

# PEMANFAATAN GETAH KARET PADA ASPAL AC 60/70 TERHADAP STABILITAS MARSHALL PADA ASPHALT TREATED BASE (ATB)

Andi Syaiful Amal<sup>1</sup>

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil<sup>1</sup>  
 Fakultas Teknik - Univ. Muhammadiyah Malang  
 Kampus III, Jl. Tlogomas No. 246 Telp. (0341) 464318-319 Pes. 130 Fax. (0341) 460435  
 e-mail: [khoirul@umm.ac.id](mailto:khoirul@umm.ac.id)

## ABSTRACT

Road is the prime medium of land transportation that consists of some material like harsh aggregate, smooth aggregate, filler, bitumen and also additive materials with certain percentage. Latex is one of additive material that able to be used. The aim of this research is to know about the influence of Latex addition to nature of mixture at Asphalt Treated Base. The mixture planning (mix job) which is gotten from this research is harsh aggregate equal to 47,10%, sand equal to 24,03%, stone ash equal to 24,03% (comparison 1 : 1) and filler 4,84%. From this mix job, it is made 60 object test that has rate variation of asphalt 0% - 6% without using Latex. The form of these objects is cylinder. Their measurement is diameter 10 cm, height 7,5 cm and volume 1200 gram. The result of Latex and asphalt mixing shows that the influence of Latex is very real to the stability parameter, irrigate void, flow and Marshall Quotient Optimum Rate Latex is equal to 2,5% with optimal asphalt rate is equal to 3,7%.

**Keywords :** asphalt AC 60/70, Latex

## PENDAHULUAN

Di Indonesia saat ini sebagai bahan pengikat didalam perkerasan jalan digunakan aspal minyak penetrasi 60 dan penetrasi 80 atau biasa disebut dengan AC 60/70 dan AC 80/90. Dari hasil pengamatan selama ini dilapangan penggunaan AC 60/70 kurang tahan lama atau cepat mengeras dengan manifestasi perkerasan jalan relative cepat retak, sedangkan penggunaan AC 80/90 kurang keras dengan manifestasi permukaan jalan relative cepat bergelombang. Masalah ini timbul karena iklim di Indonesia yang tropis, yaitu sinar matahari sepanjang tahun, curah hujan yang tinggi dan kondisi perkerasan di Indonesia pada umumnya kurang mantap. Untuk kondisi iklim dan kondisi perkerasan jalan di Indonesia tersebut sangat diperlukan bahan pengikat yang bersifat keras, titik lembek yang tinggi, elastis, pelekatan yang baik dan tahan lama. Untuk meningkatkan masing-masing mutu aspal minyak penetrasi 60 dan aspal minyak penetrasi 80 agar menjadi lebih keras, titik

lembek yang tinggi, lebih elastis, pelekatan baik dan lebih tahan lama, maka perlu penambahan bahan lain dan pada penelitian ini dicoba mencampur aspal dengan *Lateks* (getah karet). *Lateks* merupakan sumber daya alam yang banyak dihasilkan di Indonesia, karena Indonesia sebagai salah satu penghasil karet terbesar di dunia, sehingga didapat baik dalam jumlah dan kualitas yang dibutuhkan. Beberapa jenis karet, baik karet alam maupun karet sintesis yang dapat digunakan untuk pembuatan campuran aspal karet untuk perkerasan jalan diantaranya adalah karet butiran, baik yang belum maupun yang sudah mengalami vulkanisasi dan karet padat serta karet cair (*lateks*). Dalam hal ini peneliti memakai *Lateks* sebagai bahan penambah pada aspal dan aspal yang dipakai adalah aspal AC 60/70 yang disesuaikan dengan kondisi iklim di Indonesia dan banyak digunakan dalam pembuatan perkerasan jalan. Untuk pengembangan pemakaian aspal dicampur dengan *Lateks* sebagai bahan perkerasan jalan diperlukan pengujian di Laboratorium, sehingga dapat

diketahui sampai sejauh mana karet alam ini dapat dimanfaatkan. Adapun tujuan dari penelitian adalah :

- Untuk mendapatkan hubungan penambahan *Lateks* terhadap parameter campuran asphalt treated base yang terdiri dari Marshall Stability, Flow, Air Void, Marshall Quotient.
- Untuk mendapatkan besarnya persentase penambahan *Lateks* yang optimal terhadap ATB (*Asphalt Treated Base*)

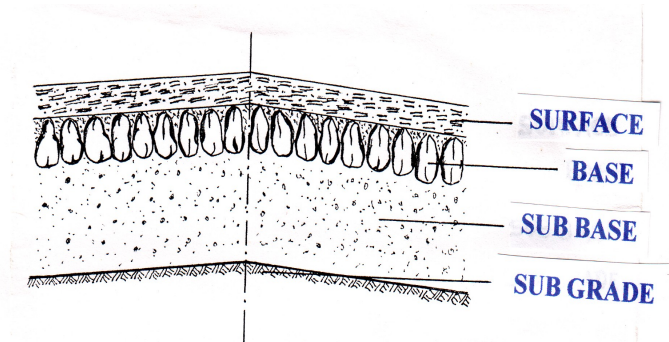
## Asphalt Treated Base (ATB)

Asphalt Treated Base merupakan salah satu jenis dari lapisan perkerasan konstruksi perkerasan lentur dan merupakan bagian dari aspal beton campuran panas. Jenis perkerasan ini merupakan campuran agregat dan pengikat yang telah dipadatkan yang diletakkan diatas lapisan pondasi bawah dan berfungsi untuk mendukung dan menyebarkan beban serta sebagai tempat meletakkan lapis permukaan. Selain itu diformulasikan juga untuk meningkatkan keawetan dan ketahanan kelelahan. Persyaratan campuran perkerasan ATB (*Asphalt Treated Base*) adalah sebagai berikut :

**Tabel 1. Persyaratan Parameter ATB (*Asphalt Treated Base*)**

No	Uraian	Persyaratan
1	Stabilitas ( kg )	> 450
2	Rongga Udara Dalam Campuran ( % )	4 – 8
3	Marshall Quotient ( KN / mm )	1.8 – 4.0
4	Kadar Bitumen Efektif	> 5.5

Sumber : Buku Petunjuk Praktikum Jalan Raya Lab. TS. UMM, 1992



**Gambar 1 . Penampang Melintang Konstruksi Jalan**

## Aspal

Aspal adalah material yang berwarna hitam atau coklat tua dan berfungsi sebagai bahan pengikat, pada temperature ruang berbentuk padat samapi agak padat, sebagian besar terbentuk dari unsure hidrokarbon yang disebut bitumen, sehingga seringkali aspal disebut pula bitumenous material.

Sebagai salah satu konstruksi bahan perkerasan lentur, aspal merupakan komponen kecil, umumnya hanya berkisar 4 – 10 % berdasarkan berat atau 10 – 15 % berdasarkan volume tetapi merupakan komponen yang relative mahal.

**Lateks ( Getah karet )**

Lateks adalah cairan getah yang didapat dari bidang sadap pohon karet. Lateks yang baik harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

- a. Tidak terdapat kotoran atau benda-benda lain, seperti daun atau kayu.
- b. Tidak tercampur dengan bubuk Lateks, air ataupun serum Lateks.
- c. Warna putih dan berbau karet segar
- d. Mempunyai kadar karet kering 20 % sampai 28 %

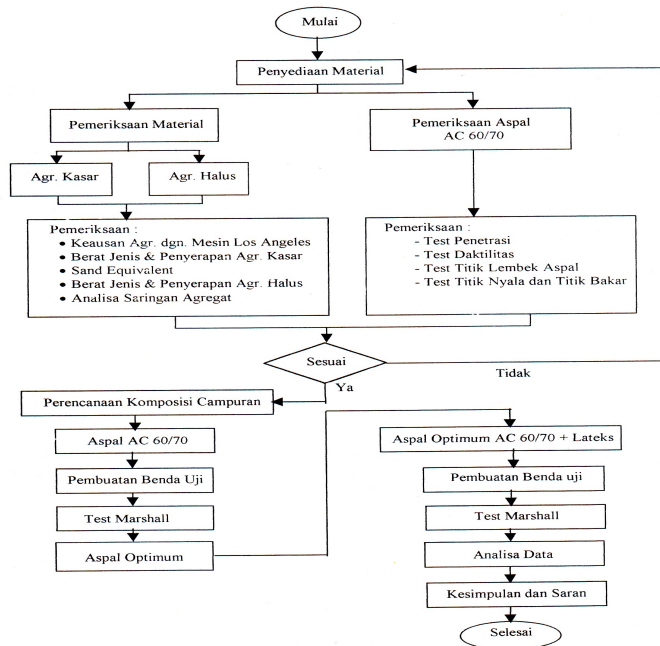
Agar pembuatan aspal karet dapat digunakan secara efektif, maka bahan tambah harus memenuhi persyaratan. Bahan yang ditambahkan dengan aspal harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

- a. Sifat baik dari aspal semula harus dipertahankan, termasuk pada saat penyimpanan, pengeringan dan masa pelayanan.
- b. Mudah diproses meskipun dengan peralatan konvensional
- c. Secara fisik dan kimia tetap baik pada saat penyimpanan, pengerjaan, maupun masa pelayanan.

Selain didalam literature, ada penelitian yang telah selesai melakukan dan masih terus dikembangkan, yaitu Leksiminingsih dari Pusat Litbang Jalan Bandung, yang telah meneliti campuran aspal minyak dengan Lateks menggunakan kadar karet kering 60%.

**METODELOGI**

**Diagram Alur Penelitian**



Gambar 2. Diagram Alur Penelitian

**Rancangan Penelitian**

Sesuai dengan tujuan dari penelitian, yaitu untuk mendapatkan hubungan penambahan Lateks terhadap parameter campuran Asphalt Treated Base ( ATB ) dan untuk mendapatkan besarnya persentase penambahan Lateks yang optimum terhadap campuran., maka dibuat rancangan penelitian atau biasa disebut desain penelitian dengan membuat benda uji yang terdiri dari :

- a. Benda uji dengan variasi kadar aspal tertentu terhadap berat total agregat dengan kadar Lateks 0 % ( tanpa Lateks ), masing-masing variasi aspal dibuat sebanyak 3 sampel. Jadi jumlah sample untuk kadar Lateks 0 % ada 21 sampel.
- b. Benda uji dengan kadar aspal optimum, dibuat variasi kadar Lateks tertentu. Masing-masing variasi dibuat 3 sampel.

**Teknik Pengumpulan Data**

Pada prinsipnya pengumpulan data pada penelitian ini dibedakan menjadi 2 ( dua ), yaitu pengumpulan data hasil pemeriksaan material dan pengumpulan data hasil pengujian benda uji. Yang dimaksud dengan data hasil pemeriksaan material dalam penelitian ini adalah :

- a. Data pemeriksaan keausan agregat dengan mesin Los Angeles
- b. Data pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus dan kasar
- c. Data pemeriksaan analisa agregat dan pemeriksaan sand equivalent
- d. Data pemeriksaan penetrasi bahan-bahan bitumen
- e. Data pemeriksaan titik lembek aspal dan titik nyala

- f. Data pemeriksaan daktilitas aspal

Sedangkan yang dimaksud dengan data hasil pengujian benda uji dalam penelitian ini adalah :

- a. Data pengujian Stabilitas Marshall dan pengujian Flow Marshall

**Teknik Analisa Data**

Yang dimaksud dengan teknik analisa data dalam penelitian ini adalah analisa data dari hasil pengujian benda uji yang meliputi Stabilitas, Marshall Quotient, Flow Marshall ( kelelahan plastis ) dan Air Void ( rongga udara ). Sedangkan data-data hasil pemeriksaan material, penguji tidak menganalisisnya secara khusus karena data-data hasil pemeriksaan material dapat diketahui secara langsung layak atau tidak layak dipakai sebagai bahan campuran aspal setelah selesai pemeriksaan. Yang dimaksud analisa data hasil pengujian material adalah pengujian kebenaran hipotesa yang telah ditetapkan, yaitu adanya pengaruh parameter campuran aspal (Stabilitas, Marshall Quotient, Flow Marshall dan Air Void ) antara campuran Lateks pada Asphalt Treated Base ( ATB). Uji hipotesa yang dipakai dalam penelitian ini berupa analisa regresi linier untuk mengetahui pengaruh penambahan Lateks ( getah karet ).

**HASIL DAN PEMBAHASAN  
Pemeriksaan Aspal**

Aspal yang dipakai sebagai bahan pengikat pada penelitian ini adalah aspal penetrasi 60/70 dari Pertamina. Setelah dilakukan pemeriksaan didapat hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Pemeriksaan Aspal

Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan Lab.	Syarat Aspal	Pen 60/70		Satuan
			Min.	Max	
1. Penetrasi	68	60	79	0.1 mm	
2. Titik Lembek	50	48	58	<sup>0</sup> C	
3. Titik Nyala	300	200	-	<sup>0</sup> C	
4. Daktilitas	142	100	-	cm	

Dari hasil analisis dengan melalui pemeriksaan aspal, maka dapat disimpulkan bahwa hasil-hasil yang didapat sudah memenuhi standart yang ditentukan. Dari hasil keseluruhan yang telah dilakukan pemeriksaan kualitas bahan yang dipakai dalam penelitian ini didapat hasil bahwa semua material yang diuji layak digunakan sebagai bahan campuran *asphalt treated base* ( ATB )

### Stabilitas Marshall

Data-data Stabilitas Marshall dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 3. Stabilitas Marshall Benda Uji**

No.	Kadar Aspal (%)	Kadar Lateks (%)	Stabilitas Dibaca Mm	Stabilitas Dihitung Kg	Tebal benda uji Mm	Angka koreksi	Stabilitas disesuaikan Kg
1.	6.20	0.00	60	599.58	64.00	0.960	575.60
2.	6.20	0.00	62	619.18	63.50	1.000	619.18
3.	6.20	0.00	73	727.00	64.00	0.960	697.92
4.	5.70	0.50	70	697.60	63.00	1.053	734.57
5.	5.70	0.50	71	707.40	64.00	0.960	679.10
6.	5.70	0.50	77	766.21	64.00	0.960	755.56
7.	5.20	1.00	110	1082.47	64.00	0.960	1039.17
8.	5.20	1.00	112	1101.62	64.00	0.960	1057.56
9.	5.20	1.00	106	1044.16	64.00	0.960	1002.39
10.	4.70	1.50	115	1130.36	64.00	0.960	1085.15
11.	4.70	1.50	114	1120.78	63.00	1.053	1180.18
12.	4.70	1.50	112	1101.62	64.00	0.960	1057.56
13.	4.20	2.00	117	1149.51	63.00	1.053	1210.43
14.	4.20	2.00	119	1168.66	64.00	0.960	1121.91
15.	4.20	2.00	123	1207.46	64.00	0.960	1159.16
16.	3.70	2.50	128	1256.17	64.00	0.960	1205.92
17.	3.70	2.50	121	1285.39	63.50	1.000	1285.39
18.	3.70	2.50	136	1334.10	64.00	0.960	1280.73
19.	3.20	3.00	140	1373.06	64.00	0.960	1318.14
20.	3.20	3.00	142	1392.42	62.50	1.065	1482.93
21.	3.20	3.00	148	1450.51	64.00	0.960	1392.50
22.	2.70	3.50	150	1469.88	64.00	0.960	1437.00
23.	2.70	3.50	153	1498.92	64.00	0.960	1438.96
24.	2.70	3.50	152	1489.24	64.00	0.960	1429.67
25.	2.20	4.00	160	1566.70	64.00	0.960	1504.03
26.	2.20	4.00	158	1547.33	64.00	0.960	1485.44
27.	2.20	4.00	167	1633.22	64.00	0.960	1567.90
28.	1.70	4.50	128	1256.17	62.00	1.078	1354.15
29.	1.70	4.50	151	1285.39	64.00	0.960	1233.97
30.	1.70	4.50	143	1402.11	63.00	0.960	1346.02

Sumber : Hasil Pemeriksaan dan Perhitungan

- Dimana nilai stabilitas yang ada pada tabel diatas merupakan data hasil pengujian benda uji yang telah dilakukan perhitungan. Adapun langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut :
- Nilai stabilitas dibaca artinya nilai stabilitas yang didapat dari jarum petunjuk angka stabilitas pada Marshall Test
  - Stabilitas dihitung adalah nilai stabilitas yang didapat dari tabel kalibrasi, dengan interpolasi bagi yang tidak terdapat didalam tabel.
  - Angka koreksi didapat berdasarkan pada tabel benda uji, dengan interpolasi bagi yang tidak ada ditabel.

- Stabilitas disesuaikan adalah nilai stabilitas hasil dari perhitungan yang dikalikan dengan angka koreksi **Air Void Campuran**

Nilai Air Void ( rongga udara ) dari penelitian ini tidak dapat diperoleh secara langsung dengan pengujian benda uji, sehingga perlu dilakukan perhitungan tertentu. Perhitungan untuk

mendapatkan nilai rongga udara harus dilakukan berdasarkan penambahan Lateks. Hasil perhitungan untuk nilai rongga udara secara lengkap dapat dilihat pada table dibawah ini ( tabel 3 )

**Tabel 4. Nilai Rongga Udara**

No. Benda Uji	Kadar Aspal (%)	Kadar Lateks (%)	Rongga Udara (%)
1.	6.20	0.00	4.501
2.	6.20	0.00	4.801
3.	6.20	0.00	4.629
4.	5.70	0.50	4.768
5.	5.70	0.50	5.109
6.	5.70	0.50	4.896
7.	5.20	1.00	5.072
8.	5.20	1.00	5.325
9.	5.20	1.00	4.945
10.	4.70	1.50	5.206
11.	4.70	1.50	5.668
12.	4.70	1.50	5.458
13.	4.20	2.00	5.752
14.	4.20	2.00	5.877
15.	4.20	2.00	5.669
16.	3.70	2.50	5.836
17.	3.70	2.50	6.250
18.	3.70	2.50	5.960
19.	3.20	3.00	6.371
20.	3.20	3.00	6.576
21.	3.20	3.00	6.494
22.	2.70	3.50	6.650
23.	2.70	3.50	7.018
24.	2.70	3.50	6.814
25.	2.20	4.00	6.966
26.	2.20	4.00	7.128
27.	2.20	4.00	7.088
28.	1.70	4.50	7.080
29.	1.70	4.50	7.160
30.	1.70	4.50	6.959

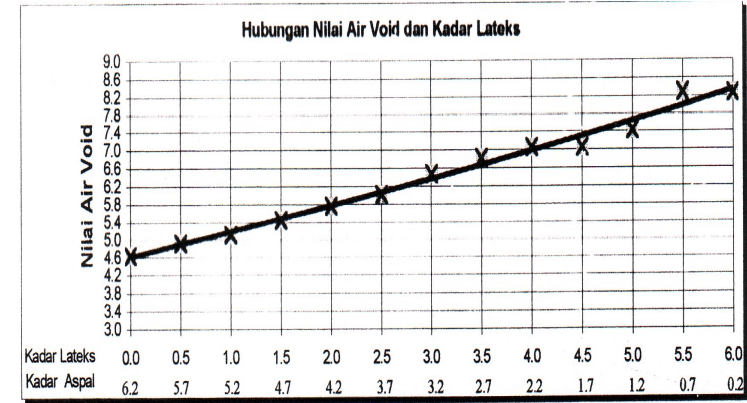
Sumber : Hasil Perhitungan

### Analisa Regresi Pengaruh Lateks Terhadap Stabilitas

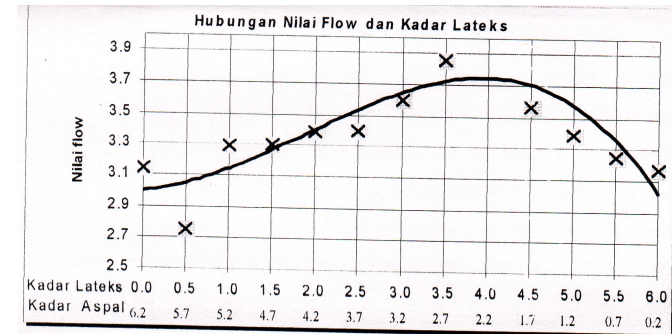
Tabel 4. Harga-harga Yang Diperlukan Untuk Analisa Regresi Pengaruh Lateks Terhadap Stabilitas

No	X	Y	X <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>	X <sup>5</sup>	X <sup>6</sup>	Y <sup>2</sup>	XY	YX <sup>2</sup>	YX <sup>3</sup>
1.	0.0	575.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	331315.36	0.00	0.00	0.00
2.	0.0	619.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	383383.87	0.00	0.00	0.00
3.	0.0	697.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	487092.33	0.00	0.00	0.00
4.	0.5	734.57	0.25	0.13	0.06	0.03	0.02	539593.08	367.29	367.29	91.82
5.	0.5	679.10	0.25	0.13	0.06	0.03	0.02	461176.81	339.55	339.55	84.89
6.	0.5	735.56	0.25	0.13	0.06	0.03	0.02	541048.51	367.78	367.78	91.95
7.	1.0	1039.17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1079874.29	1039.17	1038.17	1039.17
8.	1.0	1057.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1118433.15	1057.56	1057.56	1057.56
9.	1.0	1002.39	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1004785.71	1002.39	1002.39	1002.39
10.	1.5	1085.15	2.25	3.38	5.06	7.59	11.39	1177550.52	1627.73	1627.73	3662.38
11.	1.5	1180.18	2.25	3.38	5.06	7.59	11.39	1392824.83	1770.27	1770.27	3983.11
12.	1.5	1057.56	2.25	3.38	5.06	7.59	11.39	1118433.15	1586.34	1587.33	3569.27
13.	2.0	1210.43	4.00	8.00	16.00	32.00	64.00	1465140.78	2420.86	2420.86	9683.44
14.	2.0	1121.91	4.00	8.00	16.00	32.00	64.00	1286682.05	2243.82	2243.82	8975.28
15.	2.0	1159.16	4.00	8.00	16.00	32.00	64.00	1343651.91	2318.32	2318.32	9273.28
16.	2.5	1205.92	6.25	15.63	39.06	97.66	244.14	1454243.05	3014.80	3014.80	18842.50
17.	2.5	1285.39	6.25	15.63	39.06	97.66	244.14	1652227.45	3213.48	3213.48	20064.22
18.	2.5	1280.73	6.25	15.63	39.06	97.66	244.14	1640269.33	3201.83	3201.83	20011.41
19.	3.0	1318.14	9.00	27.00	81.00	243.00	729.00	1737493.06	3954.42	3954.42	35589.78
20.	3.0	1482.93	9.00	27.00	81.00	243.00	729.00	2199081.38	4448.79	4448.79	40039.11
21.	3.0	1392.49	9.00	27.00	81.00	243.00	729.00	1939028.40	4177.47	4177.47	37597.23
22.	3.5	1437.00	12.25	42.88	150.06	525.22	1838.27	2064969.00	5029.50	5029.50	61611.38
23.	3.5	1438.96	12.25	42.88	150.06	525.22	1838.27	2070605.88	5036.36	5036.35	61695.41
24.	3.5	1429.67	12.25	42.88	150.06	525.22	1838.27	2043956.31	5003.85	5003.85	61297.10
25.	4.0	1504.03	16.00	64.00	256.00	1024.00	4096.00	2262106.24	6016.12	6016.12	96257.92
26.	4.0	1485.44	16.00	64.00	256.00	1024.00	4096.00	2206531.99	5941.76	5941.75	95068.16
27.	4.0	1567.90	16.00	64.00	256.00	1024.00	4096.00	2458310.41	6271.60	6271.60	100345.60
28.	4.5	1354.15	20.25	91.13	410.06	1845.28	8303.77	1833722.22	6093.68	6093.68	123396.92
29.	4.5	1233.97	20.25	91.13	410.06	1845.28	8303.77	1522681.96	5552.87	5552.87	112445.52
30.	4.5	1346.02	20.25	91.13	410.06	1845.28	8303.77	1811769.84	6057.09	6057.09	122656.07
Tot.	117.0	44538.41	487.50	2281.50	11383.1	59128.88	315747.6	53388975.22	142876.4	587232.6	2683854.4

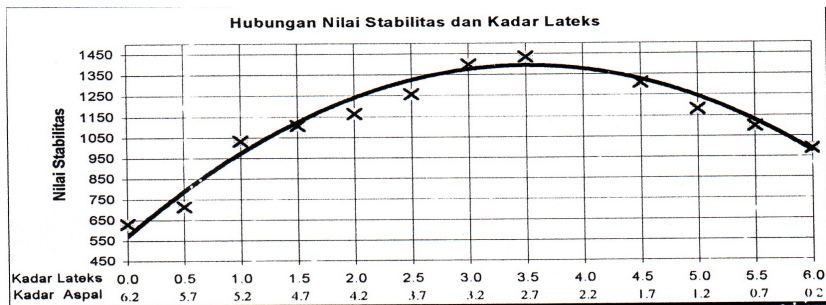
Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4. Grafik Hubungan Penambahan Lateks Terhadap Air Void



Gambar 5. Grafik Hubungan Penambahan Lateks Terhadap Flow



Gambar 3. Grafik Hubungan Penambahan Kadar Lateks Pada Stabilitas

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan serta analisa data yang telah dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

- Pengaruh penambahan kadar Lateks pada campuran *Asphalt Treated Base* ( ATB ) terhadap stabilitas adalah pada penambahan Lateks 0.0 %, menunjukkan nilai stabilitas sebesar 630.90 kg, hal ini dapat diijinkan dengan spesifikasi Bina Marga 450 kg – 1500

kg. Sedangkan pada penambahan kadar Lateks Optimum sebesar 3.5 % didapat nilai stabilitas 1435.21 kg.

- Pengaruh penambahan kadar Lateks pada campuran *Asphalt Treated Base* ( ATB ) terhadap Air Void menunjukkan kondisi naik mulai dari 0.0 % sampai 6.0 %. Hal ini karena aspal yang telah bercampur dengan Lateks menjadi lebih kental dan padat, sehingga rongga udara dalam campuran akan lebih kecil
- Pengaruh penambahan kadar Lateks pada campuran *Asphalt Treated Base* ( ATB ) terhadap Flow menunjukkan nilai sebesar 3.14

- mm pada kadar Lateks 0.0 %, sedangkan pada penambahan kadar Lateks 6.0 % nilai Flow didapat 3.17 mm. Pada penambahan kadar Lateks 3.5 % didapat nilai Flow sebesar 3.86 mm.
- d. Penambahan kadar Lateks 0.0% menunjukkan nilai Marshall Quotient 1.967 KN/mm sedangkan pada penambahan kadar Lateks 6 % menunjukkan nilai Marshall Quotient 3.065 KN/mm. Masih dapat diijinkan dengan spesifikasi Bina Marga 1.8 – 4.0 KN/mm. Pada penambahan kadar Lateks Optimum sebesar 3.5 % didapat nilai Marshall Quotient 3.652 KN/mm.
- e. Kadar Lateks Optimum sebesar 2.5 % dan kadar aspal optimum sebesar 3.7 %, menunjukkan bahwa penggunaan Lateks dapat mengurangi jumlah penggunaan aspal dalam campuran untuk perkerasan jalan raya, sehingga dapat menghemat sumber daya alam.

Direktorat Jenderal Bina Marga, 1978 *Bahan Perkerasan Jalan*, Jakarta, Dirjen Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum

Direktorat Jenderal Bina Marga, 1990, *Metode Pengujian Daktilitas Bahan-bahan Aspal*, Jakarta, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum

Direktorat Jenderal Bina Marga, 1991, *Aspal Beton Perencanaan Campuran Di Laboratorium*, Jakarta, Ditjen Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum

Dwi Santoso, Ratno dan Kusnadi, Mustadjab Hary, 1992, *Analisa Regresi*, Andi Offset, Yogyakarta

Leksiminingsih, *Peningkatan Mutu Aspal Minyak Dengan Karet Alam 60%* Palembang, Puslitbang Jalan, Departemen Pekerjaan Umum

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ansyori, Alik A, 2006, Pemanfaatan Batu Kapur Dari Malang Selatan Sebagai Agregat Kasar Pada Campuran Asphalt Treated Base ( ATB ), Jurnal Teknik Sipil, Vol. 4 No. 1, Pebruari 2006, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang.
- Aschuri, Imam Yarin RA, 1999**, *Ketahanan Leleh Campuran Mastik Asbuton Dibandingkan Terhadap Beton Aspal*, Jurnal Transportasi, Vol. 1 No. 2, Desember 1999, ITB Bandung
- Budianti, Mairna, 2005, *Variasi Modifier Dan Metode Pemrosesan Pada Lasbutag Campuran Dingin Untuk Perkerasan Jalan Bermutu Tinggi*, Jurnal Teknik Sipil, Vol. 3 No. 1, Pebruari 2005, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1978, *Bahan Bitumen TB 18 – TB 20*, Jakarta, Dirjen Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum.
- Pranoto, 2004, *Pencapaian Nilai-nilai Marshall Lapis Aspal Beton Menggunakan Agregat Gradasi Senjang dan Menerus*, Jurnal Teknik Sipil, Vol. 2, No. 2, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang
- Sukirman, Silvia, 1992, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung