

ANALISIS PENGARUH PENGGANTIAN SEBAGIAN *FILLER* (ABU BATU) DENGAN KOMBINASI 50% PECAHAN KERAMIK DAN 50% CANGKANG KERANG PADA CAMPURAN *ASPHALT CONCRETE BINDER COURSE (AC-BC)*

Kurnia Dwita Sagala, Hamidun Batubara, Dody Taufik Sibuea

Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik

Universitas Negeri Medan

bhamidunbbarakelas@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mencari bahan alternatif penggantian ataupun tambahan bahan pengisi (filler) abu batu dengan memanfaatkan limbah yang selama ini belum dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi jalan, adapun materian yang dimanfaatkan antara lain abu pecahan keramik dan abu cangkang kerang. Adapun abu pecahan keramik memiliki sifat yang stabil sehingga dapat dimanfaatkan dalam banyak hal yang bersifat positif dan mengandung silika yang tinggi, dan abu cangkang kerang memiliki kandungan alumina sebesar 1,62%, kapur tohor 67,072%, serta senyawa silika sebesar 8,25%, abu cangkang telur ayam mengandung senyawa $CaCO_3$ (kalsium karbonat) sekitar 98,5%. Penelitian ini mengkombinasikan kedua limbah yang kandungannya saling melengkapi dengan komposisi 50% Abu pecahan keramik dan 50% abu cangkang kerang sebagai tambahan filler abu batu pada campuran AC-BC dengan ketentuan spesifikasi Bina Marga 2018. Persentase yang diambil dari penelitian ini antara lain 100:0, 50:50 dan, 0:100 (perbandingan antara abu batu dengan kedua bahan tambahan) dengan kadar aspal 5,5%. Dari hasil pengujian karakteristik Marshall dapat disimpulkan bahwa keseluruhan variasi presentase yang diteliti sesuai dengan ketentuan Bina Marga 2018, dimana nilai stabilitas, flow, VMA, VIM, VFA, dan marshall quotient semakin baik seiring dengan pergantian filler dan hasil terbaik dihasilkan oleh komposisi filler 0:100 (yang mengandung kapur dan silika yang tinggi), dengan nilai stabilitas sebesar 1112,42 kg, flow (3,82 mm), marshall quotient (307,36 Kg/mm), VFA (71,51%), VMA (17,50%), dan VIM (5,29 %). Nilai kerapatan rongga campuran (VIM) yang rendah mengindikasikan tingkat kerapatan suatu campuran AC-BC sedangkan semakin tinggi nilai stabilitas menunjukkan tingkat kekuatan campuran AC-BC terhadap kemampuan menerima beban.

Kata Kunci : *Abu Pecahan Keramik, Abu Cangkang Kerang, AC-BC.*

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan jalan di Indonesia akhir-akhir ini sangat meningkat, dari proyek pembangunan jalan baru sampai proyek peningkatan jalan. Transportasi adalah usaha untuk memindahkan manusia, barang dan atau jasa dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan atau tanpa moda dengan tujuan tertentu. Proses perpindahan tersebut dapat melalui jalur darat, udara maupun air, begitu pula untuk angkutan barang. Barang merupakan salah satu komoditas ekonomi yang memerlukan alat angkut dalam proses perpindahannya. Jenis alat angkut yang digunakan tersebut berbeda-beda tergantung dari jenis barang yang akan dipindahkan. Pada awalnya jalan hanyalah berupa jejak manusia yang mencari kebutuhan hidup atau sumber air. Adapun manusia mulai hidup berkelompok jejak-jejak itu berubah menjadi jalan setapak, dan mulailah dipergunakannya hewan-hewan sebagai alat transportasi, jalanpun mulai dibuat rata. Jalan yang diperkeraskan pertama kali ditemukan di Mesopotamia berkaitan dengan ditemukannya roda sekitar 3500 tahun sebelum masehi. Adapun konstruksi pada pekerasan jalan berkembang pesat pada zaman keemasan Romawi yang dimana, pada saat itu telah mulai dibangun

