

Deformasi Permanen Terhadap Penggunaan Abu Arang Tempurung Kelapa Sebagai *Filler* pada Campuran Beton Aspal

Andi Aqsha Mulia Nugraha¹, Malik Abdul Aziz², Lambang Basri Said³, Asma Massara⁴,
Mukhtar Thahir Syarkawi⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia

Jl. Urip Sumoharjo Km 05 Panaikang, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231

Email: ¹andiaqsha01@gmail.com; ²malikkano10@gmail.com; ³lambangbasri.said@umi.ac.id;

⁴asma.massara@umi.ac.id; ⁵mukhtartahir.sarkawi@umi.ac.id

ABSTRAK

Biasanya pada struktur jalan akan terjadi penurunan fungsi struktur bersama dengan bertambahnya usia dan akan terjadi kerusakan dalam jangka waktu relatif cepat, baik jalan yang baru dibangun ataupun yang baru diperbaiki. Banyak faktor yang bisa menjadi penyebab terjadinya kerusakan pada jalan seperti beban yg berlebihan kendaraan yang lewat, persyaratan teknis yang tidak sesuai standar, dan permukaan perkerasan tidak kembali ke posisi semula (deformasi permanen) setelah pembebanan. Salah satu cara untuk mengantisipasi risiko tersebut adalah dengan menguji Whell Tracking Machine. Pengujian ini dilakukan untuk menganalisis perilaku rutting dan geser dari campuran aspal. Seiring dengan bertambahnya jumlah kendaraan yang menyebabkan permukaan jalan cepat rusak dan retak, maka perlu dilakukan modifikasi campuran tersebut dengan menggunakan salah satu bahan tambahan yaitu abu batok kelapa sebagai bahan pengisi dalam pencampuran aspal. Penggunaan kadar aspal yang optimum yaitu 5,9% dan kadar serbuk arang tempurung kelapa (SATK) adalah 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%. Pada hasil pengujian, Whell Tracking Machine menggunakan SATK cocok untuk mengurangi deformasi dan rutting pada perkerasan lentur dan campuran kandungan bubuk arang memberikan ketahanan dan fleksibilitas yang baik.

Kata Kunci: Deformasi permanen, *wheel tracking machine*, serbuk arang, tempurung kelapa

ABSTRACT

Basically, the road will experience a decline in its structural functions according to increasing age and damage in a relatively very short period of time, both newly constructed roads and newly repaired roads. Many things cause damage to road construction, among others due to the influence of excessive vehicle traffic load (over loading), temperature and pavement construction that does not meet the technical requirements and the pavement surface does not return to its original position (permanent deformation) after loading. One way to minimize this is by testing the Whell Tracking Machine. This test was conducted to analyze the behavior of rutting (change in shape) and shear against the asphalt mixture. Along with the increasing number of vehicles that cause the road surface to be quickly damaged and cracked, it is necessary to modify the mixture using one of the added ingredients, namely Coconut Shell Rasp as a filler in mixing asphalt. Optimum Asphalt Levels used were 5.9% and Coconut Shell Charcoal (SATK) levels were 1%, 2%, 3%, 4%, and 5%. From the results of testing the Whell Tracking Machine using SATK it is suitable to be used to reduce deformation and rutting on flexible pavements and the mixture of the levels of charcoal powder provides good durability and flexibility.

Keywords: Permanent Deformation, *wheel tracking machine*, coconut shell charcoal powder

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Jenis pengisi yang biasa digunakan dalam pencampuran semen hitam adalah puing-puing batu. Penggunaan secara terus menerus dan tidak mendapat pilihan lainnya atau opsi berbeda dengan jenis *filler* lainnya, aksesibilitas puing-puing batuan akan berkurang seiring dengan kebutuhan transportasi, khususnya jalan, pertambahan. Untuk mencegah terjadinya hal tersebut penelitian ini menggunakan Abu Arang Tempurung bahan alternative sebagai *filler* campuran aspal.

Selain karena hal itu peningkatan produksi arang tempurung kelapa tersebut dapat berpengaruh pada limbah hasil industri yang semakin meningkat yang dihasilkan oleh hasil produksi arang tempurung kelapa yang dapat berpengaruh kurang baik pada lingkungan

1.2 Rumusan Masalah

Sehingga Dari latar belakang inilah disimpulkan masalah yang akan diteliti yaitu:

- 1) Bagaimana karakteristik campuran aspal beton terhadap penambahan Abu Arang Tempurung Kelapa menjadi *Filler*?
- 2) Sejauh mana tingkat ketahanan terhadap *rutting* pada campuran aspal beton dengan menggunakan Abu Arang Tempurung Kelapa sebagai *Filler* terhadap deformasi permanen?

