

Laboratory Testing Of Asphalt Mixture 60/70 With The Use Of Plastic Waste As A Mixture In 60/70 Penetration Against Marshall Characteristics

[Pengujian Laboratorium Terhadap Campuran Aspal Pen. 60/70 Dengan Penggunaan Limbah Plastik Sebagai Campuran Di Penetrasi 60/70 Terhadap Karakteristik Marshall]

Muhammad Bisri¹⁾, Mulyadi²⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Dosen Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi²⁾: mulyadi@umsida.ac.id

Abstract. *This study aims to determine the effect of adding Polypropylene (PP) plastic waste to a 60/70 penetration asphalt mixture on Marshall characteristics including stability, flow, density, and air voids. The background of this study is based on the need to improve the quality of road pavements as well as efforts to utilize plastic waste that is difficult to decompose to be more useful. The research method uses laboratory testing with varying levels of PP plastic ore in the asphalt mixture, namely 0%, 2%, 4%, 6%, and 8% of the asphalt weight. Samples were made and tested using Marshall Test equipment according to SNI 06-2489-2018 standards. The results showed that the addition of PP plastic ore significantly affected the stability and strength values of the mixture. The stability value increased with the addition of PP content until it reached an optimal condition at a certain level before finally decreasing performance. In addition, the flow and air void values also experienced changes indicating an increase in the stiffness of the mixture. Overall, the use of PP plastic ore at an optimal level can improve the quality of the asphalt mixture and has the potential to support the development of more durable and environmentally friendly road construction materials.*

Keywords – Asphalt Penetration 60/70; PP Plastic Waste; Marshall Test; Stability; Road Paving.

Abstrak. *Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah plastik jenis Polypropylene (PP) pada campuran aspal penetrasi 60/70 terhadap karakteristik Marshall yang meliputi nilai stabilitas, flow, densitas, dan rongga udara. Latar belakang penelitian ini didasarkan pada kebutuhan peningkatan mutu perkerasan jalan sekaligus upaya pemanfaatan limbah plastik yang sulit terurai agar lebih bernilai guna. Metode penelitian menggunakan pengujian laboratorium dengan variasi kadar bijih plastik PP dalam campuran aspal, yaitu 0%, 2%, 4%, 6%, dan 8% dari berat aspal. Sampel dibuat dan diuji menggunakan peralatan Marshall Test sesuai standar SNI 06-2489-2018. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan bijih plastik PP berpengaruh signifikan terhadap nilai stabilitas dan kekuatan campuran. Nilai stabilitas meningkat seiring dengan penambahan kadar PP hingga mencapai kondisi optimal pada kadar tertentu sebelum akhirnya terjadi penurunan performa. Selain itu, nilai flow dan rongga udara juga mengalami perubahan yang menunjukkan adanya peningkatan kekakuan campuran. Secara keseluruhan, penggunaan bijih plastik PP pada kadar optimal mampu meningkatkan kualitas campuran aspal dan berpotensi mendukung pengembangan material konstruksi jalan yang lebih tahan lama dan ramah lingkungan..*

Kata Kunci – Aspal Penetrasi 60/70; Limbah Plastik PP; Marshall Test; Stabilitas; Perkerasan Jalan.

I. PENDAHULUAN

Di era globalisasi dimana perkembangan di bidang teknologi rekayasa struktur berkembang sangat pesat di Indonesia salah satunya sistem dan alat transportasi. Sistem transportasi yang andal, efisien dan komprehensif dengan daya dukung struktural yang kuat, kemampuan jaringan yang kuat diperlukan untuk mendorong pembangunan ekonomi suatu wilayah. Infrastruktur jalan memegang peranan paling penting dalam transportasi nasional. Pada tahun 2023, jalan-jalan di Sidoarjo melayani 1.623.477 kendaraan bermotor, dan kondisi jalan di Indonesia bervariasi, diantaranya baik, sedang, rusak, dan rusak berat. Kondisi jalan di Sidoarjo, 16,08% dalam kondisi baik, 10,59% dalam kondisi sedang, 2,24% dalam kondisi rusak, dan 0,22% dalam kondisi rusak berat (Badan Pusat Statistik, 2023).

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.

Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

Pertumbuhan infrastruktur jalan yang pesat di Indonesia memerlukan bahan dasar pengaspalan yang tidak hanya efisien secara biaya tetapi juga ramah lingkungan. Salah satu inovasi yang menjanjikan dalam hal ini adalah penggunaan briket sebagai material dasar pengaspalan jalan. Briket ini dihasilkan dari campuran berbagai bahan seperti aspal kulkem, aspal hotmex, serabut kelapa, serabut fiber, bijih plastik murni, dan bijih plastik dari limbah kemasan plastik. Inovasi ini diharapkan dapat mengurangi dampak lingkungan sekaligus meningkatkan kualitas dan durabilitas jalan. Kebutuhan akan infrastruktur jalan yang kuat dan tahan lama terus meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan mobilitas masyarakat. Bahan beraspal merupakan salah satu komponen penting dalam konstruksi jalan, di mana aspal memainkan peran utama dalam mengikat agregat menjadi satu kesatuan yang kokoh. Di Indonesia, salah satu jenis aspal yang umum digunakan adalah aspal penetrasi 60/70 yang diproduksi oleh Pertamina. Aspal ini dikenal memiliki karakteristik viskositas dan elastisitas yang baik, sehingga cocok untuk kondisi iklim tropis di Indonesia. Namun, dengan meningkatnya kebutuhan infrastruktur, perlu dicari solusi yang lebih inovatif untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi bahan beraspal.

Salah satu inovasi yang sedang banyak diteliti adalah penggunaan bijih plastik sebagai bahan campuran dalam material beraspal. Plastik, khususnya polipropilena (PP), merupakan jenis limbah yang sulit terurai secara alami dan terus menumpuk di lingkungan. Untuk mengatasi masalah ini, bijih plastik (PP) dapat dimanfaatkan sebagai campuran dalam bahan beraspal. Penggunaan bijih plastik diharapkan dapat meningkatkan kinerja aspal, khususnya dalam hal ketahanan terhadap deformasi dan keausan, serta mengurangi dampak lingkungan akibat akumulasi limbah plastik. Pemanfaatan limbah plastik dalam pembuatan briket untuk pengaspalan jalan menawarkan solusi dua masalah utama sekaligus: pengelolaan limbah plastik dan kebutuhan akan material pengaspalan yang lebih baik. Limbah plastik yang sulit terurai dapat diolah menjadi bahan konstruksi yang kuat dan tahan lama, sehingga mengurangi akumulasi sampah plastik di lingkungan. Selain itu, penggunaan serabut kelapa dan serabut fiber sebagai bagian dari campuran briket diharapkan dapat meningkatkan sifat mekanis material pengaspalan, seperti kekuatan tarik dan ketahanan terhadap keausan. Salah satu upaya untuk mengurangi kerusakan jalan akibat beban berlebih adalah dengan meningkatkan kualitas campuran aspal (bitumen). Aspal sendiri merupakan material berikat agregat pada lapisan aspal (Ralston), suatu lapisan pada konstruksi jalan. Terdiri dari campuran aspal keras dan agregat bergradasi kontinyu yang dicampur, disebar dan dipadatkan panas pada suhu tertentu (Sukirman, 1999). Laston terdiri dari 3 jenis lapisan yaitu lapisan keausan Laston (Asphalt Concrete Wear Course atau AC-WC), lapisan permukaan perantara Laston (Asphalt Concrete Binder Layer atau AC-BC) dan lapisan dasar Laston (Asphalt Concrete Base Course atau ACBase).

Pada campuran Laston di Indonesia, aspal yang digunakan untuk proyek standar adalah aspal Pertamina Pen 60/70 yang mempunyai sifat memadai dan harga relatif murah dibandingkan aspal impor dengan nilai penetrasi yang sama. Aspal Pertamina adalah aspal yang berasal dari penyulingan minyak bumi atau sumber daya alam yang tidak tersedia diperbarui. Suwadi dan Suhardjo Poertadji (2005) menyatakan kualitas aspal Pertamina Pen 60/70 masih lebih rendah dibandingkan aspal impor Shell. Untuk meningkatkan kualitas aspal Pertamina dilakukan modifikasi dengan menambahkan polimer atau biasa disebut aspal polimer. Hal ini tentunya dapat menjadi solusi bagi pemerintah untuk menghemat penggunaan APBN tanpa mengurangi kualitas pekerjaan. Modifikasi aspal polimer telah dikembangkan selama beberapa dekade terakhir. Umumnya, sejumlah kecil bahan polimer ditambahkan (biasanya 2 – 6%) dapat memberikan ketahanan yang lebih baik terhadap deformasi, retak halus, dan meningkatkan ketahanan aus terhadap kerusakan akibat penuaan, sehingga membuat konstruksi jalan lebih tahan lama dan mengurangi biaya pemeliharaan atau perbaikan jalan (Polacco, 2005).

Polypropylene (PP) merupakan salah satu sampah plastik yang umum digunakan, biasanya digunakan dalam kemasan makanan, sedotan, kantong plastik, dll. Polypropylene sendiri merupakan produk limbah yang tidak mudah didaur ulang. Oleh karena itu, limbah harus dibuang dengan benar agar tidak merusak lingkungan. Dibandingkan dengan polimer lain, keunggulan polipropilena sebagai campuran aspal termodifikasi adalah tidak beracun dan memiliki titik leleh yang cukup tinggi (190 – 200°C). Penggunaan polipropilena dalam bentuk potongan kecil dinilai sangat menguntungkan untuk proses pencampuran aspal. Untuk menghasilkan briket dengan kualitas terbaik, penelitian ini akan menggunakan desain eksperimen metode Taguchi. Metode Taguchi dikenal efektif dalam menentukan kombinasi optimal dari berbagai variabel proses untuk meningkatkan kualitas produk akhir. Dengan pendekatan ini, penelitian akan mengidentifikasi pengaruh setiap bahan campuran terhadap sifat fisik dan mekanik briket, serta menentukan proporsi optimal dari setiap bahan dalam campuran.

Analisis data hasil eksperimen akan dilakukan menggunakan Analisis Varians (ANOVA). Metode ANOVA akan membantu dalam mengevaluasi signifikansi pengaruh setiap variabel terhadap karakteristik briket yang dihasilkan. Dengan analisis ini, penelitian dapat memberikan rekomendasi yang jelas dan terukur mengenai formulasi briket yang paling efektif untuk digunakan sebagai bahan dasar pengaspalan jalan. Dalam penelitian ini, aspal penetrasi 60/70 dari Pertamina akan dicampur dengan bijih plastik PP dalam berbagai proporsi untuk menguji pengaruhnya terhadap karakteristik Marshall, yang meliputi stabilitas, kelelahan, densitas, dan rongga udara dalam campuran beraspal. Karakteristik Marshall digunakan secara luas untuk menilai kualitas campuran beraspal, terutama dalam menentukan kekuatan dan durabilitas material jalan. Oleh karena itu, penting untuk

mengetahui bagaimana kombinasi aspal dan bijih plastik ini dapat mempengaruhi karakteristik tersebut. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan plastik dalam campuran beraspal dapat meningkatkan stabilitas dan daya tahan, terutama pada beban lalu lintas yang tinggi dan temperatur yang bervariasi. Namun, komposisi dan proporsi campuran sangat mempengaruhi hasil akhirnya. Oleh karena itu, diperlukan eksperimen yang komprehensif untuk menemukan kombinasi optimal antara aspal Pertamina 60/70 dan bijih plastik PP.

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi pengaspalan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan, dengan memanfaatkan limbah plastik sekaligus meningkatkan performa jalan. Hasil dari penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan standar baru dalam penggunaan plastik sebagai bahan campuran aspal di masa depan. Selain itu, implikasi penelitian ini dapat merangsang inovasi dalam desain struktural dengan mempertimbangkan variasi jenis campuran pada aspal. Kemungkinan adopsi campuran aspal yang ramah lingkungan, kuat, tahan lama atau menggunakan bahan daur ulang juga dapat mendukung prinsip-prinsip keberlanjutan dalam industri konstruksi. Dengan menyediakan pemahaman yang lebih baik tentang pengaruh jenis campuran pada aspal terhadap sifat mekanis, penelitian ini dapat menjadi dasar untuk perbaikan standar konstruksi, mengurangi dampak lingkungan, dan meningkatkan efisiensi keseluruhan proses konstruksi. Dengan demikian, hasil penelitian ini memiliki potensi untuk membentuk perkembangan positif dalam industri konstruksi menuju struktur pembangunan aspal yang lebih tangguh, efisien, dan berkelanjutan. Dengan dasar uraian di atas, menjadi latar belakang untuk mengadakan penelitian di laboratorium dan menuliskan ke dalam bentuk tugas akhir dengan judul : pengujian laboratorium terhadap campuran aspal pen. 60/70 dengan penggunaan limbah plastik sebagai campuran di penetrasi 60/70 terhadap karakteristik Marshall. Tujuan yang dicapai setelah melakukan penelitian adalah : 1. Dapat mengetahui perbandingan kekuatan pada masing-masing campuran aspal, 2. Dapat mengetahui komposisi yang efektif dan dapat memenuhi target yang diinginkan, 3. Dapat mengetahui sifat-sifat fisik aspal yang baik dan kurang baik. Manfaat dari penelitian ini adalah : 1. Peningkatan Kinerja Konstruksi, Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi positif terhadap kinerja struktur konstruksi dengan memperkenalkan pemahaman yang lebih baik tentang campuran jenis pada aspal. Dengan pemilihan yang tepat, struktur konstruksi dapat memiliki kekuatan dan daya tahan yang lebih baik, meningkatkan masa pakai dan keamanan, 2. Pemilihan Material yang Optimal, Hasil penelitian ini dapat membantu pemangku kepentingan dalam memilih jenis pengikat aspal yang optimal sesuai dengan persyaratan spesifik proyek konstruksi. Pemilihan yang bijak dapat mengoptimalkan penggunaan material dan mencapai kinerja struktural yang diinginkan.

Gambar 1. Kerangka Konsep Penelitian

II. METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium untuk menguji pengaruh penggunaan bijih plastik polipropilena (PP) sebagai campuran dengan aspal penetrasi 60/70 dari Pertamina terhadap karakteristik Marshall. Uji Marshall digunakan untuk menilai performa campuran aspal terhadap beban dan deformasi. Variasi proporsi bijih plastik PP dalam campuran akan diuji untuk menentukan proporsi optimal.

Pada pembuatan sampel dan pengujian, kami menggunakan alat, bahan, dan tempat sebagai berikut :

- A. Alat
 1. Mesin Marshall Test (untuk uji stabilitas dan kelelahan)
 2. Alat pencampur aspal dan agregat (mixer)
 3. Mesin pemadat (Compactor)
 4. Cetakan silinder Marshall
 5. Alat pengukur berat dan volume
 6. 1 set alat uji slump
 7. 1 set alat uji waktu ikat
 8. Thermometer dan timbangan
 9. Alat keping
 10. Perangkat lunak untuk analisis data (misalnya, Minitab, SPSS)
- B. Bahan
 1. Aspal penetrasi 60/70 (Pertamina)
 2. Bijih plastik PP (murni dan/atau daur ulang)
 3. Agregat kasar, agregat halus, dan filler (sesuai standar campuran beraspal)
 4. Bahan pelunak (jika diperlukan)
- C. Kebutuhan Bahan

Dalam penelitian ini, kami merencanakan membuat sejumlah benda uji aspal berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

D.Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pengujian Konstruksi Sidoarjo

Uji Hipotesis

Hipotesis merupakan proporsi yang akan diuji keberlakukannya, atau merupakan suatu jawaban sementara atas pernyataan penelitian. Yang terdiri dari Uji Koefisien Determinasi (R^2), Uji t (Parsial) dan Uji MRA. Hipotesis dalam penelitian kuantitatif dapat berupa hipotesis satu variabel dan hipotesis dua variabel atau lebih variabel yang di kenal sebagai hipotesis kausal.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

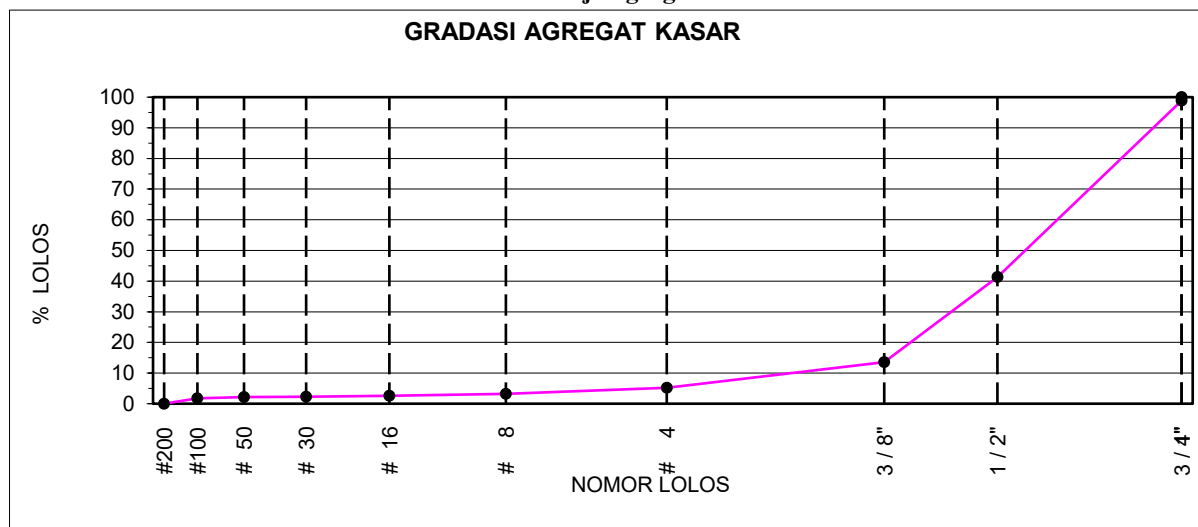
Uji Statistik Deskriptif

Metode penelitian ini dilaksanakan dengan cara pemeriksaan keausan (Abrasion Test). Yakni menentukan spesifikasi bahan material baik dan buruknya material yang digunakan lolos = $3/4$, tertahan $1/2$, - 2500, $3/8$, 2500 dengan total 5000. Berat bersih diasen. 16 jam dengan suhu $110 \pm (-5)^{\circ}\text{C}$ dan dikeluarkan dari oven, lalu dibiarkan dalam suhu ruang. Kemudian ditimbang 5000 gram, berat contoh abrasi 5000.

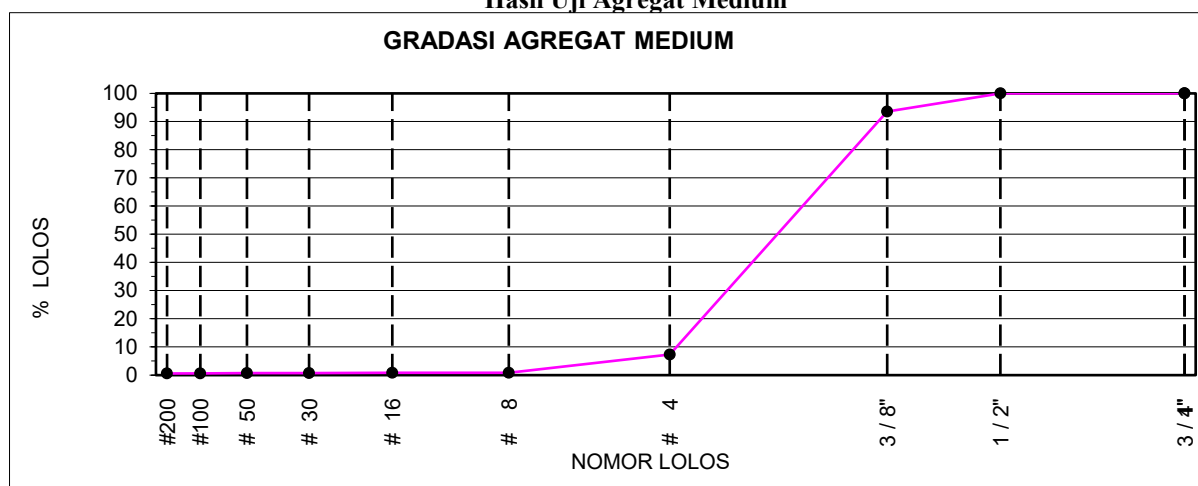
Tabel. 1
Pemeriksaan Saringan

Gradasi Pemeriksaan Saringan		Jumlah putaran = 500 putaran			
Lolos	Tertahan	I		II	
		Berat Sebelum (a)	Berat Sesudah (b)	Berat Sebelum (a)	Berat Sesudah (b)
76.20 mm (3")	63.50 mm (2.5")				
63.50 mm (2.5")	50.80 mm (2")				
50.80 mm (2")	37.50 mm (1.5")				
37.50 mm (1.5")	25.40 mm (1")				
25.40 mm (1")	19.00 mm ($\frac{3}{4}$ ")				
19.00 mm ($\frac{3}{4}$ ")	12.50 mm ($\frac{1}{2}$ ")	2500 (Tertahan)			
12.50 mm ($\frac{1}{2}$ ")	9.50 mm ($\frac{3}{8}$ ")	2500 (Tertahan)			
9.50 mm ($\frac{3}{8}$ ")	6.30 mm ($\frac{1}{4}$ ")				
6.30 mm ($\frac{1}{4}$ ")	4.75 mm (# 4)				
4.75 mm (# 4)	2.36 mm (# 8)				
a. Jumlah Berat		5000			
b. Berat Tertahan Saringan No.12			3600		
A = 5000 Gram					
B = 3600 Gram					
A – B = 1400 Gram					
Keausan I = 28 %					

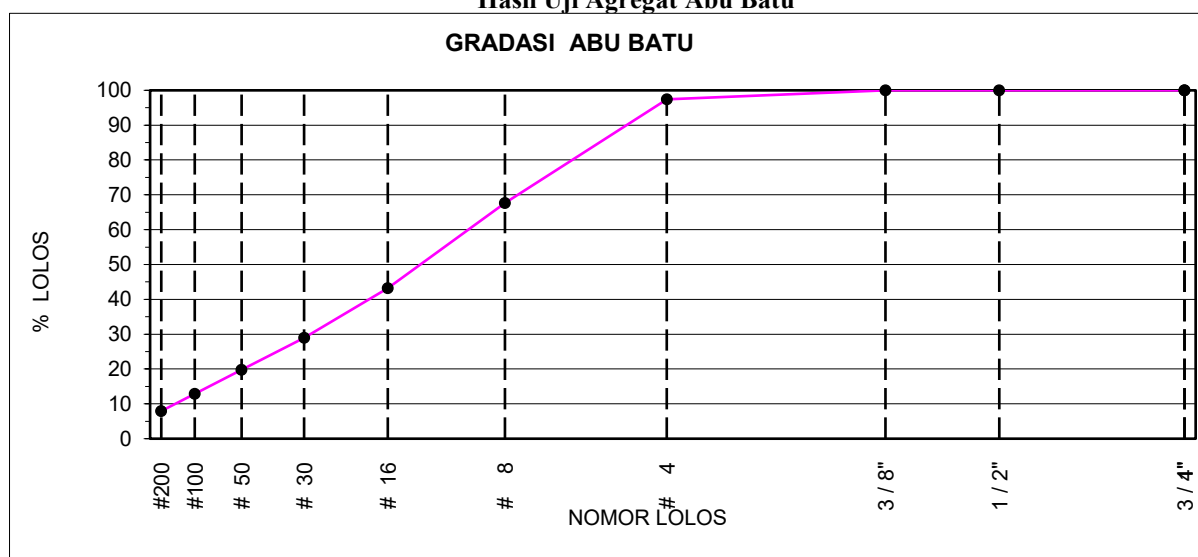
Tabel Grafik. 1
Hasil Uji Agregat Kasar



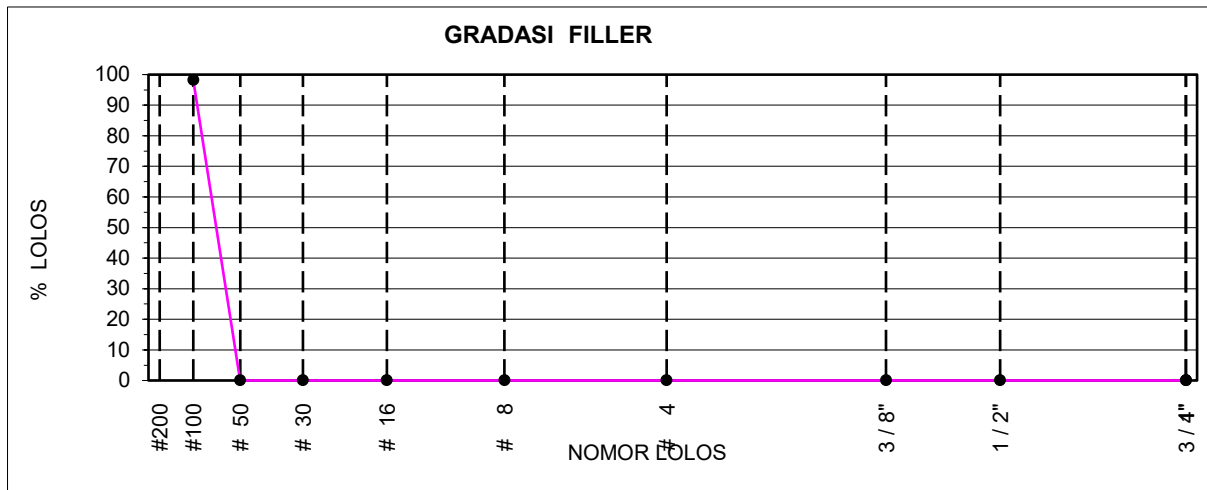
Tabel Grafik. 2
Hasil Uji Agregat Medium



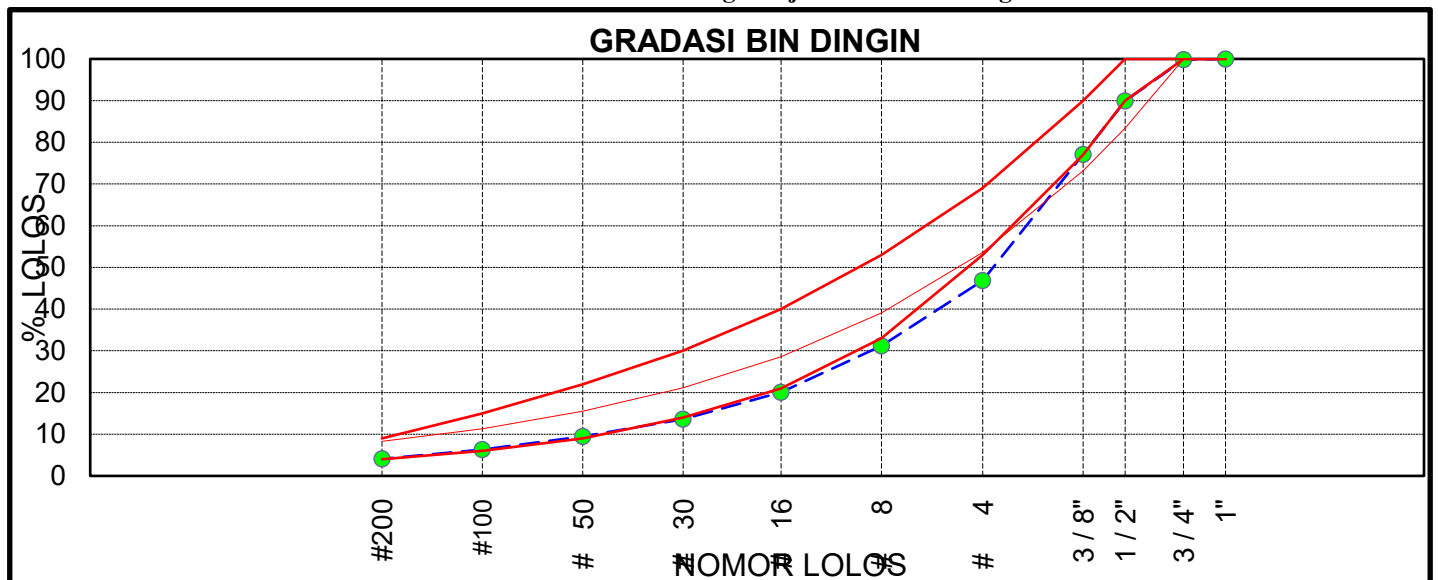
Tabel Grafik. 3
Hasil Uji Agregat Abu Batu



Tabel Grafik. 4
Hasil Uji Agregat Filler



Tabel Grafik. 5
Hasil Grafik Perbandingan Uji Gradasi Bin Dingin



Spesifikasi Aspal AC 60 - 70

No.	Jenis Pemeriksaan	Min	Maks	Satuan
1.	Penetrasi (25 °C, 5 detik)	60	79	0,1 mm
2.	Titik Lembek	48	58	°C
3.	Titik Nyala	200	-	°C
4.	Kehilangan berat (163 °C, 5 jam)	-	0,8	% berat
5.	Kelarutan (CCL ₄ atau CS ₂)	99	-	% berat
6.	Daktilitas	100	-	cm
7.	Penetrasi setelah kehilangan berat	50	-	% awal
8.	Berat Jenis	1	-	gr/cc

Tabel. 2

Pemeriksaan Campuran Dengan Alat P R D

Jenis Campuran : ACWC

No.	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
1		4,8	4993,0	5029,0	2840,0	2189,0	2,281	2,488	15,90	8,34	47,56
2		5,3	4997,0	5036,0	2878,0	2158,0	2,316	2,470	15,07	6,25	58,51
3		5,8	4994,0	5032,0	2892,0	2140,0	2,334	2,452	14,86	4,82	67,54
4		6,3	4994,0	5033,0	2906,0	2127,0	2,348	2,434	14,80	3,54	76,08
5		6,8	4995,0	5036,0	2910,0	2126,0	2,349	2,416	15,19	2,77	81,76

Gmm * : 2,452

Ka Gmm : 5,8

Bj. agregat bulk : 2,582

Bj. agregat eff. : 2,680

Bj. aspal : 1,029

Abs. Aspal : 1,459

Tabel. 3

Hasil Pemeriksaan Campuran Dengan Alat Marshall Test (Sni 06-2489-2018)

N o.	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
Setelah direndam selama 1 x 30 menit pada suhu 60oC																		
1	6,4	6,0	118,9,0	119,6,6	678,5	518,1	2,2,95	2,4,45	16,45	6,13	62,75	8,5	106,9,0	106,9,0	3,45	309,9	4,63	11,2
2		6,0	118,5,3	119,2,8	676,0	516,8	2,2,94	2,4,45	16,50	6,18	62,52	8,3	104,4,0	104,4,0	3,45	302,6	4,63	11,2
3		6,0	118,7,6	119,5,0	676,5	518,5	2,2,90	2,4,45	16,61	6,31	62,02	8,6	108,2,0	108,2,0	3,45	313,6	4,63	11,2
							2,2,93	2,4,45	16,52	6,21	62,43			106,5,0	3,45	308,7	4,63	11,2
Setelah direndam selama 1 x 24 jam pada suhu 60°C																		
1	6,4	6,0	119,1,0	119,8,4	678,5	519,9	2,2,91	2,4,45	16,60	6,30	62,08	7,5	944,0	944,0	3,20	295,0	4,63	11,2
2		6,0	119,5,3	119,2,5	675,0	517,5	2,3,10	2,4,45	15,91	5,52	65,30	7,5	944,0	944,0	3,15	299,7	4,63	11,2
3		6,0	118,6,3	119,3,1	675,9	517,2	2,2,94	2,4,45	16,50	6,18	62,55	7,7	969,0	969,0	3,20	302,8	4,63	11,2
							2,2,98	2,4,45	16,34	6,00	63,31			952,3	3,18	299,2	4,63	11,2
Gmm * : 2,452 Ka Gmm : 5,8 Bj. agregat bulk : 2,582 Bj. agregat eff. : 2,680 Bj. aspal : 1,029																		

Keterangan

a = % aspal terhadap agregat

b = % aspal terhadap campuran

c = berat kering (gr)

d = berat dalam keadaan jenuh (gr)

e = berat dalam air (gr)

i = % rongga thd. agregat $100 - (g \cdot (100 - b)) / b_j \cdot \text{bulk}$ j = % rongga thd. campuran $100 - (100 \cdot (g/h))$ k = % rongga terisi aspal $(100 \cdot (i - j)) / i$

l = pembacaan pada alat stabilitas

m = stabilitas (l x konversi)

n = stabilitas (kg)

o = kelelehan (mm)

p = Hasil bagi Marshall
n / o (kg/mm)

o = kelelehan (mm)

p = Hasil bagi Marshall

n / o (kg/mm)

$f = \text{isi (d-e)}$

$g = \text{berat isi (c/f)}$

$h = \text{berat jenis maksimum (teoritis)}$

$i = \% \text{ rongga thd. agregat } 100 - (g \cdot (100 - b)) / b_j \cdot \text{bulk}$

$j = \% \text{ rongga thd. campuran } 100 - (100 \cdot x(g/h))$

$k = \% \text{ rongga terisi aspal } (100 \cdot x(i-j)) / i$

$l = \text{pembacaan pada alat stabilitas}$

$m = \text{stabilitas (l x konversi)}$

$n = \text{stabilitas (kg)} \quad m \times \text{koreksi benda uji}$

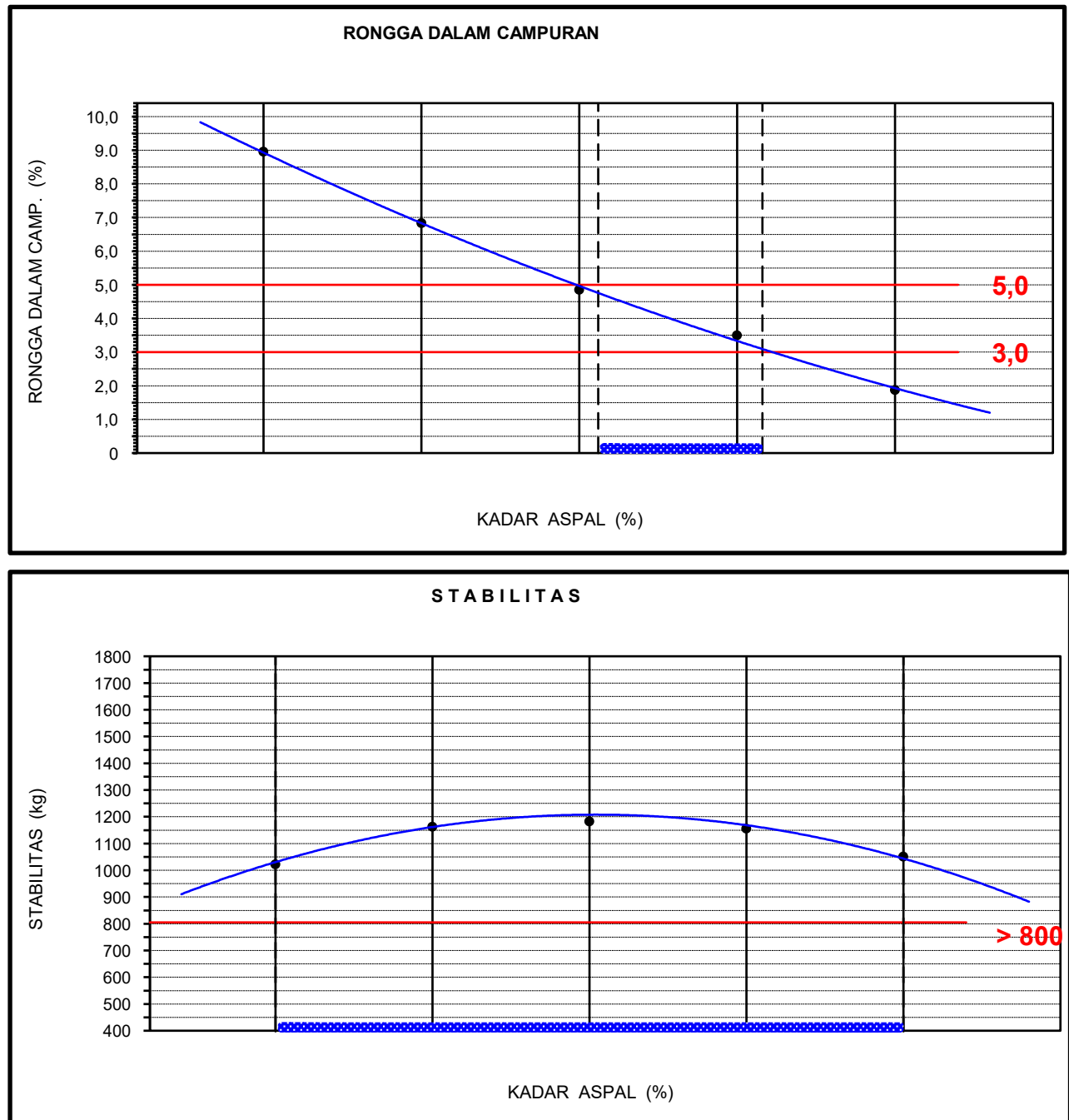
$q = \text{Kadar aspal eff. (\%)} \quad b - ((\text{Abs.aspal}/100) \cdot (100 - b))$

