

PERKERASAN CAMPURAN ASPAL BETON (AC- BASE) DENGAN MATERIAL LOKAL KUTAI KARTANEGARA

Syahrul

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda
Jl. Ir H Juanda Samarinda. E-mail : syahrulsipil@rocketmail.com

Abstract : Kutai Kartanegara has quite large quarry of type C materials estimated about 156.000.000 m³. With total area of the region of only 27.263,10 km², those materials are quite an amount. Unfortunately, the use of those materials is limited as lightweight structural materials. The purpose of this research is to determine the potency of Tenggarong sand aggregate and Jembayan crushed stone as composites in AC-Base mixture. This research is performed by using volumetric and Marshall characteristics which consist of density, Voids in the Mineral Aggregate (VMA), Voids In The Mix (VITM), Voids Filled With Asphalt (VFVA), stability, flow, and Marshall Quotient as parameters. To determine the resistance of asphalt mixtures cohesiveness, conditioned and unconditioned Indirect Tensile Strength is being used. Three mixture variations are being made to determine the optimum content of asphalt, the index value of immersion or residual strength and the value of Indirect Tensile Strength. Physical data which can be derived from Jembayan crushed stone's experiments are 26,0 % for physical worn-out 97,0 % for viscosity of asphalt aggregate 2,608 % for specific gravity bulk, and 1,373 % for absorption. Mean while data from Tenggarong sand aggregate's experiments are 95,12 % for sand equivalent 2,552 % for specific gravity bulk and 1,133 % for absorption. Based on Marshall Test, the optimum content of asphalt for each variation is 5,000 %, 4,700 %, and 4,600 %. The index value of immersion for each variation is 107,88 %, 116,43 % and 112,60 %, while the value of Tensile Strength Ratio as Cement filler are 99,19 %, 96,58 % and 94,52 %.

Keyword : Jembayan Crushed Stone, Tenggarong Sand, AC-Base, Stability

Abstrak : Bahan material di Kutai Kartanegara cukup besar dengan memiliki cadangan galian C yang diperkirakan 156.000.000 m³ pada disebagian wilayah Kutai Kartanegara dengan luas wilayah keseluruhan 27.263,10 km², akan tetapi pemanfaatannya masih minim dan hanya terbatas sebagai bahan bangunan struktur ringan. Penelitian dilaksanakan untuk mengetahui sifat penggunaan material agregat pasir Tenggarong dan batu pecah Jembayan sebagai campuran AC-Base, terhadap karakteristik volumetrik dan karakteristik Marshall yang terdiri dari parameter – parameter kepadatan (*Density*), *Voids in the Mineral Aggregate* (VMA), *Voids In The Mix* (VITM), *Voids Filled With Asphalt* (VFVA), stabilitas (*Stability*), kelelahan (*Flow*), dan *Marshall Quotient* (MQ), dan mengetahui ketahanan kohesivitas campuran aspal dengan metode *Indirect Tensile Strength* (ITS) yang terkondisikan pada keadaan sebenarnya dan tidak dikondisikan, pada penelitian dibuat tiga macam variasi campuran untuk menentukan dan mengetahui kadar aspal optimum berdasarkan persentase agregat dan kadar aspal yang dipergunakan dengan parameter pengujian Marshall dan mengetahui nilai Indeks Perendaman (IP) atau kekuatan sisa serta nilai *Indirect Tensile Strength* (ITS). Hasil penelitian batu pecah Jembayan memberikan data sifat fisik keausan 26,0 %, kelekatan agregat terhadap aspal 97,0 %, berat jenis *bulk* 2,608, penyerapan 1,373 % dan pasir Tenggarong memberikan data sifat fisik *sand equivalent* 95,12 %, berat jenis *bulk* 2,552, dan penyerapan 1,133 %, dan hasil pengujian karakteristik *Marshall* diperoleh kadar aspal optimum dari setiap variasi campuran perkerasan sebesar 5,000 %, 4,700 %, dan 4,600 %, adapun nilai Indeks Perendaman dari setiap variasi sebesar 107,88 %, 116,43 %, dan 112,60 %, serta nilai *Tensile Strength Ratio* sebesar 99,19 %, 96,58 %, dan 94,52 dengan bahan pengisi Semen.

