



BAB 4 **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**



BAB 4

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Material

Pengujian terhadap material Aspal dilakukan di Laboratorium Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Timur ó Bali dan tujuan penelitian/riset ini untuk menguji sifat-sifat aspal. Pengujian ini secara keseluruhan menghasilkan data sebagai berikut: (*form hasil pengujian terlampir*)

1. Karakteristik aspal Asbuton Butir B50/30;
2. Karakteristik aspal Pen 60/70; dan
3. Karakteristik variasi campuran aspal antara Asbuton Butir B50/30 dengan aspal Pen 60/70.

4.2 Perencanaan Komposisi Variasi Campuran Aspal

Berdasarkan tujuan dari penelitian yaitu perbaikan sifat-sifat fisik aspal Pen 60/70 menggunakan Asbuton Butir B50/30 yang juga menjadi salah satu upaya dalam penggunaan Asbuton. Dalam penelitian ini dibuat 5 (lima) variasi komposisi campuran aspal, yang mana penggunaan Asbuton Butir B50/30 dimulai dengan nilai komposisi sebesar 10% dari 100% aspal campuran. Selanjutnya ditambah 5% untuk setiap kenaikan komposisi hingga komposisi Asbuton Butir B50/30 sebesar 30% seperti yang disajikan pada Tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1. Komposisi Variasi Campuran Aspal

Kode Benda Uji	Asbuton Butir B50/30 (%)	Aspal Pen 60/70 (%)
K1	10	90
K2	15	85
K3	20	80
K4	25	75
K5	30	70

Sumber: Hasil Perhitungan

4.3 Pengujian Aspal

4.3.1 Pengujian Asbuton Butir B50/30

Pengujian terhadap Asbuton Butir B50/30 meliputi ukuran butir, kadar aspal, kadar air, kelarutana dalam trikloretilen, penetrasi, titik lembek, daktilitas, penurunan berat setelah TFOT, dan penetrasi setelah TFOT. Terlebih dahulu dilakukan ekstraksi terhadap Asbuton Butir B50/30 dan pemulihan (*recovery*) aspal yang dihasilkan dengan cara distilasi. Adapun hasil pengujian terhadap aspal Asbuton Butir B50/30 disajikan pada Tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4.2. Karakteristik Asbuton Butir B50/30

No	Uraian	Persyaratan	Nilai Pengujian
1	Sifat Asbuton Butir B50/30		
	- Ukuran butir asbuton		
	Ø Lolos ayakan 3/8 inci (9,5 mm): %	100	100
	- Kadar bitumen asbuton; %	Min. 20	21,83
	- Kadar air; %	Maks. 4	-
2	Sifat bitumen Asbuton Butir B50/30 hasil ekstraksi dan pemulihan		
	- Kelaruran dalam trikloroetilen; %	Min 99	99,993
	- Penetrasi bitumen Asbuton pada 25oC, 100g, 5 detik; dmm	40 ó 70	54,50

Tabel 4.2. Karakteristik Asbuton Butir B50/30 (Lanjutan)

No	Uraian	Persyaratan	Nilai Pengujian
	- Titik Lembek; °C	Min. 48	56,40
	- Daktilitas pada 25°C; cm	Min. 100	136,5
	- Penurunan berat setelah TFOT; %	Maks. 2	0,283
	- Penetrasi setelah TFOT, pada 25°C, 100g, 5 detik; (% terhadap penetrasi awal)	Min. 54	83,67

Sumber: Hasil Pengujian

4.3.2 Pengujian Aspal Pen 60/70

Bedasarkan jenis pengujian yang sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 dalam penelitian/riset ini hanya dilakukan dalam 10 jenis pengujian. Pada Tabel 4.3 merupakan hasil dari pengujian terhadap aspal Pen 60/70 dan menunjukkan bahwa aspal tersebut memenuhi persyaratan dari Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

Tabel 4.3. Karakteristik Aspal Pen 60/70

No	Jenis Pengujian	Persyaratan	Hasil Pengujian
1	Penetrasi pada 25°C (dmm)	60-70	64,50
2	Viskositas Kinematis 135°C (cSt)	× " 5 2 2	667,50
3	Titik Lembek (°C)	× " 6 :	48,10
4	Daktilitas (cm)	× " 3 2 2	> 140
5	Titik Nyala (°C)	× " 4 5 4	292,5
6	Kelarutan Aspal dalam <i>Trichloroethylen</i> (%)	× " ; ;	99,998
7	Berat Jenis (gr/ml)	× " 3 .	1,035
	Pengujian Residu hasil TFOT		
8	Berat yang Hilang (%)	Ö " 2 .	0,018
9	Penetrasi pada 25°C (%)	× " 7 6	81,86
10	Daktilitas pada 25°C (cm)	× " 7 2	> 140

Sumber: Hasil Pengujian

4.3.3 Pengujian Variasi Campuran Aspal

Pengujian terhadap Variasi campuran aspal antara Asbuton Butir B50/30 dengan aspal Pen 60/70 meliputi 10 jenis macam pengujian yang dipersyaratkan oleh Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 serta mangacu terhadap sifat fisik aspal Pen 60/70. Pada Tabel 4.4 merupakan hasil pengujian Variasi Campuran Aspal antara Asbuton Butir B50/30 dengan aspal Pen 60/70.

