

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan raya adalah jalur – jalur tanah diatas permukaan bumi yang di buat oleh manusia dengan bentuk ukuran-ukuran dan jenis kontruksinya, sehingga dapat digunakan untuk menyalurkan lalu lintas orang, hewan, dan kendaraan yang mengangkat barang dari suatu tempat ketempat lainnya dengan mudah dan cepat.

Sebagian besar kegiatan transportasi manusia menggunakan jalan raya. Pengaruh yang besar tersebut mengakibatkan jalan raya memegang peranan penting dalam meningkatkan kesejahteraan dan perekonomian serta pembangunan.

Kondisi jalan di Indonesia yang mengalami deformasi bentuk akibat gaya tekan yang besar dan pengaruh cuaca di Indonesia yang beriklim tropis dengan jumlah curah hujan yang cukup tinggi. Sehingga membuat terobosan baru tentang penelitian yang mengkombinasikan aspal penetrasi 60/70 dengan kapur yang berasal dari sumber daya alam untuk melihat pengaruh yang terjadi pada kekuatan tekan dan ketahanan rendaman air.

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang, dimana pembangunan sarana dan prasarana transportasi semakin diperhatikan agar mobilisasi kebutuhan pokok masyarakat dapat terpenuhi. Faktor utama yang diperhatikan dalam kemudahan mobilisasi adalah prasarana yang memadai atau jalan yang layak dan dapat menjangkau seluruh daerah, sehingga terjadi pemerataan pada seluruh daerah di Indonesia. Material utama dari perkerasan adalah agregat, yaitu 90-95% dari berat campuran perkerasannya atau 75-85% agregat berdasarkan volume. Karena

itu kualitas dari perkerasan jalan ditentukan berdasarkan sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain. Penelitian ini menggunakan kapur sebagai substitusi agregat campuran beton aspal, dengan menambahkan kapur sampai didapatkan persentase optimum dari campuran aspal modifikasi jenis AC-BC. Melimpahnya kapur di daerah Pangkalan Brandan diharapkan dapat menjadi salah satu material tambah pada agregat, sehingga mengurangi penggunaan batu pecah dan kekuatan yang dihasilkan sama dengan penggunaan batu pecah sebagai *filler* campuran aspal.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Kerusakan Pada lapisan permukaan/aus jalan dipengaruhi pada rendahnya kekuatan dan keawetan di dalam lapisan permukaan.
2. Penambahan *filler* mampu meningkatkan kekuatan dan keawetan lapisan permukaan jalan.

1.3 Batasan Masalah

Dikarenakan keterbatasan waktu dan untuk menghindari penelitian terlalu luas, maka permasalahan dibatasi sebagai berikut:

1. Penelitian ini terdiri dari proses pendinginan sampel 30 menit dan 24 jam pada variasi persentase kapur, dengan gradasi kapur 0%, 25%, 50%, 75%, 100%, sebanyak lima belas sampel dengan kadar aspal 5%, 5,5%, dan 6%, pada masing-masing variasi persentase kapur.

2. Penelitian ini bersifat uji Laboratorium.
3. Aspal yang digunakan pada penelitian ini adalah aspal penetrasi 60/70.
4. Spesifikasi acuan dalam penelitian ini adalah menggunakan spesifikasi standar yang ditetapkan oleh Bina Marga.
5. Pengujian yang dilakukan meliputi analisis pengujian sifat fisik kekuatan aspal (Uji Penetrasi, Uji titik kelembakan, Uji berat jenis, Uji penurunan) sesuai SNI dan Uji Marshall.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Mengetahui pengaruh penambahan kapur dalam campuran *Asphalt Concrete - Binder Course (AC-BC)* terhadap nilai stabilitas dan flow.
2. Mengetahui seberapa besar persentase penambahan kapur yang menghasilkan nilai stabilitas dan flow maksimum.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ditinjau pada penelitian Durabilitas campuran AC-BC menggunakan kapur sebagai bahan campuran pengikat aspal ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk manfaat potensi yang ada disekitar daerah yang memiliki sumber daya kapur. Kemudian dijadikan sebagai bahan pengikat pada campuran aspal AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course*).

2. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan pada jalan yang ada di Indonesia dan daerah yang memiliki sumber agregat kapur .

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan ini adalah untuk memberikan gambaran secara garis besar isi setiap bab yang di bahas pada penyusunan tugas akhir ini. Sistematika penulisannya adalah sebagai berikut.

