

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Agregat

Hasil pengujian agregat ditunjukkan dalam Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil pengujian agregat kasar dan halus

No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil	Spesifikasi Pengujian		Standar
				Minimal	Maksimal	
I. Agregat Kasar						
1	Berat Jenis <i>Bulk</i>	-	2,59	-	-	SNI 03-1969-2008
2	Berat jenis <i>Apparent</i>	-	2,501	2,5	-	SNI 03-1969-2008
3	Berat jenis efektif	-	2,59	-	-	SNI 03-1969-2008
4	Penyerapan	%	0,39	-	3	SNI 03-1969-2008
II. Agregat Halus						
1	Berat Jenis <i>Bulk</i>	-	2,416	-	-	SNI 03-1970-2008
2	Berat jenis <i>Apparent</i>	-	2,47	2,5	-	SNI 03-1970-2008
3	Berat jenis efektif	-	2,538	-	-	SNI 03-1970-2008
4	Penyerapan	%	2,67	-	3	SNI 03-1970-2008

Pada Tabel 5.1 di atas dapat dilihat bahwa agregat yang digunakan pada penelitian ini, memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh SNI 03-1969-2008 dan SNI 03-1970-2008 dalam Spesifikasi umum 2010 (revisi 2), sehingga agregat tersebut dapat digunakan sebagai bahan dasar campuran aspal dari penelitian ini.

B. Hasil Pengujian Aspal

Aspal merupakan hasil produksi dari bahan-bahan alam sehingga sifat-sifat aspal harus selalu diperiksa di laboratorium. Bahan aspal yang memenuhi syarat dapat dipergunakan sebagai bahan pengikat dalam campuran perkerasan. Hasil pengujian aspal diberikan dalam Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil pengujian aspal pen 80/100

No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil rata-rata	Spesifikasi Pengujian		Standar
				Min	Maks	
1	Penetrasi (25°, 5 dt, 100 gr)	0,1 mm	85	80	100	SNI 06-2456-1991
2	Titik Lembek	°C	53	48	58	SNI 06-2434-1991
3	Titik Nyala	°C	255	200	-	SNI 06-2433-1991
4	Daktalitas	cm	103	100	-	SNI 06-2432-1991
5	Berat Jenis	gr/cm ³	1,10	1	-	SNI 06-2441-1991
6	Viskositas	Pa.s	0,1	-	0,8	SNI 06-2440-1991

Berdasarkan hasil pada Tabel 5.2, menunjukkan bahwa pengujian penetrasi rata-rata adalah 98,3 mm. Hasil ini masih berada dalam batas untuk aspal penetrasi 80/100 yaitu antara 80-100. Pemeriksaan lainnya adalah pemeriksaan daktilitas yang bertujuan untuk mengukur fleksibilitas aspal yang digunakan. Menurut persyaratan dari SNI 06-2432-1991, nilai minimal untuk daktilitas adalah 100 cm dan hasil pemeriksaan daktilitas didapat sebesar 103 cm, sehingga aspal yang digunakan memenuhi syarat.

Dari hasil pengujian terhadap sifat titik lembek dan nyala aspal diperoleh nilai rata-rata titik lembek sebesar 48,25°C dan titik nyala aspal pada suhu 250°C. Kedua pemeriksaan titik lembek dan nyala tersebut masih dalam persyaratan menurut SNI 06-2434-1991 (untuk titik lembek) dan SNI 06-2433-1991 (untuk titik nyala).

Pemeriksaan kehilangan berat aspal berguna untuk mengetahui pengurangan berat akibat penguapan unsur-unsur aspal yang mudah menguap dalam aspal. Penurunan berat aspal optimum yang diperkenankan adalah 0,8 % dari berat semula dan hasil pemeriksaan menunjukkan penurunan aspal sebesar 0,667%, dengan demikian benda uji memenuhi persyaratan SNI 06-2440-1991.

Dari hasil pemeriksaan berat jenis aspal diperoleh nilai sebesar 1,011gr/cc sehingga aspal dalam penelitian ini memenuhi syarat SNI 06-2441-1991 yaitu minimal 1 gr/cc.

C. Hasil Pengujian Polipropilena (PP)

Pemeriksaan terhadap sifat-sifat fisik polipropilena ditunjukkan dalam Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hasil pengujian polipropilena (PP)

No	Jenis Pengujian	Standar	Hasil	Satuan
1	Kepadatan	0,895 – 0,903	0,901	kg/mL
2	Suhu	144 – 146	142	°C
3	Kehilangan berat	< 1	0,238	%/wt

D. Hasil Pengujian Campuran Aspal pen 80/100 dengan Polipropilena (PP)

Pemeriksaan terhadap penetrasi campuran aspal pen 80/100 dengan Polipropilena (PP) ditunjukkan dalam Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Hasil pengujian campuran aspal pen 80/100 dengan polipropilena (PP)

Jenis Pengujian	Satuan	Hasil Rata-rata		
		PP2%	PP4%	PP6%
Penetrasi (25°, 5 dt, 100 gr)	0,1 mm	73	71	69
Titik lembek	°C	59	64	67

Sumber: Hasil pengujian

Sesuai dengan hasil dari pengujian yang dilakukan yakni campuran aspal pen 80/100 dengan polipropilena (PP) dengan komposisi bahan tambah 2%, 4% dan 6% dengan pengaruh yang terjadi yaitu nilai penetrasi mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya bertambahnya kadar polipropilena (PP) yang digunakan. Dapat disimpulkan bahwa semakin banyak kadar polipropilena (PP) yang digunakan menandakan aspal modifikasi tersebut akan semakin keras. Sedangkan nilai titik lembek berbanding terbalik, yakni semakin banyak kadar Polipropilena yang digunakan, semakin naik nilai titik lelehnya. Hal ini mengakibatkan aspal campuran polipropilena tersebut menjadi lebih tahan terhadap perubahan temperatur (suhu).

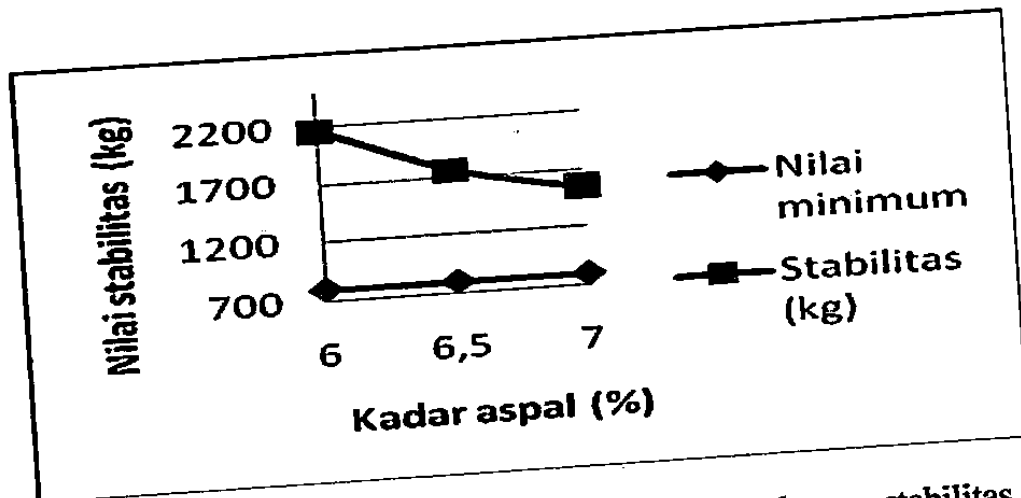
E. Hasil Pengujian Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Sebelum membuat benda uji dengan campuran polipropilena, terlebih dahulu dilakukan pembuatan benda uji untuk mencari nilai kadar aspal optimum (KAO) dengan kadar aspal 6-6,5 dan 7%, benda uji dibuat duplo sampel. Nilai KAO ini akan dipakai sebagai persen dari jumlah polipropilena (PP). Nilai hasil