1.3 Tujuan Penelitian

Maksud dari penulisan ini yaitu agar di lakukan penelitian tentang pengaruh penambahan filler serbuk arang tempurung kelapa terhadap deformasi permanen campuran aspal beton (AC-WC).

Tujuan oleh penelitian yaitu sebagai berikut:

- 1) Menganalisis penambahan arang tempurung kelapa pada pencampuran aspal terhadap karakteristik aspal (AC-WC)
- 2) Mendapatkan tingkat ketahanan deformasi permanen dengan

menggunakan abu arang tempurung kelapa sebagai filler. Pada aspal

2. Metode Penelitian

2.1 Tinjauan Umum

Di penelitian ini penggunaan metode yang berbasis laboratorium yang dilaksanakan di Laboratorium UMI Makassar.

2.2 Bahan Penelitian

a) Aspal

Jenis aspal yang dipakai adalah aspal dengan penetrasi 60/70 (AC 60/70) yang di produksi oleh Pertamina.

b) Agregat

Agregat alam terdiri dari agregat kasar yang (tertahan pada saringan no.#4), agregat yang halus (lolos pada saringan no. #4 dan tertahan di no. #200 dan *filler* lolos pada saringan no. #200 / pan) yang diambil dari proses pemecahan batu alam dari daerah Bili-bili Kab. Gowa.

c) Bahan Tambah

d) Serbuk Arang Tempurung Kelapa dari Kecamatan Mattiro Bulu, Kabupaten Pinrang, Sulawesi Selatan

2.3 Alat Penelitian

Alat untuk pengujian aspal, (penetrasi, titik lembek, viskositas, titik nyala dan titik bakar, daktilitas, berat jenis) dan untuk pengujian agregat yaitu (analisa saringan, berat isi, berat jenis, *soundness test*, kelekatan agregat terhadap aspal) alat unyuk pegujian sifat atau karakteristik campuran aspal (*marshall test*), dan alat pengujian deformasi (*Wheel Tracking Test*).(AASHTO, 1997)

2.4 Tahapan Penelitian

Persiapan Bahan

Persiapan dan pemeriksaan bahan di laksanakan pada Laboratorium Teknik Sipil UMI Makassar.

Pengujian Bahan

1) Pengujian Aspal

- a) Penetrasi aspal keras
- b. Titik lembek

- b) Titik nyala & titik bakar
- c) Daktilitas
- d) Berat Jenis
- 2) Pemeriksaan Agregat:
 - a) Analisa saringan
 - b) Berat isi
 - c) Berat jenis dan penyerapan
 - d) Soundness Test
 - e) Kelekatan Agregat terhadap aspal

Rancangan Benda Uji

(briket) yang akan di buat sesuai dengan rancangan dengan menggunakan gradasi campuran yang lolos pada saringan No. 4 (Dirjen Bina Marga, 2016). (VFA) (Dirjen Bina Marga, 2016). Briket yang di buat untuk sampel adalah (3) sampel kemudian untuk semua kadar aspal di buat 15 briket. Setelah mendapat dapat nilai KAO maka akan ditentukan pembuatan campuran untuk bahan tambah pembuatan benda uji *whell tracking*, kadar Serbuk Arang Tempurung Kelapa ditambahkan dengan melakukan pendekatan studi literatur, adapun variasi bahan tambah yang digunakan ialah 1% sampai 5%.

Pembuatan Benda Uji

Pada pengujian *Whell Tracking* ada beberapa tahap yang dilakukan yaitu:

- 1) Mempersiapkan bahan kemudian alat yang digunakan dan penentuan persentase dari setiap fraksi sehingga memudahkan pada saat pencampuran dan dilakukan penimbangan secara kumulatif untuk mendapat porsi yang pas.
- 2) Campuran kemudian ditimbang dan dituangkan ke dalam wajan lalu di masak hingga mencapai suhu $\pm 130^{\circ}\text{C}$. Kemudian dimasukkan serbuk arang tempurung kelapa, lalu aspal dipanaskan sampai mencapai suhu pencampuran, setelah agregat mencapai suhu yang telah dipanaskan kemudian dituangkan kedalam wajan yang berisi aspal yang telah ditimbang berdasarkan dengan persentase berat total agregat.

