BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Siagin,.B (2021) Jalan merupakan prasarana transportasi bagi masyarakat dan berperan penting untuk pengembangan suatu daerah sehingga jalan yang ada diharapkan dapat memberikan pelayanan baik bagi seluruh pengguna jalan. Jalan raya sebagai salah satu sarana transportasi darat, kegunaannya dirasakan semakin penting untuk menunjang peningkatan perekonomian, informasi, sosial, budaya dan ketahanan nasional. Pembangunan jalan yang dilaksanakan pada masa sekarang dihadapkan pada penyempurnaan kualitas dan penghematan biaya pembangunan. Perkembangan penelitian tentang bahan konstruksi perkerasan jalan khususnya perkerasan lentur (*flexible pavement*) diarahkan pada usaha pemanfaatan material setempat dan disesuaikan dengan kondisi daerah dimana konstruksi pengerasan akan dilaksanakan.

Aspal beton sebagai bahan untuk konstruksi Jalan sudah lama dikenal dan digunakan secara luas dalam pembuatan jalan. Penggunaannya pun di Indonesia dari tahun ke tahun semakin meningkat. Hal ini disebabkan aspal beton mempunyai beberapa kelebihan dibanding dengan bahan-bahan lain, diantaranya harganya yang relatif lebih murah dibanding beton, kemampuannya dalam mendukung beban berat kendaraan yang tinggi dan dapat dibuat dari bahan-bahan lokal yang tersedia dan mempunyai ketahanan yang baik terhadap cuaca.

Campuran Laston bergradasi senjang akan mempunyai fraksi agregat berukuran sedang semakin berkurang, sehingga campuran aspal tidak akan seragam, hal ini mengakibatkan rongga campuran semakin terbuka dan di isi oleh aspal yang mempunyai temperatur tinggi. Dalam proses pencampuran dan penghamparan, aspal yang berbentuk cair akan meleleh ke bawah dan mengalami kesulitan seperti binder drainage, tetapi hal tersebut dapat diatasi dengan memberikan bahan pengisi (*filler*), sehingga campuran dapat menyerap aspal dengan baik karena *filler* memberikan peranan penting dalam meningkatkan fleksibilitas dan durabilitas campuran. *Filler* yang mengisi rongga diantara agregat akan meningkatkan kerapatan dan stabilitas campuran. Untuk mendapatkan konstruksi lapis keras yang memenuhi standar, diperlukan persyaratan kadar *filler* yang sesuai, karena dimungkinkan akan terjadi perubahan karakteristik campuran jika dalam campuran tersebut mempunyai kadar filler yang berbeda.

Abu batu terdiri dari butiran-butiran halus yang memenuhi persyaratan untuk aggregat halus dan *filler*. Fungsi *filler* adalah untuk mengisi rongga dalam campuran, dan meningkatkan stabilitas dari campuran aspal. Abu batu merupakan agregat buatan, agregat yang merupakan mineral *filler*/ pengisi (partikel dengan ukuran < 0,075 mm), diperoleh dari hasil sampingan pabrik- pabrik semen atau mesin pemecah batu. Material jenis ini banyak dibutuhkan untuk campuran dalam proses pengaspalan dan bisa digunakan sebagai pengganti pasir. Abu batu saat ini merupakan bahan hasil sampingan dalam industri pemecahan batu yang

jumlahnya tidak sedikit. Saat ini di kota kota besar abu batu tidak begitu laku untuk dijual karena pemakaian dalam industri konstruksi tidak banyak mengingat konstruksi perkerasan jalan sudah banyak beralih ke lapisan aspal beton. Namun pada beberapa daerah material ini masih tetap dipakai dan menjadi kebutuhan terutama dalam pekerjaan perkerasan jalan aspal.

Agregat atau material sedapat mungkin diperoleh dari sumber terdekat dari lokasi pekerjaan, hal ini yang menjadi dasar acuan peneliti menggunakan material agregat kasar dan halus tetapi peneliti lebih fokus ke penggunaan variasi agregat halus (Abu Batu) yang berasal dari AMP Sempangnge (Impa-impa) Sengkang Kab.Wajo yang akan digunakan dalam campuran aspal panas jenis AC-BC untuk melihat bagaimana karakteristik dari hasil variasi agregat halus tersebut memenuhi persyaratan spesifikasi yang di tetapkan sehingga dapat menghasilkan campuran AC-BC yang kuat dan tahan lama.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dikemukakan pada latar belakang di atas, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana hasil gradasi agregat gabungan campuran beraspal pada variasi variasi agregat halus (Abu Batu) padalapisan aspal beton (*Laston)* AC-BC ?
2. Bagaimana hasil uji marshall pada variasi agregat halus (Abu Batu) pada lapisan aspal beton *(Laston*) AC-BC ?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui hasil gradsai agregat gabungan campuran beraspal pada variasi agregat halus (Abu Batu) pada lapisan aspal beton (*laston)* AC-BC.
2. Untuk mengetahui hasil uji marshall dari variasi material agregat halus (Abu Batu) pada lapisan aspal beton *(Laston)* AC-BC.

D. Batasan Masalah

Batasan masalah sebagai ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian hanya dilakukan melalui pengujian di laboratorium jalan dengan menggunakan *marshall test.* Penelitian dipusatkan terhadap jenis campuran beraspal panas AC – BC.
2. Persyaratan dan kriteria marshall berdasarkan spesifikasi bina marga 2010revisi 3 (Tiga).
3. Menggunakan agregat kasar dan halus (Abu Batu) yang berasal dari AMP Sempangnge (Impa-impa) Sengkang Kab.Wajo, sebagai campuran beraspal panas.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan penelitian ini adalah :

1. Manfaat Institusi yakni memberikan informasi kepada pengelola jalan dalam hal ini Dinas PU atau Balai Perkerasan Jalan dalam menentukan penggunaan variasi

agregat halus terkhusus untuk material yang berasal dari AMP Sempangnge (Impa-impa) Sengkang Kab.Wajo pada proyek-proyek perkerasan jalan sebagai pengetahuan.

2. Manfaat Ilmiah yakni dalam bidang kajian laboratorium aspal Universitas Muhammadiyah Pare-Pare khususnya untuk kajian penggunaan variasi agregat halus dari AMP Sempangnge (Impa-impa) Sengkang Kab.Wajo untuk bahan campuran AC – BC.
3. Manfaat Peneliti yakni sebagai media dalam memperkaya wawasan dan mengembangkan ilmu pengetahuan.

F. Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan yang dapat disajikan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang teori-teori yang menyangkut penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini diuraikan mengenai jenis penelitian, lokasi dan waktu penelitian, parameter pengujian, tahap-tahap metode penelitian, dan bagan alir penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas secara keseluruhan tentang hasil penelitian yang dilakukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari seluruh penulisan, serta saran-saran yang dikemukakan berupa sumbangan pemikiran penulis tentang permasalahantersebut diatas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Aspal

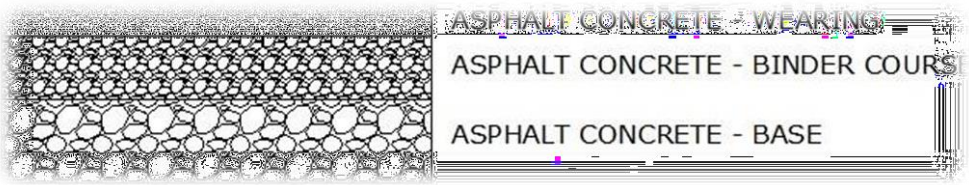
Abdul. F.Y. (2019) Aspal beton (*Hot* mix) adalah campuran agregat kasar,agregat halus dan bahan pengisi (Filler) dengan bahan pengikat aspal dalam kondisi suhu tinggi (Panas) dengan komposisi yang diteliti dan diatur oleh spesifikasi teknis. Rancangan campuran aspal panas (*Hot Mix*) adalah nama lain dari aspal beton *(Asphalt Concret*) yaitu suatu campuran yang terdiri dari komponen- komponen agregat yang merupakan komponen tersebar dalam campuran air dan bahan pengikatnya adalah aspal dimana campuran pencampurannya melalui proses pemanasan.

Berdasarkan laporan kajian Mamlouk et.al, (2011) menyatakan bahwa aspal betonmerupakan campuran yang terdiri dari aspal dan agregat yang dicampur secara bersamaan pada suhu tinggi, dihampar dan dipadatkan dalam masih panas.

B. Lapisan Aspal Beton (LASTON)

Laston adalah lapisan penutup konstruksi perkerasan jalan yang mempunyai nilai struktural. Campuran ini terdiri atas agregat bergradasi menerus dengan aspal keras, dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Laston adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus,

dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu (Silvia Sukirman, 2012).



Gambar 2.1 Lapisan Campuran aspal
Sumber: Bina Marga Divisi IV

Jenis lapisan Campuran Aspal Panas yang selanjutnya disebut Laston, terdiri dari tiga jenis campuran AC lapis aus (AC-WC), AC lapis antara (AC- *Binder Course*, AC-BC) dan AC lapis pondasi (AC-*Base*), namun dalam penelitian ini jenis beton aspal campuran panas yang ditinjau adalah AC-BC.

Sedangkan Laston AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course)* 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.

Fungsi aspal antara lain adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengikat batuan agar tidak lepas dari permukaan jalan akibat lalu lintas (*water proofing*, protect terhadap erosi)
2. Sebagai bahan pelapis dan perekat agregat.
3. Lapis resap pengikat (*Prime Coat*).

Lapis resap pengikat adalah lapisan tipis aspal cair yang diletakan di atas lapis pondasi sebelum lapis berikutnya.

4. Lapis pengikat *(Tack Coat*)

Lapis pengikat adalah lapis aspal cair yang diletakan di atas jalan yang telah beraspal sebelum lapis berikutnya dihampar, berfungsi pengikat di antara keduanya.

5. Sebagai pengisi ruang yang kosong antara agregat kasar, agregat halus, dan filler.

Hal ini sangat penting di perhatikan dalam merancang perkerasan jalan, karena harus menyesuaikan dengan jenis jalan yang akan direncanakan.

Tabel 2.1 Ketentuan sifat- sifat campuran laston ac

Sifat Sifat Campuran	Laston					
	Lapisan Aus		Lapisan Antara		Pondasi	
	Halus	Kasar	Halus	Kasar	Halus	Kasar
Kadar Aspal Efektif (%)	5,1	4,3	4,3	4,0	4,0	3,5
Penyerapan Aspal (%) Max			1,2			
Jumlah Tumbukan Perbidang	75				112(1)	
Rongga Dalam Campuran (%)(2)Min			3,5			
Max			5,0			
Rongga Dalam Agregat (VMA) (%) Min	15		14		13	
Rongga Terisi Aspal (%) Min	65		63		60	
Stabilitas *Marshall* (Kg) Min	800				1800(1)	
Max Pelelehan (Mm) Min	-3				-4,5(1)	
Marshall Quotient (Kg/Mm) Min	250				300	

Sumber: Spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3

C. Agregat

Material utama pembentuk lapisan perkerasan jalan adalah agregat. Daya dukung lapisan perkerasan ditentukan dari sifat butir-butir agregat dan gradasi agregatnya. Agregat merupakan komponen utama dari konstruksi perkerasan jalan yang berfungsi sebagai kerangka atau tulangan yang memikul beban yakni beban kendaraan yang melewati jalan tersebut. Jumlah agregat dalam suatu campuran lapis perkerasan jalan adalah berkisar 90 % dari total berat campuran atau sebesar 75-85 % dari total volume campuran sisanya adalah aspal dan mineral pengisi (filler).

Agregat didefinisikan sebagai batu pecah, kerikil, pasir atau komposisi mineral lainnnya, yang berupa hasil pengolahan (penyaringan, pemecahan) yang merupakan bahan baku utama konstruksi perkerasan jalan.

Tabel 2.2 Standar pemeriksaan agregat

Pengujian	**Metode Pengujian**	**Persyaratan**	
		Mix	**Maks**
Batu Pecah Alam			
1 Penyerapan %	SNI-03-1969-1990	-	3.00
2. a. Berat Jenis Bulk (gr/cc)		2.50	-
b. Berat Jenis SSD (gr/cc)		2.50	-
c. Berat Jenis Semu (gr/cc)		2.50	-
3 Keausan Agregat (%)	SNI 2417-2008	-	40
4 Indeks Kepipihan (%)	RSNI T-2008	-	10
5 Indeks Kelonjongan (%)		-	20

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018

Sifat-sifat fisik agregat dan hubungannya dengan kinerja campuran beraspal lapis aspal beton menurut Direktorat Jenderal Prasarana Wilayah (2002), adalah sebagai berikut :

1. Pembagian agregat berdasarkan ukuran adalah sebagai berikut :

a. Agregat Kasar

Fraksi agregat kasar untuk rancangan adalah yang tertahan saringan no.4 (4,75 mm) dan haruslah bersih, keras, awet, dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi persyaratan pada fraksi agregat untuk keperluan pengujian. Agregat kasar harus mempunyai ketahanan terhadap abrasi bila digunakan sebagai campuran binder course. Untuk itu nilai los angeles abration test harus dipenuhi. Agregat diperlukan sebagai bahan pengisi pada campuran beraspal dengan komposisi gradasi sesuai dengan gradasi terpakai yang memenuhi spesifikasi yang ada. Untuk agregat kasar, agregat halus, dilakukan pengujian analisa saringan, berat jenis, penyerapan dan filler yang digunakan adalah semen.

Tabel 2.3 Ketentuan-ketentuan agregat kasar

Pengujian			**Standar**	**Nilai**
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan campuran AC		Natrium sulfat Magnesium sulfat 100 putaran	SNI 3407:2008	Maks.12% Maks.18% Maks. 6%
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Modifikasi dan SMA Semua Jenis Campuran Aspal Bergradasi Lainnya	500 Putaran 100 Putaran 500 putaran	SNI 2417:2008	Maks.30% Maks.8% Maks. 40%

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018

Lanjutan Tabel 2.3 Ketentuan-ketentuan agregat kasar

Pengujian		Standar	Nilai
Kelekatan agregat terhadap aspal Butir pecah pada agregat kasar	SMA LAINNYA	SNI 2439:2011	Min. 95%
			100/90*
		SNI 7619:2012	95/90**)
Partikel pipih dan Lonjong	SA LAINNYA	ASTM D4791 Perbandingan 1:5	Maks. 5% Maks.10%
Material Lolos Ayakan ayakan No.200		SNI ASTM C117 : 2012	Maks. 1%

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018

Catatan :

*) 100/90 menunjukkan bahwa 100% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 90% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dan atau lebih

**) 95/90 menunjukkan bahwa 95% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 90% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi VI Perkerasan Aspal Kementrian Pekerjaan Umum Edisi Tahun 2018

b. Agregat Halus

Persyaratan agregat halus secara umum menurut SNI 03-6821-2002 adalah sebagai berikut :

1) Agregat halus terdiri dari butir-buti tajam dan keras.
2) Butir-butir halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca. Sifat kekal agregat halus dapat di uji dengan larutan jenuh garam. Jika dipakai natrium sulfat maksimum bagian yang

hancur adalah 10% berat.

3) Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (terhadap berat kering), jika kadar lumpur melampaui 5% maka pasir harus di cuci.

Agregat halus juga mempunyai gradasi, gradasi agregat yang dimaksud adalah distribusi ukuran butiran dari agregat. Bila butir-butir agregat mempunyai ukuran yang sama (seragam) volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butir-butirnya bervariasi akan terjadi volume pori yang kecil. Hal ini karenabutiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang besar, sehingga pori- porinya sedikit, denga kata lain kemampatannya tinggi.

Tabel 2.4 Ketentuan-ketentuan agregat halus

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	Min. 60%
Angularitas dengan uji kadar rongga	SNI 03-6877-2002	Min. 45%
Gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat	SNI 03-4141-1996	Maks. 1%
Agregat lolos ayakan N0. 200	SNI ASTM C117:2012	Maks. 10%

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018

2. Gradasi agregat

Gradasi agregat adalah distribusi dari variasi ukuran butir agregat. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga diantara agregat (VMA), rongga dalam campuran (VIM) dan stabilitas serta sifat mudah dikerjakan (*work ability*)campuran.

3. Kebersihan dari pertikel halus yang melekat

Kondisi agregat yang kurang bersih karena adanya partikel-partikel halus

berupa lumpur yang melekat pada permukaan agregat akan mempengaruhi kelekatan aspal terhadap agregat, hal ini perlu dihindari agar supaya penyelimutan aspal terhadap agregat dapat terjadi dengan sempurna, sehingga kekuatan (stabilitas) campuran dapat dicapai.

4. Daya tahan agregat

Daya tahan agregat adalah kesanggupan agregat untuk menahan pengaruh pembebanan berupa beban lalu-lintas dan pemadatan. Tingkat kekerasan agregat sangat berpengaruh pada kesanggupan konstruksi perkerasan jalan dalam memikul beban lalu-lintas, karena fungsi utama agregat dalam campuran perkerasan adalah sebagai kerangka penopang struktur perkerasan.

5. Bentuk dan tekstur agregat

Stabilitas lapis perkerasan jalan sangat dipengaruhi oleh bentuk dan tekstur agregat yang membentuk campuran perkerasan. Bentuk yang bulat dengan tekstur permukaan yang licin akan mengakibatkan kurangnya ikatan antara butiran agregat sedangkan bentuk persegi dengan permukaan yang kasar akan menghasilkan campuran yang saling mengikat dan kuat. Bentuk agregat yang pipih mengakibatkan campuran kurang kuat memikul beban, karena agregat dengan bentuk demikian cenderung mudah patah.

6. Penyerapan agregat

Porositas agregat umumnya ditandai dengan jumlah air yang diserap ketika agregat direndam dalam air. Besarnya volume pori dalam partikel agregat akan menentukan besarnya penyerapan agregat terhadap aspal sehingga membuat campuran aspal menjadi kering. Aspal yang menyelimuti agregat akan lebih tipis

dan mengakibatkan ikatan antar agregat mudah terlepas.

7. Daya lekat terhadap aspal

Agregat yang digunakan dalam campuran lapis perkerasan haruslah memiliki daya lekat terhadap aspal, kelekatan aspal pada agregat akan mengakibatkan agregat dengan mudah terselimuti oleh aspal dan dengan demikian akan tercipta campuran yang homogen dan kuat. Ketentuan-ketentuan agregat untuk campuran beraspal berdasarkan spesifikasi umum jalan dan jembatan, Direktorat Jenderal Bina Marga 2018.

D. Karakteristik Campuran Aspal Beton (*Hot Mix*)

Sebagai lapis perkerasan, lapisan aspal beton haruslah memiliki karakteristik sebagai berikut (Sukirman, 2007) :

1. Stabilitas

Stabilitas lapis perkerasan jalan harus memiliki kemampuan menerima beban lalu-lintas tanpa terjadi perubahan bentuk yang tetap, seperti alur ataupun *bleeding*. Stabilitas lapis perkerasan haruslah seimbang dengan besarnya beban lalulintas yang menggunakan jalan tersebut.

Beberapa variabel yang mempunyai hubungan dengan stabilitas yaitu :

a. Gaya gesek *(Friction*)

Hal ini tergantung pada permukaan gradasi dan bentuk agregat, kerapatan campuran serta kualitas aspal.

b. Kohesi

Kohesi merupakan daya lekat dari masing-masing partikel bahan

perkerasan. Kohesi batuan akan terlihat dari sifat kekerasannya dan kohesi campuran tergantung dari gradasi agregat, daya adhesi aspal dan sifat bantu bahan tambah.

c. Inersia

Inersia merupakan kemampuan lapis perkerasan untuk menahan perpindahan tempat *(resistence to displacement*), yang terjadi akibat beban lalu lintas, baik besarnya beban maupun jangka waktu pembebanan.

2. Daya tahan (*Durabilitas*)

Durabilitas yaitu ketahanan campuran aspal terhadap pengaruh cuaca, air, perubahan suhu, maupun keausan akibat gesekan roda kendaraan. *Durabilitas* beton aspal dipengaruhi oleh tebalnya film atau selimut aspal, banyaknya pori dalam campuran, kepadatan dan kedap airnya campuran. Besarnya pori yangtersisa dalam campuran setelah pemadatan, mengakibatkan durabilitas beton aspal menurun. Semakin besar pori yang tersisa semakin tidak kedap air dan semakin banyak udara didaalam beton aspal, yang menyebabkan semakin mudahnya selimut aspal beroksidasi dengaan udara dan menjaadi getas, dan *durabilitas*nya menurun. Untuk mencapai ketahanan yang tinggi diperlukan rongga dalam campuran VIM yang kecil, sebab dengan demikian udara tidak (atau sedikit) masuk kedalam campuran yang dapat menyebabkan menjadi rapuh. Selain itu diperlukan juga VMA yang besar, sehingga aspal dapat menyelimuti agregat lebih baik.

3. Fleksibilitas

Lapis perkerasan jalan harus bersifat lentur dalam menerima beban, dalam

arti perkerasan dapat menerima beban dan mengikuti deformasi akibat adanya pembebanan tanpa berakibat retak atau perubahan volume. Fleksibel yang tinggi dapat diperoleh dengan :

a. Penggunaan agregat bergradasi senjang sehingga diperoleh VMA yang besar.
b. Penggunaan aspal lunak (aspal dengan penetrasi yang tinggi).
c. Penggunaan aspal yang cukup banyak sehingga diperoleh VIM yang kecil.

Aspal yang mempunyai daktilitas yang rendah, maka dalam perkerasan akan menghasilkan suatu perkerasan yang nilai fleksibilitasnya rendah sedangkan jika aspal mempunyai daktilitas yang sesuai maka nilai fleksibilitasnya akan baik.

4. Kekesatan (*Skid Resistence*)

Kekesatan (*Skid Resistence)* yaitu kemampuan perkerasan aspalmemberikan permukaan yang cukup kesat sehingga kendaraan yang melaluinya tidak mengalami slip, baik diwaktu jalan basah maupun kering. Faktor-faktor untuk mendapatkan kekesatan jalan sama dengan untuk mendapatkan stabilitas yang tinggi, yaitu kekasaran permukaan dari butir-butir agregat, luas bidang kontak antar butir atau bentuk butir, gradasi agregat, kepadatan campuran, dan tebal film aspal. Ukuran maksimum butir agregat ikut menentukan kekesatan permukaan. Untuk mencapai kekesatan yang tinggi perlu pemakaian kadar aspal yang tepat sehingga tidak terjadi bleeding, dan penggunaan agregat kasar yang cukup.

5. Ketahanan leleh *(Fatigue Resistence)*

Campuran lapis perkerasan jalan diharapkan memiliki ketahanan terhadap

pembebanan berulang-ulang tanpa mengalami alur atau retak.

6. Kedap air *(Impremeabilitas*)

Kedap air (*Impremeabilitas)* yaitu kemampuan beton aspal untuk tidak dimasuki air ataupun udara kedalam lapisan beton aspal. Air dan udara dapat mengakibatkan percepatan proses penuaan aspal, dan pengelupasan film/ selimut aspal dari permukaan agregat. Jumlah pori yang tersisa setelah beton aspal dipadatkan saat menjadi indikator kekedapan air campuran. Tingkat impremeabilitas beton aspal berbanding teerbalik dengan tingkat durabilitasnya.

7. Kemampuan kerja (*Workabilitas*)

Kemudahan dalam pelaksanaan, suatu campuran lapis perkerasan haruslah mudah untuk dicampur, dihampar dan dipadatkan, sehingga kualitas campuran dapat dipertahankan mulai saat dicampur hingga dihamparkan dilapangan.

Setelah diperoleh hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat dan berat jenis aspal, maka berat jenis dan penyerapan dari total campuran serta penyerapan aspal dapat dihitung dengan rumus berikut :

1. Berat Jenis bulk $(Gsb) = \dfrac{P1 + P2 + \cdots + Pn}{(P1/G1) + (P2/G2) \ldots + (Pn/Gn)} \ldots (3.1)$

2. Berat Jenis Semu $(Gsa) = \dfrac{P1 + P2 + \cdots + Pn}{(P1/A1) + (P2/A2) \ldots + (Pn/Gn)} \ldots (3.2)$

3. Berat Jenis $Efektis\ (Gse) = \dfrac{b + Gsa}{2} \ldots (3.3)$

4. Penyerapan Aspal $(Pba) = \dfrac{e - Gsb\ x\ Ga\ x\ 100\%}{Gse\ x\ Gsb} \ldots (3.4)$

Dimana :

Gsb = Berat jenis *bulk*

Gsa = Berat jenis semu/*apparent*

Gse = Berat jenis efektif

Pba = Penyerapan aspal

Ga = Berat jenis aspal

P1, P2, …, Pn = Persentase berat komponen aggregat 1, 2, …, n

G1, G2,…, Gn = Berat jenis *bulk* dari masing-masing agregat

A1, A2, …, A = Berat jenis a*pparent* dari masing-masing agregat.

Tabel 2.5 Persyaratan aspal modifikasi

Uraian	Metode	Persyaratan		Satuan
		Min	Max	
Penetrasi, 25ºC	SNI 06-2456-1991	50	80	0,1 mm
Titik Lembek	SNI 06-2434-1991	54	-	ºC
Titik Nyala	SNI 06-2433-1991	225	-	ºC
Daktalitas, 25ºC	SNI 06-2432-1991	50	-	Cm
Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	1	-	-
Kekentalan pada 135ºC	SNI 06-6441-2000	300	2000	Cst
Stabilitas penyimpanan pada 163ºC selama 48 jam - Perbedaan titik lembek antara bagian atas dan bawah	Shell Bitumen 1995	-	2	ºC
Kelarutan dalam TCE	RSNI M 12-2004	99	-	% berat
Penurunan berat (TFOT)	SNI 06-2440-1991	-	1	% berat
Perbedaan Penetrasi setelah TFOT, 0,1 mm	SNI 06-2456-1991	-	40	% asli

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018

Lanjutan Tabel 2.5 Persyaratan aspal modifikasi

Uraian	Metode	Persyaratan		Satuan
		Min	Max	
Perbedaan titik lembek setelah TFOT, ºC	SNI 06-24341991	-	6,5	% asli
Elastic recovery pada 25ºC	AASHTO T 301-1995	30	-	%

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018

E. Tahapan Dalam Merencanakan Campuran Aspal

1. Menghitung perkiraan awal kadar aspal optimun (Pb) sebagai berikut : Pb = 0,035 (%CA) + 0,045 (%FA) = 0,18 (%FF) + konstanta

Keterangan:

Pb : kadar aspal tengah/ideal, persen terhadap berat campuran.

Ca : persen agregat tertahan saringan No.8 (2,36 mm).

Fa : persen agregat lolos saringan No.8 (2,36 mm) dan tertahan saringan No.200 (90,075 mm).

Filler : persen agregat minimal 75% lolos No.200 (0,075 mm).

K : nilai konstanta nilai kostanta kirakira 0,5 sampai 1,0 untuk laston dan 2,0 sampai 3,0 untuk lataston ,untuk jenis campuran lain gunakan nilai 1,0 sampai 2,5.

2. Nilai Pb

Bulatkan perkiraan nilai Pb sampai 0,5% terdekat. Jika hasilperhitungan diperoleh 5,85% maka dibulatkan menjadi 6%.

3. Nilai Kadar Aspal

Setelah di dapat nilai kadar aspal ,selanjutnya barat jenis maksimun (BJ Max) dihitung dengan mengambil data dari percobaan baraet jenis agregat kasar dan agregat halus.

4. Berat Persentase Sampel

Jika semua data telah didaptkan, yang dilakukan berikutnya adalah menghitung berat sampel, berat aspal, berat agregat dan menghitung kebutuhan agregat tiap sampel berdasarkan persentase tertahan.

5. Melakukan Gradasi

Mencampur agregat dengan aspal suhu optimum 115°C pada gradasi kasar pada batas atas dan batas tengah

6. Melakukan Pemadatan

Melakukan pemadatan standar dengan *Aoutomatic marshall compactor* terhadap sampel sebanyak 2 x 75 kali tumbukan dengan suhu 145°C

7. Setelah itu benda uji dites marshall dan didapat nilai KAO

8. Pencampuran Gradasi Kasra

Setelah didapat nilai KAO maka pada saat pencampuran menggunakan temperatur gradasi kasra yaitu pad suhu 155°C

9. Pemadatan Standar

Melakukan pemadatan standart dengan *aoutonatic marshall compactor* terhadap sampel sebanyak 2 x 75 kali tumbukan dengan variasi suhu temperatur pemdatan yaitu pada:

a. Batas Atas : 100°C, 115°C, 130°C, 145°C dan 160°C

b. Batas tengah : 100°C, 115°C, 130°C, 145°C dan 160°C

10. Proses Pendiaman

Mendiamkan benda uji terlebih dahulu agar mulai mengeras sebelum mengeluarkanya dari cetakan , dan kemudian mendiamkannya selama lebih 24jam.