Kata kunci: Batu Pecah Jembayan, Pasir Tenggarong, AC-Base, stabilitas

PENDAHULUAN

Kabupaten Kutai Kertanegara dengan ibukota Tenggarong secara geografis terletak pada 115° 26' 28" - 117° 36' 43" bujur timur dan 1° 28' 21" lintang utara hingga 1° 08' 06" lintang selatan. Potensi material di Kutai Kartanegara

cukup besar dengan memiliki cadangan galian C yang diperkirakan 156.000.000 m³ untuk disebagian wilayah Kutai Kartanegara dengan luas wilayah keseluruhan 27.263,10 km², akan tetapi pemanfaatannya masih terbatas sebagai bahan bangunan *non* struktur.

Seiring dengan meningkatnya pembangunan prasarana di segala bidang umumnya di Kalimantan Timur dan khususnya di Samarinda, jalan merupakan salah satu sarana yang utama. Peranan jalan sangatlah penting di mana akan mengembangkan wilayah di suatu desa, kota, dan propinsi, maka dari itu lalu-lintas jalan raya harus terselenggara dengan baik, dan lancar serta aman sehingga pengguna jalan bergerak dengan cepat, tepat waktu, efisien, ekonomis, untuk itu jalan harus memenuhi syarat-syarat teknis, menurut fungsi, volume, serta sifat lalu-lintas. Dalam pelaksanaan pembangunan prasarana jalan yang baru atau pertama, komposisi campuran aspal panas yang sering dipergunakan sebagai lapisan pondasi adalah lapisan aspal beton yang juga dikenal dengan nama *AC-Base (Asphalt Concrete-Base)*, yang merupakan beton aspal yang bergradasi menerus yang umum digunakan untuk jalan dengan beban lalu-lintas berat.

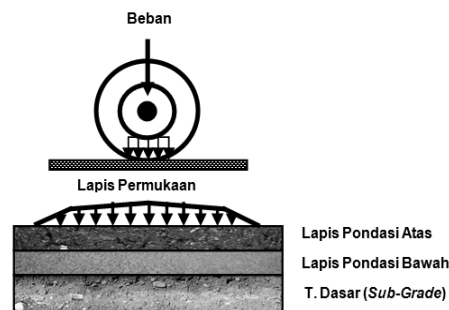
Pasir Tenggarong merupakan pasir yang berasal dari sungai Mahakam dimana proses pengambilan dengan cara penyedotan, dan batu pecah berasal dari Desa Jembayan terletak di Kecamatan Loa Kulu Kabupaten Kutai Kartanegara. kurangnya penelitian dan informasi mengenai karakteristik dan sifat mekanis material dalam pengembangan dan pemanfaatan material lokal di daerah setempat sebagai lapisan pondasi perkerasan lentur serta minimnya investor yang mengelola pemecahan batu di daerah setempat sebagai agregat bahan perkerasan.

Perkerasan Jalan

Beton aspal merupakan jenis lapisan perkerasan, konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) tersebut merupakan

campuran yang homogen antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu dan digunakan untuk menerima beban lalu-lintas yang tinggi. Beban tersebut diterima oleh lapisan permukaan dan disebarkan ke tanah dasar menjadi beban yang lebih kecil dari daya dukung tanah dasar, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Kapasitas dukung perkerasan lentur, bergantung pada karakteristik penyebaran beban dari lapisan penyusunnya. Perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapisan dengan sifat material yang berkualitas tinggi yang di letakkan sesuai dengan fungsi sebagai lapisan perkerasan jalan. Kekuatan perkerasan lentur merupakan hasil dari kerjasama lapisan yang tebal dalam menyebarkan beban ke tanah dasar (*subgrade*). Tebal struktur perkerasan dibuat sedemikian rupa sampai batas kemampuan tanah dasar memikul beban lalu – lintas, atau dapat dikatakan tebal struktur perkerasan sangat tergantung pada kondisi atau daya dukung tanah dasar.