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan secara singkat mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini diuraikan mengenai istilah-istilah dan dasar-dasar teori yang berhubungan dengan kapur bahan pengisi (*filler*) pada perkerasan aspal beton lapisan AC-BC.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini di uraikan langkah sistematis yang di tempuh untuk mencapai tujuan dari penelitian yang peneliti ambil. Metode penelitian membuat subjek penelitian, teknik pengumpulan data dan teknik analisa data.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini di uraikan mengenai hasil penelitian dan pembahasan dari penelitian mengenai kapur sebagai filler pada campuran aspal.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini berisikan kesimpulan berdasarkan analisa yang telah dibahas sebelumnya, pada bab ini juga ditulis saran-saran yang dapat bermanfaat untuk penyempurnaan dan kebaikan untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan lapisan teratas jalan yang di perkeras dengan lapisan kontruksi tertentu, yang memiliki ketebalan, kekuatan, dan kekakuan, serta kesetabilan tertentu untuk menyalurkan beban yang di berikan lalu lintas diatasnya ke tanah dasar secara aman. (Sukirman, 2010) Menjelaskan bahwa sejarah perkerasan jalan yang bermula bersamaan dengan sejarah umat manusia agar memenuhi kebutuhan hidup dan berkomunikasi dengan sesama.

(Sukirman, 2010) Menjelaskan, Bahan pengikat yang digunakan untuk membentuk lapisan atas, kontruksi perkerasan jalan dapat di bedakan menjadi beberapa bagian yaitu:

2.1.1 Kontruksi perkersan Lentur (*flexible pavement*)

Perkerasan lentur yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat utamanya. Kontruksi perkersan lentur tersusun dari beberapa lapisan.

1. Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah dasar merupakan permukaan tanah galian atau timbunan yang di padatkan sebagai permukaan dasar untuk perletakan bagian bagian perkerasan lainnya. kekuatan dan keawetan suatu kontruksi perkerasan jalan tergantung dari sifat dan daya dukung tanah dasar.

2. Lapisan Pondasi Bawah (*Sub Base Coarse*)

Lapisan pondasi bawah merupakan lapisan agregat yang dipadatkan atau lapisan tanah yang sudah diberikan material tambahan. Lapisan pondasi bawah

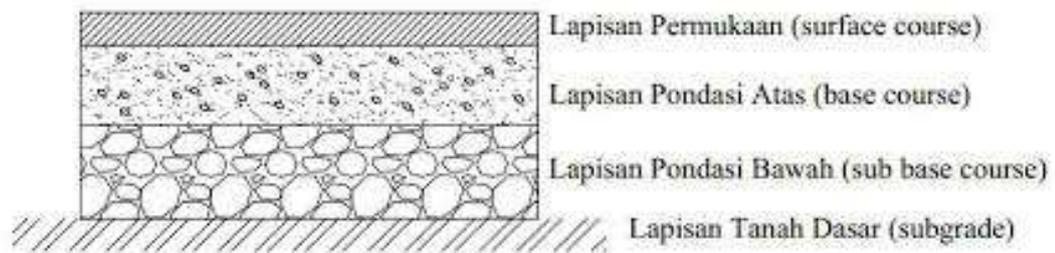
harus lebih bagus dari pada lapisan dasar. Dalam pelaksanaan lapisan ini apabila lapisan *sub grade* berkualitas bagus , maka dari itu lapisan *sub base coarse* tidak digunakan.

3. Lapisan Pondasi Atas (*Base Coarse*)

Lapisan pondasi atas merupakan lapisan perkerasan yang terletak antara lapisan permukaan dengan lapisan pondasi bawah atau lapisan pondasi dasar, apabila tidak menggunakan lapisan pondasi bawah. Bahan-bahan yang digunakan dalam pondasi lapisan atas harus cukup kuat dan awet sehingga bisa menahan beban-beban roda.

4. Lapisan Permukaan (*Surface Coarse*)

Lapisan permukaan adalah lapisan yang berada paling atas. Bahan yang di gunakan pada lapisan permukaan terdiri dari batu pecah, kerikil dan stabilisasi tanah dengan semen atau kapur. Aspal digunakan agar lapisan dapat bersifat kedap air dan memberikan bantuan tegangan tarik yang meningkatkan daya dukung lapisan terhadap beban lalu lintas.



Gambar 2.1 Struktur Perkerasan Lentur Jalan

Sumber: (sukirman 2010)

2.1.2 Kontruksi Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku yaitu perkerasan yang menggunakan semen Portland sebagai bahan pengikatnya. perkerasan kaku atau sering disebut pelat beton dengan atau

tanpa tulangan di letakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. beban yang di pikul oleh pelat beton adalah beban lalu lintas.

2.1.3 Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

Perkerasan komposit yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur, dapat berupa perkerasan kaku di atas perkerasan lentur atau sebaliknya perkerasan lentur di atas perkerasan kaku.

