

**MODIFIKASI CAMPURAN ASPAL DENGAN BAHAN TAMBAH
LIMBAH GELAS PLASTIK (*POLYETHYLENE TEREPHTHALATE* / PET)
DITINJAU PADA ASPEK STABILITAS DAN KELELEHAN PLASTIS**

Imam Wegik Wahyu Indrasto¹, Eko Supri Murtiono², Aryanti Nurhidayati²
Email: imamwegik28@gmail.com

Abstrak: Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah gelas plastik PET terhadap stabilitas dan flow aspal. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif. Subjek penelitian ini adalah campuran aspal dengan penambahan limbah gelas plastik PET sebanyak 0%, 1%, 3%, 5%, dan 7% dari berat aspal. Teknik pengumpulan data menggunakan metode eksperimen dengan pengujian di laboratorium. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan limbah gelas plastik PET berpengaruh signifikan terhadap stabilitas aspal dengan stabilitas optimal ada pada penambahan 3% dan stabilitas 1270,8 Kg. Penambahan limbah gelas plastik PET juga berpengaruh signifikan terhadap flow. Nilai flow pada campuran aspal dengan bahan tambah bersifat linier, sehingga semakin banyak penambahan maka semakin tinggi pula nilai flow yang didapat.

Kata Kunci: Campuran Aspal, Limbah Gelas Plastik PET, Stabilitas, Flow.

Abstract: *This research aims to knowing the effect of adding PET plastic cups waste on asphalt stability and flow. This research used quantitative method. The subjects of the research is asphalt mixture with added PET plastic cups of 0%, 1%, 3%, 5%, and 7% asses from the weight of asphalt. The data were collected by conduct laboratory test experiments. The result showed that significance influence between addition of plastic cups PET waste toward asphalt stability with optimal value added 3% and stability value 1270,8 Kg. The addition of PET plastic cups waste also has a significance effect on flow. Value of flow are linear, that is more addition more bigger the flow value obtained.*

Keywords: *Asphalt Mixture, PET Plastic Cups Waste, Stability, Flow*

¹ Mahasiswa Pendidikan Teknik Bangunan FKIP Universitas Sebelas Maret

² Pengajar Pendidikan Teknik Bangunan FKIP Universitas Sebelas Maret

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat mengakibatkan meningkatnya volume lalu lintas kendaraan. Berdasarkan data yang diperoleh dari Mabes Polri, jumlah kendaraan yang terdaftar di Indonesia per tanggal 1 Januari 2018 mencapai 111 Juta, atau tepatnya 111.571.239 unit kendaraan. Kondisi tersebut harus didukung dengan konstruksi jalan yang berkualitas. Terutama dari kualitas lapis perkerasan jalan agar aspal tidak cepat rusak dan untuk memberikan keamanan dan kenyamanan dalam berkendara.

Kerusakan jalan merupakan masalah yang umum dihadapi, hampir setiap daerah memiliki jalan yang rusak. Jalanan yang rusak ini disebabkan oleh banyak hal, sebagai contohnya adalah kualitas aspal yang memang kurang bagus, sistem drainase air yang tidak tertata, hingga penggunaan jalan oleh kendaraan dengan beban yang berlebih. Selain hal tersebut diatas, jenis perkerasan pada struktur jalan raya juga mempengaruhi kualitas aspal tersebut.

Perkerasan yang paling diminati pada struktur perkerasan jalan raya adalah perkerasan lentur. Hal ini dikarenakan perkerasan lentur memiliki daya dukung yang besar karena menggunakan aspal yang bersifat stabil, sehingga mampu menerima beban lalu lintas kendaraan. Dalam segi kenyamanan berkendara, perkerasan lentur juga mempunyai tingkat kenyamanan yang lebih tinggi dibandingkan perkerasan lainnya karena sifatnya yang lentur dan permukaan yang lebih rata.

