

POTENSI LIMBAH KERAK TUNGKU PEMBAKARAN GENTENG SEBAGAI FILLER ALTERNATIF PADA CAMPURAN ASPAL BETON

*Satria Pradana¹, *Nurani Hartatik², Alif Setyo Ismoyo³, I Gede Agus Punarta⁴

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

^{3,4}Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Timur – Bali, Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia

*) Email : nuranihartatik@untag-sby.ac.id

ABSTRACT

The utilization of industrial waste as a construction material is a strategic step in supporting sustainable development. In this context, the study was conducted to evaluate the characteristics of tile kiln crust waste as a substitute for filler in asphalt concrete mixture. The waste was obtained from tile production in Kencong Village, Kediri Regency, East Java, then processed into fine powder before being used in the mixture. This study was conducted at the National Road Implementation Center Laboratory, with a series of tests including sieve analysis, determination of specific gravity, and X-Ray Fluorescence (XRF) test. Based on the results of the sieve analysis test, it showed that 77.63% of tile kiln crust powder filler particles could pass through the No. 200 sieve, while the specific gravity value of the material was 2.713. Meanwhile, the results of the XRF analysis indicated that the content of CaO (12.3%), SiO₂ (36.7), and Al₂O₃ (12%) were the main elements, with characteristics resembling limestone filler. Based on the test results, it shows that the waste of the roof tile kiln crust has met the criteria as a filler in the asphalt concrete mixture according to the Bina Marga 2018 specifications (Revision 2). The use of this waste not only contributes to increasing the stability of the asphalt mixture, but also becomes an environmentally friendly waste management solution. Therefore, tile kiln slag waste has significant potential to be applied as a filler substitute in road pavement construction.

Keyword: *Tile Waste, Filler, Marshall, Asphalt Concrete.*

ABSTRAK

Pemanfaatan limbah industri sebagai material konstruksi merupakan langkah strategis dalam mendukung pembangunan berkelanjutan. Dalam konteks ini, penelitian dilakukan untuk mengevaluasi karakteristik limbah kerak tungku pembakaran genteng sebagai bahan pengganti *filler* dalam campuran aspal beton. Limbah tersebut diperoleh dari produksi genteng di Desa Kencong, Kabupaten Kediri, Jawa Timur, kemudian diolah menjadi serbuk halus sebelum digunakan dalam campuran. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional, dengan rangkaian pengujian yang mencakup analisis saringan, penentuan berat jenis, serta uji *X-Ray Fluorescence* (XRF). Berdasarkan hasil pengujian analisa saringan menunjukkan bahwa sebanyak 77,63% partikel *filler* serbuk kerak tungku pembakaran genteng yang dapat melewati ayakan No.200, sedangkan nilai berat jenis material tersebut didapatkan nilai 2,713. Sementara itu, hasil analisis XRF mengindikasikan bahwa kandungan CaO (12,3%), SiO₂ (36,7), dan Al₂O₃ (12%) merupakan unsur utama, dengan karakteristik yang menyerupai *filler* dari batu kapur. Berdasarkan hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa limbah kerak tungku pembakaran genteng telah memenuhi kriteria sebagai *filler* dalam campuran aspal beton sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 2018 (Revisi 2). Penggunaan limbah ini tidak hanya berkontribusi terhadap peningkatan stabilitas campuran aspal, tetapi juga menjadi solusi pengelolaan limbah yang ramah lingkungan. Dengan demikian, limbah kerak tungku memiliki potensi signifikan untuk diaplikasikan sebagai substitusi *filler* dalam konstruksi perkerasan jalan.

Kata kunci: Limbah Genteng, *Filler*, Marshall, Aspal Beton.

1. PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan infrastruktur jalan mendorong pencarian material konstruksi yang tidak hanya berkinerja baik, tetapi juga ramah lingkungan. Salah satu material penting dalam perkerasan jalan, khususnya pada campuran aspal beton lapis aus (AC-WC) adalah *filler*. *Filler* berfungsi untuk mengisi rongga antar agregat, meningkatkan kepadatan, dan mendukung stabilitas campuran [1]. Umumnya, *filler* yang digunakan berasal dari bahan konvensional seperti semen dan batu kapur. Namun, pemanfaatan limbah industri sebagai alternatif *filler* mulai mendapat perhatian karena potensi ekonomis dan keberlanjutannya [2].