- 3) Setelah agregat dimasukkan ke aspal, campuran kemudian di lakukan pengadukan sampai merata sampai mencapai suhu $\pm 150^{\circ}\text{C}$. kemudian campuran dituang di dalam cetakan yang berukuran 30x30x5.
- 4) Campuran dipadatkan sebanyak 150 tumbukan. Selanjutnya benda uji di dinginkan pada suhu ruang, selanjutnya dikeluarkan dari cetakan dan dibiarkan lagi pada suhu ruang.
- 5) Campuran dimasukkan ke dalam oven selama tujuh jam dengan suhu 60°C . setelah di oven mencapai waktunya dikeluarkan dan campuran diuji dengan alat *Whell Tracking* untuk melihat deformasi permanen yang terjadi pada campuran.

Pengujian Benda Uji

Kemudian selepas di lakukan pendinginan dengan perlakuan untuk benda uji kemudian dilakukan pengujian bahan, maka tahap selanjutnya akan dilakukan pengujian dengan alat pengujian *Wheel Tracking*. dari Hasil pengujian menggunakan *Wheel Tracking* di dapatkan nilai penurunan deformasi, Total Deformasi (D0), Stabilitas Dinamis (DS), Laju Deformasi (RD). (Muaya, George Stefen, Oscar.H.Kaseke, 2015)

Pengolahan Data dan Analisis

Agar mendapatkan total nilai Stabilitas laju Deformasi dan total Deformasi perlu dilakukan pengolahan data dan juga analisis data sehingga dapat menghasilkan kesimpulan dan hasil data yang lebih akurat.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Analisis Pengujian Marshall Pengujian Marshall Test Untuk Penentuan (KAO)

menghitung nilai karakteristik pada aspal menggunakan metode *Marshall Test* dari nilai hasil pengujian di laboratorium didapat hasil perhitungan *marshall* 5 variasi kadar yaitu kadar 4,5%, kadar 50%, kadar 55%, kadar 60%, dan kadar 6,5%.

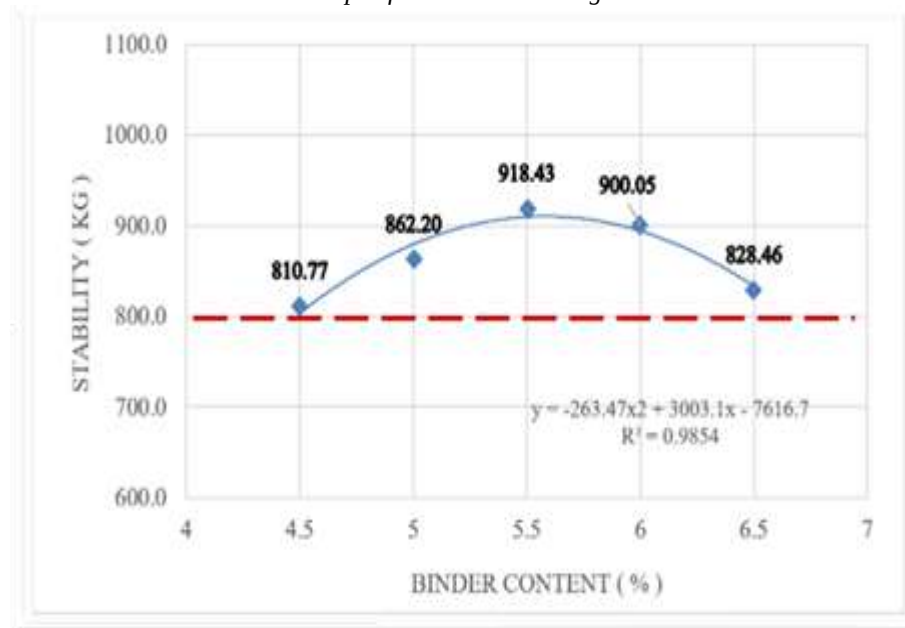
Deformasi Permanen Terhadap Penggunaan Abu Arang Tempurung Kelapa Sebagai Filler Pada Campuran Beton Aspal

Tabel 1 Rekapitulasi *marshall test* campuran AC- WC pen 60/70 pada (KAO)

Sifat-sifat campuran	Hasil Pengujian					Spesifikasi
Kadar Aspal %	4,5	5	5,5	6	6,5	
Stabilitas, kg	810,77	862,20	918,43	900,05	828,46	800-1800 kg
Flow, mm	3,50	3,10	2,83	2,87	3,30	Min 2 mm
VIM. %	6,61	5,87	4,91	4,14	3,33	≥ 3%
VFA, %	57,41	62,96	69,31	74,53	79,84	≥63%
VMA. %	15,52	15,52	15,83	16,24	16,51	≥15%
Density	2,30	2,30	2,31	2,32	2,35	≥2,2 kg/mm
Marshall Quotient, kg/mm	333,07	278,44	324,55	314,08	246,48	Min 180

3.2 Hubungan Kadar Aspal terhadap Stabilitas

Spesifikasi 800 – 1800 kg



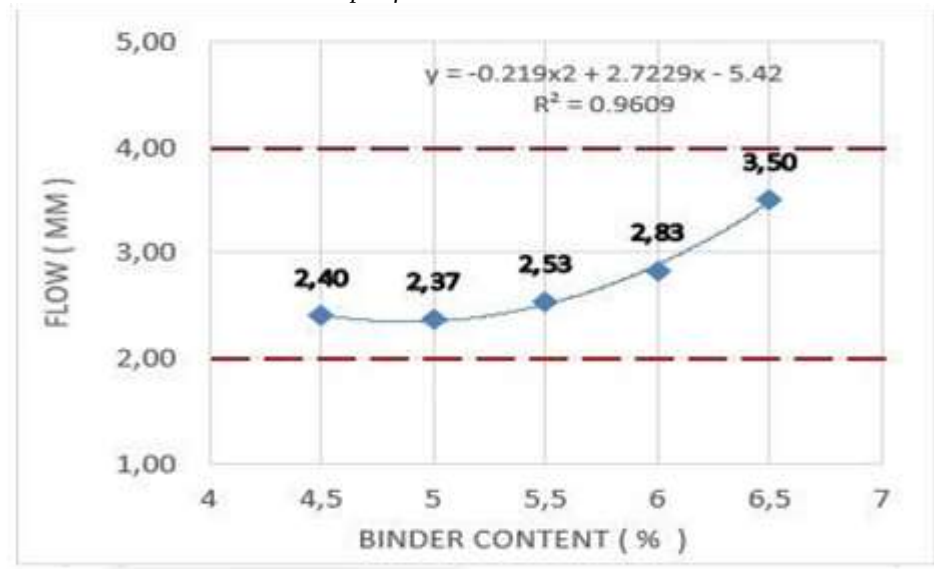
Gambar 1 Grafik antara kadar aspal dan stabilitas

Gambar 1 dapat di lihat bahwa stabilitas campuran mengalami peningkatan pada kadar 4,5% hingga kadar 5,5% kemudian pada kadar 5,5% hingga kadar 6,5% Mengalami penurunan. Itu dikarenakan kadar rongga yang terjadi membuat tidak stabil akibat dari pelelehan setelah menerima beban lalu lintas. Semakin tinggi kadar aspal yang digunakan akan

semakin meningkatkan nilai stabilitas hingga kadar aspal optimum. Tetapi dengan ditambahnya kadar aspal melebihi nilai optimum maka stabilitas dapat menurun karena campuran sehingga mengakibatkan bleeding karena tebal pada selimut aspal bertambah sehingga mengurangi sifat (*interlocking*) saling kunci pada agregat dengan agregat lainnya.

3.3 Hubungan Kadar Aspal terhadap *flow*

Spesifikasi 2-4 mm



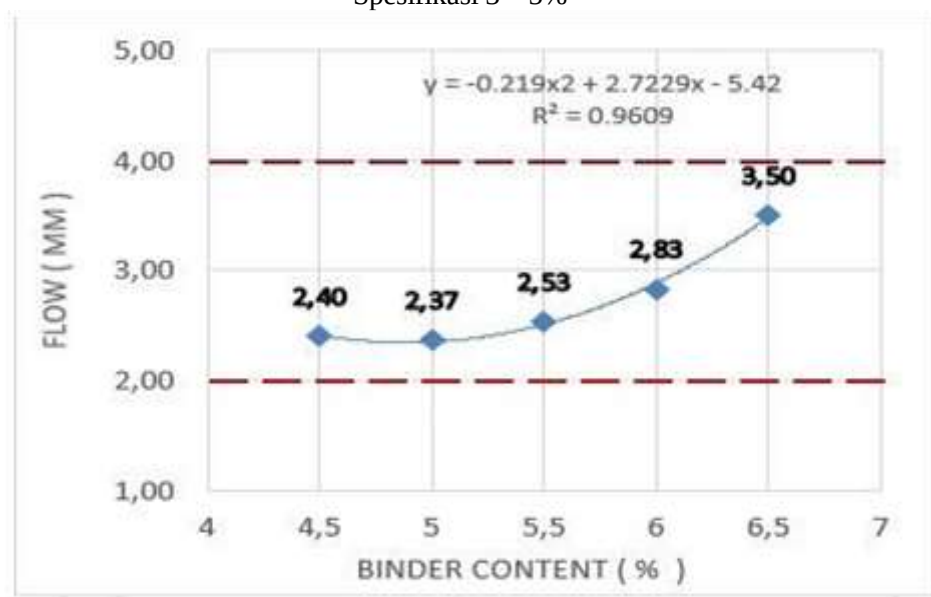
Gambar 2. Grafik antara kadar aspal pada *flow*

Pada gambar grafik No 2 menjelaskan mengenai nilai flow kadar 4,5% mengalami peningkatan sampai dengan kadar 6,5% maka ini dapat menjelaskan bahwa semakin besar kadar aspal akan semakin tinggi pula kelelehan yang

terjadi dengan campuran. Besarnya nilai flow pada campuran menunjukkan bahwa campuran tersebut akan mudah berubah bentuk.

3.4 Hubungan Kadar Aspal Pada *Void In Mixture (VIM)*

Spesifikasi 3 – 5%

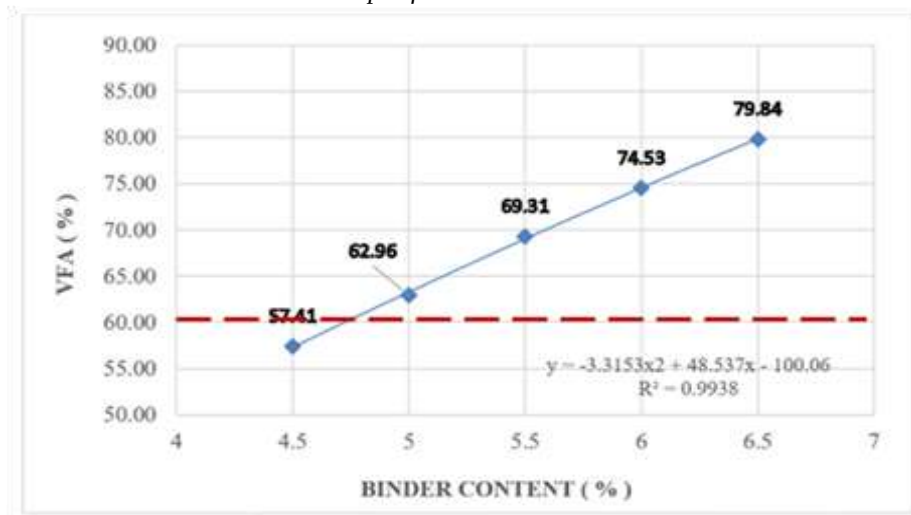


Gambar 3. Grafik hubungan kadar aspal terhadap *VIM*

Pada grafik 3 dapat dilihat kalau nilai VIM Kadar aspal 4,5% terjadi penurunan tetapi, ketika persentase kadar aspal 4,5% sampai kadar aspal 5% nilai VIM meningkat, yang artinya tidak masuk spesifikasi.

3.5 Hubungan kadar aspal terhadap (VFA)

Spesifikasi Min 65%



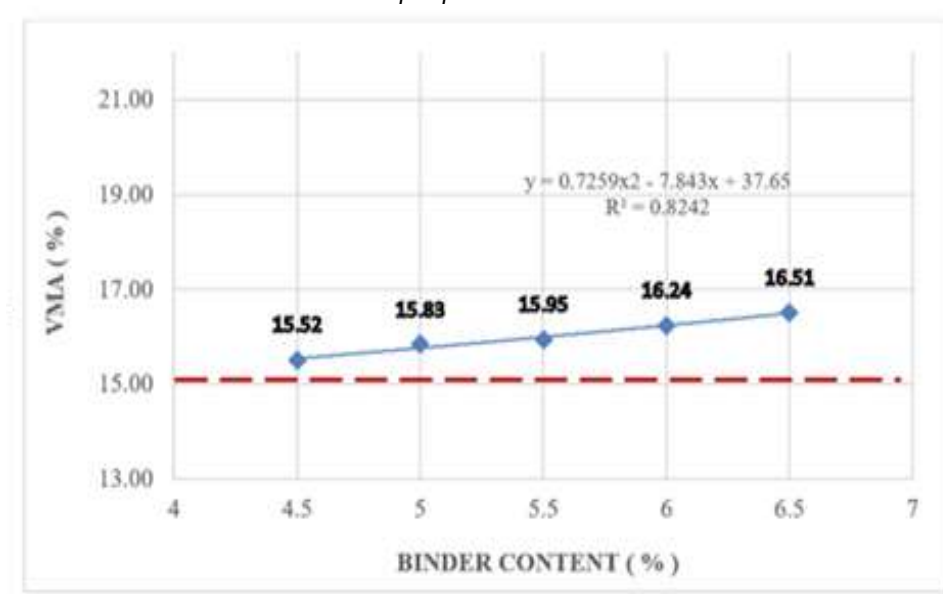
Gambar 4. Grafik Hubungan antara Kadar Aspal terhadap VFA

Pada grafik 4 dapat dilihat bahwa setiap kadar aspal pada pencampuran, menghasilkan data VFA naik secara konsisten di kadar 4,5% hingga 6,5% dan di kadar 4,5% menunjukkan bahwa nilai VFA tidak masuk persyaratan spesifikasi dan pada saat kadar aspal dengan kadar 5% hingga 6,5% mengalami kenaikan

secara konsisten sehingga masuk persyaratan spesifikasi. Jadi jika kadar aspal tinggi hal tersebut menjadikan rongga udara akan terisi oleh aspal.

3.6 Hubungan Kadar Aspal pada (VMA)

Spesifikasi Min 15%



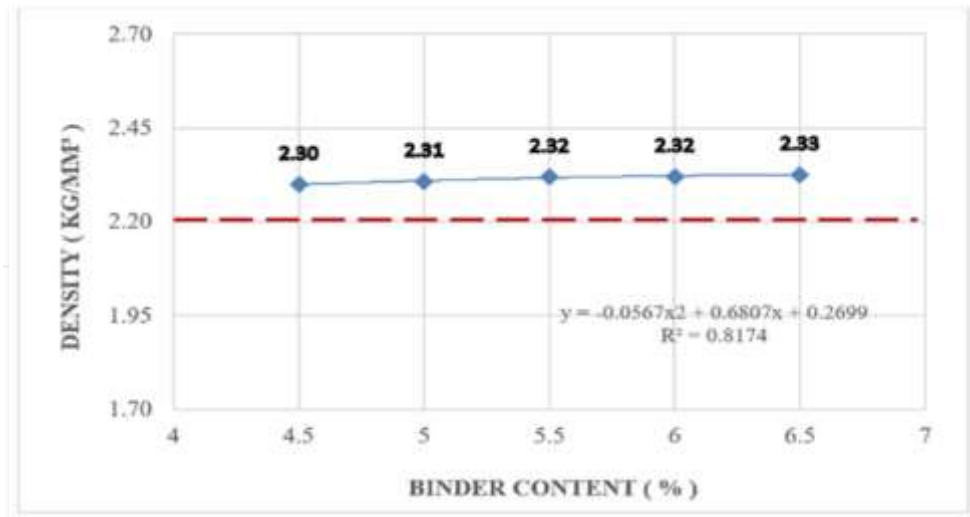
Gambar 5. Grafik hubungan kadar aspal Pada VMA

Pada data analisis gambar grafik 5 dapat dilihat variasi kadar pada campuran menyeluruh dapat meningkatkan VMA campuran berdasarkan spesifikasi, diketahui bahwa kadar aspal 4,5 yaitu

nilai VMA terjadi kenaikan sampai kadar 6,5%. maka semakin besar nilai kadar aspal pada campuran akan semakin besar nilai VMA yang dihasilkan.

3.7 Hubungan Kadar Aspal & Berat Volume (Density)

Spesifikasi Min 2,2 kg/mm³



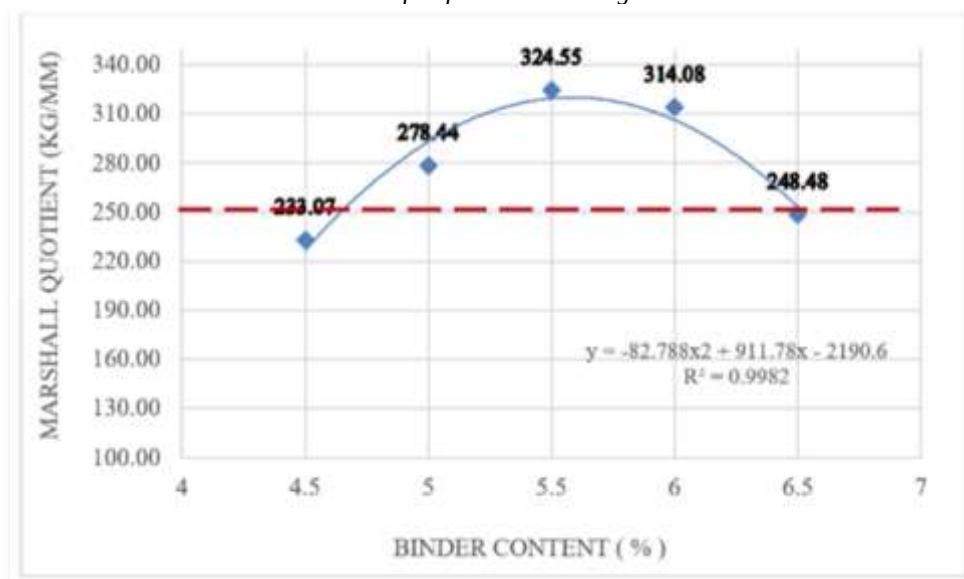
Gambar 6 . Grafik hubungan kadar aspal & density

Pada hasil analisis gambar grafik 6 di atas dapat dilihat bahwa nilai *density* naik dari kadar aspal 4,5% sampai dengan 6,5%, sampai kadar aspal 6,5%. Hasil

analisis yang diperoleh memenuhi spesifikasi Bina Marga.

3.8 Hubungan Kadar Aspal Pada Marshall Quotient

Spesifikasi Min 250 kg/mm

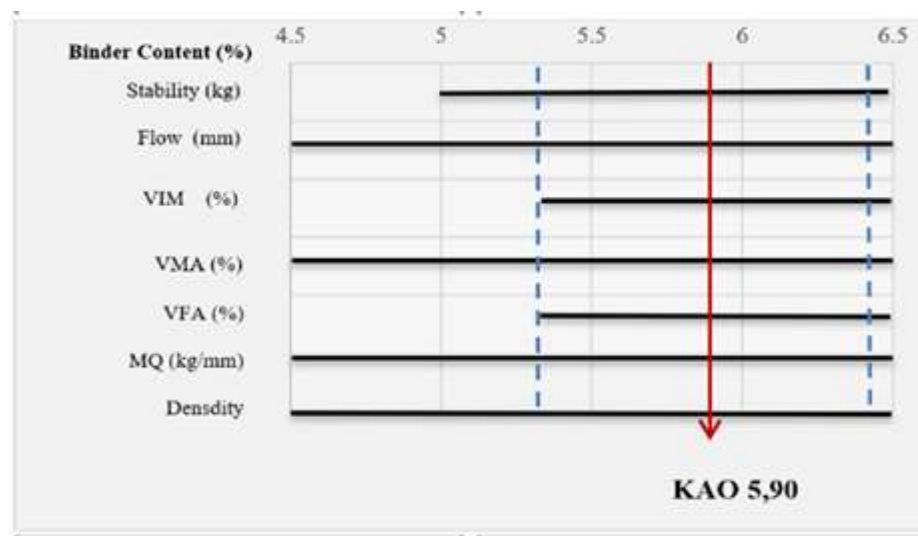


Gambar 7. Grafik antara kadar aspal pada MQ

Gambar grafik 7 dapat dilihat jika terjadi peningkatan MQ dari kadar 4,5% hingga kadar 5,5% kemudian kembali terjadi penurunan di kadar 6,0% hingga kadar 6,5% dan nilai MQ di Kadar 5,0%, kadar 5,5% sampai kadar 6% masuk spesifikasi Bina Marga. semakin tinggi pada nilai MQ pada campuran aspal dapat keras

tetapi (gampang retak) pada campuran tersebut, begitupun juga jika nilai MQ semakin Kecil maka tingkat kelenturan pada campuran aspal meningkat (jika terlalu lentur kestabilan akan berkurang.

3.9 Kadar aspal & Karakteristik Campuran Aspal



Gambar 8. Grafik penentuan nilai KAO

Pada gambar di atas dapat dilihat pada gambar 8 kadar aspal dan karakter campuran digunakan nilai pada tengah antara 5.5 dan 6 seperti yang terdapat pada gambar yang masuk karakter Marshall Test, dan didapat nilai KAO sebesar 5,90%. Deformasi pada satuan mm/menit. Selain itu bisa di lakukan pengukuran stabilitas pada lintasan/mm bisa dihitung dengan menggunakan persamaan.

3.10 Hasil & Analisis Pengujian Wheel Tracking

Untuk bisa mengetahui kinerja ketahanan deformasi pada campuran dilakukan tinjauan pada tiga parameter yaitu kedalaman

$$DS = 768.29$$

$$RD = 0.055$$

Hasil Pengujian Wheel Tracking pada Tabel 3.3 dibawah ini:

Tabel 2 Data hasil pengujian dengan *Wheel Tracking Machine*

Menit	Lintasan	Deformasi					
		0%	1%	2%	3%	4%	5%
0	0	0	0	0	0	0	0
1	21	0.57	0.43	0.20	0.32	0.19	0.30
5	105	1.34	0.88	0.53	0.94	0.85	0.84
10	210	1.85	1.21	0.89	1.32	1.34	1.61
15	315	2.36	1.65	1.25	1.58	1.84	2.15
30	630	3.54	2.73	2.16	2.20	2.84	3.24

Menit	Lintasan	Deformasi					
		0%	1%	2%	3%	4%	5%
45	945	4.24	3.46	3.14	2.60	3.65	3.96
60	1260	4.81	4.08	4.09	3.15	4.72	4.78
Total Deformasi (D0) (mm)		2.67	2.06	1,75	1,73	2,20	2.41
Stabilitas Dinamis (DS) (lintasan/mm)		1105,263	1016,129	663,158	1145,455	588,785	768,293
Laju Deformasi (RD) (mm/menit)		0.0380	0.0413	0.0633	0,0367	0.0713	0.0547

Berdasarkan Tabel 2 di atas terjadi perbedaan nilai yang dihasilkan setelah adanya penambahan kadar serbuk arang tempurung kelapa 0%, 1%, 2%, 3%, 4% dan 5%. Pada tabel di atas campuran kadar serbuk 3% memiliki total deformasi terendah dari kadar yang lainnya, kemudian nilai stabilitas dinamis tertinggi juga terdapat pada campuran dengan kadar serbuk 3%, dan nilai laju deformasi terendah dihasilkan juga oleh campuran dengan kadar serbuk 3%. Jadi dari tabel di atas diketahui campuran aspal dengan kadar serbuk 3% lebih baik dari pada campuran dengan kadar serbuk 0% (normal).

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

Jadi hasil penelitian pengaruh arang tempurung kelapa terhadap deformasi sebahai bahan pengisi (filler) AC-WC disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Dari hasil analisis pengaruh penambahan serbuk arang Pada campuran aspal yaitu Semakin lamanya waktu pembebanan serta jumlah lintasan yang diberikan terhadap campuran menunjukkan terjadinya peningkatan deformasi yang terjadi terlihat dari waktu pembebanan, jumlah lintasan dan nilai deformasi, campuran dengan nilai deformasi terendah yaitu campuran dengan kadar 3%, dimana pemberian kadar serbuk arang tersebut dapat memberikan daya tahan dan fleksibilitas yang baik
- 2) Dari hasil analisis tingkat ketahanan terhadap rutting dengan menggunakan serbuk tempurung kelapa sebagai filler

dengan lima variasi kadar serbuk 3% memiliki nilai deformasi terendah 1,73 mm, stabilitas dinamis yang paling besar 1145 lintasan/mm dan data kecepatan deformasi yang terkecil yaitu 0,0367 mm/menit, hal ini kadar 3% cocok digunakan untuk mengurangi deformasi dan rutting pada perkerasan lentur.

4.2 Saran

- 1) Penelitian ini diharapkan agar lebih dikembangkan supaya penelitian yang akan datang dengan penggunaan Abu Arang Tempurung Kelapa.
- 2) Diperlukan penelitian lebih lanjut terhadap model pemadatan yang tepat guna meningkatkan kinerja dan fungsi Arang Tempurung Kelapa pada campuran AC-WC.

Daftar Pustaka

- ASTM D2726-04. Standard Test Method for Bulk Specific Gravity and Density of Non-Absorptive Compacted Bituminous Mixtures
- AASHTO. (1997). *Standard Specification for Transportation Materials and Method of Sampling and Testing Part 3 edition.*
- Dirjen Bina Marga. (2016). Spesifikasi Perkerasan Aspal. *Spesifikasi Umum Pekerjaan Jalan Dan Jembatan, Modul 7*, 120. https://simantu.pu.go.id/epel/edok/d7f75_MODUL_7.pdf
- Isnanda, I., Saleh, S. M., & Isya, M.

Deformasi Permanen Terhadap Penggunaan Abu Arang Tempurung Kelapa Sebagai Filler Pada Campuran Beton Aspal

(2018). Pengaruh Substitusi Polystyrene (Ps) Dan Abu Arang Tempurung Kelapa Sebagai Filler Terhadap Karakteristik Campuran Ac-Wc. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(3), 637–646.
<https://doi.org/10.24815/jts.v1i3.10002>

Muaya, George Stafen, Oscar.H.Kaseke, M. R. E. M. (2015). Pengaruh Terendamnya Perkerasan Aspal oleh Air Laut yang Ditinjau Terhadap Karakteristik Marshall. *Jurnal Sipil Statik*, 3(8), 562–570.