11. Pengukuran Ketebalan

Mengukur ketebalan, menimbang, dan kemudian meremdam benda uji dalam air pada suhu normal selama 24 jam

12. Menimbang kembali benda uji untuk mendapatkan berat jenuh (SSD)

13. Proses Perendaman Sampel

Sebelum menguji benda uji dengan alat *marshall*, merendam benda uji terlebih dahulu dalam water bath pada suhu 60 selama 30 menit. Benda uji dibuat sebanyak 4 (empat) buah padamasing-masing variasi kadar aspal.

14. Melakukan uji marshall untuk mendapatkan stabilitas dan kelelehan *(flow*)

15. Perhitungan Metode *Marshall*

Menghitung parameter *marshall* yaitu : VIM, VMA, VFA, berat volume, dan parameter lain sesuai parameter yang ada pada spesifikasi campuran

16. Gambaran Hubungan Antara Kadar Aspal dan Parameter

Gambaran hubungan antara kadar aspal dan parameter *marshall*, yaitu gambar hubungan antara :

a. Variasi agregat halus terhadap Stabilitas.
b. Variasi agregat halus terhadap *Flow*.
c. Variasi agregat halus terhadap *Void In Mix* (VIM).

d. Variasi agregat halus terhadap *Void In Material Aggregat* (VMA).

e. Variasi agregat halus terhadap *Void Filled With Bitumen* (VFB).

f. Variasi agregat halus terhadap *Marshall Quotient* (MQ).

F. Gradasi

Setiawan, A. (2017), Gradasi agregat pada campuran beraspal umumnya dipilih berada di tengah rentang spesifikasi. Gradasi rapat (*Dense Graded*) adalah gradasi agregat di mana terdapat butiran dari agregat kasar sampai halus sehingga sering juga disebut gradasi menerus, atau gradasi baik *(Well Graded*). Campuran dengan gradasi ini memiliki stabilitas yang tinggi, agak kedap air, dan memiliki berat isi yang besar.

Tabel 2.6 Gradasi agregat gabungan untuk campuran beraspal
Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga 2018

Ukuran Ayakan		**% Berat Yang Lolos Terhadap Total Agregat**					
		Stone Matrix Asphalt (SMA)			**Laston (AC)**		
ASTM	(mm)	Tipis	Halus	Kasar	WC	BC	Base
1 ½	37.5						100
1	25			100		100	90-100
¾	19		100	90-100	100	90-100	76-90
½	12.5	100	90-100	50-88	90-100	75-90	60-78
3/8	9.5	70-95	50-80	25-60	77-90	66-82	52-71
No.4	4.75	30-50	20-35	20-28	53-69	46-64	35-54
No.8	2.36	20-30	16-24	16-24	33-53	3049	23-41
No.16	1.18	14-21			21-40	18-38	13-30
No.30	0.600	12-18			14-30	12-28	10-22
No.50	0.300	10-15			9-22	7-20	6-15
No.100	0.150				6-15	5-13	4-10
No.200	0.075	18-20			4-9	4-6	3-7

G. Penelitisan Terdahulu

1. Ahmad Refi., (2019) "Pengaruh Penggunaan Kapur Padang Panjang Sebagai Bahan Pengisi *(Filler*) Terhadap Karakteristik Campuran Beton Asphalt Lapisan Ac-Bc (Asphalt Concreate – Binder Course)". Fakultas Teknik, Universtas Muhammadiyah Sumatra Barat. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan penambahan filler abu batu 100% - kapur 0% dapat memenuhi semua spesifikasi marshall berupa nilai Stabilitas, Rongga dalam agregat (*Void In Mineral Aggregate*), Rongga Dalam Campuran (*Void In The Mix*), Rongga Dalam Campuran Asphal (*Void Fillet With Bitument*), Kelelehan Plastis (*Flow*), Hasil Bagi Marshall (*Marshall Quotient*) dengan KAO 5.945%, pada pemakaian abu batu 75%
   - kapur 25% juga memenuhi semua spesifikasi marshall dengan KAO 6.225% , Namun pada pemakaian abu batu 50% - kapur 50% dan abu batu 25% - kapur 75% tidak memenuhi spesifikasi marshall, sehinggapersentase tersebut tidak baik digunakan pada campuran aspal panas AC – BC.

   Persamaan peneletian terdahulu dengan yang peneliti teliti terletak pada jenis variasi yang digunakan yaitu abu batu,variasi yang digunakan bervariasi (Lebih dari satu),percobaan yang digunakan AC-BC dan menggunakan metode Marshall.

2. Winayati dan Fadrizal Lubis., (2018) "Analisis Karakteristik Marshall Campuran Ac-Bc Menggunakan Filler Abu Tandan Sawit Dan Abu Batu".

Program Studi Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning. Campuran AC-BC yang memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, yakni 25% *filler* abu tandan sawit dicampur dengan 75% abu batu dari berat total *filler* dalam campuran. Berdasarkan rekomendasi tersebut, penelitian dilanjutkandengan analisis karakteristik Marshall campuran AC-BC yang menggunakan komposisi campuran 50% filler abu tandan sawit dicampur dengan 50% abu batu, dengan menganalisis karakteristik Marshall, antara lain: stabilitas 920.118, flow didapat 3.7, VIM 4.006, VMA 15.930, MQ 240.722 juga masih memenuhi Standar Binamarga 2010.

Persamaan peneletian terdahulu dengan yang peneliti teliti terletak pada jenis variasi yang digunakan yaitu abu batu,variasi yang digunakan bervariasi (Lebih dari satu),percobaan yang digunakan AC-BC dan menggunakan metode Marshall.

3. Apriyanto Apriyanto, Fakhrul Rozi Yamali., (2018) "Pengaruh Yang Bergradasi Senjang Pada Campuran Aspal Panas". Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari. Variasi penambahan filler sebesar 1,5%, 3,5%, 5,5%, 7,5% dan 9,5% terhadap berat. Hasil penelitian didapatkan nilai KAO sebesar 6,4%, kemudian dilakukan pengujian Marshall dengan menggunakan variasi filler terjadi perubahan karakteristik Marshall, tingkat kelenturan dan keawetan yang lebih baik, tetapi terdapat rongga udara yang banyak atau nilai VIM yang besar, sehingga nilai VFA menjadi kecil.

Persamaan peneletian terdahulu dengan yang peneliti teliti terletak variasi yang digunakan bervariasi (Lebih dari satu),percobaan yang digunakan AC-BC dan menggunakan metode Marshall.

4. Muchtar Salim., (2021) "Variasi Persentase Abu Batu Terhadap Karakteristik Marshall Dalam Campuran Hrs Base". Politeknik Negeri Banjarmasin. Abu batu divariasi sebanyak 1%, 1,5% dan 2%, 2,5% dan 3%. Penambahan *filler* abu batu dari 1% sampai 3 % meningkatkan nilai stabilitas, rongga terisi apal, dan *Marshall Qoutient* yaitu masing-masing dari 883,45 kg menjadi1121,66 kg, 69,66 % menjadi 72,68 %, dan 266,10 kg/mm menjadi 299,91 kg/mm dan nilai rongga dalam campuran dan nilai rongga dalam agregat (VMA) mengalami penurunan masing-masing yaitu dari 5,57 % menjadi 4,79 % dan dari 18,36 % menjadi 17,53%.

   Persamaan peneletian terdahulu dengan yang peneliti teliti terletak pada jenis variasi yang digunakan yaitu abu batu,variasi yang digunakan bervariasi (Lebih dari satu),percobaan yang digunakan AC-BC dan menggunakan metode Marshall.

5. Suratnan Haris., (2020) "Perencanaan Campuran Latasir (Sand Sheet) Menggunakan Pasir Dan Abu Batu Ex. Pt.Dewi Permata Kuarry" Universitas Muhammadiyah Palu. Hasil yang diperoleh dari analisa saringan agregat halus untuk komposisi campuran Latasir yaitu Pasir abu batu = 89,5% dan *Filler* abu batu = 10,5%. Pada hasil pengujian Marshall Campuran Latasir antara Pasir abu batu dan abu batu, nilai VIM 6,63

% dan VFA (*Void Filled with Asphalt*) = 15,96 % serta mempunyai nilai stabilitas campuran yaitu sebesar 1023,4 kg, dalam rentang variasi aspal 5,0 -7,0% dengan KAO 6,23 %.

Persamaan peneletian terdahulu dengan yang peneliti teliti terletak pada jenis variasi yang digunakan yaitu abu batu,variasi yang digunakan bervariasi (lebih dari satu),percobaan yang digunakan AC-BC dan menggunakan metode Marshall.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan jenis penelitian penelitian Laboratorium (*Laboratory Research),* dimana menggunakan metode kuantitatif yang merupakan metode penelitian yang banyak menuntun penggunaan angka, mulai dari pengumpuln data, penafsiran terhadap data tersebut, serta penampilan dari hasilnya disertai dengan gambar, table, grafik, atau tampilan lainnya. Kemudian data hasil penelitian di analisis sesuai dengan prosedur pengujian dilaboratorium. Penelitian ini menggunakan metode penelitian experimental yaitu membuat variasi agregat halus pada lapisan aspal beton (*Laston*) AC-BC. Berdasarkan karakteristiknya, penelitian kuantitatif ini cenderung baku meskipun mahasiswa besama pembimbing dapat saja melakukan penyesuaian.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Labolatorium Jalan dan Aspal Universitas Muhammadiyah Pare-Pare. Durasi penelitian ini sampai dengan penyusunan Tugas Akhir diselenggarakan selama kurang lebih 2 (dua) Bulan.

C. Sampel Penelitian

Jenis pengujian yang digunakan pada penelitian ini yakni pengujian *Marshall*. Penelitian ini menggunakan metode *experimental* yaitu dengan suatu percobaan untuk mendapatkan hasil variasi yang memenuhi standar spesifikasi, dengan demikian akan terlihat pemanfaatan agregat halus pada lapisan aspal beton AC-BC dengan variasi kadar agregat halus 45%,50% dan 55%.

D. Bahan dan Peralatan

Penelitian ini menggunakan peralatan yang tersedia di Labolatorium Jalan dan Aspal Universitas Muhammadiyah Pare-Pare sedangkan Bahan terkhusus Agregat Kasar dan Halus dari AMP Sempangnge (Impa-impa) Sengkang Kab.Wajo.

1. Bahan
   a) Air
   b) Oli
   c) Aspal
   d) Agregat Kasar dan Halus

   Agregat dari AMP Sempangnge (Impa-impa) Sengkang Kab.Wajo.

2. Peralatan
   a) Dongkrak
   b) Sendok besi
   c) Sigma
   d) Timbangan ketelitian 0,1 gram

e) Waterbath

f) Alat *marshall* dan perangkatnya

g) Alat pelengkap

E. Persiapan Pengujian

Pengujian *Marshall,* ini untuk menentukan jumlah pemakaian Agregatyang tepat sehingga dapat menghasilkan komposisi yang baik antara agregat dan aspal sesuai dengan persyaratan teknik perkerasan jalan yang ditentukan.

F. Prosedur Pengujian

1. Membuka contoh benda uji dari mould.
2. Membersihkan kertas kertas filter.
3. Mengukur ketebalan masing masing benda uji dengan 3 (Tiga) sisi.
4. Benda uji ditimbang kering dan benda uji ditimbang dalam air.
5. Benda uji direndam 10-15 menit lalu ditimbang SSD.
6. Benda uji direndam dalam *waterbath* dengan suhu 60°C selama 30 – 40 menit.
7. Selang 5 menit benda uji yang lain dimasukkan lagi. Ulangi langkah 6 (Enam) sampaibenda uji terakhir.
8. Benda uji dimasukkan kedalam mould untuk pengujian *marshall*
9. Menyalakan alat uji marshall sampai benda uji rapat pada *proving ring*
10. kemudian mematikan alat lalu nolkan pembacaan.
11. Menyalakan alat kembali sampai jarum pembacaan tidak bergerak lagi

atauturun lalu mematikan alat dan catat pembacaan stabilitas dan *flow*.

12. Menormalkan kembali alat lalu keluarkan benda uji.
13. Melakukan analisis berat jenis dan karakterisitik campuran.
14. Membuat grafik hubungan kadar aspal dengan karakteristik campuran yangtelah dianalisis.
15. Memasukkan data spesifikasi kedalam grafik.
16. Menetukan kadar aspal optimum pada campuran.
17. Menghitung kembali karakteristik campuran berdasarkan grafik dan kadaraspal optimum yang digunakan.

G. Teknik Pengumpulan Data

1. Pengumpulan Data Sekunder

Tahap awal dari pekerjaan ini ialah mengumpulkan data sekunder berupa standar mutu, serta mencari literatur-literatur terkait dengan penelitian yang akan dilakukan. Data tersebut di pergunakan untuk menentukan mutu aspal dengan variasi agregat halus pada lapisan aspal beton *(Laston*) AC-BC yang akan diteliti, serta menentukan langkah kerja lebih lanjut dalam tahap penelitian yang akan dilakukan.

2. Pengumpulan Data Primer

Tahap selanjutnya dari pekerjaan ini ialah mengumpulkan data primer berupa material dari AMP Sempangnge (Impa-Impa) Kab.Wajo sebagai bahan penelitian untuk melihat apakah gradasi AMP Sempangnge memenuhi persyaratan spesifikasi gradasi agregat gabungan campuran beraspal pada variasi

Agregat halus (Abu Batu) pada lapisan aspal beton (Laston) AC-BC yang ditetapkan sehingga dapat menghasilkan campuran AC-BC yang kuat dan tahan lama.

H. Teknik Analisis Data

1. Analisis Gradasi Agregat Gabungan

Analisis ini dilakukan terhadap material yang digunakan yaitu,material 1-2,material 0,5-1 dan agregat halus (Abu batu). Hal tersebut dilakukan dengan cara menggabungkan ketiga material tersebut dalam satu variasi yang berbeda guna untuk mengetahui hasil nilai gradasi yang digunakan sesuai spesifikasi yang ditentukan.

