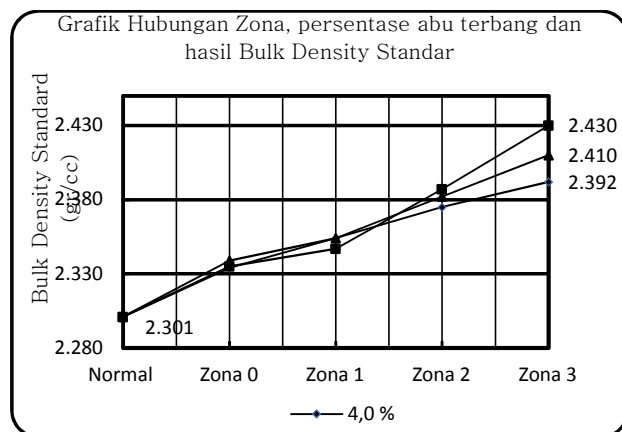
sebanyak 8%, Dari hasil perhitungan untuk satu benda uji Campuran Aspal AC-WC abu terbang zona 3 sebanyak 8% sebagai berikut : batu 1/1 sebesar 47.00 %,abu batu sebesar 31.48 %,pasir sebesar 7.52%, abu terbang sebesar 8.00 % dan kadar aspal Optimum sebesar 6.00%.

Berdasarkan hasil pengujian diatas dapat di analisis parameter marshall yaitu :

Kepadatan Campuran Aspal Beton

Untuk pengujian dilakukan dengan 2 (dua) jenis tumbukan yaitu dengan Kepadatan Standar (75 x 2 Tumbukan) dan dengan kepadatan Refusal (400 x2 tumbukan) adapun hasil pengujian dapat di jelsakan pada tabel berikut :

Perbandingan variasi kehalusan dan persentase abu terbang terhadap *Bulk density* Standard (75x2 tumbukan)



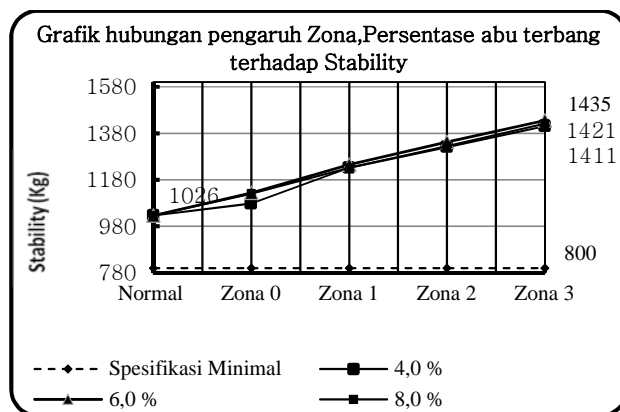
Gambar 3. zona, persentase abu terbang dan *bulk density*

Dari tabel dan grafik diatas dapat disimpulkan nilai *bulk density* standard pada campuran aspal Ac-Wc normal adalah sebesar 2.310 gr/cc, pada persentase abu terbang 4 % nilai *bulk density* standar di bandingkan pada campuran normal mengalami peningkatan setiap variasi kehalusan dengan nilai maksimum yaitu 2.398 gr/cc, pada persentase abu terbang 6 % nilai *Bulk density* standar di bandingkan pada campuran normal mengalami peningkatan setiap variasi kehalusan dengan nilai maksimum yaitu 2.430 gr/cc, pada persentase abu terbang 8 % nilai *bulk density* standar di bandingkan pada campuran normal mengalami peningkatan setiap variasi kehalusan dengan nilai maksimum yaitu 2.410 gr/cc, dari 3 grafik diatas masing masing persentase abuterbang kecenderungannya mengalami peningkatan yaitu semakin halus abu terbang maka nilai *bulk density* standar semakin besar dan nilai terbesar yaitu pada kadar 6% nilainya 2.430gr/cc

Stabilitas Marshall

Stabilitas merupakan kemampuan lapis perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) seperti gelombang, alur (rutting), maupun mengalami bleeding. Nilai stabilitas dipengaroleh kohesi aspal, kadar aspal, gesekan (internal friction), sifat saling mengunci (interlocking) dari partikel – partikel agregat, bentuk dan tekstur permukaan serta gradasi agregat, untuk batas spesifikasi PU Bina Marga 2010 Revisi 3 nilai Stabilitas Marshall adalah minimal sebesar 800Kg.