Gambar 1. Konstruksi perkerasan dan distribusi beban

Sumber : Pusat Litbang Jalan dan Jembatan (2007)

Beton Aspal

Asphalt Institute (1996) menjelaskan beton aspal (*asphalt concrete*) atau kadang – kadang disebut aspal beton merupakan campuran yang terdiri dari aspal keras sebagai bahan pengikat dan agregat – agregat kasar, halus dan pengisi,

dengan cara pencampuran dan pemadatan dalam kondisi panas dan suhu tertentu

Beton aspal dapat digunakan untuk lapisan aus (*wearing course*), perata (*leveling course*) dan pondasi (*base*). Beton aspal adalah beton dengan bahan pengikat aspal yang dicampur dalam keadaan panas. *Filler* atau mineral pengisi rongga udara pada campuran aspal semen dengan agregat, antara lain semen *Portland*, abu batu, kapur / karang yang dipecah.

Asphalt Concrete – Base (AC – Base)

Departemen PU Dirjen Bina Marga (1983) menjelaskan Laston Atas atau lapisan pondasi (AC – Base) merupakan pondasi perkerasan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas. Lapis pondasi (AC – Base) mempunyai fungsi : memberi dukungan lapis permukaan, mengurangi regangan dan tegangan, menyebarkan dan meneruskan beban konstruksi jalan dibawahnya

Beton aspal (*Asphalt Concrete*), di Indonesia dikenal dengan nama lain Laston (Lapisan Aspal Beton), adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan raya, yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Umumnya digunakan untuk jalan-jalan dengan lalu lintas berat, maka karakteristik yang terpenting dalam campuran adalah stabilitas. Tebal nominal minimum Laston 4 – 6 cm. Laston sebagai lapis pondasi, dikenal dengan nama AC – Base (*Asphalt Concrete – Base*), tebal nominal minimum adalah 6 cm.

Asphalt Institute (1996) menjelaskan beton aspal untuk lapis pondasi (AC – Base),

merupakan lapisan perkerasan yang terletak di bawah lapis pengikat (AC – *Binder Course*).

Aspal

AASHTO (1998) menjelaskan bahwa jenis aspal keras ditandai dengan angka penetrasi aspal. Angka tersebut menyatakan tingkat kekerasan aspal atau tingkat konsistensi aspal. Aspal untuk lapis beton harus terdiri dari salah satu aspal keras dengan penetrasi 60/70 atau 80/100 yang seragam, tidak mengandung air apabila dipanaskan sampai dengan suhu 175°C tidak berbusa. semakin besar angka penetrasi aspal tingkat kekerasan aspal semakin rendah (aspal semakin buruk), sebaliknya semakin kecil angka penetrasi aspal tersebut maka tingkat kekerasan aspal semakin tinggi (aspal semakin semipadat atau padat).

Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun hasil buatan. Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan penyaringan sesuai SNI 03-4142-1996 harus mengandung bahan yang lolos saringan No.200 (75 *micron*) tidak kurang dari 75 % dari yang lolos saringan No. 30 (600 *micron*) dan mempunyai sifat *non-plastis*.

Agregat kasar untuk rancangan adalah yang tertahan saringan No. 8 (2,36 mm) dan haruslah bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki, Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan No. 8 (2,36 mm) sesuai SNI 03-6819-2002, agregat adalah batu pecah, kerikil, pasir atau fraksi halus, baik berupa hasil alam maupun hasil pengolahan.

Agregat yang digunakan pada campuran beraspal dapat berupa agregat alam atau agregat buatan. Agregat kasar dipasaran umumnya ada 2 jenis yaitu batu pecah atau biasa disebut *split*, dan koral. Batu pecah atau *split* memiliki permukaan yang kasar dimana telah melalui proses pemecahan berdasarkan ukuran yang ada dengan alat *Stone Crusher*, koral memiliki permukaan yang licin dimana hasil penambangannya terdapat di sungai yang dangkal dengan kedalaman antara 10 – 20 cm.