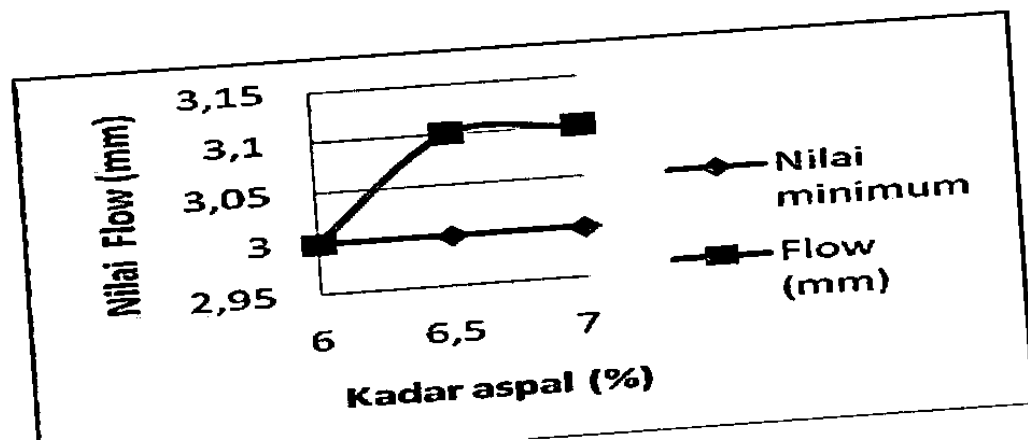
Tabel 5.5 Hasil pengujian penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

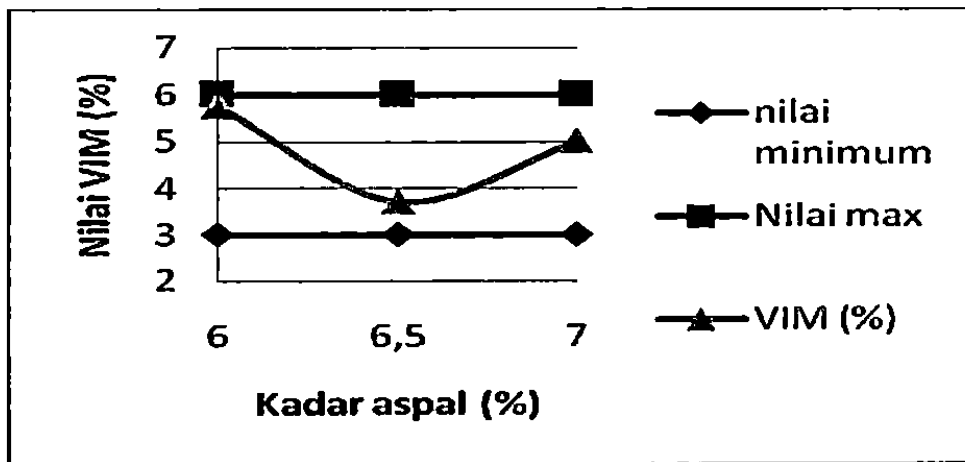
No	Karakteristik	Syarat	Kadar Aspal (%)		
			6	6,5	7
1	VMA (%)	≥ 15	17,80	16,46	18,01
2	VIM (%)	3-6	5,75	3,71	5,00
3	VFA (%)	≥ 65	66,29	76,97	72,26
4	Stabilitas (kg)	≥ 800	2160,00	1755,00	1541,25
5	Flow (mm)	≥ 3	3,00	3,10	3,10
6	MQ (kg/mm)	≥ 250	720,00	566,13	497,18

