

**PENGARUH BAHAN TAMBAHAN FLY ASH DAN ABU BATU
TERHADAP KEPADATAN DAN STABILITAS ASPAL EMULSI**



TUGAS AKHIR

**Disusun Sebagai Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah Palembang**

Oleh:

LAILI AKBAR

112021123

**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG**

2026

**PENGARUH BAHAN TAMBAHAN FLY ASH
DAN ABU BATU TERHADAP KEPADATAN DAN
STABILITAS ASPAL EMULSI**



TUGAS AKHIR

**Disusun Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang**

OLEH :

LAILI AKBAR

11 2021 123

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG**

2026

**PENGARUH BAHAN TAMBAHAN FLY ASH
DAN ABU BATU TERHADAP KEPADATAN
DAN STABILITAS ASPAL EMULSI**



TUGAS AKHIR

Disusun Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Palembang

Oleh :

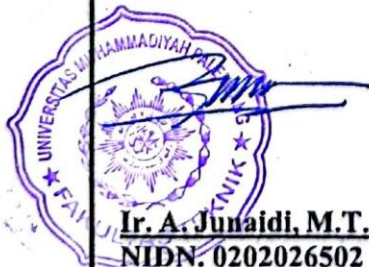
LAILI AKBAR

11 2021 123

Telah Disahkan Oleh:

**Dekan Fakultas Teknik
Univ. Muhammadiyah Palembang**

**Ketua Program Studi
Teknik Sipil UM Palembang**



Ir. A. Junaidi, M.T.
NIDN. 0202026502



Mira Setiawati, S.T., M.T.
NIDN. 0006078101

**PENGARUH BAHAN TAMBAHAN FLY
ASH DAN ABU BATU TERHADAP
KEPADATAN DAN STABILITAS ASPAL
EMULSI**



TUGAS AKHIR

Disusun Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Palembang

Oleh :

LAILI AKBAR

11 2021 123

Telah Disetujui Oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Nurnilam Oemiati, M.T
NIDN. 0220106301

Muhammad Arfan, S. T., M.T.
NIDN. 0225037302

TUGAS AKHIR

PENGARUH BAHAN TAMBAHAN FLY ASH DAN ABU BATU TERHADAP KEPADATAN DAN STABILITAS ASPAL EMULSI

Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

LAILI AKBAR

NIM : 112021123

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji Sidang Komprehensif
Pada Tanggal, 23 April 2026

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

1. Ir. Noto Royan, M.T. (.....)
NIDN. 0203126801
2. Mira Setiawati, S.T., M.T. (.....)
NIDN. 0006078101
3. Dr. Delli Novianti Rachman, S.T., M.T. (.....)
NIDN. 0205118104

Tugas Akhir Telah Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil (S.T)

Palembang, 23 April 2026

Program Studi Teknik Sipil

Ketua Prodi Teknik Sipil



Mira Setiawati, S.T., M.T.
NIDN. 0006078101

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Laili Akbar
NIM : 112021123
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang

Mengatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“PENGARUH BAHAN TAMBAHAN FLY ASH DAN ABU BATU TERHADAP KEPADATAN DAN STABILITAS ASPAL EMULSI”** ini adalah benar-benar karya penulis sendiri dan bukan merupakan hasil jiplakan. Apabila dikemudian hari terbukti skripsi ini hasil jiplakan, maka saua akan menanggung resiko sesuai dengan peraturan yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Palembang,



Laili Akbar

NIM: 112021123

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

- ❖ *“If you you’re a good shot today, don’t worry there’s always another way to be useful.” – Sova, Valorant.*
- ❖ *“Human progress is built step by step, through persistence and knowledge.” – Inspired by Dr. Stone.*
- ❖ *Don’t be sorry, be better.*
- ❖ Maafkan semua orang sebelum tidur dan jangan lupa bersyukur.