Dari hasil penelitian dapat dilihat dari tabel dan grafik sebagai berikut :
Perbandingan variasi kehalusan dan persentase abu terbang terhadap Stabilitas marshall (Kg) .



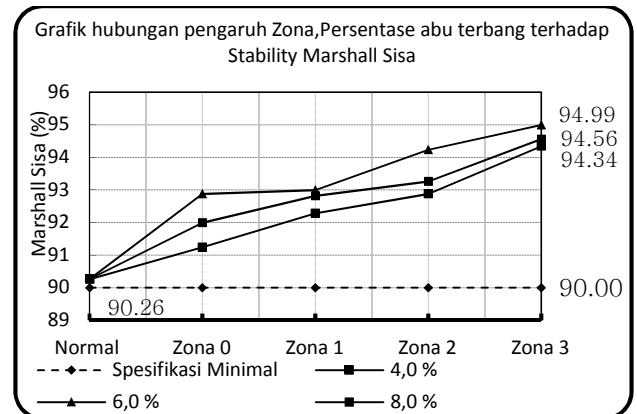
Gambar 4. Hubungan pengaruh zona, persentase abu terbang dan stabilitas

Dari tabel dan grafik diatas dapat disimpulkan nilai Stabilitas Marshall pada campuran aspal Ac-Wc normal adalah sebesar 1026 Kg, pada persentase abu terbang 4 % nilai Stabilitas Marshall di dibandingkan pada campuran normal mengalami peningkatan setiap variasi kehalusan dengan nilai maksimum yaitu 1411kg, pada persentase abu terbang 6 % nilai Stabilitas marshall di dibandingkan pada campuran normal mengalami peningkatan setiap variasi kehalusan dengan nilai maksimum yaitu 1421 Kg, pada persentase abu terbang 8 % nilai Stabilitas Marshall di dibandingkan pada campuran normal mengalami peningkatan setiap variasi kehalusan dengan nilai maksimum yaitu 1435 Kg, dari 3 grafik diatas masing masing persentase abuterbang kecenderunganya mengalami peningkatan yaitu semakin halus abu terbang maka nilai stabilitas marshall semakin besar dan nilai stabilitas marshall di tinjau dari persentase penggunaan abu terbang tertinggi yaitu pada kadar 6% nilainya 1.435Kg

Stabilitas Marshall Sisa

Adalah nilai perbandingan antara stabilitas marshall dengan nilai stabilitas marshall setelah

dilakukan perendaman pada suhu 60°C selama 24 jam, nilai perbandingan ini biasanya sebagai indikator nilai pengelupasan aspal apabila nilai marshall sisa lebih dari 90% maka campuran aman untuk umur rencana yang ditentukan untuk batas spesifikasi PU Bina Marga 2010 Revisi 3 nilai Stabilitas Marshall adalah minimal 90%.



Gambar 5. hubungan pengaruh zona, persentase abu terbang terhadap Stability Marshall Sisa

Dari tabel dan grafik diatas dapat disimpulkan nilai Stabilitas Marshall sisa pada campuran aspal Ac-Wc normal adalah sebesar 90.26 %, pada persentase abu terbang 4 % nilai Stabilitas Marshall sisa di dibandingkan pada campuran normal mengalami peningkatan setiap variasi kehalusan dengan nilai maksimum yaitu 94.34 %, pada persentase abu terbang 6 % nilai Stabilitas marshall sisa di dibandingkan pada campuran normal mengalami peningkatan setiap variasi kehalusan dengan nilai maksimum yaitu 94.56%, pada persentase abu terbang 8 % nilai Stabilitas Marshall di dibandingkan pada campuran normal mengalami peningkatan setiap variasi kehalusan dengan nilai maksimum yaitu 94.99%, dari 3 grafik diatas masing masing persentase abu terbang kecenderunganya mengalami peningkatan yaitu semakin halus abu terbang maka nilai stabilitas marshall sisa semakin besar dan nilai stabilitas marshall di tinjau dari persentase penggunaan abu terbang tertinggi yaitu pada kadar 6% nilainya 94.99%.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemeriksaan dan analisis karakteristik Campuran aspal beton AC-WC dengan menggunakan substitusi abu terbang berdasarkan variasi kehalusan dan kadar substitusi abu terbang batu bara menunjukkan adanya peningkatan kinerja campuran beton aspal sebagai berikut :