Sumber : Hasil Pengujian

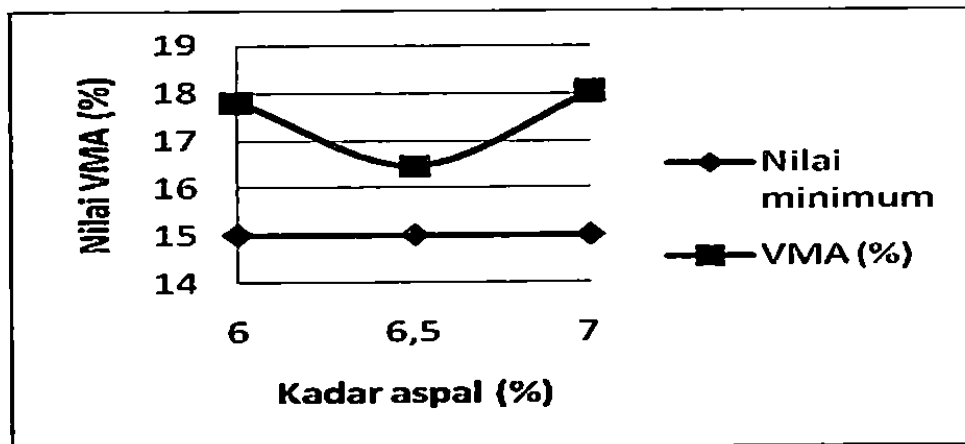


Gambar 5.1 Hubungan antara kadar aspal (%) dengan stabilitas

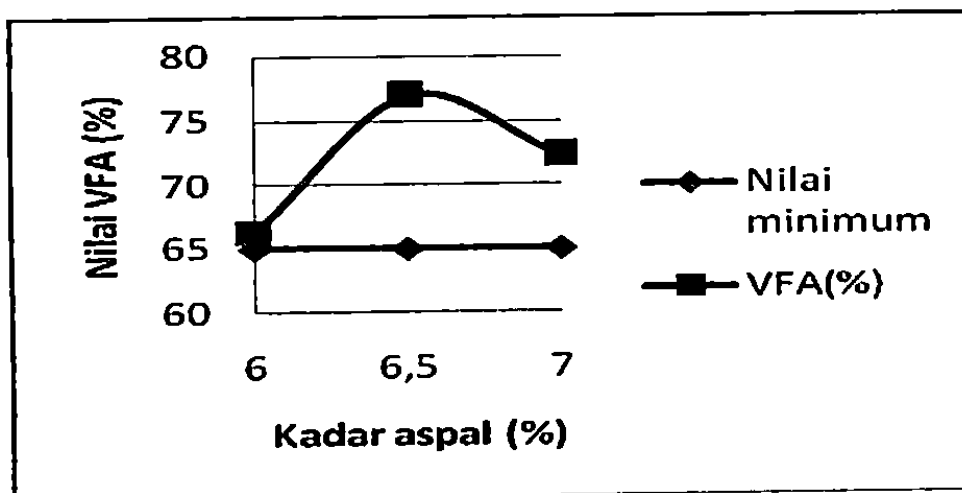


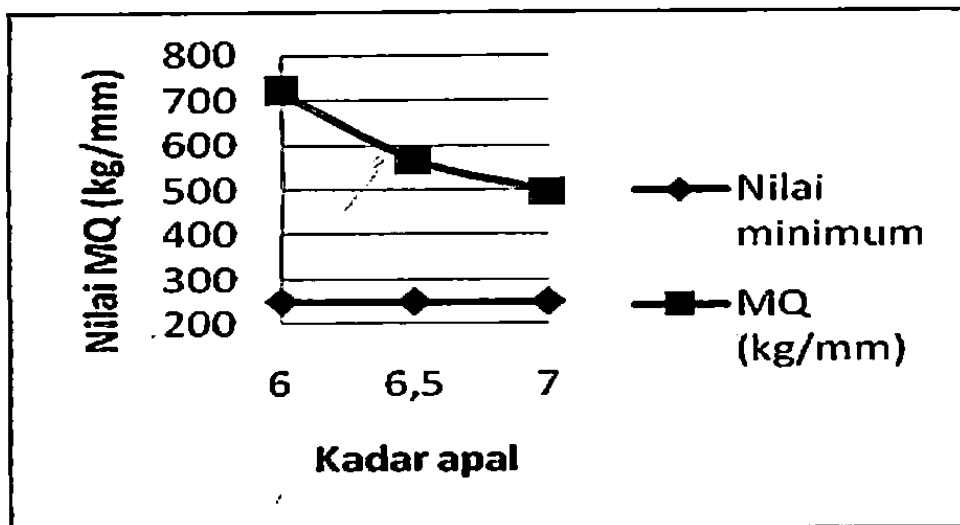


Gambar 5.3 Hubungan antara kadar aspal (%) dengan VIM

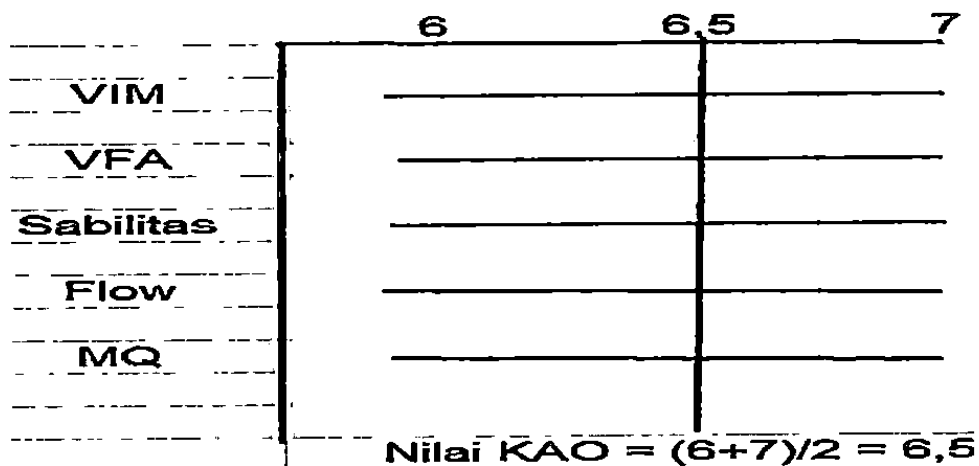


Gambar 5.4 Hubungan antara kadar aspal (%) dengan VMA





Gambar 5.6 Hubungan antara kadar apal (%) dengan MQ



Gambar 5.7 Grafik Kadar Aspal Optimum

F. Hasil dan Pembahasan Pengujian *Marshall*

1. Stabilitas

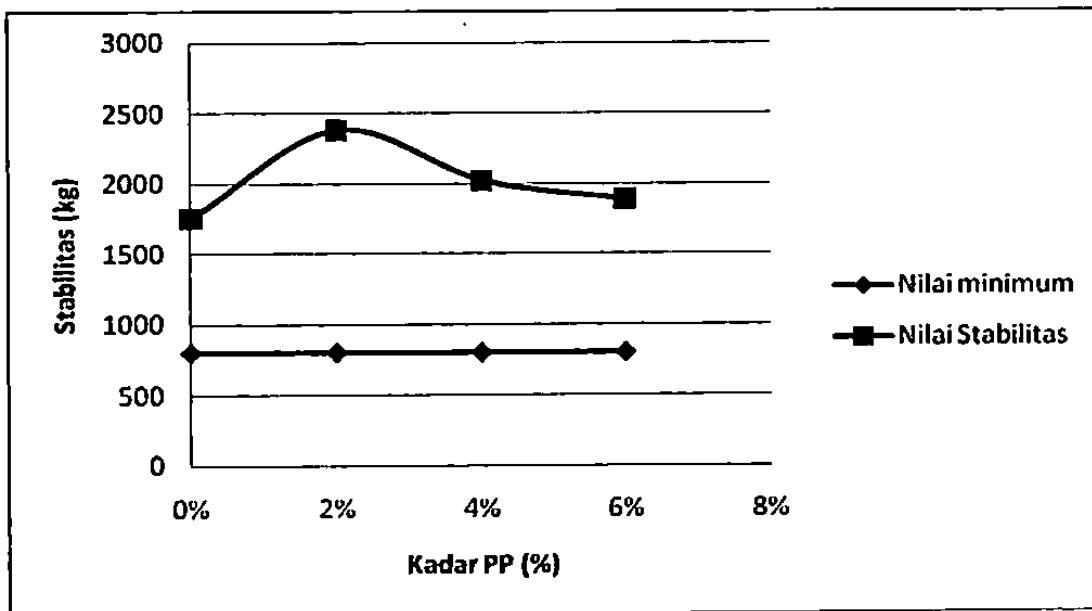
Nilai stabilitas digunakan sebagai parameter untuk menggambar untuk mengukur ketahanan terhadap kelelahan plastis dari suatu campuran aspal atau kemampuan campuran untuk menahan deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas tanpa terjadinya perubahan bentuk. Nilai stabilitas dipengaruhi sifat saling mengunci antara agregat penyusunnya yang

Nilai stabilitas untuk masing-masing campuran dapat dilihat pada Tabel 5.6 dan Gambar 5.8.

Tabel.5.6 Nilai stabilitas untuk masing-masing campuran

Kadar Aspal (%)	Nilai Stabilitas (kg)			
	0% PP	2% PP	4% PP	6% PP
6,5	1755	2385	2025	1890

Sumber : Hasil pengujian



Gambar 5.8. Hubungan antara kadar PP (%) dengan stabilitas

Dari grafik di atas menunjukkan bahwa nilai stabilitas secara keseluruhan memenuhi persyaratan nilai stabilitas yaitu minimal 800 kg. Nilai stabilitas tertinggi dicapai pada campuran menggunakan polipropilena (PP) sebanyak 2% dan aspal 6,5%, yakni sebesar 2385 kg. Dengan penambahan 2% polipropilena (PP) pada aspal terjadi peningkatan nilai stabilitas. Namun seiring dengan bertambahnya penggunaan polipropilena (PP) pada aspal, nilai stabilitas cenderung mengalami penurunan. Hal ini

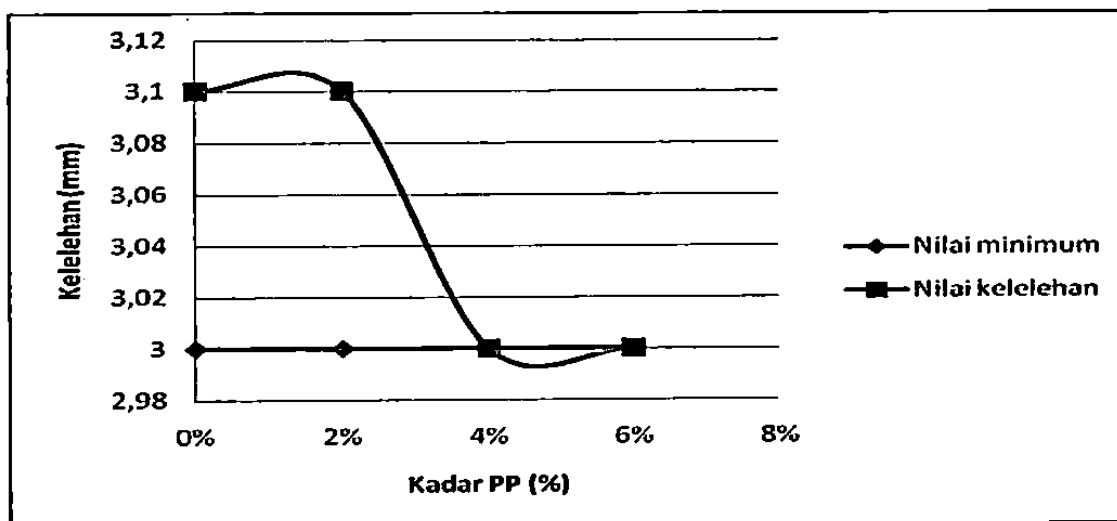
2. Kelelehan

Kelelehan menunjukkan besarnya deformasi dari campuran akibat beban yang bekerja pada perkerasan. Nilai kelelehan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain gradasi, kadar aspal, bentuk dan permukaan agregat. Hasil kelelehan ditunjukkan dalam Tabel 5.7 dan Gambar 5.9.