jalan-jalan yang terdiri dari beberapa lapispekerasan. Pekerasan lentur (*Flexible Pavement*) umumnya terdiri dari tiga lapisan utama, yaitu lapis permukaan (*Surface Course*), lapis pondasi (*Base Course*) dan lapis pondasi bawah (*Subbase Course*). Lapis permukaan aspal berada diatas lapis pondasi dan lapis pondasi bawah *granuler* yang dihamparkan diatas tanah dasar. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapis di bawahnya (Sukirman, 1993). Menurut Ahmad (2017), cangkang kerang memiliki kandungan mineral kalium karbonate yang tinggi, yaitu sekitar 98% bermanfaat. Analisis yang dilakukan Anggraini (2016) menunjukkan bahwa cangkang kerang mengandung senyawa yang hampir setara dengan persentase kandungan yang terdapat pada air kapur antara lain 67% tohor (kapur tohor), 18% aluminium (alumina), dan 8252 persen silikon. Sahlan (2009) menemukan bahwa penggunaan cangkang kerang sebagai bahan pengisi dapat meningkatkan stabilitas (*Asphalt Thrated*). Pecahan keramik merupakan limbah yang dihasilkan dari pabrik keramik atau hasil pekerjaan konstruksi bangunan. Kandungan pecahan keramik memiliki kandungan kapur dan silika yang tinggi. Pecahan keramik merupakan

limbah yang dihasilkan dari pabrik keramik atau hasil pekerjaan konstruksi pekerjaan konstruksi bangunan, Dimana (Astuti, 19997:1) Keramik adalah semua barang/bahan yang dibuat dari bahan-bahan tanah/batuan silika dan proses pembuatannya melalui pembakaran pada suhu tinggi, Kandungan pecahan keramik memiliki kandungan kapur dan silika yang tinggi. Adapun pada penelitian- penelitian sebelumnya sudah pernah dilakukan penggantian *filler* menggunakan beberapa limbah diatas, dimana maksud dari mengkombinasikan kedua limbah tersebut digunakan bersamaan. Saat ini, Abu Batu merupakan sampingan untuk industri pengolahan kelelawar skala kecil. Di pasar konstruksi saat ini, abu batu tidak terlalu ditawar karena fakta bahwa industri konstruksi semakin menyadari fakta bahwa pembangunan jalan dengan Lapen telah menjadi jauh lebih umum. Penaburan lapis atas dengan abu batu sudah sering diganti dengan pasir, sehingga abu batu pada stone crusher menjadi material yang harus diganti. Celik dan Marar (1996) menemukan bahwa agregat halus yang dihasilkan oleh stone crusher mengandung antara 17% sampai 25% fraksi abu batu, yang berarti bahwa abu batu berpotensi untuk digunakan dalam jangka waktu yang lebih lama. Penggunaan agregat halus sebagai bahan dasar pembuatan sabun api unggun memiliki kriteria atau standar tertentu yang melekat padanya. Sebagai permulaan, periksa untuk melihat apakah karakteristik kera Anda cocok dengan senyawa generik yang dapat digunakan untuk membuat semen, dan jika demikian, kera Anda dari perusahaan manufaktur pecah dapat digunakan sebagai sumber agregat pelumas anti-pasir. Keramik adalah bahan bangunan yang digunakan untuk membuat lantai atau dinding, yang sering dibuat dari tanah liat atau campuran tanah liat dan bahan keramik lainnya, dengan menggunakan cara pemanggangan sampai suhu mencapai suhu yang diinginkan, sehingga memiliki keunikan fisik. properti. Bahan yang sama yang digunakan untuk membuat plastik juga digunakan dalam konstruksi perlengkapan sanitasi (seperti wastafel, urinoir dan lain-lain) dan dalam dekorasi interior rumah sebagai barang dekoratif. Abu cangkang kerang dapat digunakan sebagai campuran atau tambahan karena terbuat dari kerang kulit pembakaran yang telah dikeringkan kemudian dibubuk. Semakin homogen abu cangkangnya, semakin reaktif campurannya. Dengan adanya kandungan pozzolanic kimia senyawa (CaO), alumina, dan senyawa silika pada Abu Cangkang kerang, maka material tersebut berpotensi untuk digunakan dalam pembuatan *asphalt pavers*. Penelitian yang akan dilakukan pada kali ini adalah melakukan atau mengaplikasikan pada penggantian *filler* abu batu dengan pencampuran abu pecahan keramik dan abu cangkang kerang pada campuran *Aphal Conrte Binder Course*, yang dimana komposisi dari setiap *filler* yaitu 0,5 pecahan keramik dan 0,5 cangkang kerang, yang dimana pada saat campuran

filler antara abu batu dengan *filler* pengganti sebesar 100:0, 50:50, dan 0:100.

1.2. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah pada penelitian ini mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Material apa yang digunakan.
2. Bahan pengisi apa yang akan digunakan pada campuran *asphalt councrete binder course*.
3. Pengaruh dari ketiga bahan pengisi pada campuran *asphalt councrete binder course*.

1.3. Pembatas Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bahan pengisi harus lolos saringan No. 200.
2. Pengujian agregat harus sesuai dengan SNI.
3. Kandungan yang terdapat pada setiap bahan pengisi (*filler*).
4. Variasi perbandingan *filler* abu batu dengan *filler* pengganti dengan mengombinasikan 50% pecahan keramik dan 50% cangkang keran.
5. Menggunakan metode Marshall
6. Campuran aspal beton harus sesuai dengan Spesifikasi Umum 2018 untuk pekerjaan konstruksi jalan dan jembatan.
7. Pengujian yang akan dilakukan berupa grafik, analisa data, tabel, yang di mana telah didapatkan dari percobaan *marshall*, nilai stabilitas, *flow*, VMA, VIM dan VFA.
8. Perbandingan 100:0, 50:50 dan, 0:100

1.4. Rumusan Masalah

Adapun yang menjadi rumusan dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh dari pada penambahan *filler* abu batu dengan *filler* pengganti dari 50% pecahan keramik dan 50% cangkang kerang pada campuran aspal (AC- BC).
2. Berapakah nilai optimum *marshall* dengan penggantian *filler* abu batu dan *filler* pengganti.

1.5. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Menguji nilai karakteristik pengujian *Marshall* pada kombinasi filler Abu batu dengan filler tambahan (kombinasi dari 50% abu pecahan keramik dan 50% abu cangkang kerang, pada campuran Aspal Beton *Binder Course* (AC-BC) sesuai dengan ketentuan Bina Marga 2018 yang terdiri dari VIM (*Voids In Mixture*), VMA (*Voids in Mineral Agregat*), VFA (*Voids Filled by Asphalt*), Stabilitas, Flow, dan MQ (Marshall Quotien),
2. serta Mengetahui pengaruh nilai *marshall* dengan penggantian *filler* abu batu dengan *filler* pengganti pada AC-BC. Mengetahui nilai stabilitas, VIM, VMA, VFA, FLOW, dan, MQ.

1.6. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah :

1. Diharapkan pada penelitian ini menambah ilmu pengetahuan khususnya perkerasan jalan dibidang teknik sipil.
2. Penelitian ini diharapkan menjadi salah satu solusi atau masukan untuk peningkatan kualitas perkerasan jalan.
3. Penelitian ini bisa menjadi bahan alternatif untuk memanfaatkan pecahan keramik dan cangkang kerang yang dapat didapatkan secara maksimal.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Jalan Raya

Jalan raya adalah jalan raya utama yang menghubungkan satu lingkungan ke lingkungan berikutnya. Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006, jalan adalah alat transportasi untuk dunia luar, termasuk semua komponennya, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang digunakan untuk perjalanan jarak jauh, serta bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang merupakan digunakan untuk perjalanan jarak jauh, serta bangunan tanah, permukaan tanah, dan/atau udara, serta bangunan air, perlengkapan air, dan/atau permukaan air, kecuali jalan lori, api, dan kabel. Di atas bumi perma-perma-perma, jalur-jalur tanah, yang dibuat oleh manusia dalam bentuk bengkok, ukuran-ukuran, dan konstruksi, sehingga dapat digunakan untuk mengangkut barang dari satu tempat ke tempat lain. lain dengan cepat dan mudah. Silvia Sukirman (Silvia Sukirman, 1994).

2.2. Jenis Jenis Perkerasan Jalan

Jenis – jenis perkerasan pada umumnya terbagi menjadi 3 jenis menurut bahan pengikatnya menurut (Sukirman, 1999) diantaranya :

1. Perkerasan Kaku/Beton Semen (*Rigid Pavement*).
2. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*).
3. Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

2.3. Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan di bawahnya. Sehingga lapisan perkerasan tersebut mempunyai fleksibilitas/kelenturan yang dapat menciptakan kenyamanan kendaraan dalam melintas di atasnya. Perlu dilakukan kajian yang lebih intensif dalam penerapannya dan harus juga memperhitungkan secara ekonomis, sesuai dengan kondisi setempat, tingkat keperluan, kemampuan pelaksanaan dan syarat teknis lainnya, sehingga konstruksi jalan yang direncanakan itu adalah yang optimal

