

# PENGARUH PENAMBAHAN BAHAN ALAMI LATEKS (GETAH KARET) TERHADAP KINERJA MARSHALL ASPAL PORUS

**Riky Pradana Trisilvana, Prayuda Krisna S, Ludfi Djakfar, Hendi Bowoputro**

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya  
Jalan M.T. Haryono 167 Malang 65145, Jawa Timur - Indonesia  
E-mail: [pradanariky@rocketmail.com](mailto:pradanariky@rocketmail.com), [prayudakrisna@gmail.com](mailto:prayudakrisna@gmail.com)

## ABSTRAK

Perkerasan jalan raya merupakan bagian dari pendukung ekonomi di Indonesia. Berkembang pesatnya ekonomi yang ada di Indonesia banyak menimbulkan masalah tersendiri bagi perkerasan jalan raya yang ada di negara ini, ditambah lagi cuaca yang tidak menentu di negara ini menjadikan perkerasan jalan raya yang ada semakin memburuk. Teknologi aspal porus digunakan untuk dapat menahan beban kendaraan yang semakin banyak dan juga memanfaatkan penyerapan yang baik untuk menghindari genangan air karena hujan. Penambahan karet lateks pada perkerasan jalan raya dapat meningkatkan kekuatan aspal pada saat menahan beban kendaraan. Penacampuran aspal porus dan karet lateks dapat dijadikan solusi untuk jalan raya yang menerima beban berat dari kendaraan dan juga menerima genangan air dikarenakan curah hujan tinggi seperti yang ada di Indonesia.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan kadar aspal 4%, 5%, 6%, dan 7% dari berat benda uji. Dan kadar lateks 0%, 2%, 3%, 4%, 5%, dan 6% dimana kadar lateks 0% dijadikan acuan untuk pengaruh kadar lateks terhadap campuran aspal porus. Dengan masing-masing varian dibuat 3 benda uji. Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Perkerasan Jalan Raya Pendidikan Teknik Sipil universitas Brawijaya. Tahapan pelaksanaan meliputi pemeriksaan aspal AC 60/70, pemeriksaan agregat (agregat halus dan agregat kasar), pembuatan benda uji campuran aspal porus dan karet lateks dan pengujian Marshall.

Hasil uji kinerja karakteristik marshall yang optimum didapat pada kadar aspal 4% dan kadar lateks 2% dengan suhu perendaman 60°C dengan waktu perendaman selama 30 menit. Hasil yang didapatkan dari nilai Stabilitas 616,39 kg, nilai *Flow* (kelelehan) 3 mm, nilai *VIM* (*Void In Mix*) 21,5%, dan nilai *Marshall Quotient* (MQ) 212,8 kg/mm. Penambahan karet lateks berpengaruh terhadap nilai karakteristik Marshall Stabilitas, VIM, Flow dan MQ. Pengaruh suhu pada penambahan karet lateks terhadap aspal porus meningkatkan nilai karakteristik marshall. Pada kadar aspal 4,03% dan kadar lateks 6% mengalami peningkatan optimum dengan indeks kekuatan sisa 1,33% dan memenuhi syarat dimana tidak ada pengurangan lebih dari 25% dan memenuhi untuk syarat yang diisyaratkan. Pada penambahan bahan additif lateks dengan aspal porus pada campuran aspal 4% dan lateks 2% mendapatkan nilai optimasi untuk nilai stabilitas yaitu 616,39 kg. Nilai optimasi ditentukan dari tinggi nilai stabilitas dengan kadar campuran aspal dan lateks terendah.

Kata kunci :aspal porus, karakteristik marshall, lateks, stabilitas

## I. Pendahuluan

Indonesia adalah negara dengan dua iklim yaitu penghujan dan kemarau. Kedua iklim tersebut memberikan masalah yang begitu kompleks bagi perkerasan jalan yang ada. Disaat musim penghujan, curah hujan sangat tinggi hingga banjir terjadi dimana-mana. Sedangkan jika musim kemarau curah hujan sangat sedikit hingga mengakibatkan kekeringan dimana-mana serta sulitnya masyarakat cukup sulit mendapatkan air bersih.

Dengan berbagai masalah yang ada, mulailah dikembangkan perencanaan perkerasan untuk permukaan jalan. Salah satu tipe perkerasan yang dikembangkan pada lapisan permukaan ialah Aspal porus. Di Amerika, Eropa dan Australia Aspal porus sudah sejak lama dikembangkan dan digunakan serta memberikan hasil yang cukup baik. Campuran Aspal porus merupakan generasi baru dalam perkerasan lentur. Aspal porus adalah campuran beraspal yang didesain mempunyai porositas lebih tinggi dibandingkan jenis perkerasan yang lain.