Dalam penelitian tahapan pelaksanaan seperti tergambar dalam bagan alir penelitian pada Gambar 2. Secara umum dalam penelitian dibuat alur kerja bergerak dari atas ke bawah, namun pergerakan dapat dibentuk atau dikontrol dengan pola dasar *flow chart* yang digunakan.

METODOLOGI

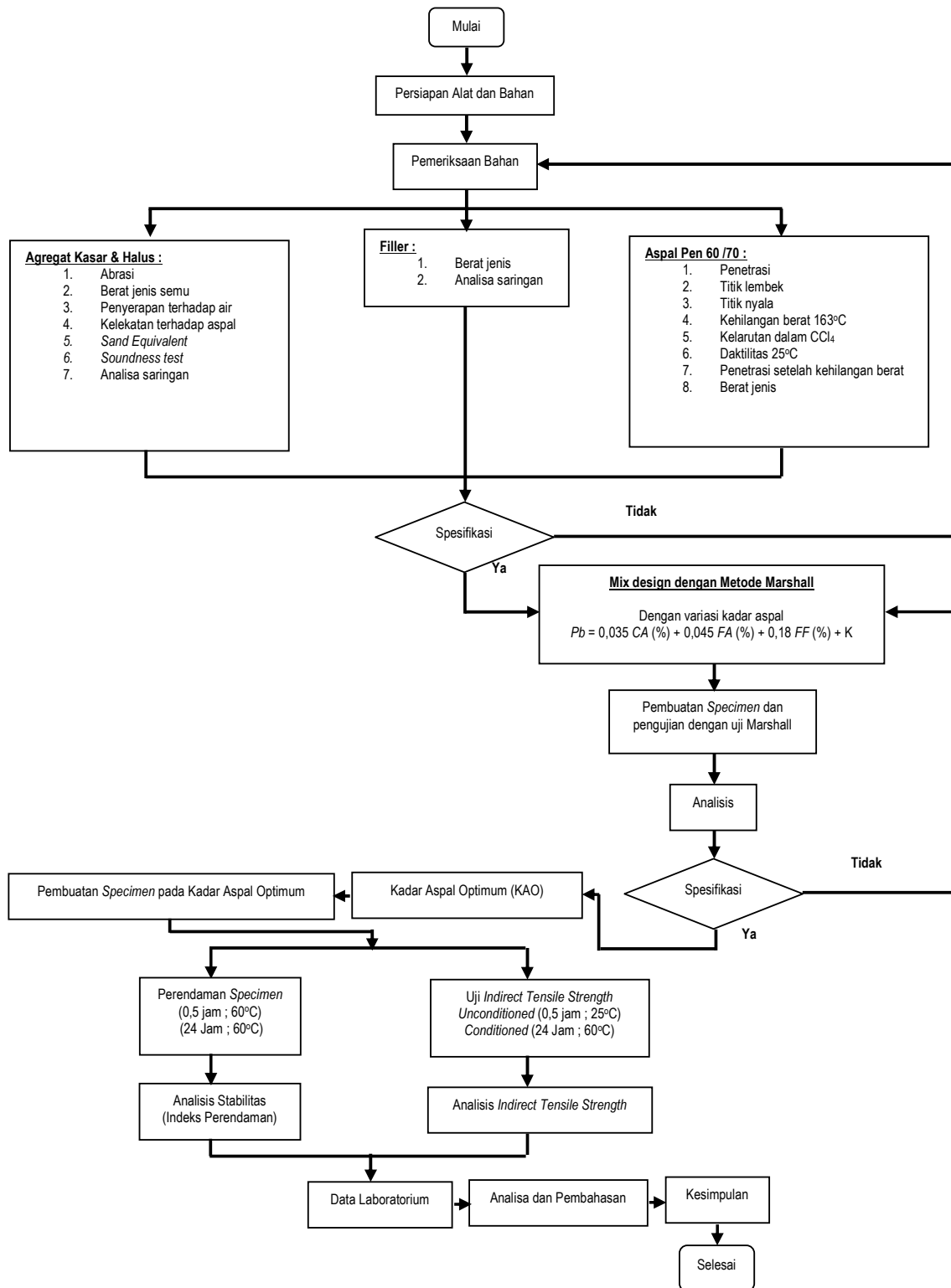
Tahapan Penelitian

Rancangan Specimen

Berdasarkan variasi persentase agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi (*filler*) serta variasi kadar aspal pada Gambar 2 bagan alir penelitian, maka variasi dan tipe serta jumlah total rancangan *specimen* ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan *specimen*

No	Tipe <i>specimen</i>	Banyak <i>specimen</i>
1	<i>Specimen</i> penentuan KAO untuk beberapa variasi kadar aspal dimulai 4,0 %, 4,5 %, 5,0 %, 5,5 %, 6,0 % dengan variasi agregat kasar dari beberapa campuran rencana sebagai berikut : - Campuran 1 (76 %, 20,5 %, 3,5%) - Campuran 2 (75 %, 20 %, 5,0 %) - Campuran 3 (74 %, 19,5 %, 6,5 %)	3 x 5 = 15 3 x 5 = 15 3 x 5 = 15
2	<i>Specimen</i> Marshall standar pada KAO dengan lama perendaman 0,5 jam pada suhu 60°C dan variasi agregat kasar sebagai berikut : - Campuran 1 (<i>Filler</i> Jembayan) - Campuran 2 (<i>Filler</i> Semen) - Campuran 3 lewat <i>restricted zone</i> (<i>Filler</i> Jembayan)	3 3 3
3	<i>Specimen</i> Marshall pada KAO dengan lama perendaman 24 jam pada suhu 60°C dan variasi agregat kasar sebagai berikut : - Campuran 1 (<i>Filler</i> Jembayan) - Campuran 2 (<i>Filler</i> Semen) - Campuran 3 lewat <i>restricted zone</i> (<i>Filler</i> Jembayan)	3 3 3
4	<i>Specimen Indirect Tensile Strenght</i> pada KAO dengan lama perendaman 24 jam pada suhu 60°C untuk <i>conditioned</i> dan variasi agregat kasar sebagai berikut : - Campuran 1 (<i>Conditioned & Unconditioned</i>) - Campuran 2 (<i>Conditioned & Unconditioned</i>) - Campuran 3 (<i>Conditioned & Unconditioned</i>)	6 6 6
	Total	81



Gambar 2 Bagan alir penelitian

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan agregat

Dalam penelitian ini agregat yang digunakan dari daerah setempat Kabupaten Kutai Kartanegara, adapun agregat kasar (*split*) berasal dari Desa Jembayan Kecamatan Loa Kulu dan agregat halus (pasir) berasal dari sungai Mahakam yang mengalir wilayah Kecamatan Tenggarong dimana proses pengambilan dari dasar sungai dengan menggunakan mesin penyedotan. Adapun bahan pengisi (*filler*) dipergunakan dari Jembayan Tenggarong. Dari hasil pemeriksaan laboratorium untuk sifat fisik agregat kasar dan halus serta bahan pengisi (*filler*) dapat dilihat pada Tabel 2.

Pada pelaksanaan penelitian ini parameter uji yang dilaksanakan adalah pengujian sifat fisik bahan penyusun lapisan perkerasan berupa agregat dan aspal berdasarkan pada spesifikasi Bina Marga dan Depkimpraswil (2007), dengan meninjau penggunaan metode Marshall untuk lalu lintas berat (jumlah penumbukan 2 x 75) untuk menguji nilai stabilitas dan durabilitas komposisi campuran *Asphalt Concrete – Base*.

Analisa selanjutnya dengan meninjau parameter *Properties* Marshall serta membandingkan spesifikasi komposisi campuran beton aspal (AC) Depkimpraswil (2007), dan mengetahui besar ketahanan yang dimiliki aspal AC – *Base* 60 / 70 dengan parameter uji *Indirect Tensile Strength*.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan agregat

No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil	Syarat	Ket
Agregat kasar					
1	Abrasi dengan mesin Los Angeles	%	26	Maks, 40	Terpenuhi
2	Kelekatan agregat terhadap aspal	%	97	Min, 95	Terpenuhi
3	Berat jenis <i>bulk</i>	–	2,608	≥ 2,5	Terpenuhi
4	Penyerapan (<i>Absorpsi</i>)	%	1,737	< 3	Terpenuhi
Agregat halus					
1	<i>Sand Equivalent</i>	%	95,12	> 50	Terpenuhi
2	Berat jenis bulk	–	2,552	≥ 2,5	Terpenuhi
3	Penyerapan (<i>Absorpsi</i>)	%	1,133	< 3	Terpenuhi
Pengisi (<i>Filler</i>)					
1	Berat jenis Ex. Jembayan	–	2,539	≥ 2,5	Terpenuhi
2	Berat jenis semen	–	3,151	≥ 2,5	Terpenuhi

Sumber : Depkimpraswil (2007)

Pemeriksaan aspal

Aspal sebagai bahan pengikat agregat dan sesama aspal, pengisi rongga agregat, pelincin pada campuran, dan sebagai bahan kedap terhadap resapan air pada rongga butiran

agregat yang dipergunakan pada penelitian berasal dari aspal pertamina dengan penetrasi 60 – 70. Dari hasil pemeriksaan laboratorium untuk sifat fisik aspal dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil pemeriksaan aspal 60 /70

No	Jenis pengujian	Satuan	Hasil	Syarat	Ket
1	Penetrasi 25°C, 100 gr, 5 detik	0,1 mm	62,2	60 – 79	Terpenuhi
2	Titik lembek	°C	48	48 – 58	Terpenuhi
3	Titik nyala	°C	346	Min, 200	Terpenuhi
4	Daktilitas 25°C, cm/menit	°C	> 100	Min, 100	Terpenuhi
5	Berat jenis (25°C)	–	1,030	Min, 1	Terpenuhi
6	Kelarutan dalam (CCL ₄)	% berat	99,455	Min, 99	Terpenuhi
7	Kehilangan berat (163°C, 5 jam)	% berat	0,050	Maks, 0,8	Terpenuhi
8	Penetrasi setelah kehilangan berat	% asli	82,0	Min, 54	Terpenuhi

Sumber : Depkimpraswil (2007)

Hasil pengujian agregat di laboratorium yang terlihat pada Tabel 2 di atas memenuhi keseluruhan persyaratan berdasarkan ketentuan spesifikasi sehingga layak dipergunakan sebagai bahan campuran AC – Base. Serta hasil pengujian aspal di laboratorium yang terlihat pada Tabel 3 di atas memenuhi keseluruhan persyaratan berdasarkan ketentuan spesifikasi sehingga layak dipergunakan sebagai bahan campuran AC – Base.

Hasil pengujian Marshall campuran awal

Dalam beberapa variasi campuran perkerasan beraspal (*specimen*) penentuan kadar aspal optimum merupakan parameter yang harus diketahui agar dalam pencampuran komposisi aspal dan agregat memberikan kinerja yang bagus untuk perkerasan. Kadar aspal optimum AC – Base yang digunakan dimulai dari 4,0 % ; 4,5 % ; 5,0 % ; 5,5 % ; 6,0 %. Untuk setiap variasi kadar aspal dibuat minimal tiga buah *specimen* (*triplo*).

Berdasarkan hasil pengujian Marshall campuran awal, maka akan diperoleh nilai kadar aspal optimum sebagai kadar aspal yang dipergunakan untuk komposisi pembuatan *specimen* lanjutan serta mengetahui nilai kekuatan sisa Marshall

Hasil pengujian Marshall indeks perendaman (Durabilitas)

Umumnya untuk mengukur durabilitas / keawetan campuran perkerasan jalan (*specimen*) dilakukan uji perendaman di dalam air dengan *water bath* pada temperatur 60° C. variasi waktu lama perendaman adalah 0,5 jam dan 24 jam. Hasil pengujian akan mengetahui nilai Indeks Perendaman (IP) yang merupakan perbandingan antara nilai stabilitas pada perendaman 24 jam dengan nilai stabilitas pada perendaman 0,5 jam yang dinyatakan dengan satuan persen.

Tabel 4 Nilai Indeks Perendaman (IP) dari setiap variasi campuran

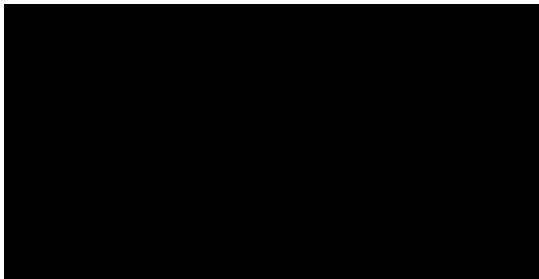
No	Komposisi campuran 2	Stabilitas (kg) pada perendaman		Indeks perendaman (IP) = (S ₂ / S ₁) x 100 %
		0,5 jam (S ₁)	24 jam (S ₂)	
1	Filler Jembayan	1145,0	1135,8	99,194
2	Filler Jembayan ⁽¹⁾	1225,0	1183,1	96,577
3	Filler semen	1238,6	1170,8	94,522

Catatan : Gradasi yang melewati *Restricted zone*

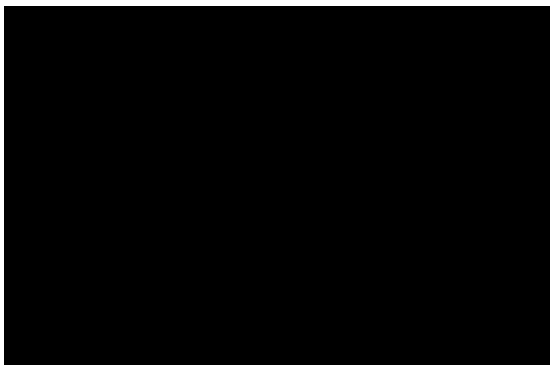
Menentukan kadar aspal optimum

Menentukan kadar aspal optimum pada campuran sangat penting karena campuran dengan kadar aspal yang minim akan bersifat dan terlihat kering yang berakibat campuran perkerasan mudah mengalami retak – retak dan jika kadar aspal yang berlebihan maka campuran mudah mengalami deformasi permanen.

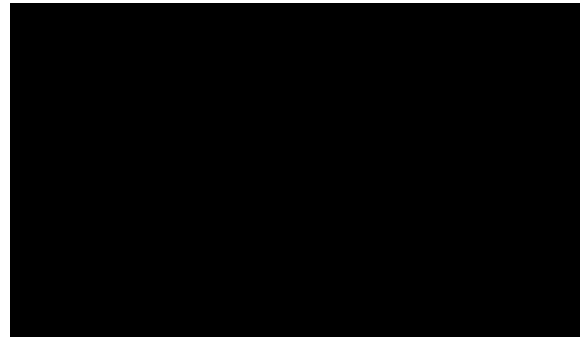
Kadar aspal optimum ditentukan dengan pembuatan grafik, yaitu dengan cara memilih *range* (rentang) kadar aspal yang memenuhi persyaratan dari Marshall *properties*, Menentukan kadar aspal optimum secara grafik ditampilkan pada Gambar 3, Gambar 4 dan Gambar 5. di bawah berdasarkan masing – masing *specimen*.



Gambar 3. Penentuan kadar aspal optimum variasi campuran 1



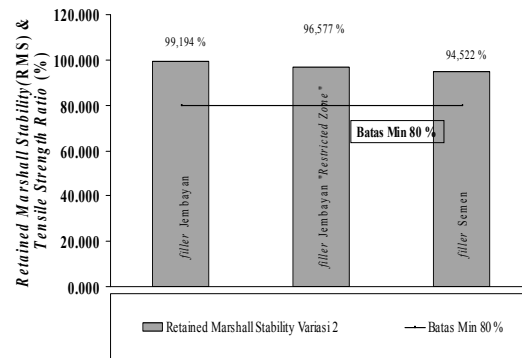
Gambar 4. Penentuan kadar aspal optimum variasi campuran 2



Gambar 5. Penentuan kadar aspal optimum variasi campuran 3

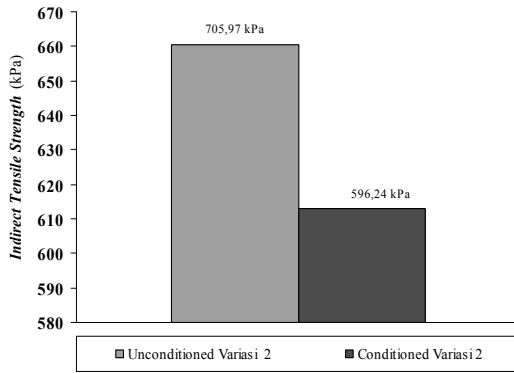
Hasil Marshall Indeks perendaman dan *Indirect Tensile Strength*

Umumnya untuk mengukur durabilitas / keawetan campuran perkerasan jalan (*specimen*) dilakukan uji perendaman di dalam air dengan *water bath* pada temperatur 60° C. variasi waktu lama perendaman adalah 0,5 jam dan 24 jam dan untuk mengukur kohesivitas material aspal terhadap campuran perkerasan (*specimen*) yang telah dipadatkan dan dilakukan uji tarik tak langsung (*indirect tensile strength*).



Gambar 6. Nilai Indeks Perendaman dan *Tensile Strength Ratio*

Pada Gambar 6 menunjukkan hasil pengujian Indeks Perendaman dan *Tensile Strength Ratio* memenuhi persyaratan yang mengindikasikan bahwa campuran perkerasan memiliki tingkat durabilitas (kekuatan dan keawetan) dan memiliki ketahanan menerima beban.



Gambar 7 Nilai *Indirect Tensile Strength*

Pada Gambar 7 menunjukkan hasil pengujian *Indirect Tensile Strength conditioned* mengalami penurunan jika dibandingkan dengan *specimen* yang tidak mengalami proses *vacuuming* dan perendaman (*unconditioned*).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa yang telah dilaksanakan pada campuran perkerasan AC – *Base* diambil kesimpulan bahwa penelitian yang dilaksanakan pada campuran AC – *Base* dengan pemakaian agregat kasar Desa Jembayan, agregat halus Tenggarong sungai Mahakam, serta bahan pengisi (*filler*) abu batu Jembayan dan Celerang Yogyakarta sebagai bahan susun campuran untuk lalu lintas berat > 1 juta ESA secara umum memenuhi syarat spesifikasi Depkimpaswil (2007).

Pada penelitian ini disadari masih belum maksimal dari yang diharapkan dan untuk kelanjutan penelitian ada beberapa hal yang perlu dikembangkan untuk lebih maksimalnya penelitian ini yaitu perlunya penelitian lanjutan dengan pemakaian agregat kasar (*split*) Jembayan dan agregat halus Tenggarong, serta bahan pengisi (*filler*) abu batu Jembayan dengan berbagai jenis beton aspal campuran panas.

DAFTAR PUSTAKA

Asphalt Institute, 1996, "*Superpave Mix design*", Superpave Series No. 2 (SP – 2)

Departemen Pekerjaan Umum, 1983, "*Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Pondasi Atas*" (Laston Atas), Direktorat Jenderal Bina Marga.

Departemen Pekerjaan Umum, 2007, "*Pelatihan Teknisi Laboratorium Dinas PU Prasarana Wilayah Kabupaten Lombok Barat*", Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Badan Penelitian dan Pengembangan.

Depkimpraswil, 2007, "*Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan*", Devisi 6 Perkerasan Aspal, Pusjatan – Puslitbang Pekerjaan Umum

www.kutaikartanegara.com