Skripsi ini persembahkan dengan rasa syukur dan terima kasih kepada :

- ❖ Untuk kedua orang tua dan kakak tercinta, yang selalu memberikan doa, dukungan, dan kasih sayang tanpa henti, serta menjadi alasan utama untuk terus berjuang dan menyelesaikan pendidikan ini.
- ❖ *Thanks to Anis Zulnita for being part of my life and for motivating me to become a better version of myself single day.*
- ❖ Teman - teman saya, yang telah memberikan bantuan, kebersamaan, dan motivasi.
- ❖ Diri saya sendiri, yang telah berusaha, bertahan, dan tidak menyerah dalam menghadapi berbagai tantangan selama ini.

PENGARUH BAHAN TAMBAHAN *FLY ASH* DAN ABU BATU TERHADAP KEPADATAN DAN STABILITAS ASPAL EMULSI

Laili Akbar¹, Nurnilam Oemiati², Muhammad Arfan³

INTISARI

Aspal merupakan salah satu alternatif perkerasan jalan yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan dibandingkan aspal panas, namun memiliki kelemahan pada nilai kepadatan dan stabilitas yang relatif rendah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan *fly ash* dan abu batu terhadap kepadatan dan stabilitas campuran aspal emulsi. Metode penelitian yang digunakan adalah meliputi campuran tanpa bahan tambahan, penambahan *fly ash* sebesar 2 % serta kombinasi *fly ash* 2% dengan abu batu sebesar 2%, 4%, dan 6%.

Parameter yang di analisis meliputi kepadatan (*densisty*), Stabilitas marshall, flow, Marshall Quotient, serta parameter volumetric campuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *fly ash* sebesar 2% mampu meningkatkan kepadatan dan abu batu 2% menghasilkan nilai kepadatan dan stabilitas tertinggi, sedangkan penambahan pada kadar 4% dan 6% menyebabkan penurunan kinerja campuran. Seluruh parameter Marshall pada variasi optimum masih memenuhi persyaratan yang berlaku.

Hasil Analisis mikrostruktur menggunakan SEM menunjukkan yang lebih rendah. Dengan demikian, kombinasi *fly ash* 2% dan abu batu 2% dinilai paling efektif dalam kinerja campuran aspal emulsi serta berpotensi mendukung pemanfaatan limbah industri dalam konstruksi jalan.

Kata kunci: *aspal emulsi dingin, fly ash, abu batu, kepadatan, stabilitas Marshall*

THE EFFECT OF FLY ASH AND STONE ASH ADDITIVES ON THE DENSITY AND STABILITY OF ASPHALT EMULSION

Laili Akbar¹, Nurnilam Oemiati², Muhammad Arfan³

ABSTRACT

Asphalt is one of the alternatives for road pavement that is more economical and environmentally friendly compared to hot mix asphalt; however, it has weaknesses in terms of relatively low density and stability values. This study aims to analyze the effect of adding fly ash and stone dust on the density and stability of emulsified asphalt mixtures. The research method includes mixtures without additives, the addition of 2% fly ash, and a combination of 2% fly ash with stone dust at 2%, 4%, and 6%.

The parameters analyzed include density, Marshall stability, flow, Marshall Quotient, and volumetric properties of the mixture. The results show that the addition of 2% fly ash increases the density, while the combination of 2% fly ash and 2% stone dust produces the highest density and stability values. Meanwhile, the addition of stone dust at 4% and 6% leads to a decrease in the mixture performance. All Marshall parameters at the optimum variation still meet the applicable specifications.

Microstructural analysis using SEM indicates a denser internal structure with lower void content. Therefore, the combination of 2% fly ash and 2% stone dust is considered the most effective in improving the performance of emulsified asphalt mixtures and has the potential to support the utilization of industrial waste in road construction.

Keywords: *cold emulsified asphalt, fly ash, stone dust, density, Marshall stability*

PRAKATA

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur saya panjatkan kepada ALLAH SWT. Atas segala rahmat dan karunianya sehingga saya dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik. Adapun judul skripsi yang diajukan adalah “PENGARUH BAHAN TAMBAHAN FLY ASH DAN ABU BATU TERHADAP KEPADATAN DAN STABILITAS ASPAL EMULSI”

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang. Dalam penyusunan skripsi ini, saya menyadari bahwa banyak hambatan dan tantangan yang di hadapi. Namun , berkat bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihan, skripsi ini dapat diselesaikan.

Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampain ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M., Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Bapak Ir. A. Junaidi M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Ibu Mira Seriawati S.T., M.T., selaku Ketua Prgram Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Ibu Ir. Nurnilam Oemiati, M. T selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, serta ilmu kepada saya
5. Bapak Muhammad Arfan S.T., M. T selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh Dosen, staf, dan karyawan Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan, serta motivasi yang tiada henti kepada saya.
2. Kakak dan keluarga yang selalu memberikan semangat dan dukungan selama proses perkuliahan.
3. Sahabat saya, yang selalu memberikan dukungan, motivasi, dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Teman-teman dan rekan seperjuangan yang telah memberikan bantuan, saran, serta kebersamaan selama masa perkuliahan.
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan pihak-pihak yang membutuhkan.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Palembang. 2026

LAILI AKBAR
NRP: 112021123

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	1
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	4
2.1 Campuran Aspal Panas (<i>Hotmix</i>)	4
2.2 Aspal Emulsi Dingin.....	4
2.3 Agregat.....	4
2.3.1 Agregat Kasar.....	6
2.3.2 Agregat Halus.....	8
2.3.3 Bahan pengisi (<i>Filler</i>)	10
2.4 Fly Ash.....	13
2.4.1 Karakteristik <i>Fly Ash</i>	14
2.4.2 Pemanfaatan <i>Fly Ash</i> Dalam Campuran Aspal	15
2.5 Abu Batu	16
2.5.1 Karakteristik Abu Batu	16
2.5.2 Pemanfaatan Abu Batu Dalam Campuran Aspal.....	17
2.6 Kepadatan (<i>Density</i>).....	18
2.7 Stabilitas.....	19

2.8 <i>Void in Mix (VIM)</i>	19
2.9 Stabilitas Aspal	21
2.10 <i>Flow (Kelelehan)</i>	23
2.11 Nilai GM (<i>Marshall Quotient</i>).....	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1 Umum.....	33
3.2 Lokasi Penelitian.....	33
3.3 Persiapan Alat dan Bahan	33
3.3.1 Alat.....	33
3.3.2 Bahan	34
3.4 Variasi Campuran Penelitian.....	34
3.5 Pengujian Material	34
3.5.1 Pengujian Berat Jenis Agregat	36
3.5.2 Pengujian Pengujian <i>Sand Equivalent</i>	37
3.5.3 Pengujian Abrasi (<i>Los Angeles</i>).....	38
3.6 Pengujian Aspal Emulsi	39
3.6.1 Pengujian Berat Jenis Aspal Emulsi	39
3.6.2 Pengujian Viskositas (<i>Saybolt-Furol</i>).....	40
3.6.3 Pengujian Residu Aspal (<i>Distilasi</i>).....	41
3.6.4 Pengujian Stabilitas Penyimpanan (<i>Storage Stability</i>).....	42
3.7 Rancangan Campuran Aspal Emulsi.....	42
3.8 Pembuatan Benda Uji.....	45
3.8.1 Peralatan Yang Digunakan.....	45
3.8.2 Langkah Pembuatan Benda Uji.....	46
3.11 Tahap Pengujian Benda Uji	52

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	56
4.1 Pemeriksaan Bahan	56
4.2 Hasil Pemeriksaan Bahan.....	57
4.3 Hasil Pengujian Benda Uji	59
4.3.1 Hasil Pengujian Sebelum KAO.....	59
4.3.2 Hasil Pengujian Campuran Aspal Setelah KAO.....	63
4.4 Hasil Pengujian SEM Aspal Normal	68
4.5 Hasil Pengujian SEM Aspal Variasi Optimum.....	69
4.6 Pembahasan.....	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	71
5.1 Kesimpulan	71
5.2 Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ketentuan Agregat.....	6
Tabel 2. 2 Sifat- Sifat Agregat Kasar	8
Tabel 2. 3 Persyaratan Pemeriksaan Agregat Halus.....	9
Tabel 2. 4 Persyaratan Nilai Flow (Kelelehan) Campuran Aspal	24
Tabel 3. 1 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus	35
Tabel 3. 2 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar	36
Tabel 3. 3 Pemeriksaan Pengujian Berat Jenis Agregat Halus.....	37
Tabel 3. 4 Pemeriksaan Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar.....	37
Tabel 3. 5 Pemeriksaan Kadar Lumpur	38
Tabel 3. 6 Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar Dengan Mesin Los Angeles	39
Tabel 3. 7 Rancangan Campuran Variasi Untuk Menentukan KAO.....	46
Tabel 3. 8 Rancangan Variasi Campuran KAO + Bahan Tambahan.....	46
Tabel 3. 9 Hasil Uji Marshall Normal Untuk Menentukan KAO	49
Tabel 3. 10 Hasil Uji Marshall KAO Dengan Bahan Tambahan	49
Tabel 4. 1 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	58
Tabel 4. 2 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	58
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Marshall Sebelum KAO.....	59
Tabel 4. 4 Hasil Penelitian Setelah KAO ditambah variasi	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 Hasil Stabilitas Marshall sebelum KAO.....	59
Gambar 4. 2 Hasil Flow Senelum KAO.....	60
Gambar 4. 3 Hasil VIM Sebelum KAO	61
Gambar 4. 4 Hasil VMA sebelum KAO.....	61
Gambar 4. 5 Hasil VFB sebelum KAO	62
Gambar 4. 6 Hasil Marshall Quotient Sebelum KAO	62
Gambar 4. 7 Hasil Stabilitas Setelah KAO	64
Gambar 4. 8 Hasil Flow Setelah KAO	65
Gambar 4. 9 Hasil VIM Setelah KAO.....	65
Gambar 4. 10 Hasil VMA Setelah KAO	66
Gambar 4. 11 Hasil VFB Setelah KAO.....	66
Gambar 4. 12 Hasil Marshall Quotient Setelah KAO	67
Gambar 4. 13 Hasil Pengujian SEM Aspal Normal	68
Gambar 4. 14 Hasil Pengujian SEM Aspal Variasi Optimum	69

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan pembangunan infrastruktur di Indonesia mengalami peningkatan yang cukup pesat, terutama pada sektor transportasi darat. Jalan raya merupakan prasarana vital yang berfungsi sebagai penghubung antar wilayah serta menunjang mobilitas masyarakat. Dalam mendukung berbagai aspek kehidupan, yaitu social, ekonomi, dan budaya, diperlukan upaya peningkatan kualitas perkerasan jalan agar mampu menahan beban lalu lintas yang semakin meningkat serta pengaruh iklim tropis Indonesia yang ekstrem seperti curah hujan tinggi dan temperature permukaan panas.

Konstruksi perkerasan jalan di Indonesia sebagian besar menerapkan campuran aspal panas (*hot mix asphalt*). Campuran ini terbukti memiliki kapasitas kekuatan serta daya tahan yang memadai, namun proses produksinya membutuhkan suhu tinggi, energi besar, serta menghasilkan emisi gas buang yang kurang ramah lingkungan. Di sisi lain, biaya produksi yang relatif mahal juga menjadi kendala dalam penerapan hot mix secara luas, terutama pada proyek jalan berskala menengah ke bawah.

Sebagai alternatif, campuran aspal emulsi dingin (*cold mix asphalt*) mulai dikembangkan. Kelemahan aspal emulsi dingin adalah kinerjanya yang masih di bawah campuran aspal panas, terutama dari segi kepadatan (*density*) dan stabilitas (*stability*). Campuran cenderung lebih porous, mudah terkelupas, serta memiliki kekuatan struktural yang lebih rendah. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk meningkatkan kualitas campuran aspal emulsi dingin, salah satunya dengan memanfaatkan bahan tambahan (*filler*) yang mampu memperbaiki sifat mekanis campuran.

Salah satu material alternatif yang berpotensi digunakan adalah *fly ash*. *Fly ash* merupakan limbah padat hasil pembakaran batu bara di pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Material ini banyak tersedia di Indonesia seiring dengan meningkatnya jumlah PLTU, namun pemanfaatannya masih terbatas, selain *fly ash*, material abu batu (*stone dust*) yang merupakan hasil samping dari proses

pemecahan batu juga berpotensi digunakan sebagai filler. Abu batu memiliki ukuran butiran sangat halus dan mampu mengisi rongga dalam campuran, sehingga dapat meningkatkan kepadatan serta mengurangi kadar rongga udara bebas pada lapisan perkerasan. Dengan fungsi tersebut, abu batu umumnya dimanfaatkan sebagai bahan pengisi (*filler*) dalam campuran beraspal.

Dengan mengombinasikan *fly ash* dan abu batu dalam campuran aspal emulsi dingin, diharapkan dapat tercapai peningkatan kualitas pada aspek kepadatan dan stabilitas. Hal ini penting untuk memastikan aspal emulsi dingin dapat menjadi alternatif yang layak digunakan pada pembangunan maupun pemeliharaan jalan di Indonesia, khususnya di daerah yang memerlukan teknologi perkerasan yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Merujuk pada latar belakang yang telah di paparkan, rumusan masalah yang menjadi fokus penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana pengaruh penambahan *fly ash* terhadap kepadatan dan stabilitas campuran aspal emulsi?
- b. Bagaimana pengaruh penambahan abu batu terhadap kepadatan dan stabilitas campuran aspal emulsi?
- c. Bagaimana pengaruh kombinasi *fly ash* dan abu batu terhadap kualitas campuran aspal emulsi dibandingkan campuran tanpa bahan tambahan?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan maksud untuk mengevaluasi pemanfaatan *fly ash* dan abu batu sebagai bahan tambahan pada campuran aspal emulsi dingin.

Adapun tujuan khusus dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui pengaruh *fly ash* terhadap nilai kepadatan dan stabilitas campuran aspal emulsi.
- b. Mengetahui pengaruh abu batu terhadap nilai kepadatan dan stabilitas campuran aspal emulsi.
- c. Memberikan alternatif pemanfaatan limbah industri (*fly ash*) dan hasil

samping pemecahan batu (abu batu) dalam bidang konstruksi jalan.

1.4 Batasan Masalah

Sebagai upaya membatasi ruang lingkup penelitian, ditetapkan sebagai berikut:

- a. Penelitian ini hanya menggunakan aspal emulsi sebagai bahan pengikat campuran.
- b. Bahan tambahan yang digunakan abu terbang yang tersisa dari pembakaran batu bara (2%) dan abu batu (2%, 4%, dan 6%) sebagai bahan tambahan.
- c. Parameter pengujian yang dilakukan hanya pada kepadatan (density) dan stabilitas (stability) dari campuran aspal emulsi.
- d. Seluruh proses penelitian dilakukan di laboratorium dengan metode pengujian sesuai standar yang berlaku (Spesifikasi Umum Bina Marga, ASTM, atau AASHTO).
- e. Penelitian ini tidak membahas aspek biaya konstruksi, analisis umur layanan jalan, maupun dampak lingkungan secara menyeluruh.
- f. Metode pengujian yang digunakan adalah Marshall Test meliputi uji stabilitas, flow, *Marshall Quotient*, dan *Void in Mix* (VIM).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, M. Z., Kartikasari, D., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Islam, U., Progam, D., Teknik, S., Fakultas, S., Universitas, T., & Lamongan, I. (2018). *Substitusi Filler Pada Campuran Aspal Dengan*. 3(1), 124–133.
- Alexander, K., Prasetyo, T., Wulandari, P. S., & Patmadjaja, H. (2011). *Dingin Dengan Spesifikasi Campuran Aspal Panas*.
- Arifin, M. Z., Sipil, J. T., Teknik, F., Brawijaya, U., Sadillah, M., Sipil, J. T., Teknik, F., Brawijaya, U., Wicaksono, A., Sipil, J. T., Teknik, F., & Brawijaya, U. (N.D.). *Sebagai Bahan Pengisi Terhadap Modulus*. 4(1), 59–66.
- Ashari, H. (N.D.). *Pengaruh Substitusi Fly Ash Batubara Sebagai Filler Pada Campuran Aspal Beton Jenis Asphalt - Concrete Binder Course (Ac-Bc)*. 200(200), 3–5.
- ASTM Internasional. (2011). *Standard Test Method for Theoretical Maximum Specific Gravity And Density Of Bituminous Paving Mixtures (ASTM D2041)*. West Conshohocken, PA: ASTM Internasional.
- ASTM Internasional. (2018). *Standard Specification For Coal Fly Ash And Raw Or Calcined Pozzolan For Use In Concrete (ASTM C618)*. West Conshohocken, PA: ASTM Internasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar (SNI 03-6723-2002)*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar (SNI 03-6819-2002)*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *Metode Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus (SNI 03-6821-2002)*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus (SNI 1970-2008)*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). *Metode Uji Analisis Saringan Agregat (SNI ASTM C136-2012)*. Jakarta: BSN.
- Cahyono, T., Purwanto, H., Setiobudi, A., & Firdaus, M. (2021). *Pengaruh Penambahan Bubuk Batubara*. 6, 87–93.

- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2010). *Spesifikasi Umum Bina Marga 2010* (Revisi 3). Kementerian Pekerjaan Umum.
- Hanggara, S. R., Sriharyani, L., Hadijah, I., Teknik, P., Universitas, S., Metro, M., Kh, K. I., No, D., Kota, I., Kunci, K., Lapis, A., Ac, A., Abu, L., Bara, B., & Ash, F. (2025). *Pengaruh Campuran Aspal Lapis Aus (Ac – Wc) Menggunakan Limbah Abu Batu Bara Sebagai*. 6(01), 433–440.
- Hawinuti, R., Gazalie, R., Isanto, T., & Bara, L. B. (2024). *Pemanfaatan Limbah Abu Batu Bara Sebagai Pengganti Pasir Pada Campuran Beraspal Hrs-*. 8(1), 103–115.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2010). *Spesifikasi Umum Pekerjaan Jalan Dan Jembatan*. Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Kementerian Pekerjaan Umum Dan Rumah Rakyat. (1028). *Spesifikasi Umum Bina Marga 2018*. Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Nadhifah, N., & Mahardi, P. (2025). *Kinerja Campuran Asphalt Concrete-Wearing Course (Ac – Wc) Dengan Reclaimed Asphalt Pavement (Rap) Sebagai Agregat Halus Dan Filler Abu Batu Performance Of Asphalt Concrete-Wearing Course (Ac-Wc) Mixtures With Recycled Asphalt (Rap) As Fine Aggregate And Stone Dust Improver*. 3(2), 140–155.
- Umum, K. P., Jenderal, D., Marga, B., & Interim, S. K. (2010). *Republik indonesia*. 1–8.
- Uwwes, A., Qurny, A., Puspito, I. H., & Tinumbia, N. (2022). *PENGARUH Penambahan Bahan Pengisi (Filler) Fly Ash Terhadap Campuran Aspal Beton Lapis Aus (Asphalt Concrete Wearing Course / Ac- Wc) (The Influence Addition Of Fly Ash As Filler To The Asphalt Layer Mixture (Asphalt*. 2(1), 87–97.
- Wuisan, Y., Gotama, K. R., Wulandari, P. S., & Patmadjaja, H. (n.d.). *Halus Pada Campuran Aspal Emulsi Dingin Dengan Filler Fly Ash Tipe-C*. 304–311.