

POTENSI ABU KERTAS FOOD GRADE SEBAGAI ALTERNATIF FILLER CAMPURAN ASPAL PANAS PENGUJIAN FISIK DAN KIMIA

Amar Ardiansyah¹, Aditiya Rizkiardi², *Nurani Hartatik³, Yudi D Prasetyo⁴, I Gede Agus Punarta⁵

^{1,2,3}Fakultas Teknik, Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

^{4,5}Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Timur – Bali, Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia

Email : nuranihartatik@untag-sby.ac.id

ABSTRACT

Population growth and industrial activities in Indonesia significantly increase the production of solid waste every year. One of the large amounts of waste that has not been optimally utilized is paper waste, including food grade paper waste. Handling food grade paper waste is an environmental challenge that requires innovative solutions. This research examines the potential of food grade paper ash as an alternative filler in hot mix asphalt through physical and chemical analysis. Food grade paper waste from industries in East Java was burned to ash and tested to meet the technical requirements of asphalt filler. Physical testing included particle size analysis with a No. 200 sieve and specific gravity measurement, while chemical testing used the X-Ray Fluorescence (XRF) method to determine the composition of the main compounds. The test results showed that 85.43% of the ash particles passed the No. 200 sieve, exceeding the minimum limit of 75% according to the 2018 Bina Marga General Specifications. The specific gravity of paper ash was 2.640 gr/cm³, in accordance with the SNI 1970-2008 standard which requires a minimum of 2.5 gr/cm³. The chemical composition of ash is dominated by calcium oxide (CaO) at 71.52%, silica (SiO₂) 11.6%, and aluminum oxide (Al₂O₃) 7.3%, which play a role in increasing the adhesion and stability of asphalt mixtures. With these characteristics, food grade paper ash is suitable to be used as a filler to replace conventional materials in hot asphalt mixtures. The utilization of food grade paper ash not only meets the technical aspects, but also contributes to the reduction of industrial waste and provides an environmentally friendly solution in road construction.

Keyword: Food grade paper ash, Filler material, waste utilization, Hot mix asphalt

ABSTRAK

Pertumbuhan jumlah penduduk dan aktivitas industri di Indonesia secara signifikan meningkatkan produksi limbah padat setiap tahunnya. Salah satu limbah yang jumlahnya besar namun belum dimanfaatkan optimal adalah limbah kertas, termasuk limbah kertas *food grade*. Penanganan limbah kertas *food grade* menjadi tantangan lingkungan yang membutuhkan solusi inovatif. Penelitian ini mengkaji potensi abu kertas *food grade* sebagai *filler* alternatif dalam campuran aspal panas melalui analisis fisik dan kimia. Limbah kertas *food grade* yang berasal dari industri di Jawa Timur dibakar hingga menjadi abu dan diuji untuk memenuhi persyaratan teknis *filler* aspal. Pengujian fisik meliputi analisa ukuran partikel dengan saringan No. 200 dan pengukuran berat jenis, sementara pengujian kimia menggunakan metode *X-Ray Fluorescence* (XRF) untuk mengetahui komposisi senyawa utama. Hasil pengujian menunjukkan bahwa 85,43% partikel abu lolos saringan No. 200, melebihi batas minimal 75% sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Berat jenis abu kertas adalah 2,640 gr/cm³, sesuai standar SNI 1970-2008 yang mensyaratkan minimal 2,5 gr/cm³. Komposisi kimia abu didominasi oleh kalsium oksida (CaO) sebesar 71,52%, silika (SiO₂) 11,6%, dan aluminium oksida (Al₂O₃) 7,3%, yang berperan dalam meningkatkan daya rekat dan stabilitas campuran aspal. Dengan karakteristik tersebut, abu kertas *food grade* layak digunakan sebagai *filler* pengganti material konvensional pada campuran aspal panas. Pemanfaatan abu kertas *food grade* tidak hanya memenuhi aspek teknis, tetapi juga berkontribusi pada pengurangan limbah industri dan memberikan solusi ramah lingkungan dalam konstruksi jalan.

Kata kunci: Abu kertas *food grade*, Material *filler*, Pemanfaatan limbah, Campuran aspal panas

1. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk dan aktivitas industri di Indonesia menyebabkan produksi limbah terus bertambah. Jika tidak dikelola dengan baik, limbah dapat mencemari lingkungan dan mengganggu kesehatan [1]. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup (2022), dari 36 juta ton limbah tahunan, hanya 49,12% yang terkelola. Mayoritas limbah berasal dari rumah tangga, sekolah, dan kantor, terdiri dari limbah organik dan anorganik seperti plastik, kaca, logam, dan terutama kertas [2]. Secara global, limbah kertas mencapai 200 juta ton per tahun, termasuk kertas *food grade* [3].

Untuk mengatasi permasalahan ini, penelitian mulai mengembangkan pemanfaatan limbah kertas *food grade* sebagai bahan alternatif dalam konstruksi jalan. Salah satu pendekatan potensial adalah pemanfaatannya sebagai *filler* dalam campuran aspal panas. Di Indonesia, sistem perkerasan jalan banyak menggunakan perkerasan lentur yang berbasis aspal [4]. Campuran aspal panas sendiri terdiri atas aspal, agregat, dan *filler*, yang berperan penting dalam meningkatkan kepadatan, stabilitas, serta ketahanan campuran terhadap beban dan cuaca [5]. *Filler* berperan penting dalam mengisi celah antar agregat untuk menambah kepadatan dan stabilitas campuran, menghasilkan permukaan jalan yang lebih halus, stabil, dan tahan lama [6].

Berdasarkan Spesifikasi Bina Marga 2018 (rev.2), *filler* yang digunakan sebaiknya berupa material halus seperti debu batu kapur, dengan minimal 75% lolos saringan No. 200 dan bebas dari gumpalan [8]. Namun, penggunaan *filler* konvensional seperti semen Portland, *fly ash*, atau batu kapur menghadapi tantangan dari sisi ketersediaan dan dampak lingkungan. Sebagai alternatif, penelitian ini memanfaatkan potensi abu kertas *food grade* sebagai material *filler* dalam campuran aspal panas. Limbah kertas ini berasal dari salah satu pabrik industri di Jawa Timur, yang setiap tahun menghasilkan potongan kertas (aval) dalam jumlah besar, namun belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah tersebut dibakar dalam kondisi kering dan bersih hingga menjadi abu. Abu yang dihasilkan kemudian diuji untuk memenuhi persyaratan lolos saringan No. 200 minimal sebesar 75% (0,075 mm) agar layak digunakan dalam campuran aspal panas.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Aspal

Aspal atau yang dikenal sebagai bitumen, adalah zat lengket berwarna gelap atau hitam, yang berbentuk padat atau semi-padat. Sebagai bahan pengikat dalam campuran aspal untuk lapisan perkerasan jalan, aspal berfungsi mengikat material lainnya. Aspal dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan asalnya yaitu aspal alami/ aspal batu dan aspal minyak bumi [9]

Fungsi Aspal

1. Bahan Pengikat: Aspal mengikat agregat secara kuat, membentuk perkerasan kokoh dan tahan beban.
2. Bahan Pengisi: Aspal mengisi rongga antar agregat, meningkatkan kepadatan dan mencegah kerusakan akibat air dan udara.
3. Pengikat Antar lapisan: Aspal merekatkan lapisan lama dan baru, menciptakan jalan yang lebih kuat dan tahan lama

Bahan Campuran Aspal Panas

Lapisan Asphalt Concrete (AC) atau aspal beton campuran panas terdiri dari agregat kasar, agregat halus, aspal, dan filler dalam proporsi tertentu. Terdapat tiga jenis lapisan beton aspal, yaitu: [9]

1. AC-WC (Wearing Course): Lapisan permukaan dengan agregat 19 mm dan ketebalan 4 cm, berfungsi sebagai lapisan aus.
2. AC-BC (Binder Course): Terletak di antara AC-BASE dan AC-WC, dengan agregat maksimum 25,4 mm dan ketebalan minimal 5 cm, berfungsi mengikat agregat dan aspal.
3. AC-BASE (Base Course): Lapisan pondasi dengan agregat maksimum 37,5 mm dan ketebalan minimal 6 cm.

Bahan Pengisi Filler

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020 [7], Spesifikasi bahan pengisi *filler* adalah sebagai berikut:

- Agregat *filler* harus dalam kondisi kering, bebas gumpalan, dan memenuhi syarat ayakan SNI ASTM C136:2012, dengan minimal 75% lolos saringan No. 200 (75 mikron).
- Bahan pengisi yang digunakan dapat berupa debu batu kapur, debu kapur padam, debu kapur magnesium, atau dolomit yang sesuai dengan standar AASHTO M303-89(2014), serta semen atau abu terbang tipe C dan F yang sumbernya disetujui oleh pengawas pekerjaan. Penggunaan semen hanya diperbolehkan pada campuran beraspal panas yang menggunakan aspal keras Pen. 60/70 sebagai bahan pengikat.
- Bahan pengisi yang ditambahkan, untuk semen, harus berkisar antara 1% hingga 2% dari berat total, sementara bahan pengisi lainnya 1% hingga 3%, kecuali pada campuran SMA yang tidak memperbolehkan semen.