1. Nilai stabilitas campuran di tinjau dari variasi kehalusan cenderung mengalami peningkatan, nilai stabilitas pada campuran normal sebesar 1.026 kg kemudian nilai stabilitas masing-masing variasi kehalusan zona 0 maksimum

- sebesar 1.124kg, nilai stabilitas maksimum pada zona 1 sebesar 1.245kg, nilai maksimum stabilitas pada zona 2 sebesar 1.342kg dan nilai maksimum stabilitas pada zona 3 sebesar 1.435 kg.
2. Nilai stabilitas campuran ditinjau dari variasi kadar substitusi abu terbang yaitu pada kadar 4% nilai stabilitas maksimum terjadi pada zona 3 sebesar 1.411kg, kadar 6% nilai stabilitas maksimum terjadi pada zona 3 sebesar 1.435 kg dan kadar 8% nilai stabilitas maksimum terjadi pada zona 3 sebesar 1.421kg. dari variasi kadar substitusi abu terbang terjadi optimum pada kadar 6% zona 3 yaitu sebesar 1.435kg dan pada kadar 8% zona 3 mengalami penurunan menjadi 1.421kg.
 3. Nilai kepadatan (*bulk density* standar) campuran di tinjau dari variasi kehalusan cenderung mengalami peningkatan, nilai Kepadatan (*bulk density* standar) pada campuran normal sebesar 2,357kg/cc kemudian nilai kepadatan (*bulk density* standar) masing-masing variasi kehalusan zona 0 maksimum sebesar 2,369 kg/cc, nilai maksimum kepadatan (*Bulk Density Standar*) maksimum pada zona 1 sebesar 2,390 kg/cc, nilai maksimum Kepadatan (*bulk density* standar) pada zona 2 sebesar 2,399 kg/cc dan nilai maksimum Kepadatan (*bulk density* standar) pada zona 3 sebesar 2,421 kg/cc
 4. Nilai kepadatan (*bulk density* standar) campuran ditinjau dari variasi kadar substitusi abu terbang yaitu pada kadar 4% nilai kepadatan (*Bulk Density Standar*) maksimum terjadi pada zona 3 sebesar 2,389 kg/cc, kadar 6% nilai kepadatan (*Bulk Density Standar*) maksimum terjadi pada zona 3 sebesar 2,410 kg/cc dan kadar 8% nilai kepadatan (*bulk density* standar) maksimum terjadi pada zona 3 sebesar 2,421kg/cc, dari variasi kadar substitusi abu terbang terjadi optimum pada kadar 8 % zona 3 yaitu sebesar 2,421kg/cc.

REFERENSI

1. AASHTO, 1993, Guide for Design of Pavement Structures, Published by the American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C,
2. Departemen Pekerjaan Umum, 2010, Revisi 3, Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Divisi VI Perkerasan Beraspal,
3. Edisi Maret 2016, Kementerian pekerjaan Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta
4. Jurnal SMARTek, 2009, Vol. 7, No. 4, Nopember 2009: 256 – 278
5. Sukirman, Silvia, 2003, Beton Aspal Campuran Panas, Penerbit Granit, Jakarta
6. Anas Tahir, 2009, Karakteristik Campuran Beton dengan menggunakan variasi kadar *filler* abu terbang batu bara”, Jurnal SMARTek, Vol. 7 No. 4 November 2009, Palu.
7. Kamaluddin Andi, 2004, Kinerja Campuran Beraspal Panas (Asphalt Concrete Wearing Course) Menggunakan Jenis Filler Berbeda, Skripsi, Universitas Tadulako, Palu.
8. Firdaus dan Ishak Yunus, 2015, Pemanfaatan limbah flyash dalam rekayasa mortar dan beton geopolimer berdasarkan kehalusan flyash dan jenis aktivator,
9. Puslitbang Prasarana Transportasi, 2002, Desiminasi Spesifikasi – Baru Campuran Beraspal Panas dengan Alat PRD, Puslitbang Prasarana Transportasi, Bandung
10. Sukirman, Silvia, 1999, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Penerbit Nova, Bandung.