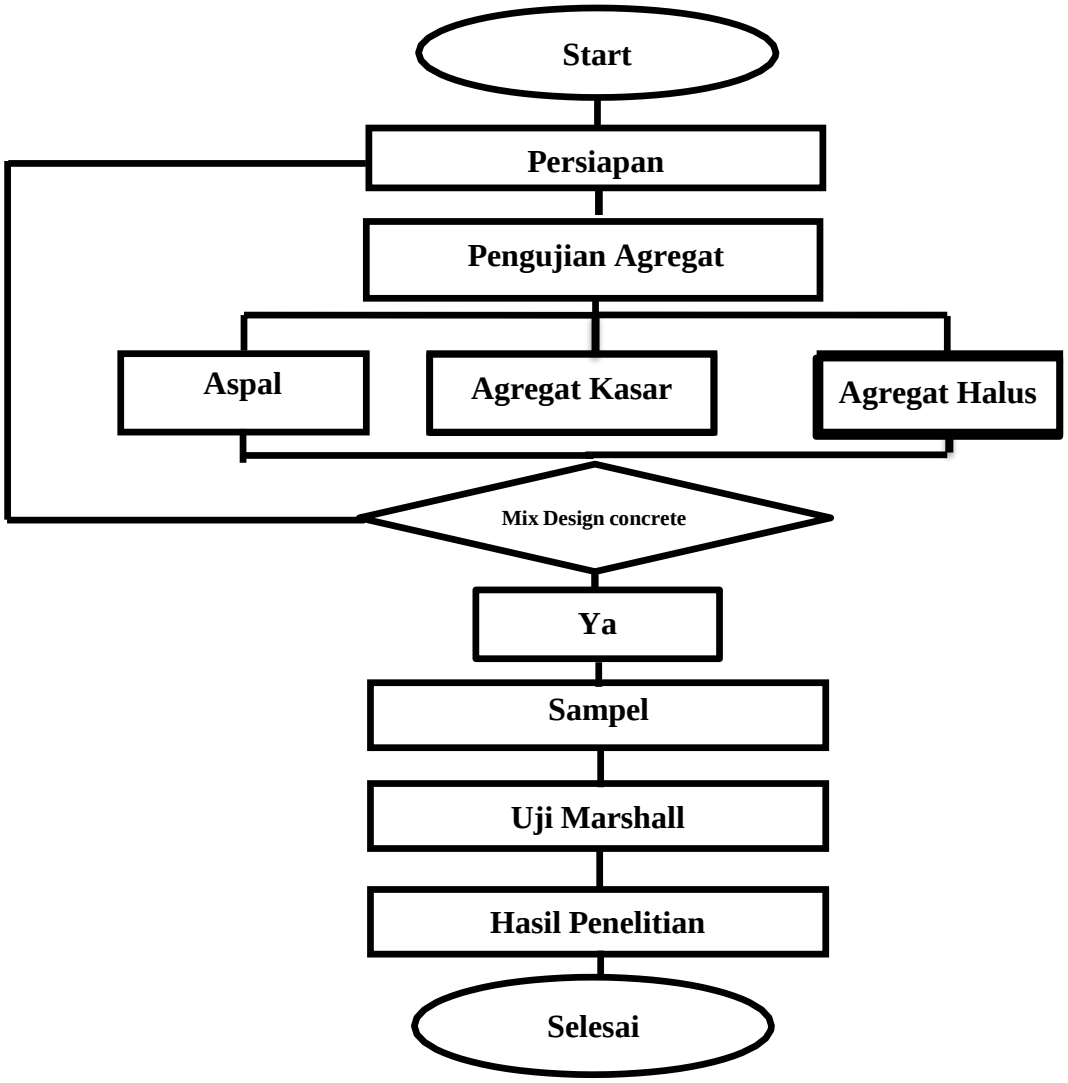
2. Analisis Hasil Uji Marshall

Analisa ini dilakukan dengan membandingkan hasil dari pengujian marshall antara lain Stabilitas,Flow (kelelehan),*Void In Mix (*VIM),*Void In Material Agregat* (VMA),*Void Filled With Bitumen* (VFB) dan *Marshall Quotient* (MQ) untuk mengetahui hasil pengujian variasi yang lolos spesifikasi.

I. Mix Design Metode Marshall

Salah satu metode untuk menghasilkan design yang baik adalah Marshall Test. Dikembangkan oleh Bruce Marshall dari Misisipi State Highway Department Hasil test diplot terhadap kadar bitumen, kemudian kadar optimum bitumen dipilih, proses ini mengukur secara teliti: *porosity*, *stability, flow*, sehingga didapatkan sifat aspal yang awet dan tahan terhadap *rutting* (penurunan) serta *fatigue* (retak karena lelah).

J. Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram Alir

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Material

1. Pengujian Analisa Saringan Agregat

Bahan Agregat yang digunakan dalam penelitian ini, terdiri dari agregat kasar dan halus untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat kasar dengan menggunakan saringan. Pemeriksaan gradasi mengikuti prosedur SNI 03 –1968 – 1990. Hasil pemeriksaan saringan terdapat pada tabel berikut :

Tabel 4.1 Hasil analisa saringan agregat kasar material 1-2

No Saringan		**Sampel**			**Hasil Rata-Rata**	**Spesifikasi**
		Komulatif				
Inch	**mm**	**Berat Tertahan**	**% Tertahan**	**% Lolos**		
1 ½	37,5	0,00	0,00	100	100	100
1	25	0,00	0,00	100	100	100
¾	19	97,4	6,49	93,51	49,35	90 - 100
½	12,5	711,7	53,94	46,06	202,93	75 - 90
3/8 "	9,5	440,6	83,31	16,69	135,15	66 - 82
No.4	4,75	250,3	100,00	0,00	87,58	46 - 64
No.8	2,36					30 - 49
No.16	1,18					18 - 38
No.30	0,600					12 - 28
No.50	0,300					7 - 20
No.100	0,150					5 - 13
No.200	0.075					4 - 6
Berat Benda Kering:	1500 gram					

Sumber: Laboratorium Jalan dan Aspal 2021

Pada saringan agregat 1-2 diperoleh % lolos pada Saringan No (3/4") 93,51. Saringan No (1/2") 46,06. Saringan No (3/8")16,69. Saringan No (4) 0,00.

Tabel 4.2 Hasil analisa saringan agregat kasar material 0,5 – 1

No Saringan		**Sampel**			**Hasil Rata-Rata**	**Spesifikasi**
		Komulatif				
Inch	**Mm**	**Berat Tertahan**	**% Tertahan**	**% Lolos**		
1 ½	37,5	0,00	0,00	100	100	100
1	25	0,00	0,00	100	100	100
¾	19	0,00	0,00	100	100	90 - 100
½	12,5	0,00	0,00	100	100	75 - 90
3/8 "	9,5	10,6	0,71	99,29	36,87	66 - 82
No.4	4,75	1100,8	74,09	25,91	400,27	46 - 64
No.8	2,36	379,4	99,39	0,61	159,80	30 - 49
No.16	1,18	1,7	99,50	0,50	33,90	18 - 38
No.30	0,600	0,4	99,53	0,47	33,47	12 - 28
No.50	0,300	0,3	99,55	0,45	33,43	7 - 20
No.100	0,150	0,1	99,55	0,45	33,37	5 - 13
No.200	0.075	2,3	99,71	0,29	34,10	4 - 6
Pan						
Berat Benda Kering		1500 gram				

Sumber: Laboratorium Jalan dan Aspal 2021

Berdasarkan tabel pengujian analisa saringan agregat kasar 0,5 – 1 diperoleh % lolos pada saringan No (3/8') 99,29. Saringan No (4) 25,91. Saringan No (8) 0,61. Saringan No (16) 0,50. Saringan No (30) 0,47. Saringan No (50) 0,45. Saringan No (100) 0,45. Saringan No (200) 0,29. Saringan (Pan) 0,00.

Tabel 4.3 Hasil analisa saringan agregat halus material abu batu

No Saringan		Sampel			Hasil Rata-Rata	Spesifikasi
		Komulatif				
Inch	mm	Berat Tertahan	% Tertahan	% Lolos		
1 ½	37,5	0,00	0,00	100	100	100
1	25	0,00	0,00	100	100	100
¾	19	0,00	0,00	100	100	90 - 100
½	12,5	0,00	0,00	100	100	75 - 90
3/8 "	9,5	0,00	0,00	100	100	66 - 82
No.4	4,75	0,00	0,00	100	100	46 - 64
No.8	2,36	98	6,53	93,47	66,00	30 - 49
No.16	1,18	382,6	32,04	67,96	160,87	18 - 38
No.30	0,600	328	53,91	46,09	142,67	12 - 28
No.50	0,300	193	66,77	33,23	97,67	7 - 20
No.100	0,150	198	79,97	20,03	99,33	5 - 13
No.200	0.075	167,6	91,15	8,85	89,20	4 - 6
Berat Benda Kering :		1500 gram				

Sumber: Laboratorium Jalan dan Aspal 2021

Berdasarkan tabel pengujian analisa saringan agregat Abu Batu diperoleh % lolos pada Saringan No (8) 93,47. Saringan No (16) 67,96. Saringan No (30) 46,09. Saringan No (50) 33,23. Saringan No (100) 20,03. Saringan No (200) 8,85. Saringan (Pan) 0,00.

2. Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat

Tabel 4.4 Berat jenis agregat kasar material 1 – 2

	Nomor Pemeriksa	I	II	Rata-Rata	Spesifikasi	Ket
A	Berat contoh kering	4140	4568,3	4354,15		
B	Berat contoh jenuh kering permukaan	4182,3	4618,3	4400,3	Min 2,50	memenuhi
C	Berat contoh dalam Air	2573,7	2835,6	2704,7		

Lanjutan Tabel 4.4 Berat jenis agregat kasar material 1 – 2

	Nomor Pemeriksa	I	II	Rata-Rata	Spesifikasi	Ket
D	Berat jenis Bulk	2,574	2,563	2,568	Min 2,50	memenuhi
E	Berat jenis jenuh kering permukaan	2,600	2,591	2,595		
F	Berat jenis semu	2,643	2,637	2,640	Min 2,50	memenuhi
G	Penyerapan	1,022	1,094	1,058	Maks 3,00	memenuhi

Sumber: Laboratorium Jalan dan Aspal 2021

Berdasarkan tabel pengujian berat jenis agregat kasar 1-2 diatas didapat berat jenis (*Bulk*) rata-rata 2,568 gr, berat jenis jenuh kering permukaan rata-rata 2,595gr, berat jenis semu rata-rata 2,640 gr,penyerapan rata-rata 1,058 gr.

Tabel 4.5 Berat jenis agregat kasar material 0.5 – 1

	Pengujian	**I**	**II**	**Rata-Rata**	**Spesifikasi**	**Ket**
A	Berat contoh kering	3948	2540,3	3244,15		
B	Berat contoh jenuh kering permukaan	3989	2566,3	3277,65	Min 2,50	memenuhi
C	Berat contoh dalam Air	2453,1	1575,6	2014,4		
D	Berat jenis Bulk	2,570	2,564	2,567	Min 2,50	memenuhi
E	Berat Jenis jenuh kering permukaan	2,597	2,590	2,594		
F	Berat jenis semu	2,641	2,633	2,637	Min 2,50	memenuhi
G	Penyerapan	1,039	1,024	1,031	Maks 3,00	memenuhi

Sumber: Laboratorium Jalan dan Aspal 2021

Berdasarkan tabel pengujian berat jenis agregat kasar 0,5-1 didapat berat jenis (*Bulk*) rata-rata 2,567 gr, Berat jenis jenuhkering permukaan rata-rata 2,594 gr, Berat jenis semu rata-rata 2,637 gr, penyerapan rata-rata 1,031 gr.

Tabel 4.6 Berat jenis agregat halus material abu-batu

Pengujian		I	II	Rata-Rata	Spesifikasi	Ket
A	Berat contoh jenuh permukaan	398,0	322,1	360,05	Min 2,50	memenuhi
B	Berat contoh kering	389,4	314,9	352,15		
C	Berat labu + air temperatur 25°C	1018,9	1006,4	1012,65		
D	Berat labu + contoh + air temperatur 25°C	1261,9	1203,6	1232,75		
E	Berat Jenis Bulk	2,512	2,521	2,517	Min 2,50	memenuhi
F	BJ. Jenuh kering permukaan	2,568	2,579	2,574		
G	Berat jenis semu	2,660	2,675	2,668	Min 2,50	memenuhi
H	Penyerapan	0,284	0,588	0,436	maks 3,00	memenuhi

Sumber: Laboratorium Jalan dan Aspal 2021

Bedasarkan tabel pengujian berat jenis agregat halus di atas didapat berat jenis (*Bulk*) rata-rata 2,517 gr, berat jenis kering permukaan jenuh rata-rata 2,574 gr, berat jenis semu (*Apperent*) rata-rata 2,668 gr, dan penyerapan rata-rata 0,436.

3. Pemeriksaan Keausan Abrasi Agregat Kasar

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Abrasi

Pengujian	I (gr)	II (gr)	Spesifikasi	Ket
Berat Sebelum	5000,4	5000		
Berat Lolos Saringan No. 12	3500,1	3487,4		
Berat Sesudah	1500,3	1512,6		

Lanjutan Tabel 4.7 Hasil pengujian abrasi

Pengujian	**I**	**II**	**Spesifikasi**	**Ket**
	(gr)	**(gr)**		
Keausan	30,00	30,25		
Keausan Rata-rata		30,13	Maks 40%	Memenuhi

Sumber: Laboratorium Jalan dan Aspal 2021

Berdasarkan tabel hasil pengujian keausan atau abrasi agregat kasar menggunakan mesin *los angeles* dan diputar sebanyak 100 dan 500 putaran bersama dengan bola-bola baja sebayak 12, 11, 8, dan 6 bola. Pemeriksaan ini mengikuti prosedur SNI03-2417-200.

4. Penentuan *Sand Equivalent*

Tabel 4.8 Pemeriksaan *sand equivalent*

Pengujian Agregat Halus atau Setara Pasir					Spesifikasi	Ket
Material : Abu – Batu						
Pengujian		I	II	Rata-Rata		
A	Baca Kedalam Gelas Ukur	10	10	10		
B	Baca Skala Lumpur	4	4	4		
C	Baca Skala Beban	12	12	12		
D	Baca Skala Pasir	2,5	2,57	2,5		
E	Nilai Setara Pasir	60	62	61	Min 60%	Memenuhi

Sumber: Laboratorium Jalan dan Aspal 2021

Berdasarkan hasil pemeriksaan di atas nilai sand equivalent memenuhi syarat untuk beban konstruksi jalan yaitu minimal 60%. Hasil yang diperoleh dari pengujian laboratorium adalah 61,13%.