Berbagai studi sebelumnya telah mengeksplorasi penggunaan limbah seperti abu terbang, abu boiler, dan limbah serbuk kaca sebagai bahan pengganti *filler* dalam campuran aspal, dengan hasil yang cukup menjanjikan terhadap peningkatan performa *Marshall*. Meski demikian, pemanfaatan limbah kerak tungku pembakaran genteng masih jarang diteliti, padahal limbah ini tersedia melimpah di sejumlah sentra industri genteng seperti di Desa Kencong, Kabupaten Kediri, Jawa Timur. Limbah tersebut selama ini hanya dibuang tanpa pengelolaan, padahal memiliki karakteristik fisik yang memungkinkan untuk digunakan sebagai *filler* alternatif [3].

Kebaruhan penelitian ini terletak pada pengkajian karakteristik fisik limbah kerak tungku pembakaran genteng sebagai *filler* pengganti dalam campuran aspal beton, termasuk melalui uji saringan dan berat jenis, serta kelayakan relevansinya dengan standar Spesifikasi Bina Marga 2018 (Revisi 2). Belum banyak penelitian yang secara

spesifik menguji karakteristik material ini dalam campuran aspal beton, sehingga studi ini menjadi penting sebagai bagian dari inovasi material berkelanjutan dalam bidang teknik sipil.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi karakteristik limbah kerak tungku pembakaran genteng sebagai bahan pengganti *filler* pada campuran aspal beton dan menilai kesesuaiannya berdasarkan parameter teknis yang berlaku. Diharapkan, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi pengembangan teknologi jalan yang lebih ramah lingkungan dan efisien dari segi biaya material.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) merupakan jenis perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat utama [4]. Aspal adalah material perekat berwarna hitam atau coklat gelap yang bersifat *cementitious* dan memiliki komponen utama berupa bitumen. Bahan ini dapat diperoleh secara alami maupun sebagai produk residu dari proses pengilangan minyak bumi [5]. Aspal juga memiliki sifat termoplastis, di mana pada suhu ruang berbentuk padat hingga semi-padat, namun akan mencair saat dipanaskan dan Kembali mengeras ketika suhunya menurun [6]. Berdasarkan sumber perolehannya, aspal dibagi menjadi dua jenis, yaitu aspal alam dan aspal minyak [7]. Aspal alam diperoleh langsung dari alam dan dapat digunakan tanpa atau dengan sedikit proses pengolahan, sedangkan aspal minyak merupakan hasil sisa dari proses destilasi minyak bumi.

Filler

Filler dalam campuran aspal digunakan sebagai bahan pengisi untuk campuran aspal terdiri dari material yang lolos pada saringan No. 200 (0,075 mm) [8]. *Filler* juga memiliki fungsi yaitu untuk meningkatkan kepadatan serta stabilitas campuran, meningkatkan jumlah titik kontak mutiran, serta mengurangi penggunaan bitumen yang diperlukan untuk mengisi rongga dalam campuran [9]. Secara umum, *filler* yang digunakan berasal dari bahan alami seperti abu batu, kapur, semen atau bahan lainnya. Dalam penelitian ini, digunakan kerak tungku pembakaran genteng sebagai bahan pengganti alternatif pada *filler*.

Limbah Kerak Tungku Pembakaran Genteng

Limbah kerak tungku pembakaran genteng adalah lapisan residu atau endapan yang terbentuk di permukaan bagian dalam tungku atau peralatan pembakaran akibat pembakaran bahan bakar. Kerak ini umumnya terdiri dari sisa material yang tidak terbakar sempurna, serta elemen-elemen lain dari bahan bakar, seperti sulfur atau mineral logam.

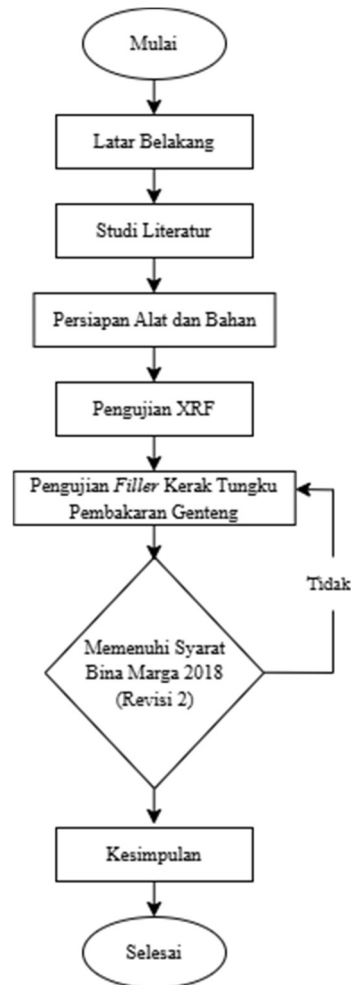
Limbah kerak tungku pembakaran genteng sering dianggap tidak memiliki nilai guna. Oleh karena itu, perlu dilakukan proses pengolahan terhadap limbah kerak ini untuk memberikan nilai tambah, salah satunya sebagai bahan substitusi *filler* pada perkerasan jalan lentur dengan aspal beton. Limbah kerak ini diolah dengan cara ditumbuk hingga menjadi serbuk halus, yang kemudian dicampurkan dengan material perkerasan jalan.

Limbah kerak tungku pembakaran genteng mengandung unsur yang serupa dengan semen, yang umumnya digunakan sebagai *filler* dalam campuran aspal beton, sehingga memiliki potensi untuk menggantikan bahan *filler* tersebut. Kerak tungku pembakaran genteng kaya akan silika (SiO_2) dan aluminium, di mana silika dalam aspal beton dapat memperbaiki ketahanan dan stabilitas campuran [8]. Komposisi kimia kerak tungku pembakaran genteng memiliki kesamaan dengan senyawa pozzolan dalam semen, terutama kandungan silika yang diyakini dapat mengurangi jumlah aspal dan sekaligus meningkatkan stabilitas campuran.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan Jalan milik Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Timur – Bali yang berlokasi di Waru, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Bahan limbah kerak tungku pembakaran genteng diperoleh dari Desa Kencong, Kecamatan Kepung, Kabupaten Kediri. Pelaksanaan penelitian dimulai dari pengambilan sampel hingga pengujian properti material dan analisis data.

Sebelum pelaksanaan penelitian di laboratorium, dilakukan terlebih dahulu studi literatur guna memahami metode yang digunakan. Dalam melakukan penelitian terkait pemanfaatan limbah kerak tungku pembakaran sebagai *filler* pada campuran aspal beton, dibutuhkan tahapan yang terstruktur sebagaimana ditunjukkan pada diagram alir berikut ini:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Persiapan Alat dan Bahan

Perlengkapan dan material yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi:

1. Satu set alat uji saringan
2. Alat piknometer
3. Oven pengering
4. Nampan
5. *Filler* dari kerak tungku pembakaran genteng
6. Timbangan digital dengan ketelitian 0,1 gram
7. Air

Pengujian X-Ray Fluorencense (XRF)

Pengujian X-Ray Fluorencense (XRF) merupakan metode analisis yang digunakan untuk megidentifikasi unsur-unsur kimia yang terkandung dalam suatu material, seperti serbuk kerak tungku pembakaran genteng. Prosesnya dilakukan dengan memaparkan sinar-X ke permukaan sampel, yang kemudian memancarkan sinar balik (fluoresensi). Pancaran ini dianalisis untuk menentukan jenis dan konsentrasi unsur-unsur yang terdapat di dalam material tersebut.

Metode Pengujian *Filler* Kerak Tungku Pembakaran Genteng

Karakteristik limbah kerak tungku pembakaran genteng diuji menggunakan metode berikut:

1. Analisa Saringan

Analisa saringan adalah suatu teknnik untuk mengukur sebaran ukuran partikel agregat dengan menggunakan proses penyaringan. Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga (Revisi 2) Tahun 2018, pengujian analisa saringan pada *filler* memiliki ketentuan yaitu minimum 75% dari berat total material harus lolos ayakan No. 200. Adapun rumus yang digunakan dalam analisa saringan disajikan sebagai berikut:

- Persen Tertahan:

$$\frac{\text{kumulatif massa tertahan saringan}}{\text{massa semula}} \times 100$$

- Persen Lolos:
100% – kumulatif % tertahan tiap saringan

2. Berat Jenis dan Penyerapan

Pengujian terhadap berat jenis *filler* pada campuran aspal beton bertujuan untuk menentukan densitas atau massa jenis dari material pengisi yang digunakan. Pengujian ini penting dilakukan untuk mengetahui tingkat kepadatan *filler*, yang akan memengaruhi kemampuannya dalam mengisi rongga pada campuran. Adapun rumus yang digunakan dalam berat jenis disajikan sebagai berikut:

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

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pengujian terhadap kerak tungku pembakaran genteng sebagai bahan pengisi dilakukan berdasarkan acuan Spesifikasi Umum Bina Marga (Revisi 2) Tahun 2018.

Pengujian XRF Kerak Tungku Pembakaran Genteng

Pengujian X-Ray Fluorescence (XRF) terhadap serbuk kerak tungku pembakaran genteng dilakukan guna mengidentifikasi kandungan unsur-unsur kimia di dalam material tersebut. Hasil analisis XRF disajikan sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Uji XRF Kerak Tungku Pembakaran Genteng

No.	Chemical Composition	Amount (%)
1	Al ₂ O ₃	12
2	SiO ₂	36,7
3	P ₂ O ₅	0,75
4	K ₂ O	16,5
5	CaO	12,3
6	TiO ₂	1,19
7	V ₂ O ₅	0,077
8	Cr ₂ O ₃	0,048
9	MnO	0,37
10	Fe ₂ O ₃	19,0
11	CuO	0,058
12	ZnO	0,03

(Sumber : Peneliti, 2025)

Hasil pengujian XRF terhadap serbuk kerak tungku pembakaran genteng menunjukkan bahwa komposisi kimianya memiliki kemiripan dengan abu kapur yang umum digunakan sebagai *filler* dalam campuran aspal. Dengan kesamaan tersebut, serbuk kerak tungku pembakaran genteng memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai alternatif bahan pengganti *filler*. Material ini didominasi oleh senyawa silika (SiO₂), aluminium oksida (Al₂O₃), dan kalsium oksida (CaO), yang diketahui dapat berkontribusi dalam meningkatkan stabilitas serta ketahanan campuran aspal AC-WC. Meskipun unsur-unsur utamanya serupa dengan abu kapur, perbedaan tetap terdapat pada proporsi masing-masing komponen.

Pengujian Analisa Saringan Filler

Pengujian terhadap analisa saringan dilakukan untuk menentukan distribusi ukuran partikel pada setiap lapisan saringan secara berurutan serta untuk menilai kelayakan limbah kerak tungku pembakaran genteng sebagai material *filler* dalam campuran aspal. Dalam pengujian ini, limbah kerak tersebut harus memenuhi persyaratan teknis, yaitu memiliki Tingkat kelulusan lebih dari 75% terhadap ayakan No. 200 dari total berat sampel. Persyaratan ini mengacu pada spesifikasi teknis yang digunakan untuk campuran aspal beton, di mana *filler* berperan penting dalam mengisi rongga antar agregat guna meningkatkan kepadatan dan stabilitas campuran. Di bawah ini disajikan hasil uji analisis saringan terhadap *filler* dari limbah kerak tungku pembakaran genteng:

Tabel 2. Hasil Analisa Saringan Limbah Kerak Tungku Pembakaran Genteng

Agregat Halus : Filler Serbuk Kerak Tungku Pembakaran Genteng (Berat Sampel Minimal 300 gram)													
Sampel Berat	Satu Gram				Dua Gram				Tiga Gram				Rata-rata
	502,8				504,5				507,1				
Sieve No.	Komulatif				Komulatif				Komulatif				
	Berat Tertahan	Kumulatif Berat Tertahan	Tertahan Kumulatif	Lolos Kumulatif	Berat Tertahan	Kumulatif Berat Tertahan	Tertahan Kumulatif	Lolos Kumulatif	Berat Tertahan	Kumulatif Berat Tertahan	Tertahan Kumulatif	Lolos Kumulatif	
1 ½"													
1"													
¾"													
½"													
3/8"													
#4.													
#8.													
#16.													
#30.	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100	100,0
#50.	8,7	8,7	1,73	98,27	8,6	8,6	1,70	98,30	8,8	8,8	1,74	98,26	98,28
#100.	43,8	52,5	10,44	89,56	44,6	53,2	10,55	89,45	46,5	55,3	10,91	89,09	89,37
#200.	52,6	105,1	20,90	79,10	65,3	118,5	23,49	76,51	59,9	115,2	22,72	77,28	77,63
PAN	396,7	501,8	99,80	0,20	384,6	503,1	99,72	0,28	391,00	506,2	99,82	0,18	0,22

Pengujian terhadap berat jenis filler dari limbah kerak tungku pembakaran genteng menunjukkan nilai rata-rata sebesar 2,713 dari tiga sampel yang diuji. Standar yang dijadikan acuan adalah SNI 0013-81, yang menetapkan nilai minimum sebesar 2,5. Dengan demikian, hasil pengujian ini telah memenuhi kriteria spesifikasi berat jenis semen sesuai dengan SNI 0013-81 yang umum digunakan sebagai *filler*.

Tabel 4. Spesifikasi Filler Berdasarkan Bina Marga (Revisi 2)

No.	Parameter	Hasil	Spesifikasi
1	Lolos Saringan No. 200	75,63%	>75%
2	Berat Jenis	2,713	>2,5

(Sumber : Direktorat Jendral bina Marga, 2020)

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa limbah kerak tungku pembakaran genteng memiliki karakteristik yang memenuhi syarat sebagai filler alternatif dalam campuran aspal beton lapis aus (AC-WC). Hasil uji menunjukkan bahwa sebanyak 77.63% partikel dari limbah ini dapat lolos saringan No. 200, serta memiliki berat jenis rata-rata sebesar 2,713 yang telah sesuai dengan persyaratan minimum dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (Revisi 2). Dari hasil analisis X-Ray Fluorescence (XRF), diketahui bahwa komposisi kimia utama filler ini terdiri dari SiO_2 sebesar 36,7%, CaO sebesar 12,3%, dan Al_2O_3 sebesar 12%, yang memiliki kemiripan dengan filler abu batu. Temuan ini menunjukkan bahwa limbah kerak tungku pembakaran genteng tidak hanya layak digunakan sebagai pengganti filler konvensional, tetapi juga mampu meningkatkan stabilitas campuran aspal. Di samping itu, pemanfaatan limbah ini memberikan Solusi terhadap pengelolaan limbah industri yang lebih ramah lingkungan, khususnya di wilayah sentra produksi genteng. Dengan demikian, limbah kerak tungku memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai material kontruksi jalan yang berkelanjutan dan ekonomis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. I. Y. Bramantio and N. Hartatik, "PERBEDAAN KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN AC-BC BERGRADASI HALUS DENGAN CAMPURAN AC-BC BERGRADASI KASAR," *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, vol. Vol. 3, No. 1, pp. 561–581, Jul. 2023.
- [2] H. A. Susanto, "PENGARUH PENGGUNAAN FILLER PASIR BESI DAN SEMEN DALAM CAMPURAN ASPHALT CONCRETE WEARING COURSE (AC-WC)," *TECHNO*, vol. 21, no. 1, pp. 37–46, 2020, [Online]. Available: <http://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/Techno>
- [3] D. Salam, *Pengelolaan Limbah Genteng sebagai Bahan Alternatif Agregat Kasar Ditinjau dari Nilai Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton*. INDONESIA JOURNAL OF LABORATORY, 2018.
- [4] N. T. Sembung, T. K. Sendow, and S. Palenewen, "ANALISA CAMPURAN ASPAL PORUS MENGGUNAKAN MATERIAL DARI KAKASKASEN KECAMATAN TOMOHON UTARA KOTA TOMOHON," *Jurnal Sipil Statik*, vol. 8, no. 3, pp. 345–352, May 2020.
- [5] H. Cahyadi, Abdurrahman, F. Ridzeki, and M. Kurniawan, "TR-8 PENGGUNAAN KAPUR PADAM SEBAGAI PENGGANTI FILLER PADA CAMPURAN ASPHALT CONCRETE WEARING COURSE (AC-WC)," *Balikpapan*, Nov. 2023.
- [6] S. H. Dewi, R. Mildawati, and A. Nurbakim, "Perbandingan Dua Jenis Agregat Daerah Yang Berbeda Terhadap Karakteristik Marshall Pada Aspal Porus," 2021.
- [7] R. Setiowati and M. F. Putra, "Struktur Biaya Produksi Aspal Buton Untuk Kebutuhan Infrastruktur Sebagai Substitusi Impor," *Jurnal Teknologi dan Manajemen*, vol. 21, no. 1, pp. 35–42, Mar. 2023, doi: 10.52330/jtm.v21i1.94.
- [8] A. Z. W. A. Sudarsono, N. Hartatik, A. Rizkiardi, and Y. D. Prasetyo, "PEMANFAATAN LIMBAH PRODUKSI BATA MERAH UD. BATA PRES MRH SEBAGAI FILLER PADA CAMPURAN AC-BC," vol. 8, pp. 1–8, 2024, [Online]. Available: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/sondir>
- [9] N. Hartatik, G. S. Utami, and N. Rohmania, "KARAKTERISTIK CAMPURAN BETON ASPAL (AC-WC) DENGAN PENAMBAHAN ABU SLAG BAJA SEBAGAI BAHAN PENGGANTI FILLER," 2014.