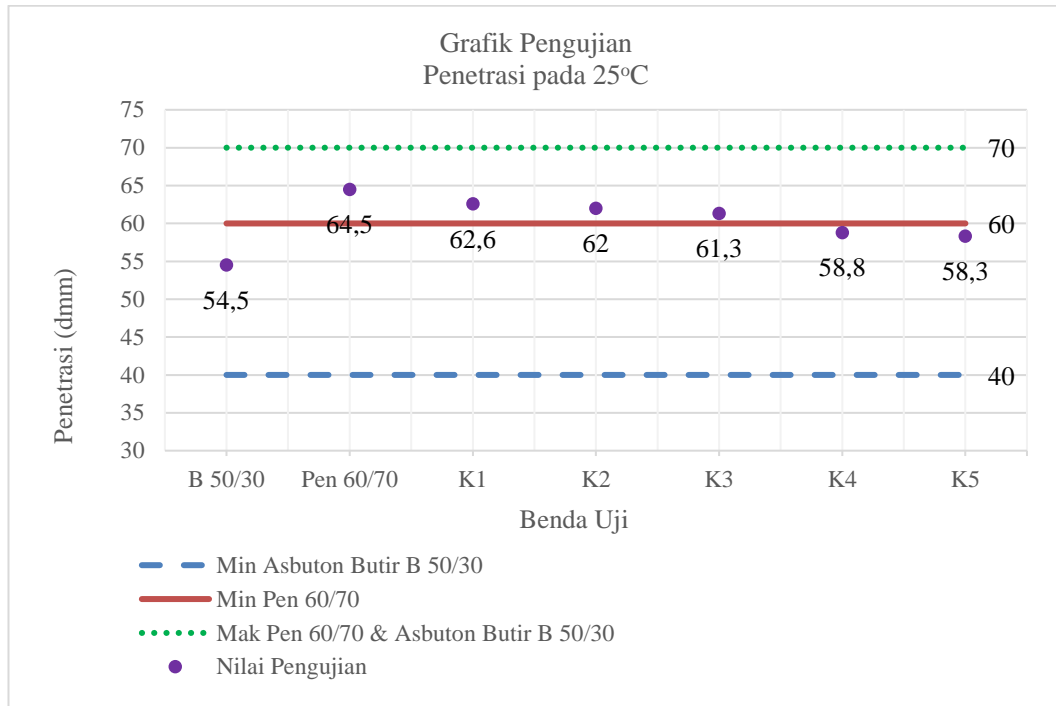
Tabel 4.4. Karakteristik Variasi Campuran Aspal

No	Jenis Pengujian	Syarat	Hasil Pengujian				
			K1	K2	K3	K4	K5
1	Penetrasi pada 25°C (dmm)	60-70	62,60	62,00	61,30	58,80	58,30
2	Viskositas Kinematis 135°C (cSt)	× " 5 2	717,5	792,5	830,0	852,5	897,5
3	Titik Lembek (°C)	× " 6	51,10	51,60	52,40	53,10	53,80
4	Daktilitas (cm)	× " 3 2	137,5	131	122,25	111,5	97
5	Titik Nyala (°C)	× " 4 5	297	301,5	308	311,5	317
6	Kelarutan Aspal dalam <i>Trichloroethylen</i> (%)	× " ;	92,71	88,7	84,61	80,75	76,8
7	Berat Jenis (gram/ml)	× 1,0	1,047	1,081	1,118	1,124	1,182
Pengujian Residu hasil TFOT							
8	Berat yang Hilang (%)	Ö " 2	0,021	0,127	0,170	0,200	0,281
9	Penetrasi pada 25°C (%)	× " 7	81,94	82,75	83,36	83,84	84,39
10	Daktilitas pada 25°C (cm)	× " 7	134,5	122,5	111,0	98,0	93,0

Sumber: Hasil Pengujian

4.4 Analisis Teknik

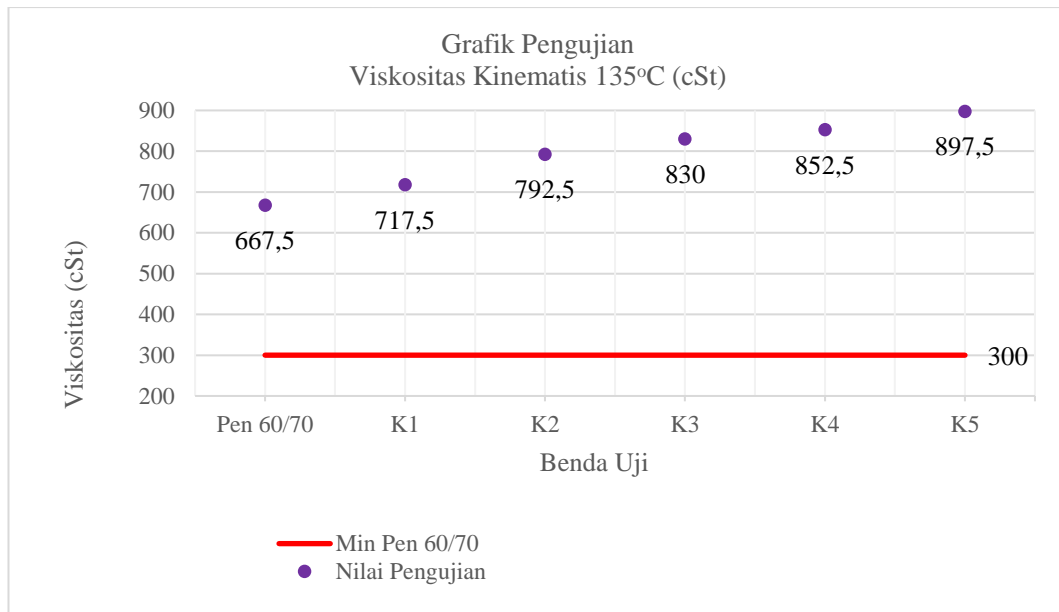
4.4.1 Pengujian Penetrasi Aspal



Gambar 4.1. Grafik Hasil Pengujian Penetrasi Aspal
(Sumber: Hasil Pengujian)

Pada Gambar 4.1 menunjukkan grafik perbandingan nilai pada pengujian penetrasi pada 7 (tujuh) macam aspal. Terlihat bahwasannya nilai Penetrasi Aspal Pen 60/70 setelah dimodifikasi dengan Asbuton Butir B50/30 mengalami kecenderungan semakin turun yang ditunjukkan dari Kode aspal variasi K1 sampai dengan K5. Untuk benda uji dengan kode K4 dan K5 nilai penetrasinya dibawah persyaratan aspal Pen 60/70 namun masih diatas Asbuton Butir B50/30, hal ini dikarenakan adanya pengaruh kandungan Asbuton dalam campuran sehingga nilai penetrasi aspal dengan kode K4 dan K5 masih dapat diterima.