Dalam upaya meningkatkan kekuatan struktur perkerasan jalan disamping perlu adanya penggunaan campuran beraspal panas dengan pemilihan jenis material yang baik dapat pula dengan memodifikasi dengan menggunakan bahan tambahan sehingga diharapkan bisa meningkatkan kinerja campuran aspal. Salah satu bahan yang dapat digunakan yaitu elastomer alami/Lateks (Getah Karet). Bahan ini memberikan banyak keuntungan dalam konstruksi perkerasan jalan, selain untuk bahan pengganti *additive*, dimana Lateks (Getah Karet) tersebut banyak dijumpai di Indonesia. Pemakaian Lateks (Getah karet) juga memiliki keuntungan diantaranya terjadinya penurunan penetrasi, peningkatan titik lembek dan peningkatan titik nyala. Penambahan Lateks atau getah karet alami ke dalam aspal dapat menurunkan kepekaan terhadap temperatur pada aspal seiring penambahan getah karet alami. Penambahan ini juga meningkatkan

ketahanan terhadap kerusakan yang disebabkan oleh air karena interlocking antar agregat semakin baik.

Pada penelitian yang dilaksanakan oleh A. Arwin Amiruddin dkk (2012) menunjukkan bahwa kadar aspal 4,0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai flow masing-masing 3.70 mm, 3.43 mm, 3.23 mm dan 3.07 mm. Untuk kadar aspal 4.5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai flow masing-masing 4.10 mm, 3.87 mm, 3.53 dan 3.27 mm. Untuk kadar aspal 5.0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai flow masing-masing 4.40 mm, 4.27 mm, 3.97 mm dan 3.80 mm. Untuk kadar aspal 5.5% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai flow masing-masing 4.80 mm, 4.67 mm, 4.50 mm dan 4.10 mm. Untuk kadar aspal 6.0% dengan variasi kadar karet 0%, 6%, 7% dan 8% menghasilkan nilai flow masing-masing 5.10 mm, 4.80 mm, 4.67 mm dan 4.53 mm.

Seharusnya saat ini Indonesia sudah mulai menggunakan perkerasan Aspal porus karena pada saat musim hujan Indonesia sering terjadi banjir di banyak wilayah. Selain itu, penambahan bahan alami sebagai pengganti bahan *additive* untuk perkuatan aspal masih kurang diperhatikan. Oleh karena itu penelitian yang akan dilakukan ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan Lateks (Getah Karet) terhadap kinerja *marshall* pada aspal porus.

Dengan penjelasan diatas melatar belakangi penulis untuk melaksanakan penelitian mengenai "Pengaruh Penambahan Bahan Alami Lateks (Getah Karet) Terhadap Kinerja Marshall Aspal Porus".

## II. Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Brawijaya. Pelaksanann dimulai bulan Maret 2014 sampai dengan bulan Juni 2014. Tahapan penelitian ini meliputi:

### 1) Persiapan Peralatan

Peralatan disiapkan sebelum proses penelitian dengan memperhatikan efisiensi waktu penelitian.

### 2) Persiapan Material

Pada Persiapan material dilakukan sebelum penelitian agar tidak menghambat jalannya penelitian.

### 3) Penentuan Kadar Aspal Rencana

Penentuan awal dalam kadar aspal rencana digunakan kadar aspal 4% sampai dengan 7%.

### 4) Jumlah Benda Uji

Pembuatan benda uji digunakan untuk mencari kadar aspal optimum dengan beberapa variasi kadar aspal, juga untuk mengetahui VIM, *Flow*, MQ dan stabilitas dari masing – masing variasi. Setelah itu, dibuat benda uji dengan variasi kadar aspal 4% sampai dengan 7% dan variasi kadar lateks 2% sampai dengan 6%. Banyaknya benda uji yang dibuat dapat ditentukan dengan rumus pendekatan berikut (I.G.N. Suharto) :

$$(r-1) \cdot (t-1) \approx 15$$

Dimana:

r = Replikasi atau perulangan

t = Treatment atau perlakuan

### 5) Proses Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat dengan langkah – langkah sebagai berikut :

a. Mempersiapkan agregat sesuai dengan komposisi campuran yang akan digunakan.

b. Memanaskan agregat dan aspal sampai suhu tertntu, untuk aspal 140°C - 160°C sedangkan untuk pemanasan agregat maksimal 15° diatasnya. Sehingga ditentukan suhu pemanasan aspalnya adalah 160°C dan suhu pemanasan agregatnya adalah 160°C.

c. Pada suhu yang telah ditentukan, agregat yang telah dipanaskan

dicampur dengan aspal dengan komposisi tertentu sampai rata.

d. Campuran dipadatkan dengan *Marshall Compaction* pada suhu 140°C, dengan jumlah pukulan sebanyak  $2 \times 50$  pukulan.

e. Setelah didinginkan, benda uji dikeluarkan dengan alat *extruder*.

### 6) Pengujian Marshall Standart

Pengujian pada tahap ini untuk mendapatkan data guna penentuan kadar aspal optimum dan data durabilitas. Tahapan pengujian *Marshall Standart* adalah sebagai berikut :

a. Benda uji ditimbang dalam keadaan kering dan diukur tingginya.

b. Benda uji direndam dalam air selama 24 jam.

c. Setelah direndam ditimbang berat SSD dan berat dalam air.

d. Benda uji dimasukkan dalam *water bath* pada suhu 60°C selama 30 menit.

