

## KARAKTERISTIK ASPAL SEBAGAI BAHAN PENGIKAT YANG DITAMBAHKAN STYROFOAM

*Mashun\**

III.

### **Abstract**

*Durability of asphalt concrete pavement to traffic load and temperature is very dependent on the quality of asphalt as a binder and the aggregate quality of mixture formation. Many efforts have been made to improve the quality of asphalt concrete mixtures, one of them is the use of substances added to the asphalt. In this study, the added materials that are used to see the changes the material characteristics of the asphalt is Styrofoam. The purpose of this research is to know the characteristics of the asphalt as a binder is added Styrofoam. Research has been done by taking a percentage of Styrofoam scenario is 0%, 2.0, 4.0% 6.0% 8.0%, 10.0%, 12.0%, 14.0% and 16.0 %. Testing characteristics include the value of the penetration of bitumen, softening point, specific gravity, loss on heating and ductilities of bitumen. The results of this study found that the penetration value of bitumen, specific gravity, ductilities of bitumen decreases as the increasing levels of styrofoam. While softening point values tend to increase as the increasing levels of Styrofoam in the bitumen.*

**Key words :** Styrofoam, bitumen binder, additive material

### **Abstrak**

Ketahanan perkerasan beton aspal terhadap beban lalu-lintas dan temperatur sangat tergantung pada kualitas aspal sebagai bahan pengikat dan kualitas agregat pembentuk campuran. Banyak usaha yang telah dilakukan untuk meningkatkan kualitas campuran beton aspal, salah satunya adalah penggunaan bahan tambah pada aspal. Pada penelitian ini, bahan tambah yang digunakan untuk melihat perubahan karakteristik aspal adalah material Styrofoam. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui karakteristik-karakteristik fisik aspal sebagai bahan pengikat yang ditambahkan Styrofoam.

Penelitian telah dilakukan dengan mengambil skenario kadar Styrofoam adalah 0%, 2,0%, 4,0%, 6,0%, 8,0%, 10,0%, 12,0%, 14,0% dan 16,0%. Pemeriksaan karakteristik aspal meliputi nilai penetrasi aspal, Titik lembek, Berat jenis, duktilitas dan kehilangan berat.

Hasil penelitian ini mendapatkan bahwa nilai penetrasi aspal, berat jenis, duktilitas cenderung turun seiring bertambahnya kadar styrofoam. Sementara nilai titik lembek cenderung meningkat seiring bertambahnya kadar styrofoam dalam aspal.

**Kata Kunci :** Styrofoam, bahan pengikat aspal, bahan tambahan

### **1. Pendahuluan**

Banyak usaha yang telah dilakukan dalam meningkatkan kualitas aspal sebagai bahan pengikat beton aspal campuran panas. Penggunaan jenis bahan tambah pada material aspal sangat tergantung kepada tujuan-tujuan yang ingin dicapai yaitu meningkatkan

kinerja campuran beton aspal campuran panas terhadap repetisi beban lalu-lintas, faktor lingkungan dan temperatur selama masa layannya.

Salah satu usaha yang telah dilakukan dalam meningkatkan kualitas aspal sebagai bahan pengikat adalah dengan memodifikasi sifat-sifat fisik dan

\* Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu

kimia aspal dengan material-material tambahan seperti arbocell, roadcel-50.

Pada penelitian ini, dicoba menggunakan bahan Styrofoam yang dicampurkan dengan material aspal untuk melihat perubahan sifat-sifat fisik aspal. Hasil dari penelitian ini akan memberikan informasi awal tentang karakteristik-karakteristik dari campuran beton aspal yang dapat diperbaiki dengan adanya penambahan Styrofoam ke dalam campuran beton aspal.

## 2. Kajian Pustaka

### 2.1 Aspal

Aspal merupakan bahan yang larut dalam Karbon Disulfida yang mempunyai sifat tidak tembus air dan mempunyai sifat adesi atau daya lekat sehingga umum digunakan dalam campuran perkerasan jalan dimana aspal sebagai bahan pengikatnya.

Aspal merupakan material yang berwarna hitam sampai coklat tua dimana pada temperatur ruang berbentuk padat sampai semi padat. Jika temperatur tinggi aspal akan mencair dan pada saat temperatur menurun aspal akan kembali menjadi keras (padat) sehingga aspal merupakan material yang termoplastis.

Berdasarkan cara memperolehnya aspal dapat dibedakan atas aspal alam dan aspal buatan. Aspal alam adalah aspal yang tersedia di alam seperti aspal danau di Trinidad dan aspal gunung seperti aspal gunung seperti aspal di Pulau Buton. Aspal buatan adalah aspal yang diperoleh dari proses destilasi minyak bumi (aspal minyak) dan batu bara.

Jenis aspal yang umum digunakan pada campuran aspal panas adalah aspal minyak. Aspal minyak dapat dibedakan atas aspal keras (aspal semen), aspal dingin/cair dan aspal emulsi.