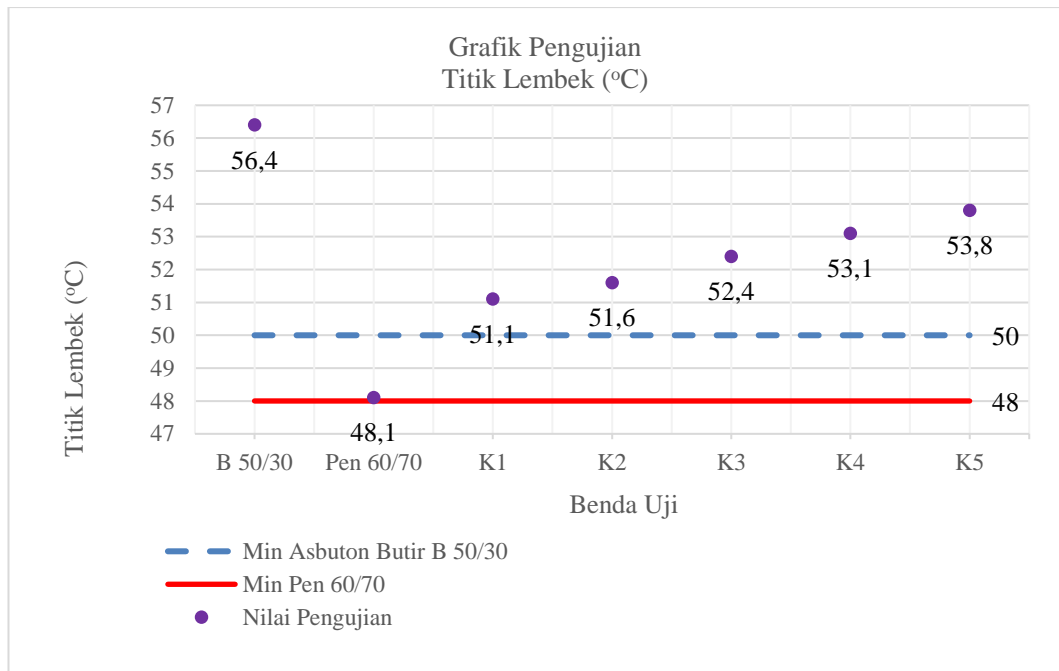
4.4.2 Pengujian Viskositas Aspal



Gambar 4.2. Grafik Hasil Pengujian Viskositas Aspal
(Sumber: Hasil Pengujian)

Pada Gambar 4.2 menunjukkan grafik perbandingan nilai dari pengujian viskositas atau kekentalan aspal pada 6 (enam) macam aspal selain Asbuton Butir B50/30 karena tidak dipersyaratkan didalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Terlihat bahwa nilai dari Viskositas aspal Pen 60/70 setelah dimodifikasi dengan Asbuton Butir B50/30 mengalami nilai cenderung semakin naik yang ditunjukkan dari Kode aspal variasi K1 sampai dengan K5. Menurut Senduk, NL., dkk (2015) bahwa semakin besar nilai viskositas aspal, menyebabkan semakin rendah nilai dari stabilitas, flow, dan Voids Filled with Bitumen (VFB) namun nilai dari Voids in Mix (VIM) dan nilai Voids in Mineral Aggregate (VMA) semakin tinggi didalam campuran beraspal panas begitu pula sebaliknya.

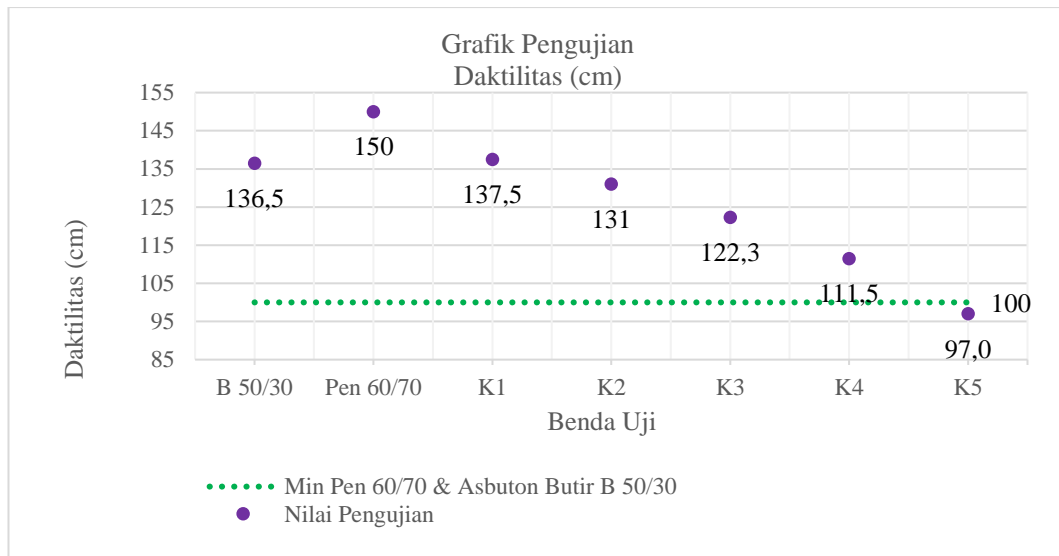
4.4.3 Pengujian Titik Lembek Aspal



Gambar 4.3. Grafik Hasil Pengujian Pengujian Titik Lembek Aspal (Sumber: Hasil Pengujian)

Pada Gambar 4.3 menunjukkan grafik perbandingan nilai pada pengujian titik lembek aspal pada 7 (tujuh) macam aspal. Terlihat bahwasannya nilai Titik Lembek Aspal Pen 60/70 setelah dimodifikasi dengan Asbuton Butir B50/30 mengalami kecenderungan semakin naik yang ditunjukkan dari Kode aspal variasi K1 sampai dengan K5 namun masih dibawah nilai Titik Lembek Asbuton Butir B50/30. Pengujian ini merupakan indikator kepekaan aspal terhadap temperature, sehingga aspal dengan nilai titik lembek yang semakin tinggi menandakan bahwa aspal tersebut semakin lebih tahan terhadap pengaruh perubahan temperature dari pembebanan dan kecepatan pembebanan, sehingga aspal tersebut semakin baik jika digunakan.

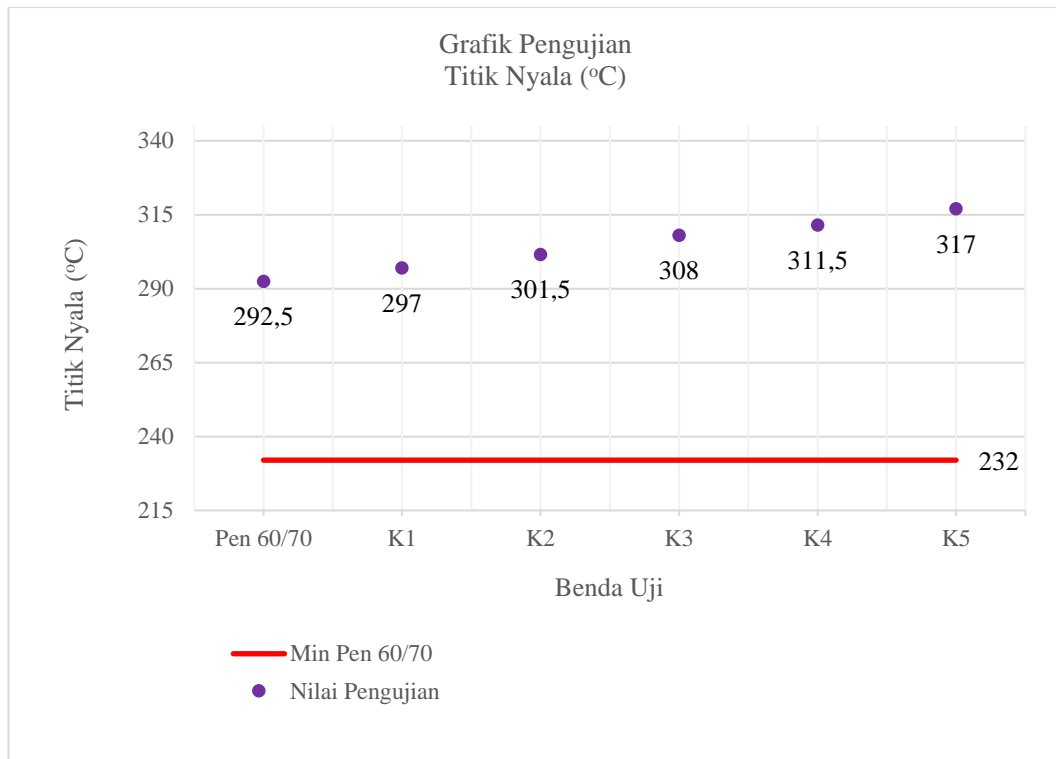
4.4.4 Pengujian Daktilitas Aspal



Gambar 4.4. Grafik Hasil Pengujian daktilitas Aspal
(Sumber: Hasil Pengujian)

Pada Gambar 4.4 menunjukkan grafik perbandingan nilai pada pengujian daktilitas aspal pada 7 (tujuh) macam aspal. Terlihat bahwasannya nilai daktilitas Aspal Pen 60/70 setelah dimodifikasi dengan Asbuton Butir B50/30 mengalami kecenderungan semakin turun yang ditunjukkan dari Kode aspal variasi K1 sampai dengan K5. Nilai daktilitas dari kelima variasi masih berada dibawah nilai daktilitas Asbuton Butir B50/30, hal ini dikarenakan pengujian untuk daktilitas Asbuton Butir B50/30 dilakukan setelah *filler* dipisahkan dengan cara ekstraksi, namun untuk pengujian kelima variasi masih mengandung *filler* dari Asbuton Butir B50/30. Semakin kecil nilai daktilitas menandakan sifat elastisitas aspal semakin kecil namun jika aspal mempunyai nilai daktilitas yang terlalu tinggi akan memberikan performa yang kurang baik. Dari kelima variasi yang sudah diujikan ternyata kode aspal K5 dibawah persyaratan Pen 60/70 dengan nilai 97 cm.

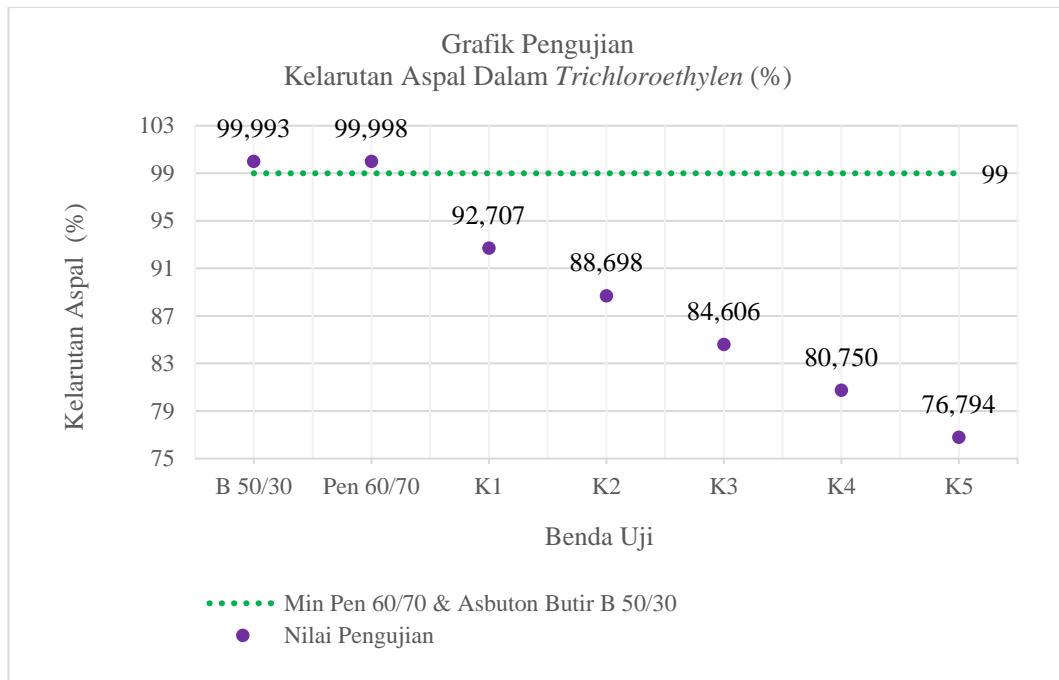
4.4.5 Pengujian Titik Nyala Aspal



Gambar 4.5. Grafik Hasil Pengujian Titik Nyala Aspal
(Sumber: Hasil Pengujian)

Pada Gambar 4.5 menunjukkan grafik perbandingan nilai pada pengujian titik nyala aspal pada 6 (enam) macam aspal selain Asbuton Butir B50/30 karena tidak dipersyaratkan didalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Pada grafik tersebut terlihat bahwasannya semakin besar nilai prosentase Asbuton Butir B50/30 maka nilai titik nyalanya semakin meningkat, hal ini menunjukkan bahwa Asbuton Butir B50/30 memperbesar nilai titik nyala aspal Pen 60/70 sehingga semakin jauh diatas persyaratan minimal 232°C.

