

Kinerja *Marshall Immersion* pada Campuran *Asphalt Concrete Binder Course (Ac-Bc)* dengan Penambahan Limbah *Bottom Ash* Sebagai Substitusi Agregat Halus

Arief Lesmana¹, Aidil Abrar², Nuryasin Abdillah³

1 Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Dumai

2,3 Dosen Program Studi Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Dumai

Email : arieflesmana10401@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan bahan bakar padat berupa batubara sebagai sumber energi menghasilkan limbah *bottom ash* dan *fly ash*, yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk meneliti efek penggunaan *bottom ash* sebagai pengganti agregat halus terhadap stabilitas, kelelahan (*Flow*), rongga dalam campuran (VIM), rongga dalam mineral agregat (VMA), rongga terisi aspal (VFA) dan *Marshall Quotient* dari campuran aspal beton. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Sekolah Tinggi Teknologi Dumai, dengan penggunaan kadar aspal 6%, 8% dan 10% dengan masing-masing kadar mewakili 4 sampel benda uji. Dari penelitian ditemukan bahwa penggunaan limbah *bottom ash* sebagai pengganti agregat halus pada campuran aspal mempengaruhi nilai *Flow*, VIM, dan VFA yang tidak masuk kedalam spesifikasi yang telah di tentukan Bina Marga Revisi 3 tahun 2010. Penggunaan limbah *bottom ash* sebagai substitusi agregat halus dalam campuran aspal AC-BC tidak dapat di gunakan karena tingginya nilai VIM yang membuat aspal menjadi *bleeding* dan rendahnya nilai VFA yang mengakibatkan campuran aspal menjadi berongga atau berpori sehingga campuran aspal tidak kedap air dan mudah hancur.

Kata Kunci : spal (AC-BC), limbah *bottom ash*, karakteristik *marshall*

ABSTRACT

Asphalt is one of the materials used for road construction. To reduce the amount of need for asphalt, namely by minimizing the use of asphalt base materials, or by increasing the quality of asphalt in the mixture by adding additional ingredients in the mixture that can overcome the weaknesses of asphalt. Waste management, The use of solid fuels in the form of coal as an energy source produces bottom ash and fly ash waste, which can cause environmental pollution. This study aims to examine the effect of using bottom ash as a substitute for fine aggregate on stability, melting (flow), voids in the mixture (VIM), voids in mineral aggregate (VMA), voids filled with asphalt (VFA) and Marshall quotient of asphalt concrete mixtures. This research was conducted in the laboratory of the Dumai High School of Technology, using asphalt content of 6%, 8% and 10% with each grade representing 4 samples of test objects. From the research it was found that the use of bottom ash waste as a substitute for fine aggregate in asphalt mixtures affected the Flow, VIM, and VFA values which were not included in the specifications determined by the 2010 Revision 3 binamarga. The use of bottom ash waste as a substitute for fine aggregate in the AC-BC asphalt mixture cannot be used because the high VIM value makes the asphalt bleed and the low VFA value causes the

asphalt mixture to become hollow or porous so that the asphalt mixture is not airtight and easily destroyed.

Keywords: *asphalt (AC-BC), waste bottom ash, marshall characteristics*

Pendahuluan

Pekerjaan jalan adalah salah satu unsur konstruksi jalan yang sangat penting dalam rangka kecepatan transportasi darat sehingga bisa memberikan keamanan dan kenyamanan bagi penggunanya, sehingga sangat penting untuk membangun prasarana perhubungan darat, karena prasarana perhubungan darat memiliki peran yang sangat penting bagi pertumbuhan perekonomian, sosial budaya, pengembangan wilayah pariwisata, dan pertahanan keamanan untuk membantu pembangunan nasional sebagai mana yang tercantum dalam undang-undang no. 13 tahun 1980 dan didalam peraturan pemerintah no. 26 tahun 1985.

Lapisan perkerasan jalan dibagi menjadi dua berdasarkan bahan ikatnya yaitu lapisan perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan lapisan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Pada umumnya perkerasan lentur bagian lapisan perkerassannya terdiri dari tanah dasar (*subgrade*), lapisan pondasi bawah (*subbase course*), lapisan pondasi atas (*base course*) dan lapisan permukaan (*surface course*).

Bottom ash adalah bahan buangan yang berasal dari proses pembakaran batu bara pada pembangkit tenaga yang mempunyai ukuran partikel lebih besar dan lebih berat dari pada *fly ash*, sehingga *bottom ash* akan terjatuh pada dasar tungku pembakaran (*boiler*) dan terkumpul pada penampung debu (*ash hopper*) lalu dikeluarkan dari tungku dengan cara di semprotkan air untuk dibuang atau dipakai sebagai bahan tambahan pada perkerasan jalan.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen laboratorium, yaitu metode yang digunakan dengan melakukan pengujian di laboratorium untuk mendapatkan data. Kemudian melakukan pengolahan data untuk mengetahui pengaruh dari bahan tambah limbah *fly ash* terhadap karakteristik aspal dengan menggunakan pengujian *Marshall*.

Penelitian ini menggunakan persentase *fly ash* sebagai pengganti agregat halus sebesar 6%, 8%, dan 10% dengan masing masing 4 buah benda uji, maka total benda uji sebanyak 12 benda uji.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengujian Agregat Kasar dan Halus

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah split Tanjung Balai sementara agregat halus adalah Pasir Bangkinang. Sebelum digunakan, agregat harus diuji untuk memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Berikut adalah data hasil pengujian terhadap agregat kasar dan agregat halus dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1. Hasil pengujian agregat kasar dan agregat halus

No	Jenis Pengujian	Spesifikasi		Hasil Pengujian
		Min	Max	
1	Agregat Kasar			
a	Berat Jenis Curah <i>Bulk Specific Gravity</i>	2,5	-	2,61
b	Berat Jenis Kering Permukaan <i>Saturated Surface Dry</i>	-	-	2,62
c	Berat Jenis Semu <i>Apparent Specific Gravity</i>	-	-	2,65
d	Penyerapan <i>Absorption</i>	-	3 %	0,01
e	Keausan Agregat/Abrasi		40 %	7,9 %
2	Agregat Halus <i>Bottom Ash</i>			
a	Berat Jenis Curah <i>Bulk Specific Gravity</i>	2,5	-	2,82
b	Berat Jenis Kering Permukaan <i>Saturated Surface Dry</i>	-	-	3,03
c	Berat Jenis Semu <i>Apparent Specific Gravity</i>	-	-	3,56
d	Penyerapan <i>Absorption</i>	-	3%	7,3

Setelah dilakukan pengujian terhadap agregat kasar dan agregat halus (*bottom ash*) yang dimana hasilnya memenuhi spesifikasi Bina Marga maka agregat yang telah di uji dapat digunakan sebagai bahan campuran beraspal.

Hasil Pengujian *Marshall*

Pengujian *Marshall* dilakukan untuk mengetahui nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*), serta analisa kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk. Alat yang digunakan pada pengujian benda uji ini adalah *Digital Marshall Stability Testes STM-8* dapat diperoleh nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*). Tes *Marshall* juga digunakan untuk menentukan karakteristik *Marshall* seperti VIM, VMA, dan VFA.

Tabel 2. Data hasil pengujian *marshall bottom ash 6%*

No Sampel	VMA %	VIM %	VFA %	Stabilitas kN	Konversi kN ke Kg	Hasil Kg	Flow mm	MQ Kg/m ³
1	39	36,25	7,04	15,23	101,97	1.553	4,12	377
2	36,46	33,59	7,87	22,29	101,97	2.273	4,12	549
3	36,43	33,56	7,88	22	101,97	2.289	4,24	540
4	38,23	35,44	7,3	21	101,97	2.153	4,01	537

Sumber : hasil penelitian

Tabel 3. Data hasil pengujian *marshall bottom ash 8%*

No Sampel	VMA %	VIM %	VFA %	Stabilitas kN	Konversi kN ke Kg	Hasil Kg	Flow mm	MQ Kg/mm
1	38,03	31,46	17,28	33,21	101,97	3.386	4,23	801
2	34,12	27,13	20,48	38,05	101,97	3.880	2,52	1.540
3	38,42	31,89	17	36,3	101,97	3.702	3,79	977
4	36,32	29,56	18,6	27,77	101,97	2.832	3,50	809

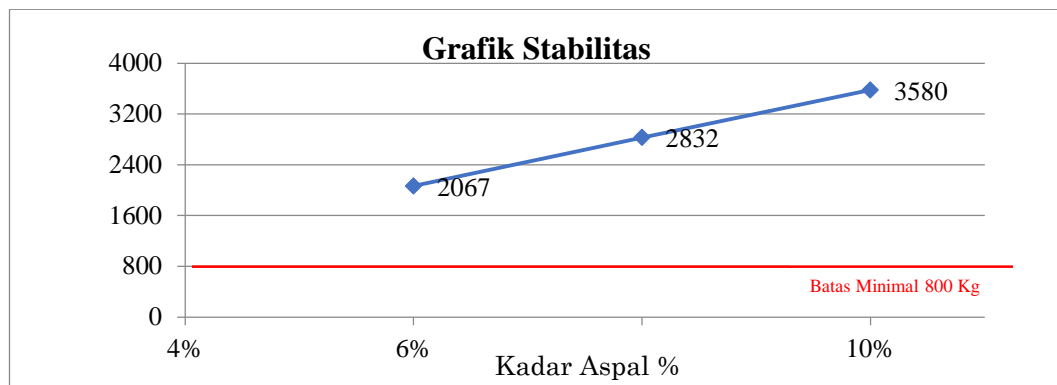
Sumber : hasil penelitian

Tabel 4. Data hasil pengujian *marshall bottom ash 10%*

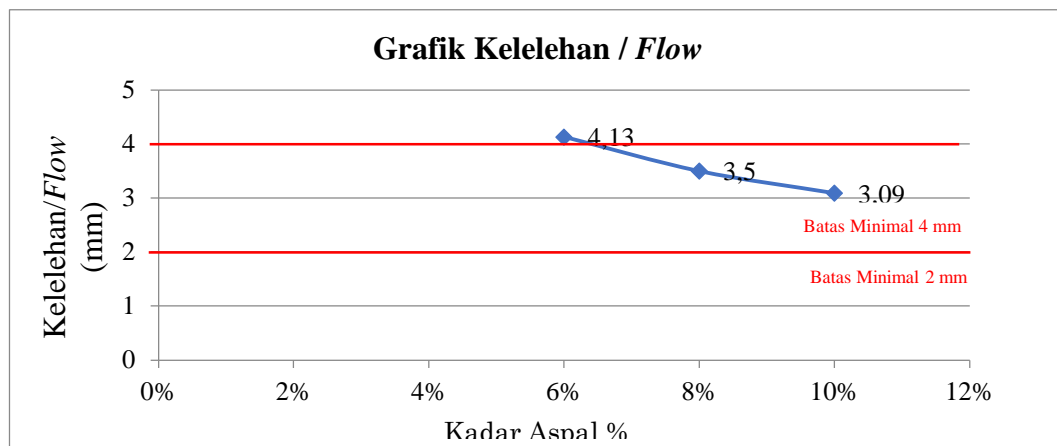
No Sampel	VMA %	VIM %	VFA %	Stabilitas kN	Konversi kN ke Kg	Hasil Kg	Flow mm	MQ Kg/mm
1	34,49	23,26	32,37	49,97	101,97	5.095	2,82	1.807
2	36,75	26,02	29,19	34,71	101,97	3.539	2,64	1.341
3	37,52	26,92	28,25	25,90	101,97	2.641	4,19	630
4	40,66	30,59	24,76	29,85	101,97	3.044	2,69	1.132

Sumber : hasil penelitian

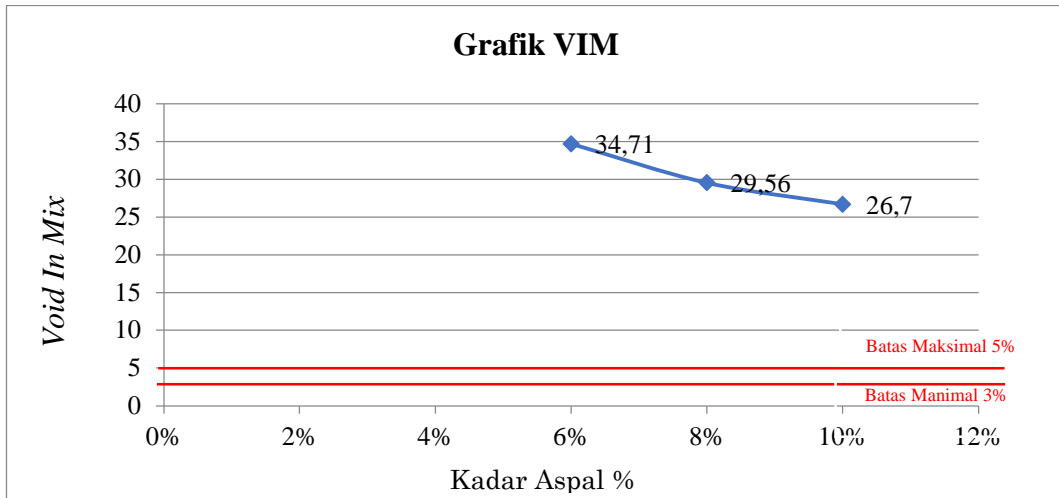
Adapun grafik hasil pengujian stabilitas, pengujian kelelehan/*flow*, pengujian VIM, pengujian VMA, pengujian VFA, dan pengujian MQ dapat dilihat pada Gambar 1 sampai Gambar 6 berikut ini :



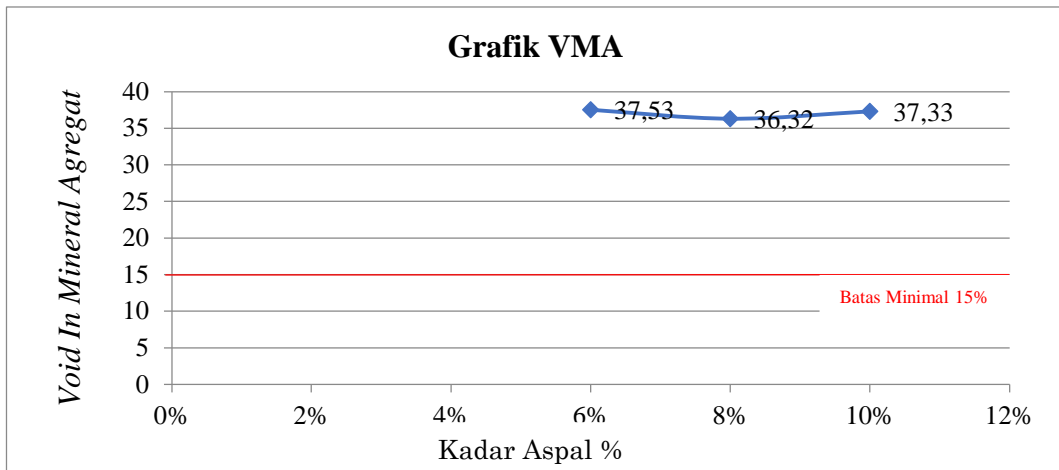
Gambar 1. Grafik stabilitas



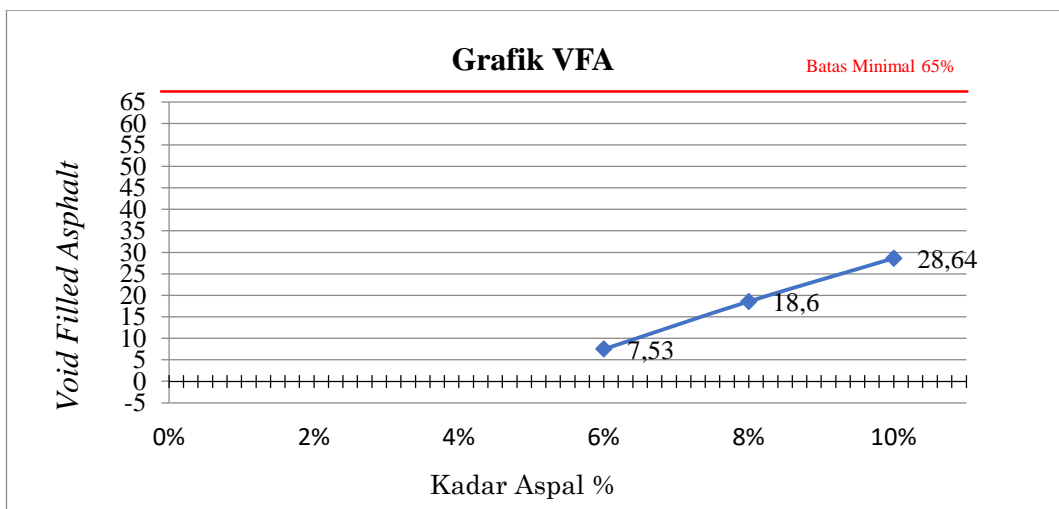
Gambar 2. Grafik *flow* (kelelehan)



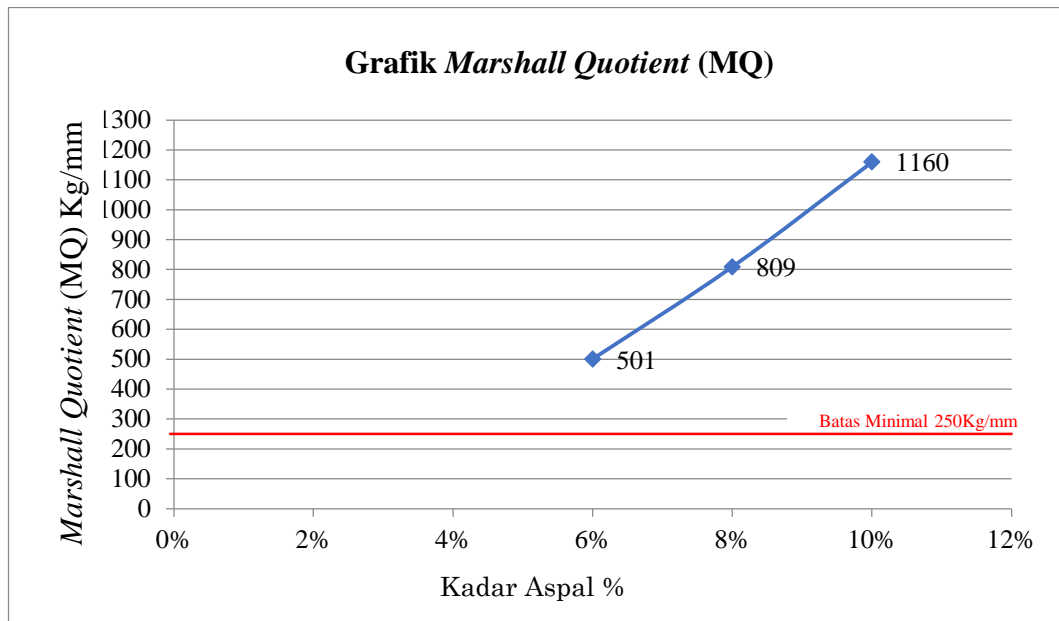
Gambar 3. Grafik VIM



Gambar 4. Grafik VMA



Gambar 5. Grafik VFA



Gambar 6. Grafik Marshall Quotient (MQ)

Dari Penelitian didapatkan nilai :

1. Nilai VFA :
 - a) Kadar aspal 6% = 7,53 %
 - b) Kadar aspal 8% = 18,6 %
 - c) Kadar aspal 10% = 28,64%
2. Nilai VIM :
 - a) Kadar aspal 6% = 34,71 %
 - b) Kadar aspal 8% = 29,56 %
 - c) Kadar aspal 10% = 26,70 %
3. Nilai MQ :
 - a) Kadar aspal 6% = 501 Kg/mm
 - b) Kadar aspal 8% = 809 Kg/mm
 - c) Kadar aspal 10% = 1160 Kg/mm

Simpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan terhadap campuran aspal lapis AC - BC menggunakan limbah *bottom ash* sebagai bahan pengganti agregat halus, maka penulis mengambil kesimpulan. Dari standarisasi Bina Marga Revisi 3 Tahun 2010, batas minimal nilai VFA yaitu 65%, batas nilai VIM yaitu 3% sampai dengan 5% , dan batasan nilai MQ 250 Kg/mm. Dapat dilihat nilai VIM dan VFA tidak memenuhi nilai spesifikasi Bina Marga Revisi 3 Tahun 2010, sedangkan nilai MQ memenuhi nilai yang telah di isyaratkan. Namun penggunaan limbah *bottom ash* sebagai substitusi agregat halus dalam campuran aspal AC-BC tidak dapat di gunakan karena tingginya nilai VIM yang membuat aspal menjadi *bleeding* dan rendahnya nilai VFA yang mengakibatkan campuran aspal menjadi berongga atau berpori sehingga campuran aspal tidak kedap air dan mudah hancur.

Daftar Pustaka

- AC-WC, C. C. D. A. N. (2020). *Dibuat untuk memenuhi satu syarat untuk Menyusun Skripsi pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bina Darma*.
- Anshar, N., Saleh, S. M., & Fisaini, J. (2023). *Karakteristik Campuran Aspal Beton Menggunakan Coal Bottom Ash dengan Persentase 0 %, 5 %, dan 10 % Sebagai Substitusi Agregat Halu s. 5*(April), 85–91.
- Candro Purba, L., & Permana, W. E. (n.d.). Analisis Karakteristik Aspal Dengan Pencampuran Limbah Botol Plastik Pada Aspal Ac-Bc Dengan Metode Marshall. *Sigma Teknika*, 3(2), 208–214.
- Dwi, E., Bancin, L., Lubis, K., Mahda, N., Kunci, K., Filler, :, Merah, T., & Aspal, M. (n.d.). Pengaruh Penggunaan Tanah Merah Sebagai Filler Pada Campuran Aspal Ac-Bc Terhadap Nilai Marshall Effect Of Red Soil As A Filler In Asphalt Ac-Bc Mixture On Marshall Values. *Jcebt*, 5(1), 2021. <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jcebt>
- Gunawan. (2022). Pengaruh Aspal Campuran Limbah Ban Karet. *SLUMP TeS: Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 10–20. <https://ejurnal.sttdumai.ac.id/index.php/slump/tes/article/view/280>
- Haris Santoso, T., Basir, M., & Hendra Hermawan, O. (2021). Pemanfaatan Limbah Bottom Ash sebagai Bahan Campuran Agregat Halus dengan Penambahan Tetes Tebu pada Pembuatan Beton Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton. *Agustus*, 1(2), 45–53.
- Hasanuddin, U., Nawir, D., Tarakan, U. B., Bakri, M. D., Tarakan, U. B., Syarif, I. A., & Tarakan, U. B. (2017). *Analisa Karakteristik Campuran Aspal Beton Ac-Wc Dengan Menggunakan Variasi Kadar*. November, 4–5.
- Mahasiswa, N. (n.d.). *Pemanfaatan Bottom Ash Dan Abu Batu Sebagai Campuran Lapis Aspal Beton AC-WC*. 1624.
- Mukhlis, M., Lusyana, L., Suardi, E., & Adibroto, F. (2018). Kinerja Marshall Immersion pada Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) dengan Penambahan Cangkang Sawit sebagai Substitusi Agregat Halus. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 15(2), 99–105. <https://doi.org/10.30630/jirs.15.2.130>
- Pendahuluan, I. (2017). *Karakteristik Laston Wearing Course Menggunakan Limbah Katalis Desulfurizer Dan Bottom Ash PT. Pusri Sebagai Filler*. September, 978–979.
- Penggunaan, N. O., & Bara, B. (1946). *Abstrak indonesia*. 787–788.
- Penggunaan, P., Ash, B., Santoso, I., Roy, S. K., Fakultas, D., Sipil, T., Sipil, J. T., Petra, U. K., Fakultas, A., Sipil, T., Sipil, J. T., Petra, U. K., & Ash, B. (n.d.). *Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton*.
- Pratama, F. Y., Abrar, A., & Putra, S. A. (2023). *Pengaruh Penggunaan Pasir Pantai Ketapang Sebagai Agregat Halus dengan Penambahan Filler Semen Pada Campuran Aspal Terhadap Karakteristik*. 1(2), 59–68.
- Pratama, M. D. (n.d.). *Pengaruh Variasi Campuran Antara Bottom Ash Dan Fly Ash Sebagai Filler Terhadap Karakteristik Marshall Aspal Beton Lapis*. 254–260.
- Putra, A. R., Abrar, A., & Abdillah, N. (2023). Pengaruh Campuran Aspal dengan

Bahan Tambah Lateks Cair 60% dan Filler Serbuk Kaca Terhadap Karakteristik Marshall. *SLUMP TeS: Jurnal Teknik ...*, 1(2), 69–80. <https://ejurnal.sttdumai.ac.id/index.php/slumptes/article/view/395%0Ahttps://ejurnal.sttdumai.ac.id/index.php/slumptes/article/download/395/304>

Razak, B. A., & Erdiansa, A. (2016). Karakteristik Campuran AC-WC dengan Penambahan Limbah Plastik Low Density Polyethylene (LDPE). *INTEK: Jurnal Penelitian*, 3(1), 8. <https://doi.org/10.31963/intek.v3i1.9>

Septriansyah, V., & Umari, Z. F. (2022). Analisa Campuran Bottom Ash Sebagai Bahan Campuran Agregat Halus Dalam Pembuatan Beton Ringan. *Bearing: Jurnal Penelitian Dan Kajian Teknik Sipil*, 7(4), 190. <https://doi.org/10.32502/jbearing.v7i4.5494>

Sugeha, A. L. R., Eti, sulandari, & Rudi, S. S. (2018). Pemanfaatan Limbah Abu Batu Bara Sebagai Filler Pada Campuran Laston. *Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 5 (3), 1–11. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/JMHMS/article/view/29406>