

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Agregat

Agregat merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yang terdiri dari agregat halus dan agregat kasar. Oleh karena itu, sebelum digunakan maka harus dilakukan beberapa jenis pengujian untuk mengetahui kelayakan dari agregat tersebut. Hasil dari pengujian agregat akan disajikan pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1 Hasil pengujian agregat kasar dan agregat halus

No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil	Spesifikasi Pengujian		Standar
				Minimal	Maksimal	
I. Agregat Kasar						
1	Berat jenis <i>Bulk</i>	-	2,697	-	-	SNI 03-1969-1990
2	Berat jenis <i>Apparent</i>	-	2,721	2,5	-	SNI 03-1969-1990
3	Berat jenis efektif	-	2,640	-	-	SNI 03-1969-1990
4	Penyerapan	%	0,880	-	3	SNI 03-1969-1990
5	Pengujian Abrasi	%	22,83	-	40	SNI 03-2417-1991
II. Agregat Halus						
1	Berat jenis <i>Bulk</i>	-	2,612	-	-	SNI 03-1979-1990
2	Berat jenis <i>Apparent</i>	-	2,698	2,5	-	SNI 03-1979-1990
3	Berat jenis efektif	-	2,643	-	-	SNI 03-1979-1990
4	Penyerapan	%	1,205	-	3	SNI 03-1979-1990

Berdasarkan hasil dari pengujian pada Tabel 5.1 maka agregat kasar dan agregat halus memenuhi persyaratan sebagai bahan yang akan digunakan pada penelitian ini untuk campuran aspal, sesuai dengan SNI 03-1969-1990 dan SNI 03-2417-1991.

B. Hasil Pengujian Aspal

Aspal yang digunakan pada penelitian ini merupakan aspal keras dengan penetrasi 60/70. Untuk mengetahui kelayakan dari aspal tersebut, maka akan dilakukan beberapa jenis pengujian yang hasil dari pemeriksaan aspal akan disajikan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil pengujian aspal keras AC 60/70

No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil rata-rata	Spesifikasi Pengujian		Standar
				Min	Maks	
1	Penetrasi (25°, 5 dt, 100 gr)	0,1 mm	73,6	60	79	SNI 06-2456-1991
2	Titik Lembek	°C	55,05	48	-	SNI 06-2434-1991
3	Titik Nyala	°C	254	232	-	SNI 06-2433-1991
4	Daktalitas	Cm	90	100	-	SNI 06-2432-1991
5	Berat Jenis	gr/cm ³	1,07	1,0	-	SNI 06-2441-1991
6	Kehilangan Berat	% berat	0,236	-	0,8	SNI 06-2440-1991

Sumber: Hasil penelitian 2013

Berdasarkan pengujian aspal yang telah dilakukan, didapat beberapa hasil sebagai berikut:

1. Pemeriksaan penetrasi ini bertujuan untuk memeriksa tingkat kekerasan aspal, semakin besar angka penetrasinya, maka tingkat kekerasannya makin rendah. Pemeriksaan penetrasi didapatkan nilai sebesar 73,6. Hasil ini memenuhi persyaratan untuk aspal penetrasi 60/70 dengan toleransi batas maksimum sebesar 79 sesuai SNI 06-2456-1991.
2. Pemeriksaan titik lembek berguna untuk mengetahui kepekaan terhadap perubahan temperatur. Pemeriksaan titik lembek didapat nilai sebesar 55,05°C. Hasil ini sesuai persyaratan SNI 06-2434-1991 dengan batas 48°C.
3. Pemeriksaan titik nyala berguna untuk memperkirakan temperatur maksimum pemanasan terhadap aspal sehingga aspal tidak mudah terbakar. Dari hasil pemeriksaan terhadap titik nyala didapat sebesar 254°C. Pemeriksaan ini memenuhi persyaratan SNI 06-2433-1991 dengan batas minimum 232°C.
4. Pemeriksaan daktalitas ini bertujuan untuk mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan yang berisi aspal keras sebelum putus, pada suhu dan kecepatan tarik tertentu. Hasil dari pemeriksaan didapatkan sebesar 90 cm. Hasil yang didapat tidak memenuhi persyaratan dari SNI 06-2441-1991. Batas yang dipersyaratkan minimal 100 cm. Salah satu yang dapat menyebabkan kegagalan pada pemeriksaan daktalitas pada penelitian ini yakni

alat pengujian yang kecepatan penarikannya sudah tidak sesuai karena pemeriksaan sudah mengikuti prosedur yang benar dengan penambahan gliserin dalam campuran air agar berat jenis aspal terhadap air lebih besar dan pemeriksaan percobaan sudah dilakukan berulang-ulang.

5. Pemeriksaan berat jenis aspal bertujuan untuk perhitungan dalam analisa campuran. Pada pemeriksaan didapatkan hasil sebesar $1,07 \text{ gr/cm}^3$ dengan batas minimal 1 gr/cm^3 maka berat jenis dari aspal pada penelitian ini memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI 06-2441-1991.
6. Pemeriksaan kehilangan berat. Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui pengurangan berat akibat penguapan bahan-bahan yang mudah menguap dalam aspal. Berdasarkan pemeriksaan yang dilakukan didapatkan hasil sebesar 0,236% berat. Nilai ini memenuhi persyaratan SNI 06-2440-1991 dengan batas maksimum 0,8% berat.

C. Hasil Pengujian Kaolin

Pemeriksaan terhadap kandungan yang terdapat pada bubuk kaolin disajikan pada Tabel 5.3 data didapat dari Sucofindo, Cibitung Bekasi. Bubuk kaolin yang digunakan telah lolos saringan No. 200.

Tabel 5.3 Kandungan yang terdapat pada kaolin

No.	Parameter	Unit	Hasil
1	Silicon Dioxide (SiO ₂)	%	47,00
2	Aluminium Trioxide (Al ₂ O ₃)	%	37,41

Sumber : Sucofindo 2012

D. Kadar Aspal Optimum (KAO)

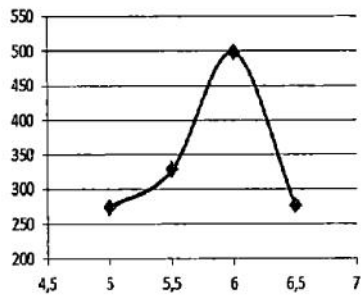
Setelah dilakukan pengujian dan perhitungan *Marshall* pada kadar aspal rencana sebesar 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5% maka langkah selanjutnya yaitu menentukan kadar aspal optimum dengan standar RSNI M-01-2003. Adapun parameter yang menentukan kadar aspal optimum adalah stabilitas, kelelahan, *Marshall Quotient*, VMA, VIM, dan VFA. Nilai kadar aspal optimum yang diperoleh dari hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Parameter Marshall untuk kadar aspal optimum

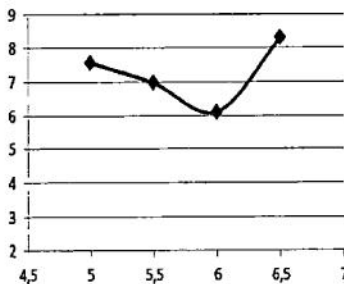
Parameter Marshall	Kadar Aspal (%)			
	5	5,5	6	6,5
Marshall Quentien (kg/mm)	274,074	327,23	497,876	275,918
Kelelehan (mm)	7,567	6,967	6,1	8,3
Stabilitas (kg)	2083,537	2139,396	2216,012	2230,969
VMA (%)	19,07	19,282	19,261	19,288
VFA (%)	64,448	68,648	74,076	79,186
VIM (%)	6,827	6,055	5,016	4,032

Sumber : Hasil perhitungan 2013

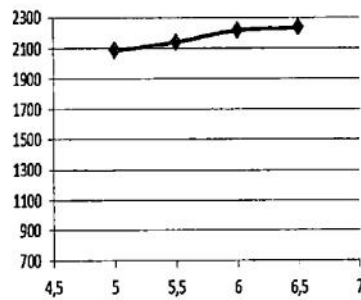
Grafik hubungan MQ dan kadar aspal



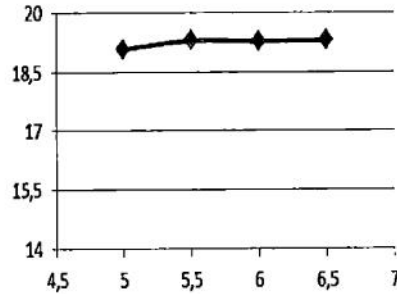
Grafik hubungan kelelehan dan kadar aspal



Grafik hubungan stabilitas dan kadar aspal



Grafik hubungan VMA dan kadar aspal



E. Hasil dan Pembahasan Pengujian *Marshall*

Data yang digunakan pada penelitian ini untuk hasil pengujian Marshall dengan kadar kaolin 0% didapatkan dari hasil penelitian Ariani (2013).

Tabel 5.5 Hasil uji Marshall

Kadar aspal (%)	Kadar kaolin (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	VIM (%)	VMA (%)	VFA (%)	MQ (kg/mm)
6	0	1345,39	3,5	5,308	19,509	72,793	384,399
		1342,36	3,8	4,972	19,224	74,134	353,253
Rata-rata		1343,88	3,7	5,140	19,369	73,464	368,826

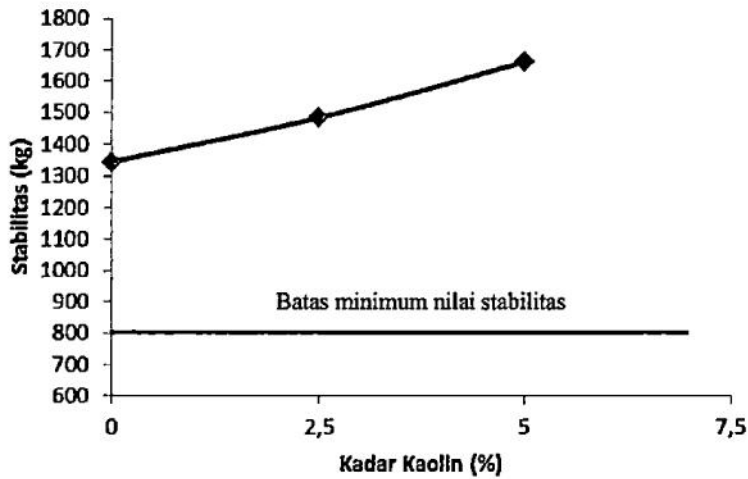
Sumber: Ariani (2013)

1. Stabilitas

Nilai stabilitas digunakan sebagai parameter untuk menggambarkan dan mengukur ketahanan terhadap kelelahan plastis dari suatu campuran aspal atau kemampuan campuran untuk menahan terhadap deformasi yang disebabkan akibat beban lalu lintas yang berulang tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur ataupun *bleeding*. Nilai stabilitas untuk masing-masing campuran dapat dilihat pada Tabel 5.6 dan Gambar 5.2.

Tabel 5.6 Nilai stabilitas untuk masing-masing campuran

Kadar aspal (%)	Kadar kaolin (%)		Stabilitas (kg)	Rata-rata nilai stabilitas (kg)
6	0	A	1345,39	1343,88
	0	B	1342,36	
	2,5	A	1510,41	1484,25
	2,5	B	1458,10	
	5	A	1731,51	1664,12
	5	B	1596,72	



Gambar 5.2 Hubungan antara kadar kaolin dengan stabilitas

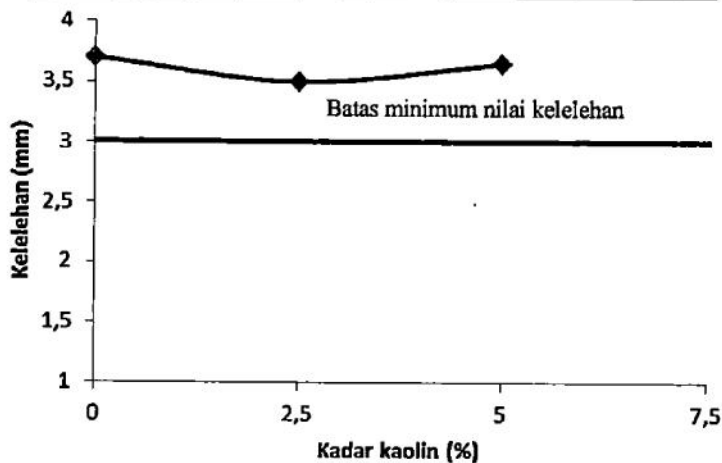
Dari grafik terlihat bahwa nilai rata-rata stabilitas tertinggi dicapai pada 5% kadar kaolin dengan nilai 1664,12kg. Dengan penambahan 2,5 % dan 5% kaolin pada aspal dapat meningkatkan nilai stabilitas. Nilai stabilitas ini memenuhi batas minimum seperti yang disyaratkan yaitu sebesar 800 kg.

2. Kelelahan

Kelelahan menunjukkan besarnya deformasi dari campuran akibat beban yang bekerja pada perkerasan. Nilai kelelahan dipengaruhi oleh beberapa factor antara lain gradasi, kadar aspal, bentuk dan permukaan agregat. Tingginya nilai kelelahan mengindikasikan terjadinya problem durabilitas pada perkerasan, sedangkan nilai kelelahan yang rendah juga mengindikasikan campuran tersebut sangat kaku, yang bisa menyebabkan terjadinya retak (*cracking*). Hasil kelelahan pada pengujian ini ditunjukkan dalam Tabel 5.7 dan Gambar 5.3.

Tabel 5.7 Nilai keelehan untuk masing-masing campuran

Kadar aspal (%)	Kadar kaolin (%)		Kelelahan (mm)	Rata-rata nilai kelelahan (mm)
6	0	A	3,5	3,7
	0	B	3,8	
	2,5	A	3,5	3,5
	2,5	B	3,5	
	5	A	3,5	3,7
	5	B	3,8	



Gambar 5.3 Hubungan antara kadar kaolin dengan kelelahan

Dari grafik diatas didapatkan nilai rata-rata kelelahan tertinggi terjadi pada 5% kaolin sebesar 3,7 mm sedangkan nilai rata-rata kelelahan terendah terdapat pada 2,5% kaolin dengan nilai 3,5 mm. Berdasarkan hasil pengujian terhadap kelelahan dengan menggunakan alat *Marshall* didapat hasil diatas batas minimum sebesar 3 mm yang telah ditetapkan sehingga kelelahan pada campuran aspal memenuhi untuk syarat kelelahan.

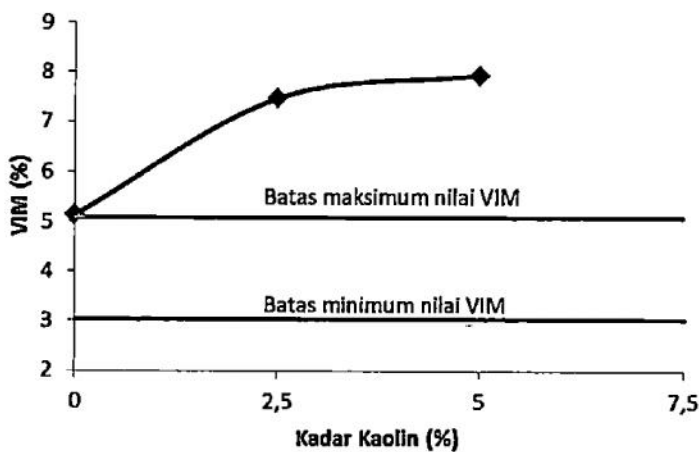
3.Voids in Mix (VIM)

Nilai VIM menunjukkan nilai persentase rongga dalam suatu campuran aspal. Nilai VIM berpengaruh terhadap nilai dari durabilitas, semakin besar nilai VIM menunjukkan campuran bersifat keropos (*porous*). Proses ini mengakibatkan udara dan air mudah masuk kedalam lapis perkerasan sehingga berakibat meningkatkan proses oksidasi yang

dapat mempercepat penuaan aspal. Apabila didapat nilai VIM yang kecil, maka dapat diindikasikan bahwa campuran akan bersifat lebih kedap air. Nilai VIM yang terlalu kecil juga dapat mengakibatkan terjadinya *bleeding* pada lapis perkerasan saat temperatur meningkat. Spesifikasi dari VIM berkisar antara 3%-5%. Hasil nilai VIM ditunjukkan pada Tabel 5.8 dan Gambar 5.4.

Tabel 5.8 Nilai VIM untuk masing-masing campuran

Kadar aspal (%)	Kadar kaolin (%)		VIM (%)	Rata-rata nilai VIM (%)
6	0	A	5,308	5,140
	0	B	4,972	
	2,5	A	7,472	7,480
	2,5	B	7,488	
	5	A	7,908	7,954
	5	B	7,999	



Gambar 5.4 Hubungan antara kadar kaolin dengan VIM

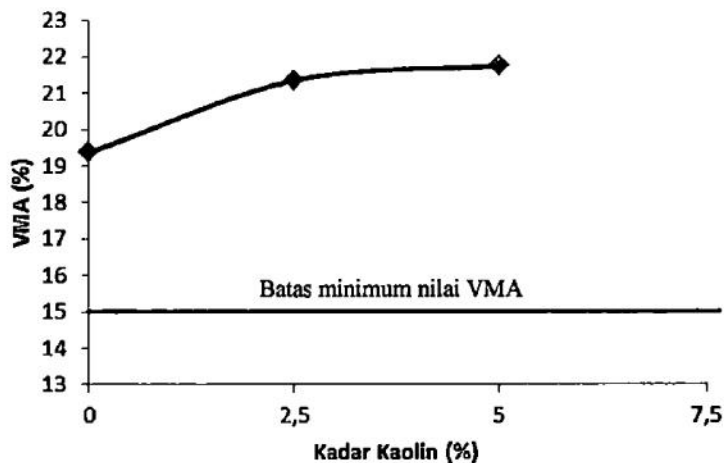
Dari grafik diatas didapat nilai rata-rata VIM untuk penambahan 2,5% kaolin sebesar 7,48% dan penambahan 5% kaolin sebesar 7,954%. Nilai VIM yang didapat semakin meningkat dan nilai VIM pada penelitian ini telah melebihi batas maksimum sebagaimana yang telah disyaratkan sebesar 3%-5%. Hasil dari nilai VIM menunjukkan dengan penambahan kaolin pada campuran aspal terjadi peningkatan, sehingga dapat disimpulkan campuran bersifat keropos (*porous*).

4. Voids in the Mineral Aggregate (VMA)

Rongga dalam agregat atau VMA merupakan salah satu parameter penting dalam rancangan campuran aspal, karena pengaruhnya terhadap ketahanan dari campuran aspal. VMA menunjukkan banyaknya % aspal dari rongga yang terisi aspal. Hasil untuk nilai pengujian VMA masing-masing variasi terhadap kadar kaolin ditunjukkan pada Tabel 5.9 dan Gambar 5.5.

Tabel 5.9 Nilai VMA untuk masing-masing campuran

Kadar aspal (%)	Kadar kaolin (%)		VMA (%)	Rata-rata nilai VMA (%)
6	0	A	19,509	19,369
	0	B	19,224	
	2,5	A	21,349	21,356
	2,5	B	21,363	
	5	A	21,720	21,758
	5	B	21,758	



Gambar 5.5 Hubungan antara kadar kaolin dengan VMA

Dari Tabel 5.8 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi terdapat pada penambahan 5% kadar kaolin dengan nilai sebesar 21,758%, sedangkan nilai terendah dari VMA berada pada penambahan 2,5% kadar kaolin yakni sebesar 21,356%. Dari grafik diatas juga terlihat jelas bahwa nilai VMA yang didapat telah memenuhi batas minimum yang telah

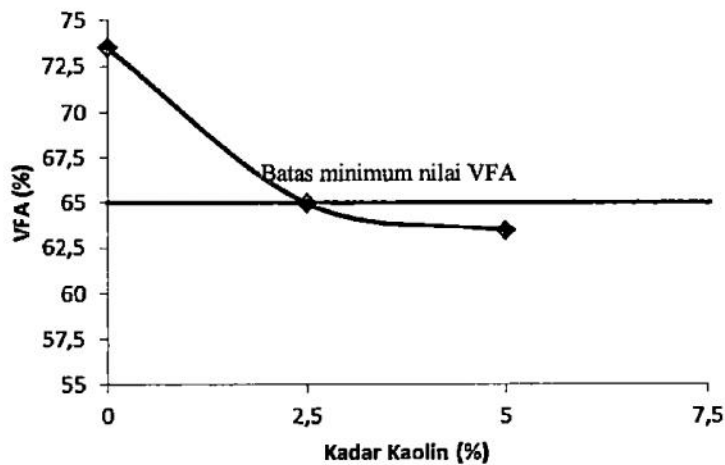
disyaratkan oleh Bina Marga yakni sebesar 15%. Jika didapat nilai VMA yang terlalu besar, maka akan diperlukan tambahan jumlah aspal agar rongga udara dalam lapisan perkerasandapat dikurangi. Namun, jumlah aspal yang berlebihan didalam campuran dapat membuat stabilitas campuran terganggu (Lavin, dalam Rizana 2012).

5. Voids Filled with Asphalt (VFA)

Rongga dalam campuran terjadi akibat adanya ruang sisa antar butiran penyusun campuran. Rongga ini dalam kondisi keringakan diisi oleh udara dan dalam kondisi basah akan diisi oleh air. Hasil nilai VFA dapat dilihat pada Tabel 5.10 dan Gambar 5.6.

Tabel 5.10 Nilai VFA untuk masing-masing campuran

Kadar aspal (%)	Kadar kaolin (%)		VFA (%)	Rata-rata nilai VFA (%)
6	0	A	72,793	73,464
	0	B	74,134	
	2,5	A	65,000	64,973
	2,5	B	64,974	
	5	A	63,589	63,446
	5	B	63,303	



Gambar 5.6 Hubungan antara kadar kaolin dengan VFA

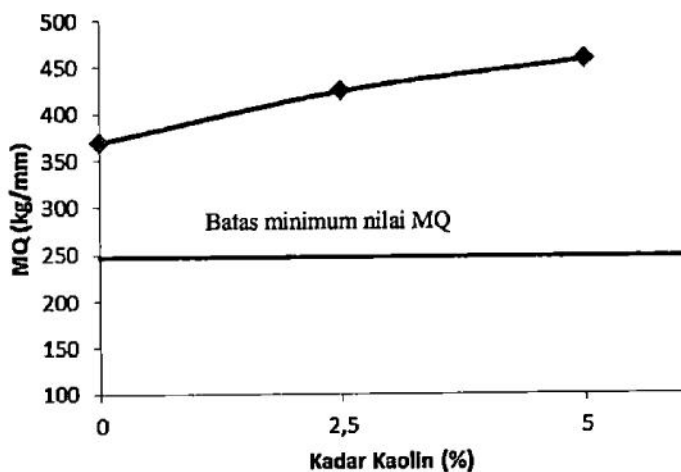
Dari grafik diatas terlihat bahwa nilai VFA yang didapat mengalami penurunan dari batas minimum nilai VFA yang ditentukan yaitu 65,00%. Penambahan 2,5% kaolin didapatkan nilai rata-rata sebesar 64,973% dan untuk penambahan 5% kaolin didapatkan nilai rata-rata sebesar 63,446%. Hal ini dapat disebabkan karena pada saat pencampuran antara aspal dengan kaolin, kaolin mengalami pengendapan jika tidak diaduk secara merata sebelum dicampur dengan agregat.

6. Marshall Quotient (MQ)

MQ adalah hasil bagi dari stabilitas dengan kelelahan yang dipergunakan untuk pendekatan terhadap tingkat kekakuan atau kelenturan campuran, dinyatakan dalam Kg/mm. Semakin tinggi nilai MQ suatu campuran, maka semakin kaku campuran tersebut. Hasil untuk pengujian MQ tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.11 dan Gambar 5.7.

Tabel 5.11 Nilai MQ untuk masing-masing campuran

Kadar aspal (%)	Kadar kaolin (%)		MQ (kg/mm)	Rata-rata nilai MQ (kg/mm)
6	0	A	384,399	368,826
	0	B	353,253	
	2,5	A	431,547	424,073
	2,5	B	416,599	
	5	A	494,718	457,454
	5	B	420,189	



Gambar 5.7 Hubungan antara kadar kaolin dengan MQ

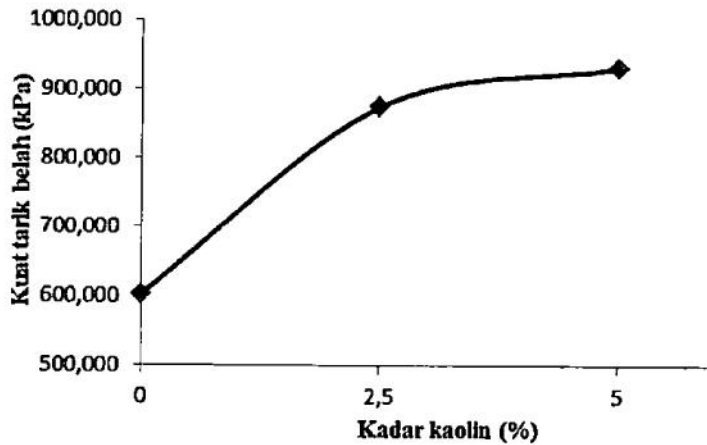
Dari grafik diatas terlihat bahwa dengan penambahan kaolin dalam campuran aspal, akan mengakibatkan nilai MQ meningkat. Untuk penambahan 2,5 % kadar kaolin nilai rata-rata yang didapat sebesar 424,073 kg/mm, sedangkan pada 5% kadar kaolin nilai rata-rata yang didapat sebesar 457,454 kg/mm. Nilai MQ yang dihasilkan memenuhi batas minimum spesifikasi sebesar 250 kg/mm. Dari hasil nilai MQ yang semakin naik dengan ditambahkan kaolin dalam campuran Laston, maka dapat disimpulkan bahwa campuran semakin kaku.

F. Hasil dan Pembahasan Pengujian Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah adalah kemampuan bahan untuk menerima beban tarik tanpa mengalami kerusakan. Nilai kuat tarik belah didapatkan dengan menggunakan data beban maksimum, tinggi benda uji serta diameter, sedangkan nilai modulus elastisitas didapatkan dari perbandingan antara tegangan dan regangan yang didapatkan dari hasil pengujian dengan menggunakan mesin uji kuat tarik belah. Data kadar kaolin 0% yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari hasil penelitian Andreas (2013). Hasil untuk pengujian kuat tarik belah pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.12. Dari hasil yang diperoleh dibuat suatu analisis hubungan yang disajikan dalam grafik hubungan antara: kadar kaolin & aspal dengan kuat tarik belah (Gambar 5.8) dan kadar kaolin & aspal dengan modulus elastisitas pengujian (Gambar 5.9).

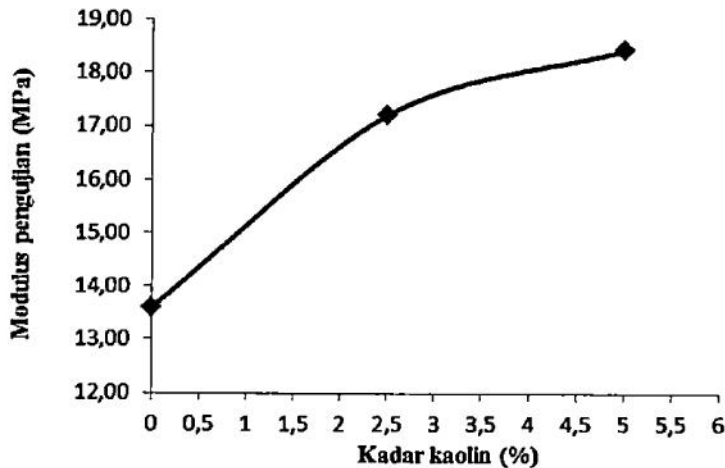
Tabel 5.12 Nilai kuat tarik belah dan nilai modulus pengujian

Kadar aspal (%)	Kadar kaolin (%)	Kuat tarik belah (KPa)	Modulus pengujian (MPa)
6	0 A	562,54	12,682
	0 B	642,70	14,489
	Rata-rata	602,602	13,585
	2,5 A	863,670	17,499
	2,5 B	885,190	16,915
	Rata-rata	874,430	17,207
	5 A	923,857	16,009
	5 B	939,343	20,846
	Rata-rata	931,600	18,428



Gambar 5.8 Hubungan antara kadar kaolin dengan kuat tarik belah

Dari grafik hubungan antara kadar kaolin dengan kuat tarik belah diatas terlihat untuk penambahan 0%, 2,5 % dan 5% kadar kaolin mengalami kenaikan menerus dari 602,602 KPa menjadi 874,430 KPa dan meningkat lagi menjadi 931,600 KPa.



Gambar 5.9 Hubungan antara kadar kaolin dengan modulus pengujian

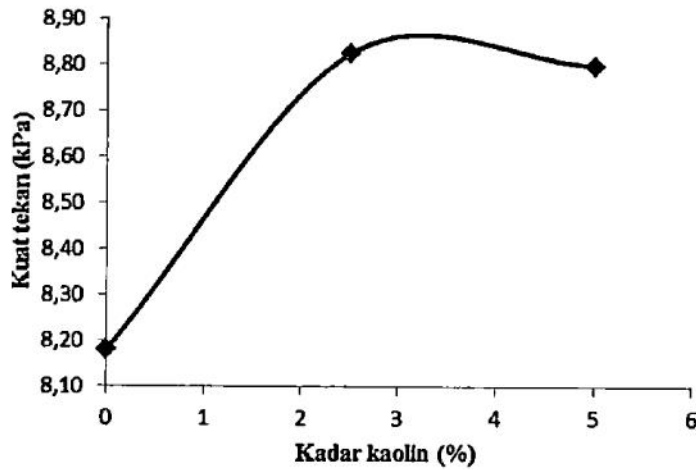
Dari grafik hubungan antara kadar kaolin dengan modulus pengujian diatas terlihat untuk penambahan kaolin nilai rata-rata yang didapat dari kadar 0%, 2,5% dan 5% mengalami peningkatan dari 13,585 MPa menjadi 17,207 MPa dan meningkat lagi menjadi 18,428 MPa.

G. Hasil dan Pembahasan Pengujian Kuat Tekan Normal

Pada penelitian ini, hasil dari nilai kuat tekan digunakan untuk mengetahui kemampuan lapisan perkerasan tersebut untuk menahan beban vertikal yang diberikan oleh mesin uji kuat tekan. Data kadar kaolin 0% yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari hasil penelitian Andreas (2013). Hasil dari pengujian kuat tekan akan disajikan pada Tabel 5.13. Dari data yang diperoleh dibuat suatu analisis hubungan yang disajikan dalam grafik hubungan antara: kadar kaolin & aspal dengan kuat tekan normal (Gambar 5.10) dan kadar kaolin & aspal dengan modulus pengujian (Gambar 5.11)

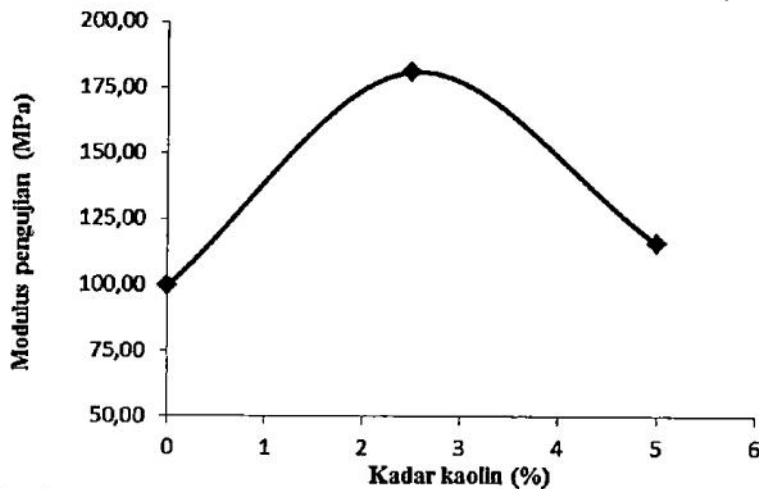
Tabel 5.13 Nilai kuat tekan normal dan nilai modulus pengujian

Kadar aspal (%)	Kadar kaolin (%)	Kuat tekan normal (MPa)	Modulus pengujian (MPa)
6	0 A	8,072	117,665
	0 B	8,284	81,941
	Rata-rata	8,178	99,803
	2,5 A	8,726	178,968
	2,5 B	8,921	182,968
	Rata-rata	8,82	180,968
	5 A	8,438	84,524
	5 B	9,157	147,310
	Rata-rata	8,80	115,917



Gambar 5.10 Hubungan antara kadar kaolin dengan kuat tekan

Dari grafik hubungan antara kadar kaolin dengan kuat tekan diatas terlihat untuk penambahan 0% dan 2,5 % kadar kaolin mengalami kenaikan nilai kuat tekan dari 8,178 MPa menjadi 8,82 MPa, sedangkan pada 5% kadar kaolin mengalami penurunan dengan nilai rata-rata yang didapat sebesar 8,80 MPa.



Gambar 5.11 Hubungan antara kadar kaolin dengan modulus pengujian

Dari grafik hubungan antara kadar kaolin dengan modulus pengujian diatas terlihat untuk penambahan dari 0% ke 2,5 % kadar kaolin nilai rata-rata yang didapat meningkat dari 99,803 MPa menjadi 180,968 MPa, tetapi untuk penambahan 5% kadar kaolin nilai rata-rata yang didapat mengalami penurunan menjadi 115,917 Mpa.

H. Pembahasan dan Perbandingan Modulus Pada Pengujian Kuat Tarik Belah dan Kuat Tekan Normal

Menurut Pratiwi (2013), pada pengujian ini nilai modulus elastisitas tidak didapatkan secara langsung karena terlalu kecilnya elastisitas yang terjadi dan tidak adanya regangan dan tegangan yang dihasilkan. Padahal regangan sangat berpengaruh terhadap modulus elastisitas. Untuk mendapatkan modulus elastisitas, nilai stabilitas dengan kg ini dikonversikan ke satuan MPa tetapi harus diketahui nilai luasan dari benda uji. Pada pengujian kuat tekan maupun kuat tarik belah, tegangan dan regangan yang dihasilkan tidak dalam batas elastis sehingga hasil dari perbandingan tegangan dan regangan ini tidak dapat dikatakan sebagai modulus elastisitas tetapi disebut sebagai modulus pengujian.

Elastis terjadi pada regangan yang sangat kecil. Jika regangan yang digunakan mempunyai nilai yang besar maka hasil dari perbandingan antara tegangan dan regangan akan menghasilkan nilai modulus elastisitas yang besar. Regangan pada penelitian Djaha (2013) mempunyai nilai sekitar 10^{-5} dengan data yang diambil dari pengujian gelombang. Untuk lapis perkerasan perkiraan nilai modulus elastisitas sekitar 1000-1500 MPa dan pada tanah berkisar 100-150 MPa.

Penelitian dengan menggunakan pengujian kuat tarik belah dan kuat tekan normal menghasilkan nilai modulus yang berkisar antara 11-20 MPa. Nilai ini tidak dapat dikatakan sebagai modulus elastisitas pada lapis perkerasan karena nilai tersebut tidak terjadi pada kondisi elastis. Nilai regangan yang dihasilkan dari kedua pengujian berkisar antara 10^{-2} . Hal ini menyebabkan nilai modulus yang dihasilkan sangat kecil.

Berikut akan dijelaskan dengan contoh perhitungan modulus dari hasil pengujian kuat tarik belah dan kuat tekan normal dan perbandingan hasil perhitungan antara modulus elastisitas dengan menggunakan data dari penelitian Djaha (2013).

- a. Kuat tarik belah untuk kaolin 2,5%

$$\text{Diketahui : Tegangan} = 301309,79 \text{ N/m}^2 = 0,3013 \text{ MPa}$$

$$\text{Regangan} = 0,0221$$

Jika menggunakan nilai modulus elastisitas dari hasil penelitian Djaha (2013), maka dengan nilai modulus elastisitas sebesar 16660,14 MPa didapatkan hasil regangan berupa :

$$16660,14 \text{ MPa} = \frac{0,3013 \text{ MPa}}{\epsilon}$$

$$\epsilon = 1,81 \times 10^{-5}$$

Dengan menggunakan regangan dari perhitungan diatas, maka akan didapatkan nilai modulus elastisitas sebesar 16646,408 MPa.

b. Kuat tekan normal untuk kaolin 2,5%

$$\text{Diketahui : Tegangan} = 8824226,85 \text{ N/m}^2 = 8,824 \text{ MPa}$$

$$\text{Regangan} = 0,0487$$

$$\text{Maka, } E = \frac{8,824}{0,0487} = 181,19 \text{ MPa}$$

Jika menggunakan nilai modulus elastisitas dari hasil penelitian Djaha (2013), maka dengan nilai modulus elastisitas sebesar 16660,14 MPa didapatkan hasil regangan berupa :

$$16660,14 \text{ MPa} = \frac{8,824 \text{ MPa}}{\epsilon}$$

$$\epsilon = 5,29 \times 10^{-4}$$

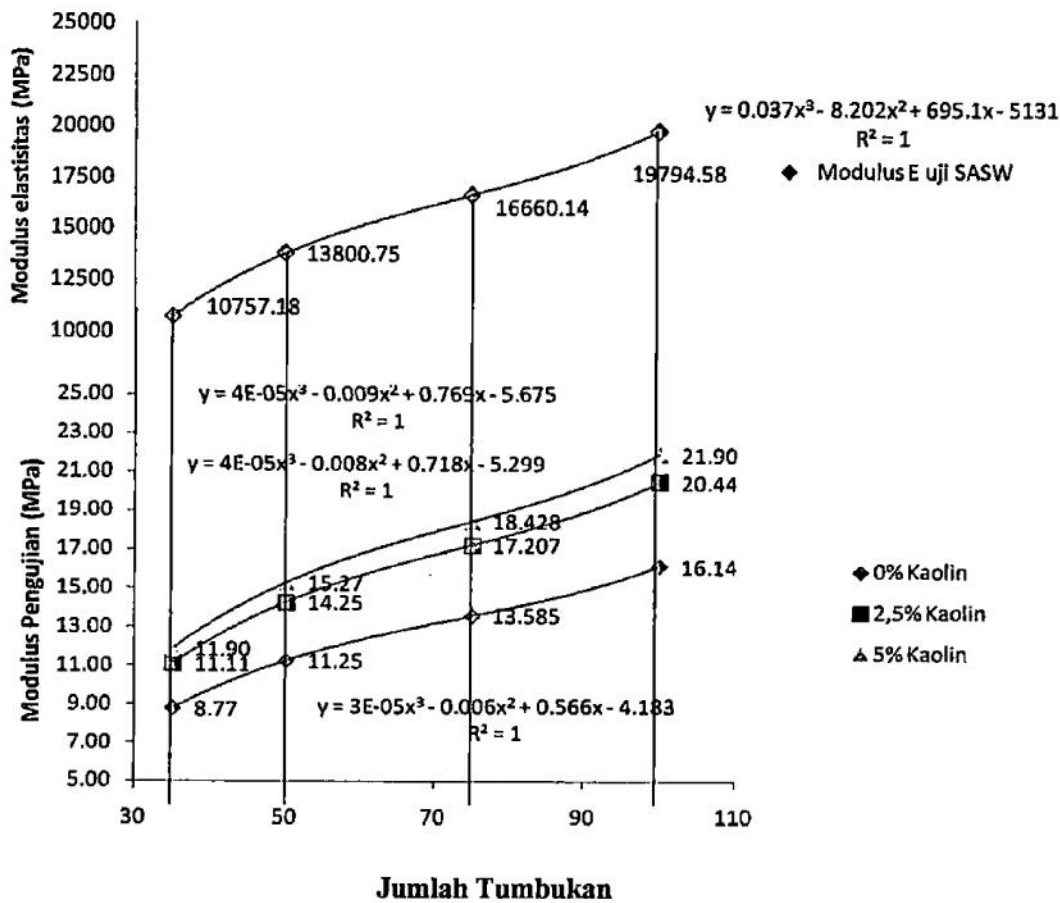
Dengan menggunakan regangan dari perhitungan diatas, maka akan didapatkan nilai modulus elastisitas sebesar 16680,53 MPa.

Jadi, nilai regangan berpengaruh terhadap nilai yang dihasilkan untuk mendapatkan modulus elastisitas.

Grafik perbandingan dan prediksi hasil antara modulus elastisitas dengan modulus pengujian kuat tarik akan ditunjukkan pada Gambar 5.12.

Tabel 5.14. Nilai modulus elastisitas SASW dan modulus pengujian kuat tarik belah

Jumlah tumbukan	Modulus elastisitas uji SASW (Mpa)	Modulus bahan uji kuat tarik (Mpa)		
		0% Kaolin	2,5% Kaolin	5% Kaolin
35	10757,18	8,77	11,11	11,90
50	13800,75	11,25	14,25	15,27
75	16660,14	13,585	17,207	18,428
100	19794,58	16,14	20,44	21,90

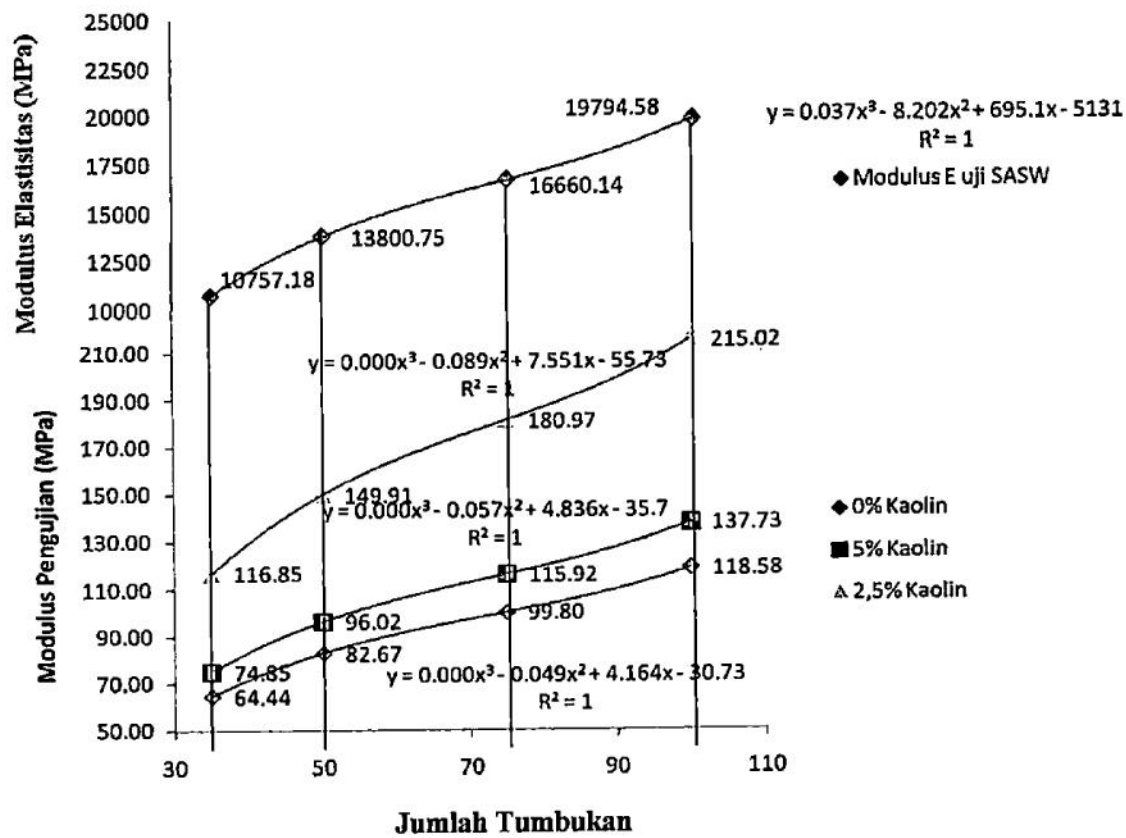


Grafik 5.12. Perbandingan dan prediksi antara modulus elastisitas SASW dan modulus pengujian kuat tarik belah

Grafik perbandingan dan prediksi hasil antara modulus elastisitas dengan modulus pengujian kuat tekan akan ditunjukkan pada Gambar 5.13.

Tabel 5.15. Nilai modulus elastisitas SASW dan modulus pengujian kuat tekan normal

Jumlah tumbukan	Modulus elastisitas uji SASW (Mpa)	Modulus bahan uji kuat tekan normal (Mpa)		
		0% Kaolin	2,5% Kaolin	5% Kaolin
35	10757,18	64,44	116,85	74,85
50	13800,75	82,67	149,91	96,02
75	16660,14	99,80	180,97	115,92
100	19794,58	118,58	215,02	137,73



Grafik 5.13. Perbandingan dan prediksi antara modulus elastisitas SASW dan modulus pengujian kuat tekan normal