Dilakukan *Marshall Test* untuk mendapatkan stabilitas dan kelelahan (*flow*).

### 7) Pengujian Permeabilitas

Pengujian permeabilitas dilakukan dengan uji “Falling Head” untuk mengetahui berapa kemampuan permeabilitas yang mampu dicapai oleh benda uji. Dihasilkan koefisien permeabilitas, debit dan intensitas curah hujan.

### 8) Pemeriksaan Material

Pemeriksaan material yang dilakukan antara lain:

#### a. Agregat

- Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus dan agregat kasar (SKSNI M-09-1989-F).

- Pengujian keausan agregat menggunakan alat abrasi Los Angeles sesuai (SKSNI M-02-1990-F).

- Uji kekuatan Agregat terhadap tumbukan (BS 812: Part 3: 1975).

-

#### b. Filler

- Pemeriksaan Berat Jenis (SKSNI M-04-1989-F)

c. Aspal

- Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar (SKSNI M-19-1990-F)
- Pemeriksaan Titik Lembek (SKSNI M-20-1990-F)
- Pemeriksaan Penetrasi (SKSNI M-21-1990-F)
- Pemeriksaan Berat Jenis (SKSNI M-30-1990-F)

8) Benda Uji

Dalam penelitian ini dipakai 5 variasi kadar, masing-masing 2%, 3%, 4%, 5%, 6%. Pada masing-masing komposisi slag bajadibuat 3 benda uji. Pada penelitian ini dipakai kadar aspal sebesar 4%, 5%, 6%, 7% dari berat agregat, yaitu 900 gram.

9) Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan pembuatan benda uji dan analisa hasil penelitian, rancangan penelitian antara lain:

Benda uji yang pertama dibuat adalah pencampuran variasi kadar aspal dengan kadar lateks 0%. Hasil dari penelitian tersebutlah yang akan digunakan sebagai acuan nilai

Kadar Aspal	Kadar Lateks					
	0%	2%	3%	4%	5%	6%
4%	3 buah	3 buah	3 buah	3 buah	3 buah	3 buah
5%	3 buah	3 buah	3 buah	3 buah	3 buah	3 buah
6%	3 buah	3 buah	3 buah	3 buah	3 buah	3 buah
7%	3 buah	3 buah	3 buah	3 buah	3 buah	3 buah

karakteristik Marshall. Selanjutnya digunakan 4 variasi kadar aspal dengan 5 variasi kadar lateks, dimana dari penelitian tersebut akan di uji dengan Marshall Standart. Setelah diuji dan mendapatkan KAO perkadar, maka akan dibuat kembali benda uji dengan komposisi KAO per kadar.

10) Analisa Data

Dalam menganalisis data digunakan pendekatan analisis varian, analisis regresi, dan metode 3D.

III. Pembahasan

3.1 Pengujian Karakteristik Aspal dan Agregat

3.1.1 Pengujian Aspal

No.	Uraian	Unit	Spesifikasi*		Hasil	Keterangan
			Min.	Maks.		
1	Penetrasi	mm	60	79	61.778	Memenuhi
2	Titik Lembek	°C	48	58	49	Memenuhi
3	Daktalitas	mm	100	-	>1500	Memenuhi
4	Titik Nyala	°C	200	-	320	Memenuhi
5	Titik Bakar	°C	200	-	346	Memenuhi
6	Berat Jenis		1	-	1.061	Memenuhi

3.1.2 Pengujian Karakteristik Agregat

3.2 Pengujian Karakteristik Marshall dan Permeabilitas pada kadar Lateks 0%

3.3

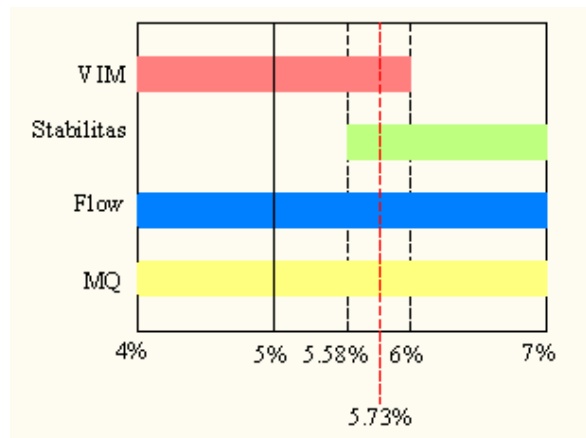
Hasil pengujian Karakteristik Marshall dan permeabilitas pada 4 variasi kadar aspal dengan kadar lateks 0% menunjukkan nilai :

Kadar Aspal	Standart British					
	VIM	VMA	Stabilitas	Flow	MQ	Permeabilitas
4%	18,68	25,70	247,67	2,50	99,07	0,47
4%	16,57	23,61	629,94	2,10	299,97	0,44
4%	19,50	26,51	385,00	1,00	385,00	0,35
5%	19,23	28,03	423,17	2,50	169,27	0,45
5%	19,90	28,66	484,74	2,80	173,12	0,49
5%	19,20	27,95	418,33	2,20	190,15	0,44
6%	17,39	28,04	536,09	2,26	237,21	0,36
6%	18,30	28,72	515,22	1,80	286,23	0,25
6%	18,62	28,93	629,68	2,10	299,85	0,36
7%	17,72	29,95	603,05	2,80	215,38	0,28
7%	11,65	24,46	514,27	3,10	165,89	0,28
7%	13,65	26,34	508,76	2,70	188,43	0,28

KAO	Kadar Lateks	Jml. Benda Uji
4,40%	2%	3 buah
4,50%	3%	3 buah
4,97%	4%	3 buah
6,42%	5%	3 buah
4,03%	6%	3 buah

No.	Uraian	Unit	Spesifikasi*		Hasil	Keterangan
			Min	Maks		
<b>Agregat Kasar</b>						
1	Berat Jenis Curah	-	2.5	-	2.642	Memenuhi
2	Berat Jenis SSD	-	-	-	2.690	Memenuhi
3	Berat Jenis Semu	-	-	-	2.776	Memenuhi
4	Penyerapan Air	%	-	3	1.818	Memenuhi
5	Pengujian Los Angeles	%	-	40	12.748	Memenuhi
6	Nilai Tumbukan	%	-	30	12.186	Memenuhi
No.	Uraian	Unit	Spesifikasi*		Hasil	Keterangan
			Min	Maks		
<b>Agregat Halus</b>						
1	Berat Jenis Curah	-	2.5	-	2.733	Memenuhi
2	Berat Jenis SSD	-	2.5	-	2.770	Memenuhi
3	Berat Jenis Semu	-	-	-	2.839	Memenuhi
4	Penyerapan Air	%	-	3	1.359	Memenuhi

Setelah mendapatkan hasil dari karakteristik Marshall, maka dapat dicari nilai KAO dengan menggunakan grafik pita.



Karakteristik	Persyaratan Australia	KAO = 5,73%	Keterangan
VIM	18% - 25%	18.86	Memenuhi
Stabilitas	>500 kg	515.08	Memenuhi
Flow	2 - 6 mm	2.33	Memenuhi
MQ	<400 kg/mm	223.06	Memenuhi

### 3.4 Pengujian Karakteristik Marshall pada 4 Variasi Kadar Aspal dan 5 Variasi Kadar Latek

#### Nilai Stabilitas

Kadar Aspal	Kadar Lateks				
	2%	3%	4%	5%	6%
4%	616,39	487,97	420,36	410,92	398,08
4%	616,39	359,56	530,44	680,05	565,02
4%	872,05	554,94	621,01	435,23	423,77
5%	472,26	448,83	528,52	594,07	528,52
5%	678,52	541,73	673,86	462,43	528,52
5%	714,05	552,18	436,02	449,24	581,37
6%	572,57	612,04	528,52	504,97	554,94
6%	558,07	719,12	594,58	500,81	513,66
6%	502,09	746,53	396,39	539,34	500,81
7%	409,60	667,75	832,42	500,81	660,65
7%	435,23	568,15	462,45	594,58	759,74
7%	468,00	739,92	673,86	568,15	667,75

#### Nilai Flow

Kadar Aspal	Kadar Lateks					
	0%	2%	3%	4%	5%	6%
4%	2,5	3	3,8	3,8	1,6	2,4
4%	2,1	2,8	3	3	1	1,8
4%	1	2,8	1,8	1,8	1,3	2,8
5%	2,5	2,5	2,4	2,4	2,1	3,4
5%	2,8	4	1,25	1,25	2	3
5%	2,2	1,8	3	3	1,4	2,5
6%	2,26	2,3	3,8	3,8	3,4	3,8
6%	1,8	2,3	3,5	3,5	2,5	2,8
6%	2,1	2,2	3,5	3,5	2,4	2,8
7%	2,8	2	4,1	4,1	1,7	4,6
7%	3,1	2,4	2,8	2,8	5	2,8
7%	2,7	2	3,8	3,8	2,5	3,5

#### Nilai VIM

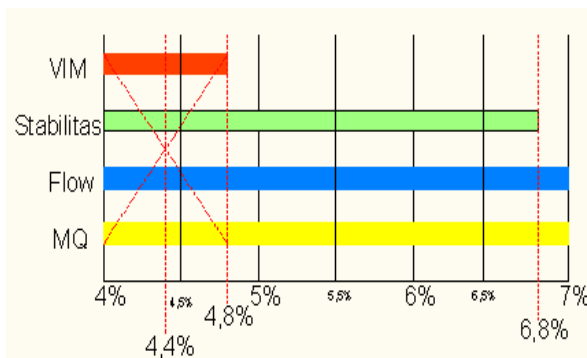
Kadar Aspal	Kadar Lateks					
	0%	2%	3%	4%	5%	6%
4%	18,68	28,28	18,70	17,23	18,62	19,54
4%	16,56	41,88	20,21	17,59	21,18	17,67
4%	19,49	17,31	19,02	19,15	16,30	17,14
5%	19,23	48,54	17,57	23,23	16,09	18,00
5%	19,90	13,00	17,44	17,12	18,81	13,86
5%	19,20	16,89	16,92	17,84	17,16	14,11
6%	17,39	21,26	15,15	18,96	25,44	16,01
6%	18,30	21,19	15,03	16,26	16,94	14,69
6%	18,61	16,19	17,21	17,57	14,75	16,94
7%	17,72	23,12	12,54	13,77	15,61	10,94
7%	11,65	13,09	14,07	12,40	35,42	13,52
7%	13,65	19,89	10,87	11,21	13,48	9,03

## Nilai MQ

Kadar Aspal	Kadar Lateks					
	0%	2%	3%	4%	5%	6%
4%	102,02	205,46	128,41	110,62	256,83	165,86
4%	300,57	220,14	119,85	176,81	680,05	313,90
4%	386,79	311,44	308,30	345,00	334,79	151,34
5%	170,23	188,90	187,01	220,21	282,89	155,44
5%	176,75	169,63	433,38	539,09	231,21	176,17
5%	190,18	396,69	184,06	145,34	320,88	232,54
6%	239,21	248,94	161,06	139,08	148,52	146,03
6%	291,51	242,64	205,46	169,88	200,32	183,45
6%	269,18	228,22	213,29	113,25	224,72	178,86
7%	219,56	204,80	162,86	203,02	294,59	143,61
7%	166,40	181,34	202,91	165,16	118,91	271,33
7%	189,30	234,00	194,71	177,33	227,26	190,78

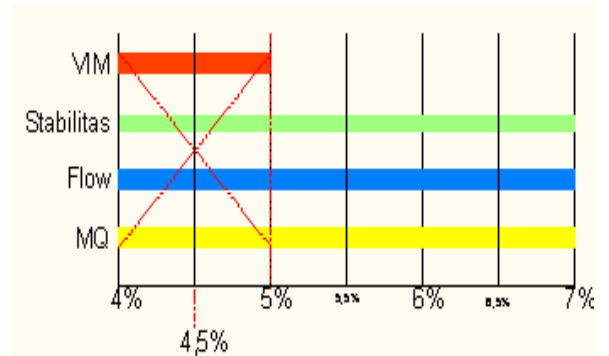
Setelah mendapatkan nilai karakteristik marshall dari setiap kadar aspal dan lateks, maka dapat diketahui KAO per kadar dengan menggunakan grafik pita

Grafik Pita pada Kadar Lateks 2%



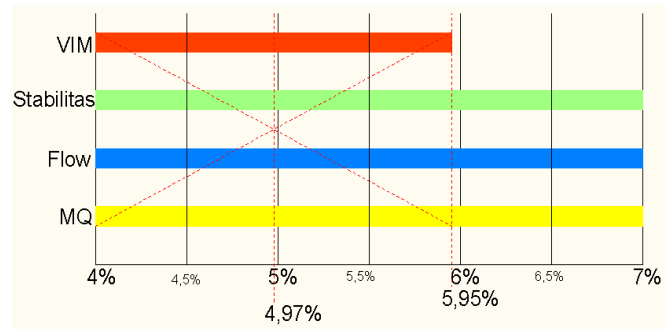
Karakteristik	Persyaratan Australia	KAO = 4,4%	Keterangan
VIM	18% - 25%	18,79	Memenuhi
Stabilitas	>500 kg	652,44	Memenuhi
Flow	2 - 6 mm	2,87	Memenuhi
MQ	< 400 kg/mm	238,71	Memenuhi

Grafik pita pada kadar lateks 3%



Karakteristik k	Persyaratan Australia	KAO = 4,5%	Keterangan
VIM	18% - 25%	18,63	Memenuhi
Stabilitas	>500 kg	542,48	Memenuhi
Flow	2 - 6 mm	2,38	Memenuhi
MQ	< 400 kg/mm	236,86	Memenuhi

Grafik pita pada kadar lateks 4%

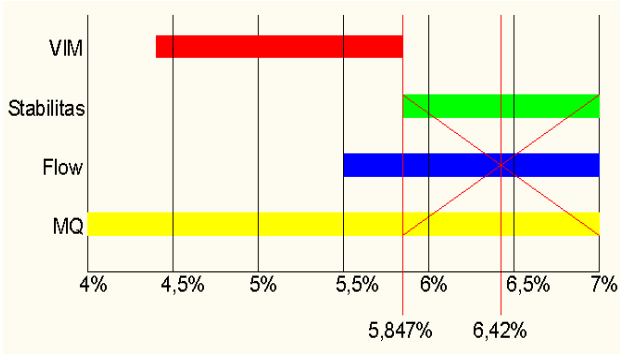


Karakteristik	Persyaratan Australia	KAO = 4,97%	Keterangan
VIM	18% - 25%	20,02	Memenuhi
Stabilitas	>500 kg	554,93	Memenuhi
Flow	2 - 6 mm	2,38	Memenuhi
MQ	< 400 kg/mm	232,18	Memenuhi

Grafik pita pada kadar lateks 5%

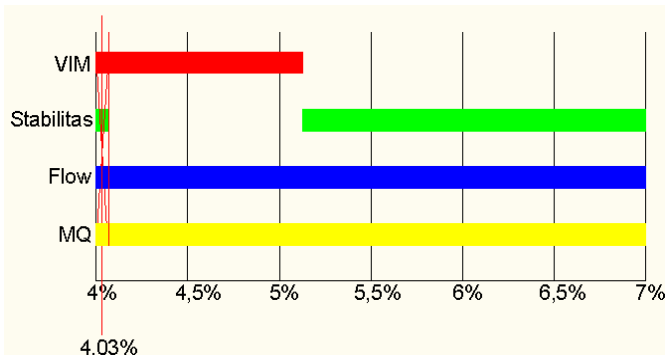
### 3.5 Pengujian Karakteristik Marshall dengan Benda Uji KAO per kadar

KAO	Kadar Lateks	Jml. Benda Uji
4,40%	2%	3 buah
4,50%	3%	3 buah
4,97%	4%	3 buah
6,42%	5%	3 buah
4,03%	6%	3 buah



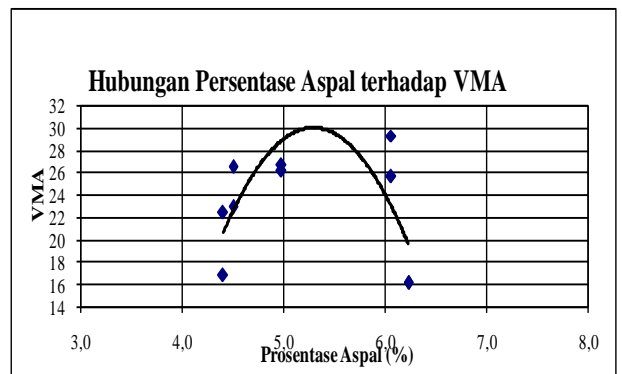
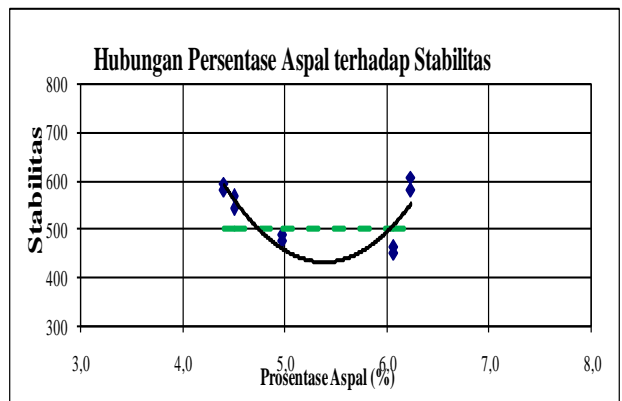
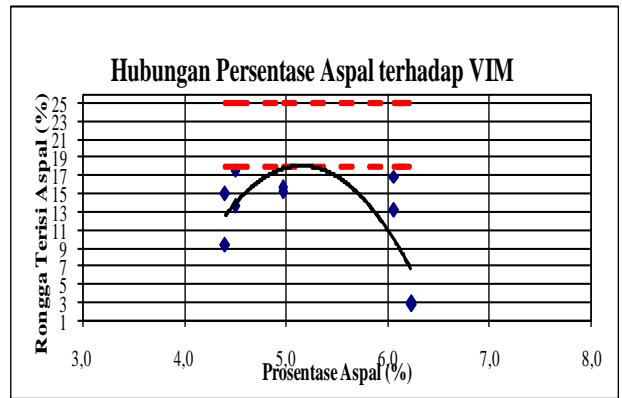
Karakteristik	Persyaratan Australia	KAO = 6,42%	Keterangan
VIM	18% - 25%	16,18	Tidak Memenuhi
Stabilitas	>500 kg	537,42	Memenuhi
Flow	2 - 6 mm	2,91	Memenuhi
MQ	< 400 kg/mm	215,06	Memenuhi

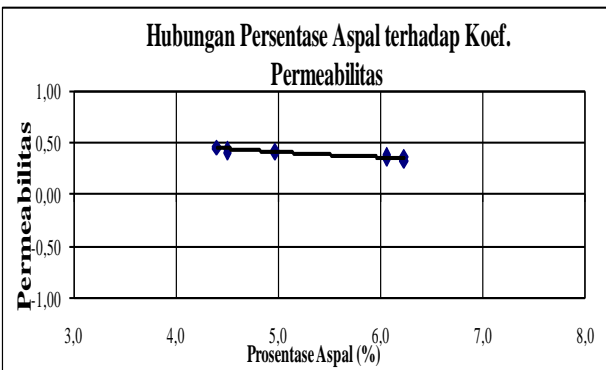
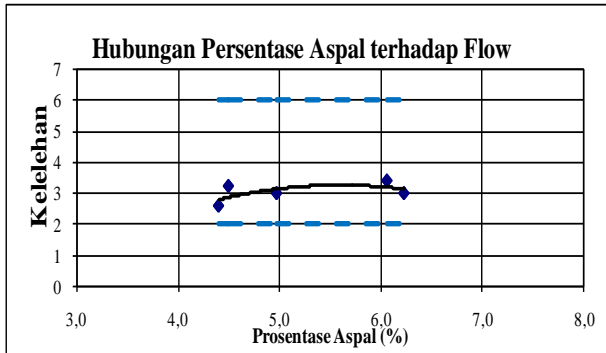
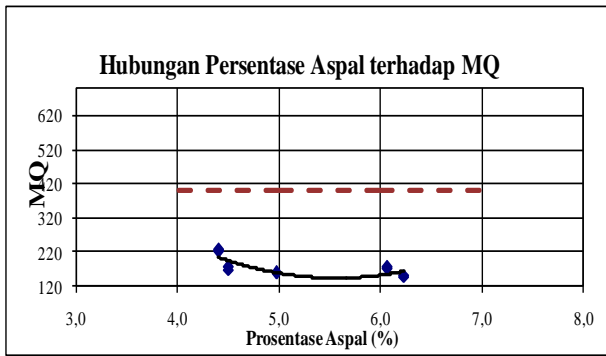
Grafik pita pada kadar lateks 6%



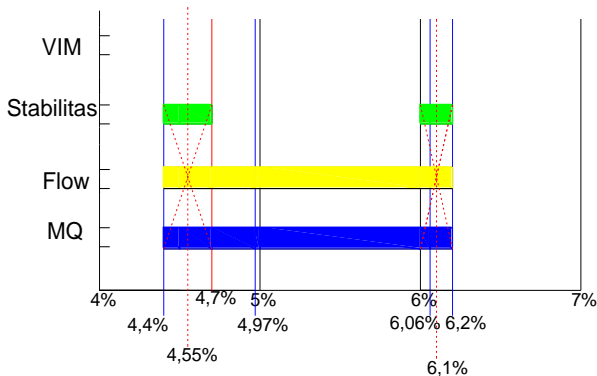
Karakteristik	Persyaratan Australia	KAO = 4,03%	Keterangan
VIM	18% - 25%	19,19	Memenuhi
Stabilitas	>500 kg	504,08	Memenuhi
Flow	2 - 6 mm	2,44	Memenuhi
MQ	< 400 kg/mm	242,88	Memenuhi

### Grafik Polinomial Karakteristik Marshall





Nilai KAO pada Karakteristik Marshall dengan Benda Uji KAO per kadar



### Rekap Hasil Karakteristik Marshall pada KAO 4,55%

Karakteristik	Persyaratan Australia	KAO = 4,55%	Keterangan
VIM	18% - 25%	14,52	Tidak Memenuhi
Stabilitas	>500 kg	548,08	Memenuhi
Flow	2 - 6 mm	2,93	Memenuhi
MQ	< 400 kg/mm	191,46	Memenuhi

### 3.6 Perbandingan Pengujian Marshall Standart dengan Pengujian Marshall Immersion pada Variasi Kadar Aspal Optimum

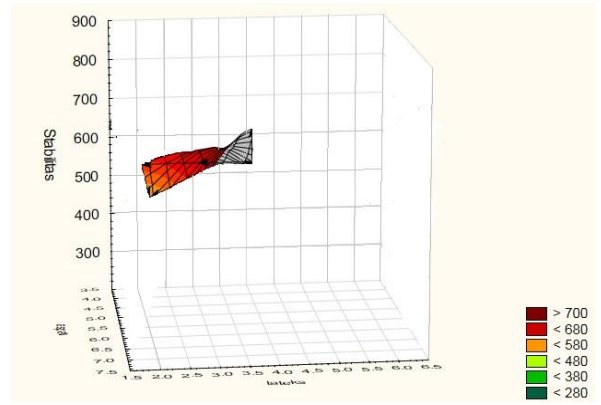
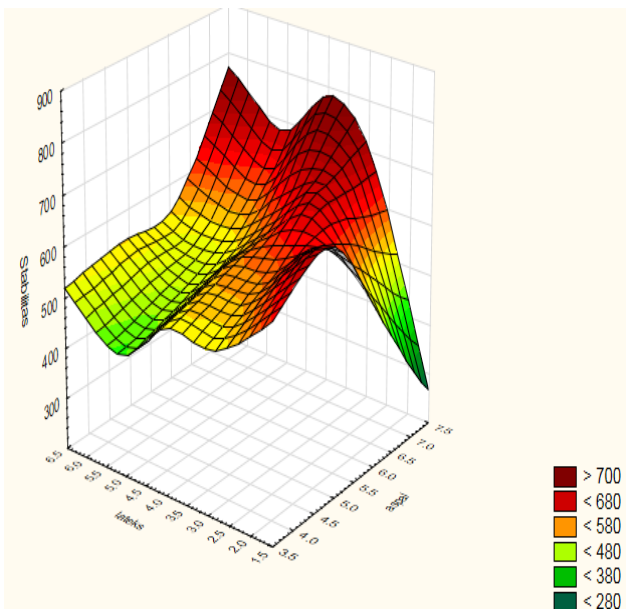
Kadar Aspal	Kadar Lateks	Stabilitas dgn Perendaman 60° s/m 0,5 jam	Nilai Rata-rata Stabilitas (60° s/m 0,5 jam)	Stabilitas dgn Perendaman 60° s/m 24 jam	Nilai Rata-rata Stabilitas (60° s/m 24 jam)	Indeks Kekuatan Sisa (%)	> 75%
4,40%	2%	511,11	469,46	545,18	530,04	1,13	Memenuhi
		397,53		681,47			
		499,75		363,45			
4,50%	3%	488,39	465,67	374,81	439,17	0,94	Memenuhi
		442,96		397,53			
		465,67		545,18			
4,97%	4%	420,24	382,38	374,81	416,46	1,09	Memenuhi
		318,02		477,03			
		408,88		397,53			
6,42%	5%	499,75	469,46	613,33	507,32	1,08	Memenuhi
		386,17		363,45			
		522,46		545,18			
4,03%	6%	397,53	378,60	522,46	503,53	1,33	Memenuhi
		340,74		442,96			
		397,53		545,18			

### 3.7 Penentuan Kadar Aspal Optimum dan Lateks Optimum dengan Menggunakan Grafik 3D

Dari hasil penelitian didapatkan nilai-nilai karakteristik Marshall yang memenuhi standarisasi yang diisyaratkan. Nilai tersebut dikelompokkan untuk melihat kadar aspal dan lateks mana yang menunjukkan nilai terbaik dengan menggunakan metode grafik 3D.



Kadar Aspal	Kadar lateks	Pengujian Marshall			
		Stabilitas	VIM	Flow	MQ
4%	2%	616,39	21,5	3	212,8
4%	3%	521,46	19,62	2,4	235,48
4%	4%	568,16	19,09	2,2	172,05
4,5%	3%	541,73	18,24	2,8	196,13
5%	2%	565,32	21,89	2,3	245,79

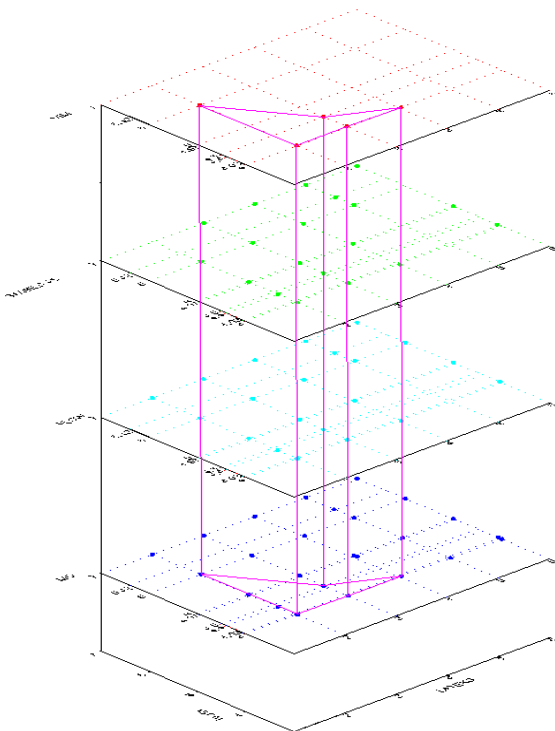


Dari pemotongan grafik 3D tersebut maka dapat dilihat bahwa kadar Aspal Dan Lateks Optimun ditunjukkan pada Kadar Aspal 4% dan Lateks 2% dengan nilai Stabilitas 616,39kg, VIM 21,5%, Flow 3mm, MQ 212,8 kg.

### 3.8 Analisis Statistik ANOVA

**Tabel Analisa Ragam (ANOVA) terhadap Stabilitas berdasarkan Respon Variabel**

Sumber Data	Jumlah Kuadrat Tipe III	df	Rata-rata Kuadrat	F	Sig.
Data Terkoreksi	345621.133 <sup>a</sup>	19	18190.586	7.662	.000
Data yang Diterima	1.316E7	1	1.316E7	5.544E3	.000
Aspal	61249.162	3	20416.387	8.600	.001
Lateks	102736.907	4	25684.227	10.819	.000
Aspal * Lateks (Interaksi)	181635.063	12	15136.255	6.376	.000
Error	47480.278	20	2374.014		
Total	1.355E7	40			
Total Terkoreksi	393101.411	39			



Berdasarkan hasil analisis di atas, didapatkan nilai signifikansi untuk perlakuan kadar dan interaksi antara kadar aspal dan kadar additive terhadap Stabilitas masing-masing adalah 0.000, 0.001, dan 0.000. Dari ketiga faktor tersebut, semua faktor signifikan karena memiliki nilai signifikansi kurang dari alfa (0.05) yang artinya  $H_0$  ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh variasi kadar additive terhadap nilai stabilitas.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat diambil kesimpulan :

	Benda Uji + Lateks	Benda Uji kontrol tanpa Lateks
Stabilitas	616,39	515,08
VIM	21,5	18,86
Flow	3	2,33
MQ	212,8	223,06

Pada penambahan bahan additive lateks dengan aspal porus campuran 4% dan 2% menghasilkan nilai optimasi untuk nilai Stabilitas dengan nilai 616, 39kg.