Limbah Abu Kertas Food Grade

Limbah kertas *food grade* dihasilkan dari proses industri seperti kemasan, percetakan, dan pelapisan anti-air, dan menjadi tantangan karena sulit terurai secara alami. Penelitian ini memanfaatkan limbah tersebut berupa potongan kertas *food grade* dari pabrik di Jawa Timur sebagai filler dalam campuran aspal AC-WC, yang merupakan lapisan permukaan jalan dengan tuntutan kualitas tinggi. Pengolahan limbah kertas *food grade* meliputi proses pembakaran untuk menghasilkan abu yang digunakan sebagai filler. Sebelum dibakar, limbah harus dalam keadaan kering dan bebas dari material seperti logam atau bahan lain yang dapat mengganggu proses pembakaran. Limbah abu kertas *food grade* Sebagian besar memiliki silika (SiO_2) dan alumina (Al_2O_3), yang berperan dalam memperkuat ikatan dan stabilitas campuran aspal. Pengujian *Filler* menggunakan limbah kertas *food grade* adalah sebagai berikut :

1. Analisa Saringan

Analisis saringan adalah metode pengujian yang digunakan untuk menentukan distribusi ukuran butir suatu material berdasarkan susunan saringan tertentu. Dalam filler, pengujian ini mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga (Revisi 2) tahun 2018, yang mensyaratkan bahwa minimal 75% dari massa material harus lolos saringan No. 200. Persentase butiran yang tertahan pada masing-masing saringan dapat dihitung dengan rumus:

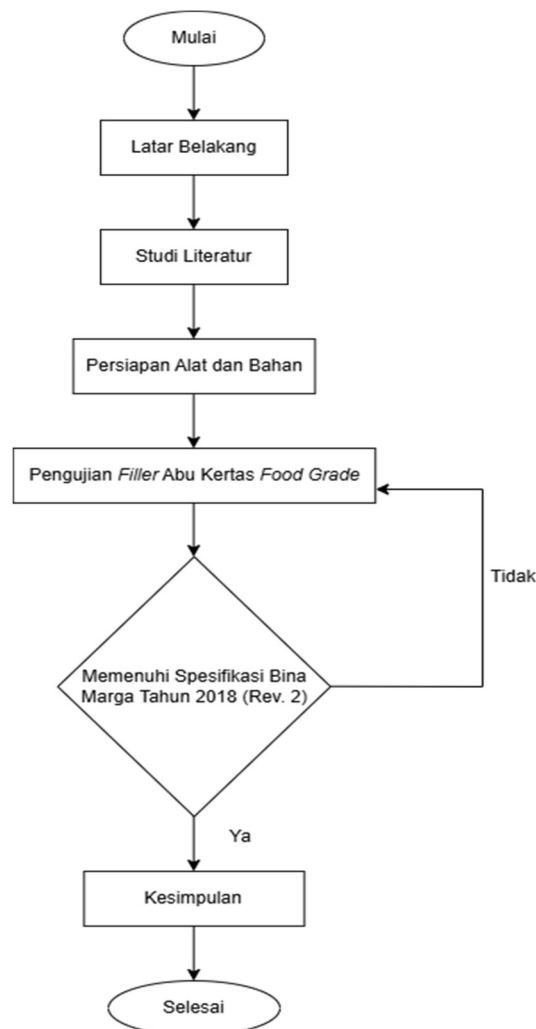
- Persen tertahan =
$$\frac{\text{Kumulatif massa tertahan saringan}}{\text{Massa semula}} \times 100$$
- Persen lolos =
$$100\% - \text{Kumulatif \% tertahan}$$

2. Berat Jenis

Berat jenis merupakan perbandingan antara berat suatu material dengan berat air yang memiliki volume yang sama, yang diukur pada suhu yang telah ditentukan. Nilai berat jenis ini digunakan sebagai salah satu parameter untuk menggambarkan kerapatan atau kepadatan suatu zat, yang sangat penting untuk menilai sifat fisik material tersebut. Berat jenis fiiler akan dihitung menggunakan rumus :

$$= \frac{(C-A)}{(B-A)-(D-C)}$$

3. METODE PENELITIAN



Gambar 6. Diagram Alir (Flowchart)

Persiapan Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Satu set alat saringan
2. Piknometer
3. Oven
4. Nampan
5. Limbah abu kertas *food grade* sebagai *filler*
6. Timbangan dengan ketelitian hingga 0,1 gram
7. Air

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian abu kertas *food grade* (Kertas Minyak) dilakukan dengan mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (Rev.2).

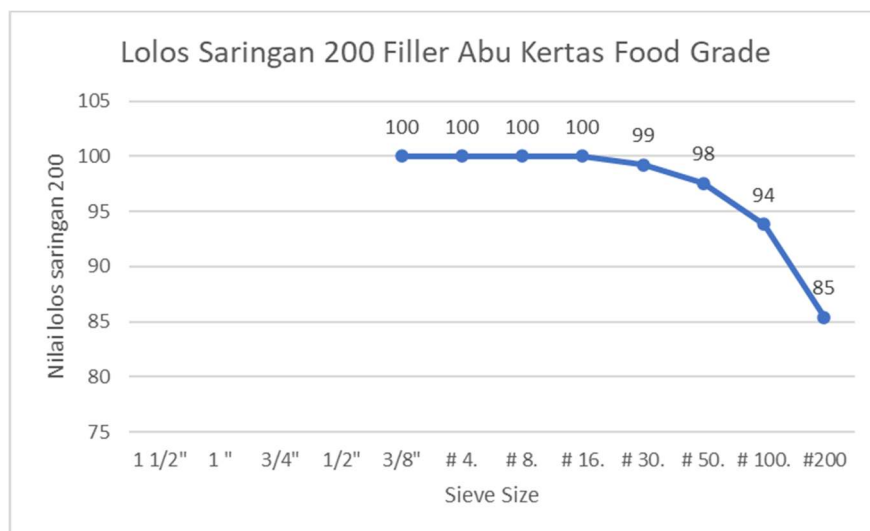
Pengujian Analisa Saringan

Pengujian analisis saringan dilakukan untuk mengetahui distribusi ukuran partikel pada setiap saringan berdasarkan urutan yang telah ditetapkan, serta untuk menilai apakah limbah abu *food grade* (Kertas Minyak) dapat digunakan sebagai material *filler*. Urutan saringan yang digunakan dimulai dari saringan No.4 hingga No.200. Syarat kelulusan pada saringan No.200 adalah minimal 75% dari massa awal harus lolos. Berikut ini disajikan hasil pengujian analisis saringan terhadap *filler* dari abu *food grade* (Kertas Minyak):

Tabel 2. Analisa Saringan Limbah Abu Kertas *Food Grade*

FILLER ABU KERTAS FOOD GRADE (Berat Sampel Minimal 300 gram)														
500 gram					500,2 gram					500,4 gram				
Massa Total :	Komulatif				Massa Total :	Komulatif				Massa Total :	Komulatif			
Sieve	Massa	Jumlah	%	% Lolos	Sieve	Massa	Jumlah	%	% Lolos	Sieve	Massa	Jumlah	%	% Lolos
Size	Tertahan	Tertahan	Tertahan	Komulatif	Size	Tertahan	Tertahan	Komulatif	Komulatif	Size	Tertahan	Tertahan	Tertahan	Komulatif
1 ½"					1 ½"					1 ½"				
1"					1"					1"				
¾"					¾"					¾"				
½"					½"					½"				
3/8"				100	3/8"				100	3/8"				100
#4	0	0	0	100	#4	0	0	0	100	#4	0	0	0	100
#8	0	0	0	100	#8	0	0	0	100	#8	0	0	0	100
#16	0	0	0	100	#16	0	0	0	100	#16	0	0	0	100
#30	3,5	3,5	0,7	99,30	#30	4,2	4,2	0,8	99,16	#30	3,8	3,8	0,8	99,24
#50	8	11,5	2,3	97,70	#50	7,6	11,8	2,4	97,64	#50	9,4	13,2	2,6	97,36
#100	18,8	30,3	6,06	93,94	#100	19,8	31,6	6,3	93,68	#100	17,5	30,7	6,1	93,86
#200	43,4	73,7	14,74	85,26	#200	41,8	73,4	14,7	85,33	#200	40,9	71,6	14,3	85,69
PAN	425,5	499,2	99,84	0,16	PAN	426,2	499,6	99,88	0,12	PAN	428,3	499,9	99,9	0,10

(Sumber: Hasil Uji Laboratorium, 2025)



(Sumber: Hasil Uji Laboratorium, 2025)

Gambar 2. Analisa Lolos Saringan 200 Filler Abu Kertas *Food Grade*

Hasil uji saringan pada abu kertas *food grade* (kertas minyak) menunjukkan bahwa sebesar 85,43% material lolos saringan No.200. Persentase ini telah memenuhi syarat dari Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (Revisi 2), yang mengharuskan minimal 75% material lolos saringan tersebut.

Berat Jenis

Berat jenis merupakan hasil bagi antara berat dari satuan volume agregat terhadap agregat air dengan volume yang sama pada temperature yang ditentukan.

Tabel 3. Pengujian berat Jenis Filler

Nomor Contoh		Pic. 1	Pic. 2	Pic. 3
Massa piknometer + contoh	W2	54,7	55,8	56
Massa piknometer	W1	41,6	42,8	42,8
Massa filler	$Wt = W2 - W1$	13,1	13	13,2
Massa piknometer + Air + Filler	W3	149,8	150,4	150,5
Massa piknometer + Air	W4	141,9	142,2	142,2
	$W5 = W2 - W1 + W4$	155	155,2	155,4
Isi Filler	$W5 - W3$	5,2	4,8	4,9
Berat Jenis	$Wt/W5 - W3$	2,519	2,708	2,694
Rata-Rata			2,640	

(Sumber: Hasil Uji Laboratorium, 2025)

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis filler abu kertas *food grade* (kertas minyak) didapatkan nilai rata-rata dari ketiga sampel yaitu 2,640 gr/cm³. Persyaratan yang diterapkan mengacu pada SNI 1970-2008, yang menetapkan nilai minimal 2,5 gr/cm³. Hasil yang diperoleh telah memenuhi spesifikasi yang ditetapkan dalam SNI 1970-2008 terkait berat jenis semen yang umumnya digunakan sebagai *filler*.

Pengujian Senyawa Kimia

Pengujian senyawa kimia pada filler abu kertas *food grade* (Kertas Minyak) dilakukan untuk mengetahui kandungan unsur kimia yang berperan penting dalam meningkatkan stabilitas dan daya rekat campuran aspal, serta memastikan tidak adanya senyawa yang dapat mengganggu kinerja material jalan. Hasil dari pengujian senyawa kimia abu kertas *food grade* (Kertas Minyak) menggunakan XRF (*X-Ray Fluorescence*).

Tabel 4. Kandungan Senyawa Kimia pada Abu Food Grade (Kertas Minyak)

No.	Komposisi Abu Kertas Minyak	Jumlah (%)
1.	SiO ₂	11,6
2.	Al ₂ O ₃	7,3
3.	CaO	71,52
4.	Fe ₂ O ₃	4,17
5.	V ₂ O ₅	0,03
6.	K O ₂	0,08
7.	MnO	0,069
8.	Cr ₂ O ₃	0,060
9.	TiO ₂	1,91
10.	CuO	0,12
11.	ZnO	0,11
12.	SO ₃	0,4
13.	SrO	0,18
14.	MoO ₃	0,5
15.	In ₂ O ₃	1,4
16.	Yb ₂ O ₃	0,28
17.	Re ₂ O ₇	0,1

(Sumber : Hasil Pengujian XRF oleh peneliti, 2024)

Hasil pengujian menyatakan bahwa senyawa kimia dalam abu *food grade* (Kertas Minyak), seperti kalsium oksida CaO (71,52%) sebagai komponen utama, silika SiO₂ (11,6%), dan alumina Al₂O₃ (7,3%). Kandungan ini mirip dengan *filler* konvensional debu kapur, sehingga menunjukkan potensi abu kertas sebagai *filler* alternatif. Kehadiran unsur-unsur lain dalam jumlah kecil dapat memberikan sifat tambahan yang memperkuat daya ikat dan meningkatkan stabilitas campuran aspal.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik *Filler* Abu Kertas *Food Grade*

Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik <i>Filler</i> Abu Kertas <i>Food Grade</i>					
No.	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Metode Pengujian	Syarat Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (Rev.2)	Keterangan
1	Analisa Saringan Filler	85,43 %	SNI ASTM C136:2012	Lolos ayakan 200 < 75%	Memenuhi
2	Berat Jenis Filler	2,640 gr/cm ³	SNI 1970:2016	< 2,5 gr/cm ³	Memenuhi

(Sumber: Hasil Uji Laboratorium, 2025)

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian fisik dan kimia yang dilakukan, abu kertas *food grade* menunjukkan potensi yang sangat baik sebagai *filler* alternatif dalam campuran aspal panas. Uji saringan partikel mengungkapkan bahwa sebanyak 85,43% partikel abu berhasil lolos saringan No. 200, angka ini melebihi batas minimal 75% yang telah ditetapkan dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, sehingga memenuhi persyaratan gradasi *filler*. Selain itu, nilai berat jenis *filler* sebesar 2,640 gr/cm³ juga sesuai dengan standar SNI 1970-2008 tentang berat jenis *filler* minimal 2,5 gr/cm³, yang menandakan kestabilan dimensi dan kualitas material. Dari hasil uji kimia, ditemukan bahwa abu kertas *food grade* didominasi oleh senyawa kalsium oksida CaO (71,52%), silika SiO₂ (11,6%), dan aluminium oksida Al₂O₃ (7,3%), yang memiliki peran penting dalam meningkatkan daya ikat antar partikel serta stabilitas campuran aspal secara keseluruhan. Kandungan senyawa-senyawa tersebut memberikan kontribusi signifikan terhadap kekuatan dan ketahanan perkerasan jalan. Dengan demikian, abu kertas *food grade* layak digunakan sebagai *filler*, sekaligus memberikan nilai tambah ramah lingkungan dan solusi pengelolaan limbah industri. Pemanfaatan material ini dapat menjadi alternatif berkelanjutan dalam pembangunan dan pemeliharaan infrastruktur jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Priyadi, I. Indriasari, and R. L. Rahman, "Analisis Substitusi Limbah Plastik (LDPE) terhadap Karakteristik Marshall Pada Campuran Laston AC-WC," *J. Kridatama Sains Dan Teknol.*, vol. 5, no. 02, pp. 334–347, 2023, doi: 10.53863/kst.v5i02.945.
- [2] T. Prasetyo *et al.*, "Penyuluhan Tentang Sampah Organik Dan Anorganik, Pemilahan Sampah, Serta Pengolahannya," *Communnity Dev. J.*, vol. 4, no. 6, pp. 13495–13500, 2023.
- [3] Pandu Rudy Widyatama *et al.*, "Kegiatan Sosialisasi Lingkungan Hidup Dan Praktik Kreasi Limbah Kertas Di SMP Negeri 16 Surabaya," *JurnalRagamPengabdian*, vol. 1, no. 2, pp. 31–43, 2024.
- [4] Prastama Errian Apteda, Muhammad Royyan, Hafizuddin Alfin Putra Yuwanto, Mohammad Hendrik Saputra Romadhon, and Ahna Mayhella Putri, "Perbandingan Karakteristik Marshall pada Aspal Modifikasi Polimer PG70 dengan Aspal Minyak Pen 60-70 pada Proyek Preservasi Jalan Sidoarjo – Malang," *Jural Ris. Rumpun Ilmu Tek.*, vol. 2, no. 1, pp. 23–31, 2023, doi: 10.55606/jurritek.v2i1.867.
- [5] M. Lusyana, E. Suardi, D. Rahma, and S. Alyza, "Karakteristik Marshall dari Aspal Beton – Lapisan Aus (AC-WC) Dengan Substitusi Pasir Silika Sebagai Agregat Halus," vol. 12, no. 2, pp. 250–259, 2023.
- [6] M. Aris, D. G. Sukowati, and W. P. Sitorus, "Analisa Perbandingan Nilai Uji Marshall Pada Lapis Aspal Beton (Laston) Dengan Menggunakan Material PT. Pro Intertech Indonesia Dengan Material Batu Kapur," *J. Tek. Sipil Ranc. Bangun*, vol. 6, no. 2, p. 63, 2020, doi: 10.33506/rb.v6i2.1144.
- [7] Direktorat Jenderal Bina Marga, "Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2)," *Minist. Public Work. Hous.*, no. Oktober, p. 1036, 2020.
- [8] Fahrishal Gunawan, Meriana Wahyu Nugroho, Totok Yulianto, and Titin Sundari, "Evaluasi Nilai Stabilitas Pada Aspal AC-WC Dengan Metode SNI 06-2489-1991," *J. Sipil Therap.*, vol. 1, no. 2, pp. 90–100, 2023, doi: 10.58169/jusit.v1i2.284.
- [9] S. Sukirman, *Beton Aspal Campuran Panas*. 2016.