B. Pemeriksaan Aspal

Tabel 4.9 Hasil pengujian aspal keras

Pengujian	Metode	Satuan	Contoh sampel		Hasil Rata-rata	Spesifikasi	Ket
			I	II			
Penetrasi Pada suhu 25°	SNI 2456:2011	0,1 Mm	63	63,4	63,2	60-70	Memenuhi
Viskositas Kinematis170 Cst	SNI 06-6721-2002	Cst	324	324	324	≥300	Memenuhi
Berat Jenis	SNI 2441:2011	Gram	1,029	1,022	1,026	≥ 1	Memenuhi
Daktilitas pada25°C	SNI 2432:2011	Cm	110	113	111,5	≥ 100	Memenuhi
Titik Nyala	SNI 2433:2011	°C	242	240	241	≥ 232	Memenuhi
Titik Lembek	SNI 2434:2011	°C	53	52	52,5	≥ 48	Memenuhi
Kelarutan Aspal	SNI 2438:2011	%	99,02	99,28	99,15	≥ 99	Memenuhi
Kehilangan Berat Aspal danminyak (TFOT)	SNI 2438:2011	%	0,065	0,07	0,068	≤ 0,8	Memenuhi
Kehilanganerbat Daktilitas	SNI 2432:2011	cm	148	148	148,000	≥ 100	Memenuhi

Sumber : Laboratorium Jalan dan Aspal 2021

Berdasarkan hasil pengujian diatas diperoleh penetrasi pada 25°C adalah 63,2 mm. viskositas kinematis . Berat jenis 1,026 gr. Daktilitas pada 25°C 111,5 cm. Titik lembek 52,5°C. Kelarutan Aspal 99,15%.

C. Analisa Rancangan Campuran

1. Bahan yang digunakan untuk campuran aspal beton :
   a. Agregat (Kasar dan Halus)
   b. Bahan Pengikat (Aspal)
2. Penentuan proporsi agregat campuran
   a. Variasi agregat halus 45%

Proporsi agregat gabungan di peroleh menggunakan metode percobaan dengan prinsip kerjanya sebagai berikut :

a) Memenuhi batasan gradasi yang diisyaratkan
b) Memasukkan data spesifikasi yang diisyaratkan
c) Membuat variasi persentase dari masing-masing fraksi yang menghasilkan jumlah 10%, analisa agregat dapat di lihat di lampiran. Nilai presentase gradasi gabungan agregat yang digunakan pada campuran dengan metode coba-coba tersebut diperoleh proporsi agregat untuk campuran AC-BC yaitu menentukan terlebih dahulu presentase dari masing- masing agregat kemudian hasil penggabungan agregat diperoleh melalui penjumlahan presentase dengan persen lolos dari agregat, selanjutnya hasil penjumlahan tersebut masing-masing di jumlahkandan menghasilkan komposisi campuran. Setelah diperoleh komposisi
d) Campuran, kemudian dilakukan penimbangan sesuai dengan kadar aspal dan presentase tertahan pada masing- masing saringan,

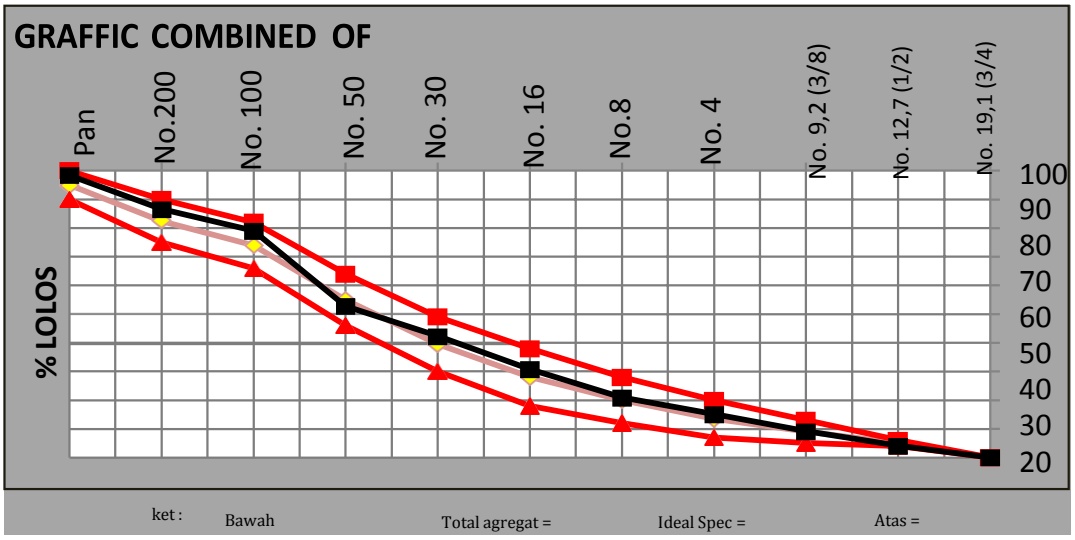
rancangan campuran agregat AC-BC dapat dilihat pada tabel dibawah:

a) Batu Pecah 1 – 2 : 25%
b) Batu Pecah 0,5 – 1 : 30%
c) Abu Batu : 45%

Tabel 4.10 Rancangan agregat gabungan variasi 45%

No. Saringan	% Lolos BP 1 - 2	% Lolos BP 0,5 - 1	% Lolos Abu Batu	BP 1 - 2	BP 0,5 – 1	Abu batu	Total Agregat	Spesifikasi			Spesifikasi Ideal
				25%	30%	45%					
19,1 (3/4")	93.51	100.00	100.00	23.38	30.00	45.00	98	90	-	100	95
12,7 (1/2")	46.06	100.00	100.00	11.52	30.00	45.00	86.52	75	-	90	82.5
9,52 (3/8")	16.69	99.29	100.00	4.17	29.79	45.00	78.96	66	-	82	74
No. 4	0.00	25.91	100.00	0.00	7.77	45.00	52.77	46	-	64	55
No. 8	0.00	0.61	93.47	0.00	0.18	42.06	42.24	30	-	49	39.5
No. 16	0.00	0.50	67.96	0.00	0.15	30.58	30.73	18	-	38	28
No. 30	0.00	0.47	46.09	0.00	0.14	20.74	20.88	12	-	28	20
No. 50	0.00	0.45	33.23	0.00	0.14	14.95	15.09	7	-	20	13.5
No. 100	0.00	0.45	20.03	0.00	0.13	9.01	9.15	5	-	13	9
No. 200	0.00	0.29	8.85	0.00	0.09	3.98	4.07	4	-	6	5

Sumber: Laboratorium Jalan dan Aspal 2021



Gambar 4.1 Rancangan Agregat Gabungan Variasi 45%

b. Variasi Agregat Halus 50%

Proporsi agregat gabungan di peroleh menggunakan metode percobaan dengan prinsip kerjanya sebagai berikut :

a) Memenuhi batasan gradasi yang diisyaratkan
b) Memasukkan data spesifikasi yang diisyaratkan
c) Membuat variasi persentase dari masing-masing fraksi yang menghasilkan jumlah 100%, analisa agregat dapat di lihat di lampiran

Dengan metode coba-coba tersebut diperoleh proporsi agregat untuk campuran AC-BC yaitu menentukan terlebih dahulu presentase dari masing-masing agregat kemudian hasil penggabungan agregat diperoleh melalui penjumlahan presentase dengan persen lolos dari agregat, selanjutnya hasil penjumlahan tersebut masing-masing dijumlahkan dan menghasilkan komposisi campuran.

Setelah diperoleh komposisi campuran, kemudian dilakukan penimbangan sesuai dengan kadar aspal dan presentase tertahan pada masing- masing saringan, rancangan campuran agregat AC-BC dapat dilihat pada tabel dibawah.

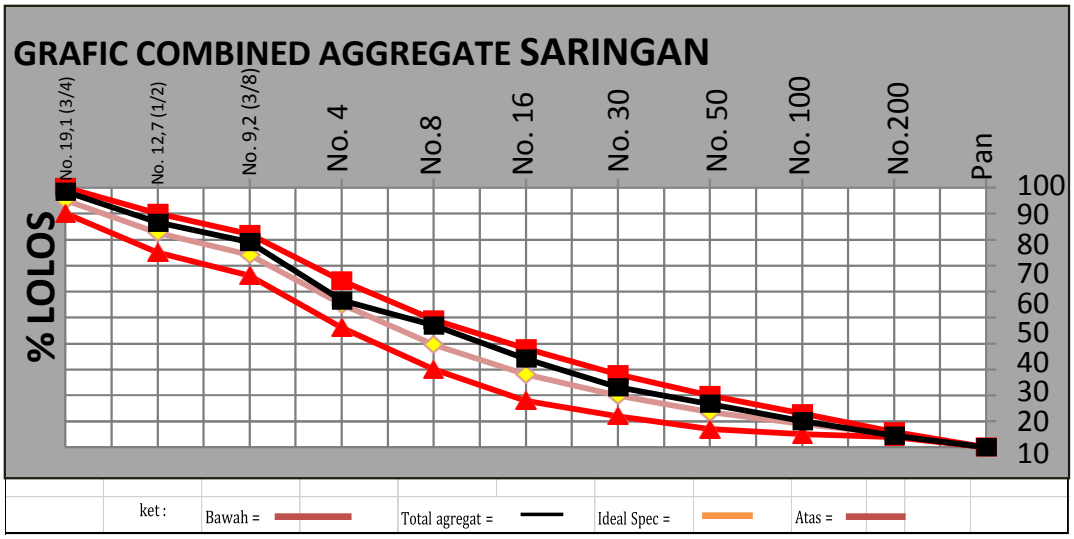
Nilai presentase gradasi gabungan agregat yang digunakan pada campuran AC-BC :

a) Batu Pecah 1 – 2	: 50%
b) Batu Pecah 0,5 – 1	: 25%
c) Abu Batu	: 25%

Tabel 4.11 Rancangan agregat gabungan variasi 50%

No. Saringan	% Lolos BP 1 – 2	% Lolos BP 0,5 - 1	% Lolos Abu Batu	BP 1 - 2 25%	BP 0,5 – 1 25%	Abu batu 50%	Total Agregat	Spesifikasi			Spesifikasi Ideal
19,1 (3/4")	93.51	100.00	100.00	23.38	25.00	50.00	98	90	-	100	95
12,7 (1/2")	46.06	100.00	100.00	11.52	25.00	50.00	86.52	75	-	90	82.5
9,52 (3/8")	16.69	99.29	100.00	4.17	24.82	50.00	79.00	66	-	82	74
No. 4	0.00	25.91	100.00	0.00	6.48	50.00	56.48	46	-	64	55
No. 8	0.00	0.61	93.47	0.00	0.15	46.73	46.89	30	-	49	39.5
No. 16	0.00	0.50	67.96	0.00	0.13	33.98	34.11	18	-	38	28
No. 30	0.00	0.47	46.09	0.00	0.12	23.05	23.17	12	-	28	20
No. 50	0.00	0.45	33.23	0.00	0.11	16.61	16.73	7	-	20	13.5
No. 100	0.00	0.45	20.03	0.00	0.11	10.01	10.13	5	-	13	9
No. 200	0.00	0.29	8.85	0.00	0.07	4.43	4.50	4	-	6	5

Sumber: Laboratorium Jalan dan Aspal 2021



Gambar 4.2 Rancangan Agregat Gabungan Variasi 50%

c. Variasi Agregat Halus 55%

Proporsi agregat gabungan di peroleh menggunakan metode percobaan dengan prinsip kerjanya sebagai berikut :

a) Memenuhi batasan gradasi yang diisyaratkan

b) Memasukkan data spesifikasi yang diisyaratkan membuat variasi persentase dari masing-masing fraksi yang menghasilkanjumlah 100%, analisa agregat

dapat di lihat pada lampiran.

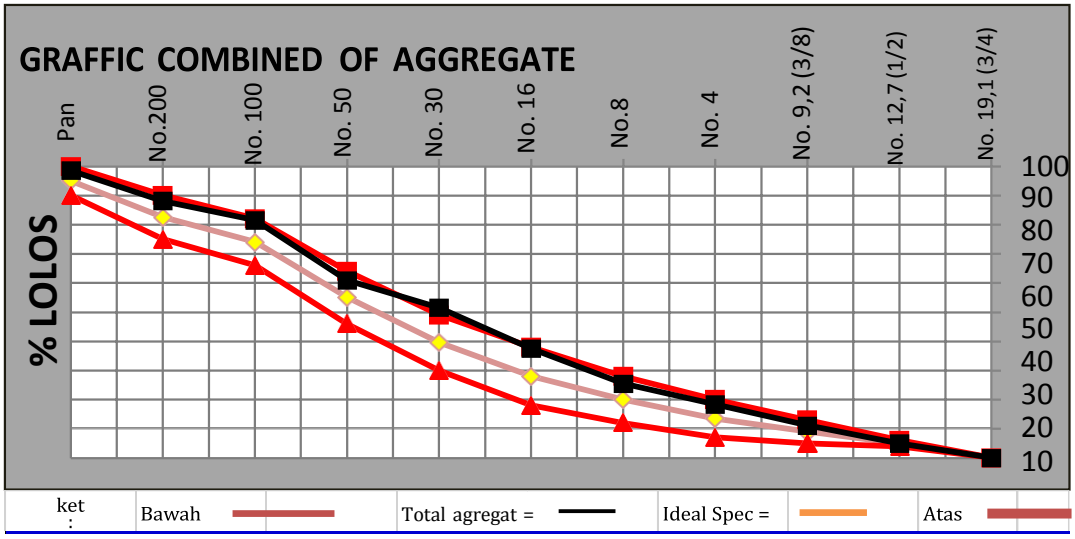
Dengan metode coba-coba tersebut diperoleh proporsi agregat untuk campuran AC-BC yaitu menentukan yaitu menentukan terlebih dahulu presentase dari masing-masing agregat kemudian hasil penggabungan agregat diperoleh melalui penjumlahan presentase dengan persen lolos dari agregat, selanjutnya hasil penjumlahan tersebut masing-masing di jumlahkan dan menghasilkan komposis campuran. Setelah diperoleh komposisi campuran, kemudian dilakukan penimbangan sesuai dengan kadar aspal dan presentase tertahan pada masing-masing saringan, rancangan campuran agregat AC-BC dapat dilihat pada tabel dibawah. Nilai presentase gradasi gabungan agregat yang digunakan pada campuran AC-BC:

a) Batu Pecah 1 – 2 : 50%
b) Batu Pecah 0,5 – 1 : 25%
c) Abu Batu : 23%

Tabel 4.12 Rancangan Campuran Variasi 55%

	% Lolos	% Lolos	% Lolos	BP 1 - 2	BP 0,5 – 1	Abu batu					Spesifikasi
No. Saringan	BP 1 – 2	BP 0,5 - 1	Abu Batu	22%	23%	55%	Total Agregat	Spesifikasi			Ideal
19,1 (3/4")	93.51	100.00	100.00	20.57	23.00	55.00	99	90	-	100	95
12,7 (1/2")	46.06	100.00	100.00	10.13	23.00	55.00	88.13	75	-	90	82.5
9,52 (3/8")	16.69	99.29	100.00	3.67	22.84	55.00	81.51	66	-	82	74
No. 4	0.00	25.91	100.00	0.00	5.96	55.00	60.96	46	-	64	55
No. 8	0.00	0.61	93.47	0.00	0.14	51.41	51.55	30	-	49	39.5
No. 16	0.00	0.50	67.96	0.00	0.12	37.38	37.49	18	-	38	28
No. 30	0.00	0.47	46.09	0.00	0.11	25.35	25.46	12	-	28	20
No. 50	0.00	0.45	33.23	0.00	0.10	18.27	18.38	7	-	20	13.5
No. 100	0.00	0.45	20.03	0.00	0.10	11.01	11.12	5	-	13	9
No. 200	0.00	0.29	8.85	0.00	0.07	4.87	4.94	4	-	6	5