Aspal keras/aspal semen , AC dikategorikan berdasarkan nilai penetrasinya seperti AC pen 40/50, yaitu AC dengan penetrasi 40 – 50, AC pen 60/70, yaitu penetrasi 60 – 70, AC pen 85/100, yaitu AC penetrasi 85 – 100.

### 2.2 Sifat-sifat fisik aspal

Aspal sebagai bahan pengikat sering dikarakterisasi sesuai dengan sifat-sifat fisiknya. Sifat-sifat fisik aspal secara langsung menggambarkan bagaimana aspal tersebut berkontribusi terhadap kualitas perkerasan aspal campuran panas. Pengujian fisik aspal yang paling awal adalah pengujian yang diturunkan secara empiris seperti pengujian penetrasi, pengujian viskositas aspal yang merupakan cara untuk menggambarkan sifat-sifat fisik aspal sebagai bahan pengikat. Hingga kini hubungan sifat-sifat fisik aspal hasil pengujian dan di lapangan terkadang tidak memuaskan.

Kemudian pada Tahun 1980-an dan 1990-an dikembangkan pengujian fisik berupa pengujian bahan pengikat superpave yang bertujuan untuk mengetahui kinerja bahan pengikat aspal yang secara langsung terkait dengan kinerja perkerasan.

Bentuk lain dari sifat-sifat fisik aspal adalah keawetan aspal dalam hubungannya dengan usia atau masa layan perkerasan. Aspal secara umum, seiring dengan bertambahnya waktu aspal akan mengalami peningkatan viskositas yang membuat aspal cenderung keras dan rapuh.

Aspal yang cenderung keras dan rapuh dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti:

- Proses oksidasi yaitu adanya reaksi antara aspal dengan oksigen di udara.
- Pengujian, yaitu pengujian bahan-bahan pembentuk aspal yang terjadi selama proses produksi campuran aspal panas.

*Karakteristik Aspal sebagai Bahan Pengikat yang Ditambahkan Styrofoam (Masluri)*

- Polimerisasi, yaitu proses pembentukan molekul yang lebih besar dimana molekul-molekul ini akan menyebabkan pengerasan pada aspal yang bersifat progresif.
- Proses tixotropi yaitu proses dimana aspal sebagai bahan pengikat mengalami peningkatan nilai viskositas dan pengerasan aspal yang diakibatkan oleh proses hidrofilik dimana pada aspal terbentuk suatu kisi-kisi partikel.
- Proses syneresis, yaitu proses pemisahan bahan yang kurang viskos dari dalam aspal yang lebih viskos yang diakibatkan oleh penyusutan atau pengaturan ulang struktur-struktur bahan pengikat dalam aspal akibat proses fisik dan kimia (exxon, 1997).
- Proses pemisahan yaitu, hilangnya material-material yang turut membentuk aspal akibat proses pemisahan resins, aspalenes dan oil oleh penyerapan selektif dari beberapa jenis agregat.

Sampai saat ini tidak ada pengukuran langsung mengenai proses penuaan aspal sebagai bahan pengikat. Yang ada sekarang ini adalah pengukuran penuaan aspal dengan melakukan proses simulasi di laboratorium seperti pengujian nilai penetrasinya, pengujian geser dinamis (Direct Shear Reometer), uji tarik tidak langsung, Uji bending rheometer serta pengujian viskositasnya.

Mensimulasikan efek dari penuaan aspal adalah penting dilakukan karena kualitas aspal yang tersedia di setiap negara adalah berbeda sehingga sifat-sifat fisik dalam hal proses penuaan juga akan berbeda. Penuaan aspal sebagai bahan pengikat dapat dikategorikan sebagai berikut:

- Proses penuaan jangka pendek, terjadi pada saat aspal dipanaskan dan dicampur dengan agregat panas dalam alat pencampur di AMP.

- Proses penuaan jangka panjang, yaitu terjadi pada saat jalan telah dibangun dan biasanya diakibatkan oleh pengaruh lingkungan dan beban lalu-lintas yang lewat di atasnya.

Tipikal pengujian penuaan aspal sebagai bahan pengikat yang umum dikenal adalah:

- Pengujian Thin Film Oven Test (TFOT)
- Pengujian Rolling Film Oven Test (RTFO).
- Pengujian Pressure Aging Vessel (PAV).

Pengujian PAV ini telah diadopsi pada superpave untuk mensimulasikan efek penuaan jangka panjang yang terjadi sebagai akibat pelayanan jalan dalam kurun waktu 5 tahun sampai 10 tahun.

### 2.3 Rheology aspal

Rheology aspal adalah studi mengenai perubahan bentuk dan flow suatu material aspal. Studi mengenai perubahan bentuk/deformasi dan aliran/flow aspal sebagai bahan pengikat adalah sangat penting untuk memprediksi kinerja perkerasan beraspal.