2.4. AC-BC

Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC) adalah salah satu dari tiga macam campuran *Asphalt Concrete*, yaitu AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course*), AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*), AC-Base, perbedaan ketiga campuran ini terletak pada perbedaan ukuran bahan agregat yang digunakan sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010. Aspal beton lapis antara (AC/BC) adalah salah satu faktor yang memiliki dampak signifikan pada tampilan pola seperti kisi-kisi di permukaan jalan di dalam (AASHTO, 1993). Dengan kata lain: Total volume agregat perkerasan bisa mencapai 75% sampai 85% dari keseluruhan volume, atau 90% dari total volume perkerasan.

2.5. Filler

Filler adalah material yang digunakan sebagai bahan pengisi pada campuran lapisan aspal. *Filler* atau bahan pengisi dalam campuran aspal beton haruslah bahanyang 100% lolos di saringan No.100 dan minimal 75% lolos saringan No.200. adapun kegunaan *filler* sebagai pengisi rongga antara gregat kasar dan halus yang diperoleh. dari hasil pemecahan batu secara alami ataupun buatan. Jenis bahan pengisi yang bias digunakan adalah abu batu, semen portland, kapurpadam,debu dolomite, abu terbang, serta bahan mineral tidak plastis lainnya (Hamzah, Kasake & Manopo,2016:2).

2.6. Abu Pecahan Keramik

Menurut (Wicaksono & Sudjati, 2012), limbah keramik adalah jenis limbah yang dapat dihasilkan oleh pabrik keramik atau sebagai hasil dari suatu proyek konstruksi. Tanah liat atau lempung digunakan untuk membuat ubin keramik, yang kemudian dibakar dengan suhu tinggi untuk mengeraskan permukaan ubin keramik.

2.7. Abu Pecahan Kerang

Cangkang kerang merupakan bagian tubuh dari kerang yang berfungsi sebagai pelindung, adapun cangkang kerang menjadi limbah dikarenakan kerang dikonsumsi banyak oleh masyarakat, akan tetapi cangkang kerang masih kurang digunakan terkhusus di dunia konstruksi. Cangkang kerang memiliki kandungan kapur dan silika serta alumina dimana bersifat *Pozoolan*, sehingga baik digunakan sebagai filler, pada penelitian ini digunakan cangkang kerang yang sudah dihaluskan menjadi abu untuk tambahan *filler*, dimana dari ketiga jenis bahan tambahan *filler*.

2.8. Stabilitas

Menurut Aesara, Puspito & Tinumbia (2018) stabilitas merupakan kemampuan pada lapisan perkerasan untuk menerima beban lalu lintas dengantidak terjadinya perubahan bentuk tetap seperti alur, gelombang, dan bleeding. Kebutuhan akan stabilitas seiring dengan jumlah lalu lintas serta beban kendaraan yang akan menggunakan

jalan tersebut. Factor slip atau geser antara dua komponen baja yang disambungkan untuk struktur rangka batang yang menanggung beban aksial ketika daya leleh sangat kecil untuk baut yaitu 372 *Mega Pascal*. Baut kualitas tinggi terbagi menjadi dua bagian yakni A325 dan A490 yang dibuat dan dibentuk dengan material yang beda dan tentunya mempunyai kuat tarik yang cukup berbeda juga. Baut A325 terbentuk dari baja karbon sedang yang diizinkan pemberian panas hingga 558 hingga 634 *Mega Pascal* sedangkan baut A490 juga diberikan pemberian panas tetapi dibuat dari baja campuran (*alloy*) serta daya leleh sekitar 793 hingga 896 *Mega Pascal* yang bergantung pada diameter bautnya. Regangan merupakan perubahan relatif ukuran atau bentuk suatu benda yang mengalami tegangan.

Regangan dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara pertambahan panjang benda terhadap panjang benda mula-mula. Selain itu regangan menjadi tolak ukur seberapa jauh benda tersebut berubah bentuk. Regangan dapat dikatakan juga yaitu suatu batang lurus akan mengalami perubahan panjang apabila dibebani secara aksial, yaitu menjadi panjang jika mengalami tarik dan menjadi pendek jika mengalami tekan. Perpanjangan dari batang tersebut adalah hasil kumulatif dari perpanjangan semua elemen bahan di seluruh volume batang. Konsep paling dasar dalam mekanika bahan adalah tegangan dan regangan.

Konsep ini dapat diilustrasikan dalam bentuk yang paling mendasar dengan meninjau sebuah batang prismatis yang mengalami gaya aksial. Batang prismatis adalah sebuah elemen struktur lurus yang mempunyai penampang konstan di seluruh panjangnya, dan gaya aksial adalah beban yang mempunyai arah yang sama dengan sumbu elemen, sehingga mengakibatkan terjadinya tarik atau tekan pada batang. Kondisi tarik atau tekan terjadi pada struktur, misalnya pada elemen di rangka batang di jembatan, dan kondisi tekan terjadi pada struktur, yaitu pada elemen kolom di gedung. Untuk memastikan kekuatan ultimate suatu struktur dengan cermat, harus memperhitungkan ketidakpastian kekuatan material, dimensi, dan pelaksanaan. Dengan suatu aspek resistansi, perancang teknik berusaha menunjukkan bahwa daya suatu elemen tidak dapat dihitung dengan tepat karena ketidakcukupan dalam aturan, ragam dalam karakter bahan dan tidak idealnya ukuran komponen. Rancangan yang melandasi metode elemen hingga (*finite element method* kemudian disingkat *FEM*) tidaklah soal yang baru.

Pokok "*discretization*" dimanfaatkan nyaris pada segala cara upaya manusia. Kirakira kepentingan untuk "*discretizing*" atau member materi menjadi susunan yang makin rendah dan bisa dimengerti. Elemen satu dimensi mempunyai dua pusat nodal, masing-masing atas ujungnya diucap komponen batas linier. Dua komponen lainnya dengan susunan yang kian tinggi, yang biasa digunakan

adalah elemen batas kuadratik dengan tiga batas nodal dan elemen garis

2.9. Pelelahan (*Flow*)

Menurut Esentia (2014) *flow* adalah besarnya deformasi yang terjadi pada benda uji dimuali saat awal pembebanan sampai dengan kondisi kestabilan maksimum sehingga batas runtuh dinyatakan dalam satuan milimeter. *Flow* atau Pelelahan menunjukkan tingkat kelenturan dari suatu campuran.

4.10. MQ

Menurut Esentia (2014) *Marshall Quotient* (MQ) adalah indeks kelenturan dari suatu campuran berupa perbandingan antara nilai stabilitas terhadap nilai flow dalam satuan kg/mm. Sesuai dengan ketentuan BM 2018, nilai dari MQ min 250 kg/mm.

4.11. VIM

Menurut Esentia (2014) VIM (rongga dalam campuran) merupakan rongga yang terdapat pada (dalam) total campuran, VIM diperlukan untuk mengetahui presentase atau kadar volume pori yang masih tersisa (terdapat) setelah campuran aspal dipadatkan.

4.12. VMA

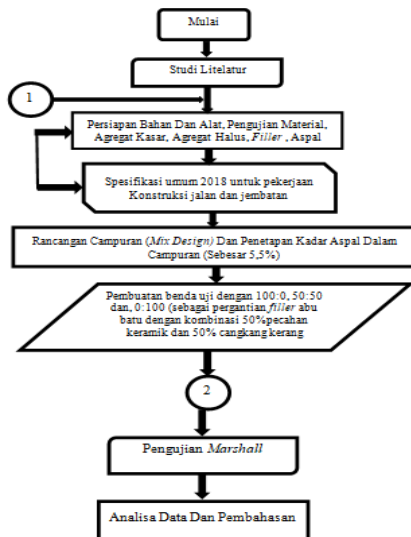
Menurut Aesara, Puspito & Tinumbia (2018) VMA (rongga antar mineral agregat) merupakan ruang rongga diantara partikel-partikel agregat dalam suatu perkerasan, VMA juga termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat). Minimal nilai VMA untuk AC-BC sesuai BM2018 sebesar 14%, VMA menunjukkan persenta sebanyak rongga dalam agregat yang dapat diisi oleh aspal.

