

Secara keseluruhan, naskah ini memiliki potensi besar. Namun, diperlukan beberapa perbaikan, terutama dalam klarifikasi metodologi dan analisis data. Saya merekomendasikan revisi sebelum publikasi

Submission date: 08-Aug-2024 08:57AM (UTC+0700)
by Harun Harasid

Submission ID: 2428827115

File name: VOL_2_NO_2_APRIL_2024_HAL_219-239.docx (1.58M)

Word count: 4022

Character count: 23895

Penggunaan Material Galian dari Desa Kandang Mbelang, Lawe Bulan Untuk Pembuatan Aspal Beton Campuran Panas

Harun Harasid

Universitas Gunung Leuser, Aceh, Indonesia

Email: harunharasid@gmail.com

Abstract: Aggregate is the main component of road pavement structure, namely 90-95% of the weight of the pavement. Such a large proportion means that the quality of the aggregate used will greatly determine the overall performance of the pavement. The availability of quality aggregate is absolutely necessary to ensure the sustainability of development in the road construction sector. One area that has aggregate potential that has not been utilized optimally is Kandang Mbelang Village, Lawe Bulan. The aim of this research is to determine the characteristics of the Marshall, UCS, ITS test values and the permeability of asphalt mixtures using the excavated material of Kandang Mbelang, Lawe Bulan as aggregate. This research uses experimental methods carried out in the laboratory with variations in asphalt content of 4.5%, 5%, 5.5% and 6% for the Marshall test and obtains Optimum Asphalt Content (KAO). For ITS, UCS and permeability testing, Optimum Asphalt Content was used with three samples each. Hypothesis testing for data comparison uses the T test method. The use of Kandang Mbelang aggregate in the AC-WC spec IV mixture produces a stability value of 711.5 kg, a flow value of 3.48 mm, a porosity value of 16.077%, a density value of 2.016 gr/cm³ and Marshall Quotient value 215.823 kg/mm at Optimum Asphalt Content of 5.3%. The average ITS value is 319.024 KPa, the average UCS value is 6,982.237 KPa, while the average permeability coefficient value is 7.14x10⁻⁴ cm/s. Through the T test statistical method, it is known that the use of the Kandang Mbelang aggregate for the AC-WC spec IV mixture does not cause changes in the stability, flow, ITS and UCS values. Real changes only occur for density values, porosity values and permeability coefficients.

Keywords: Excavated Materials, Kandang Mbelang Village, Lawe Bulan, Making Asphalt Concrete, Hot Mix

12

Abstrak: Agregat merupakan komponen utama struktur perkerasan jalan, yaitu 90- 95% dari berat perkerasan. Proporsi yang sedemikian besar menyebabkan kualitas agregat yang dipakai akan sangat menentukan kinerja perkerasan secara keseluruhan. Ketersediaan agregat yang berkualitas mutlak diperlukan untuk menjamin keberlangsungan pembangunan di sektor konstruksi jalan. Salah satu daerah yang menyimpan potensi agregat yang belum dimanfaatkan secara optimal adalah Desa Kandang Mbelang, Lawe Bulan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik nilai uji Marshall, UCS, ITS dan permeabilitas campuran aspal menggunakan material galian Kandang Mbelang, Lawe Bulan sebagai agregat. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dilakukan di laboratorium dengan variasi kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, dan 6% untuk pengujian Marshall dan mendapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO). Untuk pengujian ITS, UCS dan permeabilitas digunakan Kadar Aspal Optimum dengan jumlah sampel masingmasing tiga buah. Pengujian hipotesis untuk perbandingan data menggunakan metode uji T. Penggunaan agregat Kandang Mbelang dalam campuran AC-WC spec IV menghasilkan nilai stabilitas sebesar 711,5 kg, nilai flow sebesar 3,48 mm, nilai porositas 16,077%, nilai densitas 2,016 gr/ cm³ dan nilai Marshall Quotient 215,823 kg/mm pada Kadar Aspal Optimum 5,3 %. Nilai ITS rata-rata sebesar 319,024 KPa, nilai UCS rata-rata sebesar 6.982,237 KPa, sedangkan nilai koefisien permeabilitas rata- rata sebesar 7,14x10⁻⁴ cm/dt. Melalui metode statistik uji T diketahui bahwa penggunaan agregat Kandang Mbelang, untuk campuran AC-WC spec IV tidak menyebabkan perubahan nilai stabilitas, flow, ITS dan UCS. Perubahan secara nyata hanya terjadi untuk nilai densitas, nilai porositas dan koefisien permeabilitas.

Kata kunci: Material Galian , Desa Kandang Mbelang, Lawe Bulan , Pembuatan Aspal Beton ,Campuran Panas

1. PENDAHULUAN

Transportasi darat masih menjadi andalan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan mobilitas, terutama untuk jarak pendek sampai menengah. Hal ini mengakibatkan kebutuhan akan prasarana transportasi darat terutama jaringan jalan senantiasa meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah kendaraan. Peningkatan kebutuhan ini harus diimbangi dengan peningkatan performa perkerasan agar jalan yang dibangun kuat dan mampu memenuhi umur layannya.

Agregat merupakan material utama penyusun perkerasan, dimana proporsinya sebesar 90% - 95% dari berat perkerasan. Proporsi yang sedemikian besar menyebabkan kualitas agregat yang dipakai akan sangat menentukan kinerja perkerasan secara keseluruhan. Apabila agregat yang dipakai memiliki mutu yang rendah maka bisa dipastikan tingkat ketahanan dan keawetan konstruksi menjadi rendah.

Ketersediaan agregat yang berkualitas mutlak diperlukan untuk menjamin keberlangsungan pembangunan di sektor konstruksi jalan. Selama ini agregat yang dipakai di Kabupaten Aceh Tenggara dan sekitarnya mayoritas dipasok oleh AMP PT. GALA FILA MANADIRI yang berasal dari quarry di daerah sekitar Aceh Tenggara. Meskipun agregat yang tersedia masih mencukupi permintaan, akan tetapi perlu dicari alternatif quarry area yang baru mengingat masih besarnya potensi agregat yang ada di daerah lain sekitar Aceh Tenggara. Salah satu daerah yang menyimpan potensi agregat yang besar adalah Aliran Sungai Alas dan Gunung, Beberapa Kecamatan, yang ada Kabupaten Aceh Tenggara.

Aliran Sungai Alas terletak di Kecamatan Ketambe, Kecamatan Darul Hasana, Kecamatan Badar, Kecamatan Babussalam, Lawe Alas, Kecamatan Tanoh Alas, Kecamatan Babul Makmur dan Kecamatan Leuser dan Ada Beberapa Kecamatan yang di Aliri Sungai dan Alur, Kabupaten Aceh Tenggara. Sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Aceh Selatan, sebelah selatan dengan Provinsi Sumatera Utara (Bahorok), sebelah barat dengan Kabupaten Aceh Singkil dan sebelah timur dengan Kabupaten Gayo Lues. Letak geografisnya yang dekat dengan Gunung Leuser menyebabkan banyak ditemukan material galian seperti pasir, batu dan trass di sekitar daerah tersebut. Keberadaan material galian di Aliran Sungai Alas. Sangat melimpah akan tetapi saat ini belum dimanfaatkan secara luas. Tebing setinggi ± 15 meter menyimpan kandungan material vulkanik yang terdiri dari pasir, trass, kerikil sampai batuan dengan fraksi yang sangat beragam hanya dimanfaatkan oleh warga sekitar untuk bahan bangunan skala kecil. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut apakah material galian dari Aliran Sungai Alas tersebut memenuhi standar kualitas untuk digunakan sebagai agregat perkerasan lentur jalan raya atau tidak.

¹⁰ Kualitas agregat dapat diketahui melalui serangkaian percobaan di laboratorium. Untuk agregat kasar pengujian yang dapat dilakukan adalah uji abrasi, uji berat jenis, uji penyerapan air serta uji kelekatan aspal. Sementara untuk agregat halus dapat dilakukan pengujian berat jenis dan uji penyerapan air. Dari hasil yang diperoleh kemudian digunakan standar acuan yang berlaku maka akan diketahui keberterimaan agregat tersebut untuk dapat digunakan sebagai agregat perkerasan.

Kualitas kinerja campuran beraspal dapat diketahui melalui observasi di lapangan dan serangkaian pengujian di laboratorium. Pengujian ini meliputi pengujian stabilitas (Uji Marshall), uji tekan, uji tarik dan uji permeabilitas. Uji Marshall merupakan pengujian untuk mendapatkan nilai kinerja lapis perkerasan aspal. Dari pengujian ini akan dapat diketahui besarnya nilai stabilitas dan besarnya nilai kelelahan (flow) suatu lapis perkerasan. ⁸ Untuk mendapatkan pembebanan gaya tarik yang terjadi di lapangan sangat sulit, sehingga metode yang paling sesuai untuk mengetahui gaya tarik dari asphalt concrete adalah dengan menggunakan metode *Indirect Tensile Strength Test* (ITST) di laboratorium.

⁶ Pengujian kuat tekan bebas (*Unconfined Compressive Strength*) dilakukan dengan maksud untuk mengetahui seberapa besar kekuatan daya dukung benda uji terhadap deformasi atau tekanan jika diaplikasi ke lapangan. Karena banyak jalan rusak akibat konstruksi jalan yang tidak sesuai standar ketentuan. Oleh karena itu pengujian beban tekan pada penelitian ini perlu dilakukan. Pengujian permeabilitas dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh permeabilitas setelah asphalt concrete (AC) campuran panas dicampur dengan agregat yang berasal dari Aliran Sungai Alas, Matesih. Permeabilitas adalah sifat yang menunjukkan kemampuan material untuk meloloskan zat alir (fluida) baik udara maupun air. Nilai permeabilitas inilah yang akan mempengaruhi durabilitas dan stabilitas campuran aspal.

⁴ 2. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Data tersebut diolah untuk mendapatkan suatu hasil perbandingan dengan syarat-syarat yang ada. Persyaratan dan prosedur yang dipakai mengacu kepada peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Bina Marga. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui karakteristik ² *Marshall*, UCS, ITS dan permeabilitas campuran aspal dengan menggunakan agregat dari Kandang Mbelang, Kecamatan Deleng Phokison Kabupaten Aceh Tenggara.

Teknik pengumpulan data dengan menggunakan data primer dan sekunder. Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Agregat

Agregat diambil dari *quarry* di Desa Kandang Mbelang, Kecamatan Lawe Bulan, Kabupaten Aceh Tenggara.

2. Aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal keras Pertamina dengan nilai penetrasi 60/70

3. Satu set saringan (*sieve*) standar ASTM dan mesin getarnya.

4. Alat pembuat sampel campuran aspal terdiri dari :

a. Satu set cetakan (*mold*) berbentuk silinder dengan diameter 101,4 mm, tinggi 80 mm lengkap dengan plat atas dan leher sambung.

b. Alat penumbuk (*compactor*) yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder, dengan berat 4,536 kg (10 lbs), tinggi jatuh bebas 45,7 cm (18”).

c. Satu set alat pengangkat briket (*dongkrak hidrolis*).

5. Oven

6. Satu set water bath

7. Satu set alat berat jenis.

8. Satu set alat kelekatan bitumen.

9. Satu set alat Marshall, terdiri dari :

a. Kepala penekan yang berbentuk lengkung (*Breaking Head*).

b. Cincin penguji berkapasitas 2500 kg dengan arloji tekan.

c. Arloji penunjuk kelelahan .

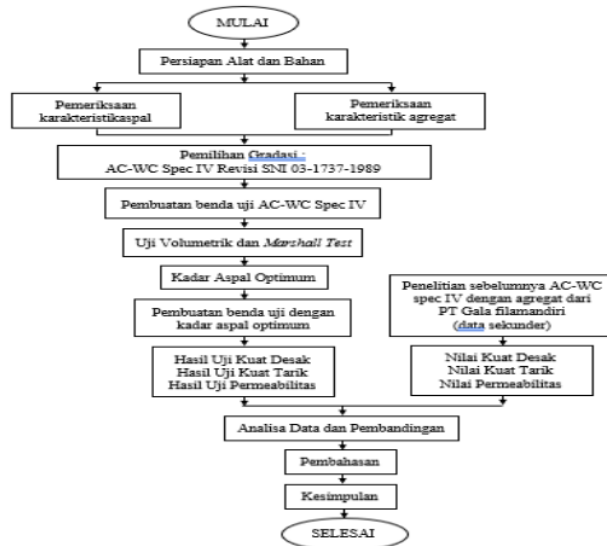
10. Satu set alat uji ITS

11. Satu set alat UTM (*Universal Testing Machine*) untuk pengujian UCS

12. Alat penunjangPanci, kompor, sendok, spatula, sarung tangan, kunci pas, obeng, roll kabel, wajan.

Prosedur Pelaksanaan pada penelitian ini dengan menggunakan Uji Persyaratan Aspal, Uji Persyaratan Agregat, Uji Keausan, *Volumetric Test*, *Marshall Test*.

Tahap Penelitian



Gambar 1. Diagram alir tahapan penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Agregat

Agregat yang diuji adalah agregat dari *quarry* Desa Kandang Mbelang, Kecamatan Lawe Bulan Kabupaten Aceh Tenggara. Desa Kandang Mbelang terletak ± 15 km sebelah timur Kota Kutacane dan dapat dicapai kurang lebih 20 menit perjalanan darat. Akses jalan yang digunakan untuk mencapai lokasi yaitu melalui jalan raya Aceh Tenggara. Lokasi *quarry* ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi *quarry* Desa Kandang Mbelang, Aceh Tenggara

Kondisi *quarry* di Desa Kandang Mbelang berupa tebing vertikal dengan ketinggian kurang lebih 15 meter yang secara visual terlihat jelas komposisi batuan dengan fraksi yang sangat beragam. Kondisi *quarry* ditunjukkan pada gambar 2.

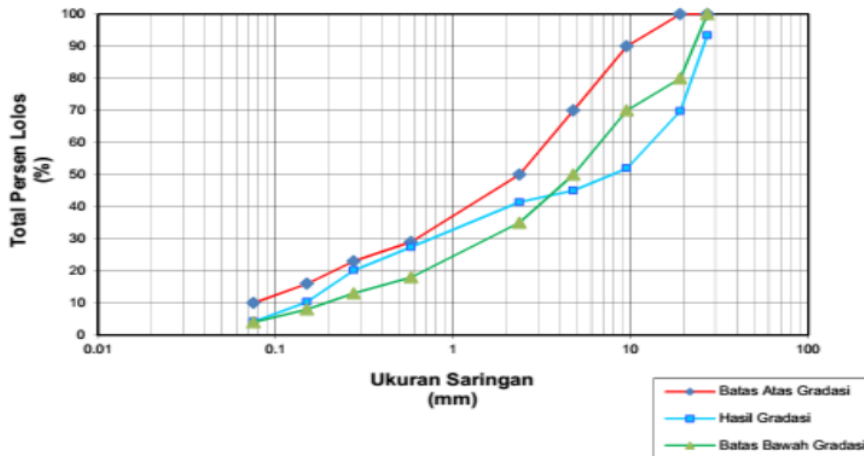


Gambar 3. Kondisi *quarry* Desa Kandang Mbelang

Bahan galian dari Desa Kandang Mbelang merupakan batuan breksi vulkanik yang terdiri dari batuan andesit berwarna abu-abu kehitaman bercampur dengan beberapa bagian batu apung dan butiran trass berwarna putih kecoklatan.

Analisis Butiran

Analisis butiran dilakukan bertujuan untuk mendapatkan gradasi asli dari bahan galian sehingga memberikan gambaran komposisi ukuran agregat dalam bahan galian tersebut. Fraksi agregat yang tersedia sangat beragam akan tetapi yang digunakan dalam penelitian ini hanya agregat dengan ukuran $<3/4$ in. Gradasi agregat bahan galian Desa Kandang Mbelang ditunjukkan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Grafik gradasi agregat Kandang Mbelang

Dari pengujian gradasi yang telah dilakukan diketahui bahwa ukuran butir cenderung kasar. Hal ini ditunjukkan total persen lolos yang kecil untuk agregat berukuran besar sehingga tidak masuk spesifikasi yang disyaratkan. Oleh karena itu langkah berikutnya adalah melakukan analisis butiran yaitu pemisahan butiran-butiran agregat berdasarkan ukurannya. Dari butiran-butiran agregat yang telah dipisahkan dibuat benda uji sesuai spesifikasi gradasi yang dipakai dengan mengambil nilai tengahnya (menggunakan gradasi ideal).

Pemeriksaan Agregat Kasar

Hasil pemeriksaan agregat kasar secara visual menunjukkan bahwa agregat kasar berwarna abu-abu kehitaman, memiliki tekstur permukaan kasar, dan berpori sedikit.



Gambar 5. Kenampakan visual agregat kasar

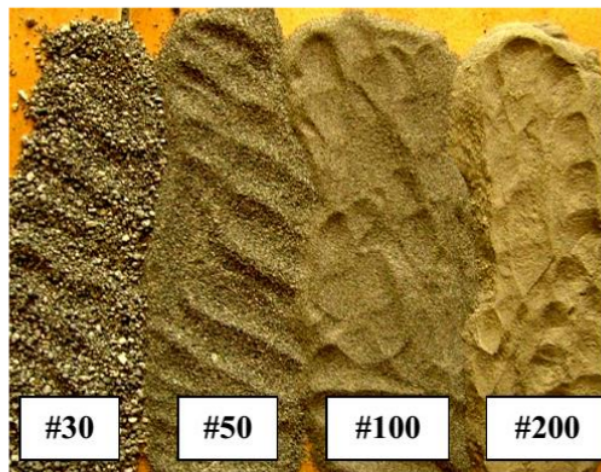
Pengujian agregat selanjutnya adalah pengujian laboratorium yang meliputi pengujian berat jenis, penyerapan air, abrasi Los Angeles, dan kelekatan terhadap aspal. Hasil pemeriksaan agregat kasar disajikan dalam tabel 4.1

Tabel 1. Hasil pemeriksaan agregat kasar

No.	Jenis Pemeriksaan	Acuan	Syarat		Hasil
			Min.	Maks.	
1.	Berat jenis curah kering/bulk (%)	SNI 1969:2008	2,5	--	2,51
	Berat jenis SSD (%)		--	--	2,58
	Berat Jenis semu/ apparent (%)		--	--	2,70
2.	Penyerapan air (%)	SNI 1969:2008	--	3	2,8
3.	Abrasi (%)	SNI 2417:2008	--	40	34,39
4.	Kelekatan aspal (%)	SNI 03-2439-1991	95	--	97

Pemeriksaan Agregat Halus

Secara visual semakin kecil ukuran butir agregat Kandang Mbelang maka warnanya semakin terang. Hal ini disebabkan oleh adanya kandungan trass yang terdapat pada material galian tersebut. Trass memiliki kandungan unsur silika yang berwarna cerah dan berbutir kecil. Hasil pemeriksaan agregat halus secara visual ditunjukkan pada Gambar 4.5 berikut ini.



Gambar 6. Kenampakan visual agregat halus

Hasil pemeriksaan laboratorium yang dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan menunjukkan bahwa agregat halus tersebut memenuhi persyaratan sebagai bahan perkerasan seperti disajikan pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan agregat halus

No.	Jenis Pemeriksaan	Acuan	Syarat		Hasil
			Min.	Maks.	
1	Berat jenis curah kering/bulk (%)	SNI 1970 : 2008	2,5	--	2,52
	Berat jenis SSD (%)		--	--	2,59
	Berat Jenis semu/ apparent (%)		--	--	2,72
2	Penyerapan air (%)	SNI 1970 : 2008	--	3	2,88

Pemeriksaan Filler

Filler yang digunakan dalam penelitian ini adalah pozzolan alam (*trass*) yang terkandung dalam material galian Desa Kandang Mbelang, Lawe Bulan. Pada analisis saringan yang telah dilakukan, *trass* lolos terhadap saringan no. 200. Dari hasil pemeriksaan *filler* yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah diketahui *specific gravity* dari *filler* ini adalah sebesar 2,67 gr/cm³.

Pemeriksaan Kadar Batu Apung

Batu apung tidak layak digunakan untuk perkerasan karena sifatnya yang rapuh. Keberadaan batu apung pada material galian Desa Kandang Mbelang, Lawe Bulan akan mempengaruhi kualitas perkerasan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemeriksaan kadar batu apung dalam agregat kasar. Dari hasil pemeriksaan didapatkan kadar batu apung dalam agregat kasar adalah sebesar 5,578% dari berat total agregat.



Gambar 7. Batu apung pada agregat kasar

1 Pengujian Aspal

Pengujian fisik aspal dilakukan untuk mengetahui karakteristik aspal yang akan dipakai dalam campuran aspal beton. Karena aspal yang digunakan identik dengan penelitian terdahulu maka untuk hasil pemeriksaan aspal digunakan data sekunder

Tabel 3. Hasil pemeriksaan aspal

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat*)		Hasil
		Min.	Maks.	
1.	Penetrasi, 10gr, 25 °C, 5 detik (mm)	60	79	70,1
2.	Titik Lembek (°C)	48	58	48,33
3.	Titik Nyala (°C)	200	-	350
4.	Titik Bakar (°C)	200	-	370
5.	Daktilitas, 25 °C, 5 cm/menit (cm)	100	-	>150
6.	Spesific Grafity (gr/cc)	1	-	1,03

*)Syarat Pelaksanaan Lapis Aspal Beton untuk Jalan Raya

Sumber: Hidayati (2010)

Pengujian Campuran Aspal

Sebelum pembuatan benda uji, dilakukan pembuatan rancang campur (*mix design*). Perencanaan rancang campur meliputi perencanaan gradasi agregat, penentuan aspal dan pengukuran komposisi masing-masing fraksi baik agregat, aspal dan *filler*. Gradasi yang digunakan adalah Standar Nasional Indonesia (SNI). Campuran aspal yang menjadi obyek penelitian kinerja agregat pada penelitian ini menggunakan gradasi AC spec IV yang ditunjukkan oleh tabel 4.

Tabel 4. Gradasi rencana campuran AC-WC spec IV SNI 03-1737-1989

Ukuran Saringan	Spesifikasi (% Lolos)	Gradasi Ideal (% Lolos)
3/4"	100	100,00
1/2"	80 – 100	90
3/8"	70 – 90	80
# 4	50 – 70	60
# 8	35 – 50	42,5
# 30	18 – 29	23,5
# 50	13 – 23	18,0
# 100	8 – 16	12,0
# 200	4 – 10	7,0
PAN		0

Sumber: SNI 03-1737-1989

Pengujian Benda Uji *Marshall*

Sebelum melakukan pengujian *Marshall*, terlebih dahulu dilakukan uji *Volumetric Test* dengan melakukan pengukuran, tebal, berat kering, berat benda uji dalam air serta berat SSD lalu dilakukan proses perhitungan untuk mendapatkan nilai densitas, porositas dan SG_{mix} .

Contoh: perhitungan volumetrik benda uji pada kadar aspal 5,5%

- Kode benda uji = M.5,5.1
(agregat Matesih, kadar aspal 5,5%, benda uji #1)
- Berat benda di udara (W_{dry}) = 1097 gram
- Berat di air (W_w) = 582,9 gram
- Berat kering permukaan (W_s) = 1114,4 gram

Maka:

$$\text{Densitas} = \frac{W_{dry}}{W_s - W_w} = \frac{1097}{1114,4 - 582,9} = 2,064 \text{ gr/cc}$$

$$\text{SG} = \frac{\frac{100}{\%W_b100 - W_b}}{\frac{100}{Gac} \frac{100}{Gse}} = \frac{100}{5,5 \frac{100 - 5,5}{1,03} \frac{100}{2,708}} = 2,406$$

$$\text{VIM} = \left[1 - \frac{D}{SG_{max}}\right] \times 100\% = \left[1 - \frac{2,064}{2,406}\right] \times 100\% = 14,226\%$$

Perhitungan *volumetrik* selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran. Setelah pengujian *volumetrik* dilakukan, kemudian baru dilakukan pengujian *Marshall* dan didapatkan nilai stabilitas, *Flow*, dan *Marshall Quotient* (MQ). Dari hasil pengujian *Marshall* dapat diketahui kadar aspal optimum yang kemudiandijadikan dasar dalam pembuatan benda uji berikutnya. Hasil rekapitulasi perhitungan *Marshall* dapat dilihat di tabel 4.5.

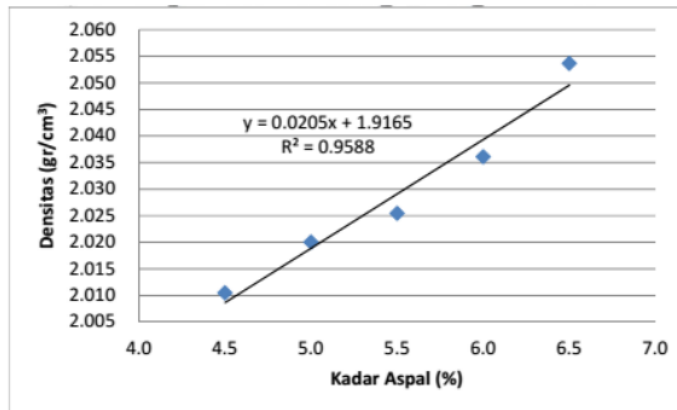
Tabel 5. Rekapitulasi hasil pengujian *Marshall*

Karakteristik <i>Marshall</i>	Kadar Aspal (%)				
	4,5	5	5,5	6	6,5
Densitas (gr/cm^3)	2,010	2,020	2,025	2,036	2,054
Porositas (%)	17,632	16,647	15,828	14,787	13,450
Stabilitas (kg)	677,400	709,840	735,678	693,834	600,464
<i>Flow</i> (mm)	3,18	3,38	3,47	3,68	4,17
<i>Marshall Quotient</i> (kg/mm)	212,349	210,287	213,653	192,637	144,295

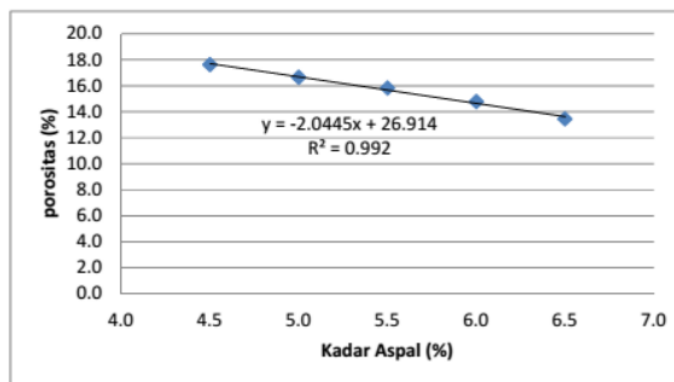
Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Kadar Aspal Optimum (KAO) adalah besarnya nilai kadar aspal pada campuran dimana akan menghasilkan karakteristik perkerasan yang terbaik. Untuk menentukan besarnya kadar aspal optimum dibuat grafik hubungan antara stabilitas dan kadar aspal

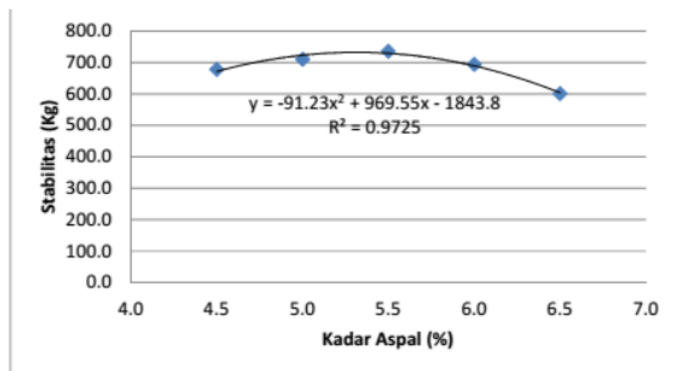
dengan menggunakan analisis regresi polinomial pangkat dua (persamaan parabola). Kadar Aspal Optimum ditentukan berdasarkan turunan pertama ($y'=0$) persamaan regresi polinomial grafik hubungan kadar aspal dengan stabilitas.



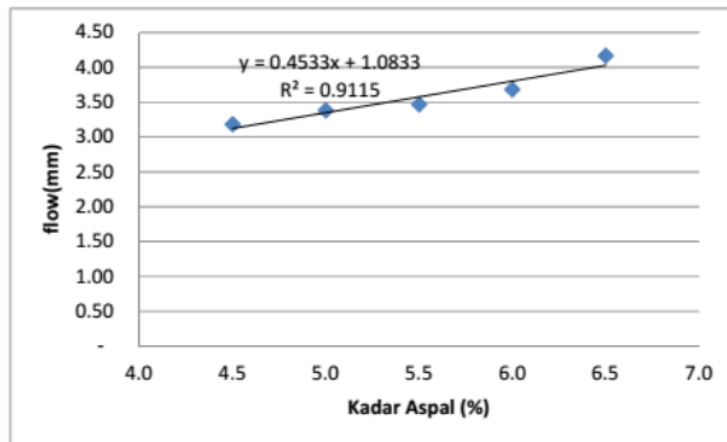
Gambar 8.a. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Densitas



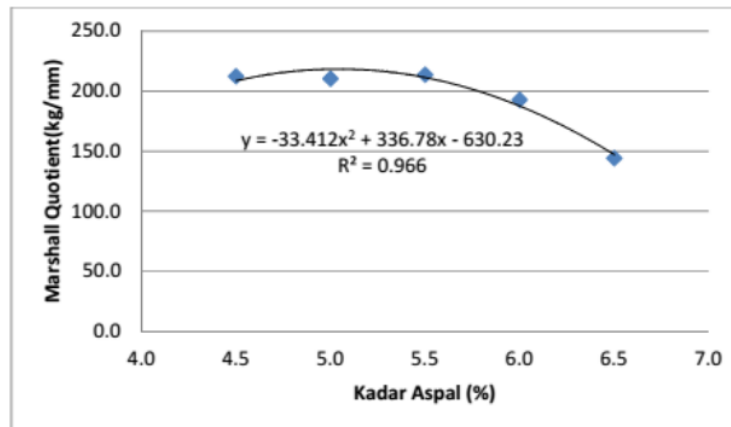
Gambar 8b. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Porositas



Gambar 8.c. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas



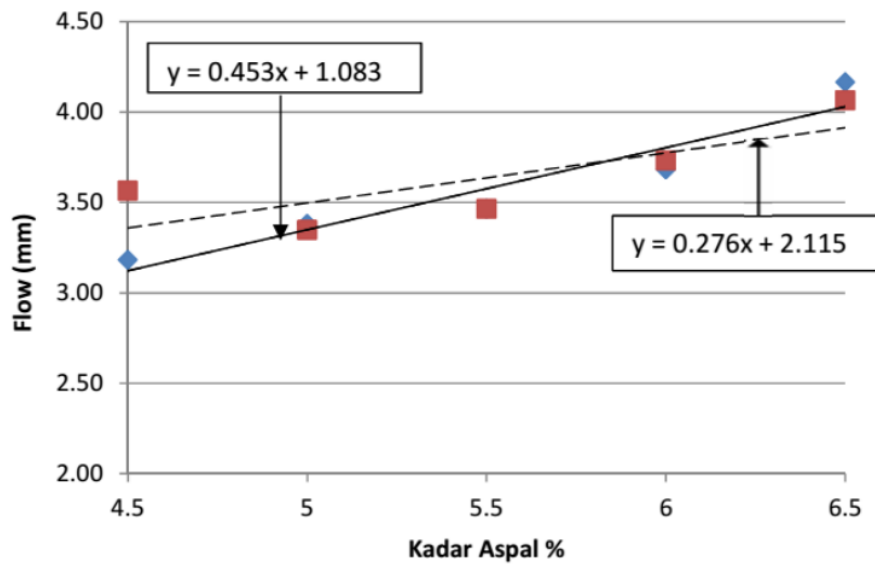
Gambar 8d. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan *Flow*



Gambar 8e. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan *Marshall Quotient*

Pembahasan Terhadap Nilai *Flow*

Komparasi hasil pengujian nilai stabilitas dari campuran aspal dengan menggunakan agregat AMP PT Gala Fila Mandiri dan agregat Kandang Mbelang tersaji dalam



Gambar 9. Grafik Komparasi Nilai *Flow*

4 Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa campuran aspal yang menggunakan agregat Kandang Mbelang memiliki garis linear yang lebih curam. Hal ini berarti untuk kadar aspal rendah besarnya deformasi campuran dengan agregat Kandang Mbelang lebih rendah dibandingkan agregat AMP PT Gala Fila Mandiri, akan tetapi pada kadar aspal tinggi besarnya deformasi yang terjadi menjadi lebih besar.

Untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh penggunaan agregat dari bahan galian Desa Kandang Mbelang, Lawe Bulan terhadap nilai *flow* maka dilakukan uji t terhadap data. Uji ini dilakukan dengan membandingkan rata-rata dari hasil pengujian sampel dengan agregat Kandang Mbelang dan sampel dengan agregat dari AMP PT. Gala Fila Mandiri (data sekunder). Untuk mempermudah perhitungan maka data hasil pengujian *flow* disusun dalam tabel 4.8.

Tabel 8. Komparasi hasil pengujian *flow* (mm)

NO	Agregat AMP PT Gala Fila Mandiri *) (A)	Agregat Kandang Mbelang (B)
1	3,57	3,18
2	3,35	3,38
3	3,47	3,47
4	3,73	3,68
5	4,07	4,17
\bar{x}	3,638	3,576

11

Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

H_0 : Tidak terdapat perbedaan rata-rata populasi

13

H_1 : Paling sedikit satu tanda sama dengan tidak berlaku

$$s^2_A = \frac{\sum xi - \bar{x}}{-1}$$

$$= \frac{3,57-3,638 \quad 3,35-3,638 \quad 3,47-3,638 \quad 3,73-3,638 \quad 4,07-3,638}{4}$$

$$= 0,3108$$

$$s^2_B = \frac{\sum xi - \bar{x}}{-1}$$

$$= \frac{3,18-3,576 \quad 3,38-3,576 \quad 3,47-3,576 \quad 3,68-3,576 \quad 4,17-3,576}{4}$$

$$= 0,5701$$

$$s^2 = \frac{-1 \quad -1}{-2}$$

$$= \frac{4 \quad 0,3108 \quad 4 \quad 0,5701}{8}$$

$$= 0,4404$$

$$s = \sqrt{0,4404}$$

$$= 0,6636$$

$$t_{hitung} = \frac{\bar{x} - \bar{x}}{s}$$

$$= \frac{3,638 - 3,576}{0,6636} =$$

$$= 0,059$$

t_{tabel} dengan ketentuan:

$\alpha = 0,05$, karena uji dari dua sisi maka digunakan $\alpha = 0,025$

$$dk = n - 1 = 5 - 1 = 4$$

dari daftar distribusi Student diperoleh $t_{tabel} = 2,776$

sehingga diperoleh:

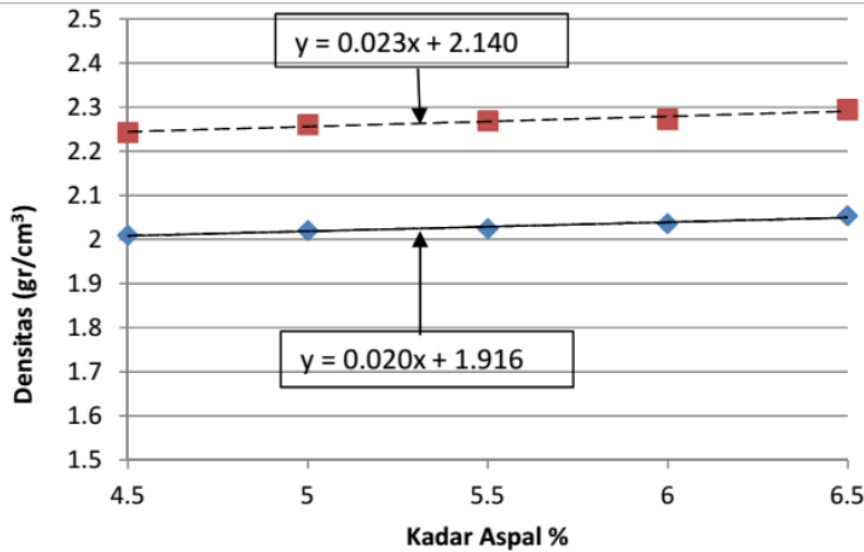
$$-2,776 \leq 0,059 \leq 2,776 \text{ atau } -t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq +t_{tabel}$$

Sehingga H_0 diterima dan H_1

ditolak dalam taraf nyata 0,05. Artinya **tidak ada** perbedaan rata-rata nilai *flow* dari kedua agregat secara nyata.

Pembahasan Terhadap Nilai Densitas

Komparasi hasil pengujian nilai densitas dari campuran aspal dengan menggunakan agregat AMP PT Gala Fila Mandiri dan agregat Kandang Mbelang tersaji dalam Gambar 4.10.



Gambar 10. Grafik Komparasi Nilai Densitas

Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai densitas dari campuran aspal yang menggunakan agregat Kandang Mbelang lebih kecil dari agregat yang menggunakan agregat dari AMP PT Gala Fila Mandiri Hal ini dipengaruhi oleh berat jenis agregat Kandang Mbelang yang lebih kecil.

Untuk mengetahui apakah penggunaan agregat Kandang Mbelang berpengaruh signifikan terhadap nilai densitas maka dilakukan uji t terhadap data yang diperoleh.

Tabel 9. Komparasi hasil pengujian densitas (gr/cm³)

NO	Agregat AMP PT Gala Fila Mandiri *) (A)	Agregat Kandang Mbelang (B)
1	2,242	2,010
2	2,261	2,020
3	2,269	2,025
4	2,272	2,036
5	2,294	2,054
\bar{x}	2,268	2,029

11

Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

H_0 : Tidak terdapat perbedaan rata-rata populasi

13

H_1 : Paling sedikit satu tanda sama dengan tidak berlaku

$$s^2_A = \frac{\sum xi - \bar{x}}{-1}$$

$$= \frac{2,242-2,268}{4} + \frac{2,261-2,268}{4} + \frac{2,269-2,268}{4} + \frac{2,272-2,268}{4} + \frac{2,294-2,268}{4}$$

$$= 0,000355$$

$$s^2_B = \frac{\sum xi - \bar{x}}{-1}$$

$$= \frac{2,010-2,029}{4} + \frac{2,020-2,029}{4} + \frac{2,025-2,029}{4} + \frac{2,036-2,029}{4} + \frac{2,054-2,029}{4}$$

$$= 0,000283$$

$$s^2 = \frac{-1 \quad -1}{-2}$$

$$= \frac{4 \cdot 0,000355 + 4 \cdot 0,000283}{8}$$

$$= 0,000319$$

$$s = \sqrt{0,000319}$$

$$= 0,0179$$

$$t_{hitung} = \frac{\bar{x} - \bar{x}}{s}$$

$$= \frac{2,268 - 2,029}{0,0179}$$

$$= 21,111$$

t_{tabel} dengan ketentuan:

$\alpha = 0,05$, karena uji dari dua sisi maka digunakan $\alpha = 0,025$

$$dk = n - 1 = 5 - 1 = 4$$

dari daftar distribusi Student diperoleh $t_{tabel} = 2,776$

sehingga diperoleh:

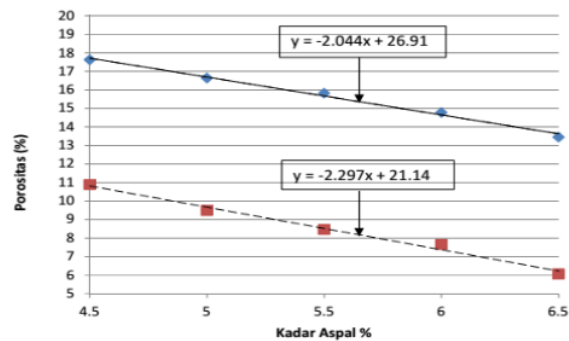
$$-2,776 \leq 21,111 \text{ atau } -t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq$$

Sehingga H_0 diterima dan H_1

ditolak dalam taraf nyata 0,05. Artinya **ada** perbedaan rata-rata nilai *flow* dari kedua agregat secara nyata.

Pembahasan Terhadap Nilai Porositas

Komparasi hasil pengujian nilai porositas dari campuran aspal dengan menggunakan agregat AMP PT Gala Fila Mandiri dan agregat Kandang Mbelang tersaji dalam Gambar 4.11.



Agregat Kanda Mbelang Gala Fila Mandiri

Gambar 11. Grafik Komparasi Nilai Porositas

Dari grafik dapat diketahui bahwa nilai porositas campuran aspal dengan agregat Kandang Mbelang lebih tinggi dari pada campuran aspal dengan agregat AMP Gala Fila mandiri. Hal ini disebabkan karena daya serap agregat Kandang Mbelang yang lebih tinggi (2,8%) sehingga menyebabkan film aspal yang terbentuk tipis dan menyebabkan porositas campuran besar. Selain itu keberadaan trass juga sangat mempengaruhi porositas campuran. Trass dengan kandungan unsur silika dengan tingkat penyerapan cairan yang tinggi maka akan menyerap lebih banyak aspal sehingga tercipta rongga dalam campuran yang banyak.

Untuk mengetahui apakah penggunaan agregat Koripan berpengaruh signifikan terhadap nilai porositas maka dilakukan uji t terhadap data yang diperoleh.

Tabel 10. Komparasi hasil pengujian porositas (%)

No	Agregat AMP PT Gala Fila Mandiri *) (A)	Agregat Kandang Mbelang (B)
1	10,893	17,632
2	9,486	16,647
3	8,463	15,828
4	7,656	14,787
5	6,065	13,450
\bar{x}	8,513	15,668

11

Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

H_0 : Tidak terdapat perbedaan rata-rata populasi

13

H_1 : Paling sedikit satu tanda sama dengan tidak berlaku

$$s^2_A = \frac{\sum xi - x}{-1}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{10,893-8,513}{4} + \frac{9,486-8,513}{4} + \frac{8,463-8,513}{4} + \frac{7,656-8,513}{4} + \frac{6,065-8,513}{4} \\
&= 3,335 \\
s^2_B &= \frac{\sum xi - \bar{x}}{-1} \\
&= \frac{17,632-15,668}{4} + \frac{16,647-15,668}{4} + \frac{15,828-15,668}{4} + \frac{14,787-15,668}{4} + \frac{13,450-15,668}{4} \\
&= 2,984 \\
s &= \sqrt{2,984} \\
&= 1,727 \\
T_{hitung} &= \frac{\bar{x} - \bar{x}}{s} \\
&= \frac{8,513-15,668}{1,727} \\
&= -6,550
\end{aligned}$$

t_{tabel} dengan ketentuan:

$\alpha = 0,05$, karena uji dari dua sisi maka digunakan $\alpha = 0,025$

$dk = n - 1 = 5 - 1 = 4$

dari daftar distribusi Student diperoleh $t_{tabel} = 2,776$

sehingga diperoleh:

$-6,550 \leq -2,776$ atau $t_{hitung} \leq -t_{tabel}$

Sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima dalam taraf nyata 0,05. Artinya **ada** perbedaan rata-rata nilai porositas dari kedua agregat secara nyata.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil pengujian serta analisis perhitungan dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan agregat Kandang Mbelang dalam campuran AC-WC spec IV menghasilkan nilai stabilitas sebesar 711,5 kg, nilai flow sebesar 3,48 mm, nilai porositas 16,077%, nilai densitas 2,016 gr/ cm³ dan nilai *Marshall Quotient* 215,823 kg/mm pada kadar aspal optimum 5,3 %. Sesuai persyaratan Bina Marga (1989) SNI No. 1737-1989-F nilai stabilitas, *flow*, densitas dan *Marshall Quotient* masih memenuhi persyaratan yang ada. Sementara untuk nilai porositas tidak memenuhi persyaratan. Nilai ITS rata-rata sebesar 319,024 KPa, nilai UCS rata-rata sebesar 6.982,237 KPa. Nilai koefisien permeabilitas rata-rata sebesar 7,14x10⁻⁴cm/dt.

2. Melalui metode statistik uji t diperoleh nilai $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq +t_{tabel}$ sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak pada taraf nyata 0,05 untuk nilai stabilitas, nilai *flow*, nilai ITS, dan nilai UCS yang artinya bahwa penggunaan agregat Kandang Mbelang untuk campuran AC-WC spec IV tidak menyebabkan perubahan nilai stabilitas, *flow*, ITS dan UCS secara nyata. Sedangkan untuk nilai densitas, nilai porositas dan koefisien permeabilitas diperoleh $t_{hitung} \leq -t_{tabel}$ atau $t_{hitung} \geq +t_{tabel}$ sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima pada taraf nyata 0,05 yang artinya bahwa penggunaan agregat Kandang Mbelang untuk campuran AC-WC spec IV menyebabkan perubahan nilai densitas, nilai porositas dan koefisien permeabilitas secara nyata.

Saran

1. Hasil analisis butiran tidak memenuhi spesifikasi yang disyaratkan (agregat cenderung kasar), oleh karena itu apabila material galian akan digunakan disarankan untuk mencampur dengan agregat halus/ pasir.
2. Nilai porositas sangat besar dan tidak memenuhi persyaratan Bina Marga maka penambahan filler pada campuran harus dipertimbangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali Sulton. (2011). Dampak aktivitas pertambangan bahan galian golongan C terhadap kondisi kehidupan masyarakat desa (Skripsi tidak dipublikasikan). Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Amanah Group. (2011). Jenis tambang. Diambil dari <http://www.amanahgroup.co.id>
- Hermien Roosia, M.M. (2007). Panduan penilaian AMDAL atau UKL/UPL untuk kegiatan penambangan pasir dan kerikil. Deputi MENLH Bidang Tata Lingkungan.
- Kasmir, & Jakfar. (2010). Studi kelayakan bisnis. Kencana.
- Martono, A. (2008). Manajemen keuangan. EKONISIA.
- Najib. (2009). Kajian kelayakan kegiatan pertambangan bahan galian golongan C di Kecamatan Cepogo Kabupaten Boyolali. Jurnal Ilmu Ekonomi, 30(2).
- Noor, D. (2006). Geologi lingkungan. Graha Ilmu.
- Salim, H. S. (2007). Hukum pertambangan di Indonesia. PT Raja Grafindo Persada.
- Sari. (2012). Analisa kelayakan investasi dalam pengambilan keputusan investasi pada usaha pertambangan nikel. Jurnal Ekonomi dan Bisnis, 4(3).

Siagian, T. (2008). Pengaturan kegiatan usaha pertambangan umum di Indonesia (Skripsi tidak dipublikasikan). Universitas Sumatera Utara, Medan.

Sudrajat, N. (2010). Teori dan praktik pertambangan Indonesia menurut hukum. Pustaka Yustisia.

Sujono, M. S., & Daranin, E. (2004). Prospekti dan eksploitasi dalam penambangan dan pengolahan emas di Indonesia. Pusat Teknologi Mineral dan Batu Bara.

Yacob Ibrahim. (2003). Studi kelayakan bisnis. Rineka Cipta.

Secara keseluruhan, naskah ini memiliki potensi besar. Namun, diperlukan beberapa perbaikan, terutama dalam klarifikasi metodologi dan analisis data. Saya merekomendasikan revisi sebelum publikasi

ORIGINALITY REPORT

15%

SIMILARITY INDEX

14%

INTERNET SOURCES

5%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	siakad.univamedan.ac.id Internet Source	2%
2	irfancahyoarmy.blogspot.co.id Internet Source	2%
3	vdocuments.site Internet Source	1%
4	ejournal.unesa.ac.id Internet Source	1%
5	etd.umy.ac.id Internet Source	1%
6	mafiadoc.com Internet Source	1%
7	www.jurnal.harapan.ac.id Internet Source	1%
8	vdocuments.net Internet Source	1%

9	Ahmad muhaimin . "PEMANFAATAN LIMBAH ABU SEKAM PADI (RICE HUSKASH) SEBAGAI SUBSTITUSI MATERIAL PENGISI CAMPURAN AC-WC TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL", Open Science Framework, 2023 Publication	1 %
10	131design.nl Internet Source	1 %
11	download.garuda.ristekdikti.go.id Internet Source	1 %
12	repository.pnb.ac.id Internet Source	1 %
13	repository.syekhnurjati.ac.id Internet Source	1 %
14	Submitted to STT PLN Student Paper	1 %
15	Submitted to Universitas Sebelas Maret Student Paper	1 %

Exclude quotes On

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography On

Secara keseluruhan, naskah ini memiliki potensi besar. Namun, diperlukan beberapa perbaikan, terutama dalam klarifikasi metodologi dan analisis data. Saya merekomendasikan revisi sebelum publikasi

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

GENERAL COMMENTS

/0

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18

PAGE 19