Aspal merupakan salah satu material yang digunakan sebagai bahan pengikat dalam pembuatan jalan raya, material ini dipilih karena hasil akhirnya yang baik dan nyaman sebagai perkerasan fleksibel. Aspal atau bitumen merupakan material yang berwarna hitam kecoklatan yang bersifat viskoelastis sehingga akan melunak dan mencair bila mendapat cukup pemanasan dan sebaliknya (Sukirman, 2003). Untuk menekan jumlah kebutuhan akan aspal yaitu dengan meminimalisir penggunaan bahan dasar aspal, atau dengan peningkatan mutu aspal dalam

campuran seperti peningkatan stabilitas, durabilitas, dan ketahanannya terhadap air dengan menambahkan bahan tambahan dalam campuran yang sifatnya mampu mengatasi kelemahan yang dimiliki aspal contohnya bahan polimer, ataupun plastik. Pemberian bahan tambah diharapkan memberikan penambahan pada sifat-sifat fisik aspal seperti kepekaan terhadap stabilitas yang lebih besar dari aspal konvensional.

Penelitian ini akan menggunakan jenis plastik polyethylene terephthalate (PET) sebagai bahan tambah campuran aspal modifikasi. Pemilihan penambahan gelas plastik polyethylene terephthalate (PET) dikarenakan gelas plastik jenis PET dikenal memiliki tekstur yang tipis namun kuat serta tahan lama, dan juga lelehan plastik PET memiliki tekstur yang lengket untuk membantu mengikat agregat. Penambahan plastik PET dilakukan agar dapat meningkatkan kemampuan lapis perkerasan dalam menerima beban lalu lintas sehingga memberikan umur layanan yang lebih lama. Serta, untuk meningkatkan stabilitas dan kelelahan plastisnya.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium perkerasan jalan raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Subjek penelitian ini adalah campuran aspal dengan bahan tambah limbah gelas plastik dengan persentase penambahan 0%, 1%, 3%, 5%, dan 7% dari berat aspal.

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Teknik pengumpulan data berupa pengujian di laboratorium dengan melakukan eksperimen *trial and error*.

Data yang diperoleh dari uji laboratorium dianalisis menggunakan program SPSS versi 23. Analisis ini meliputi pengujian normalitas, homogenitas dan linearitas.

Setelah melakukan uji prasyarat tersebut maka dilakukan analisis regresi untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan limbah gelas plastik PET terhadap stabilitas dan flow aspal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Stabilitas Aspal

Stabilitas lapisan perkerasan jalan adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur dan *bleeding*.

Pengujian yang dilakukan adalah uji normalitas, homogenitas, linieritas, dan analisis regresi dengan hasil sebagai berikut :

a) Uji Normalitas

Hasil Pengujian Normalitas Stabilitas Aspal dapat dilihat dari tabel dibawah ini :

Tabel 1. Hasil Uji Normalitas Stabilitas Aspal

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Stabilitas (Kg)	.201	15	.105	.897	15	.086

a. Lilliefors Significance Correction

Hasil statistik Shapiro-Wilk dalam pengujian normalitas data pada tabel diatas dapat dilihat bahwa Stabilitas mempunyai nilai signifikansi sebesar 0,086. Data signifikansi sebesar 5%, atau harga signifikansi dengan $0,086 > 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa data penelitian tersebut berdistribusi secara normal.

b) Uji Homogenitas

Hasil pengujian homogenitas stabilitas aspal dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Hasil Uji Homogenitas Stabilitas Aspal

Test of Homogeneity of Variances			
Stabilitas (Kg)			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.248	4	10	.904

Dari hasil SPSS 23, dapat dilihat bahwa nilai signifikansi kuat tekan = 0,904 dimana $sig > 0,05$ maka dapat dikatakan Ho diterima atau dikelompokan data memiliki varian yang sama.

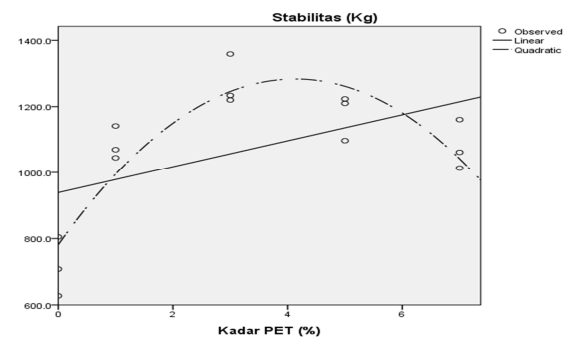
c) Uji Linieritas

Hasil pengujian linieritas Stabilitas dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. Hasil Uji Linieritas Stabilitas Aspal

Model Summary and Parameter Estimates								
Dependent Variable: Stabilitas (Kg)								
Equation	Model Summary					Parameter Estimates		
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1	b2
Linear	.259	4.533	1	13	.053	938.959	39.384	
Quadratic	.798	23.730	2	12	.000	781.305	242.901	-29.381

The independent variable is Kadar PET (%).