Sumber: Laboratorium Jalan dan Aspal 2021



Gambar 4.3 Rancangan agregat gabungan variasi 55%

3. Proporsi Aspal

Kadar aspal yang digunakan dalam campuran aspal beton (laston) adalah 4,5%, 5%, 5,45%, 6%, 6,5%. Aspal alam dapat berasal dari bantuan pegunungan (*rock asphalt*) dan danau (*lake asphalt*). Aspal buatan didapat dari proses destilasi minyak bumi, dengan pemanasan 350ºC dibawah tekanan atmosfir untuk memisahkan fraksi-fraksi ringan, seperti bensin, minyak tanah dan gas oli.

a. Variasi Agregat Halus 45%

Tabel 4.13 Proporsi material dan kadar aspal 45%

Material	Kadar Aspal Optimal				
Kadar Aspal (%)	4,5	5	5,45	6	6,5
Berat Aspal (gr)	54	60	66	72	78
Kadar Agregat	1146	1140	1134	1128	1122
Berat Material 1-2 25%	286.5	285	283	282	280.5
Berat Material 0,5-1 30%	343.8	342	340.2	338.4	336.6
Berat Abu batu 45%	515.7	513	510.3	507.6	504.9

Sumber: Laboratorium Jalan dan Aspal 2021

b. Variasi Agregat Halus 50%

Tabel 4.14 Proporsi material dan kadar aspal 50%

Material		Kadar Aspal Optimal				
Kadar Aspal (%)		4,5	5	5,45	6	6,5
Berat Aspal (gr)		54	60	66	72	78
Kadar Agregat		1146	1140	1134	1128	1122
Berat Material 1-2	25%	286.5	285	283.5	282	280.5
Berat Material 0,5-1	25%	286.5	285	283.5	282	280.5
Berat Abu batu	50%	573	570	567	564	561

Sumber: Laboratorium Jalan dan Aspal 2021

c. Variasi Agregat Halus 55%

Tabel 4.15 Proporsi material dan kadar aspal 55%

Material		Kadar Aspal Optimal				
Kadar Aspal (%)		4,5	5	5,45	6	6,5
Berat Aspal (gr)		54	60	66	72	78
Kadar Agregat		1146	1140	1134	1128	1122
Berat Material 1-2	22%	252.1	250.8	249.5	248.2	246.8
Berat Material 0,5-1	23%	263.6	262.2	260.8	259.4	258.1
Berat Abu batu	55%	630.3	627	623.7	620.4	617.1

Sumber: Laboratorium Jalan dan Aspal 2021

D. Analisis dan hasil pengujian marshall

1. Analisis terhadap Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan maksimum suatu benda uji dalam menahan beban sampai terjadi kelelahan plastis. Stabilitas yang terlalu tinggi juga kurang baik mengingat perkerasan akan menjadi kaku dan bersifat getas.

Nilai stabilitas dipengaruhi oleh bentuk kualitas dan tekstur permukaan gradasi agregat,penguncian antar agregat (*interlocting*), daya lekat (*cohesion*), kadar aspal dalam campuran. Berikut dibawah ini tabel dan grafik pengujian marshall pada nilai stabilitasnya :

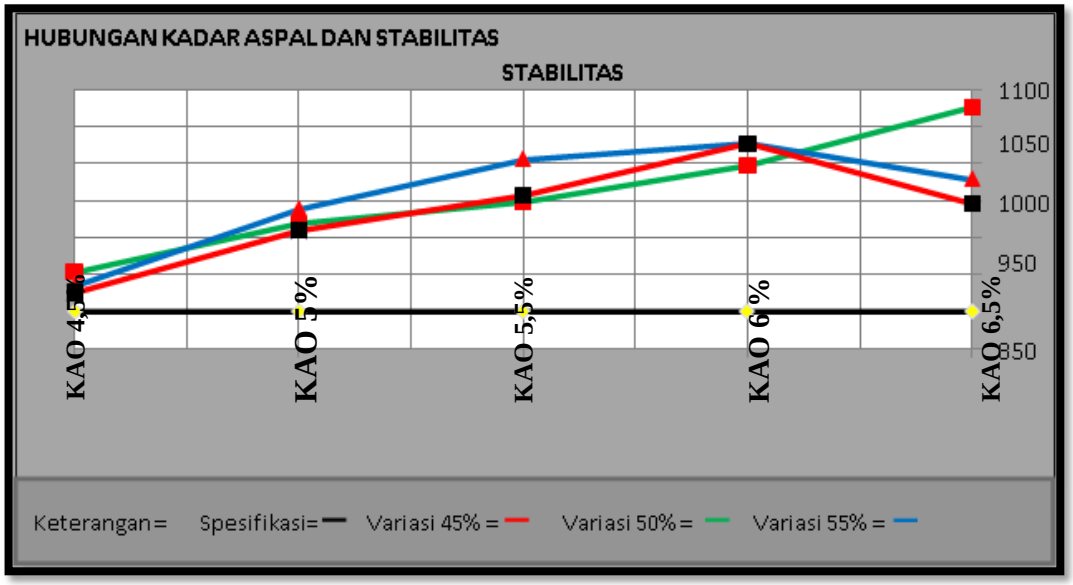
Tabel 4.16 Stabilitas (Kg)

Variasi Agregat	Kadar Aspal	Nilai Stabilitas	Spesifikasi
45%	4,5%	825,22	800(kg)
	5%	909,26	
	5,5%	957,12	
	6%	1026,91	
	6,5%	945,46	
50%	4,5%	853,03	800(kg)
	5%	918,84	
	5,5%	947,55	
	6%	997,00	
	6,5%	1075,86	
55%	4,5%	834,49	800(kg)
	5%	937,98	
	5,5%	1004,98	
	6%	1026,91	
	6,5%	978,06	

Sumber: Laboratorium Jalan dan Aspal 2021

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai stabilitas pada kadar variasi agregat halus 45%,50% dan 55%. Maka nilai keseluruhan yang di dapatkan dari hasil pengujian kadar aspal 4,5%,5%,5,5%,6%,6,5% dari ketiga variasi agregat halus 45%,50% dan 55% lolos spesifikasi yang mengacu pada spesifikasi yang

telah ditentukan oleh Bina Marga 2010 Revisi 3 (Tiga) yaitu minimum 800.



Gambar 4.4 Hubungan stabilitas terhadap variasi agregat halus

Semakin besar nilai kadar aspal yang di gunakan akan meningkatkan nilai stabilitas hingga kadar aspal optimum. Tetapi seiring dengan penambahan kadar aspal melebihi nilai optimum maka stabilitasnya akan menurun karena campuran akan mengalami kegemukan atau bleding. Karena tebal selimut aspal bertambah dan dapat mengurangi sifat saling kunci antara agregat.

2. Analisis terhadap Flow (Kelelehan)

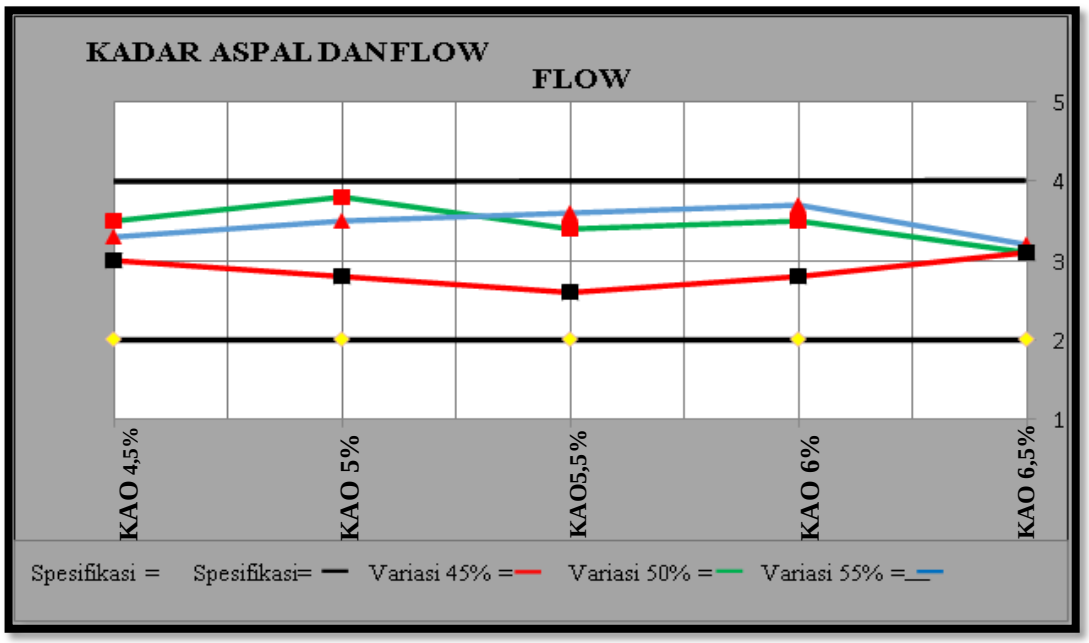
Flow adalah kemampuan aspal beton menerima lendutan berulangsehingga terjadi deformasi sementara akibat beban lalu lintas, tanpa terjadinya kelelehan atau berupa alur dan retak pada jalan. Berikut dibawah ini tabel dan grafik pengujian marshall pada nilai flow :

Tabel 4.17 Flow

Variasi Agregat	Kadar Aspal	Nilai Flow	Spesifikasi
45%	4,5%	3	2 – 4 (mm)
	5%	2,8	
	5,5%	2,6	
	6%	2,8	
	6,5%	3,1	
50%	4,5%	3,2	2 – 4 (mm)
	5%	3,2	
	5,5%	3,4	
	6%	3,5	
	6,5%	3,1	
55%	4,5%	3,1	2 – 4 (mm)
	5%	3,5	
	5,5%	3,6	
	6%	3,7	
	6,5%	3,2	

Sumber: Laboratorium Jalan dan Aspal 2021

Berdasarkan hasil pengujian dilaboratorium diperoleh nilai *flow*(kelelehan) pada kadar variasi agregat halus 45%,50% dan 55%. Maka nilai keseluruhan yang didapatkan dari hasil pengujian kadar aspal 4,5%,5%,5,5%,6%,6,5% dari ketiga variasi agregat halus 45%,50% dan 55% lolos spesifikasi yang mengacu pada spesifikasi yang telah ditentukan oleh Bina Marga 2010 Revisi 3 (Tiga) yaitu minimum 2 (Dua) – 4 (Empat).



Gambar 4.5 Hubungan flow terhadap variasi agregat halus

Berdasarkan hasil pengujian dilaboratorium hasil dari setiap variasi agregat halus 45%,50% dan 55% lulus spesifkasi Bina Marga 2010 Revisi 3 (Tiga) minimal 2 (Dua) dan maksimal 4 (Empat).

3. Analisis terhadap *Void In Mix* (VIM)

Void In Mix (VIM) atau Rongga dalam campuran menunjukkan banyaknya pori dalam campuran. Semakin besar nilai VIM akan menyebabkan campuran semakin berpori sehingga aspal akan cepat teroksidasi, sehingga keawetan akan menurun. Nilai VIM yang terlalu rendah juga kurang menguntungkan, karena rongga yang tersedia tidak cukup bila terjadi pemadatan tambahan akibat beban lalu lintas yang ada.

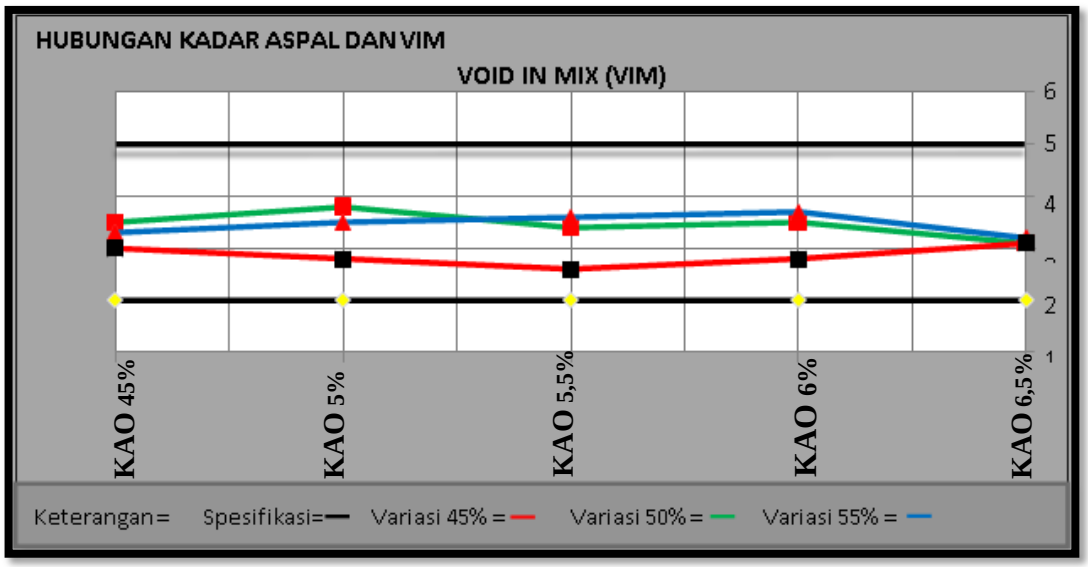
Tabel 4.18 VIM (%)

Variasi Agregat	Kadar Aspal	Nilai VIM	Spesifikasi
45%	4,5%	4,05	3 – 5 (%)
	5%	3,27	
	5,5%	4,44	
	6%	4,82	
	6,5%	5,22	
50%	4,5%	3,77	3 – 5 (%)
	5%	4,17	
	5,5%	4,96	
	6%	4,56	
	6,5%	5,35	
55%	4,5%	3,29	3 – 5 (%)
	5%	3,69	
	5,5%	4,27	
	6%	4,68	
	6,5%	4,26	

Sumber: Laboratorium Jalan dan Aspal 2021

Berdasarkan pengujian dilaboratorium diperoleh nilai *Void In Mix* (VIM) pada kadar variasi agregat halus 45%,50% dan 55%. Maka nilai keseluruhan yang di dapatkan dari hasil pengujian kadar aspal 4,5%,5%,5,5%,6%,6,5% dari ketiga variasi agregat halus 45%,50% dan 55% lolos spesifikasi yang mengacu pada spesifikasi yang telah ditentukan oleh Bina Marga 2010 Revisi 3 yaitu minimum 2 dan maksimal 4. Kecuali pada variasi agregat halus 45% dan Variasi agregat halus 50% yang tidak lolos spesifikasi masing-masing pada kadar aspal 6,5% yang dimana pada variasi 45% nilai Flow yang di dapatkan 5,22 sedangkan pada variasi 50% nilai Flow yang didapatkan 5,35 dimana nilai yang didapatkan tidak

sesuai spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3 (Tiga) yaitu minimum 2 (Dua) dan maksimal 4 (Empat).



Gambar 4.6 Hubungan VIM terhadap variasi agregat halus

Apabila persentase rongga yang terdapat pada campuran semakin kecil, maka persentase rongga diantara butir agregat yang tertutupi aspal akan semakin besar. Namun, apabila kadar aspal berlebihan aspal akan naik ke permukaan sehingga kadar aspal optimum yang dapat mengisi rongga yang kurang tertutup atau menutupi semua rongga.

4. Analisis terhadap *Void In Mineral Agregat* (VMA)

Voids in Mineral Aggregates (VMA) adalah volume rongga yang terdapat diantara butir-butir agregat dari suatu campuran beraspal yang telah dipadatkan, termasuk didalamnya rongga udara dan rongga yang berisi aspal efektif, dinyatakan dalam persentase volume. *Void in mineral aggregates* (VMA) merupakan rongga diantara agregat satu dengan agregat yang lainnya dan termasuk volume aspal efektif yang berada diantara butiran agregat tetapi, tanpa

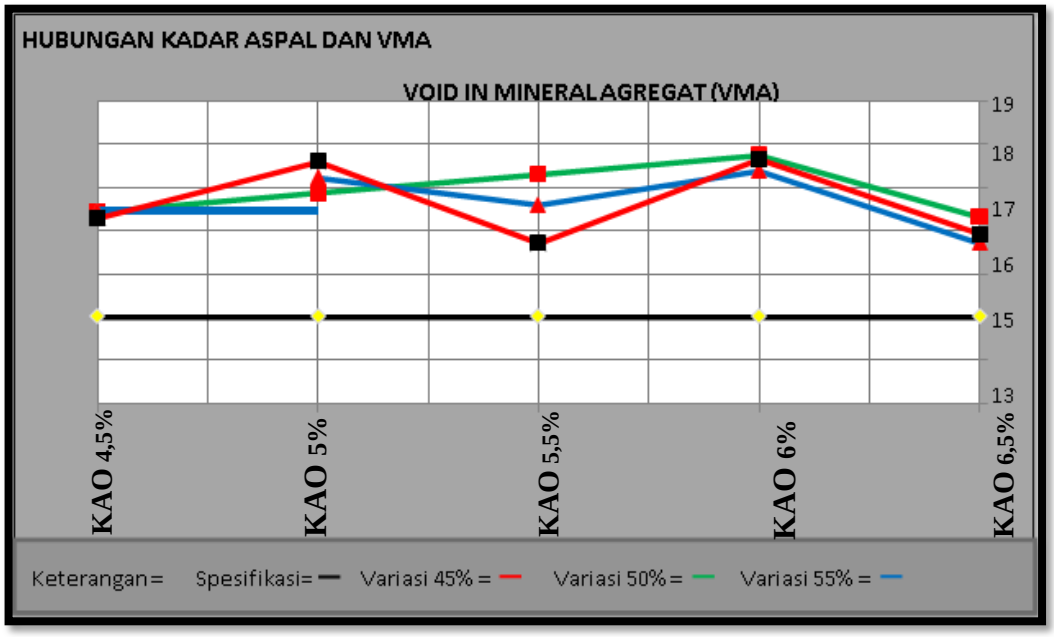
memperhitungkan penyerapan aspal pada butiran- butiran agregat.

Tabel 4.19 VMA %

Variasi Agregat	Kadar Aspal	Nilai VMA	Spesifikasi
45%	4,5%	16,30	14 %
	5%	17,60	
	5,5%	15,17	
	6%	17,66	
	6,5%	15,93	
50%	4,5%	16,44	14 %
	5%	16,88	
	5,5%	17,31	
	6%	17,75	
	6,5%	16,32	
55%	4,5%	16,44	14 %
	5%	17,23	
	5,5%	16,60	
	6%	17,39	
	6,5%	15,71	

Sumber: Laboratorium Jalan dan Aspal 2021

Berdasarkan hasil pengujian dilaboratorium diperoleh nilai *Void In Mineral Agregat* (VMA) pada kadar variasi agregat halus 45%,50% dan 55%. Maka nilai keseluruhan yang di dapatkan dari hasil pengujian kadar aspal 4,5%,5%,5,5%,6%,6,5% dari ketiga variasi agregat halus 45%,50% dan 55% lolos spesifikasi yang mengacu pada spesifikasi yang telah ditentukan oleh Bina Marga 2010 Revisi 3 (Tiga) yaitu minimum 14%.



Gambar 4.7 Hubungan VMA terhadap variasi agregat halus

Semakin tinggi kadar aspal dalam campuran maka semakin tinggi nilai VMA dalam campuran. Nilai VMA atau persentase volume rongga yang terdapat di antara butir-butir agregat dari suatu campuran beraspal yang telah di dapatkan, termaksud didalamnya rongga udara (VIM) dan rongga berisi aspal semua memenuhi spesifikasi. Hal ini menggambarkan bahwa rongga yang terdapat pada campuran untuk semua kadar aspal dengan nilai VMA sudah sesuai dengan besarnya rongga yang seharusnya di miliki oleh suatu campuran.

5. Analisis terhadap *Void Filled With Bitumen* (VFB)

Void Filled With Bitumen (VFB) adalah rongga dalam agregat yang terisiaspal yang dinyatakan dalam persentase (%) terhadap rongga antar butiran agregat (VMA). Nilai antara *Voids in Mineral Aggregates* (VMA) dengan *Void Filled with Asphalt* (VFA) memiliki katerkaitan yang artinya rongga pada agregat yang terisi aspal adalah bagian dari VMA yang merupakan rongga diantara

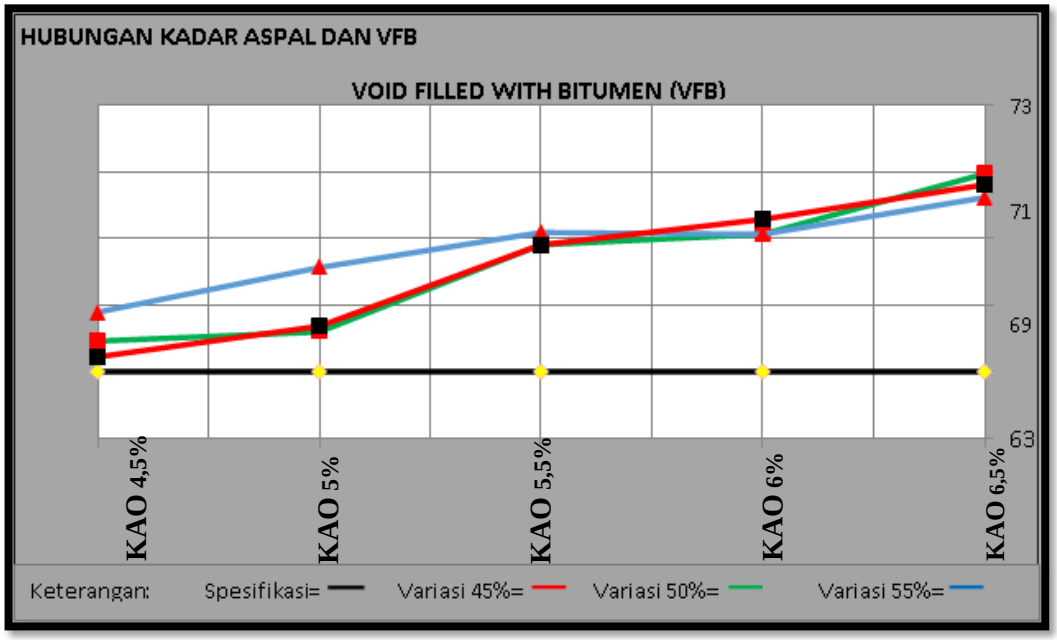
agregat yang terisi oleh aspal.

Tabel 4.20 VFB (%)

Variasi Agregat	Kadar Aspal	Nilai VFB	Spesifikasi
45%	4,5%	65,45	65 %
	5%	66,37	
	5,5%	68,81	
	6%	69,57	
	6,5%	70,61	
50%	4,5%	65,92	65 %
	5%	66,20	
	5,5%	68,81	
	6%	69,12	
	6,5%	70,93	
55%	4,5%	66,79	65 %
	5%	68,12	
	5,5%	69,18	
	6%	69,12	
	6,5%	70,22	

Sumber: Laboratorium Jalan dan Aspal 2021

Berdasarkan hasil pengujian dilaboratorium diperoleh nilai *Void Filled With Bitumen* (VFB) pada kadar variasi agregat halus 45%,50% dan 55%. Maka nilai keseluruhan yang di dapatkan dari hasil pengujian kadar aspal 4,5%,5%,5,5%,6%,6,5% dari ketiga variasi agregat halus 45%,50% dan 55% lolos spesifikasi yang mengacu pada spesifikasi yang telah ditentukan oleh Bina Marga 2010 Revisi 3 (Tiga) yaitu minimum 65%.



Gambar 4.8 Hubungan VFB terhadap variasi agregat halus

Berdasarkan hasil pengujian dilaboratorium hasil dari setiap variasi agregat halus 45%,50% dan 55% lulus spesifkasi Bina Marga 2010 Revisi 3 (Tiga) minimal 2 (Dua) dan maksimal 65%.

6. Analisis terhadap *Marshall Quotient* (MQ)

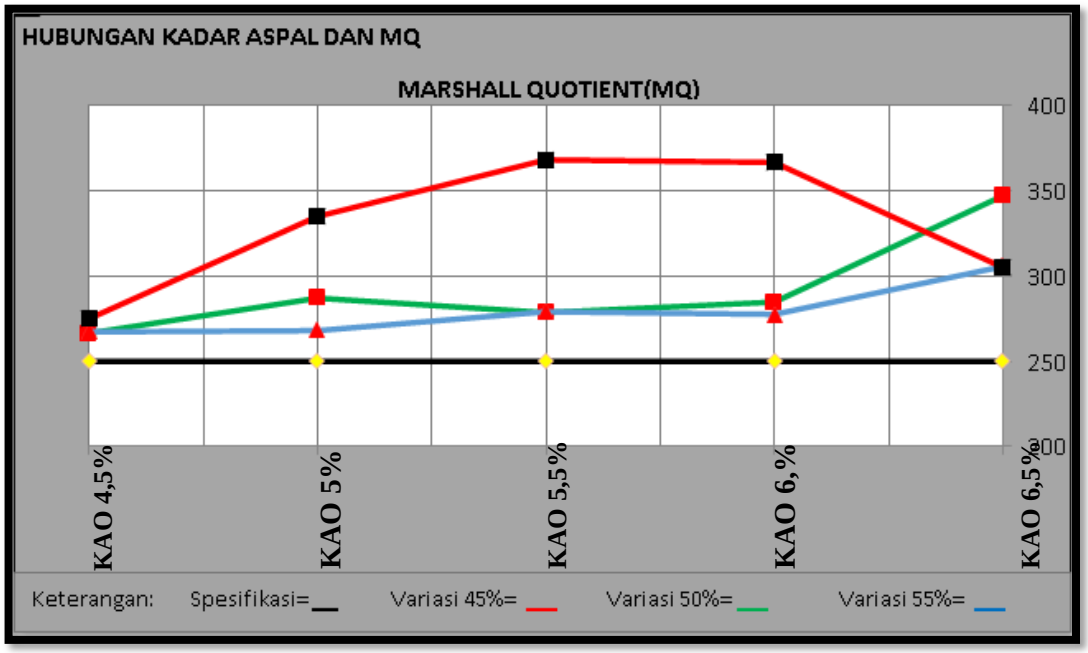
Marshall Quotient (MQ) adalah hasil bagi antara stabilitas dengan kelelehan/flow. Semakin besar nilai MQ maka campuran akan bersifat kaku namun sebaliknya semakin kecil nilai MQ maka lapisan akan bersifat lentur/plastis.

Tabel 4.21 MQ (kg/mm)

Variasi Agregat	Kadar Aspal	Nilai MQ	Spesifikasi
45%	4,5%	275,07	250 (kg/mm)
	5%	334,99	
	5,5%	368,12	
	6%	366,75	
	6,5%	304,99	
50%	4,5%	266,57	250 (kg/mm)
	5%	287,14	
	5,5%	278,69	
	6%	284,86	
	6,5%	347,05	
55%	4,5%	267,22	250 (kg/mm)
	5%	267,99	
	5,5%	279,10	
	6%	277,54	
	6,5%	305,64	

Sumber: Laboratorium Jalan dan Aspal 2021

Berdasarkan hasil pengujian dilaboratorium diperoleh nilai *Marshall Quotient* (MQ) pada kadar variasi agregat halus 45%,50% dan 55%. Maka nilai keseluruhan yang di dapatkan dari hasil pengujian kadar aspal 4,5%,5%,5,5%,6%,6,5% dari ketiga variasi agregat halus 45%,50% dan 55% lolos spesifikasi yang mengacu pada spesifikasi yang telah ditentukan oleh Bina Marga 2010 Revisi 3 (Tiga) yaitu minimum 250 (kg/mm).



Gambar 4.9 Hubungan MQ terhadap variasi agregat halus

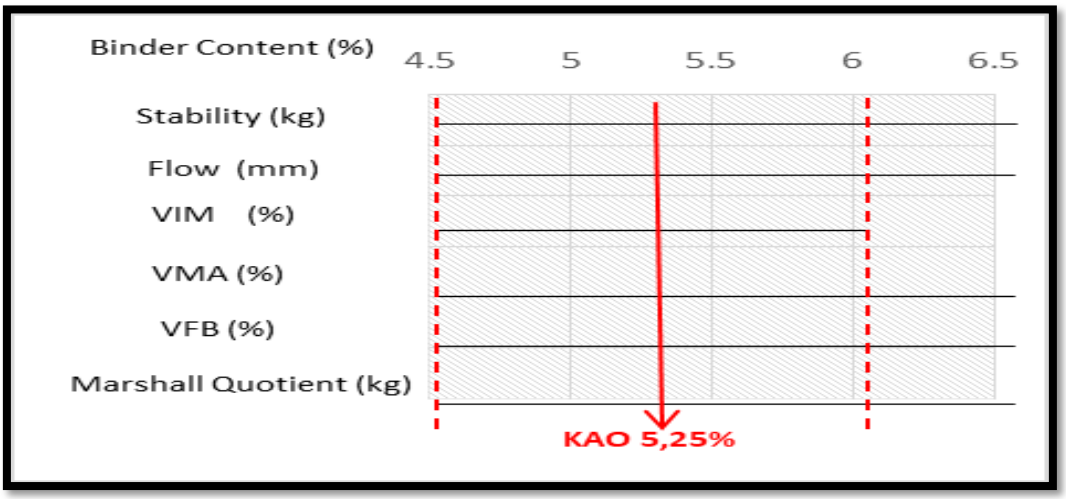
Berdasarkan hasil pengujian dilaboratorium hasil dari setiap variasi agregat halus 45%,50% dan 55% lulus spesifkasi Bina Marga 2010 Revisi 3(Tiga) minimal 2 (Dua) dan maksimal 250 (kg/mm).

7. Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Kadar Aspal Optimum (KAO) adalah jumlah aspla yang digunakan dalam campuran agar dapat tercapai persyaratan Stabilitas, *Flow*, VMA, VIM, VFB dan *Marshall Quotient.*

Penentuan kadar aspal optimum untuk menetapkan besarnya kadar aspal efektif dalam campuran yang diperlukan untuk pembuatanbenda uji baru dengan komposisi agregat sama tetapi dengan kadar aspal optimum yang telah ditentukan. Nilai kadar aspal optimum yang diperoleh dari pengujian marshall terlihat pada gambar di bawah ini.

a. Kadar Aspal Optimum untuk Variasi agregat halus 45%

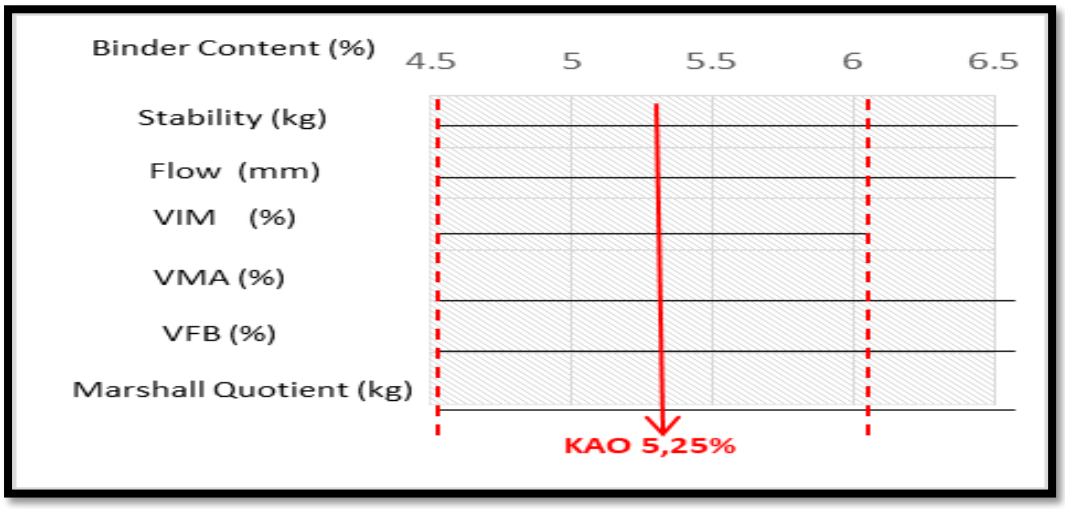


Gambar 4.10 KAO Variasi 45%

$$\text{KADAR ASPAL OPTIMUM} = \frac{4{,}5\% + 6\%}{2} = 5{,}25\%$$

Berdasarkan yang terlihat pada gambar Gambar diatas, nilai stabilitas, Flow, VIM, VMA, VFB dan *Marshall Quotient* yang memenuhi spesifikasi untuk semua karakteristik dalam campuran 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5% sehingga nilai kadar aspal optimum yang diperoleh adalah 5,25%.

b. Kadar Aspal Optimum untuk Variasi agregat halus 50%

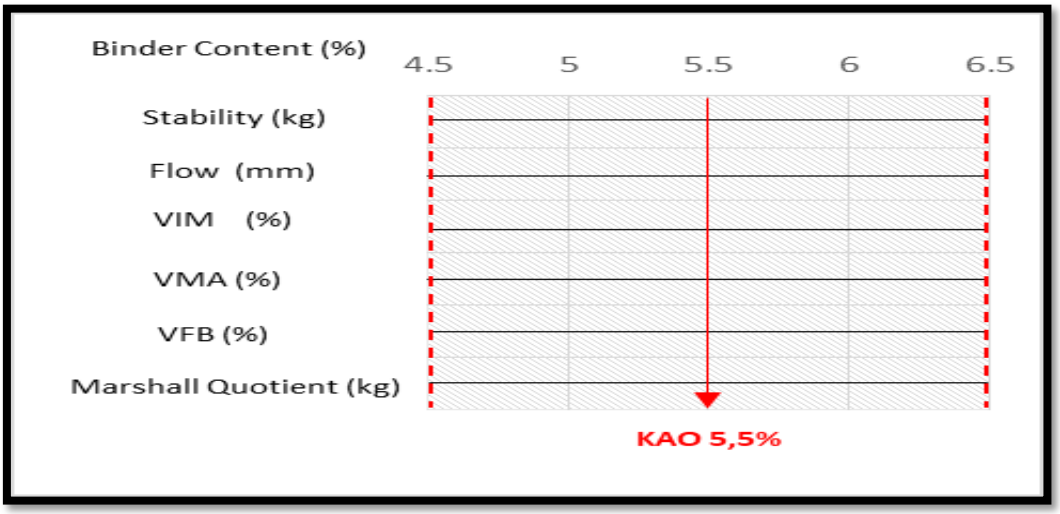


Gambar 4.11 KAO Variasi 50%

$$\text{KADAR ASPAL OPTIMUM} = \frac{4{,}5\% + 6{,}5\%}{2} = 5{,}5\%$$

Berdasarkan yang terlihat pada gambar Gambar diatas, nilai stabilitas, Flow, VMA, VIM, VFB dan *Marshall Quotient* yang memenuhi spesifikasi untuk semua karakteristik dalam campuran 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5% sehingga nilai kadar aspal optimum yang diperoleh adalah 5,25%.

d. Kadar Aspal Optimum untuk Variasi agregat halus 55%



Gambar 4.12 KAO Variasi 55%

$$\text{KADAR ASPAL OPTIMUM} = \frac{4{,}5\% + 6{,}5\%}{2} = 5{,}5\%$$

Berdasarkan yang terlihat pada gambar Gambar diatas, nilai stabilitas, Flow, VMA, VIM, VFB dan *Marshall Quotient* yang memenuhi spesifikasi untuk semua karakteristik dalam campuran 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5% sehingga nilai kadaraspal optimum yang diperoleh adalah 5,5%.

E. Rangkuman Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian yang peneliti merangkumkan hasil penelitiannya sebagai berikut :

1. Karakteristik campuran beton aspal AC-BC pada kadar aspal optimum dinyatakan dalam sifat-sifat berikut :

   a. Stabilitas

      Nilai stabilitas pada kadar agregat halus 45% nilai stabilitasnya adalah 986,391 kg. Untuk kadar agregat halus 50% nilai stabilitasnya adalah 1041,36 kg. Dan untuk kadar agregat halus 55% nilai stabilitasnya adalah 1009,42 kg.

   b. *Flow*/Kelelehan

      Nilai kelelehannya pada kadar agregat halus 45% nilai kelelehannya adalah 2,86 mm. untuk kadar agregat halus 50% nilai kelelehannya adalah 3,46 mm. Dan untuk kadar agregat halus 55% nilai kelelehannya adalah 3,46 mm.

   c. *Void In Mix* (VIM)

      Hasil untuk kadar agregat halus 45% nilai VIM adalah 4,35%. Untuk kadar agregat halus 50% nilai VIM adalah 4,56%. Dan untuk kadar agregathalus 55% nilai VIM adalah 4,03%.

   d. *Void Filled With Bitumen* (VFB)

      Hasil untuk kadar agregat halus 45% nilai VFB adalah 67,51%. Untuk kadar agregat halus 50% nilai VFB adalah 68,20%. Dan untuk kadar agregat halus 55% nilai VFB adalah 68,69%.

e. *Marshall Quotient* (MQ)

Hasil untuk kadar agregat halus 45% nilai MQ adalah 348,39%. Untukkadar agregat halus 50% nilai MQ adalah 301,42%. Dan untuk kadar agregat halus 55% nilai MQ adalah 299,29%.

2. Kadar Aspal Optimum (KAO)

a. Kadar Aspal optimum variasi agregat halus 45% = 5,25%

b. Kadar Aspal optimum variasi agregat halus 50% = 5,25%

c. Kadar Aspal optimum variasi agregat halus 55% = 5,5%

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai variasi agregat halus pada campuran aspal AC-BC yang telah dilakukan dilaboratorium Jalan dan Aspal Universitas Muammadiyah Pare- Pare, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil gradasi aggregat gabungan campuran beraspal pada variasi aggregat halus (Abu Batu) pada lapisan aspal beton (*laston)* AC-BC, hasil yang di dapatkan dari ketiga percobaan tidak melebihi dan tidak kurang dari spesifikasi gradasi yang ditetapkan kecuali pada percobaan variasi 55% pada saringan N0.8 yaitu 51.55 sedangkan spesifikasinya 30 – 49.
2. Berdasarkan hasil uji marshall dari hasil variasi aggregat halus (Abu Batu) padalapisan aspal beton *(*Laston) AC-BC, hasil yang di dapatkan dari kelima belas sampel untuk nilai KAO dari ketiga variasi agregat halus (abu batu) yang digunakan percobaan tidak melebihi dan tidak kurang dari spesifikasi yang di tetapkan pada nilai Stabilitas, *Flow,* VIM, VMA, VFB, MQ kecuali pada hasil nilai VIM pada percobaan variasi 45% dan 50% pada masing nilai kadar aspal optimum 6,5% yaitu 5.22% serta 5.35% sedangkan spesifikasinya 3% – 5%. Dapat di tarik kesimpulan dari hasil

VIM yang tidak memenuhi spesifikasi untuk variasi 45% dan 50% untuk nilai KAO masing-masing pada 6,5% temuan sampelnya mempunyai pori banyak sehingga aspal cepat teroksidasi serta keawetannya menurun.

B. SARAN

Perlu dilakukannya penelitian lain pada penelitian selanjutnya selain pengujian marshall seperti uji durabilitas, *skid resistence* atau *wheeltracking machine* (WTM).

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad Refi., (2018). "Pengaruh Penggunaan Kapur Padang Panjang Sebagai Bahan Pengisi (Filler) Terhadap Karakteristik Campuran Beton Asphalt Lapisan Ac-Bc (Asphalt Concreate – Binder Course)". Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Padang.

Apriyanto Apriyanto, Fakhrul Rozi Yamali., (2018) "Pengaruh Yang Bergradasi Senjang Pada Campuran Aspal Panas". Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari.

Arief Setiawan., (2019) "Indeks Gradasi Sebagai Parameter Untuk Menentukan Gradasi Agregat Beton Aspal". Vol.7.no.1.2017.

Bambang Irianto (1988) dan Silvia Sukirman (1993). *Definisi Aspal Beton*, 2011.

Bitumen, Shell, (1990). *The Shell Bitumen Handbook. East Molesey Surrey* : Shell Bitumen U.K.

Direktorat Jendral Prasarana Wilayah (200). *" Sifat Fisik Agregat* "

Faisal Abdul Yusuf., (2019) "Penelitian Penambahan Bahan Serbuk Dolomite Dan Pasir Brantas Pada Campuran Aspal Beton". ISSN:2621-7686.

Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga tahun 2010 Revisi 3.

Muchtar Salim., (2021) "Variasi Persentase Abu Batu Terhadap Karakteristik Marshall Dalam Campuran Hrs Base". Politeknik Negeri Banjarmasin.

Pemeriksaan Gradasi Mengikuti Prosedur " SNI 03-1968-1990"

Persyaratan Agregat Halus Menurut SNI 03-6821-2022.

Suratnan Haris., (2020) "Perencanaan Campuran Latasir (Sand Sheet) Menggunakan Pasir Dan Abu Batu Ex. Pt.Dewi Permata Kuarry". Universitas Muhammadiyah Palu.

Siagin.B., “Analisis Kerusakan Jalan Menggunakan Metode Bina Marga Pada Jalan Rajawali Kota Palangka Karaya”. Fakultas Teknik, Universitas Kadiri.

Spesifikasi Umum Bidang Jalan (2010). Spesifikasi Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga Divisi VI 2010 Revisi 3.

Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi VI Perkerasan Aspal Kementrian Pekerjaan Umum Edisi Tahun 2018. (Agregat Halus).

Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi VI Perkerasan Aspal Kementrian Pekerjaan Umum Edisi Tahun 2018. (Agregat Kasar).

Sukirman, S. (2007). “ *Lapisan Aspal Beton”*

Winayati dan Fadrizal Lubis., (2018) ”Analisis Karakteristik Marshall Campuran Ac-Bc Menggunakan Filler Abu Tandan Sawit Dan Abu Batu”. Program Studi Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning.