

Analisis Kuat Tarik Tidak Langsung terhadap Campuran Aspal Beton dengan Menggunakan Abu Batu Kapur pada Filler

Fadel Muhammad¹, Masyita², St. Fauziah Badaron³, Winarno Arifin⁴, Andi Alifuddin⁵

^{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: ¹zenof91575@gmail.com; ²masyitabahr@gmail.com; ³sitifauziahbadrun@gmail.com;

⁴winarno.arifin@umi.ac.id; ⁵andi.alifuddin@umi.ac.id

ABSTRAK

Jalan menjadi prasarana transportasi yang memiliki peran vital untuk kelancaran aktivitas sosial, ekonomi, pertahanan keamanan, dan budaya. Untuk kenyamanan dan keamanan, jalan harus didukung oleh perkerasan yang baik. Pembebanan lalu lintas pada jalan berupa beban tarik dan tekan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai pengaruh penggunaan abu batu kapur terhadap karakteristik campuran beraspal dan besaran kuat tarik tidak langsung. Penelitian eksperimental dilaksanakan di laboratorium melalui beberapa tahapan pengujian dimulai dengan penentuan kadar aspal optimum (KAO) yang dilanjutkan dengan pengujian kuat tarik tidak langsung pada campuran aspal dengan komposisi filler yang mengandung abu batu kapur. Nilai kadar aspal optimum diperoleh pada kadar 5,95%. Kadar aspal ini selanjutnya digunakan dalam pembuatan briket dengan menggunakan abu batu kapur sebagai *filler* dengan kadar sebesar 0,0%, 0,5%, 1,0%, 1,5%, dan 2,0%. Metode yang di gunakan dalam mengelola data yaitu metode analisis regresi. Dari hasil pengujian kuat tarik tidak langsung, pada suhu 30°C mampu menahan beban sebesar 60156,93 kPa sedangkan pada suhu 60°C beban yang dapat ditahan sebesar 23514,58 kPa. Hasil tersebut dapat diinterpretasikan bahwa nilai kuat tarik dengan menggunakan filler batu kapur bersuhu 30°C lebih kuat menahan beban dibandingkan campuran bersuhu 60°C.

Kata Kunci: Kuat tarik tidak langsung, campuran aspal beton, abu batu kapur, filler

ABSTRACT

Roads are a transportation infrastructure that has a vital role for the smooth running of social, economic, defense, security and cultural activities. For comfort and safety, the road must be supported by good pavement. Traffic loading on the road is in the form of tensile and compressive loads. This research is expected to provide an understanding of the effect of the use of limestone ash on the characteristics of the asphalt mixture and the magnitude of the indirect tensile strength. Experimental research was carried out in the laboratory through several stages of testing starting with determining the optimum asphalt content followed by testing the indirect tensile strength of the asphalt mixture with a filler composition containing limestone ash. The optimum asphalt content value is obtained at a level of 5.95%. This asphalt content is then used in the manufacture of briquettes using limestone ash as a filler with levels of 0.0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, and 2.0%. The method used in managing the data is the method of regression analysis. From the results of the indirect tensile strength test, at a temperature of 30°C it is able to withstand a load of 60156.93 kPa while at a temperature of 60°C the load that can be held is 23514.58 kPa. These results can be interpreted that the tensile strength value using limestone filler at 30°C is stronger to withstand the load than the mixture at 60°C.

Keywords: Indirect Tensile Strength, mixture asphalt concrete, limestone ash, filler

1. Pendahuluan

1.1 Latar belakang

Peran jalan yang menjamin konektivitas antar wilayah bernilai vital untuk kelancaran aktivitas sosial, ekonomi, pertahanan keamanan, budaya, dan aspek lainnya (Pratiwi et al., 2018). Untuk kenyamanan dan keamanan, jalan harus didukung oleh perkerasan yang baik. Perkerasan lentur (*flexible pavement*) merupakan jenis perkerasan yang banyak digunakan khususnya pada ruas jalan dengan volume tinggi dimana lapisan permukaan memiliki bahan pengikat berupa aspal (Surandono & Suci, 2016).

Pembebanan lalu lintas diterima struktur jalan sebagai beban tekan dan tarik. Beban tarik memberikan risiko terjadinya retak yang lebih tinggi pada struktur perkerasan di lapangan yang dimulai dari bagian bawah berupa retak awal (*crack initiation*) lalu meluas hingga ke lapisan permukaan (Husain, 2013). Pengujian laboratorium yang dapat dilakukan untuk memperoleh gambaran mengenai perilaku campuran beraspal berupa gaya tarik saat menerima beban dengan nilai tertentu yang berpotensi menyebabkan terjadinya retak (*fatigue*) disebut *indirect tensile strength* (ITS) (Sunarjono & Samantha, 2012). Beban kendaraan yang terjadi secara terus menerus menyebabkan terjadinya tegangan (*stress*) pada struktur lapisan aspal yang diikuti dengan terjadinya regangan (*strain*), dimana jika tercapai tegangan maksimum benda uji mulai mengalami retak (Hudha, 2017). Berdasarkan hasil penelitian-penelitian terdahulu diketahui bahwa karakteristik dan komponen material penyusun lapisan aspal mempengaruhi kekuatan campuran terhadap beban tarik yang diberikan (Ahmad, 2010).