Tabel 5.7. Nilai kelelehan untuk masing-masing campuran

Kadar Aspal (%)	Nilai Flow (mm)			
	0% PP	2% PP	4% PP	6% PP
6,5	3,10	3,10	3,00	3,00

Sumber : Hasil pengujian



Gambar 5.9. Hubungan antara kadar PP (%) dengan kelelehan (*flow*)

Dari grafik diatas terlihat bahwa dengan penambahan Polipropilena dalam campuran Laston, nilai kelelehan untuk campuran polipropilena (PP) 2% dan kadar aspal 6,5% mempunyai nilai kelelehan yang sama dengan campuran aspal tanpa tambahan polipropilena (PP) yaitu sebesar 3,1 mm. Nilai kelelehan ini mengalami penurunan pada penggunaan Polipropilena di campuran berikutnya yakni pada campuran penggunaan polipropilena (PP) 4% dan 6% dengan kadar aspal 6,5% nilai kelelehannya sebesar 3

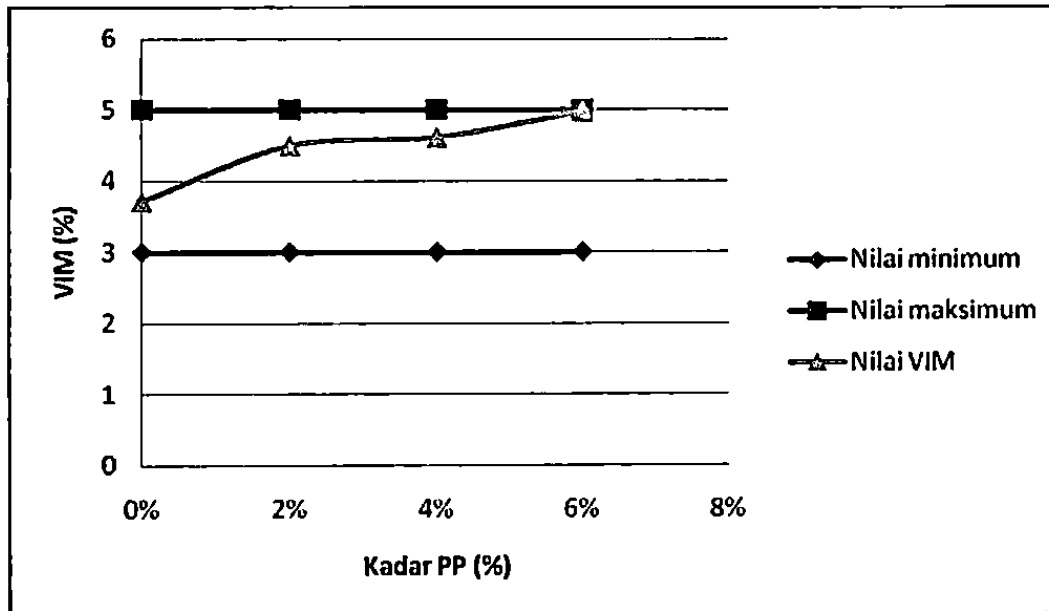
Nilai kelelahan yang rendah mengindikasikan campuran tersebut sangat kaku, yang dapat menyebabkan terjadinya retak (*cracking*). Berdasarkan persyaratan, nilai kelelahan minimal adalah 3 mm, sehingga hasil pengujian kelelahan pada campuran aspal modifikasi tersebut memenuhi untuk syarat kelelahan.

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 ke dalam 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 5.10

Tabel 5.8 Nilai VIM untuk masing-masing campuran

Kadar Aspal (%)	Nilai VIM (%)			
	0% PP	2% PP	4% PP	6% PP
6,5	3,71	4,49	4,61	4,98



Gambar 5.10. Hubungan antara kadar PP (%) dengan VIM

Dari grafik di atas terlihat bahwa penambahan polipropilena (PP) pada campuran Laston-WC dapat meningkatkan nilai VIM. Pada campuran dengan kadar aspal sebanyak 6,5%, nilai VIM meningkat sebesar 4,49% pada penggunaan polipropilena sebanyak 2% dibandingkan campuran tanpa menggunakan polipropilena (PP). Nilai VIM terus mengalami peningkatan hingga penambahan polipropilena (PP) sebanyak 6%.

Nilai VIM tertinggi terjadi pada campuran menggunakan 6% Polipropilena dan aspal 6,5%, yakni sebesar 4,98%, sedangkan nilai VIM terendah terjadi pada campuran tanpa menggunakan polipropilena (PP) 4% dan aspal sebanyak 6,5%, yakni sebesar 3,71%.

Dari perhitungan di atas, semua campuran masuk spesifikasi yang disyaratkan yakni sebesar 3%-5%.

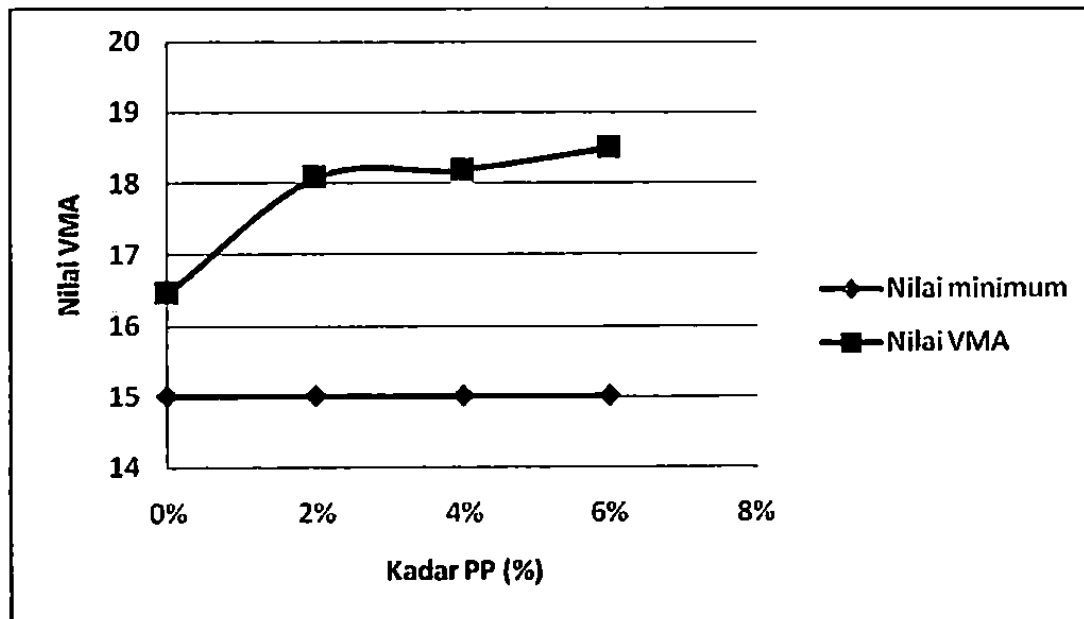
4. *Voids in the Mineral Aggregate (VMA)*

VMA atau yang lebih dikenal dengan rongga dalam agregat 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. Nilai hasil pengujian VMA

Tabel 5.9 Nilai VMA untuk masing-masing campuran

Kadar Aspal (%)	Nilai VMA (%)			
	0% PP	2% PP	4% PP	6% PP
6,5	16,46	18,08	18,18	18,49

Sumber : Hasil pengujian



Gambar 5.11. Hubungan antara kadar PP(%) dengan nilai VMA

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa dengan penambahan polipropilena (PP) meningkatkan nilai VMA. Nilai VMA tertinggi terjadi pada campuran menggunakan 6% polipropilena (PP) dan aspal 6,5%, yakni sebesar 18,49%, sedangkan nilai VMA terendah terjadi pada campuran tanpa menggunakan polipropilena (PP) dan aspal 6,5%, yakni sebesar 16,46%. Peran VMA penting di dalamnya untuk membuat ruang yang cukup bagi aspal untuk membuat campuran yang mempunyai durabilitas yang baik. Jika nilai VMA terlalu besar, akan dibutuhkan aspal dalam jumlah yang berlebihan untuk mengurangi rongga udara sehingga sesuai standar yang disyaratkan. Jumlah aspal yang berlebihan di dalam campuran juga dapat membuat stabilitas

5. *Voids Filled with Asphalt (VFA)*

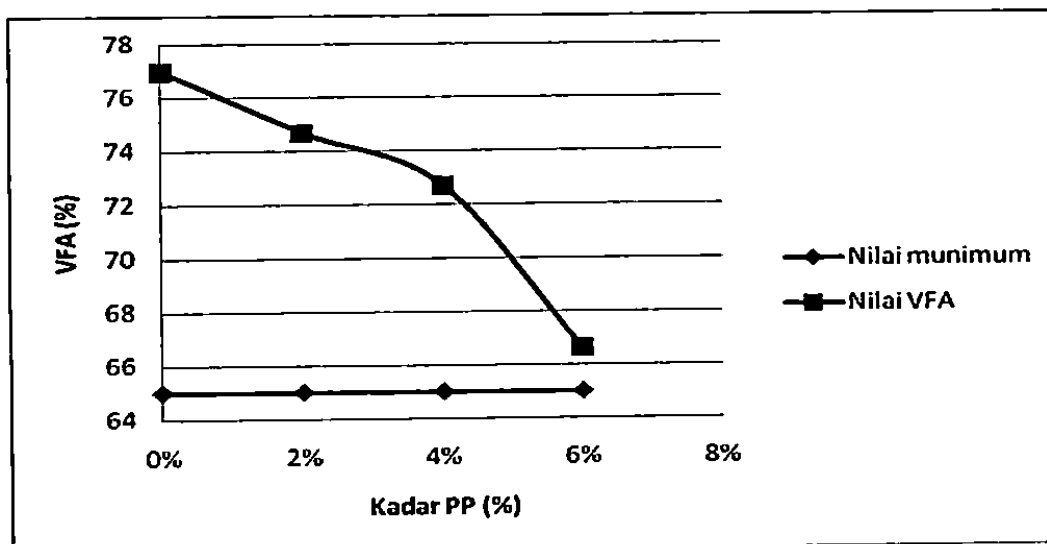
Rongga dalam campuran terjadi akibat adanya ruang sisa antar butiran penyusun campuran. Rongga ini dalam kondisi kering akan diisi oleh udara dan dalam kondisi basah akan diisi oleh air. Nilai VFA sangat dipengaruhi oleh penggunaan jumlah kadar aspal. Nilai VFA yang besar berarti semakin banyak rongga udara yang terisi aspal sehingga kedapatan campuran terhadap air dan udara akan semakin tinggi tetapi dengan nilai VFA yang terlalu tinggi akan menyebabkan lapis keras mudah mengalami *bleeding*.

Nilai VFA yang terlalu kecil akan menyebabkan kedapatan campuran berkurang karena hanya sedikit rongga yang terisi oleh aspal, dengan banyaknya rongga yang kosong, air dan udara akan mudah masuk kedalam lapis keras sehingga keawetan dari lapis keras akan berkurang (Juliasti, L, E., dkk, 2003). Hasil nilai VFA dapat dilihat pada Tabel 5.10 dan Gambar 5.12.

Tabel 5.10 Nilai VFA untuk masing-masing campuran

Kadar Aspal (%)	Nilai VFA (%)			
	0% PP	2% PP	4% PP	6% PP
6,5	76,97	74,66	72,70	66,62

Sumber : Hasil pengujian



Dari grafik terlihat bahwa dengan adanya penambahan polipropilena (PP) dalam campuran aspal, nilai VFA cenderung mengalami penurunan. Sebagai contoh pada campuran dengan aspal 6,5%, nilai VFA mengalami penurunan sebesar 68,96% pada fraksi polipropilena (PP) 2%. Nilai VFA ini terus menurun hingga dicampurkan berikutnya. Hal ini dapat dikarenakan pada saat pencampuran antar aspal dengan polipropilena (PP) terjadi penggumpalan jika tidak diaduk secara terus-menerus.

Nilai VFA tertinggi terjadi pada campuran menggunakan 0% polipropilena (PP) dan aspal 6,5%, yakni sebesar 76,97%, sedangkan nilai VFA terendah terjadi pada campuran menggunakan 6% polipropilena (PP) dan kadar aspal 6,5%, yakni sebesar 66,62%.

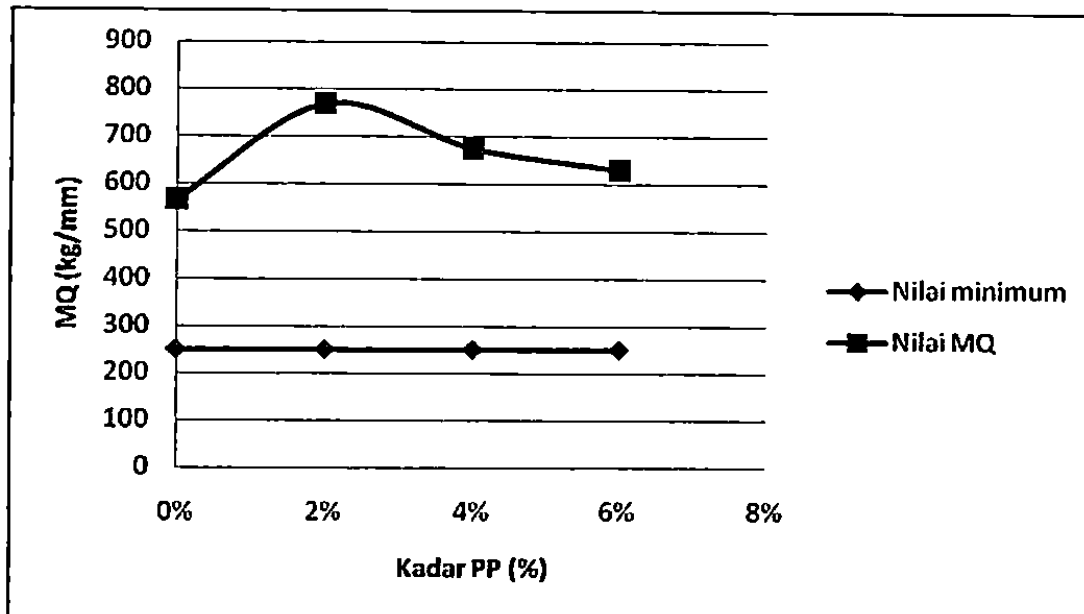
Dari grafik di atas terlihat bahwa semua fraksi memenuhi spesifikasi minimum yang dipersyaratkan yakni nilai minimum VFA sebesar 65%.

6. *Marshall Quotient (MQ)*

Nilai MQ merupakan pendekatan terhadap tingkat kekakuan dan fleksibilitas. Semakin tinggi nilai MQ suatu campuran, maka semakin kaku campuran tersebut. Sebaliknya semakin kecil nilai MQ, maka semakin lentur lapis perkerasan tersebut. Hasil untuk pengujian MQ tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.11 dan Gambar 5.13.

Tabel 5.11 Nilai *Marshall Quotient* untuk masing-masing campuran

Kadar Aspal (%)	Nilai <i>Marshall Quotient</i> (kg/mm)			
	0% PP	2% PP	4% PP	6% PP
6,5	566,13	769,35	675,00	630,00



Gambar 5.13. Hubungan antara kadar PP (%) dengan MQ

Dari grafik di atas terlihat bahwa penambahan polipropilena (PP) pada campuran Laston dapat meningkatkan nilai MQ. Pada campuran dengan aspal 6,5%, pada fraksi polipropilena (PP) 2% terjadi peningkatan sebesar 769,35 kg/mm dibandingkan fraksi polipropilena (PP) 0% sebesar 566,13 kg/mm. Namun pada fraksi polipropilena berikutnya yakni fraksi polipropilena 4% dan 6% dengan kadar aspal 6,5% terjadi penurunan nilai MQ.

Nilai MQ tertinggi terjadi pada campuran menggunakan 2% polipropilena (PP) dan aspal 6,5%, yakni sebesar 769,35 kg/mm. Sedangkan nilai MQ terendah terjadi pada campuran menggunakan 0% polipropilena (PP) dan aspal 6,5%, yakni sebesar 566,13 kg/mm.

Pada grafik di atas menunjukkan bahwa semua campuran Laston untuk berbagai variasi penggunaan polipropilena (PP) memenuhi syarat yang ditetapkan untuk nilai MQ yaitu lebih dari 250 kg/mm.

G. Hasil dan Pembahasan Pengujian Kuat Tarik Belah

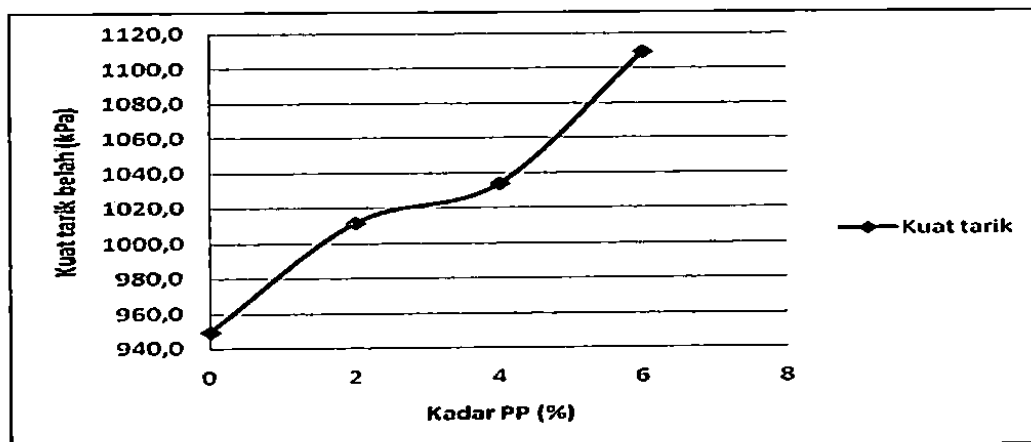
Pengujian kuat tarik belah digunakan untuk mengevaluasi ketahanan geser dari struktur perkerasan jalan. Pada penelitian ini dilakukan pengujian kuat tarik belah terhadap lapis perkerasan dengan penambahan polipropilena (PP) dalam

campuran aspal. Hasil pengujian kuat tarik belah diperlihatkan pada Tabel 5.12 dan Pada Gambar 5.14 diperlihatkan hubungan antara kadar polipropilena (PP) dengan kuat tarik belah serta Gambar 5.15 diperlihatkan hubungan antara kadar polipropilena (%) dengan nilai modulus pengujian untuk setiap variasi.

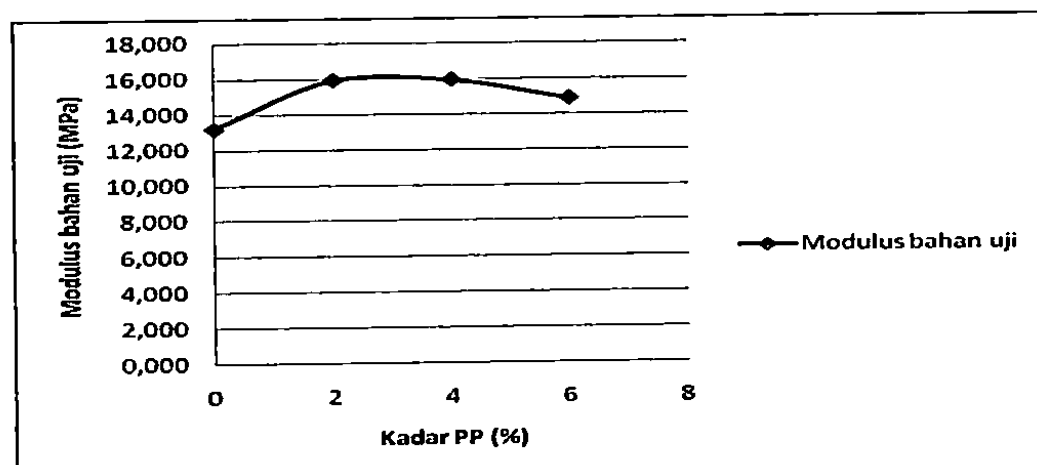
Tabel 5.12 Nilai kuat tarik dan modulus bahan uji untuk masing-masing campuran

Kadar aspal (%)	Kadar PP (%)	Kuat tarik belah (kPa)	Modulus bahan uji (MPa)
6,5	0	949,2	13,216
	2	1011,3	15,924
	4	1033,5	15,935
	6	1109,0	14,868

Sumber: Hasil pengujian



Gambar 5.14 Hubungan antara kadar PP (%) dengan kuat tarik belah



Berdasarkan Gambar 5.14 dapat dilihat bahwa semakin banyak penambahan polipropilena (PP) dalam campuran dapat meningkatkan nilai kuat tarik belah. Sebagai contoh pada penambahan kadar polipropilena (PP) 2% dengan Kadar aspal 6,5% nilai kuat tarik belah meningkat sebesar 1011,3 kPa dibandingkan campuran tanpa menggunakan polipropilena (PP). Nilai kuat tarik belah ini terus mengalami peningkatan pada penggunaan polipropilena (PP) di campuran berikutnya.

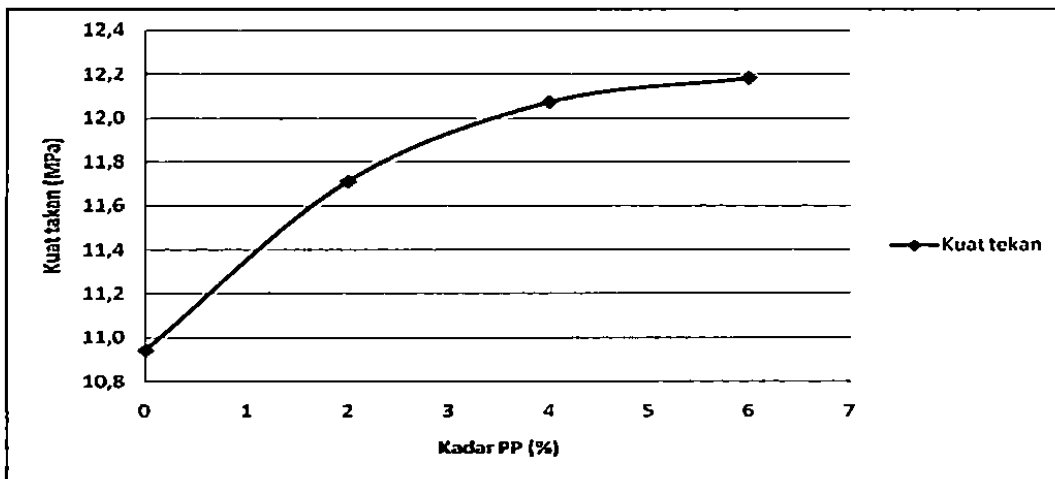
Pada Gambar 5.15 terlihat bahwa nilai modulus pengujian tertinggi terdapat pada 4% penambahan kadar polipropilena (PP) dengan nilai sebesar 15,935 MPa. Nilai modulus pengujian ini didapat dari perbandingan antara tegangan dan regangan yang dihasilkan dari pengujian kuat tarik belah

H. Hasil dan Pembahasan Kuat Tekan Normal

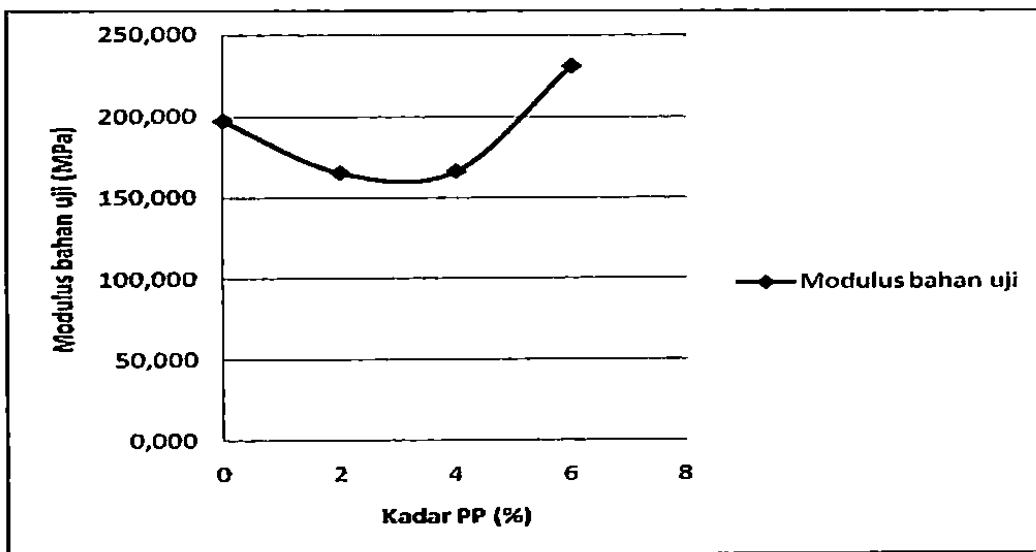
Pada penelitian ini, hasil dari kuat tekan digunakan untuk mengetahui kemampuan lapisan perkerasan untuk menahan beban yang ada secara vertikal. Hasil dari pengujian kuat tekan diperlihatkan pada Tabel 5.13 sedangkan hubungan antara kadar polipropilena (PP) dengan kuat tekan normal diperlihatkan dalam gambar 5.16 dan gambar 5.17 mengenai hubungan antar kadar polipropilena (PP) dengan modulus pengujian.

Tabel 5.13 Nilai kuat tekan normal dan modulus bahan uji untuk masing-masing campuran

Kadar aspal (%)	Kadar PP (%)	Kuat tekan normal (MPa)	Modulus bahan uji (MPa)
6,5	0	10,9	197,244
	2	11,7	165,097
	4	12,1	166,082
	6	12,2	230,942



Gambar 5.16 Hubungan antara kadar PP (%) dengan kuat tekan



Gambar 5.17 Hubungan antara kadar PP (%) dengan modulus bahan uji

Pada Gambar 5.16 terlihat bahwa semakin banyak kadar polipropilena (PP) digunakan dalam campuran, semakin tinggi nilai kuat tekannya. Sebagai contoh untuk beban yang diberikan secara vertikal berada pada campuran 2% kadar polipropilena (PP) dari berat aspal dengan nilai kuat tekan sebesar 11,7 Mpa lebih tinggi dibandingkan dengan nilai kuat tekan campuran tanpa menggunakan polipropilena (PP). Nilai kuat tekan terus mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya kadar polipropilena (PP) yang digunakan dalam campuran.

Berdasarkan Gambar 5.17 terlihat bahwa nilai modulus pengujian yang

pengujian kuat tekan, didapat nilai yang tertinggi dicapai pada campuran 6% penambahan kadar polipropilena (PP) dari berat aspal dengan nilai sebesar 230,942 MPa. Sedangkan nilai modulus terendah dicapai pada campuran 2% polipropilena (PP) dari berat aspal yakni sebesar 165,097 Mpa.

I. Hasil dan Pembahasan Perbandingan Modulus Uji SASW dan Modulus pada Pengujian Kuat Tarik Belah dan Kuat Tekan Normal

Pada pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah, pemberian beban secara axial sehingga dari pengujian ini akan didapatkan hasil berupa tegangan dan regangan. Tegangan yang dihasilkan merupakan perbandingan antara beban maksimum dengan luas penampang. Untuk kedua jenis pengujian ini nilai dari tegangan dan regangan, dihasilkan pada kondisi benda uji tidak dalam batas elastis karena pengujian kuat tarik belah dan tekan normal menghasilkan nilai modulus yang berkisar antara 11-230 MPa. Nilai ini tidak dapat dikatakan sebagai modulus elastisitas pada lapis perkerasan karena Nilai modulus elastisitas pada perkerasan berkisar antara 1000-1500 Mpa.

Nilai regangan yang dihasilkan dari kedua pengujian berkisar antara 10^{-2} . Hal ini menyebabkan nilai modulus elastisitas yang dihasilkan sangat kecil sehingga hasil dari perbandingan antara tegangan dan regangan tidak dapat dikatakan sebagai modulus elastisitas tetapi disebut sebagai modulus bahan uji.

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 diambil dari pengujian analisis perambat gelombang (SASW). Berikut akan dijelaskan dengan contoh perhitungan modulus dari hasil pengujian kuat tarik belah dan kuat tekan normal dan perbandingan hasil

a. Kuat tarik belah untuk campuran kadar polipropilena (PP) 2% dari berat aspal

Diketahui : tegangan = $463383,4817 \text{ N/m}^2 = 0,4634 \text{ Mpa}$

$$\text{Regangan} = 0,0311$$

$$\text{Maka, } E = \frac{0,4634}{0,0311} = 14,9 \text{ MPa}$$

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

$$16660,14 \text{ MPa} = \frac{0,4634 \text{ MPa}}{\varepsilon}$$

$$\varepsilon = 2,78 \times 10^{-5}$$

Dengan menggunakan regangan dari perhitungan diatas, maka akan didapatkan nilai modulus elastisitas sebesar 16669,065 MPa.