Gambar 1. Grafik Stabilitas Aspal

Dari hasil SPSS 23.0, dapat dilihat bahwa nilai signifikansi stabilitas untuk linier sebesar $0,053 > 0,05$ dan F hitung $4,533 < F$ tabel 4,67. Dapat dikatakan Ho diterima atau tidak terjadi hubungan linier. Sementara untuk kuadratik sebesar $0,00 < 0,05$ dan F hitung $23,730 > F$ tabel 3,89. Dapat dikatakan Ho ditolak atau terjadi hubungan kuadratik.

d) Analisis Regresi

Pengujian ini menggunakan pengujian statistik regression quadratic dari program computer SPSS 23.0 karena hasil data yang diperoleh bersifat kuadratik dan tidak linier. Program tersebut digunakan untuk mengetahui pengaruh dari variabel independent terhadap variabel dependent. Pengambilan keputusan melalui nilai signifikansi dan F hitung pada tabel ANOVA sebagai berikut:

Tabel 4. ANOVA Uji Regresi Stabilitas

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.

Regres sion	471225. 643	2	235612.82 2	23.730	.000
Residu al	119144. 734	12	9928.728		
Total	590370. 377	14			

The independent variable is Kadar PET (%).

Dari tabel ANOVA dapat diketahui bahwa :
(sig) = 0,000 < 0,05

F hitung = 23,730 > F tabel dengan df 2 dan 12
= 3,89

Sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak atau penambahan limbah gelas plastik PET berpengaruh terhadap stabilitas aspal.

Selanjutnya untuk mengetahui seberapa besar dan bagaimana pengaruh penambahan limbah gelas plastik PET pada campuran aspal terhadap stabilitas aspal dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5. *Model Summary* dan *Coefficients* Stabilitas

Model Summary			
R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
.893	.798	.765	99.643

The independent variable is Kadar PET (%).

Coefficients ^a			
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients
	B	Std. Error	Beta
Kadar PET (%)	242.901	37.305	3.136
Kadar PET (%) ** 2	-29.381	5.187	-2.728
(Constant)	781.305	49.696	

Dari tabel model summary dapat dikatakan bahwa nilai Rsquare = 0,798 yang berarti penambahan limbah gelas plastik PET pada campuran aspal memberi kontribusi pengaruh yang kuat sebesar 79,8% terhadap stabilitas aspal sementara 20,2% lainnya dipengaruhi oleh faktor lain. Selanjutnya pada tabel coefficients dapat diketahui persamaan sebagai berikut :

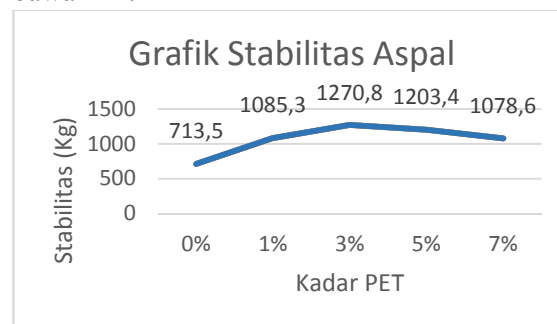
$$Y = -29,381x_2 + 242,901x_1 + 781,305$$

Dari persamaan diatas dapat dilihat bahwa pengaruh penambahan limbah gelas plastik PET terhadap stabilitas aspal sangat besar karena persentase penambahan limbah gelas

plastik PET berpengaruh 79,8% pada stabilitas aspal.

e) Pembahasan

Pada penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah gelas plastik PET pada campuran aspal mempengaruhi stabilitas aspal, hal ini dapat dibuktikan pada grafik di bawah ini:



Gambar 2. Grafik Stabilitas Aspal

Berdasarkan gambar diatas dapat diketahui bahwa penambahan limbah gelas plastik PET pada persentase 1% dan 3% mampu meningkatkan stabilitas aspal dengan nilai stabilitas 1% adalah 1085,3 kg dan 3% adalah 1270,8 kg. Sedangkan penambahan limbah gelas plastik PET dengan kadar 5% dan 7% akan menyebabkan penurunan stabilitas aspal jika dibandingkan dengan penambahan 3% dengan nilai stabilitas 5% adalah 1203,4 kg dan 7% adalah 1078,6 kg.

2. Flow Aspal

Flow atau kelelahan plastis adalah ketahanan dari lapis aspal dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang berupa alur (*rutting*) dan retak.

Pengujian yang dilakukan adalah uji normalitas, homogenitas, linieritas, dan analisis regresi dengan hasil sebagai berikut :

a) Uji Normalitas

Hasil Pengujian Normalitas Flow Aspal menggunakan SPSS 23.0 dengan metode Shapiro-Wilk dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 6. Hasil Uji Normalitas Flow Aspal

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statis tic	df	Sig.	Statis tic	df	Sig.
Flow (mm)	.141	15	.200*	.961	15	.718

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Hasil statistik Shapiro-Wilk dalam pengujian normalitas data pada tabel diatas dapat dilihat bahwa Flow Aspal mempunyai nilai signifikansi sebesar 0,718. Data signifikansi sebesar 5%, atau harga signifikansi dengan $0,718 > 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa data penelitian tersebut berdistribusi secara normal.

b) Uji Homogenitas

Hasil Pengujian Homogenitas Aspal menggunakan SPSS 23.0 dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 7. Hasil Uji Homogenitas Aspal

Test of Homogeneity of Variances				
Flow (mm)	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
	.201	4	10	.932

Dari hasil SPSS 23, dapat dilihat bahwa nilai signifikansi flow = 0,932 dimana sig > 0,05 maka dapat dikatakan Ho diterima atau dikelompokan data memiliki varian yang sama.

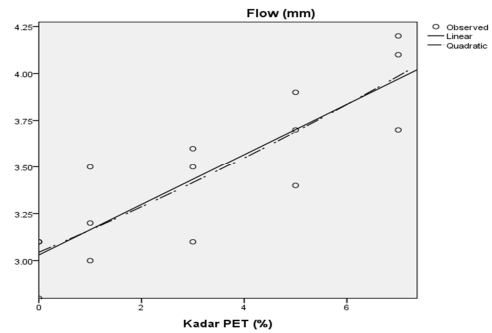
c) Uji Linieritas

Hasil pengujian linieritas flow aspal dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 8. Hasil Uji Linieritas Aspal

Model Summary and Parameter Estimates								
Dependent Variable: Flow (mm)								
Equation	Model Summary					Parameter Estimates		
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1	b2
Linear	.741	37.247	1	13	.000	3.030	.134	
Quadratic	.742	17.294	2	12	.000	3.045	.115	.003

The independent variable is Kadar PET (%).



Gambar 3. Grafik Flow Aspal

Dari hasil SPSS 23.0, dapat dilihat bahwa nilai signifikansi untuk flow aspal sebesar $0,000 < 0,05$ dan F hitung $37,247 > F$ tabel 4,67. Dapat dikatakan Ha diterima atau terjadi hubungan linear.

d) Analisis Regresi

Pengujian ini menggunakan pengujian statistik regression linear dari program computer SPSS 23.0 yang digunakan untuk mengetahui pengaruh dari variabel independent terhadap variabel dependent. Pengambilan keputusan melalui nilai signifikansi dan F hitung pada tabel ANOVA sebagai berikut:

Tabel 9. ANOVA Uji Regresi Flow

ANOVA ^a					
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	1.776	1	1.776	37.247	.000 ^b
1 Residual	.620	13	.048		
Total	2.396	14			

a. Dependent Variable: Flow (mm)

b. Predictors: (Constant), Kadar PET (%)

Dari tabel ANOVA dapat diketahui bahwa : (sig) = $0,000 < 0,05$

F hitung = $37,247 > F$ tabel dengan df 1 dan 13 = 4,67

Sehingga dapat disimpulkan bahwa Ho ditolak atau penambahan limbah gelas plastik PET berpengaruh terhadap flow aspal.