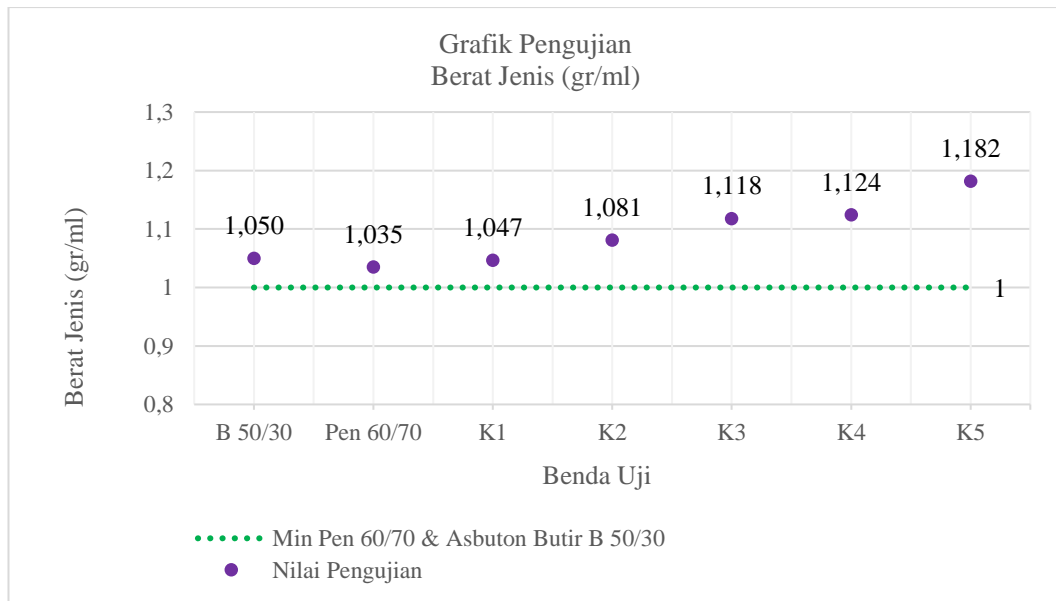
4.4.6 Pengujian Kelarutan Aspal Dalam *Trichloroethylen*



Gambar 4.6. Grafik Hasil Pengujian Kelarutan Aspal Dalam *Trichloroethylen* (Sumber: Hasil Pengujian)

Pada Gambar 4.6 menunjukkan grafik perbandingan nilai dari pengujian kelarutan aspal dalam *trichloroethylen* pada 7 (tujuh) macam aspal. Dari kelima variasi yang diujikan menunjukkan bahwasannya terdapat kandungan material berupa filler yang tidak larut didalam *trichloroethylene* sebab semua nilai hasil pengujian dibawah persyaratan yaitu minimal 99%. Semakin banyak prosentase Asbuton Butir B50/30 yang terkandung didalam campuran menyebabkan semakin banyak pula filler yang terbawa ke dalam campuran. Sebenarnya fungsi *filler* adalah untuk mengisi rongga yang ada didalam campuran aspal panas namun prosentase filler harus dapat dikendalikan agar campuran aspal panas memiliki komposisi yang pas untuk perkerasan jalan.

4.4.7 Pengujian Berat Jenis Aspal

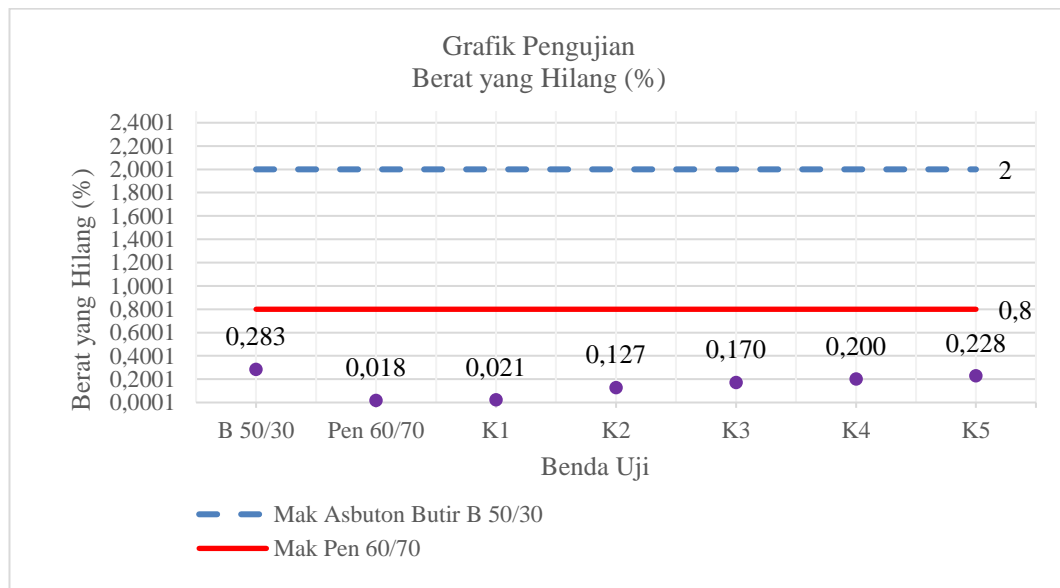


Gambar 4.7. Grafik Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal
(Sumber: Hasil Pengujian)

Pada Gambar 4.7 menunjukkan grafik perbandingan nilai pada pengujian berat jenis aspal pada 7 (tujuh) macam aspal. Pengujian berat jenis aspal ini merupakan perbandingan antara berat aspal dengan berat air pada volume yang sama pada suhu ruang 25°C. Untuk aspal Pen 60/70 dengan nilai berat jenis aspal yang semakin besar menandakan bahwa kandungan mineral minyak dan partikel lain yang terkandung didalam aspal semakin kecil dan kualitas aspal semakin baik. Begitu pula dengan Asbuton Butir B50/30, setelah dilakukan proses ekstraksi untuk memisahkan antara kandungan aspal dengan *filler*, ternyata berat jenis Asbuton Butir B50/30 tersebut lebih besar daripada aspal Pen 60/70. Akan tetapi didalam pengujian kelima variasi menunjukkan bahwasannya semakin tinggi nilai berat jenis aspal dipengaruhi juga oleh prosentase filler yang terkandung didalamnya,

sehingga kualitas aspal semakin baik, namun perlu dilakukan uji *marshall* untuk mengetahui seberapa baik *filler* tersebut didalam campuran beraspal panas.

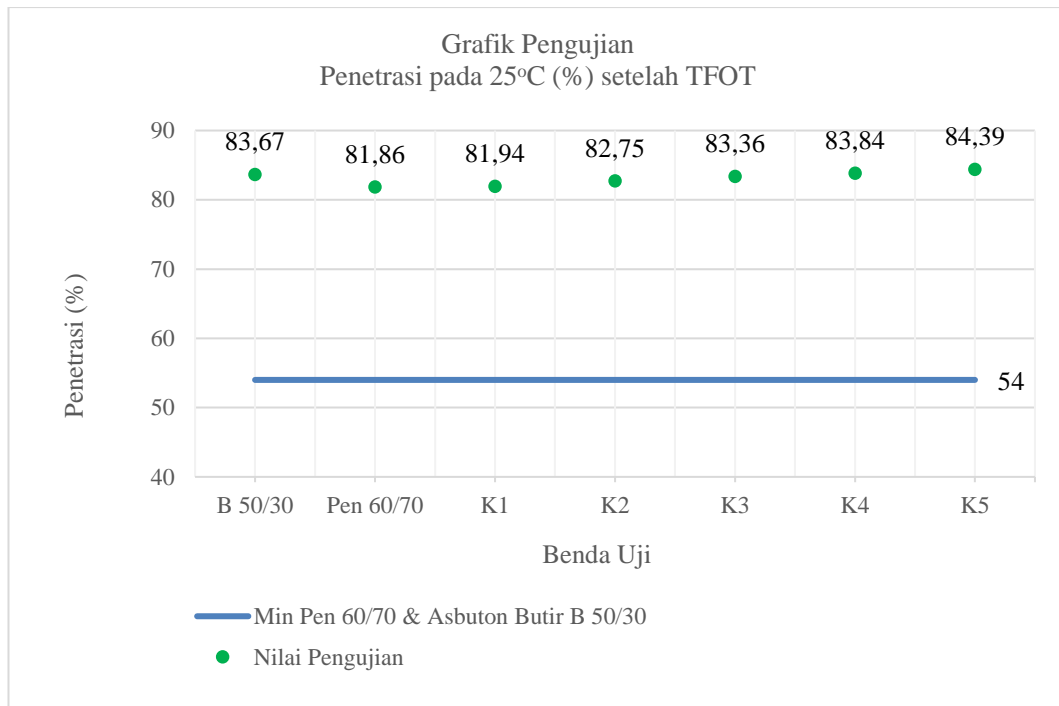
4.4.8 Pengujian Berat yang Hilang (TFOT)



Gambar 4.8. Grafik Hasil Pengujian Berat yang Hilang (TFOT)
(Sumber: Hasil Pengujian)

Pada **Error! Reference source not found.** menunjukkan grafik perbandingan nilai dari pengujian Berat yang Hilang (TFOT) pada 7 (tujuh) macam aspal. Pada grafik terlihat bahwa Asbuton Butir B50/30 yang sudah diekstrak aspalnya lebih peka terhadap cuaca serta temperatur dibandingkan dengan aspal Pen 60/70. Dari kelima variasi campuran, ternyata benda uji aspal dengan Kode K5 lebih peka terhadap cuaca dan suhu dikarenakan memiliki kandungan prosentase Asbuton Butir B50/30 lebih tinggi daripada lainnya, namun masih berada dibawah batas maksimum 0,8% terhadap Aspal Pen 60/70. Sehingga Aspal dengan Kode K5 masih memenuhi persyaratan.

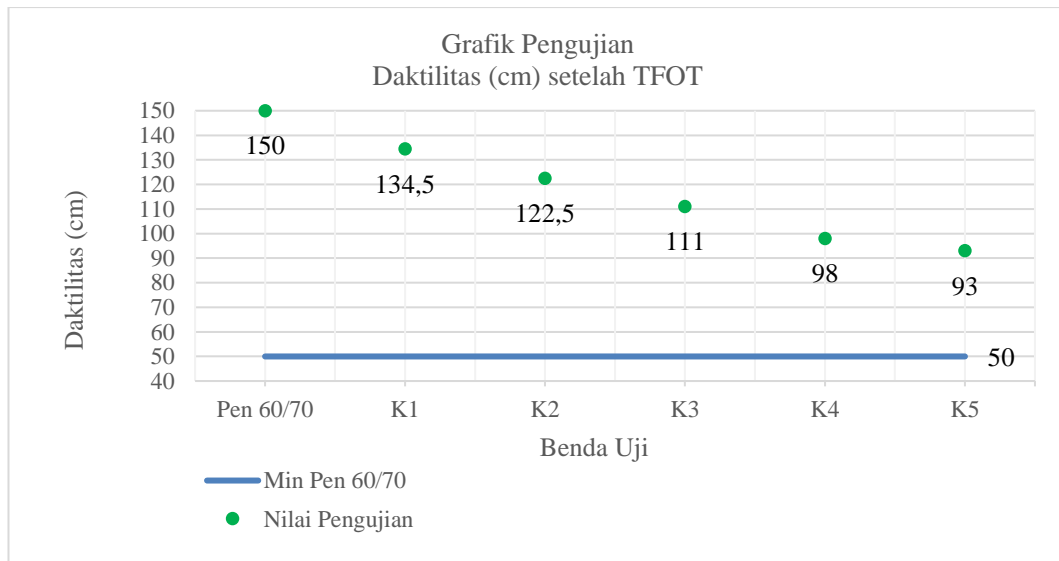
4.4.9 Pengujian Penetrasi Aspal setelah TFOT



Gambar 4.9. Grafik Hasil Pengujian Penetrasi Aspal setelah TFOT (Sumber: Hasil Pengujian)

Pada Gambar 4.9 menunjukkan grafik perbandingan nilai dari pengujian penetrasi aspal setelah TFOT pada 7 (tujuh) macam aspal. Pada grafik tersebut terlihat bahwa nilai penetrasi aspal setelah TFOT mengalami penurunan, ini menunjukkan bahwasannya setelah dilakukan pengujian berat yang hilang (TFOT) aspal tersebut mengalami oksidasi dan kehilangan berat akibat dari pemanasan yang berulang. Dari kelima variasi yang telah diujikan, ternyata benda uji dengan kode K5 mengalami penurunan yang paling sedikit yang ditandai dengan besarnya prosentase terhadap nilai penetrasi sebelum TFOT yaitu sebesar 84,39%, sedangkan benda uji dengan kode K1 mengalami penurunan nilai penetrasi yang paling besar dengan prosentase 81,94% terhadap nilai penetrasi sebelum TFOT.

4.4.10 Pengujian Daktilitas Aspal setelah TFOT



Gambar 4.10. Grafik Hasil Pengujian Daktilitas Aspal setelah TFOT (Sumber: Hasil Pengujian)

Pada Gambar 4.10 menunjukkan grafik perbandingan nilai hasil pengujian daktilitas aspal setelah TFOT pada 6 (enam) macam aspal selain Asbuton Butir B50/30 karena tidak dipersyaratkan didalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Selain dilakukan uji penetrasi setelah TFOT, aspal juga diuji terkait keelastisannya setelah TFOT dengan pengujian daktilitas. Seluruh benda uji mengalami penurunan namun masih memenuhi persyaratan minimal dari Aspal Pen 60/70 yaitu 50 cm. Hal tersebut juga dipengaruhi oleh keberadaan *filler* yang tidak diekstrak.

Berdasarkan analisis teknis yang telah dilakukan nomor 4.4.1 sampai dengan 4.4.10 diatas, dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa:

- a. Nilai penetrasi aspal semakin turun seiring bertambahnya kadar Asbuton Butir B50/30 dan seiring berkurangnya kadar aspal Pen 60/70 didalam campuran 100% aspal.

Tabel 4.5. Kesimpulan Hasil Uji Penetrasi Aspal pada 25°C

Kode Benda Uji	Asbuton Butir B50/30 (%)	Aspal Pen 60/70 (%)	Keterangan
K1	10	90	Layak
K2	15	85	Layak
K3	20	80	Layak
K4	25	75	Layak
K5	30	70	Layak

Sumber: Hasil Analisis

Keterangan: Layak = memenuhi persyaratan

Tidak Layak = tidak memenuhi persyaratan

- b. Nilai viskositas aspal semakin tinggi seiring bertambahnya kadar Asbuton Butir B50/30 dan seiring berkurangnya kadar aspal Pen 60/70 didalam campuran 100% aspal.

Tabel 4.6. Kesimpulan Hasil Uji Viskositas Kinematis Aspal pada 135°C

Kode Benda Uji	Asbuton Butir B50/30 (%)	Aspal Pen 60/70 (%)	Keterangan
K1	10	90	Layak
K2	15	85	Layak
K3	20	80	Layak
K4	25	75	Layak
K5	30	70	Layak

Sumber: Hasil Analisis

Keterangan: Layak = memenuhi persyaratan

Tidak Layak = tidak memenuhi persyaratan

- c. Nilai titik lembek aspal semakin tinggi seiring bertambahnya kadar Asbuton Butir B50/30 dan seiring berkurangnya kadar aspal Pen 60/70 didalam campuran 100% aspal.

Tabel 4.7. Kesimpulan Hasil Uji Titik Lembek Aspal

Kode Benda Uji	Asbuton Butir B50/30 (%)	Aspal Pen 60/70 (%)	Keterangan
K1	10	90	Layak
K2	15	85	Layak
K3	20	80	Layak
K4	25	75	Layak
K5	30	70	Layak

Sumber: Hasil Analisis

Keterangan: Layak = memenuhi persyaratan

Tidak Layak = tidak memenuhi persyaratan

- d. Nilai daktilitas aspal semakin turun seiring bertambahnya kadar Asbuton Butir B50/30 dan seiring berkurangnya kadar aspal Pen 60/70 didalam campuran 100% aspal.

Tabel 4.8. Kesimpulan Hasil Uji Daktilitas Aspal

Kode Benda Uji	Asbuton Butir B50/30 (%)	Aspal Pen 60/70 (%)	Keterangan
K1	10	90	Layak
K2	15	85	Layak
K3	20	80	Layak

Tabel 4.8. Kesimpulan Hasil Uji Daktilitas Aspal (Lanjutan)

Kode Benda Uji	Asbuton Butir B50/30 (%)	Aspal Pen 60/70 (%)	Keterangan
K4	25	75	Layak
K5	30	70	Tidak Layak

Sumber: Hasil Analisis

Keterangan: Layak = memenuhi persyaratan

Tidak Layak = tidak memenuhi persyaratan

- e. Nilai titik nyala aspal semakin turun seiring bertambahnya kadar Asbuton Butir B50/30 dan seiring berkurangnya kadar aspal Pen 60/70 didalam campuran 100% aspal.

Tabel 4.9. Kesimpulan Hasil Uji Titik Nyala Aspal

Kode Benda Uji	Asbuton Butir B50/30 (%)	Aspal Pen 60/70 (%)	Keterangan
K1	10	90	Layak
K2	15	85	Layak
K3	20	80	Layak
K4	25	75	Layak
K5	30	70	Layak

Sumber: Hasil Analisis

Keterangan: Layak = memenuhi persyaratan

Tidak Layak = tidak memenuhi persyaratan

- f. Nilai kelarutan aspal dalam *trichlorethylen* semakin turun seiring bertambahnya kadar Asbuton Butir B50/30 dan seiring berkurangnya kadar aspal Pen 60/70 didalam campuran 100% aspal.

Tabel 4.10. Kesimpulan Hasil Uji Kelarutan Aspal dalam *Trichlorethylen*

Kode Benda Uji	Asbuton Butir B50/30 (%)	Aspal Pen 60/70 (%)	Keterangan
K1	10	90	Tidak Layak
K2	15	85	Tidak Layak
K3	20	80	Tidak Layak
K4	25	75	Tidak Layak
K5	30	70	Tidak Layak

Sumber: Hasil Analisis

Keterangan: Layak = memenuhi persyaratan

Tidak Layak = tidak memenuhi persyaratan

- g. Nilai berat jenis aspal semakin naik seiring bertambahnya kadar Asbuton Butir B50/30 dan seiring berkurangnya kadar aspal Pen 60/70 didalam campuran 100% aspal.

Tabel 4.11. Kesimpulan Hasil Uji Berat Jenis Aspal

Kode Benda Uji	Asbuton Butir B50/30 (%)	Aspal Pen 60/70 (%)	Keterangan
K1	10	90	Layak
K2	15	85	Layak
K3	20	80	Layak

Tabel 4.11. Kesimpulan Hasil Uji Berat Jenis Aspal (Lanjutan)

Kode Benda Uji	Asbuton Butir B50/30 (%)	Aspal Pen 60/70 (%)	Keterangan
K4	25	75	Layak
K5	30	70	Layak

Sumber: Hasil Analisis

Keterangan: Layak = memenuhi persyaratan

Tidak Layak = tidak memenuhi persyaratan

- h. Nilai berat yang hilang (TFOT) semakin naik seiring bertambahnya kadar Asbuton Butir B50/30 yang dicampur dengan aspal Pen 60/70 didalam campuran Aspal 100%.

Tabel 4.12. Kesimpulan Hasil Uji Berat yang Hilang (TFOT)

Kode Benda Uji	Asbuton Butir B50/30 (%)	Aspal Pen 60/70 (%)	Keterangan
K1	10	90	Layak
K2	15	85	Layak
K3	20	80	Layak
K4	25	75	Layak
K5	30	70	Layak

Sumber: Hasil Analisis

Keterangan: Layak = memenuhi persyaratan

Tidak Layak = tidak memenuhi persyaratan

- i. Prosentase penurunan nilai penetrasi setelah TFOT semakin naik seiring bertambahnya kadar Asbuton Butir B50/30 yang dicampur dengan aspal Pen 60/70 didalam campuran Aspal 100%.

Tabel 4.13. Kesimpulan Hasil Uji Penetrasi Aspal setelah TFOT

Kode Benda Uji	Asbuton Butir B50/30 (%)	Aspal Pen 60/70 (%)	Keterangan
K1	10	90	Layak
K2	15	85	Layak
K3	20	80	Layak
K4	25	75	Layak
K5	30	70	Layak

Sumber: Hasil Analisis

Keterangan: Layak = memenuhi persyaratan

Tidak Layak = tidak memenuhi persyaratan

- j. Nilai daktilitas setelah TFOT semakin turun seiring bertambahnya kadar Asbuton Butir B50/30 yang dicampur dengan aspal Pen 60/70 didalam campuran Aspal 100%.

Tabel 4.14. Kesimpulan Hasil Uji Daktilitas Aspal setelah TFOT

Kode Benda Uji	Asbuton Butir B50/30 (%)	Aspal Pen 60/70 (%)	Keterangan
K1	10	90	Layak
K2	15	85	Layak
K3	20	80	Layak

Tabel 4.14. Kesimpulan Hasil Uji Daktilitas Aspal setelah TFOT (Lanjutan)

Kode Benda Uji	Asbuton Butir B50/30 (%)	Aspal Pen 60/70 (%)	Keterangan
K4	25	75	Layak
K5	30	70	Layak

Sumber: Hasil Analisis

Keterangan: Layak = memenuhi persyaratan

Tidak Layak = tidak memenuhi persyaratan

- k. Dari pengujian yang telah dilakukan dan dilanjutkan dengan analisis terhadap nilai yang sudah didapatkan, maka benda uji K4 dengan komposisi 25% Asbuton Butir B50/30 dan 75% Aspal Pen 60/70 merupakan hasil modifikasi yang paling optimal dalam penggunaan Asbuton Butir B50/30 sebagai bahan perbaikan kualitas mutu Aspal Pen 60/70. hal ini didasarkan oleh nilai daktilitas dengan panjang 112 cm dan titik lembek aspal dengan suhu 53,1°C yang masih memenuhi persyaratan dengan kondisi paling optimum. Nilai daktilitas menentukan keelastisan dari material aspal sehingga jika aspal saat ditarik masih diatas 100 cm berdasarkan persyaratan Aspal Pen 60/70 aspal masih dinyatakan lentur atau tidak getas sehingga aspal tersebut masih baik digunakan sebagai bahan ikat perkerasan, begitu juga setelah dilakukan uji kehilangan berat untuk benda uji K4 saat ditarik masih diatas 50 cm berdasarkan persyaratan Aspal Pen 60/70 aspal masih dinyatakan lentur dan baik. Sedangkan nilai titik lembek menentukan kepekaan material aspal terhadap perubahan suhu, jika suhu masih diatas 48°C berdasarkan persyaratan Aspal Pen 60/70 aspal masih dinyatakan

baik karena kepekaan terhadap perubahan suhu masih lebih kecil daripada persyaratan yang diberikan.

l. Selain nilai daktilitas dan titik lembek sesuai penjelasan di poin k diatas, pengujian lainnya juga berperan dalam penentuan bahwa benda uji K4 merupakan Modifikasi paling optimum, antara lain:

- Penetrasi: walaupun nilai penetrasi sebesar 58,8 dmm dibawah nilai yang dipersyaratkan untuk nilai aspal pen 60/70, namun nilai penetrasi tersebut masih diatas nilai penetrasi minimal persyaratan Asbuton Butir B 50/30 yaitu sebesar 54,5 dmm. Karena modifikasi ini dilakukan tanpa menyaring filler yang terkandung didalam Asbuton Butir B50/30, sehingga ada kemungkinan nilai tersebut dipengaruhi oleh kandungan filler tersebut.
- Viskositas: untuk nilai viskositasnya sebesar 852,5 cSt diatas persyaratan minimal 300 cSt, yang akan semakin bertambah seiring bertambahnya kandungan Asbuton butir B50/30 didalam campuran aspal Modifikasi. Hal ini juga menunjukkan bahwa kandungan *asphaltenes* semakin tinggi.
- Titik nyala: untuk semua benda uji dapat dipastikan bahwa semuanya diatas 232°C yang artinya semua benda uji aman terhadap suhu panas ekstrem yang pernah ada di Indonesia.
- Kelarutan aspal dalam *tricholoethylen*: untuk semua benda uji dapat dipastikan bahwa untuk kelarutan aspal dalam *tricholoethylen* nilainya dibawah persyaratan minimal 99% dan cenderung semakin ditambah Asbuton nilai kelarutan semakin kecil. Hal ini hanya menunjukkan bahwa peran *filler* dalam tingkat kemurnian aspal.

- Berat jenis: nilai berat jenis aspal untuk benda uji K4 sebesar 1,124 gr/ml dari persyaratan minimal 1 gr/ml, sehingga menunjukkan semakin baik kualitas aspal tersebut.
- Kehilangan berat (TFOT): nilai kehilangan berat untuk benda uji K4 sebesar nilai 0,2% dari persyaratan maksimal 0,8%. Yang artinya prosentase (%) kehilangan berat masih dianggap aman.
- Penetrasi setelah TFOT: Nilai penetrasi mengalami penurunan sebesar 83,84% dari semula 58,8 dmm menjadi 49,3 dmm, namun masih diatas persyaratan minimal 54%, sehingga masih dinyatakan aspal dalam kondisi baik. Hal ini diakibatkan oleh pengaruh dari berat yang telah hilang selama 5 jam pengujian kehilangan berat.