

UPAYA MENINGKATKAN MUTU CAMPURAN LASBUTAG MIKRO DENGAN MEMANASKAN AGREGAT DAN MENCAMPURKAN BAHAN PEREMAJA

Hudan Rahmani

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Palangka Raya

Jl. RTA. Milono, Palangka Raya

Hp. +628125024488

Fax. (0536) 3222184

rahmani_hudan@yahoo.com

Desriantomy

Fakultas Teknik

Universitas Palangka Raya

Jl. Yos Sudarso, Palangka Raya

Hp. +6281352766899

Fax. (0536) 3226487

desriantomy@yahoo.co.id

Abstract

The purpose of this research is to test probably used a method by use of the nature of physics asbuton that is sensitive to heat (temperature susceptibilty) during the implementation of micro lasbutag work , in the hope of the quality of a mixture of produced better than the quality of blending on a method of mixing cold (mix) cold .The research was done by making the draft a mixture of test objects micro lasbutag to a wide variety total bituminous levels in a mixture through a calculation .Next aggregate varying temperature and materials peremaja (a modifier) at a temperature of pre mixing particular and compacting a mixture of objects such tests at a given temperature also .Testing test against objects to obtain data or the parameters of the research was done with a marshall .The higher temperature pre mixing and solidification , are steadily declining value flexiblitas or rising stiffness a mixture of value .In other words a mixture of becoming more brittle (easily broken) . This is caused by the degree of oxidation relatively the higher pecampuran to the process of bunker oil , kerosene and other ingredients contained in volatile peremaja and malthene contained in micro asbuton bituminous

Keywords : modifier, Marshall

Abstrak

Tujuan dari Penelitian ini adalah untuk menguji kemungkinan digunakan metode dengan memanfaatkan sifat fisika Asbuton yang peka terhadap panas (temperature susceptibilty) pada pelaksanaan pekerjaan Lasbutag Mikro, dengan harapan mutu campuran yang dihasilkan lebih baik dari mutu campuran pada metode pencampuran dingin (cold mix). Penelitian dilakukan dengan membuat rancangan campuran benda uji Lasbutag Mikro pada berbagai variasi total kadar bitumen dalam campuran melalui suatu perhitungan. Selanjutnya memvariasikan temperatur agregat dan bahan peremaja (modifier) pada temperatur pra pencampuran tertentu dan memadatkan campuran benda uji tersebut pada temperatur tertentu pula. Pengujian terhadap benda uji guna memperoleh data atau parameter penelitian dilakukan dengan alat Marshall. Semakin tinggi temperatur pra pencampuran dan pemadatan, semakin berkurang nilai flexiblitas atau semakin bertambah nilai kekakuan campuran. Dengan kata lain campuran menjadi lebih getas (mudah patah). Hal ini disebabkan oleh tingkat oksidasi yang relatif semakin tinggi pada proses pecampuran terhadap *bunker oil*, minyak tanah dan bahan lainnya mudah menguap yang terkandung pada peremaja serta *Malthene* yang terkandung pada bitumen Asbuton Mikro.

Kata kunci : bahan peremaja, Marshall

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pada saat ini metode pencampuran yang lazim dipakai pada proyek yang menggunakan Lasbutag Mikro sebagai bahan lapisan perkerasan jalan, terutama pada Proyek Peningkatan

Jalan Kabupaten adalah metode pencampuran dingin (Cold Mix) Hal ini selain disebabkan oleh keterbatasan sarana kerja Kontraktor yang minim dan Proyek tersebut berskala kecil dar kuantitas maupun biaya, sehingga Kontraktor yang menangani proyek umumnya berkualifikasi bahkan C, juga disebabkan oleh adanya asumsi bahwa metode pencampuran dingin (Cold Mix) masih cukup layak untuk diterapkan pada jalan kabupaten karena jalan tersebut mempunyai nilai LHR (Lalu Lintas Harian Rata-rata) yang relatif masih kecil.

Kondisi tersebut adalah sesuatu yang potensial bagi usaha-usaha untuk lebih memasyarakat penggunaan Aspal Buton sebagai sumber daya alam negara kita yang dapat berperan serta bagi penghematan devisa negara dan dalam rangka mengantisipasi tantangan masa depan dari pembinaan jaringan jalan di tanah air, serta bagi pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang Ilmu Teknik Sipil khususnya bidang transportasi. Karena sifat fisika Aspal Buton yang peka terhadap proses pemanasan (*temperature susceptibility*) menjadi terabaikan atau belum tergalikan secara optimal.

Pada dasarnya peningkatan jalan LHR (Lalu Lintas Harian Rata-rata) dari suatu jalan akibat meningkatnya jumlah penduduk, volume aktivitas sosial dan ekonomi dari masyarakat pengguna jalan, adalah pemberi kontribusi yang cukup besar terhadap berkurangnya masa pelayanan jalan (umur rencana jalan).

Pada jalan yang menggunakan Lasbutag Mikro sebagai bahan konstruksi perkerasannya, selain faktor tersebut diatas komponen bahan campuran dan metode pencampuran di lapangan yang memakai Metode Pencampuran Dingin (Cold Mix) juga turut berpengaruh terhadap pendeknya masa pelayanan jalan tersebut.

Pada Metode Pencampuran Dingin (*Cold Mix*) seluruh komponen campuran Lasbutag Mikro yaitu agregat kasar, agregat halus, Asbuton Mikro dan Bahan Peremaja (*Modifier*) dicampur dalam keadaan dingin. Hal tersebut berarti sifat fisika Asbuton terhadap proses pemanasan (*temperature susceptibility*) yang mungkin dapat meningkatkan mutu campurannya menjadi terabaikan, selain itu variasi kadar air dari agregat kasar dan halus juga dapat berpengaruh besar terhadap mutu campuran Lasbutag Mikro. Serta faktor penting lainnya yang berpengaruh terhadap hasil akhir yaitu berat alat pemadat, jenis alat pemadat dan cara pemadatan.

Tujuan dan Batasan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin diperoleh pada penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh pemanasan pada campuran Agregat dan Bahan peremaja sebagai upaya untuk meningkatkan mutu campuran Lasbutag Mikro.
2. Untuk mengetahui pengaruh pengaruh temperature pemanasan pracampuran dan pemadatan terhadap nilai flexibilitas atau nilai kekakuan campuran.

Karena permasalahan pada penelitian ini dirasa sangat kompleks dan adanya keterbatasan dari peneliti maka penelitian ini perlu dibatasi.

Untuk membatasi subjek penelitian dan memberikan langkah-langkah yang sistematis dalam penelitian, campuran Lasbutag Mikro dibuat dengan komposisi campuran tertentu seideal mungkin, serta dipanaskan dan dipadatkan pada variasi temperatur tertentu.

Selanjutnya dicoba mempelajari pengaruh yang terjadi akibat proses pemanasan pra pencampuran dan pemadatan terhadap sifat-sifat campuran Lasbutag Mikro yang meliputi :

- Stabilitas Marshal (*Marshall Stability*)
- Kelelahan Plastis (*Marshall Flow*)

- Kuosien Marshall (*Marshall Quotient*)
- Rongga Udara Potensial/ Rongga Udara Dalam Campuran (Air Void)

TINJAUAN PUSTAKA

Asbuton dan Asbuton Mikro

Asbuton adalah singkatan dari Aspal Batu Buton yaitu aspal alam yang berbentuk bongkahan hingga butiran halus bercampur dengan mineral lain yang diperoleh di daerah perbukitan dan gunung di Pulau Buton. Sehingga berdasarkan tempat diperolehnya, Asbuton tergolong Aspal Gunung (*Rock Asphalt*) yang hanya terdapat disatu tempat di dunia yaitu di pulau Buton Sulawesi Tenggara. Adapun golongan lain berdasarkan tempat diperoleh aspal alam adalah Aspal Danau (*lake Asphalt*), yaitu aspal alam yang terkumpul di permukaan bumi yang rendah (daerah cerukan) sehingga kumpulan aspal tersebut menyerupai sebuah danau. Aspal Danau (*lake Asphalt*, ini hanya terdapat di Trinidad dan Bermuda.

Menurut kadar bitumen yang dikandungnya jenis produk Asbuton dapat diklarifikasikan seperti berikut ini :

1. Asbuton B. 10 mempunyai kadar bitumen 10% (9-11 %)
 2. Asbuton B. 13 mempunyai kadar bitumen 13% (11,5-14,5%)
 3. Asbuton B. 16 mempunyai kadar bitumen 16% (15-17%)
 4. Asbuton B.20 mempunyai kadar bitumen 20% (17,5-22,5%)
 5. Asbuton B.25 mempunyai kadar bitumen 25% (25-27%)
 6. Asbuton B.30 mempunyai kadar bitumen 30% (27,5-32,5%)
- (MBT Utama, 1991, h. 25)

Dari penelitian yang dilakukan di laboratorium oleh Direktorat Penyelidikan Masalah Tanah dan Jalan, diketahui bahwa Asbuton mempunyai sifat fisika yaitu sifat yang peka terhadap panas (*temperature susceptibility*) seperti berikut ini :

1. Sampai suhu 30°C, agak plastis, rapuh dan mudah pecah
2. Antara suhu 30°C - 60°C, agak plastis sukar pecah
3. Antara suhu 60°C - 100°C, plastis sukar pecah bila dipukul akan menjadi lempengan.
4. Apabila dipanaskan lebih dari 100°C, akan ambyar atau hancur (Dalimin 1980, h. 22)
5. Pada suhu + 2 89°C, Asbuton akan terbakar (MET Utama 1991, h. 24).

Sifat Fisika yang peka terhadap panas inilah yang akan diteliti terhadap mutu campuran Lasbutag Mikro.

Agregat

Secara umum agregat adalah batu pecah kerikil pasir atau komposisi material lainnya baik berupa hasil alam maupun hasil pengolahan (pemecahan penyaringan) yang merupakan bahan utama untuk konstruksi jalan, beton pondasi (ballast) jalan kereta api dan lain sebagainya. (Bina Marga No. 12/PT/B/1983,1983).

Bahan Peremaja

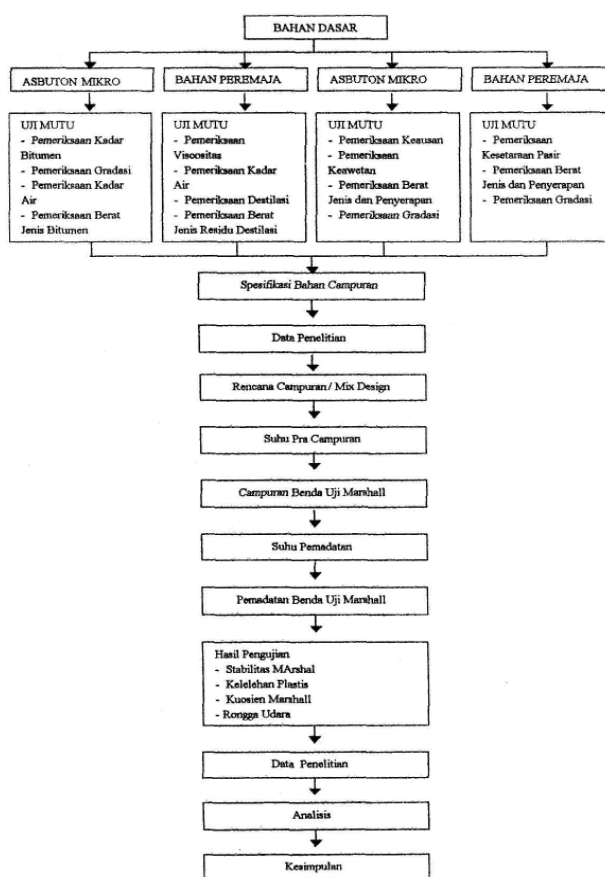
Penggunaan bahan peremaja (*modifier*) bertujuan untuk mengaktifkan kembali bitumen yang terkandung dalam partikel Asbuton agar menjadi lembek atau paling tidak dapat menyamai aspal minyak penetrasi 60/70. Sehingga dapat berfungsi sebagai perekat yang tahan lama (awet) dan tidak getas. (Gompul Dairi, 1991, h. 11). Bahan peremaja (*modifier*)

adalah campuran dari aspal minyak, minyak tanah dan minyak berat dengan komposisi tertentu serta mempunyai sifat teknis tertentu pula.

Aspal minyak diperlukan dalam bahan peremaja (*modifier*) karena bitumen Asbuton banyak mengandung malthene sehingga diperlukan penambahan asphaltene dari aspal minyak, selain sebagai bahan penyelimutan awal terhadap agregat. Minyak berat berfungsi untuk meremajakan bitumen asbuton yang keras menjadi lunak dan tahan lama serta menjadi bagian dari total kadar aspal dalam campuran. Minyak berat menurut Spesifikasi Umum (1992) adalah *bunker oil*, *flux oil* dan minyak mesin bekas. Sedangkan minyak tanah berfungsi sebagai pelarut (*cutter*) sehingga bitumen cepat keluar dari partikel Asbuton dan bergabung dengan aspal minyak sebagai perekat (*adhesive*) antar butiran agregat.

METODE PENELITIAN

Penelitian dimulai dengan melakukan pengujian mutu terhadap asbuton mikro dan bahan peremaja. setelah spesifikasi dipenuhi, kemudian ditentukan komposisi Lasbutag Mikro seideal mungkin. Selanjutnya dipanaskan dan dipadatkan pada variasi temperatur yang ditentukan. Pembuatan benda uji dilanjutkan dengan pemeriksaan karakteristik Marshall untuk kemudian dilakukan analisis dan pengambilan kesimpulan.



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

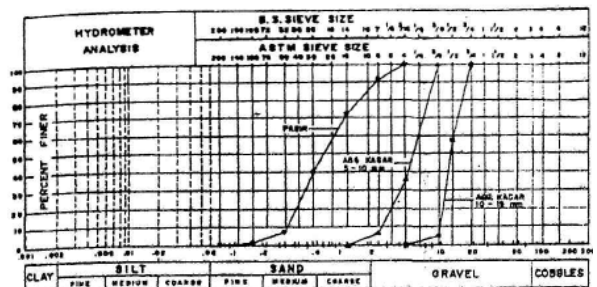
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pemeriksaan

1. Keausan dan Keawetan Agregat
 - Hasil Pemeriksaan Keawetan Agregat didapat rata-rata 23,74 %
 - Hasil Pemeriksaan Keawetan Agregat didapat rata-rata 7,86 %
2. Pemeriksaan Herat Jenis dan Penyerapan Agregat
3. Pemeriksaan Kadar Lempung
4. Pemeriksaan gradasi / analisa saringan Agregat

Tabel 1 Gradasi Agregat Kasar dan Agregat Halus

Ukuran Saringan	% Lolos rata - rata		
	Pasir Marlapura	Agregat Kasar 5 - 10mm	Agregat Kasar 10 - 19mm
¾"	-	-	100,00
½"	-	-	57,92
No.4	100,00	100,00	5,25
No.8	90,12	32,76	0,00
No. 16	72,29	7,09	-
No. 30	40,07	0,00	-
No.50	7,93	-	-
No. 100	1,	-	-
No.200	1,14	-	-



Gambar 1 Agregat Kasar dan Agregat Halus

5. Pemeriksaan gradasi berat volume
6. Pemeriksaan gradasi/analisa saringan Asbuton Mikro

Tabel 2 Gradasi Asbuton Mikro B. 25

Ukuran Saringan	% Lolos rata-rata	Batasan spesifikasi
¾"	-	-
½"	-	-
3/8"	-	-
No.4	100,00	100,00
No. 8	99,11	98-100
No. 16	95,59	-
No.30	86,02	85-100
No.50	55,70	50-85
No. 100	48,53	-
No.200	34,25	30-60

7. Pemeriksaan Kadar Bitumen Asbuton Mikro
 - Setelah diselidiki kadar bitumen pada Asbuton Mikro dengan metode ekstraksi reflux berdasar AASHTO T 164-76 diperoleh kadar bitumen rata-rata sebesar 24,80%, adapun jenis Asbuton Mikro yang dipakai pada pemeriksaan ini adalah jenis B.25

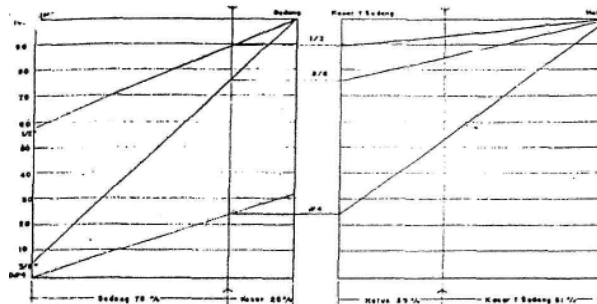
Rencana Mix Design Benda Uji

1. Penentuan proporsi Asbuton Mikro berdasarkan tebal maka diperoleh nominalnya sebesar 14 % dan dari hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan baik agregat kasar maupun halus diperoleh nilai penyerapan (absorpsi) yang besarnya berkisar 1,36 % - 3,10 % yaitu 4 %.

2. Penentuan Proporsi Nominal Agregat.

Hasil:

- Agregat Kasar 10 - 19 mm = $0.25 \times 61 \% = 15.3 \%$
- Agregat Kasar 5 - 10 mm = $0.75 \times 61 \% = 45.7 \%$
- Mineral Asbuton Mikro = 10.5 %
- Pasir = $39\% - 10,5\% = 28.5 \%$



Gambar 2 Penentuan Proporsi Agregat Cara Bujur Sangkar (Grafis)

3. Penentuan Campuran Nominal Benda Uji

Proporsi campuran nominal benda uji dapat ditentukan sebagai hasil akhir dari tahapan-tahapan di atas dengan hasil sebagai berikut:

- Asbuton = 14.0%
- Agregat Kasar 10-19 mm = 24.8%
- Agregat Kasar 5-1 mm = 29,3%
- Pasir = 27.9%
- Bahan peremaja (modifier) = 4.0%

4. Variasi Campuran Benda Uji

Variasi campuran benda uji ditetapkan dengan nilai bahan peremaja (modifier) setara nilai campuran nominal, 1 % dibawah nominal dan 1,5 % diatas nominal dengan interval 0.5 %, selanjutnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3 Proporsi Campuran Benda Uji

Material	Proporsi Campuran Benda Uji (%)					
	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
Asbuton Mikro	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
Agregat Kasar 10-19	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8
Agregat Kasar 5-10	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3
Pasir	28.9	28.4	27.9	27.4	26.9	26.4
Bahan Peremaja	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5

PENGUJIAN BENDA UJI DAN HASIL PENGUJIAN

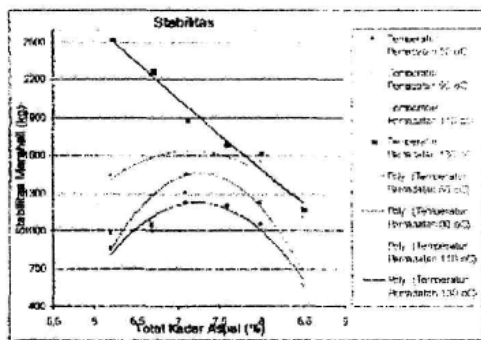
Setelah pemeriksaan bahan dan penentuan proporsi campuran benda uji selesai, dilakukan pembuatan benda uji yang dikondisikan pada 4 (empat) temperatur pra pencampuran dan pemadatan seperti yang telah direncanakan sebelumnya.

Pengujian benda uji paket pertama dilakukan dengan pengujian Marshall yang dimodifikasi (AASHTO T245-82) untuk menghasilkan campuran yang akan diteliti dan sebagai pembanding untuk pengujian paket-paket benda uji selanjutnya.

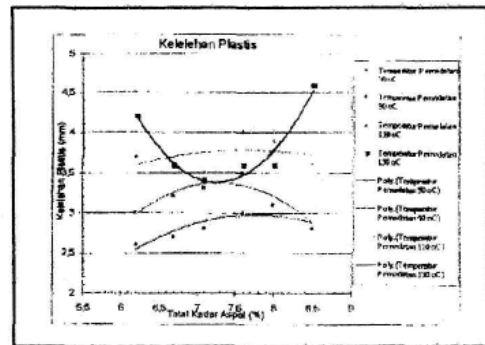
Yang dimaksud pengujian Marshall yang dimodifikasi (AASHTO T245-82) adalah bahan campuran benda uji (Briket Marshall) Asbuton Mikro, agregat dan bahan peremaja sebelum dicampur dipanaskan pada temperatur 64°C- serta dipadatkan (ditumbuk) sebanyak 125 kali setiap sisinya pada temperatur 50°C sebagai prosedur standar pengujian Lasbutag Mikro Campuran dingin (cold mix).

Paket-paket benda uji selanjutnya tetap dipadatkan (ditumbuk) sebanyak 125 kali pada setiap sisinya, dengan variasi temperatur pra pencampuran dan pemadatan sebagai berikut :

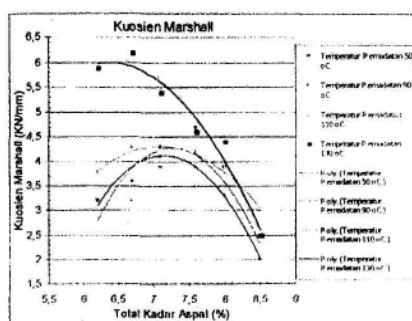
- Temperatur pra pencampuran 104°C, temperatur pemadatan 90°C
- Temperatur pra pencampuran 124°C, temperatur pemadatan 110°C
- Temperatur pra pencampuran 144°C, temperatur pemadatan 130°C



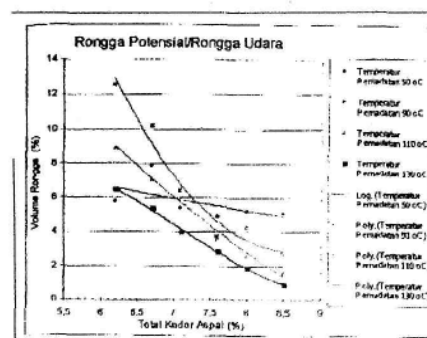
Gambar 3 Hubungan antara Stabilitas Marshall dan Total Kadar Aspal dalam Campuran



Gambar 4 Hubungan antara Kelelahan Plastis dan Total Kadar Aspal dalam Campuran



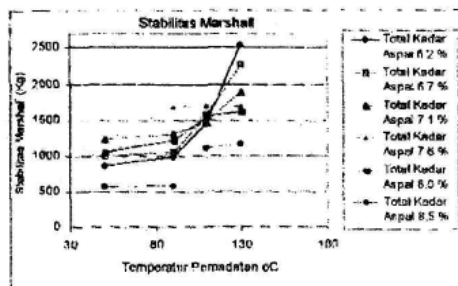
Gambar 5 Hubungan Antara Kuasion Marshall dan Total Kadar Aspal dalam Campuran



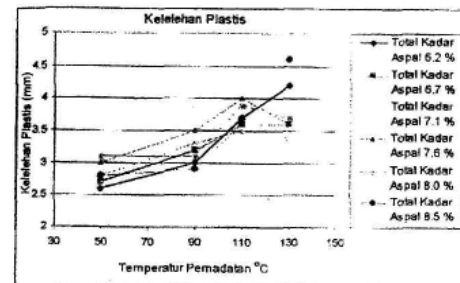
Gambar 6 Hubungan antara Rongga Udara Potensial /Rongga Udara dan Total Kadar Aspal dalam Campuran

Tabel 4 Rangkuman Hasil Pengujian Marshall

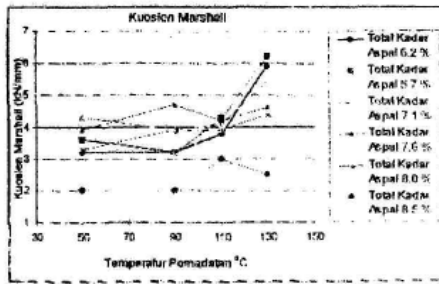
Temperatur Pematatan	No. Benda Uji	BJBulk Camp.	Rongga Potensial/ Rongga Udara	Stabilitas Marshall	Kelelahan plastis	Kuosien Marshall	Penyerapan Aspal	Ketebalan Film Aspal	Kadar Aspal Efektif
		(gr/cc)	(%)	(Kg)	(mm)	(KN/mm)	(%)	(μ m)	(%)
50° C	I	2.261	5.8	857	2.6	3.2	1.0	7.7	5.2
	II	2.195	7.9	998	2.7	3.6	1.0	8.5	5.7
	III	2.242	5.4	1226	2.8	4.3	1.0	9.2	6.1
	IV	2.238	4.9	1203	3.0	3.9	1.0	10.0	6.6
	V	2.217	5.2	1054	3.1	3.3	1.0	10.7	7.0
	VI	2.206	5.1	574	2.8	2.0	1.0	11.5	7.5
90° C	I	2.101	12.5	980	3.0	3.2	1.0	7.7	5.2
	II	2.141	10.2	1048	3.2	3.2	1.0	8.5	5.7
	III	2.218	6.4	1308	3.3	3.9	1.0	9.2	6.1
	IV	2.267	3.7	1673	3.5	4.7	1.0	10.0	6.6
	V	2.240	4.3	1224	3.1	3.9	1.0	10.7	7.0
	VI	2.259	2.8	583	2.9	2.0	1.0	11.5	7.5
110° C	I	2.187	8.9	1451	3.7	3.8	1.0	7.7	5.2
	II	2.214	7.1	1572	3.6	4.3	1.0	8.5	5.7
	III	2.220	6.4	1464	3.5	4.1	1.0	9.2	6.1
	IV	2.268	3.6	1702	4.0	4.2	1.0	10.0	6.6
	V	2.280	2.6	1551	3.9	3.9	1.0	10.7	7.0
	VI	2.281	1.9	1108	3.6	3.0	1.0	11.5	7.5
110° C	I	2.244	6.5	2528	4.2	5.9	1.0	7.7	5.2
	II	2.254	5.4	2277	3.6	6.2	1.0	8.5	5.7
	III	2.276	4.0	1887	3.4	5.4	1.0	9.2	6.1
	IV	2.286	2.9	1689	3.6	4.6	1.0	10.0	6.6
	V	2.296	1.9	1615	3.6	4.4	1.0	10.7	7.0
	VI	2.303	0.9	1165	4.6	2.5	1.0	11.5	7.5



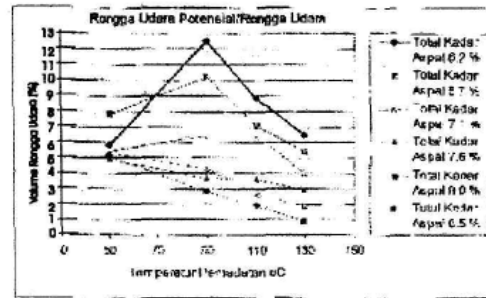
Gambar 7 Hubungan Antara Stabilitas dan Temperatur Pematatan Yang Berbeda pada Total Kadar Bitumen Tertentu



Gambar 8 Hubungan Antara Kelelahan Plastis dan Temperatur Pematatan yang Berbeda pada Total Kadar Bitumen Tertentu



Gambar 9 Hubungan Antara Kousien Marshall dan Temperatur



Gambar 10 Hubungan Antara Volume Rongga dan Temperatur Pematatan yang Berbeda pada Total Kadar Bitumen Tertentu

PENUTUP

Kesimpulan

Apabila dilakukan perencanaan campuran yang lebih teliti serta kontrol yang ketat terhadap perubahan sumber material, pelaksanaan di lapangan dapat dilakukan dengan metode campuran hangat (90° C) maupun metode campuran panas (110° C) tanpa harus dilakukan perubahan komposisi dalam bahan peremaja (*modifier*). Semakin tinggi temperatur pra pencampuran dan pematatan, semakin berkurang nilai flexibilitas atau semakin bertambah nilai kekakuan campuran. Dengan kata lain campuran menjadi lebih getas (mudah patah). Hal ini disebabkan oleh tingkat oksidasi yang relatif semakin tinggi pada proses pecampuran terhadap *bunker oil*, minyak tanah dan bahan lainnya mudah menguap yang terkandung pada peremaja serta *Malthene* yang terkandung pada bitumen Asbuton Mikro.

Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah ditarik dari hasil penelitian tentang campuran HRS-WC menggunakan agregat daur ulang, saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut.

1. Perlu penelitian lebih lanjut berkaitan dengan efektivitas penggunaan agregat dari daur ulang sisa pengujian kuat tekan beton.
2. Perlu dicoba komposisi agregat kasar dan halus yang lebih variatif, agar menghasilkan nilai flow dan VIM yang berada di atas batas bawah spesifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah. 1998. *Pemamfaatan Asbuton Untuk Lasbutag dan Latasbusir*. Subdit Penyusunan Standar Direktorat Bina Teknik. Jakarta.
- Abdullah. 1998. *Mencampur Ulang Untuk Memperbaiki Mutu Lasbutag Campuran Halus*. Jakarta.
- Anonim. 1991. *Diklat Latihan Keterampilan Asisten Teknis (Aspal)*. PT. Mektan BabakanTujuh. Bandung.

- , 1991. *Diktat Pelatihan Quality Control Pekerjaan Jalan (Teori Perencanaan Perkerasan)*. PT. Mektan Babakan Tujuh. Bandung.
- , 1991. *Diktat Pelatihan Quality Control Pekerjaan Jalan (Petunjuk Praktikum Pemeriksaan Bahan)*. PT. Mektan Babakan Tujuh. Bandung.
- , 1991. *Diktat Pelatihan Quality Control Pekerjaan Jalan (Perencanaan CampuranAspal)*. PT. Mektan Babakan Tujuh. Bandung.
- Bina Marga. 1976. *Manual Pemeriksaan Bahan Jalan*. Direktorat Jenderal Bina Marga. Jakarta.
- Bina Marga. 1983. *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Asbuton Agregat (Lasbutag) No.09/PT/B/1983*. Direktorat Jenderal Bina Marga. Jakarta.
- Bina Marga. 1992. *Spesifikasi Umum (Buku 3)*. Direktorat Jenderal Bina Marga. Jakarta.
- Bina Marga. 1994. *Spesifikasi Khusus (Suplemen Buku 3) Seksi 6.4.A*. Direktorat Jenderal Bina Marga. Jakarta.
- Bina Marga. 1999. *Spesifikasi Lasbutag dan Latasbusir dengan Asbuton Mikro Seksi 6.4.A (konsep, disiapkan untuk konsensus)*. Direktorat Jenderal Bina Marga. Jakarta.
- Dalimin. 1980. *Pelaksanaan Perkerasan Jalan Kontruksi Asbuton*. Lestari. Jakarta.
- Dalimin. 1986. *Pelaksanaan Pembangunan Jalan Pengaspalan*. Lestari. Jakarta.
- Gompul Dairi. 1991. *Pengembangan Teknologi Pemanfaatan Asbuton sebagai Perkerasan Jalan*. Badan Penelitian dan Pengembangan PU. Jakarta.