

Pengaruh Kekuatan Aspal dengan Penambahan Serbuk Abu Bata sebagai Pengganti Filler pada Lapisan AC-WC dan AC-BC

Hermansyah Hermansyah

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Parepare, Parepare, Indonesia

Hamka Hamka

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Parepare, Parepare, Indonesia

Imam Fadly

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Parepare, Parepare, Indonesia

Korespondensi penulis: hermansyahpnr114@gmail.com

Abstract: Road construction using aggregates. In Pinrang, the material used to make samples was brick ash. The aim of this research is to determine the aggregate properties and aggregate compatibility of AC-WC dan AC-BC asphalt concrete mixtures based on general specifications from Marga Buildings in 2018. This study, which was carried out in the laboratory from August to October 2023, used an experimental approach. According to the research results, the AC-WC dan AC-BC stability value obtained from adding 5% brick ash content with 5% asphalt content was 1975.31 kilograms and 6% asphalt content was 2995.74 kilograms. The MQ value is 833.46 Kg/mm 5%, and 6% 1109.53 Kg/mm, while the stability value obtained by adding 6% brick ash content with 5% asphalt content is 1564.59 kilograms and 6% asphalt content is 2399.03 kilograms. The MQ value is 665.78 Kg/mm for 5% and 6% 891.83. The AC-BC stability value obtained from 5% brick ash with 5% asphalt content is 2023 ki.29 kilograms and 6% The large asphalt content is 2018.77 kilograms, the resulting MQ value is 613.12 from 5% and 6% is 531.25. The stability value resulting from the addition of 6% brick ash with 5% asphalt content is 1118.02 kilograms and 6% is 1122.54 and the resulting MQ values were 272.69 from 5%, 267.27 from 6%. From the results of this research, the addition of 6% brick ash can reduce the stability of AC-WC and AC-BC, in contrast to 5% brick ash increasing stability.

Keywords: Aggregate, Mixture Characteristics, Asphalt Concrete AC-WC and AC-BC.

Abstrak: Konstruksi jalan menggunakan agregat. Di Pinrang, material yang digunakan untuk penambahan pada pembuatan sampel berupa abu bata. Tujuan penelitian ini adalah untuk menetapkan sifat agregat dan kompatibilitas agregat campuran beton aspal AC-WC dan AC-BC berdasarkan spesifikasi umum dari Marga Buildings pada tahun 2018. Studi ini, yang dilakukan di laboratorium dari Agustus hingga Oktober 2023, menggunakan pendekatan eksperimental. Menurut hasil penelitian, nilai stabilitas AC-WC yang didapatkan dari penambahan kadar abu bata 5% dengan kadar aspal 5% sebesar 1975,31 kilogram dan 6% kadar aspal sebesar 2995,74 kilogram. Nilai MQ adalah 833,46 Kg/mm 5%, dan 6% 1109,53 Kg/mm, sedangkan nilai stabilitas yang didapatkan penambahan kadar abu bata 6% dengan kadar aspal 5% sebesar 1564,59 kilogram dan 6% kadar aspal sebesar 2399,03 kilogram. Nilai MQ adalah 665,78 Kg/mm untuk 5% dan 6% 891,83. Nilai stabilitas AC-BC yang di dapatkan dari 5% abu bata dengan kadar aspal 5% sebesar 2023 ki,29 kilogram dan 6% kadar aspal besar sebesar 2018,77 kilogram, nilai MQ yang dihasilkan 613,12 dari 5% dan 6% sebesar 531,25. Nilai stabilitas dihasilkan dari penambahan abu bata 6% dengan kadar aspal 5% sebesar 1118,02 kilogram dan 6% sebesar 1122,54 dan nilai MQ yang dihasilkan 272,69 dari 5%, 267,27 dari 6%. Dari hasil penelitian ini penambahan 6% abu bata dapat mengurangi stabilitas dari AC-WC dan AC-BC berbeda dengan 5% abu bata meningkatkan stabilitas.

Kata kunci: Agregat, Karakteristik Campuran, Aspal Beton AC-WC dan AC-BC.

PENDAHULUAN

Jalan merupakan suatu struktur yang sangat penting bagi masyarakat, karena kondisi jalan berpengaruh pada perputaran ekonomi di masyarakat dan sistem transportasi. Untuk menunjang hal tersebut maka jalan dituntut untuk mempunyai perkerasan jalan yang baik dan

bagus. Perkerasan jalan adalah lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dan roda kendaraan, yang digunakan untuk memberikan pelayanan kepada sarana transportasi. Tujuan perkerasan adalah untuk memikul beban lalu lintas secara aman dan nyaman, serta sebelum umur rencananya tidak terjadi kerusakan. Supaya perkerasan mempunyai daya dukung dan keawetan yang memadai, tetapi juga ekonomis, maka perkerasan jalan dibuat berlapis-lapis.

Penelitian ini untuk meningkatkan kualitas perkerasan jalan dengan mencoba menggunakan filler sebagai bahan pengisi penggunaan material konstruksi jalan, dimana filler adalah bahan yang ada dalam campuran aspal panas. Untuk mengatasi kekurangan kadar filler tersebut biasanya digunakan semen atau kapur, namun di beberapa daerah kadang tidak mudah untuk mendapatkan semen dengan harganya pun relatif semakin mahal.

Seiring meningkatnya kebutuhan akan jalan, memacu manusia untuk meningkatkan kualitas jalan. Kualitas jalan yang ditingkatkan dapat berupa peningkatan geometrik jalan maupun struktur perkerasan. Dalam meningkatkan struktur perkerasan, dicari alternatif-alternatif bahan untuk dicampur dengan aspal ataupun agregat

Industri batu merah merupakan salah satu komponen dari sektor industri pengolahan yang mempunyai andil besar dalam menciptakan lapangan pekerjaan di Indonesia, di samping sifat usahanya yang kebanyakan masih memerlukan pembinaan yang terus menerus agar masalah yang dihadapi dapat segera diatasi. Beberapa masalah utama yang sering dihadapi antara lain masalah permodalan, pemasaran, keterampilan dalam mengelola usaha.

Salah satu dampak yang sering terjadi dalam industry pembuatan batu bata adalah pencemaran udara dan pencemaran lingkungan. Dimana yang sering terjadi ketika batu bata yang sudah tidak dapat digunakan lagi atau rusak biasanya akan dibuang disungai dan akan menimbulkan pencemaran pada air.

Berdasarkan pada masalah yang terjadi penulis tertarik untuk mengambil penelitian “pengaruh kekuatan aspal dengan penambahan abu bata sebagai pengganti *filler* pada lapisan AC-WC dan AC-BC dengan latar belakang menggunakan pemanfaatan batu bata yang sudah tidak layak untuk digunakan dengan memanfaatkan sebagai campuran aspal untuk mengurangi pencemaran yang sering terjadi di lingkungan.

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif (pengujian) dengan pengujian marshall untuk mengetahui karakteristik marshall test. Adapun lokasi tempat pengambilan sampel batu bata sebagai agregat pengganti *filler* di Kab. Pinrang, Sulawesi selatan.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Jalan Dan Aspal Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pare-pare. selama 3 bulan yaitu dimulai pada bulan Agustus sampai dengan September 2023. Aspal yang digunakan ialah aspal penetrasi 60/70 yang di peroleh dari laboratorium, agregat kasar dan agregat halus yang digunakan dari PT.Lakera Bum dari Kab. Pinrang, serta abu bata di gunakan untuk pengujian ini di peroleh dari pabrik batu bata di kab. Pinrang dalam kondisi masih utuh bebas dari kotoran kemudian bata di hancurkan sampai halus lalu di saringan. Adapun jumlah sampel masing-masing sampel benda uji pada penelitian sebanyak 24 (dua puluh empat) sampel dengan model kubus.

Adapun pengujian di laboratorium yang dilakukan untuk memperoleh data, yaitu Pengujian aspal, agrerat (kasar dan halus), serta tahapan dalam menentukan campuran benda uji. Seperti menentukan kadar bahan pengganti limbah tambah dengan variasi 5% dan 6% dari berat total campuran. menentukan kadar aspal masing masing benda uji yaitu sebesar 5% dan 6% dari berat total campuran sesuai dengan acuan penelitian. menghitung jenis gradasi agregat gabungan untuk campuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah gradasi agregat gabungan jenis AC–WC dan AC-BC memakai batas tengah dari tiap tiap presentase lolos saringan. menghitung kebutuhan berat bahan masing masing benda uji sesuai dengan variasi yang sudah di rencanakan

Teknik prosedur data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu data yang dihasilkan dari pengujian dan penelitian akan dikumpulkan kemudian dilakukan analisa data sesuai dengan prosedur yang telah ditentukan. Data yang diperoleh dari analisis data selanjutnya dibuat diagram yang dapat mempermudah dalam menarik kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat

Dalam pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat, hasil prosedur pemeriksaan merujuk pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Dari hasil pemeriksaan diperoleh data pada Tabel 3.1, Tabel 3.2, dan Tabel 3.3

Dalam pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat, hasil prosedur pemeriksaan merujuk pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Dari hasil pemeriksaan diperoleh data pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4.

a. Berat jenis agregat kasar 1-2

Tabel 1 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar 1-2. (Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Tahun 2023)

No	Jenis Pengujian	Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi	Sat	Ket.
1	Berat jenis bulk	2,6	Min 2,5	Gr	Memenuhi
2	Berat jenis kering permukaan	2,69			Memenuhi
3	Berat jenis semu	2,80			Memenuhi
4	Penyerapan (Absorption)	2,15	Maks. 3	%	Memenuhi

Dari hasil berat jenis agregat kasar 1-2 diatas, didapat nilai berat jenis bulk 2,64 gr, berat jenis kering permukaan 2,69 gr, berat jenis semu 2,80 gr, dan penyerapan 2,15%. Berdasarkan persyaratan spesifikasi berat jenis yaitu minimum 2,5 dan penyerapan air maksimal 3% maka agregat dalam pengujian ini telah memenuhi.

b. Berat jenis agregat kasar 0,5

Tabel 2 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar 0,5. (Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Tahun 2023)

No	Jenis Pengujian	Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi	Sat	Ket.
1	Berat jenis bulk	2,78	Min 2,5	gr	Memenuhi
2	Berat jenis kering permukaan	2,74			Memenuhi
3	Berat jenis semu	2,67			Memenuhi
4	Penyerapan (Absorption)	1,41	Maks. 3	%	Memenuhi

Dari pengujian berat jenis agregat kasar 0,5 diatas didapat nilai berat jenis bulk 2,78 gr, berat jenis kering permukaan 2,74 gr, berat jenis semu 2,67 gr, dan penyerapan 1,41%. Berdasarkan persyaratan spesifikasi berat jenis yaitu minimum 2,5 dan penyerapan air maksimal 3% maka agregat dalam pengujian ini telah memenuhi.

c. Berat jenis agregat halus (Abu Batu)

Berikut hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar abu batu.

Tabel 3 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar abu batu. (Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Tahun 2023)

No	Jenis Pengujian	Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi	Sat	Ket.
1	Berat jenis bulk	2,82	Min 2,5	gr	Memenuhi
2	Berat jenis kering permukaan	2,85			Memenuhi
3	Berat jenis semu	2,91			Memenuhi
4	Penyerapan (Absorption)	1,17	Maks. 3	%	Memenuhi

Dari pengujian berat jenis agregat halus (abu batu) diatas didapat nilai berat jenis bulk 2,82 gr, berat jenis kering permukaan 2,85 gr, berat jenis semu 2,91 gr, dan penyerapan 1,17%. Berdasarkan persyaratan spesifikasi berat jenis yaitu minimum 2,5 dan penyerapan air maksimal 3% maka agregat dalam pengujian ini telah memenuhi.

d. berat jenis *filler* (Abu bata)**Tabel 4** Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan *filler* (abu bata). (Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Tahun 2023)

No	Jenis Pengujian	Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi	Sat	Ket.
1	Berat jenis bulk	2,520	Min 2,5	gr	Memenuhi
2	Berat jenis kering permukaan	2,545			Memenuhi
3	Berat jenis semu	2,584			Memenuhi
4	Penyerapan (Absorption)	0,990	Maks. 3	%	Memenuhi

Dari pengujian berat jenis *filler* (abu bata) diatas didapat nilai berat jenis bulk 2,52 gr, berat jenis kering permukaan 2,54 gr, berat jenis semu 2,58 gr, dan penyerapan 0,99%. Berdasarkan persyaratan spesifikasi berat jenis yaitu minimum 2,5 dan penyerapan air maksimal 3% maka agregat dalam pengujian ini telah memenuhi.

Hasil pengujian parameter karakteristik *Marshall* pada aspal AC-BC dengan kadar abu bata 6%**Tabel. 5** Hasil pengujian *Marshall* aspal AC-BC pada campuran abu bata dengan kadar 6% (Sumber: Hasil Pengolahan Data Tahun 2023)

Karakteristik	Spesifikasi Umum	Kadar Aspal %	
		5%	6%
<i>Stability</i> (kg)	Min. 800	1118,02	1122,54
VMA (%)	Min. 14	15,91	16,06
VIM (%)	3-5	4,23	4,44
VFA (%)	Min. 65	67,04	66,13
<i>Flow</i> (mm)	2-4	3,15	3,25
<i>Marshall Quotient</i> (kg/mm)	Min. 250	272,69	267,27

Dari hasil nilai pengujian karakteristik *Marshall* pada aspal AC-BC untuk nilai stabilitas (*stability*), rongga dalam campuran (VIM), rongga terhadap agregat (VMA), rongga terisi aspal (VFA), kelelahan (*flow*), dan hasil bagi *Marshall* (MQ) untuk campuran aspal normal dengan bahan pengganti abu bata dengan kadar 6% dapat dilihat pada grafik sebagai berikut:

a. Stabilitas (*Stability*)

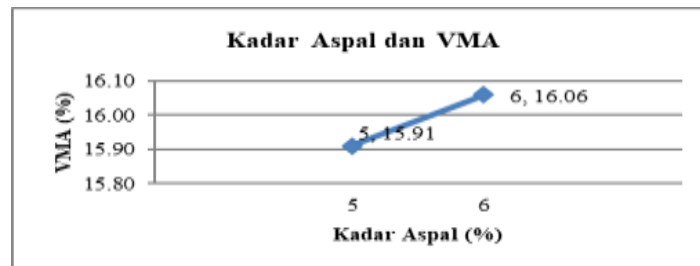
Nilai Stabilitas yang diperoleh pada aspal dengan menggunakan abu bata sebagai bahan pengganti filler dengan kadar 6%. Berikut grafik nilai stabilitas pada Gambar 1.

**Gambar 1** Grafik hubungan antara kadar aspal AC-BC dengan Stabilitas (kg) pada abu bata dengan kadar 6%. (Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Tahun 2023)

Nilai stabilitas pada kadar abu bata 6% dengan kadar aspal 5% sebesar 1118,02 kg, kadar aspal 6% sebesar 1122,54 kg, maka memenuhi spesifikasi minimal 800 kg.

b. Rongga antara mineral agregat (Void In Mineral Agreggate, VMA)

VMA adalah rongga udara yang terdapat diantara mineral agregat termasuk ruang yang terisi aspal pada campuran beraspal yang sudah dipadatkan termasuk ruang yang terisi aspal. Nilai VMA yang diperoleh pada aspal dengan menggunakan abu bata sebagai bahan pengganti filler dengan kadar 6%, dimana pada setiap penambahan kadarnya mengalami peningkatan pada kadar aspal 5% ke kadar aspal 6% sebesar 0,15%. Berikut grafik nilai stabilitas pada Gambar 2.

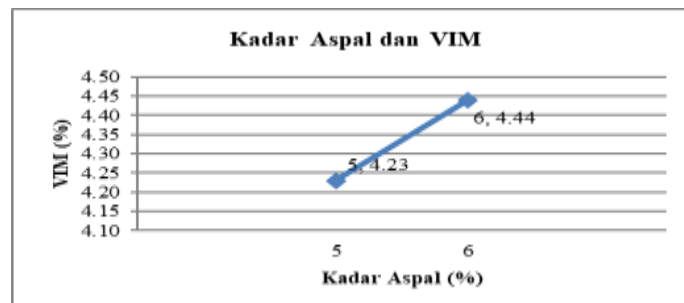


Gambar 2 Grafik hubungan antara kadar aspal AC-BC dengan VMA (%) pada abu bata dengan kadar 6%. (Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Tahun 2023)

Nilai VMA pada kadar abu bata 6% dengan kadar aspal 5% sebesar 15,91%, kadar aspal 6% sebesar 16,06%, maka memenuhi spesifikasi minimal 15%

c. Rongga udara dalam campuran (Air Voids/Voids in Mix , VIM)

VIM adalah volume total udara yang berada di antara partikel agregat yang terselimuti aspal dalam suatu campuran yang telah dipadatkan, dan dinyatakan dalam persen volume bulk. Nilai VIM yang diperoleh pada aspal dengan menggunakan abu bata sebagai bahan pengganti filler dengan kadar 6%, dimana pada setiap penambahan kadarnya mengalami peningkatan pada kadar aspal 5% ke kadar aspal 6% sebesar 0,21%. Berikut grafik nilai stabilitas pada Gambar 3.

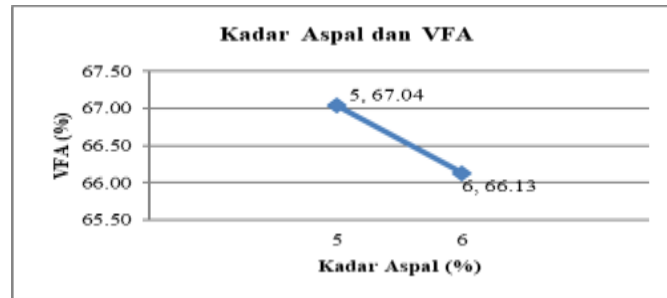


Gambar 3 Grafik hubungan antara kadar aspal AC-BC dengan VIM (%) pada abu bata dengan kadar 6%. (Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Tahun 2023)

Nilai VIM pada kadar abu bata 6% dengan kadar aspal 5% sebesar 4,23%, kadar aspal 6% sebesar 4,44%, maka memenuhi spesifikasi antara 3% – 5%.

d. Rongga terisi aspal (Void Filled with Asphalt, VFA)

Analisis Nilai VFA Void Filled With Asphalt (VFA) merupakan persentase rongga yang terisi aspal pada campuran setelah dipadatkan. Nilai VFA yang diperoleh pada aspal dengan menggunakan abu bata sebagai bahan pengganti filler dengan kadar 6%, dimana pada setiap penambahan kadarnya mengalami penurunan pada kadar aspal 5% ke kadar aspal 6% sebesar 0,91%. Berikut grafik nilai stabilitas pada Gambar 4.

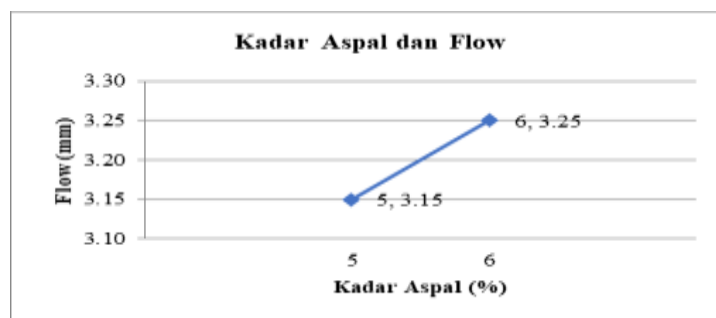


Gambar 4 Grafik hubungan antara kadar aspal AC-BC dengan VFA (%) pada abu bata dengan kadar 6%. (Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Tahun 2023)

Nilai VFA pada kadar abu bata 6% dengan kadar aspal 5% sebesar 67,04%, kadar aspal 6% sebesar 66,13%, maka memenuhi spesifikasi minimal 65%.

e. Kelelehan (Flow)

Flow atau kelelehan merupakan besarnya penurunan atau deformasi yang terjadi pada lapis aspal beton akibat menahan beban yang bekerja diatasnya. Nilai kelelehan (*Flow*) yang diperoleh pada aspal dengan menggunakan abu bata sebagai bahan pengganti filler dengan kadar 6%, dimana pada setiap penambahan kadarnya mengalami peningkatan. Pada kadar aspal 5% ke kadar aspal 6% mengalami peningkatan sebesar 0,1 mm. Berikut grafik nilai stabilitas pada Gambar 5.



Gambar 5 Grafik hubungan antara kadar aspal AC-BC dengan *Flow* (mm) pada abu bata dengan kadar 6%. (Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Tahun 2023)

Nilai *Flow* pada kadar abu bata 6% dengan kadar aspal 5% sebesar 3,15 mm, kadar aspal 6% sebesar 3,25 mm, maka memenuhi spesifikasi 2 mm – 4 mm. Dengan bertambahnya kadar abu bata nilai *Flow* akan semakin tinggi.

f. Hasil bagi Marshall (Marshall Quotient, MQ)

Nilai MQ (*Marshall Quotient*) yang diperoleh pada aspal dengan menggunakan abu bata sebagai bahan pengganti filler dengan kadar 6%. Berikut grafik nilai stabilitas pada Gambar 6.



Gambar 6 Grafik hubungan antara kadar aspal AC-BC dengan MQ (*Marshall Quotient*) (Kg/mm) pada abu bata dengan kadar 6%. (Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Tahun 2023)

Nilai *Marshall Quotient* pada kadar abu bata 6% dengan kadar aspal 5% sebesar 272,69 Kg/mm, kadar aspal 6% sebesar 267,27 Kg/mm, maka memenuhi spesifikasi minimal 250 Kg/mm. Dengan bertambahnya kadar abu bata nilai *Marshall Quotient* akan semakin rendah

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian penggunaan abu bata pada campuran aspal AC-WC dan AC-BC terhadap pengujian karakteristik *Marshall* menggunakan kadar 5% dan 6% yang telah dilakukan di Laboratorium Jalan dan Aspal Universitas Muhammadiyah Parepare, maka dapat ditarik kesimpulan. Hasil pengujian *Marshall* pada aspal AC-WC dan AC-BC nilai stabilitas, VMA, VIM, *flow*, dan *marshall quotient* mengalami kenaikan, sedangkan nilai VFA mengalami penurunan setiap penambahan kadar abu bata. Namun, semua variasi kadar abu bata AC-WC dan AC-BC pada karakteristik *Marshall* memenuhi spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Nilai karakteristik yang telah diperoleh melalui pengujian marshall dengan hasil Kadar Aspal Optimum (KAO) yang diperoleh adalah 5,5%.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Wibowo., Yulis Widhiastuti & Antonius Andi Tjandra. (2022). Pemanfaatan Serbuk Bata Merah Untuk Campuran Aspal Beton Ac-Wc Terhadap Karakteristik Marshall. Universitas Bojonegoro. *Jurnal Teknik Sipil*. Vol.7 No.1.
- A. Kumalawati. MT. & Tri M. W. Sir., ST, M.Eng. (2013). Analisis Pengaruh Penggunaan Abu Batu Apung Sebagai Pengganti Filler Untuk Campuran Aspal. Yovinianus Mastaram. *Jurnal Teknik Sipil*. Vol. II No. 2.
- Alan Kurniawan & Farlin Rosyad. (2023). *Analisis Penggunaan Semen PCC Sebagai Filler Tambahan Pada Aspal AC-WC*. Diperoleh dari Diakses 27 Maret 2023).

- Anas Tahir. (2023). *Karakteristik Campuran Beton Aspal (Ac-Wc) Dengan Menggunakan Variasi Kadar Filler Abu Terbang Batu Bara. Diperoleh dari: Diakses 27 Maret 2023).*
- Andi Suaema. (2015). Sumbangan Industri Pedesaan Batu Merah Dalam Peningkatan Kualitas Hidup Rumah Tangga Di Desa Abbumpungeng Kecamatan Cina Kabupaten Bone. Pengajar pada prodi geografi STIKIP Kie Raha. *Jurnal Pendidikan Vol. 13 No.2.*
- Arief Prasetyo. (2020). Pengaruh Penambahan Bubuk Gypsum (Cornive Adhesive) Pada Aspal Penetrasi 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Laston AC-BC. *Jurnal Teknik Sipil.*
- B. H. Fuady., Zainuddin Muchtar., S. R. Hartini., Y. Alfarizi1 & Y. Atrasina. (2021). Penggunaan Limbah Batu Bata Dan Batu Bara Sebagai Campuran Asphalt Concrete – Wearing Course. Teknik Sipil. Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang.
- Budi Winarno., Ki Catur Budi., Sumargono., Agata Iwan Candra., Saiful Muslimin & Sudjati. (2020). Pengaruh Abu Batu Sebagai Filler Terhadap Kinerja Aspal Beton Ac-Wc Pada Test Marshall. Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Kadiri. *Jurnal CIVILLa Vol. 5 No. 2.*
- Hakas Prayuda, Endra Aji Setyawan & Fadillawaty Saleh3. (2018). Analisis Sifat Fisik Dan Mekanik Batu Bata Merah Di Yogyakarta. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil. Vol. 1 No. 2.*
- Jojeffrey Etter1., Ina Elvina & Robby. (2022). Penggunaan Abu Cangkang Karet sebagai Tambahan Filler pada Campuran Aspal Panas Jenis Hot Rolled Sheet. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Palangka Raya Indonesia. *Jurnal Serambi Vol.7 No. 4.*
- Jonizar., Nadia Khaira Ardi & Dian Hastari Agustina. (2015). Pengaruh Penggunaan Abu Batu Dan Semen Portland Sebagai Filler Tambahan Terhadap Sifat Campuran Asphalt Concrete - Binder Course (AC-BC). Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik. Universitas Riau Kepulauan. Batam. *Prosiding 2nd Andalas Civil Engineering National Conference.*
- Lilies Widojoko. (2016). Pengujian Pemadatan Campuran Beton Aspal. Bandar Lampung. *Jurnal Teknik Sipil UBL. Vol. 7 No. 2.*
- Michel Kasaf. (2022). Penggunaan Material Galian Dari Desa Kandang Mbelang, Lawe Bulan Untuk Pembuatan Aspal Beton Campuran Panas. Universitas Gunung Leuser. *Impression JTI, Vol. 1 No. 2.*
- Mohamad Purwoko Sidi., Bambang Wedyantadji., Mohammad Erfan. (2020). Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Dalam Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC). Jurusan Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang. *e-journal GELAGAR Vol. 2 No. 1.*
- Nikodemus Tandung., Rais Rachman & Alpius. (2021). Kadar Aspal Optimum Laston Lapis Aus Menggunakan Abu Jerami Sebagai Pengganti Filler. Program Studi Teknik Sipil. Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar. *Jurnal Teknik Sipil UKIPaulus-Makassar Volume 3 Issue*

- Satria Arung Bangun Samodera., Yosef Cahyo S.P., Ahmad Ridwan & Agata Iwan Candra. (2019). Penelitian Penambahan Serbuk Bata Merah Dan Pasir Brantas Pada Aspal Beton. Fakultas Teknik. Universitas Kadiri. *JURMATEKS. Vol.2 No.2.*
- Singgih Subagyo & Emanuel Yosef M. (2023). Pengendalian Mutu Pelaksanaan Aspal Beton (AC-BC). Program Studi Teknik Sipil Universitas Cokroaminoto Yogyakarta. *Jurnal Vol. V No.1.*
- Sri Handayani. (2018). Kualitas Batu Bata Merah Dengan Penambahan Serbuk Gergaji. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. *Jurnal Teknik Sipil & perencanaan. Vol. 12 No.1.*
- Suryanto & Nurokhman. (2022). Evaluasi Properti Marshall Terhadap Mutu Aspal Beton Lapangan Pada Runway Bandara Yogyakarta International Airport. Program Studi Teknik Sipil Universitas Cokroaminoto Yogyakarta. *Jurnal ucy Vol. 4 No. 1.*
- Tan Lie Ing & Yohanes Sebastian. (2020). Studi Penggunaan Pecahan Dinding Bangunan Pada Beton Aspal Lapis AUS. Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Maranatha. Bandung. Jawa Barat. *Jurnal Vol. 9 No. 2.*
- Yolanda Anggrainia., Alfian Malikb & Mardani Sebayangc. (2020). Analisa Kinerja Campuran AC-WC dengan Pemanfaatan Kombinasi Limbah Abu Bata dan Abu Serbuk Kayu Sebagai Filler. Jurusan Teknik Sipil Universitas Riau. Tampan. Pekanbaru. *Jurnal Sainstek Stt Pekanbaru Vol. 08 No. 02.*