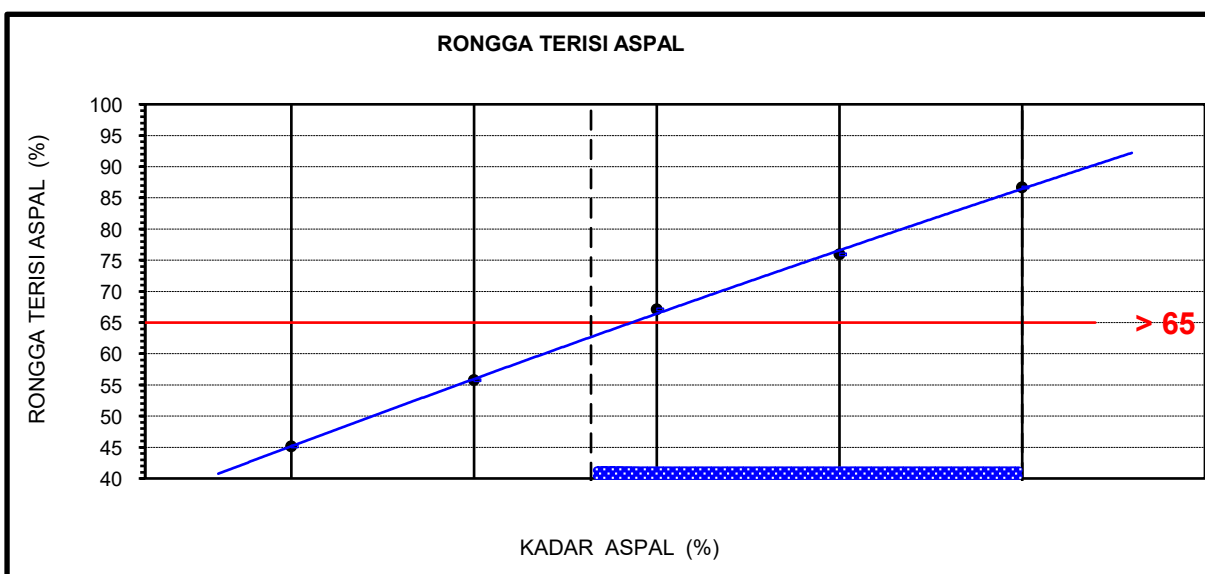
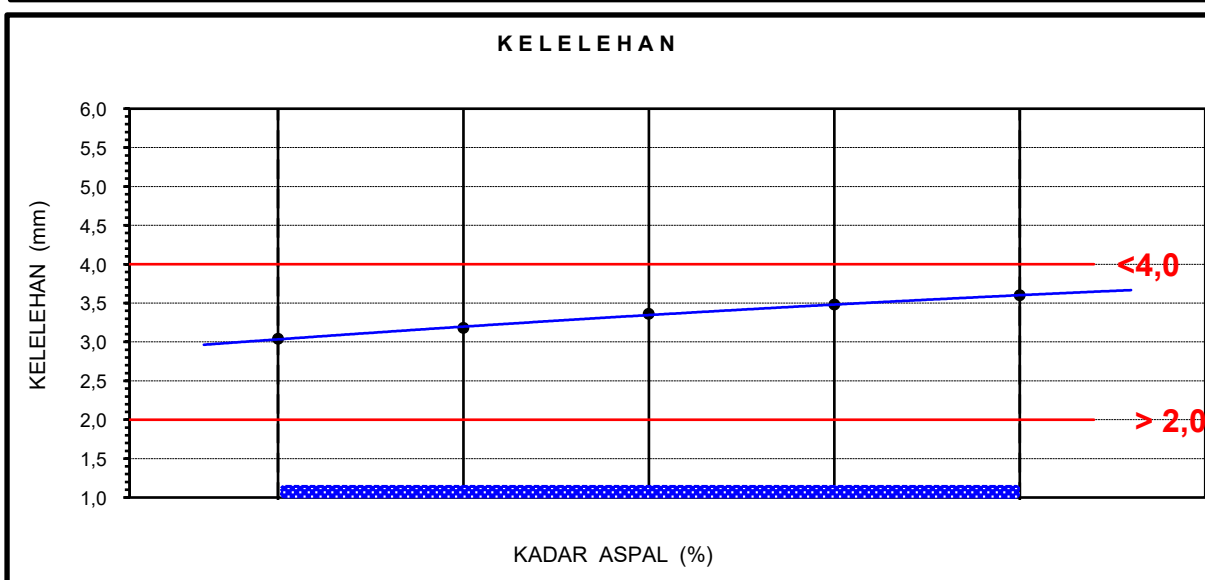
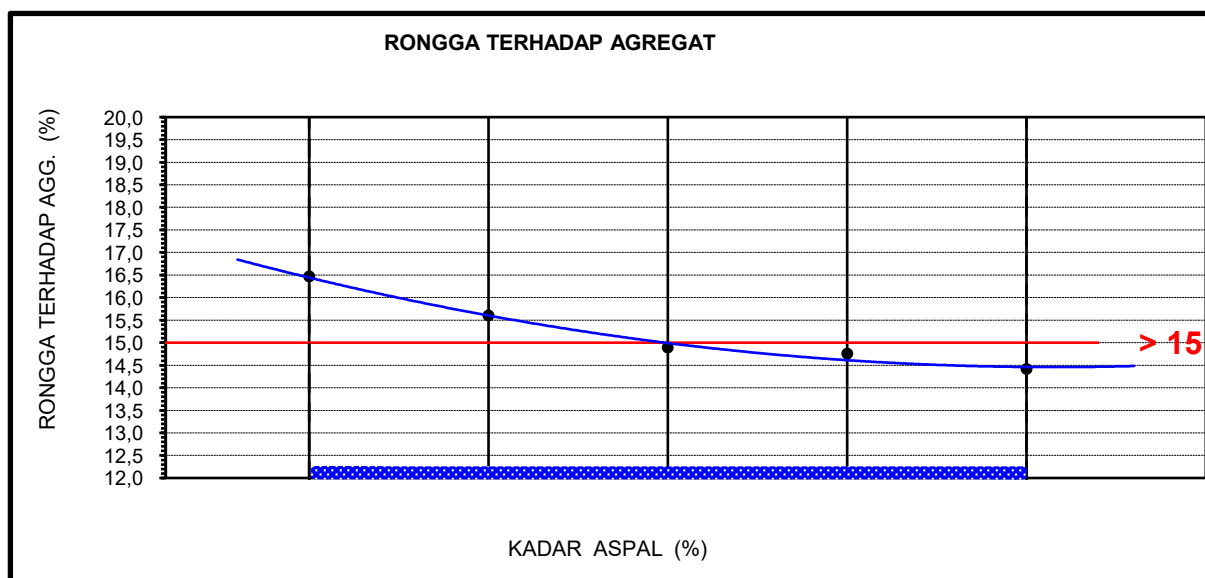
$r = \text{Tebal film aspal (mikron)}$

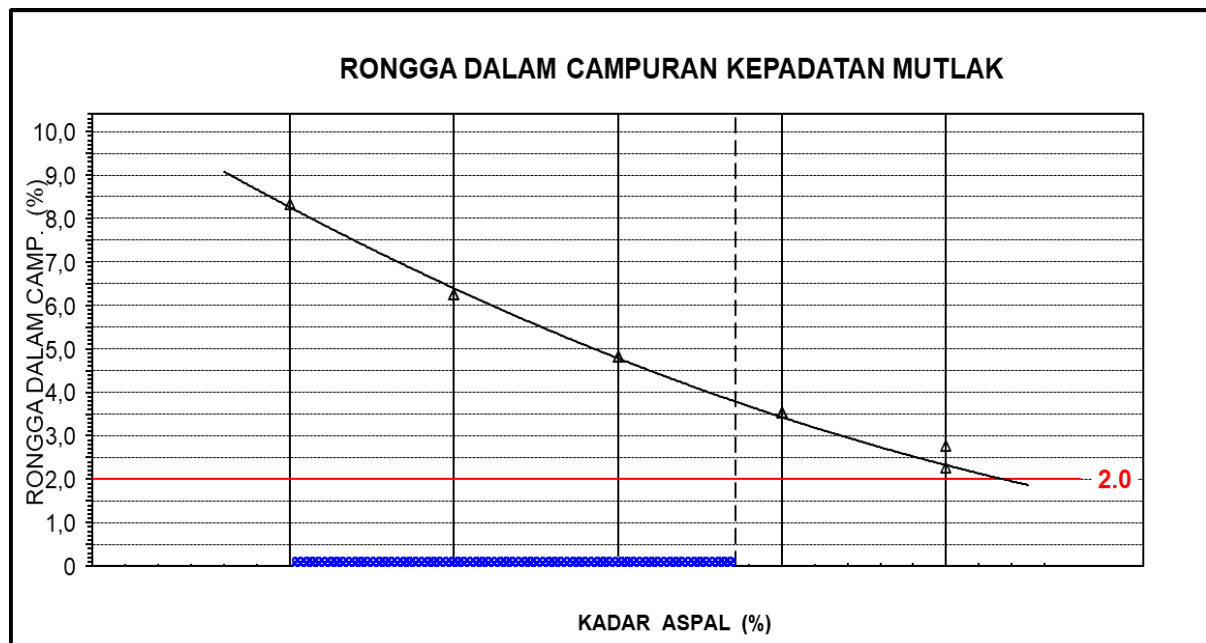
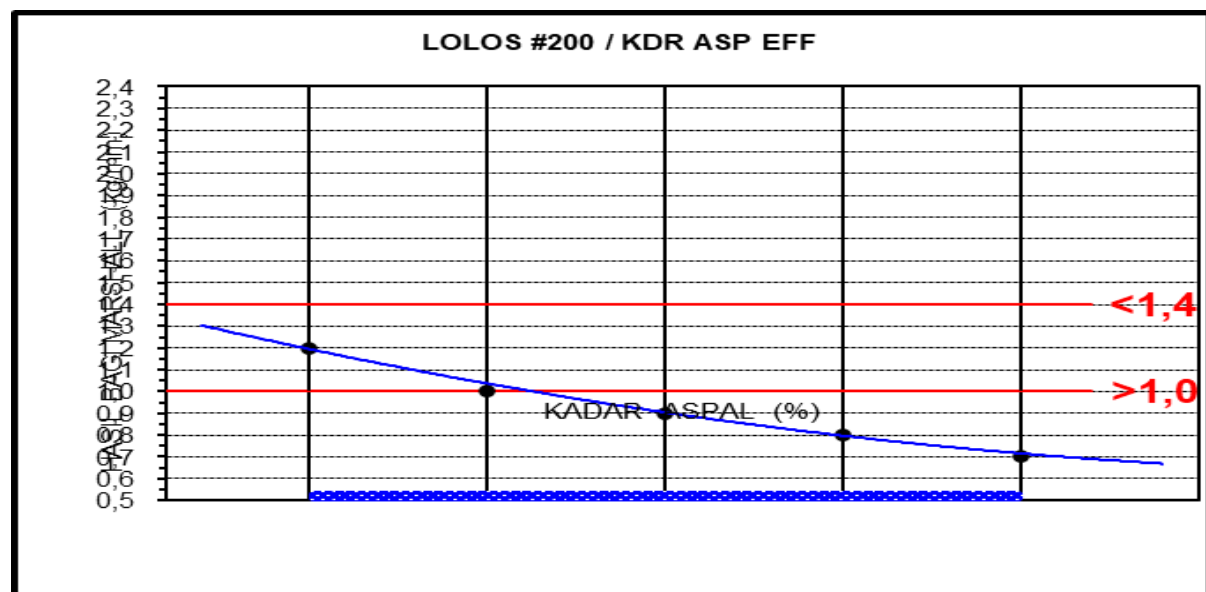
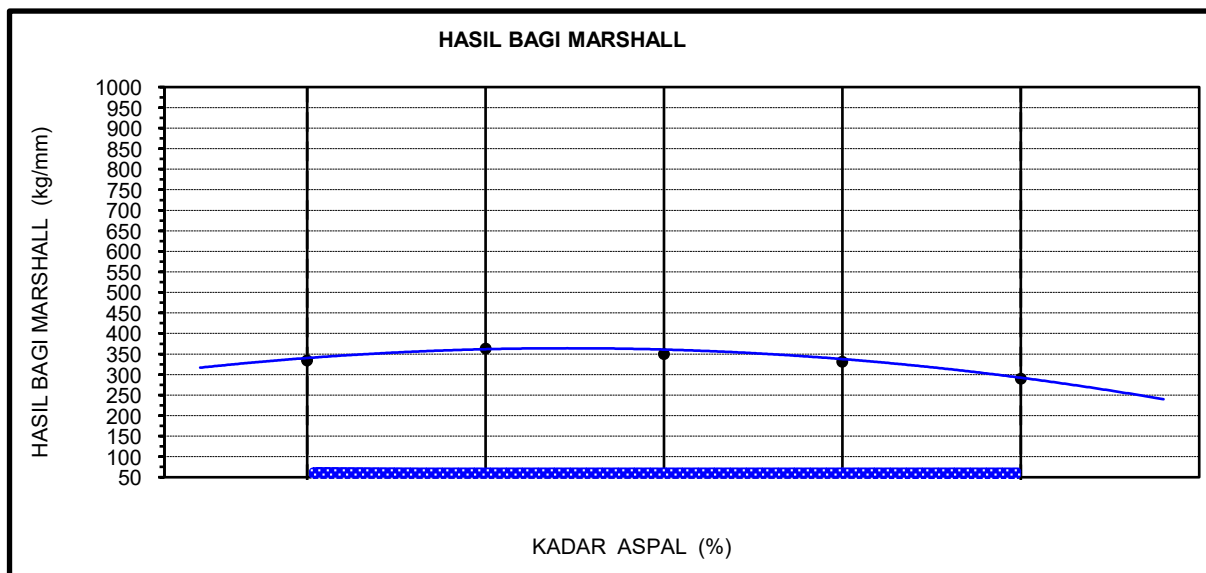
$q = \text{Kadar aspal eff. (\%)} \quad b - ((\text{Abs.aspal}/100) \cdot (100 - b))$

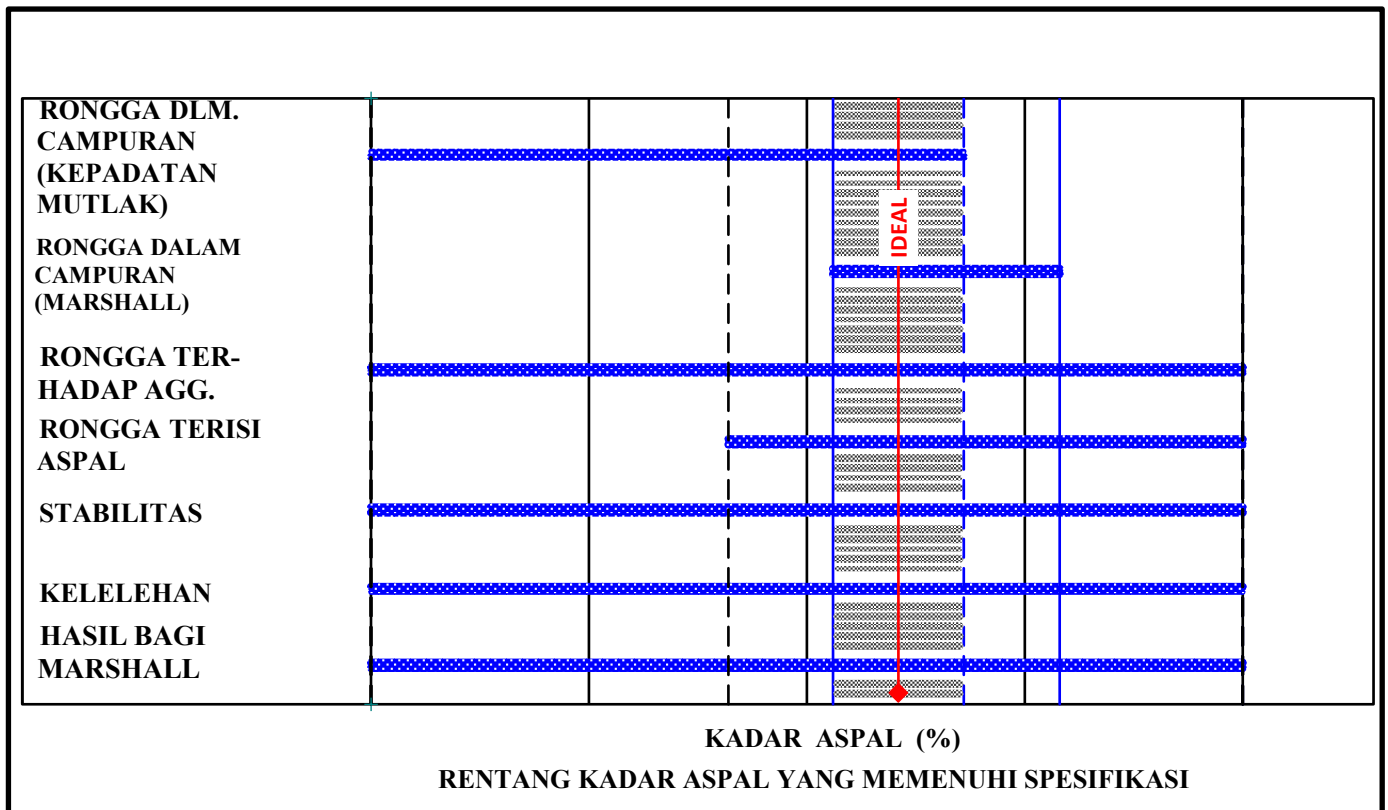
$r = \text{Tebal film aspal (mikron)}$

Tabel Grafik. 6
Hasil Kadar Aspal Optimum









KADAR ASPAL = 6,0%

PEMBAHASAN

Dari hasil analisa pengujian campuran aspal dengan alat marshall diatas, didapatkan kesimpulan bahwa uji perendaman aspal dengan uji 30 menit. Pada sampel pertama, aspal acwc trial campuran aspal 60/70 + Ex Pertamina memiliki agregat yang cukup stabil dan titik leleh yang cenderung stabil dibandingkan campuran lainnya seperti aspal 60/70 + Biji Plastik.

Sedangkan pada uji perendaman aspal dengan uji 1 hari. kedua jenis aspal memiliki selisih kelelehan yakni, 1,00 % yang hal tersebut memiliki arti bahwa aspal yang dicampur dengan Ex. Pertamina akan cenderung kuat dan stabil dalam hal uji stabilitas dan uji titik kelelehan. Aspal 60/70 + ex. Pertamina memiliki uji stabilitas dan uji titik kelelehan yang paling tinggi dibanding aspal + Plastik. Pada sampel kedua, kedua jenis aspal campuran tersebut menduduki posisi yang sama. Pada sampel ketiga, uji stabilitas dan uji titik yang dihasilkan oleh aspal + Plastik mengalami penurunan. Sedangkan Aspal 60/70 + ex. Pertamina lainnya mengalami penurunan yang tidak signifikan.

Kesimpulan

1. Kelenturan Aspal dengan limbah plastik memiliki tingkat kelenturan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan aspal 60/70.
2. Kelemahan dari uji coba penelitian campuran 60/70 lebih keras jika dibandingkan dengan pengujian tanpa campuran limbah plastic.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan hidayah-Nya dalam menyelesaikan penulisan artikel ini. Saya ucapkan terimakasih kepada orang tua tercinta yang telah memberikan do'a serta dukungannya. Saya ucapkan terimakasih untuk seluruh dosen terutama dosen pembimbing saya yang telah memberikan pengarahan kepada Saya dalam mengerjakan penulisan artikel ini. Terimakasih untuk teman-teman baik saya, khususnya teman hidup saya yang telah mensupport saya selama mengerjakan artikel ini. Dan yang terakhir, saya ucapkan terimakasih kepada diri saya sendiri karena sudah berjuang sejauh ini. Semoga artikel ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

REFERENSI

- [1] Mulyono, T. (2004). Teknologi Aspal. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [2] SNI. (03-4804-1998). Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara Dalam Agregat .
- [3] SNI. (1972:2008). Cara Uji Slump Aspal .
- [4] SNI. (1974:2011). Metode Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder yang Dicitak .
- [5] Dika Dwi Astanti dan Priyanto Saelan ,(2018) "studi Mengenai Hubungan Antara Keleccakan dengan Faktor Air Semen dan Kadar Air dalam Campuran Beton"Cara Sni Pada Kondisi Agregat Kering Udara.Jurusan teknik sipil, institut Teknologi national Bandung 4,53.
- [6] Mulyati Aprini maramis,(2012) "Pengaruh variasi jumlah semen dengan faktor air yang sama terhadap kuat tekan beton,"Fakultas teknik sipil dan perencanaan institut teknologi Padang,vol 12, (1).
- [7] Widodo, Aris dan Basith muhaamad Abdil,(2017) "Analisis kuat tekan beton dengan penambahan serat rooving pada beton non pasir,"Jurnal sipil danperencanaan , vol. 19, no. 2, pp. 155-120.
- [8] Sari Rosie Arizki Intan ,Wallah Steenie E, Windah Reky S,(2015) "Pengaruh jumlah semen dan fas terhadap kuat tekan beton dengan agregat yang berasal dari sungai," p. 9, 2015.
- [9] Widhiarto Herry,& Sujatmiko,B. (2012).Analisis Campuran Beton Berpori Dengan Agregat Bergradasi Terpisah Ditinjau Terhadap Mutu Dan Biaya vol. 05, (02), p. 7.
- [10] Ximenes, A. M., Halim, A., & Suraji, A. (2021). Pengaruh Komposisi Campuran Beton Dan Jenis Semen Terhadap Keleccakan Dan Kuat Tekan Beton. The 4th Conference On Innovation And Application Of Science And Technology (Ciastech 2021).
- [11] Firnanda. 2014. "Kuat Tekan Beton Dan Waktu Ikat Semen Portland Komposit (PCC)" Jurnal Online Mahasiswa Bidang Teknik dan Sains 1(1): 1-11
- [12] Aminah, Titi Wahyu Setiawati, And Ayuning, "Implementasi Corporate Social Responsibility Csr Oleh Perusahaan Jamu Pt Sido Muncul," <https://www.neliti.com> & Journal Article / Diponegoro Law Review.
- [13] L. G. , Hermayanti And I. M. Sukartha, "Pengaruh Kepemilikan Manajerial, Kepemilikan Institutional Dan Pengungkapan Csr Pada Kinerja Keuangan," *Jurnal Akuntansi*, Vol. 27, No. 3, Pp. 1703–1734, 2019.
- [14] J. , Gunawan And H. Wijaya, "Kepemilikan Manajerial, Kepemilikan Institutional, Dan Ukuran Perusahaan.," *Jurnal Multiparadigma Akuntansi Tarumanegara*, Pp. 1718–1780, 2020.
- [15] C. , Djohar. And Rifkhan, "Pengaruh Likuiditas Dan Ukuran Perusahaan Terhadap Agresivitas Pajak.," *Jurnal Renaissance*, Vol. 4, No. 1, Pp. 523–532, 2019.
- [16] N. Khamisah, D. Ayu Nani, And I. Ashsifa, "Pengaruh Non-Performing Loan (Npl), Bopo Dan Ukuran Perusahaan Terhadap Return On Assets (Roa) Perusahaan Perbankan Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia (Bei)," 2020. [Online]. Available: www.idx.co.id.
- [17] J. Ang, W. R. Murhadi, And E. Ernawati, "Pengaruh Corporate Social Responsibility Terhadap Kinerja Keuangan Perusahaan Dan Earning Management Sebagai Variabel Moderasi," *Journal Of Entrepreneurship & Business*, Vol. 1, No. 1, Pp. 11–20, 2021.
- [18] C. Suhendi And L. Muhimatul Ifada, "Reinforce Corporate Social Responsibility Through Earnings Management," *Akuntansi Riset*, Vol. 14, No. 1, 2022, Doi: 10.17509/Jurnal.
- [19] M. Pondrinal, "Pengaruh Pengungkapan Corporate Social Responsibility (Csr) Terhadap Kinerja Keuangan Di Perusahaan Yang Go Public," *Jurnal Ekobistek Fakultas Ekonomi*, Vol. 8, No. 1, Pp. 51–59, 2019.
- [20] S. Ayu Kelana, "Pengaruh Pengungkapan Csr Terhadap Kinerja Keuangan Pt. Asahimas Flat Glass Tbk," *Jurnal Akuntansi*, Vol. 8, No. 1, 2019, [Online]. Available: <http://ejournal.stiemj.ac.id/index.php/Akuntansi>.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.