Selanjutnya untuk mengetahui seberapa besar dan bagaimana pengaruh penambahan limbah gelas plastik PET pada campuran aspal terhadap flow aspal dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 10. Model Summary dan Coefficients Flow

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.861 ^a	.741	.721	.2184

a. Predictors: (Constant), Kadar PET (%)

b. Dependent Variable: Flow (mm)

Coefficients ^a				
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients
		B	Std. Error	Beta
1	(Constant)	3.030	.090	
	Kadar PET (%)	.134	.022	.861

a. Dependent Variable: Flow (mm)

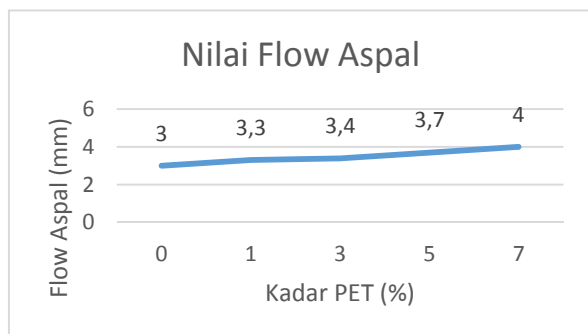
Dari tabel model summary dapat dikatakan bahwa nilai Rsquare = 0,741 yang berarti penambahan limbah gelas plastik PET pada campuran aspal memberi kontribusi pengaruh yang kuat sebesar 74,1% terhadap flow aspal sementara 25,9% lainnya dipengaruhi oleh faktor lain. Selanjutnya pada tabel coefficients dapat diketahui persamaan linier sebagai berikut :

$$Y = 0,134 X + 3,030$$

Dari persamaan linear dapat dilihat bahwa pengaruh penambahan limbah gelas plastik PET terhadap flow aspal bersifat positif yang menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan limbah gelas plastik PET maka semakin besar nilai flow yang dihasilkan.

e) Pembahasan

Pada penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah gelas plastik pada campuran aspal mempengaruhi flow aspal, hal ini dapat dibuktikan pada grafik di bawah ini:



Gambar 4. Grafik Flow Aspal

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa penambahan limbah gelas plastik PET

berpengaruh pada nilai flow aspal dan bersifat linier, sehingga semakin banyak penambahan limbah gelas plastik PET maka akan semakin tinggi pula nilai flow yang dihasilkan.

Berdasarkan pembahasan stabilitas dan flow dari penambahan limbah gelas plastik PET pada campuran aspal, dapat diketahui bahwa penambahan limbah gelas plastik PET terbaik ada pada persentase 3%, karena pada persentase tersebut didapatkan nilai stabilitas tertinggi dan nilai flow tidak melebihi batas maksimal spesifikasi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh penambahan limbah gelas plastik PET pada campuran aspal terhadap stabilitas dan flow aspal, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan limbah gelas plastik PET pada campuran aspal berpengaruh terhadap stabilitas aspal. Penambahan limbah gelas plastik PET pada persentase yang pas akan menambah stabilitas aspal, namun saat terlalu banyak penambahan limbah gelas plastik PET maka akan menurunkan stabilitas aspal. Persentase penambahan aspal yang optimal berdasarkan persamaan $Y = -29,381 x^2 + 242,901x + 781,305$ adalah 3% dengan nilai stabilitas 1270,8 Kg.
2. Penambahan limbah gelas plastik PET pada campuran aspal berpengaruh terhadap flow aspal. Semakin banyak penambahan limbah gelas plastik PET maka semakin tinggi juga nilai flow aspal. Namun semakin tinggi nilai flow aspal bukan berarti aspal tersebut semakin baik, karena nilai flow maksimal pada spesifikasi aspal adalah 4 mm.

SARAN

1. Pada penelitian lebih lanjut disarankan untuk meneliti tentang karakter *Marshall* lebih lengkap yaitu stabilitas, pori, *flow*, *Density Bulk* dan *Marshall Quotient*.
2. Pada penelitian lebih lanjut disarankan untuk tetap meneliti di laboratorium teknik sipil karena memiliki alat yang lengkap dan terawat.

DAFTAR PUSTAKA

- Purwadi, Didik. (2008). *Buku Ajar Rekayasa Jalan Raya 2 (Perkerasan Jalan)*. Universitas Diponegoro.
- Sukirman. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova
- Tenrisukki, Andi Tenriajeng. *Seri Diktat Kuliah Rekayasa Jalan Raya*. Gunadarma.
- Widjoko, L. & Purnamasari, P.E. (2012). Study the use of cement and plastic bottle waste as ingredient added to the asphaltic concrete wearing course. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*.
- _____. (2010). *Bab VII Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal*. Republik Indonesia Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga.