

PENGARUH MATERIAL LOKAL KEDIRI TERHADAP TINGKAT DURABILITAS LAPIS STRUKTUR JALAN

Achmad Khabib Kurnia¹, Andri Dwi Cahyono², Imam Mustofa³, Evita Fitriani Hidiyati⁴, Ricco Dwi Yuliawan⁵, Tantra Tegar Permady⁶, Achmad Fikri Haikal⁷, Dwi Nur Khayatin⁸, dan Audy Yoga Pratama⁹

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kadiri, Jl. Selomangleng No. 1 Pojok, Mojoroto, Hutan, Mojoroto, Kota Kediri, Jawa Timur 64115, Indonesia

Email: khabib19513563@gmail.com

²Staf Pengajar, Universitas Kadiri, Jl. Selomangleng No. 1 Pojok, Mojoroto, Hutan, Mojoroto, Kota Kediri, Jawa Timur 64115, Indonesia

Email: adcahyono@unik-kediri.ac.id

³Staf Pengajar, Universitas Kadiri, Jl. Selomangleng No. 1 Pojok, Mojoroto, Hutan, Mojoroto, Kota Kediri, Jawa Timur 64115, Indonesia

Email: imammustofa@unik-kediri.ac.id

⁴Staf Pengajar, Universitas Kadiri, Jl. Selomangleng No. 1 Pojok, Mojoroto, Hutan, Mojoroto, Kota Kediri, Jawa Timur 64115, Indonesia

Email: evitafitri@unik-kediri.ac.id

⁵Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kadiri, Jl. Selomangleng No. 1 Pojok, Mojoroto, Hutan, Mojoroto, Kota Kediri, Jawa Timur 64115, Indonesia

Email: ricodwi98@gmail.com

⁶Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kadiri, Jl. Selomangleng No. 1 Pojok, Mojoroto, Hutan, Mojoroto, Kota Kediri, Jawa Timur 64115, Indonesia

Email: tantra.permady@gmail.com

⁷Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kadiri, Jl. Selomangleng No. 1 Pojok, Mojoroto, Hutan, Mojoroto, Kota Kediri, Jawa Timur 64115, Indonesia

Email: 19513657fikri@gmail.com

⁸Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kadiri, Jl. Selomangleng No. 1 Pojok, Mojoroto, Hutan, Mojoroto, Kota Kediri, Jawa Timur 64115, Indonesia

Email: dwinurkhayatin@gmail.com

⁹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kadiri, Jl. Selomangleng No. 1 Pojok, Mojoroto, Hutan, Mojoroto, Kota Kediri, Jawa Timur 64115, Indonesia

Email: audyyoga13@gmail.com

ABSTRACT

Air conditioning or asphalt concrete is formed from coarse aggregate, fine aggregate, and asphalt. An aggregate is a collection of grains of crushed stone, gravel, sand, and other minerals in the form of both natural and artificial products. Coarse aggregate is sieve holder No. 8 (2.36 mm) retained aggregate while fine aggregate is sieve No. 8 (2.36 mm) passed aggregate. The problems that often occur in road pavement layers are poor durability and surfaces that are easy to wear out. This study aimed to find the maximum marshall value in the form of 60/70 penetration asphalt mixture stability. This study used an experimental method with a laston AC-BC test, the test was carried out with abrasion, gradation, specific gravity, and Marshal testing tests using marshal test equipment, following SNI 06-2489-1991, or AASHTO T245-90, or ASTM D1559-76. Using aggregates from the Kedak area, stability results of 3046, 4896, 3754 were obtained, which met the standards of the Bina Marga specifications standards. So that the aggregate from the Kedak area can be used as an alternative constituent material in road planning in the Kediri area because it is more efficient and has good durability.

Keywords: Aggregate, Marshall, Specific Gravity, Stability

ABSTRAK

AC atau aspal beton terbentuk dari agregat kasar, agregat halus, aspal. Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir, dan mineral lainnya baik berupa hasil alam maupun buatan. Agregat kasar adalah agregat yang tertahan saringan No. 8 (2,36 mm) sedangkan agregat halus adalah agregat yang lolos saringan No. 8 (2,36 mm). Pada umumnya permasalahan yang sering terjadi pada lapisan perkerasan jalan yaitu durabilitas yang kurang baik serta permukaan yang mudah terjadi keausan. Tujuan penelitian ini adalah mencari nilai marshall maksimal berupa stabilitas campuran aspal penetrasi 60/70. Penelitian ini menggunakan Metode eksperimental dengan sempel uji laston AC-BC, pengujian dilakukan dengan uji abrasi, gradasi, berat jenis, dan pengujian Marshal menggunakan alat uji marshal, mengikuti SNI 06-2489-1991, atau AASHTO T245-90, atau ASTM D1559-76. Dengan menggunakan

Corresponding Author

E-mail Address : khabib19513563@gmail.com

agregat dari daerah Kedak didapatkan hasil stabilitas sebesar 3046, 4896, 3754 yang memenuhi standart spesifikasi bina marga. Sehingga agregat dari daerah Kedak Dapat digunakan sebagai alternatif bahan penyusun pada perencanaan jalan di daerah Kediri karena lebih efisien dan memiliki durabilitas yang baik.

Kata kunci: Agregat, Berat Jenis, Marshall, Stabilitas

1. PENDAHULUAN

Perkerasan jalan merupakan suatu lapisan yang berada di atas tanah yang sudah dipadatkan, dimana memiliki fungsi yaitu melapisi dan memikul beban lalu lintas sebelum diterima tanah dasar agar beban yang diterima tanah dasar tidak melebihi daya dukung tanah yang diizinkan.(Sowolino et al., 2019)(Muaya et al., 2015) Salah satu jenis lapis perkerasan jalan yaitu Lapis Aspal Beton. Laston lapis aspal beton). Laston tersusun dari gradasi agregat yang menerus dengan ukuran butir yang berbeda – beda dengan campuran aspal.(Bancin et al., 2021) AC atau aspal beton itu sendiri terbentuk dari agregat kasar, agregat halus, aspal sebagai bahan perekat dan filler sebagai bahan pengisi. Persyaratan filler menurut Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga tahun 2010 harus dalam kondisi kering, bebas dari gumpalan-gumpalan dan lolos ayakan No 200.(Rio Rahma Dhana, 2019)

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir, dan mineral lainnya baik berupa hasil alam maupun buatan. Dalam hal ini yang dimaksud dengan agregat kasar adalah agregat yang tertahan saringan No. 8 (2,36 mm) sedangkan agregat halus adalah agregat yang lolos saringan No. 8 (2,36 mm), (Meihizkia dkk, 2018). Pada umumnya permasalahan yang sering terjadi pada lapisan perkerasan jalan yaitu durabilitas yang kurang baik serta permukaan yang mudah terjadi keausan, (Siregar, 2017). Untuk itu penelitian ini ingin meyelesaikan permasalahan tersebut dengan pemilihan material agregat yang baik yang telah melalui tahap pengujian abrasi, gradasi, serta berat jenis.

Metode penelitian ini dapat diperiksa dengan mempergunakan alat pengujian marshal. untuk saat ini prosedur pengujian mengikuti SNI 06-2489-1991, atau AASHTO T245-90, atau ASTM D1559-76(Guncoro et al., 2019). Perhitungan volume dan pengolahan hasil uji Marshal ini dilakukan secara manual dalam bentuk table dan grafik.(Loaiza & Colorado, 2018). Tujuan dilakukan penelitian ini adalah mencari nilai marshall maksimal berupa stabilitas campuran aspal penetrasi 60/70 dengan menggunakan material sungai Brantas daerah Kediri. Sehingga, diperoleh nilai durabilitas atau keawetan umur dari jalan yang direncanakan yang sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 2018 (Anam & Pratikto, 2018).

2. METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan Metode eksperimental dengan sampel uji laston AC-BC di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kadiri. Pengujian dilakukan untuk mengetahui karakteristik agregat kasar dari daerah Kedak Kediri yang harapannya mampu menjadi bahan penyusun perkerasan jalan yang kuat dan memiliki umur layan Panjang. Adapun pengujian yang dilakukan pada penelitian ini meliputi:

1. Uji abrasi

Uji abrasi atau uji Keausan agregat merupakan suatu proses penghancuran agregat. Uji abrasi berfungsi untuk mengetahui angka keausan suatu agregat dengan berdasarkan perbandingan antara berat bahan aus terhadap berat semula dalam persen(Rahman et al., 2020). Nilai abrasi dapat dilakukan sesuai dengan SNI-03-2417-1991 atau AASHTO T 96-87.(Tarigan, 2019)(Teymen, 2019). Pada pemeriksaan dengan alat abrasi Los Angeles diperoleh dari bola-bola baja yang dimasukkan dengan agregat kasar yang akan di uji sesuai gradasi dan berat yang telah di tetapkan, lalu di putar dengan kecepatan 30-33 rpm sebanyak 500 putaran(Mahardika Kamalika K, Agata Iwan C, Elsa Riski P, 2021). Perbandingan antara berat benda uji semula dikurangi berat benda uji tertahan saringan No. 12 dengan berat benda uji semula. Alat dan bahan yang diperlukan pada uji abrasi yaitu mesin Los Angles, bola besi, serta agregat kasar yang nantinya akan diuji(Nasional, 2008)

2. Gradasi

Gradasi agregat merupakan pembagian dari variasi ukuran butir agregat. Gradasi berfungsi untuk mengetahui proporsi agregat halus terhadap total keseluruhan agregat yang di uji(EL-Sayed & Mostafa, 2014)(Amzari et al., 2022). Karena butiran agregat dengan ukuran yang sama maka volume pori pada beton cenderung akan menjadi besar tetapi jika ukuran butirannya bervariasi maka volume pori pada butirannya menjadi kecil(Bancin et al., 2021)(Candra et al., 2022). Pengujian gradasi dilakukan dengan cara mengayak agregat menggunakan satu set ayakan yang digetarkan dengan mesin penggetar (*sieve shaker*). Adapun alat dan bahan yang diperlukan yaitu satu set ayakan, mesin penggetar, talam, kuas, oven, dan agregat sebagai bahan yang diuji.

3. Berat Jenis

Berat Jenis merupakan kontras antara berat satuan volume suatu material terhadap berat air dengan volume yang sama pada temperatur yang sudah ditentukan, (Sutrisna, 2020). Selain dari kedua berat jenis agregat, juga dilakukan pengujian untuk berat jenis filler dan aspal. Agregat kasar butirannya lebih besar dari 4,75 mm (Saringan No.4). Agregat halus yaitu agregat yang ukuran butirannya lebih kecil dari 4,75 mm (No. 4), (Winarto, 2018). Filler merupakan material pengisi dalam lapisan aspal. Filler dalam campuran beton aspal adalah bahan yang 100% lolos saringan No. 100 dan paling kurang 75% lolos saringan No. 200 dan bahan yang sudah disiapkan kemudian diuji dengan cara direndam dalam air selama 24 jam sampai jenuh kemudian dikeringkan menggunakan kain lap sampai keadaan jenuh kering permukaan (SSD) (Bina Marga, 2010), Selanjutnya benda uji ditimbang setelah diketahui berat dalam keadaan SSD benda uji kembali ditimbang dalam wadah yang dimodifikasi kedalam air. Keringkan agregat tersebut pada temperatur $110 \pm 5^\circ\text{C}$ lalu dinginkan pada suhu ruang dan tentukan beratnya. Adapun alat dan bahan yang dibutuhkan yaitu Alat pengukur berat dalam air, Timbangan, Oven, Tangki air, Saringan No. 4 dan No.8, Agregat kasar dan Halus

4. Pengujian Marshall

Pengujian Marshall dilakukan untuk digunakan untuk mengetahui nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*), Serta Analisa kepadatan dan campuran padat yang terbentuk. Dalam hal ini benda uji atau briket beton aspal padat dibentuk dari gradasi agregat campuran tertentu, Sesuai spesifikasi campuran. Pengujian Marshall dilakukan dengan cara benda uji yang telah dibuat ditimbang dalam keadaan kering, didalam air dan timbang kering permukaan (jenuh). Rendam benda uji pada *waterbath* dengan suhu 60°C selama 20 menit setelah direndam diukur ketebalan benda uji lalu diuji di alat *Marshall*. Alat dan bahan yang digunakan Timbangan, Loyang, Oven, Mesin *Marshall test*, Benda uji yang terbuat dari campuran Agregat kasar, halus, *filler* dan aspal.

3. PEMBAHASAN

1. Uji Abrasi

Hasil pengujian abrasi ditunjukkan pada perhitungan dibawah ini;

Tabel 1. Uji Abrasi Agregat Kasar

Keterangan	Sampel A	Sampel B
Berat benda uji setelah dikeluarkan dari mesin LA	5000 gr	5000 gr
Berat benda uji dari mesin LA dan tertahan saringan No. 12	3740 gr	3450 gr
Hasil Uji Abrasi	25,2 %	31 %
Hasil Uji Abrasi Rata-rata	28,1%	

$$\text{Abrasi sampel A} = \frac{a-b}{a} \times 100 \% = \frac{5000-3740}{5000} \times 100 \% = 25,2 \%$$

$$\text{Abrasi sampel B} = \frac{a-b}{a} \times 100 \% = \frac{5000-3450}{5000} \times 100 \% = 31 \%$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas dihasilkan nilai abrasi 25,2 %, dimana nilai uji abrasi tersebut lolos pengujian dan layak digunakan sebagai lapis perkerasan AC-BC sesuai dengan spesifikasi bina marga divisi 1 tahun 2018 revisi 1 dengan batas maksimum 30 %.

2. Uji Gradasi

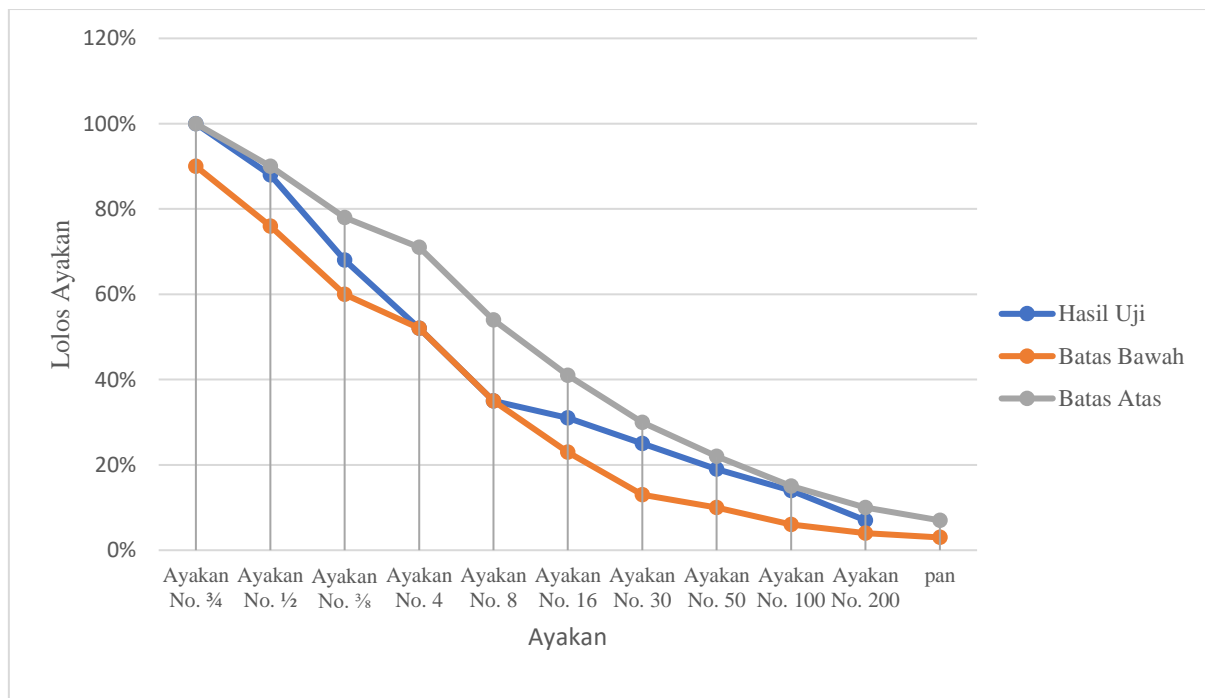
Hasil pengujian gradasi ditunjukkan pada tabel dan grafik dibawah ini;

Tabel 2. Uji Gradasi Ayakan

No.	Saringan (inci)	Jumlah Tertahan Gram (gr)	Prosentase Kumulatif		Batas Atas	Batas Bawah	Spesifikasi
			Tertahan (%)	Lolos (%)			
1	Ayakan No. 3/4	-	0%	100%	90%	100%	agregat kasar
2	Ayakan No. 1/2	130	12%	88%	76%	90%	agregat kasar
3	Ayakan No. 3/8	240	20%	68%	60%	78%	agregat kasar
4	Ayakan No. 4	190	17%	52%	52%	71%	agregat kasar
5	Ayakan No. 8	190	16%	35%	35%	54%	agregat kasar
6	Ayakan No. 16	55	5%	31%	23%	41%	agregat halus

7	Ayakan No. 30	70	6%	25%	13%	30%	agreggat halus
8	Ayakan No. 50	40	6%	19%	10%	22%	agreggat halus
9	Ayakan No. 100	57	5%	14%	6%	15%	agreggat halus
10	Ayakan No. 200	88	8%	7%	4%	10%	agreggat halus
11	Pan	92	8%	4%	3%	7%	Filler
12	Aspal	48	4%	0%			Aspal Cair
Jumlah		1200	100%	-			

Dari tabel di atas didapatkan nilai yaitu, lolos ayakan No. 3/4: 100%, No. 1/2: 89%, No. 3/8: 69%, No. 4: 53%, No. 8: 38%, No. 16: 33%, No. 30: 27%, No. 50: 24%, No.100: 19%, No. 200: 4%.



Gambar 1. Kurva Gradasi (perhitungan gradasi)

Berdasarkan tabel dan kurva gradasi diatas dapat disimpulkan bahwa agregat yang digunakan dalam pengujian ini dinyatakan layak untuk digunakan. Karena nilai gradasi sesuai spesifikasi Bina Marga 2018 divisi 1.

3. Uji Berat Jenis

Hasil penguji gradasi ditunjukkan pada table dan grafik dibawah ini;

Tabel 3. Berat Jenis Agregat Kasar

No.	Berat Jenis	Hasil
1.	Berat jenis curah kering	2,80
2.	Berat jenis curah (jenuh kering permukaan)	2,85
3.	Berat jenis semu	2,95
4.	Penyerapan air	0,018

Dari tabel di atas didapatkan nilai berat jenis curah kering sebesar 2,80, Berat jenis curah (jenuh kering permukaan) 2,85, berat jenis semu sebesar 2,95, serta penyerapan air 0,018.

Tabel 4. Berat Jenis Agregat Halus

No	Berat jenis	Hasil
1	Berat jenis curah kering	2,12
2	Berat jenis curah (jenuh kering permukaan)	2,32
3	Berat jenis semu	2,65
4	Penyerapan air	0,094

Dari tabel di atas didapatkan nilai berat jenis curah kering sebesar 2,12, Berat jenis curah (jenuh kering permukaan) 2,32, berat jenis semu sebesar 2,65, serta penyerapan air 0,094.

Tabel 5. Berat Jenis Aspal

No	Jenis pengujian	Syarat	Aspal 60/70
1	Penetrasi pada 25°C(0,1mm)	60-70	65
2	Titik lembek °C	≥49	49
3	Titik nyala °C	≥232	275
4	Daktilitas pada 25°C(cm)	≥100	125
5	Berat jenis	≥1,0	1,041
6	Berat yang hilang (%)	≤0,8	0,53
7	Penetrasi pada 25°C setelah kehilangan berat (%)	≥54	64,9
8	Daktilitas pada 25°C setelah kehilangan berat (cm)	≥50	142

Dari tabel di atas didapatkan nilai sebesar 1,041

4. Uji Marshall

Nilai Stabilitas dan *Flow*/ Kelelahan ditunjukkan pada Tabel di bawah ini;

Tabel 6. Nilai Stabilitas didapatkan nilai rata-rata dari sampel 1,2, dan 3 adalah 4250 kg, dan Nilai *Flow*/ Kelelahan didapatkan nilai rata-rata sebesar 1,5 mm

PROJECT										
MARSHAL TEST REPORT										
Description of Material:	Asphaltic Bearing Course							Date:	22/09/2022	
Station Represented:	I+000----- I+500							Bitumen Type:	60 - 70	
Sample Taken:	I+215							Sp. Gravity (Gb)	1,024	
Specimen Number		1	2	3	4	5	6	7	8	
% Asphalt	Pb	4,0								
% Total Aggregate	PS	96,0								
% Total Mix	Pmm	100,0								
Specimen Thickness	mm	59	60	61						
Wt. In Air (gm)	A	1192,0	1170,0	1163,0						
Wt. S.S.D in Air (gm)	B	1203,0	1178,0	1173,0						
Wt. In Water (gm)	C	578,0	566,0	560,0						
Bulk Vol. of Specimen (c.c)	D	B - C			625,0	612,0	613,0			
Bulk Sp. Gr.	Gmb	A / D			1,907	1,912	1,897			
Bulk Sp. Gr. Total Agg.	Gsb	(Combined) Avg.			2,458			2,458	2,458	
Eff. Sp. Gr. Agg. (Avg.)	Gse (Const.)	Ps /	Pmm / Gmm	-	Pb / Gb	2,404			2,404	
Max. Sp. Gr. Paving Mix	Gmm	Pmm /	Ps / Gse	+	Pb / Gb	1,987			1,987	
	Pba	100 x	Gse - Gsb		-0,93			-0,93	-0,93	

% of Asphalt Absorbed			$Gsb \times Gse$	$\frac{x}{Gb}$				
% Voids in Mineral Agg.	VMA	100 -	$Gmb \times Ps$		25,5	25,3	25,9	
			Gsb					
% Air Voids	Pa/VIM	100 x	$Gmm-Gmb$		4	3,8	4,5	
			Gmm					
% Voids Filled	VFB	100 x	$VMA - Pa$		84,3	85	83	
			VMA					
Proving Ring Factor (Kg):	27,2			30 min				
Dial Reading			112	180	138			
Stability (Kg)			3046	4896	3754			
Correction Factor			1,09	1,09	1,09			
Corrected Stability (Kg)			3321	5337	4091			
Average Stability (Kg)			4250			MIN 800 KG		
Loss of Stability								
Flow (mm)			1,2	2,0	1,3			
Flow Average mm			1,5 mm					

4. KESIMPULAN

Dengan menggunakan agregat dari daerah Kedak Didapatkan hasil stabilitas sebesar 3046, 4896, 3754 yang memenuhi standart spesifikasi bina marga. Sehingga agregat dari daerah Kedak Dapat digunakan sebagai alternatif bahan penyusun pada perencanaan jalan di daerah Kediri karena lebih efisien dan memiliki durabilitas yang baik.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Amzari, M. L., Mubarak, M. I., & Saputra, M. F. (2022). *The Spirit of Society Journal*. 6(1), 21–31.
- Anam, S., & Pratikto, H. (2018). Pengujian Perkerasan Aspal Porus Dengan Penambahan Tread Ban Bekas Pada Uji Marshall. *Ukarst : Jurnal Universitas Kadiri Riset Teknik Sipil*, 2(2), 154–163.
- Bancin, E. D. L., Lubis, K., & Mahda, N. (2021). Pengaruh Penggunaan Tanah Merah Sebagai Filler Pada Campuran Aspal Ac-Bc Terhadap Nilai Marshall. *Journal of Civil Engineering Building and Transportation*, 5(1), 17–25. <https://doi.org/10.31289/jcebt.v5i1.5072>
- Bina Marga. (2010). Spesifikasi umum 2010. *Direktorat Jendral Bina Marga, 2010*(Revisi 3), 1–6.
- Candra, A. I., Romadhon, F., Azhari, F. M., & Hidiyati, E. F. (2022). Increasing Compressive Strength of The Red Brick with Fly Ash and Rice Husk Ash. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 24(2), 107–117. <https://doi.org/10.15294/jtsp.v24i2.35855>
- EL-Sayed, S. A., & Mostafa, M. E. (2014). Analysis of Grain Size Statistic and Particle Size Distribution of Biomass Powders. *Waste and Biomass Valorization*, 5(6), 1005–1018. <https://doi.org/10.1007/s12649-014-9308-5>
- Guncoro, A., Ridwan, A., S.P, Y. C., & Candra, A. I. (2019). Prebandingan Stabilitas Aspal Menggunakan Agregat Kasar Batu Belah Dan Batu Gamping. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 2(2), 310. <https://doi.org/10.30737/jurmateks.v2i2.531>
- Loaiza, A., & Colorado, H. A. (2018). Marshall stability and flow tests for asphalt concrete containing electric arc furnace dust waste with high ZnO contents from the steel making process. *Construction and Building Materials*, 166, 769–778. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.02.012>
- Mahardika Kamalika K, Agata Iwan C, Elsa Riski P, R. W. I. (2021). Easy Way To Determine The Feasibility of coarse Aggregate On All Pavement Layers Using The Los Angeles Tatonas TA-700 Machine. *Ukarst : Universitas Kadiri Riset Teknik Sipil*, 5(2). <https://doi.org/10.1080/19648189.2019.16905>
- Meihizkia dkk. (2018). Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Halus Sungai Benlelang Dan Sungai Lembur Serta Agregat Kasar Sungai Lembur. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(1), 31–36.
- Muaya, G. S., Kaseke, O. H., & Manoppo, M. R. E. (2015). Pengaruh Terendahnya Perkerasan Aspal oleh Air Laut yang Ditinjau Terhadap Karakteristik Marshall. *Jurnal Sipil Statik*, 3(8), 562–570.
- Nasional, B. S. (2008). *Sni 2417-2008 Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles* (pp. 1–9).
- Rahman, S., Abul, M., & Azad, K. (2020). *Effect On Properties Of Coarse Aggregate with respect to Different Sources*. January.
- Rio Rahma Dhana, N. A. P. (2019). Alternatif Penggunaan Kerikil Gunung Pegat Sebagai Bahan Perkerasan Jalan

- Raya. *UKaRsT*, 3(2), 131–139.
- Siregar, R. S. (2017). *Perbandingan Penggunaan Limbah Karbit Dan Abu Batu Sebagai Filler Terhadap Campuran Aspal Pada Lapisan Asphalt Treated Base (ATB)(Studi Penelitian)*.
- Sowolino, B. O., Mujahid, Z., Hadi, P. L., & Wimpy Santosa. (2019). Review of Changes in the Road Supervision Manual of the Directorate General of Highways, issued a Circular of the Director General of Highways. *Jurnal Transportasi*, 19(3), 151–160.
- Sutrisna, I. G. U. H. (2020). ANALISIS BERAT JENIS DAN BESAR PENYERAPAN AGREGAT KASAR rial Pringga Baya Kab. Lombok Timur Dan Material dari Slowjan Kab. Lombok Tengah. *JURNAL SANGKAREANG MATARAM*, 6(1), 1–5.
- Tarigan, G. (2019). Pengaruh Penggunaan Agregat Alam Pada Campuran Aspal Beton Terhadap Marshall Properties. *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU*, 2(1), 170–173.
- Teymen, A. (2019). Estimation of Los Angeles abrasion resistance of igneous rocks from mechanical aggregate properties. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 78(2), 837–846. <https://doi.org/10.1007/s10064-017-1134-0>
- Winarto, S. (2018). Pemanfaatan Serat Ijuk Sebagai Material Campuran Dalam Beton Untuk Meningkatkan Kemampuan Beton Menahan Beban Tekan Studi Kasus: Pembangunan Homestay Singonegaran Kediri. *U Karst*, 1(1), 1–10.