b. Kuat tekan normal untuk campuran kadar polipropilena (PP) 2% dari berat aspal

Diketahui : tegangan = $12214353,25 \text{ N/m}^2 = 12,214 \text{ MPa}$

$$\text{Regangan} = 0,0709$$

$$\text{Maka, } E = \frac{12,214}{0,0709} = 172,27 \text{ MPa}$$

Jika menggunakan nilai modulus elastisitas dari hasil penelitian Djaha

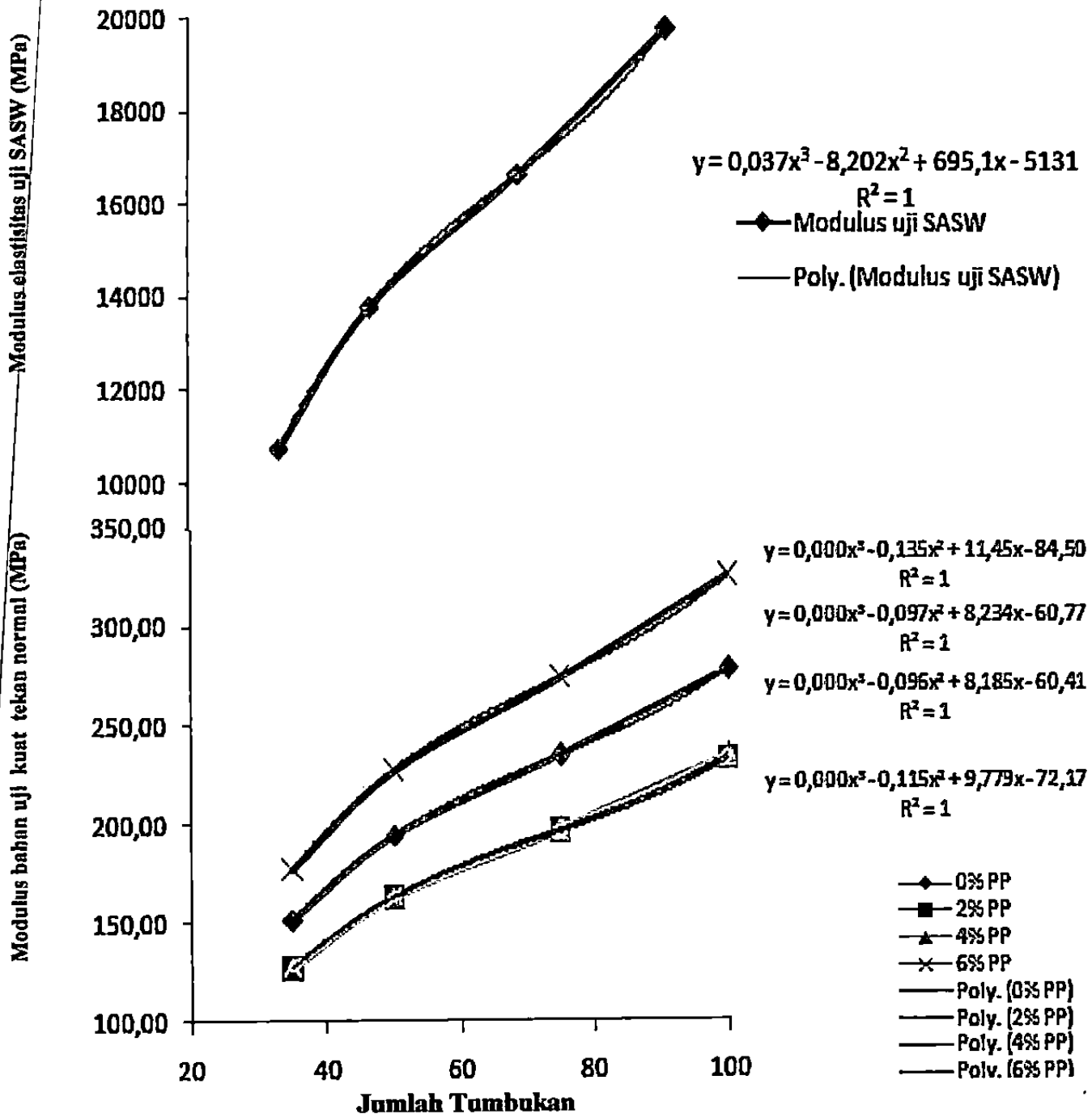
16660,14 MPa

Jika digunakan regangan sebesar $7,33 \times 10^{-4}$ maka akan didapatkan nilai modulus elastisitas sebesar 16663,028 MPa.

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

Tabel 5.14 Perbandingan nilai modulus uji SASW dengan nilai modulus uji kuat tekan normal dengan campuran Polipropilena (PP)

Jumlah tumbukan	Modulus elastisitas uji SASW (Mpa)	Modulus bahan uji kuat tekan normal (Mpa)			
		0% PP	2%PP	4%PP	6%PP
35	10757,18	151,32	126,66	127,41	177,17
50	13800,75	194,13	162,49	163,46	227,30
75	16660,14	234,354	196,158	197,328	274,392
100	19704,58	278,44	233,06	234,45	326,02



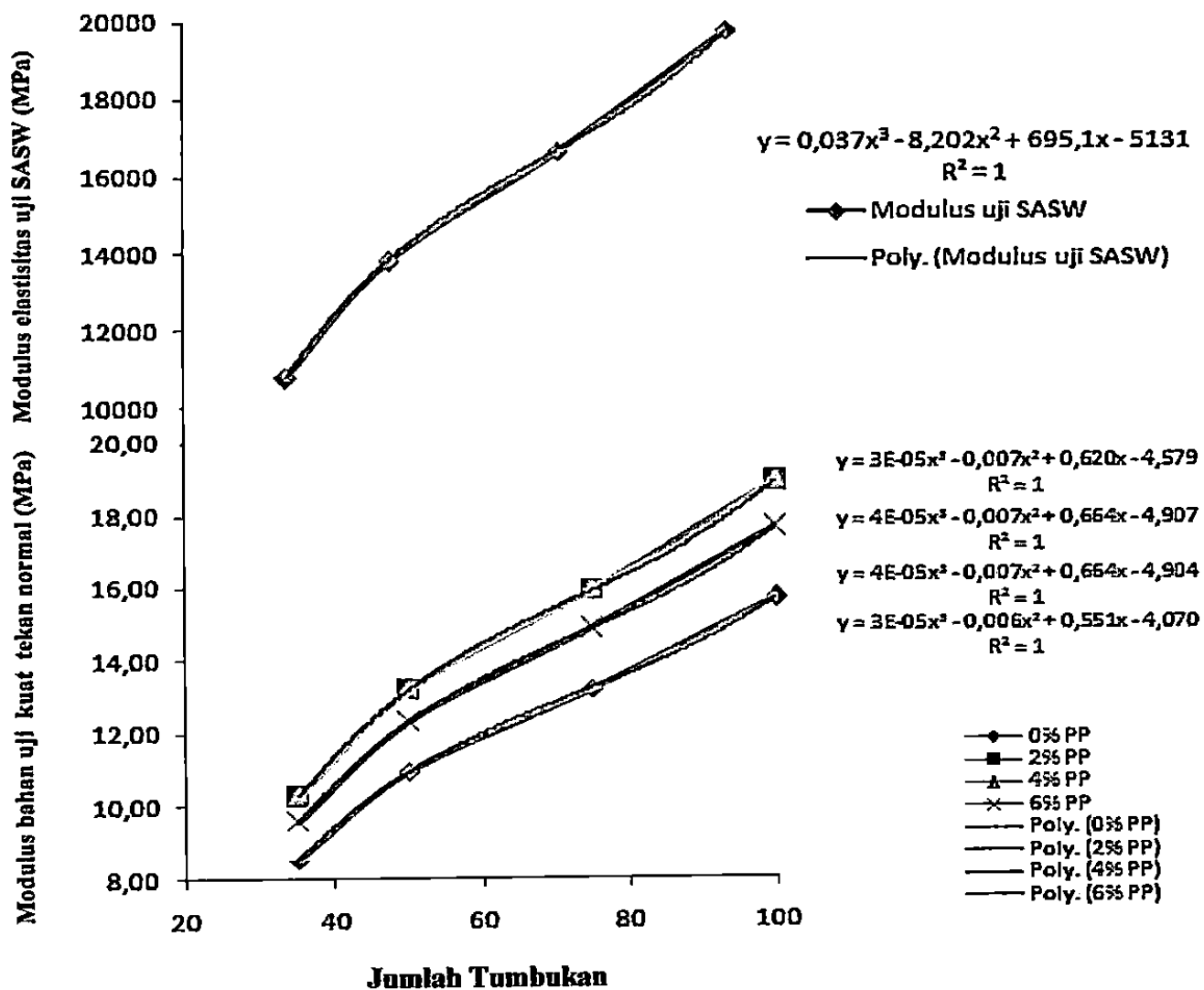
Gambar 5.18. Grafik perbandingan modulus elastisitas uji SASW dengan modulus bahan uji kuat tekan campuran Polipropilena (PP)

Dari grafik diatas terlihat bahwa nilai hasil modulus elastisitas dengan pengujian SASW mempunyai nilai yang sangat tinggi yakni sebesar 16660,14 MPa dengan 75 kali tumbukan dibandingkan dengan nilai hasil modulus elastisitas

dengan 75 kali tumbukan dengan nilai sebesar 220.042 MPa pada 75 kali

Tabel 5.15 Perbandingan nilai modulus uji SASW dengan nilai modulus uji kuat tarik dengan campuran Polipropilena (PP)

Jumlah tumbukan	Modulus elastisitas uji SASW (Mpa)	Modulus bahan uji kuat tarik belah (Mpa)			
		0% PP	2%PP	4%PP	6%PP
35	10757,18	8,53	10,28	10,29	9,60
50	13800,75	10,95	13,19	13,20	12,32
75	16660,14	13,22	15,92	15,94	14,87
100	19794,58	15,70	18,92	18,93	17,67



Gamabr 5.19. Grafik perbandingan modulus elastisitas SASW dengan modulus

Dari grafik diatas terlihat bahwa nilai hasil modulus elastisitas dengan pengujian SASW mempunyai nilai yang sangat tinggi yakni sebesar 16660,14 MPa dengan 75 kali tumbukan dibandingkan dengan nilai hasil modulus elastisitas pengujian kuat tarik dengan nilai tertinggi sebesar 15 035 MPa pada