Perkerasan beton aspal yang terlalu besar deformasinya serta perubahan flownya akan cepat mengalami alur dan bleeding, sedang bila aspal terlalu kaku maka perkerasan akan mengalami retak lelah dan retak akibat temperatur. Deformasi yang terjadi pada perkerasan beton aspal terkait erat dengan sifat-sifat reologi dari aspal.

Karena sifat-sifat reologi aspal berhubungan erat dengan variasi temperatur maka reologi aspal melibatkan dua pertimbangan utama yaitu:

- Pengukuran reologi aspal sebagai bahan pengikat harus diukur pada suhu referensi yang ditetapkan seperti suhu ruang (25°C).

- Pengukuran reologi aspal juga harus mempertimbangkan suhu yang kemungkinan bisa terjadi selama masa layan perkerasan.

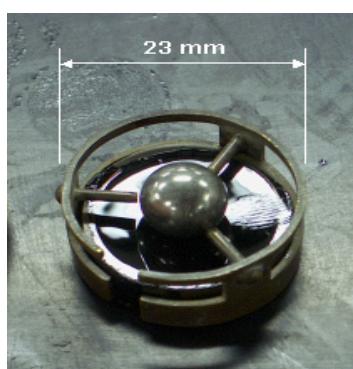
Beberapa jenis pengujian untuk melihat reologi aspal sebagai bahan pengikat adalah:

- Pengujian Penetrasi aspal

Pengujian aspal yang tertua adalah termasuk pengujian penetrasinya yang dilakukan oleh H.C. Bowen dari Barber Asphalt Paving pelopor pembuat mesin alat uji penetrasi pada Tahun 1888. Prinsip dasar dari pengujian penetrasi aspal adalah menentukan kedalaman jarum penetrasi pada kondisi suhu, beban dan waktu tertentu yaitu pada suhu 25°C, beban penetrasi 100 grm dan lama pembebahan jarum 5 detik.

- Pengujian Titik lembek aspal

Titik lembek aspal didefinisikan sebagai suhu dimana sampel aspal sudah tidak bisa lagi mendukung bola baja yang beratnya sekitar 3,5 grm. Pengujian ini pada mulanya banyak digunakan di negara-negara eropa dan di Amerika Serikat. Contoh benda uji pengujian titik lembek diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Sampel pemeriksaan titik lembek aspal

- Pengujian Viskositas absolut dan kinematik aspal
- Pengujian daktilitas aspal
- Pengujian Dinamic Shear Rheometer (DSR)
- Pengujian Bending Beam Rheometer (BBR)

Sementara pengujian untuk tujuan keamanan dan keselamatan pekerjaan meliputi:

- Pengujian Titik nyala aspal dan
- Pengujian titik bakar aspal

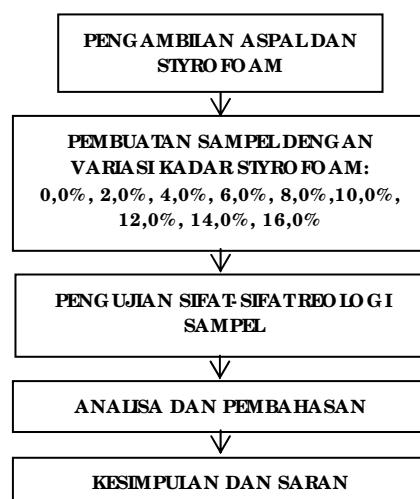
Pengujian kemurnian aspal dari bahan-bahan lain adalah:

- Pengujian kelarutan aspal (Solubility of Bitumenous Materials) sesuai metode AASHTO T-44 dan ASTM D 2042
- Pengujian destilasi dengan metode AASHTO T-55 dan ASTM D 95.
- Pengujian kandungan aspal dalam campuran dengan metode AASHTO T-110 dan ASTM D 1461.

### 3. Metode Penelitian

#### 3.1 Tahapan-tahapan penelitian

Tahapan-tahapan/langkah kerja penelitian ini disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan alir penelitian

*Karakteristik Aspal sebagai Bahan Pengikat yang Ditambahkan Styrofoam (Mashuri)*

### 3.2 Bahan dan alat pengujian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal pertamina pen 60/70 yang tersedia di Laboratorium Transportasi dan Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Tadulako Palu. Sementara material styrofoam didapat dari material-material buangan seperti pembungkus barang-barang elektronik.

Alat pengujian yang digunakan adalah alat-alat pengujian aspal yang ada pada Laboratorium Transportasi dan Jalan Raya Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Tadulako Palu.

### 3.3 Jenis-jenis pengujian yang dilakukan

Jenis-jenis pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengujian nilai penetrasi aspal, titik lembek aspal, pengujian kehilangan berat aspal, pengujian daktilitas aspal.

### 3.4 Perlakuan benda uji/sampel

Pada penelitian ini dibuat variasi kadar Styrofoam sebesar: 0,0%, 2,0%, 4,0%, 6,0%, 8,0%, 10,0%, 12,0%, 14,0% dan 16,0%.

### 3.5 Analisis Data

Data yang didapatkan dari pengujian kemudian dianalisis dengan menggunakan pendekatan statistika.

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Hasil pengujian penetrasi aspal – Kadar styrofoam

Data hasil pengujian penetrasi aspal pada beberapa variasi kadar

styrofoam dalam aspal disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 3.

Berdasarkan pada Tabel 1 dan Gambar 3, diketahui bahwa penambahan Styrofoam ke dalam aspal akan cenderung menurunkan nilai penetrasinya yang mengindikasikan aspal akan semakin keras dengan meningkatnya kadar Styrofoam dalam aspal. Pada pengujian ini, kadar Styrofoam yang masih memenuhi spesifikasi penetrasi aspal polimer, 50 – 70 adalah hingga 8,0%. Kadar Styrofoam di atas 8,0% sudah tidak memenuhi lagi spesifikasi penetrasi aspal polimer.

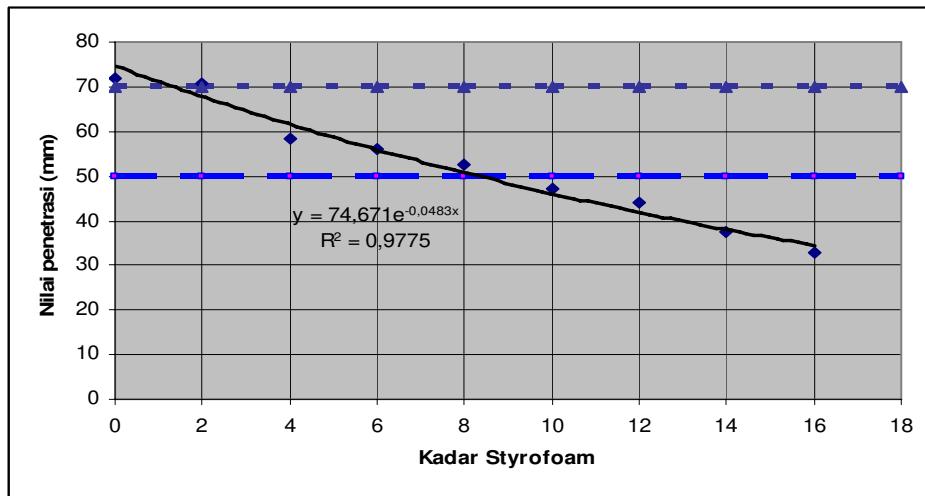
Analisa pengaruh/hubungan antara kadar Styrofoam dalam aspal dengan nilai penetrasinya dilakukan dengan menggunakan uji statistik uji-t student.

Prosedur pengujian uji-t student pada koefisien regresi adalah sebagai berikut:

- Formulasi hipotesis:  
 $b_1 = b_0$  (tidak ada hubungan antara variasi kadar Styrofoam dengan nilai penetrasi aspal)  
 $b_1 < b_0$  (terdapat hubungan negatif antara variasi kadar styrofoam dengan nilai penetrasi aspal)
- Penentuan taraf nyata dan nilai t tabel  
Tarat nyata ( $\alpha$ ) = 5% = 0,05  
Nilai t tabel dengan derajat kebebasan (db) = 9 – 2 = 7 adalah  
 $T_{0,05;7} = -2,365$
- Kriteria pengujian  
 $H_0$  diterima :  $t_0 \geq -2,365$   
 $H_1$  diterima :  $t_0 < -2,365$

Tabel 1. Nilai Penetrasi Aspal pada beberapa variasi kadar styrofoam

Kadar Styrofoam (%)	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0
Nilai Penetrasi (mm)	72	70,6	58,4	56,2	52,5	47,3	43,9	37,6	32,7



Gambar 3. Grafik hubungan kadar Styrofoam – Nilai Penetrasi aspal

Tabel 2. Nilai Titik Lembek Aspal pada beberapa variasi kadar styrofoam

Kadar Styrofoam (%)	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0
Nilai Titik Lembek (°C)	48,0	46,0	47,2	54,4	57,1	62,4	64,4	66,5	69,6

- Nilai uji statistik  $t_0$ :

Diketahui:  
 $b_1 = -0,0483$        $B_1 = 0$        $S_e = 0,0028$   
 sehingga:

$$t_0 = (-0,0483 - 0) / 0,0028 = -17,45$$

Karena  $-17,45 < -2,365$  maka dapat dikemukakan bahwa terdapat hubungan negatif antara variasi kadar styrofoam dengan nilai penetrasi aspal. Dengan kata lain bahwa penambahan kadar styrofoam dalam aspal akan memperkecil nilai penetrasi aspal.

Penambahan kadar styrofoam ke dalam aspal akan menurunkan nilai penetrasinya seperti yang diperlihatkan

pada Gambar 3 yang berarti aspal akan semakin keras seiring bertambahnya kadar styrofoam.

#### 4.2 Hasil pengujian Titik lembek aspal – Kadar styrofoam

Data hasil pengujian nilai Titik lembek aspal pada berbagai variasi kadar Styrofoam disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 4. Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 4, dapat diketahui bahwa terdapat suatu fenomena yaitu meningkatnya kadar Styrofoam dalam aspal akan menyebabkan nilai titik lembek aspal juga akan meningkat. Hal ini akan menyebabkan aspal kurang peka terhadap temperatur yang tinggi. Untuk mengetahui tingkat kepekaan

*Karakteristik Aspal sebagai Bahan Pengikat  
 yang Ditambahkan Styrofoam  
 (Masluri)*

aspal terhadap temperature maka salah satu indikator lain yang dapat dilihat adalah Nilai Penetration Index (PI) suatu aspal. Hubungan Nilai Penetration Index dengan variasi kadar Styrofoam dalam aspal disajikan pada Tabel 3.

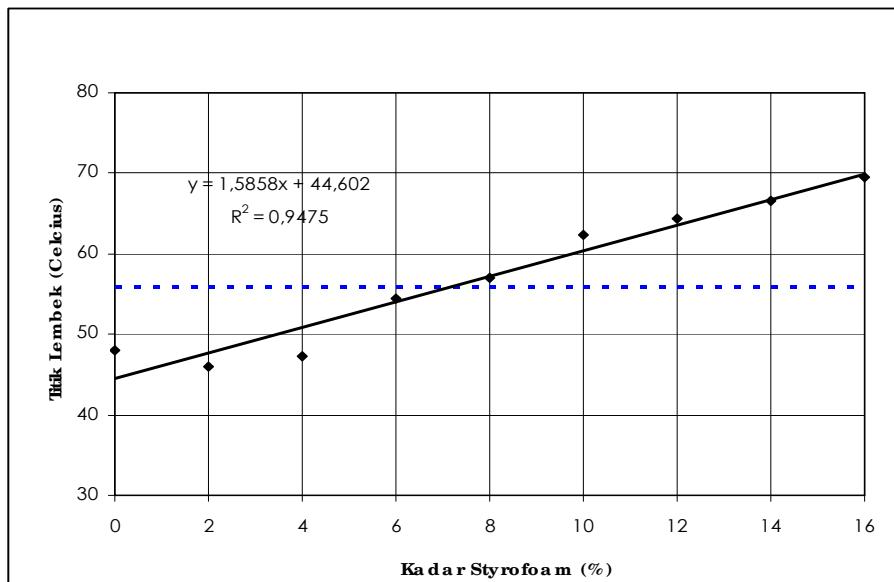
Untuk melihat ada tidaknya hubungan positif antara kadar Styrofoam dalam aspal terhadap nilai titik lembeknya digunakan uji statistik uji-t student dengan prosedur sebagai berikut:

- Formulasi hipotesis:

$b_1 = b_0$  (tidak ada hubungan antara variasi kadar Styrofoam dengan nilai titik lembek aspal)

$b_1 > b_0$  (terdapat hubungan positif antara variasi kadar styrofoam dengan nilai titik lembek aspal)

- Penentuan taraf nyata dan nilai t tabel  
 Taraf nyata ( $\alpha$ ) = 5% = 0,05  
 Nilai t tabel dengan derajat kebebasan ( $db$ ) = 9 - 2 = 7 adalah  $T_{0,05/2} = 2,365$
- Kriteria pengujian  
 $H_0$  diterima ( $H_1$  ditolak):  $t_0 \leq 2,365$   
 $H_0$  ditolak ( $H_1$  diterima):  $t_0 > 2,365$



Gambar 4. Grafik hubungan kadar Styrofoam – Nilai Titik Lembek aspal

Tabel 3. Nilai Penetration Index (PI) Aspal pada beberapa variasi kadar styrofoam

Kadar Styrofoam (%)	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0
Penetration Index (PI)	-0,8352	-1,4535	-1,5732	0,1301	0,5538	1,3550	1,5394	1,5390	1,7341

- Nilai uji statistik  $t_0$ :

Diketahui:

$$b_1 = 1,5858 \quad B_1 = 0 \quad S_{be} = 0,141$$

sehingga:

$$t_0 = (1,5858 - 0) / 0,141 = 11,243$$

Karena nilai  $t_0 = 11,243$  lebih besar dari  $t_{0,05} = 2,365$  maka hipotesa  $H_1$  yang diterima yang berarti bahwa terdapat hubungan positif antara kadar styrofoam dengan nilai titik lembek aspal.

Dengan demikian penambahan kadar styrofoam ke dalam aspal akan meningkatkan nilai titik lembeknya.

Sementara bila dilihat dari nilai Penetration Index (PI) pada Tabel 3, penambahan kadar styrofoam dari 6,0% - 16,0% membuat nilai PI positif yang berarti aspal kurang peka dengan

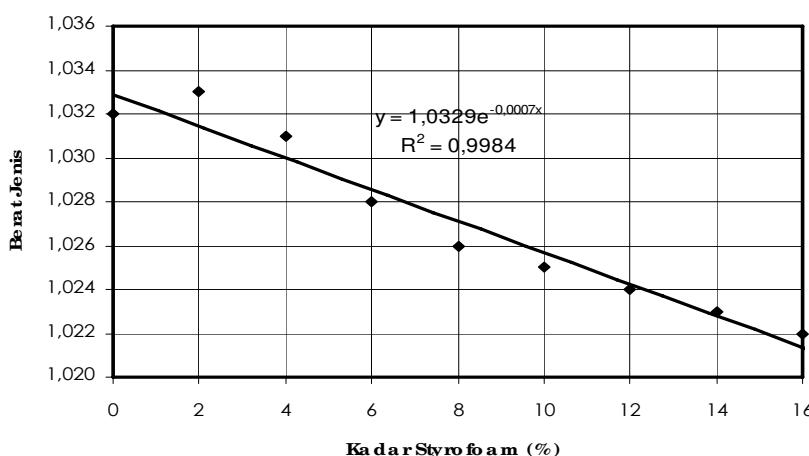
temperatur. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh meningkatnya nilai titik lembek yang diikuti oleh penurunan nilai penetrasinya. Dengan demikian penambahan styrofoam ke dalam aspal pada kadar 6,0% - 16,0% berpeluang besar untuk dapat meningkatkan nilai durabilitas aspal dilihat dari tingkat kepekaannya terhadap perubahan temperatur.

#### 4.3 Hasil pengujian Berat Jenis aspal – Kadar styrofoam

Hasil pemeriksaan Berat Jenis aspal pada berbagai variasi kadar Styrofoam disajikan pada Tabel 4, sementara model hubungan kadar Styrofoam dengan nilai Berat jenis aspal digambarkan pada Gambar 5.

Tabel 4. Nilai Berat Jenis Aspal pada beberapa variasi kadar styrofoam

Kadar Styrofoam (%)	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0
Berat Jenis Aspal	1,032	1,033	1,031	1,028	1,026	1,025	1,024	1,023	1,022



Gambar 5. Grafik hubungan kadar Styrofoam – Nilai Berat Jenis aspal

Untuk melihat ada tidaknya pengaruh penambahan Styrofoam dalam aspal terhadap nilai berat jenisnya maka digunakan pengujian statistik dengan menggunakan uji t- student.

Prosedur pengujian uji t-student pada koefisien regresi adalah sebagai berikut:

- Formulasi hipotesis:  
 $b_1 = b_0$  (tidak ada pengaruh antara variasi kadar Styrofoam dengan nilai Berat Jenis aspal)  
 $b_1 < b_0$  (terdapat pengaruh negatif antara variasi kadar styrofoam dengan nilai Berat Jenis aspal)
- Penentuan taraf nyata dan nilai t tabel  
 Taraf nyata ( $\alpha$ ) = 5% = 0,05  
 Nilai t tabel dengan derajat kebebasan ( $db$ ) =  $9 - 2 = 7$  adalah  
 $T_{0,05} ; 7 = -2,365$
- Kriteria pengujian  
 $H_0$  diterima :  $t_0 \geq -2,365$   
 $H_1$  diterima:  $t_0 < -2,365$
- Nilai uji statistik  $t_0$ :  
 Diketahui:  
 $b_1 = -0,0007 \quad B_1 = 0 \quad S_e = 0,00006$   
 sehingga:

$$t_0 = (-0,0007 - 0) / 0,00006 = -10,978$$

Karena  $t_0 = -10,978 < -2,365$  maka dapat dikatakan bahwa penambahan kadar Styrofoam dari 0,0% - 16,0% mempengaruhi nilai berat jenis aspal, dengan kata lain bahwa nilai Berat jenis aspal pada penambahan kadar Styrofoam 0,0% -

16,0% cenderung menurun atau semakin kecil.

Dari analisa tersebut juga dapat diketahui bahwa penambahan kadar Styrofoam ke dalam aspal hingga 16,0% masih dalam batas spesifikasi berat jenis yang dipersyaratkan yaitu minimal 1,000.

Kemudian dari analisa statistik dapat diketahui bahwa penambahan kadar Styrofoam hingga 16,0% cenderung akan meningkatkan pemakaian aspal dalam campuran.

#### 4.4 Hasil pengujian Daktilitas aspal – Kadar styrofoam

Hasil pemeriksaan Daktilitas aspal pada berbagai variasi kadar Styrofoam disajikan pada Tabel 5, sementara model hubungan antara kadar Styrofoam dalam aspal dengan nilai daktilitasnya disajikan pada Gambar 6.

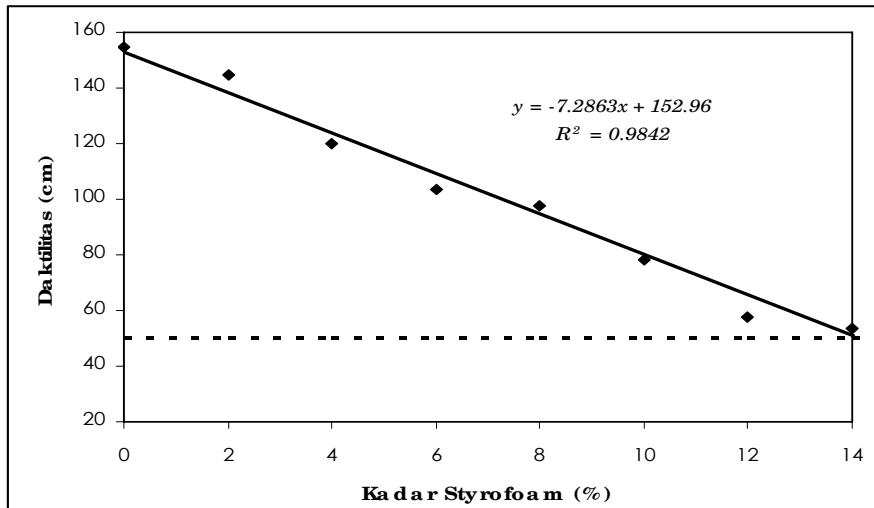
Untuk melihat ada tidaknya pengaruh penambahan Styrofoam dalam aspal terhadap nilai daktilitas maka digunakan pengujian statistik dengan menggunakan uji t- student.

Prosedur pengujian uji t-student pada koefisien regresinya adalah sebagai berikut:

- Formulasi hipotesis:  
 $b_1 = b_0$  (tidak ada hubungan antara variasi kadar Styrofoam dengan nilai daktilitas aspal)  
 $b_1 < b_0$  (terdapat hubungan negatif antara variasi kadar styrofoam dengan nilai daktilitas aspal)

Tabel 5. Nilai Daktilitas Aspal pada beberapa variasi kadar styrofoam

Kadar Styrofoam (%)	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0
Daktilitas Aspal (cm)	154,50	144,95	119,90	103,70	97,50	78,50	57,50	53,50	42,00



Gambar 6. Grafik hubungan kadar Styrofoam – Nilai Daktilitas aspal

- Penentuan taraf nyata dan nilai t tabel  
Tarat nyata ( $\alpha$ )= 5% = 0,05  
Nilai t tabel dengan derajat kebebasan ( $db$ )=  $9 - 2 = 7$  adalah  $T_{0,05;7} = -2,365$
- Kriteria pengujian  
 $H_0$  diterima :  $t_0 \geq -2,365$   
 $H_1$  diterima:  $t_0 < -2,365$
- Nilai uji statistik  $t_0$ :

Diketahui:  
 $b_1 = -7,2863$      $B_1 = 0$      $S_e = 0,3489$   
 sehingga:

$$t_0 = (-7,2863 - 0) / 0,3489 = -20,883$$

Karena  $-20,883 < -2,365$  maka dapat dikemukakan bahwa terdapat hubungan negatif antara variasi kadar styrofoam dengan nilai daktilitas aspal. Hal ini berarti bahwa penambahan kadar styrofoam dalam aspal akan memperkecil nilai daktilitas aspal.

Dengan demikian penambahan Styrofoam dalam aspal cenderung akan membuat aspal kehilangan sifat plastisitasnya.

Dan berdasarkan pada Tabel 5 dan Gambar 6 terlihat bahwa kadar maksimum Styrofoam dalam aspal dimana masih memenuhi syarat daktilitas minimum sebesar 50,0 cm adalah sebesar 14,0%.

#### 4.5 Hasil pengujian Kehilangan berat aspal – Kadar styrofoam

Hasil pemeriksaan kehilangan berat aspal pada berbagai variasi kadar Styrofoam disajikan pada Tabel 6, sementara model hubungan antara kadar Styrofoam dalam aspal dengan nilai kehilangan berat aspal disajikan pada Gambar 7.

Untuk melihat ada tidaknya pengaruh penambahan Styrofoam dalam aspal terhadap nilai kehilangan beratnya maka digunakan pengujian statistik dengan menggunakan uji t-student.

Prosedur pengujian uji t-student pada koefisien regresinya adalah sebagai berikut:

- Formulasi hipotesis:

*Karakteristik Aspal sebagai Bahan Pengikat yang Ditambahkan Styrofoam (Masluri)*

$b_1 = b_0$  (tidak ada pengaruh antara variasi kadar Styrofoam dengan kehilangan berat aspal)

$b_1 < b_0$  (terdapat pengaruh negatif antara variasi kadar styrofoam dengan kehilangan berat aspal)

- Penentuan taraf nyata dan nilai t tabel  
Tarat nyata ( $\alpha$ ) = 5% = 0,05  
Nilai t tabel dengan derajat kebebasan ( $db$ ) =  $9 - 2 = 7$  adalah  $T_{0,05,7} = -2,365$
- Kriteria pengujian  
 $H_0$  diterima :  $t_0 \geq -2,365$   
 $H_1$  diterima:  $t_0 < -2,365$
- Nilai uji statistik  $t_0$ :  
Diketahui:

$$b_1 = -0,0557 \quad B_1 = 0 \quad S_e = 0,0442$$

sehingga:

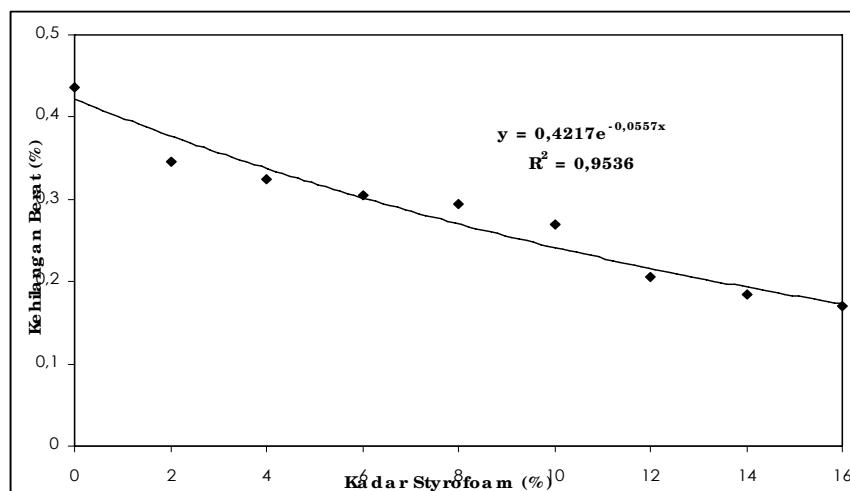
$$t_0 = (-0,0557 - 0) / 0,0442 = -1,2600$$

Karena  $-1,2600 > -2,365$  maka dapat dikemukakan bahwa tidak terdapat hubungan negatif antara variasi kadar styrofoam dengan nilai daktilitas aspal pada rentang variasi kadar styrofoam dari 0,0% sampai 16,0%.

Dengan demikian, diduga bahwa penambahan Styrofoam ke dalam aspal hingga 16,0% tidak akan membuat aspal berubah konsistensinya.

Tabel 6. Kehilangan berat Aspal pada beberapa variasi kadar styrofoam

Kadar Styrofoam (%)	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0
Kehilangan Berat (%)	0,437	0,345	0,324	0,305	0,295	0,270	0,205	0,185	0,170



Gambar 7. Grafik hubungan kadar Styrofoam – Kehilangan berat aspal

### **5. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat ditarik beberapa kesimpulan:

- a. Penambahan styrofoam ke dalam aspal cenderung akan menurunkan nilai penetrasi aspal yang berarti aspal menjadi lebih keras.
- b. Penambahan styrofoam ke dalam aspal hingga 16,0% akan membuat aspal akan semakin tidak peka dengan temperatur.
- c. Penambahan Styrofoam ke dalam aspal hingga 16,0% cenderung menurunkan nilai berat jenisnya.
- d. Penambahan kadar Styrofoam ke dalam aspal hingga 16,0% cenderung akan menurunkan sifat daktilitasnya.
- e. Kadar Styrofoam hingga 16,0% tidak berpengaruh signifikan terhadap kehilangan berat aspal sehingga konsistensi aspal masih terjaga.

[http://training.ce.washington.edu/wsdot/modules/03\\_materials/03-3\\_body.htm#ductility\\_test](http://training.ce.washington.edu/wsdot/modules/03_materials/03-3_body.htm#ductility_test), 10 Januari 2009, pukul 15.30 Witeng.

Kennedy, Neville, 1976, Basic Statistical Methods For Engineers and Scientists, 2nd Edition, Harper & Row, Publishers, New York

Sukirman, Silvia, 1999, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Nova, Bandung.

Supranto, M.A.J, 1987, Statistik, Teori dan Aplikasi Edisi Kelima, Jilid 1, Penerbit Erlangga. Surabaya.

### **6. Daftar Pustaka**

Departemen Pekerjaan Umum, 2007, Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Pusat Litbang Prasarana Transportasi Badan Penelitian dan Pengembangan, Jakarta.

Hasan, Ikbal, 2004, Analisa Data Penelitian dengan Statistik, Bumi Aksara, Jakarta.

[http://pu.go.id/publik/proy.strategis/Pantu ra/Berita\\_PDF/agus30052005\\_1.pdf](http://pu.go.id/publik/proy.strategis/Pantu ra/Berita_PDF/agus30052005_1.pdf) Palu, 10 Januari 2009 Pukul 15.00 Witeng.

[http://training.ce.washington.edu/wsdot/modules/03\\_materials/03-3\\_body.htm#durability](http://training.ce.washington.edu/wsdot/modules/03_materials/03-3_body.htm#durability), 10 Januari 2009 Pukul 15.30 Witeng.

[http://training.ce.washington.edu/wsdot/modules/03\\_materials/03-3\\_body.htm#penetration\\_test](http://training.ce.washington.edu/wsdot/modules/03_materials/03-3_body.htm#penetration_test), 10 Januari 2009, pukul 15.30 Witeng.