4.13. VFA

VFA atau rongga terisi aspal merupakan persentase atau kadar rongga yang terisi aspal pada campuran sesudah mengalami proses pemadatan, dengan kata lain VFA merupakan persentase volume aspal yang menyelimuti agregat. Minimal nilai VFA untuk AC-BC sesuai BM2018 sebesar 65%. Adapun jika nilai VFA semakin besar menandakan semakin banyak rongga dalam campuran yang terisi aspal menyebabkan campuran menjadi lebih kedap terhadap air dan udara.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Bagan Alur Penelitian



Gambar 2. Bagan Alur Penelitian

IV. HASIL DAN ANALISA DATA

4.1. Pengujian

Pengujian yang akan dilakukan yakni pengujian agregat, aspal dan sampel dilakukan di laboratorium, adapun setelah dilakukannya pengujian maka akan didapatkan hasil berupa data, kemudian data tersebut akan dihitung dan dianalisis sesuai dengan parameter-parameter yang diteliti. Pada penelitian ini pengujian harus sesuai dengan persyaratan Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga 2018. Di mana nantinya setelah didapat hasil dari diteliti maka dapat menarik kesimpulan dari penelitian.

4.2. Pengujian Agregat

Pengujian agregat yang akan dilakukan ialah analisa saringan agregat halus dan agregat kasar, adapun pengujian lolos saringan nomor 200 agregat halus dan kasar, pengujian berat jenis agregat halus dan kasar, berat isi agregat halus dan kasar, pengujian gumpalan-gumpalan lempung dan butiran-butiran mudah pecah dalam agregat halus, pengujian keausan agregat dengan mesin *los angeles*, pengujian serta pengujian kepipihan dan kelonjongan agregat kasar.

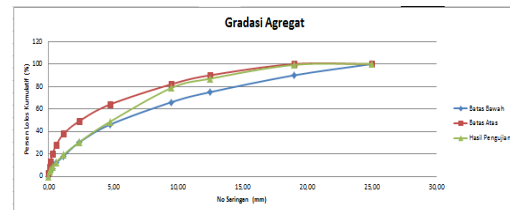
4.3. Pengujian Sampel

Adapun pengujian sampel dilakukan di laboratorium Universitas Negeri Medan yang di mana dimulai dari JMD (*job mix design*), gradasi agregat, menentukan jumlah sampel dan komposisi sampel serta perawatan yang akan dilakukan dengan perendaman di dalam pan dan selanjutnya melakukan pengujian *marshall test*.

4.4. Penentuan Gradasi

Setelah melakukan pengujian analisa saringan, maka selanjutnya dilakukan penentuan gradasi, adapun penentuan gradasi diperlukan untuk

komposisi agregat dalam satu sampel, setelah seluruh nilai diakumulasikan kemudian dilakukan perhitungan dengan grafik, dimana grafik pengujian harus berada di antara nilai batas bawah dan batas atas, adapun jika hasil pengujian tidak berada diantara nilai batas bawah dan atas maka agregat tersebut tidak dapat atau tidak layak digunakan sebagai komposisi dari campuran perkerasan. Adapun pada metode yang dipakai untuk menentukan komposisi campuran pada penelitian ini adalah metode analitis, adapun grafik gradasi agregat dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Gradasi Agregat

4.5. Hasil Dari Pengujian

Setelah dilakukannya penelitian maka didapatkan data-data yang akan diolah bertujuan untuk mendapatkan nilai VIM (*Voids In Mixtures*), VMA (*Voids Of Mineral Aggregate*), VFA (*Voids Filled By Asphalt*), Stability, Flow, dan *Marshall Quotient* di mana sesuai dengan ketentuan BM 2018, nilai VIM minimal 3% dan maksimal 5%, rongga dalam agregat minimal 14 %, dengan nilai VFA minimal 65%, nilai stabilitas minimal 800 kg, serta nilai pelelehan maksimal 4 mm dan minimal 2 mm. Campuran AC-BC layak digunakan jika seluruh nilai parameter-parameter *marshall* sesuai dengan ketentuan tersebut. Di mana jika nilai parameter tersebut di bawah ketentuan maka campuran AC-BC tersebut tidak dapat digunakan, di mana nantinya hasilnya tidak baik dan akan mempengaruhi kualitas campuran, seperti tidak mempunya perkerasan dalam menerima beban. kendaraan, terjadinya keruntuhan lapisan, menimbulkan gelombang pada perkerasan, serta sangat singkatnya usia pakaian dari jalan raya tersebut.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

- Adapun komposisi *filler* yang optimum (terbaik) diantara presentase perbandingan *filler* abu batu dengan *filler* tambahan (kombinasi 50% abu cangkang kerang dan 50% abu pecahan keramik) 100:0, 50:50 dan 0:100, dan variasi 0:100 adalah variasi di mana keseluruhan hasil pengujian variasi menunjukkan nilai terbaik berbanding pada variasi lainnya.
- Adapun hasil dari pengujian sesuai dengan ketentuan yang telah disepakati yaitu spesifikasi Bina Marga 2018 pada campuran Aspal Beton Binder Course (AC-BC). Dimana nilai *Voids In*

Mixture (VIM), *Voids In Mineral Agregat* (VMA), *Voids Filled by Asphalt* (VFA), *Stabilitas*, *Flow*, dan *Marshall Quotient* (MQ) semakin membaik setiap ditambahkan bahan pengisi abu batu dengan bahan pengisi tambahan (Abu Cangkang Kerang dan abu Pecahan Keramik). Di mana pada variasi 100:0 didapatkan hasil VIM (4,94 %), VMA (17,21 %), VFA (71,29 %), *Stabilitas* (923,88 Kg), *Flow* (3,00 mm) dan MQ (307, 07 Kg/mm). Pada variasi 50:50 didapatkan hasil VIM (4,88 %), VMA (17,16 %), VFA (69,77 %), *Stabilitas* (959,73 Kg), *Flow* (3,14 mm), dan MQ (305,45 Kg/mm). Pada variasi 0:100 didapatkan hasil VIM (5, 229%), VMA (17,51%), VFA (71,51 %), *Stabilitas* (1112,42 Kg), *Flow* (3,82 mm), dan MQ (290, 63 Kg/mm). Adapun keseluruhan variasi penambahan *Filler* pengganti tersebut sesuai dengan ketentuan Bina Marga 2018, sehingga dapat disimpulkan bahwasanya penambahan *Filler* abu batu dengan campuran abu cangkang kerang dan abu pecahan keramik dapat digunakan sebagai bahan pengisi pada aspal beton *binder course* sesuai dengan ketentuan Bina Marga 2018.

5.2. Saran

Adapun untuk menyempurnakan hasil dari penelitian serta untuk mengembangkan penelitian ini lebih lanjut disarankan untuk melakukan penelitian dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

1. Diharapkan adanya pengujian bahan kandungan *filler* abu cangkang kerang dan abu pecahan keramik yang digunakan pada penelitian ini sebagai pelengkap analisis penelitian, di mana pada penelitian ini informasi mengenai kandungan senyawa yang terdapat pada bahan tambahan *filler* didapatkan dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.
2. Diharapkan juga nantinya dilakukan penelitian serupa dengan hanya mengubah variasi maupun dengan campuran perkerasan berbeda, di mana bertujuan untuk mengetahui apakah dengan dilakukannya penelitian yang serupa dengan variasi yang berbeda maupun jenis perkerasan yang berbeda juga menghasilkan nilai yang baik, dan dapat dijadikan perbandingan dari penelitian ini sehingga penelitian ini dapat dikembangkan ke depannya. Proses pemadatan campuran sebaiknya dilakukan dengan menggunakan alat pemadat digital, hal ini bertujuan untuk menjaga kualitas dari benda uji dan meminimalisir kesalahan yang terjadi selama pengujian atau penelitian, dikarenakan kualitas benda uji akan sangat baik jika pemadatan dilakukan dengan sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Arliningtyas, S., & Nadia, 2014. *Analisa Kelayakan Limbah Keramik sebagai Pengganti Agregat Halus untuk Campuran Aspal Beton ditinjau dari Nilai Stabilitas Marshall*. Jurnal Konstruksia, 8(1), 47-60.
- [2]. Andhika Putra, dkk. 2020. *Kajian Parameter Marshall Dengan Menggunakan Limbah Serbuk Kerang Hijau Sebagai Filler Campuran Lapis Aspal Beton*. Jurnal Teknik Sipil Pendidikan Teknik Bangunan, FT, UNJ, Vol. XV No. 1
- [3]. Anonim. 2018. *Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi 6 Tahun 2018 Tentang Perkerasan Aspal*. Jakarta: Direktorat Jenderal BinaMarga.
- [4]. Aesara, dkk. 2018. *Analisis Perbandingan Material Agregat Terhadap Karakteristik Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (Ac-Wc)*, Jurnal Infrastruktur, 4(2), 87-96.
- [5]. Batubara, M. 2018. *Pengukuran Kadar Anti Stripping Agent pada Campuran Aspal Beton ACWC dengan Uji Kolorimetri*. Skripsi. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [6]. Dea, dkk. 2016. *Pengaruh Getah Pinus Pada Stabilitas, Pelelehan, Dan Durabilitas Lapis Pengikat Beton Aspal*. Jurnal Teknik Sipil Volume 12 Nomor 1.; 1-98
- [7]. Dinas PUPR, Banda Aceh. 2020. *Jenis-jenis Aspal Dan Fungsinya*.
- [8]. Esentia, A. (2014). *Pengaruh Penggantian Sebagian Filler Semen Dengan Kombinasi 40% Serbuk Batu Bata Dan 60% Abu Cangkang Lokan Pada Campuran Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)*. Skripsi. Bengkulu: Universitas Bengkulu.
- [9]. Hamzah, dkk. (2016). *Pengaruh Variasi Kandungan Bahan Pengisi Terhadap Kriteria Marshall Pada Campuran Beraspal Panas Jenis Lapis Tipis Aspal Beton – Lapis Aus Gradasi Senjang*, Jurnal Sipil Statik, 4(7), 447-452.
- [10]. Ir. Hamirhan, 2005, *Konstruksi Jalan Raya Buku 2 Perancangan Pengerasan Jalan*. Penerbit Nova Bandung.
- [11]. I Made, dkk. 2014, *Analisa Faktor Penyebab Kerusakan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan W. J. Lalamentik Dan Ruas Jalan Gor Flobamora)*. Jurnal Teknik Sipil FST Undana-Kupang, Vol. III, No.1
- [12]. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga. 2018, *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*. Jakarta : Direktorat Jenderal Bina Marga.

- [13]. Kurnia, J., 2019. *Studi Eksperimental Penambahan Limbah Keramik Sebagai Agregat Halus Pada Campuran Laston (Ac-Wc) Terhadap Karakteristik Uji Marshall*, Jurnal, Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, 8(2) , ,P-ISSN:2303-2693,E-ISSN:2581-2939
- [14]. Katrina, Gemelly. 2014, *Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang sebagai Substitusi Pasir dan Abu Ampas Tebu sebagai Substitusi Semen Pada Campuran Beton Mutu K-225*, *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan* Vol. 2, No. 3, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan.
- [15]. Muhamad, S., 2013. *Penggunaan Bahan Pengisi (filler) Serbuk Keramik, Ditinjau Dari Parameter Marshall Pada Lapis Aspal Beton (Laston)*, *Jurnal Rekayasa Sipil / Vol 1 No 1- Issn 2337-7720*
- [16]. Mega, dkk. 2019. *Perbandingan Kriteria Marshall Pada Campuran Aspal Panas (Ac-Wc) Yang Menggunakan Asbuton Modifikasi (Retona Blend) Dengan Aspal Penetrasi 60/70 (Studi Kasus: Penggunaan Material Agregat Dari Kema Sulawesi Utara)*. *Jurnal Sipil Statik* Vol.7 No.11 , (1547-1556) ISSN: 2337-6732
- [17]. M, Fadli, 2014. *Studi Kinerja Campuran Laston Ac-Bc Menggunakan Bga Asbuton Dan Geogrid Sebagai Bahan Tambah*, Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar
- [18]. Manurung, Vuko A. T., 2016. *Ilmu Material untuk Otomotif (PDF)*. Jakarta: Politeknik Manufaktur Astra. hlm. 66. ISBN 978-602-71320-1-6
- [19]. Saodang, Hamirhan. 2005. *Konstruksi Jalan Raya, Perancangan Perkerasan Jalan Raya*. Buku 2. Cet. 1. Nova. Bandung
- [20]. Suhardi, dkk. 2016. *Studi Karakteristik Marshall Pada Campuran Aspal Dengan Penambahan Limbah Botol Plastik*, *JRSDD*, Edisi Juni 2016, Vol. 4, No. 2, Hal:284- 293 (ISSN:2303-0011).
- [21]. Swasti, A., 2016. *Analisis Limbah Keramik Untuk Campuran Aspal Ditinjau Di Stabilitas Marshall*. *Jurnal Konstruksia*, volume 8 Nomor 1
- [22]. Sukirman, S. 1999. *Pekerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung : Nova