Salah satu komponen penyusun campuran aspal adalah bahan pengisi (*filler*) dimana telah banyak dilakukan penelitian penggunaan material

alternatif sebagai filler. Sebagai sumber daya mineral dengan jumlah yang melimpah dan tersebar di Indonesia, abu batu kapur dapat menjadi pilihan alternatif yang perlu dicobakan menjadi *filler* dalam campuran aspal (Aziz, 2010). Saat ini batu kapur dan turunan materialnya populer digunakan di sektor industri maupun konstruksi sebagai material bangunan. Batuan ini tersusun dari kalsium karbonat (CaCO_3) sebanyak 95%, dan sisanya berupa silika, magnesit, alumina dan senyawa lainnya namun dalam proporsi yang kecil.

Merujuk pada ukuran partikelnya yang sangat halus dan kandungan unsur silika sebagai penyusunnya, abu batu kapur berpotensi menjadi material pengisi dalam campuran beraspal dan yang telah banyak dicobakan dalam beberapa penelitian sebelumnya. Dari hasil penelitian terdahulu diketahui bahwa penggunaan abu batu kapur sebagai filler mampu meningkatkan nilai stabilitas dari 1430,20 kg pada campuran normal menjadi 1562,95 kg pada campuran modifikasi dengan abu batu kapur sebagai *filler* (Yacob & Wesli, 2017). Dalam penelitian ini dicoba melakukan penelitian pengembangan dengan meninjau aspek kuat tarik langsung dengan penggunaan komposisi material yang serupa dengan penelitian penggunaan abu batu kapur sebagai *filler* dimana penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran apakah penggunaan abu batu kapur mampu meningkatkan kinerja campuran tidak hanya untuk karakteristik *Marshall* tetapi juga pada kuat tarik tidak langsungnya.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang menjadi fokus dalam penelitian ini yaitu:

- 1) Bagaimanakah karakteristik campuran aspal beton dengan penggunaan abu batu kapur sebagai *filler*?

- 2) Bagaimanakah nilai kuat tarik tidak langsung campuran aspal beton dengan abu batu kapur sebagai *filler*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Menganalisis karakteristik campuran aspal beton dengan penggunaan abu batu kapur.
- 2) Menganalisis nilai kuat tarik terhadap penggunaan abu batu kapur pada campuran aspal beton.

2. Metode Penelitian

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian eksperimental dilaksanakan di Laboratorium Jalan Raya dan Transportasi, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia.

2.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan Penelitian

Menggunakan Aspal Minyak penetrasi 60/70 produksi Pertamina yang diperoleh dari PU Bina Marga Baddoka dan agregat baik agregat kasar dan halus diperoleh secara acak di Malino, Kab. Gowa disatukan lalu diangkut ke laboratorium untuk dilakukan pengambilan sampel dengan metode perempatan. Abu batu kapur diperoleh dari Kab. Maros, Sulawesi Selatan.

Alat Penelitian

Alat untuk pengujian properti material, *Marshall*, dan *indirect tensile strength*.

2.3 Tahapan Penelitian

Persiapan bahan benda uji

Meliputi persiapan material lalu dilanjutkan pengetesan untuk setiap bahan menggunakan standar pengujian material campuran beraspal

Pembuatan Benda Uji

Pembuatan sampel dimulai untuk penentuan kadar aspal optimum (kao) sebanyak total 15 briket yang diuji menggunakan alat pengujian *Marshall*. Ada lima variasi kadar aspal yang diuji yaitu 0%, 0,5%, 1,0%, 1,5%, dan maksimal 2,0%.

Pengujian Kuat Tarik tidak Langsung

Dilakukan pada campuran yang mengandung abu batu kapur.

2.4 Metode Analisis Data

Data yang terkumpul diplot dalam grafik sesuai dengan spesifikasi setiap pengujian, lalu diinterpretasikan untuk melihat pengaruh penambahan kadar abu batu kapur pada kuat tarik langsung campuran aspal.

3. Hasil dan Pembahasan

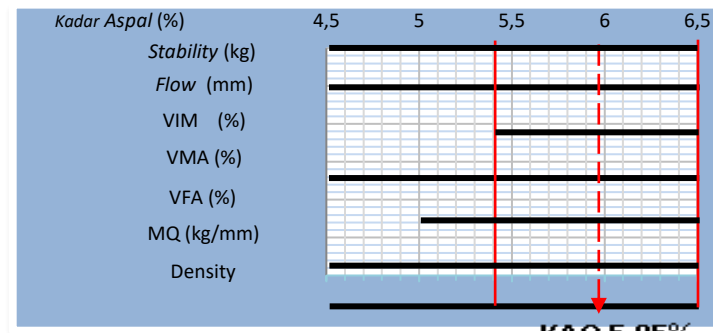
3.1 Analisis dan Hasil Pengujian Marshall Test untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Berikut merupakan hasil rekapitulasi karakteristik Marshall untuk seluruh variasi kadar aspal:

Tabel 1 Rekapitulasi pengujian *marshall* campuran AC-WC pen 60/70 untuk kadar aspal optimum (KAO)

Sifat-sifat campuran	Hasil Pengujian					Spesifikasi
Kadar Aspal (%)	4,5	5	5,5	6	6,5	
Stabilitas; kg	910,97	935,16	943,22	923,07	898,88	800-1800 kg
Flow; mm	2,433	2,333	2,250	2,517	2,687	2-4 mm
VIM; %	7,810	6,090	4,652	4,604	4,425	3-5%
VMA; %	17,989	17,463	17,204	17,661	18,311	≥ 15%
VFA; %	59,945	65,344	73,040	77,201	81,099	≥ 63%
MQ; kg/mm	377,012	401,85	420,594	367,702	334,904	Min 250 kg/mm
Density	2,236	2,263	2,282	2,281	2,275	≥2.2 kg/mm ³

Hubungan Kadar Aspal dengan Karakteristik Campuran Aspal



Gambar 1 Grafik penentuan nilai KAO

Dari hasil analisis gambar 1 barchart hubungan kadar aspal dengan karakteristik campuran digunakan nilai tengah pada grafik yang memenuhi karakteristik *Marshall Test*, sehingga diperoleh KAO sebesar 5,95%.

$$KAO = \frac{5,4\% + 6,5\%}{2} = 5,95\%$$

Nilai kadar aspal optimum (KAO) inilah yang menjadi acuan tetap untuk pembuatan briket dengan variasi bahan tambah filler abu batu kapur dengan

variasi kadar filler 0,0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2,0%.

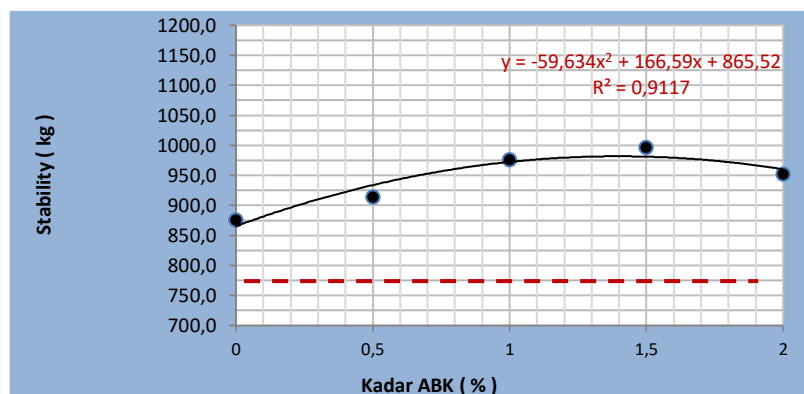
3.2 Analisis Karakteristik Campuran AC-WC Terhadap Penggunaan Abu Batu Kapur

Hasil rekapitulasi karakteristik *Marshall* terhadap penggunaan abu batu kapur pada campuran AC-WC, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2 Hasil rekapitulasi karakteristik *Marshall*

Sifat Campuran	Kadar Abu Batu Kapur (%)				
	0,5	0,5	1	1,5	2
Stabilitas	875,180	913,312	976,274	996,751	951,766
Flow	3,500	3,100	2,900	2,867	3,300
VIM	4,9324	4,0919	3,3331	3,0116	2,8452
VMA	17,2542	16,697	16,0121	15,8081	15,7390
VFA	71,4608	75,3729	79,3630	80,9735	81,2551
Density	2,2748	2,2929	2,3090	2,3146	2,3135
Marshall Quotient	250,216	293,437	337,846	348,340	297,657

Pengaruh Penggunaan Abu Batu Kapur Terhadap Stabilitas

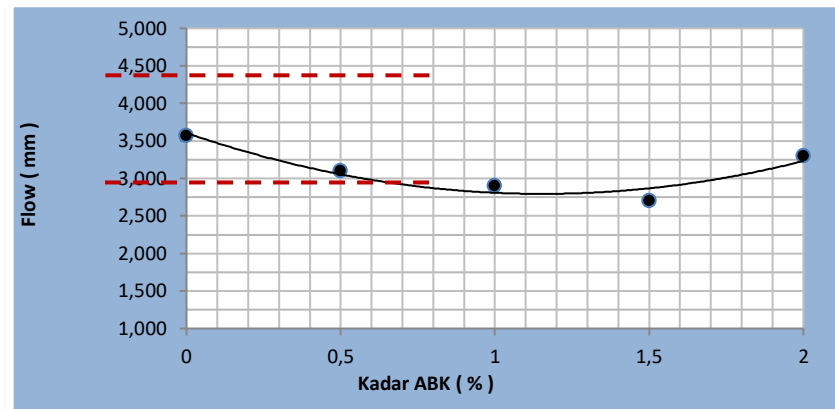


Gambar 2 Grafik hubungan antara abu batu kapur terhadap stabilitas

Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai stabilitas campuran akan mencapai batas maksimum dan kemudian akan menurun dengan pertambahan kadar abu batu kapur. Campuran dengan kadar abu batu kapur 1,5% memiliki nilai stabilitas tertinggi. Nilai stabilitas yang semakin tinggi menyebabkan perkerasan akan semakin kaku dan rentan terhadap bahaya retak (*cracking*). Sebaliknya,

nilai stabilitas yang sangat rendah menyebabkan perkerasan bersifat lembek dan mudah mengalami bahaya alur akibat beban roda (*rutting*), karena perkerasan tidak mampu mendukung beban yang bekerja.

Pengaruh Penggunaan Abu Batu Kapur Terhadap Flow

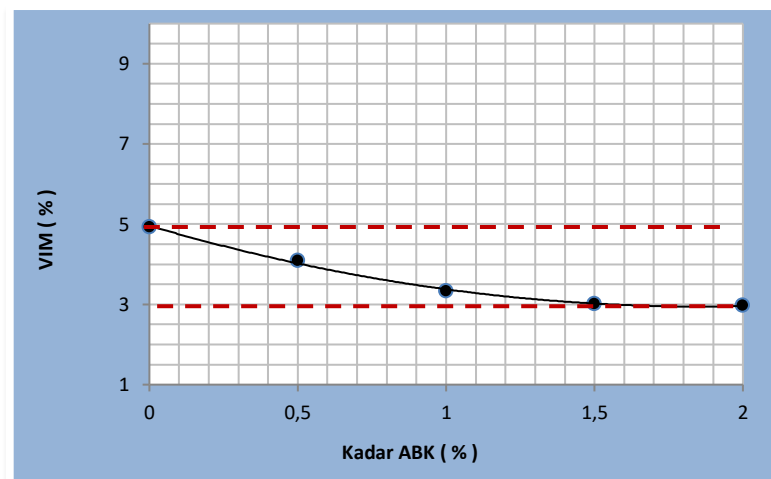


Gambar 3 Grafik hubungan antara abu batu kapur terhadap flow

Dari hasil analisa Gambar 3 menunjukan bahwa nilai flow dari kadar abu batu kapur 0,5% mengalami penurunan sampai kadar abu batu kapur 1,5%. Akan tetapi pada saat penambahan kadar kadar abu batu kapur lebih dari 1,5% maka nilai *flow* mengalami peningkatan. Besarnya nilai *flow* pada campuran dapat membuat campuran tersebut lebih

rentan terhadap perubahan bentuk yang terjadi. Semakin kecil nilai *flow* maka campuran tersebut lebih tahan terhadap kelelahan ataupun keruntuhan yang akan terjadi pada campuran.

Pengaruh Penambahan Abu Batu Kapur Terhadap Void In Mixture (VIM)



Gambar 4 Grafik hubungan antara Abu Batu Kapur terhadap VIM

Dari hasil analisis Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai VIM pada kadar abu batu kapur 0,5% mengalami

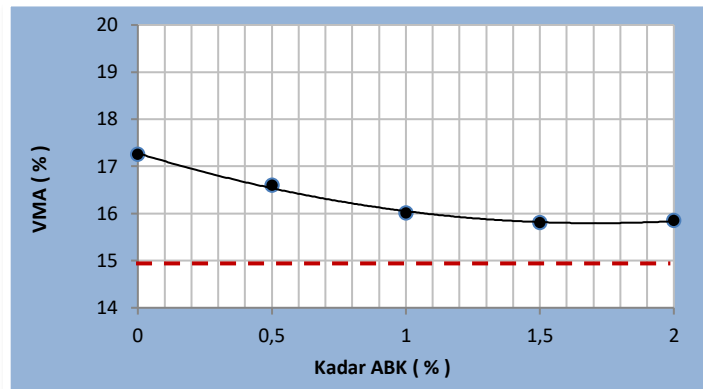
penurunan nilai presentase volume rongga campuran sampai kadar abu batu kapur 2%. Hal ini menggambarkan

Analisis Kuat Tarik Tidak Langsung terhadap Campuran Aspal Beton dengan Menggunakan Abu Batu Kapur pada Filler

bahwa volume rongga yang berisi udara pada campuran semakin mengalami penurunan persentase rongga akibat penambahan kadar abu batu kapur. Ini disebabkan karena rongga yang ada terisi oleh kapur lebih banyak. Semakin kecilnya presentase rongga yang ada pada campuran maka semakin baik pula

kualitas campuran. Campuran pada kadar abu batu kapur 0,5% hingga kadar 1,5% memenuhi spesifikasi, sedangkan kadar abu batu kapur 2% tidak memenuhi spesifikasi.

Pengaruh Penambahan Abu Batu Kapur Terhadap Void in Mineral Aggregates (VMA)

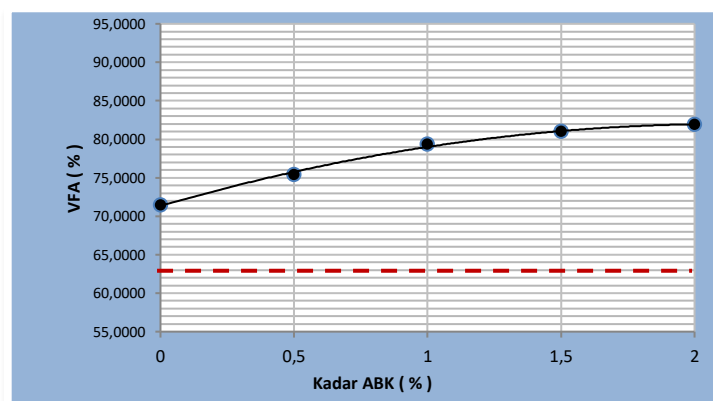


Gambar 5 Grafik hubungan antara Abu Batu Kapur terhadap VMA

Dari hasil analisa Gambar 5 menunjukkan bahwa penambahan kadar abu batu kapur menyebabkan nilai VMA menurun. Semakin tinggi kadar abu batu kapur dalam campuran maka semakin kecil nilai VMA dalam campuran. Hal ini disebabkan karena penambahan abu batu kapur membuat ruang yang tersedia untuk menampung volume aspal dan volume rongga udara yang diperlukan

dalam campuran semakin sedikit. Ini menggambarkan bahwa rongga yang terdapat pada campuran untuk semua kadar aspal dengan nilai VMA sudah sesuai dengan besarnya rongga yang seharusnya dimiliki oleh suatu campuran.

Pengaruh Penambahan Abu Batu Kapur Terhadap Void Filled with Asphalt (VFA)



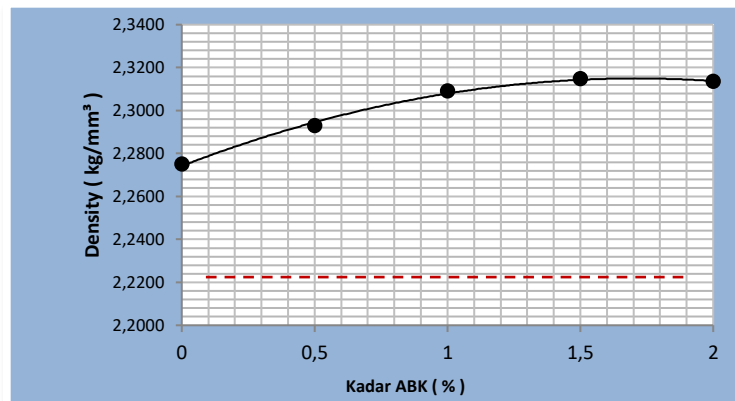
Gambar 6 Grafik Hubungan antara Abu Batu Kapur terhadap VFA

Hasil analisa Gambar 6 menunjukkan bahwa peningkatan kadar abu batu kapur dalam campuran menyebabkan rongga-rongga dalam campuran semakin

banyak terisi oleh abu batu kapur. Semakin besar nilai VFA pada campuran maka semakin kecil nilai VIM. Hal ini menunjukkan bahwa

semakin besar pula rongga yang dapat terisi abu batu kapur sehingga campuran akan semakin baik.

Pengaruh Penambahan Abu Batu Kapur Terhadap *Density*

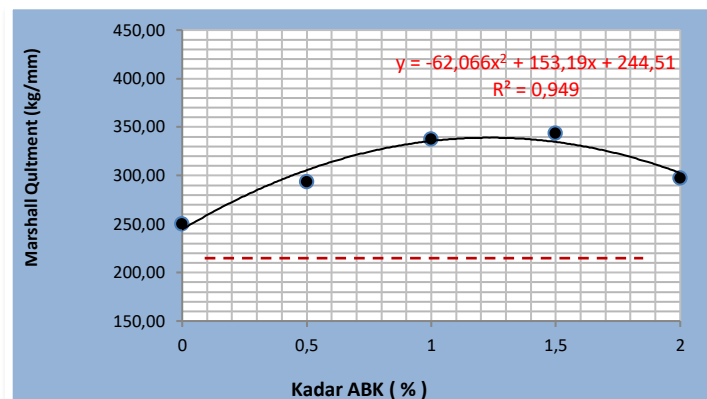


Gambar 7 Grafik Hubungan antara Abu Batu Kapur terhadap *Density*

Dari hasil analisa Gambar 7 menunjukkan bahwa pada kadar abu batu kapur 0,5% terjadi peningkatan nilai *density* sampai kadar abu batu kapur 1,5% kemudian menurun pada kadar 2%. Dapat dikatakan bahwa penambahan kadar abu batu kapur meningkatkan nilai kepadatan hingga

suatu nilai maksimum kemudian menurun. Hal ini disebabkan karena abu batu kapur dan aspal mengisi rongga-rongga campuran yang menambah tingkat kepadatan.

Pengaruh Penambahan Abu Batu Kapur Terhadap *Marshall Quotient*



Gambar 8 Grafik Hubungan antara Abu Batu Kapur terhadap *Marshall Quotient*

Dari hasil analisis Gambar 8 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai *Marshall Quotient* mulai dari kadar abu batu kapur 0,5%, hingga kadar abu batu kapur 1,5% kemudian terjadi penurunan pada kadar abu batu kapur 2%. Kadar abu batu kapur 1,5% memiliki nilai *Marshall Quotient* tertinggi. Semakin tinggi nilai MQ, maka kemungkinan akan semakin tinggi kekakuan suatu campuran dan semakin rentan campuran tersebut terhadap

keretakan. Namun, nilai MQ ini juga tidak boleh terlalu rendah karena hal tersebut akan menyebabkan campuran rentan terhadap deformasi plastis

3.3 Hasil Pengujian Indirect Tensile Strength (ITS) terhadap Penggunaan Bahan Tambah berdasarkan KAO

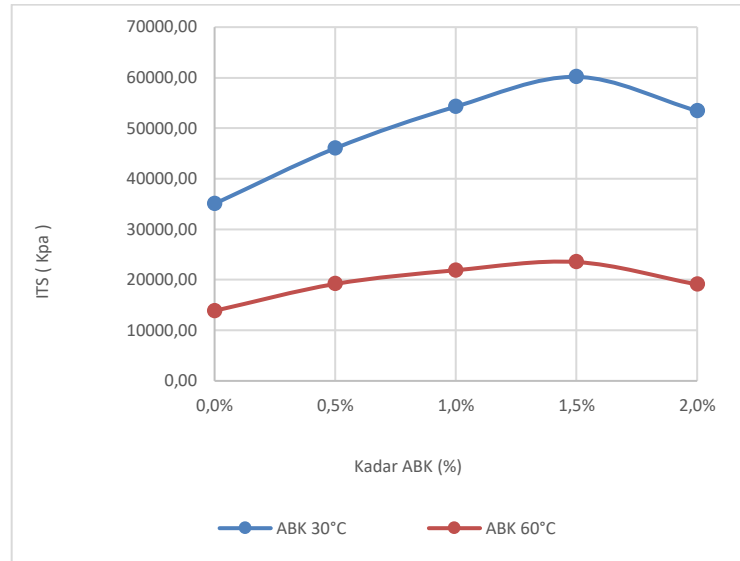
Hubungan Kuat Tarik Tidak Langsung terhadap Variasi Kadar Abu Batu Kapur berdasarkan KAO

Tabel 3 Rekapitulasi nilai ITS (*Indirect Tensile Strength*) pada KAO dengan variasi kadar

Analisis Kuat Tarik Tidak Langsung terhadap Campuran Aspal Beton dengan Menggunakan Abu Batu Kapur pada Filler

Kadar Filler (%)	abu batu kapur	
	Nilai ITS (<i>Indirect Tensile Strength</i>) (KPa)	
	Abu Batu Kapur suhu 30°C	Abu Batu Kapur suhu 60°C
0,0	35053,11	13872,23
0,5	46032,60	19182,46
1,0	54272,43	21894,62
1,5	60156,93	23514,58
2,0	53431,82	19087,03

Nilai kuat tarik tidak langsung dari tiap-tiap variasi abu batu kapur yang digunakan dapat dilihat pada (Gambar 9).



Gambar 9 Grafik Hubungan ITS terhadap Abu Batu Kapur

Berdasarkan Gambar 9 penggunaan abu batu kapur sebagai filler dapat meningkatkan nilai kuat tarik. Campuran pada suhu 30°C dan suhu 60°C mengalami peningkatan kuat tarik pada kadar filler 0,5% sampai kadar 1,5% lalu mengalami penurunan pada kadar filler 2,0%. Hal ini disebabkan karena semakin banyak kadar abu batu kapur dalam campuran akan membuat campuran semakin kaku sehingga

mudah retak dan hancur. Jadi ketika mencapai nilai optimum pada kadar 1,5%, nilai kuat tarik menurun. Campuran pada suhu 30°C dan suhu 60°C mengalami peningkatan kuat tarik optimum pada kadar filler 1,5%.

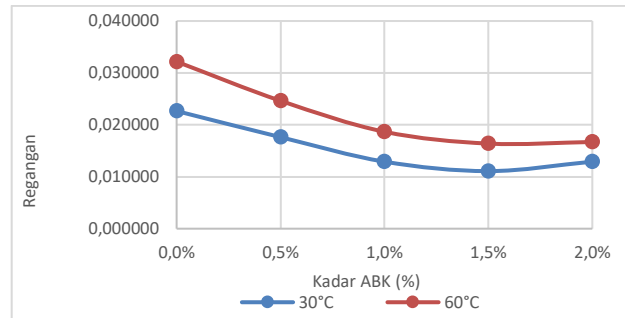
Hubungan Regangan (ϵ) terhadap Variasi Kadar Abu Batu Kapur berdasarkan KAO

Tabel 4 Rekapitulasi Nilai Regangan (ϵ) pada KAO dengan Variasi Kadar Abu Batu Kapur

Kadar Filler (%)	Nilai Regangan (ϵ)	
	Abu Batu Kapur suhu 30°C	Abu Batu Kapur suhu 60°C
0,0	0,02266	0,03217
0,5	0,01763	0,02463
1,0	0,01291	0,01867
1,5	0,01109	0,01639
2,0	0,01291	0,01670

Nilai regangan dari tiap-tiap variasi kadar abu batu kapur yang digunakan

dapat dilihat pada (gambar 10).



Gambar 10 Grafik hubungan regangan (ϵ) terhadap abu batu kapur

Berdasarkan Gambar 10 campuran pada suhu 30°C dan suhu 60°C mengalami penurunan nilai regangan pada kadar filler 0,5% hingga kadar 1,5% kemudian pada kadar abu batu kapur 2% nilai regangan mengalami peningkatan. Pada kadar abu batu kapur 1,5% terjadi nilai

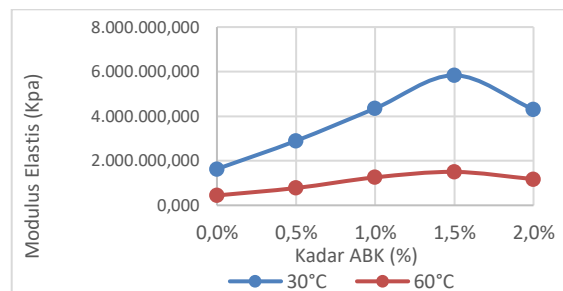
regangan terendah. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan abu batu kapur yang cukup banyak dapat menurunkan nilai regangan.

Hubungan Modulus Elastis (E) terhadap Variasi Kadar Abu Batu Kapur berdasarkan KAO

Tabel 5 Rekapitulasi nilai modulus elastis pada kao dengan variasi kadar abu batu kapur

Kadar Filler (%)	Nilai Modulus Elastis (KPa)	
	Abu Batu Kapur suhu 30°C	Abu Batu Kapur suhu 60°C
0,0	1629148,23	443568,69
0,5	2895890,73	776809,59
1,0	4352575,40	1254539,49
1,5	5833653,86	1499877,41
2,0	4300283,64	1175354,04

Nilai modulus elastis dari tiap-tiap variasi kadar abu batu kapur yang digunakan dapat dilihat pada (Gambar 11)



Gambar 11 Grafik hubungan modulus elastis terhadap abu batu kapur

Berdasarkan Gambar 11 dapat dianalisis bahwa hubungan modulus elastis terhadap bahan tambah abu batu kapur pada kadar 0,5% mengalami peningkatan nilai modulus elastis hingga kadar 1,5%, kemudian pada kadar 2% nilai modulus elastis mengalami penurunan. Apabila kadar filler yang digunakan berlebihan, maka nilai modulus elastis akan semakin tinggi. Grafik ini menunjukkan bahwa

penggunaan kadar abu batu kapur yang cukup banyak yakni 0,5% sampai 1,5% dapat meningkatkan nilai modulus elastis, sementara pada penggunaan abu batu kapur yang lebih dari 1,5% bisa menurunkan nilai modulus elastis.

3.3 Pembahasan Indirect Tensile Strength (ITS) dengan Penggunaan Bahan Tambah berdasarkan KAO

Pengaruh Abu Batu Kapur terhadap Kuat Tarik

Pengaruh penggunaan abu batu kapur sebagai filler menyebabkan peningkatan nilai kuat tarik khusus untuk kadar filler tertentu. Dari hasil penelitian diperoleh kadar abu batu kapur optimum pada campuran bersuhu 30°C dan suhu 60°C yaitu 1,5% dengan nilai kuat tarik untuk suhu 30°C sebesar 60156,93 Kpa dan suhu 60°C sebesar 23514,58 Kpa.

Oleh karena itu abu batu kapur bisa menjadi alternatif bahan pengisi campuran dengan kadar tertentu yang mampu menghasilkan campuran yang lebih fleksibel dan lebih tahan dalam menanggung beban lalu lintas.

Pengaruh Abu Batu Kapur terhadap Regangan

Abu batu kapur sebagai filler menurunkan nilai regangan, namun dengan pertambahan kadar filler, nilai regangan menjadi semakin kaku. Nilai regangan yang semakin meningkat, menyebabkan benda uji rentan terhadap retak ataupun keruntuhan. Penggunaan abu batu kapur pada kadar 0,5% - 1,5% terus mengalami penurunan regangan, hal ini disebabkan kemampuan benda uji dalam menerima tegangan cukup baik sehingga regangan yang terjadi kecil. Kuat tarik berbanding terbalik terhadap regangan. Campuran yang mampu bertahan dari beban tarik mampu mengurangi potensi nilai regangan yang bisa terjadi.

Pengaruh Abu Batu Kapur terhadap Modulus Elastis

Abu batu kapur sebagai filler pada kadar tertentu mampu meningkatkan nilai modulus elastis. Kadar yang dimaksudkan dalam penelitian ini adalah pada kadar 1,5%. Pada kadar tersebut nilai modulus elastis berada pada nilai tertinggi, dimana campuran menjadi tidak kaku sehingga regangan yang terjadi cukup kecil. Modulus elastis berbanding terbalik dengan regangan. Pada campuran dengan modulus elastis tinggi, sulit terjadi perubahan bentuk.

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

Berikut beberapa hal yang dapat disimpulkan dari hasil penelitian yang diperoleh:

- 1) Abu batu kapur bisa dimanfaatkan sebagai filler pada campuran aspal beton lapis aus (AC-WC), khususnya untuk variasi abu batu kapur 1,5%, dengan nilai stabilitas sebesar 996,751 Kg yang memenuhi spesifikasi nilai stabilitas minimal yaitu 800 Kg. Adapun untuk parameter Marshall lainnya juga dapat dipenuhi untuk kadar abu batu kapur 0,5%, 1%, dan 1,5%. Untuk kadar 2%, hanya nilai VIM yang tidak memenuhi spesifikasi.
- 2) Penambahan abu batu kapur dengan campuran bersuhu 30°C meningkatkan nilai kuat tarik dari kadar 0% hingga kadar 1,5% sebesar 25103,82 Kpa. Dan terjadi penurunan nilai kuat tarik dari kadar 1,5%, ke kadar 2% sebesar 6725,04 Kpa. Sedangkan pada campuran bersuhu 60°C meningkatkan nilai kuat tarik dari kadar 0% hingga kadar 1,5% sebesar 9642,35 Kpa. Dan terjadi penurunan nilai kuat tarik dari kadar 1,5%, ke kadar 2% sebesar 4427,55 Kpa. Artinya, semakin banyak abu batu kapur yang ditambahkan pada campuran menyebabkan campuran menjadi kaku dan lebih mudah retak atau hancur.

4.2 Saran

Berikut beberapa hal yang dapat disarankan berangkat dari hasil penelitian ini:

- 1) Pengembangan penelitian dapat dilakukan dengan pemanfaatan abu batu kapur sebagai filler pada jenis lapisan perkerasan lain seperti Lataston atau Latasir.
- 2) Aspal yang lebih bervariasi dapat dicoba digunakan pada penelitian lanjutan.

Daftar Pustaka

Ahmad, M. (2010). *Kajian Karakter Indirect Tensile Strength Asphalt Concrete Recycle dengan Campuran Aspal Penetrasi 60/70*

Dan Residu Oli pada Campuran Hangat.

- Aziz, M. (2010). Batu Kapur Dan Peningkatan Nilai Tambah Serta Spesifikasi Untuk Industri. *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara*, 6(3), 116–131.
- Hudha, M. (2017). Analisa Rekondisi Baja Pegas Daun Bekas SUP 9A dengan Metode Quench-Temper pada Temperatur Tempering 480°C Terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik. In *Institut Teknologi Sepuluh November. Institut Teknologi Sepuluh November*.
- Husain, S. H. (2013). *Analisis Indirect Tensile Strength Aspal Berongga dengan Bahan Pengikat Aspal Modifikasi Jenis BNA Blend Pertamina dan Batu Karang Sebagai Agregat Kasar* (Vol. 16, Issue 22). Universitas Hasanuddin.
- Pratiwi, A., Misbah, M., & Yulistrira, R. (2018). Kajian Karakteristik Pengaruh Campuran Aspal Dengan Ban Bekas Menggunakan Metoda Pengujian Bina Marga. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 5(2), 85–95. <https://doi.org/10.21063/jts.2018.v5.2.85-95>
- Sunarjono, S., & Samantha, R. (2012). Analisis Kekuatan Tarik Material Campuran SMA (Split Mastic Asphalt) Grading 0/11 Menggunakan Sistem Pengujian Indirect Tensile Strength. *Seminar Nasional Teknik Sipil UMS*, 57–64.
- Surandono, A., & Suci, P. M. (2016). Analisa Teknis Perbaikan Perkerasan Lentur Dengan Metode Aashto (Studi Kasus: Pada Ruas Jalan Ki Hajar Dewantara Kecamatan Batanghari Kabupaten Lampung Timur). *TAPAK*, 6(1), 78–85.
- Yacob, M., & Wesli, W. (2017). Pengaruh Kadar Filler Abu Batu Kapur dan Abu Tempurung Kelapa Terhadap Karakteristik Marshall Pada Campuran Aspal Beton AC-BC. *Teras Jurnal*, 7(1), 213–222. <https://doi.org/10.29103/tj.v7i1.127>