Tabel 2.1. Perbedaan Perkerasan Lentur dan kaku (Sukirman 2010)

No	Jenis Perbedaan	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
1	Bahan pengikat	Aspal	Semen
2	Repetisi beban	Timbul <i>rutting</i> (lendutan pada jalur roda)	Timbul retak-retak pada permukaan
3	Penurunan tanah dasar	Jalan Bergelombang (mengikuti tanah dasar)	Bersifat sebagai balok diatas perletakan
4	Perubahan temperatur	Modulus kekakuan berubah. Timbul tegangan dalam yang kecil	Modulus kekakuan tidak berubah. Timbul tegangan dalam yang besar

Sumber: (sukirman 2010)

2.2 Lapisan Aspal Beton (Laston)

Laston merupakan lapisan permukaan yang terdiri dari campuran laston keras dan agregat yang bergradasi menerus, dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam kondisi panas atau suhu tertentu. Sedangkan sifat dari laston tersendiri kedap terhadap air, mempunyai nilai struktural, tipe kerusakan yang umumnya terjadi adalah retak dan terlepanya butiran (Rahman et al., 2017).

Berdasarkan fungsinya lapisan aspal beton memiliki beberapa campuran tertentu yaitu :

1. Lapis permukaan (lapis aus) merupakan lapisan yang memiliki ketahanan terhadap cuaca, gaya geser, dan tekanan roda kendaraan, lapisan aus juga dapat melindungi lapisan di bawahnya dari rembesan air, lapisan aus di kenal dengan sebutan *Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)* dengan ketebalan 4 cm.
2. Lapis pengikat merupakan lapisan penghubung antara aspal beton lapisan aus atau AC-WC dengan lapisan Aspal Base (AC-Base) atau dengan lapisan pondasi atas atau Base, Lapisan pengikat di kenal dengan sebutan *Aspal Concrete-Binder Course (AC-BC)* dengan ketebalan 6 cm.
3. Lapis pondasi, jika di pergunakan pada pekerjaan peningkatan atau pemeliharaan jalan, dikenal dengan nama *Asphalt Concrete-Base (AC-Base)* dengan ketebalan 7,5 cm.

Berikut adalah ketentuan sifat-sifat campuran Laston (AC) sesuai dengan Spesifikasi Bina Marga 2018.

Tabel 2.2. Ketentuan sifat-sifat campuran laston (AC) sesuai dengan (Spesifikasi Umum Bina Marga 2018)

Sifat-sifat Campuran		Laston		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Pondasi
Jumlah tumbukan per bidang		75		112
Rasio partikel lolos ayakan 0,075mm dengan kadar aspal efektif	Min	0,6		
	Maks.	1,2		
Rongga dalam campuran (%)	Min	3,0		
	Maks.	5,0		
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min	15	14	13
Rongga terisi aspal (%)	Min	65	65	65
Stabilitas marshall (kg)	Min	800		1800

Lanjutan tabel 2.2

Pelelehan (mm)	Min	2	3
	Maks.	4	6
Stabilitas marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min	90	
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal)	Min	2	

Sumber : (Bina marga 2018)

Tabel 2.3. Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston Modifikasi (AC Mod) (Spesifikasi Umum Bina Marga 2018)

Sifat-Sifat Campuran		Laston Modifikasi		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Fondasi
Jumlah tumbukan per bidang		75		112
Rasio partikel lolos ayakan 0,075mm dengan kadar aspal efektif	Min	0,6		
	Maks.	1,2		
Rongga dalam campuran (%)	Min	3,0		
	Maks.	5,0		
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min	15	14	13
Rongga Terisi Aspal (%)	Min	65	65	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min	1000		2250
Pelelehan (mm)	Min	2	3	
	Maks.	4	6	
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min	90		
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (refusal)	Min	2		
Stabilitas Dinamis, lintasan/mm	Min	2500		

Sumber : (Bina marga 2018)

1. Stabilitas (*Stability*)

The Asphalt Institute menjelaskan bahwa stabilitas merupakan kemampuan campuran aspal untuk menahan deformasi akibat beban yang bekerja, tanpa adanya mengalami deformasi permanen seperti gelombang, alur maupun *bleeding*

memakai satuan kg atau lb. Nilai stabilitas diambil dari hasil pembacaan langsung pada saat menggunakan alat *Marshall Test* sewaktu melakukan pengujian *Marshall*.

1. Kelelehan (*Flow*)

Flow yaitu besarnya deformasi vertikal pada benda uji yang terjadi pada saat awal pembebanan sampai kondisi kesetabilan maksimum sehingga sampel sampai pada batas kesetabilan maksimum dan sampel sampai pada batas runtuh dengan memakai satuan mm. Nilai flow diperoleh dari hasil pembacaan langsung pada alat *Marshall Test* pada saat melakukan pengujian *Marshall*.

2. Durabilitas (*Durability*)

Durabilitas merupakan kemampuan suatu lapis perkerasan jalan agar mempertahankan lapis tersebut dari kerusakan atau mencegah keausan karena pengaruh lalu lintas, pengaruh cuaca dan perubahan suhu yang terjadi selama umur rencana.

Faktor-faktor yang mempengaruhi durabilitas aspal beton yaitu :

- a. Selimut aspal yang tebal dapat menghasilkan perkerasan jalan berdurabilitas tinggi, dan kemungkinan terjadi *bleeding* tinggi.
- b. *VIM (Void in mix)* kecil, sehingga lapis kedap air dan udara tidak masuk ke dalam campuran, yang menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh.
- c. *VMA (Void in Material)* besar, sehingga selimut aspal dibuat tebal. apabila *VMA* dan *VIM* kecil serta kadar aspal tinggi kemungkinan akan terjadi *bleeding* besar. agar mencapai *VMA* yang besar digunakan agregat yang bergradasi senjang.

2. Tahanan Geser (*Skid Resistance*)

Skid Resistance merupakan kekesatan permukaan perkerasan agar mengurangi selip pada kendaraan saat perkerasan dalam keadaan basah atau kering. hal ini terjadi pada saat hujan, kekesatan pada lapis permukaan akan berkurang walaupun tidak sampai terjadi *aquaplaning*. kekesatan disebut dengan koefisien gesek antara permukaan jalan dengan ban kendaraan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi tekanan geser yaitu:

- a. Penggunaan kadar aspal tepat mengakibatkan tidak terjadinya *bleeding*.
- b. Penggunaan agregat yang permukaannya kasar.
- c. penggunaan agregat dengan cukup.
- d. penggunaan agregat dengan berbentuk kubus.

3. Fleksibilitas

Fleksibilitas lapisan perkerasan jalan merupakan kemampuan lapisan untuk mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa adanya retak dan perubahan volume. fleksibilitas yang tinggi hanya dapat diperoleh dengan:

- a. Menggunakan agregat yang bergradasi senjang agar di peroleh *VMA* yang besar.
- b. Menggunakan aspal lunak (aspal dengan penetrasi tinggi).
- c. menggunakan aspal yang cukup banyak agar diperoleh *VIM* yang kecil.

MQ (Marshall Quotient) yaitu parameter untuk mengukur tingkat fleksibilitas campuran perkerasan aspal. semakin tinggi *MQ*, maka campuran semakin

kaku dan fleksibilitasnya rendah. tetapi, jika MQ semangkin kecil, maka campuran memiliki nilai fleksibilitas tinggi.

4. *Workability*

Workability yaitu kemudahan suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan agar memenuhi hasil yang diharapkan. faktor-faktor yang mempengaruhi *Workability* pada campuran aspal beton yaitu gradasi agregat, temperature campuran dan kandungan filler yang di pakai pada campuran aspal beton tersebut.

2.3 Bahan Penyusun Campuran Aspal Beton

Bahan yang digunakan untuk penyusunan campuran lapisan aspal beton terdiri dari agregat kasar, agregat halus, aspal, dan *filler*. perencanaan campuran aspal beton bertujuan agar mendapatkan proporsi campuran dari material yang digunakan untuk menghasilkan campuran yang sudah ditetapkan. Saat ini, metode perencanaan yang paling banyak digunakan di Indonesia yaitu metode perencanaan campuran berdasarkan pengujian emperis, dengan menggunakan alat *marshall* (Rahman et al., 2017).

Berdasarkan penjelasan di atas, berikut ini adalah penjelasan masing-masing bahan penyusun campuran aspal beton yaitu:

2.3.1 Agregat

Agregat atau batu yaitu material yang berbentuk butiran bertekstur keras yang bersifat kompak, yang terdiri dari batu bulat, batu pecah, abu batu dan pasir. Agregat digunakan untuk bahan campuran beraspal, yang dapat membentuk suatu

kombinasi ikatan yang seimbang di antara bentuk campuran beraspal ,beton atau mortar (Tarmizi et al., 2018).

Berdasarkan dimensi butirannya, agregat dapat dibedakan menjadi 3 jenis. berikut ini adalah berbagai agregat berdasarkan dimensi butiran.

1. Agregat Kasar

Agregat kasar berfungsi sebagai bahan campuran aspal panas yaitu selain dapat memberikan stabilitas dalam campuran juga sebagai pengisi mortar sehingga campuran menjadi ekonomis (Tarmizi et al., 2018).

Menurut spesifikasi umum Bina Marga 2018 agregat kasar adalah:

- a. Fraksi agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan ayakan No.4 (4,75 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan yang diberikan dalam Tabel 3.
- b. Fraksi agregat kasar harus dari batu pecah mesin dan disiapkan dalam ukuran nominal sesuai dengan jenis campuran yang direncanakan seperti ditunjukkan pada Tabel 3.
- c. Agregat kasar harus mempunyai angularitas seperti yang disyaratkan dalam table 3. Angularitas agregat kasar didefinisikan sebagai persen terhadap berat agregat yang lebih besar dari 4,75 mm dengan muka bidang pecah satu atau lebih berdasarkan ujimenurut SNI 7619:2012.
- d. Fraksi agregat kasar harus ditumpuk terpisah dan harus dipasok ke instalasi pencampur aspal dengan menggunakan pemasok penampung dingin (cold bin

feeds) sedemikian rupa sehingga gradasi gabungan agregat dapat dikendalikan dengan baik (Jenderal & Marga, 2018).

Tabel 2.4. Ketentuan Agregat Kasar (Spesifikasi Bina Marga 2018)

Pengujian		Metode Pengujian	Nilai
Kekekalan bentuk agregat		Magnesium sulfat SNI 3407:2008	Maks. 12%
Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i>	Campuran AC Modifikasi dan SMA	100 putaran	Maks. 6%
		500 putaran	Maks. 30%
	Semua jenis campuran beraspal bergradasi lainnya	100 putaran	Maks. 8%
		500 putaran	Maks. 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 2439:2011	Min. 95%
Butir Pecah pada Agregat Kasar	SMA	SNI 7619:2012	100/90 ^{*)}
	Lainnya		95/90 ^{**)}
Partikel Pipih dan Lonjong	SMA	ASTM D4791-10	Maks. 5%
	Lainnya	Perbandingan 1 : 5	Maks. 10%
Material Lolos Ayakan No.200		SNI ASTM C117:2012	Maks. 1%

Sumber: (Bina marga 2018)

2. Agregat Halus

Menurut spesifikasi umum Bina Marga 2018 Agregat Halus yaitu :

- a. Agregat halus dari sumber bahan manapun, harus terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No.4 (4,75 mm)
- b. Fraksi agregat halus pecah mesin dan pasir harus di tempatkan terpisah dari agregat kasar.

- c. Agregat pecah halus dan pasir harus ditumpukkan terpisah dan harus dipasok ke instalasi pencampur aspal dengan menggunakan pemasok penampungan dingin (*cold bin feeds*) yang terpisah.
- d. pasir alam dapat digunakan dalam campuran AC sampai suatu batas yang tidak melampaui 15 % terhadap berat total campuran.

Agregat halus harus memenuhi ketentuan-ketentuan yang sebagaimana diperlihatkan pada tabel berikut.

Tabel 2.5. Ketentuan Agregat Halus (Spesifikasi Bina Marga 2018)

Pengujian	Metode Pengujian	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min. 50%
Uji Kadar Rongga Tanpa Pemasatan	SNI 03-6877-2002	Min. 45%
Gumpalan Lempung dan Butir-butir Mudah Pecah dalam Agregat	SNI 03-4141-1996	Maks. 1%
Agregat Lolos Ayakan No.200	SNI ASTM C117:2012	Maks. 10%

Sumber: (Bina marga 2018)

2.3.2 Bahan Pengisi (*Filler*)

Bahan pengisi (*filler*) dalam campuran aspal beton merupakan bahan yang lolos saringan No.200 (0,075 mm). Bahan pengisi atau sering disebut dengan *filler* bertujuan agar meningkatkan kekentalan bahan bitumen dan agar mengurangi sifat rentan terhadap temperature. Keunggulan lain dengan adanya *filler yaitu* karena banyaknya terserap dalam bahan bitumen maka akan meningkatkan volumenya. Selain itu bahan pengisi dapat mengurangi volume pori-pori atau rongga sehingga dapat menaikkan kepadatan dan mengurangi permeabilitas campuran aspal (Serbuk et al., 2021).

Menurut spesifikasi Bina Marga 2018, bahan pengisi (*filler*) adalah :

1. Bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*) dapat berupa debu batu kapur (*limestone dust*) atau debu kapur padam atau debu kapur magnesium atau dolomit yang sesuai dengan AASHTO M303-89(2014) atau semen atau abu terbang tipe C dan F yang sumbernya disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.
2. Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan pengayakan sesuai SNI ASTM C136:2012 harus mengandung bahanyang lolos saringan No.200 (*75 micron*) tidak kurang dari 75% terhadap beratnya.
3. Bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*) untuk semen harus dalam rentang 1% sampai dengan 2% terhadap berat total agregat dan untuk bahan pengisi lainnya harus dalam rentang 1% samapi dengan 3% terhadap berat total agregat. Khusus untuk SMA tidak dibatasi kadarnya tetapi tidak boleh menggunakan semen (Jenderal & Marga, 2018).

2.3.3 Aspal

Aspal atau bitumen yaitu material berwarna hitam atau coklat tua. Pada temperature ruang yang berbentuk padat sampai dengan agak padat, apabila dipanaskan sampai temperature tertentu dapat menjadi lunak/cair maka dari itu dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan campuran aspal beton atau dapat masuk kedalam pori-pori yang ada pada saat penyeprotan/penyiraman pada perkerasan jalan (Mudjanarko & Limantara, n.d.).

Menurut (Sukirman, 2006) aspal dapat bidakan menjadi 2 jenis yaitu :

1. Aspal alam (Deposit alam)

Aspal alam merupakan aspal yang didapatkan karena adanya minyak bumi yang mengalir keluar melalui celah-celah kulit bumi. Setelah minyak menguap, maka akan tinggal aspal yang lengket pada batuan yang ada. Contoh dari ini yaitu aspal gunung (*rock asphalt*) dan aspal danau (*lake asphalt*). Indonesia memiliki batuan aspal (*natural rock asphalt*) di pulau Buton, Terkenal dengan sebutan asbuton (Aspal Batu Beton). Asbuton yaitu material yang ditemukan begitu saja di alam semesta, maka dari itu kadar bitumen yang dikandungnya sangat bervariasi dari yang rendah sampai yang tinggi.

2. Aspal Buatan

Aspal buatan merupakan aspal yang di dapatkan dari hasil penyulingan bahan-bahan yang berupa seperti minyak dan batu bara. Aspal minyak merupakan residu destilasi minyak bumi. Setiap minyak bumi dapat menghasilkan residu jenis *asphaltic base crude oil* yang banyak mengandung paraffin, atau *mixed base crude oil* yang memiliki kandungan campuran antara paraffin dan aspal (Sukirman, 2006).

Menurut spesifikasi Bina Marga 2018 , jenis campuran beraspal di bedakan dalam:

1) *Stone Matrix Asphalt (SMA)*

Stone Matrix Asphalt selanjutnya disebut SMA, terdiri dari tiga jenis: SMA Tipis, SMA Halus dan SMA Kasar, dengan ukuran pertikel maksimum agregat masing-masing campuran adalah 12,5 mm, 19 mm, 25 mm. Setiap campuran SMA yang menggunakan bahan Aspal *Polymer* disebut masing-masing sebagai SMA Tipis Modifikasi, SMA Halus Modifikasi dan SMA Kasar Modifikasi.

2) Lapis Aspal Beton (*Hot Rolled Sheet*)

Lapisan Tipis Aspal Beton (Lataston) yang selanjutnya disebut HRS, terdiri dari dua jenis campuran, HRS fondasi (HRS-Base) dan HRS Lapis AUS (HRS Wearing Course, HRS-WC) dan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm. HRS-Base mempunyai proporsi fraksi agregat kasar yang lebih besar daripada HRS-WC.

3) Lapis Aspal Beton (Asphalt Concrete, AC)

Lapisan Aspal Beton (Laston) yang selanjutnya disebut AC, terdiri dari tiga jenis: AC Lapisan Aus (AC-WC), AC Lapis antara (AC-BC) dan AC Lapis Fondasi (AC-Base) dengan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm, 25,4 mm, 37,5 mm. Setiap jenis campuran AC yang menggunakan bahan aspal *polymer* disebut masing-masing sebagai AC-WC Modifikasi dan AC-Base Modifikasi (Jenderal & Marga, 2018).

2.4 Gradasi Agregat Gabungan

Menurut spesifikasi Bina Marga 2018 Gradasi agregat gabungan untuk campuran beraspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat dan bahan pengisi, harus memenuhi batas-batas yang diberikan dalam Tabel 5. Rancangan dan perbandingan campuran untuk gradasi agregat gabungan harus mempunyai jarak terhadap batas-batas yang diberikan dalam Tabel 2.6.

Gradasi berdasarkan ukuran agregat yaitu hal penting dalam menentukan stabilitas perkerasan lentur. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antara butir dalam menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan. Agregat yang mempunyai ukuran yang sama dapat menghasilkan pori

antar butir menjadi besar. Sebaliknya apabila agregat mempunyai ukuran yang berbagai macam akan mempunyai volume pori kecil, dimana butiran kecil mengisi pori diantara butiran besar sehingga mengakibatkan pori-porinya menjadi sedikit (Sukirman, 2010).

Tabel 2.6. Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Beraspal (Spesifikasi Bina Marga 2018)

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat							
		Stone Matrix Aspal (SMA)			Lataston (HRS)		Laston (AC)		
ASTM	(mm)	Tipis	Halus	Kasar	WC	Base	WC	BC	Base
1½"	37,5								100
1"	25			100				100	90-100
¾"	19		100	90-100	100	100	100	90-100	76-90
½"	12,5	100	90-100	50-88	90-100	90-100	90-100	75-90	60-78
3/8"	9,5	70-95	50-80	25-60	75-85	65-90	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	50-72	35-55	33-53	30-49	23-41
No.16	1,18	14-21					21-40	18-38	13-30
No.30	0,600	12-18			35-60	15-35	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	8-12	8-11	8-11	6-10	2-9	4-9	4-8	3-7

Sumber: (Bina marga 2018)

2.5 Kapur

Merupakan salah satu mineral industri yang banyak digunakan oleh sektor industri maupun konstruksi. Secara umum kapur bersifat hidrolis, tidak menunjukkan pelapukan dan dapat terbawa arus. Secara fisik kapur merupakan

sebuah benda putih dan halus. Bahan dasar kapur adalah batu kapur. Batu kapur mengandung kalsium karbonat CaCO_3 , dengan pemanasan ($\pm 980^\circ\text{C}$) karbon dioksidanya keluar dan tinggal kapurnya saja (CaO). Kapur dari hasil pembakaran ini bila ditambahkan air mengembang dan retak. Banyak panas yang dikeluarkan (seperti mendidih) selama proses ini, dan hasilnya ialah “Calsium Hidroksida” (Ca(OH)_2). Air yang dipakai untuk proses ini secara teoritis diperlukan hanya 32% berat kapur, akan tetapi karena faktor-faktor antara lain pembakaran, jenis kapur dan sebagainya kadang-kadang air yang diperlukan sampai 2 atau 3 kali volume kapur. Proses ini disebut “slaking” adapun sebagian hasilnya yaitu kalsium hidroksida disebut “*slaked lime atau hydrated lime*”. Dari kalsium hidrat ini akan diperoleh mortel kapur. Mortel ini di udara terbuka menyerap karbon dioksida (CO_2) dan dengan proses kima menghasilkan CaCO_3 yang rumus kimia proses tersebut dapat ditulis sebagai berikut: $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{panas}$ $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ Kapur yang digunakan pada penelitian ini adalah kapur yang berasal dari hasil penambangan warga di daerah Pangkalan Brandan. Jadi, kapur yang digunakan pada penelitian ini yaitu kapur padam atau yang lebih dikenal dengan nama kapur hidrat atau kalsium hidroksida Ca(OH)_2 yang berasal dari hasil pembakaran batu kapur. Kapur dalam campuran aspal panas (hotmix) menciptakan banyak manfaat diantaranya adalah bertindak sebagai anti stripping agent yang dapat Pengaruh Penggunaan Kapur sebagai Bahan Pengisi (filler) terhadap Karakteristik Campuran Beton Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC) meningkatkan durabilitas atau keawetan kinerja campuran beton aspal dalam menerima repetisi beban lalu-lintas seperti

berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim seperti udara, air, atau perubahan temperatur. Kapur juga dapat mempengaruhi kinerja campuran beton aspal dengan cara meningkatkan ikatan antara aspal dan agregat.



Gambar 2.2 Kapur

Sumber : Daerah Pangkalan Brandan

2.6 Pengujian *Marshall*

Sesudah semua benda uji dibuat maka tahapan selanjutnya yaitu melakukan pengujian supaya dapat memperoleh hasil yang diinginkan dengan alat yang bernama *Marshall Test*. Pemeriksaan *Marshall Test* pertama kali diperkenalkan oleh *Bruce Marshall* dan dikembangkan oleh *U.S Corps of Engineer*. Hasil pemeriksaannya, Marshall menggunakan procedure PC-0201-76, AASHTO T 245-74 atau ASTM D 1559-62T (Sukirman, 2010).

Menurut SNI 06-2489-1991 metode pengujian campuran aspal dengan alat *marshall* dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan pengujian campuran aspal dengan alat *marshall*.

Pengujian campuran aspal dengan alat *marshall* yang umum dilakukan untuk menentukan kinerja aspal beton hanya meliputi pengukuran stabilitas dan air (*flow*) dengan agregat ukuran maksimum 2,54 cm, sedangkan parameter lainnya didapatkan melalui penimbangan benda uji dan perhitungan (Badan Standardisasi Nasional, 1991).

Marshall Test yaitu alat tekan yang dilengkapi dengan *proving ring* (cincin penguji) yang berkapasitas berat 2500 kg atau 5000 pon. *Proving ring* yang dilengkapi dengan arloji pengukur guna untuk mengukur stabilitas campuran, sedangkan arloji kelelahan (*flow meter*) yang berfungsi untuk mengukur kelelahan plastis (*flow*). setelah melakukan *marshall Test* menurut Sukirman (2010), metode *marshall* akan memperoleh data-data sebagai berikut:

1. Stabilitas dinyatakan dalam bilangan bulat. Stabilitas memperlihatkan kekuatan dan ketahanan terhadap terjadinya alur (*ruting*).
2. Kelelahan plastis (*flow*) dinyatakan dalam mm 0,01 inch. *Flow* dapat dipakai sebagai indikator terhadap lentur.

Menurut Sukirman (2006), apabila uji *marshall* telah dilaksanakan maka akan dilanjutkan dengan perhitungan sebagai berikut :

A. Spesifikasi Volume rata-rata.

Dinyatakan dengan rumus di bawah ini :

$$\text{Volume Sampel} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

d : Diameter Sampel

t : Tinggi Sampel

B. Kepadatan Benda Uji Rata-rata.

Dinyatakan dengan rumus di bawah ini :

Berat Benda Uji : Volume Benda Uji.....(2.2)

C. Berat Isi Benda Uji (Bulk Density)

Dinyatakan dengan rumus di bawah ini :

Berat SSD : Berat Dalam Air(2.3)

D. Berat Jenis Maksimum Campuran (Max Theory Density)

Dinyatakan dengan rumus di bawah ini :

Rumus $\frac{100}{\frac{A}{T} + \frac{(100-A)}{V}}$ (2.4)

Dimana :

A = Persen (%) Aspal Terhadap Agregat

T = Berat Jenis Efektif Aspal

V = Berat Jenis Efektif Agregat

E. Persen Volume Efektif Asphalt Concrete.

Dinyatakan dengan rumus di bawah ini :

Rumus = $\frac{(AxH)}{T}$ (2.5)

Dimana :

A = Persen (%) Aspal Terhadap Agregat

H = Berat isi Benda Uji Rata-Rata

T = Berat Jenis Efektif Aspal

F. Persen Volume Agregat.

Dinyatakan dengan rumus di bawah ini :

$$\text{Dimana: Rumus} = \frac{(100-A) \times H}{V} \dots\dots\dots (2.6)$$

A= Persen (%) aspalt terhadap agregat

H = Berat isi benda uji rata-rata

V = Berat jenis efektif agregat

G. Persen Rongga Dalam Agregat Mineral.

Dinyatakan dengan rumus di bawah ini :

$$\text{Rumus: } 100 - \frac{(H \times B)}{V} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana:

B = Persen (%) agregat terhadap campuran

H = Berat isi benda uji rata-rata

V = Berat jenis efektif agregat

H. Persen Rongga Dalam Campuran (Persen Void In Mix Agregat)

Dinyatakan dengan rumus di bawah ini :

$$\text{Rumus} = \frac{(D-C)}{D} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana:

D = kadar aspal

C = berat isi benda uji

I. Persen Rongga Yang Berisi Aspal (Persen void filled with aspal)

Dinyatakan dengan rumus di bawah ini :

$$\text{Rumus: } 100 \times \frac{(G-H)}{G} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana:

G = persen (%) rongga dalam mineral

H = persentase rongga dalam campuran

J. Kelelehan (*Flow*)

Flow yaitu besarnya perubahan bentuk plastis dari beton aspal padat yang terjadi karena adanya beban sampai batas keruntuhan. Tingkat kelelehan pada campuran yang apabila diuji dalam keadaan suhu ekstrim yakni 60°C. Kelelehan (*flow*) ini dapat dihitung/dibaca pada arloji pengukur kelelehan.

K. Stabilitas (*Stability*)

Stabilitas yaitu kemampuan campuran beraspal untuk menahan deformasi yang diakibatkan oleh beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk. Nilai stabilitas diperoleh sesuai dengan nilai masing-masing yang ditunjukkan pada jarum dial perlu di konversika ke alat *marshall*. Stabilitas dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$S = p \times q \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan :

S : Nilai stabilitas (kg).

p : Kalibrasi.

q : Pembacaan dial *Marshall*.

L. *Marshall Quotient* (MQ)

Marshall Quotient adalah hasil pembagian dari stabilitas dengan kelelehan. Pada nilai MQ yang tinggi menunjukkan bahwa campuran aspal sangat kaku dan semakin rentan campuran tersebut terhadap keretakan. Sehingga rendahnya nilai MQ dapat

mengakibatkan alur dan bleeding. Rumus yang di pakai untuk menentukan *Marshall Quotient* sebagai berikut :

$$MQ = \frac{\textit{stability}}{\textit{flow}} \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan :

MQ : *Marshall Quotient* (kg/mm).