

Perbandingan Pengujian Kandungan Aspal: Metode *Centrifuge* vs *Reflux*

Delfi Kurnia Zebua^{1*}, Insira insani Fitri¹, Ollga Febiola¹

¹Akademi Teknik Adikarya, Jambi, Indonesia

Delfikurniazebua86@gmail.com*

| Received: 17/01/2025 | Revised: 30/01/2025 | Accepted: 31/01/2025 |

Copyright©2025 by authors, all rights reserved. Authors agree that this article remains permanently open access under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 International License

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil pengujian kadar aspal menggunakan Metode *Centrifuge* dan Metode *Reflux* pada campuran Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC). Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan mengambil sampel dari Asphalt Mixing Plant (AMP) di Kabupaten Kerinci. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Metode *Reflux* menghasilkan kadar aspal rata-rata sebesar 6,059%, lebih akurat dan mendekati kadar aspal asli dibandingkan Metode *Centrifuge* dengan rata-rata 5,986%. Perbedaan ini disebabkan oleh tingkat presisi alat dan proses pengujian. Meskipun Metode *Centrifuge* lebih cepat, hasilnya kurang konsisten dibandingkan Metode *Reflux*. Faktor seperti human error dan kondisi alat juga memengaruhi hasil pengujian. Metode *Reflux* direkomendasikan untuk pengujian yang memerlukan akurasi tinggi, meskipun memerlukan waktu lebih lama dan potensi risiko lebih besar. Penelitian ini diharapkan menjadi referensi bagi pengendalian mutu campuran beraspal di laboratorium maupun lapangan.

Kata Kunci: Jalan Raya, Kontruksi, Teknologi

Abstract

This study aims to compare asphalt content testing results using the centrifuge method and the Reflux method on Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC) mixtures. The research was conducted experimentally using samples collected from an Asphalt Mixing Plant (AMP) in Kerinci Regency. The results show that the Reflux method produced an average asphalt content of 6.059%, which is more accurate and closer to the actual asphalt content compared to the centrifuge method with an average of 5.986%. The differences are attributed to the precision level of the equipment and the testing processes. Although the centrifuge method is faster, its results are less consistent compared to the Reflux method. Factors such as human error and equipment conditions also influenced the test outcomes. The Reflux method is recommended for tests requiring high accuracy, despite its longer testing duration and higher potential risks. This study is expected to serve as a reference for quality control of asphalt mixtures in laboratories and fieldwork.

Keyword: Highway, Construction, Technology

1. Pendahuluan

Jalan raya merupakan elemen vital dalam mendukung aktivitas masyarakat sebagai prasarana transportasi yang berfungsi memenuhi kebutuhan dasar kehidupan. Teori sistem transportasi menyatakan bahwa infrastruktur jalan yang baik akan meningkatkan efisiensi mobilitas dan pertumbuhan ekonomi suatu wilayah. Dengan meningkatnya mobilitas masyarakat yang sangat tinggi, diperlukan peningkatan kualitas dan kuantitas konstruksi jalan agar mampu menahan beban maksimum lalu lintas (Litman, 2019). Kegagalan dalam perkerasan jalan dapat menyebabkan penurunan efisiensi transportasi, meningkatnya biaya perawatan, dan berkurangnya umur layanan jalan.

Perkerasan jalan berperan strategis dalam menjamin keamanan, kenyamanan, dan daya tahan jalan terhadap beban yang diterima. Salah satu aspek penting dalam konstruksi jalan adalah penggunaan perkerasan lentur dengan bahan pengikat utama berupa bitumen atau aspal, yang digunakan pada campuran beraspal seperti campuran aspal panas dan campuran aspal dingin. Menurut Teori Perkerasan Lentur (Asphalt Institute, 2014), aspal berperan dalam memberikan fleksibilitas pada struktur perkerasan sehingga mampu menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang dinamis. Kadar aspal yang tidak sesuai dapat menyebabkan kegagalan struktural, baik dalam bentuk retak akibat kadar aspal yang terlalu rendah atau deformasi plastis akibat kadar aspal yang terlalu tinggi.

Dengan perkembangan teknologi, penggunaan campuran beraspal yang diproduksi melalui Asphalt Mixing Plant (AMP) telah menjadi solusi utama dalam konstruksi perkerasan jalan. Campuran ini terdiri dari berbagai jenis lapisan, seperti lapisan aspal pasir (latasir), lapis tipis aspal beton (Lataston), dan lapis aspal beton (Laston), yang seluruhnya menggunakan aspal sebagai bahan pengikat utama. Kadar aspal dalam campuran menjadi faktor kritis yang memengaruhi stabilitas, fleksibilitas, dan ketahanan terhadap deformasi akibat beban lalu lintas serta kondisi lingkungan. Menurut Teori Keseimbangan Kadar Aspal (Shell Bitumen Handbook, 2015), keseimbangan kadar aspal harus dicapai untuk menghindari kegagalan dini pada perkerasan jalan.

Pengendalian mutu dalam proses pembangunan jalan menjadi aspek yang sangat penting, baik sebelum maupun sesudah penerapan campuran beraspal. Menurut prinsip Quality Control dalam teknik sipil (ACI, 2013), sebelum diterapkan, campuran harus melalui serangkaian pengujian untuk memastikan komposisinya sesuai dengan spesifikasi teknis yang ditetapkan. Setelah penerapan, pengendalian mutu tetap diperlukan untuk mengevaluasi kinerja lapisan perkerasan dalam kondisi sebenarnya di lapangan. Salah satu metode pengendalian mutu yang penting adalah pengujian ekstraksi aspal, yang bertujuan untuk menentukan kadar aspal dalam campuran dan memastikan kesesuaian antara desain campuran dan hasil aktual di lapangan.

Praktiknya, terdapat beberapa metode yang digunakan untuk pengujian ekstraksi aspal, seperti Metode Centrifuge, Metode Quick, Metode Vacuum, dan Metode Reflux. Setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Misalnya, Metode Centrifuge lebih praktis dan cepat digunakan, namun tingkat ketelitiannya relatif lebih rendah dibandingkan metode lainnya. Sebaliknya, Metode Reflux memberikan hasil yang lebih akurat tetapi membutuhkan waktu lebih lama dalam pelaksanaannya. Menurut standar ASTM D2172 (ASTM, 2018), metode ekstraksi aspal harus dipilih berdasarkan tingkat presisi yang dibutuhkan dalam evaluasi kadar aspal suatu campuran. Namun, penelitian

sebelumnya menunjukkan bahwa masih terdapat perbedaan signifikan dalam hasil ekstraksi antara kedua metode ini, yang dapat memengaruhi kualitas pengendalian mutu perkerasan jalan. Oleh karena itu, diperlukan kajian lebih lanjut untuk menentukan metode yang paling efektif dalam berbagai kondisi aplikasi.

Berangkat dari perbedaan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi hasil pengujian ekstraksi aspal dengan menggunakan Metode Centrifuge dan Metode Reflux pada campuran Asphalt Concrete–Binder Course (AC-BC). Diharapkan penelitian ini tidak hanya menyajikan perbandingan nilai kadar aspal dari kedua metode, tetapi juga memberikan penilaian terhadap parameter hasil pengujian dan signifikansi perbedaan nilai kadar aspal yang dihasilkan oleh kedua metode tersebut. Selain itu, penelitian ini akan membandingkan hasil penelitian ini dengan studi terdahulu untuk menilai sejauh mana kebermanfaatan dan kebaruan yang ditawarkan dalam meningkatkan efisiensi pengendalian mutu campuran beraspal.

Penelitian ini berusaha menjawab pertanyaan mengenai bagaimana perbandingan hasil pengujian kadar aspal antara Metode Centrifuge dan Metode Reflux serta faktor-faktor yang menyebabkan perbedaan hasil pengujian tersebut. Untuk itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan hasil pengujian kadar aspal yang diperoleh dari dua metode, yaitu Metode Centrifuge dan Metode Reflux. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap perbedaan hasil yang diperoleh dari kedua metode pengujian tersebut.

Penelitian ini memiliki manfaat yang signifikan, yaitu memberikan pemahaman yang lebih mendalam kepada penulis tentang perbandingan antara metode pengujian kadar aspal, yaitu Metode Centrifuge dan Metode Reflux. Selain itu, hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi sumber referensi yang berguna bagi pembaca, terutama dalam menghadapi berbagai masalah yang terkait dengan pengujian kadar aspal, baik di lapangan maupun di laboratorium teknik. Dengan demikian, penelitian ini memiliki kontribusi yang jelas dalam mendukung peningkatan pengendalian mutu.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama satu bulan di Sub. Bidang Pengawasan dan Pengendalian Mutu (Laboratorium Teknik) pada Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Kabupaten Kerinci, yang berlokasi di Desa Koto Baru, Kecamatan Tanah Kampung, Kota Sungai Penuh. Penelitian ini menggunakan Metode kuantitatif dengan tujuan membandingkan kadar aspal hasil ekstraksi menggunakan Metode *Centrifuge* dan Metode *Reflux*.

2.1 Perhitungan Berat Mineral

$$BM = BT - BTM$$

BM: adalah Berat mineral dalam larutan beraspal (Gram)

BT: adalah Berat tabung sentrifus (Gram)

BTM: adalah Berat tabung sentrifus + mineral dalam larutan beraspal (Gram)

2.2 Perhitungan kadar Aspal

$$B = \frac{(W1 - W2) - (W3 + W4)}{W1 - W2} \times 100\%$$

B: adalah Kadar aspal (%)

W1: adalah berat contoh (Gram)

W2: adalah berat air dalam contoh (Gram)

W3: adalah berat agregat dalam contoh (Gram)

W4: adalah berat mineral dalam larutan beraspal (dihitung dari berat mineral cara pengabuan dan sentrifus).

2.3 Penyiapan Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini merupakan campuran Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC) yang diambil dari Asphalt Mixing Plant (AMP). Untuk setiap Metode ekstraksi, diambil tiga sampel dengan berat masing-masing 3 kg, dan kadar aspal yang direncanakan adalah sebesar 5,6%.

2.4 Prosedur Pengujian

a. Metode *Centrifuge*

Berdasarkan SNI 03-6894-2002, pengujian melibatkan penimbangan benda uji, pencampuran dengan pelarut, dan penggunaan alat centrifuge untuk memisahkan kadar aspal. Proses ini dilakukan hingga berat konstan dicapai. Prosedur pengujian ekstraksi campuran aspal (SNI 03-6894-2002) dilaksanakan dengan cara sebagai berikut:

- a) Timbang benda uji dengan berat tertentu;
- b) Timbang benda uji dan masukkan ke dalam cawan centrifuge;
- c) Letakkan cawan berisi benda uji pada posisi yang benar pada alat Sentrifus;
- d) Pasang kertas saring yang sudah dikeringkan pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ dan telah ditimbang konstan di atas cawan;
- e) Tambahkan pelarut (Bensin/Pertalite) sampai contoh terendam dan biarkan beberapa menit jangan lebih dari 1 jam;
- f) Tutup cawan rapat-rapat dengan klem dan letakkan talam di bawah lubang pengeluaran larutan untuk mengumpulkan larutannya
- g) Jalankan centrifuge dimulai dengan putaran rendah kemudian makin tinggi hingga 3600 rpm;
- h) Hentikan alat sentrifus setelah tidak ada larutan yang mengalir dari lubang pembuangan;
- i) Tambahkan 200 ml pelarut (Bensin/Pertalite) melalui lubang pada penutup cawan dan biarkan lebih kurang 15 menit;
- j) Ulangi langkah 5 hingga 9.;
- k) Kumpulkan larutan yang keluar dari alat centrifuge;
- l) Ambil kertas saring dari cawan dan keringkan di udara kemudian keringkan di oven sampai beratnya konstan pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$;

- m) Pindahkan semua isi cawan ke pan dan keringkan di oven sampai beratnya konstan pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$;
- n) Endapkan larutan yang keluar dari lubang pengeluaran larutan selama 24 jam dan kemudian keringkan di oven sampai beratnya konstan pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$;
- o) Jumlahkan berat kering benda uji hasil ekstraksi dan endapan larutan;
- p) Lakukan pengujian sebanyak 1 – 3 kali ekstraksi

b. *Metode Reflux*

Berdasarkan SNI 03-3640-1994, pengujian melibatkan pemanasan sampel, penggunaan pelarut Trichlor ethylene, dan ekstraksi dengan sistem *Reflux* hingga larutan menjadi jernih. Sampel kemudian dikeringkan di oven hingga berat konstan.

Prosedur pengujian ekstraksi campuran aspal (SNI-03-3640-1994) dilaksanakan dengan cara sebagai berikut:

- a) Siapkan tabung *Reflux* lengkap
- b) Panaskan benda uji pada temperatur $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. sampai berbentuk curah
- c) Timbang benda uji sebelum diekstraksi
- d) Siapkan filter dan bentuk seperti kerucut sesuai bentuk keranjang, timbang beratnya.
- e) Masukkan filter kedalam keranjang
- f) Masukkan benda uji kedalam keranjang kerucut yang telah diberi filter berbentuk kerucut.
- g) Tuangkan pelarut Trichlor ethylene dengan permukaan pelarut berada dibawah ujung rangka kerucut.
- h) Letakkan tabung gelas yang sudah berisi kerangka berlapis filter, benda uji dan pelarut diatas pelat pemanas listrik
- i) Pasang kodensator, dan alirkan air dingin, agar uap pelarut mengembun (kondensasi)
- j) Atur pemanasan sehingga pelarut yang terkondensasi membasahi rangka yang berisi benda uji, jaga jangan sampai pelarut berlebih masuk kedalam penyaring pada kerucut
- k) Teruskan ekstraksi dengan cara *Reflux* sampai pelarut berwarna jernih Matikan pelat pemanas listrik dan biarkan tabung dingin, lepaskan kondensator dan pindahkan dari tabung.
- l) Pindahkan rangka dari dalam tabung biarkan kering di udara, Kertas filter berisi benda uji diangkat dari keranjang pindahkan ke dalam mangkuk, keringkan kedalam oven dengan suhu $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap (24 jam)
- m) Sisa benda uji setelah kering oven ditimbang berat, kertas filter ditimbang terpisah ketelitian timbangan 0,1 Gram
- n) Menghitung nilai kadar aspal.
- o) Mengulangi prosedur tersebut untuk sampel berikutnya.
- p) Hasil dari kedua Metode dianalisis untuk menentukan perbedaan kadar aspal yang diperoleh.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kadar Aspal Rencana.

Pekerjaan pengaspalan tidak dapat dilakukan sebelum dikeluarkannya *Job Mix Formula* (JMF) oleh laboratorium teknik, yang menjadi pedoman untuk pencampuran di *Asphalt Mixing Plant* (AMP). Berdasarkan JMF, kadar aspal untuk proyek di Kabupaten Kerinci adalah 6,1%

untuk jenis aspal AC-WC dengan batas toleransi $\pm 0,3\%$ sesuai spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 2.

3.2 Persiapan Sampel dan Alat Uji

Sampel aspal diambil dari AMP atau *finisher*, dipastikan bersih, dan diuji menggunakan dua Metode, yaitu *centrifuge* dan *Reflux*. Sampel seberat 6 kg didiamkan selama 24 jam sebelum ditimbang.

- a. Metode *Centrifuge*: Mesin berputar hingga 3600 rpm, dengan pelarut bensin.
- b. Metode *Reflux*: Sampel dipanaskan menggunakan TCE dengan air sebagai pendingin.

3.3 Hasil Pengujian Kadar Aspal

- a. Hasil Pengujian Kadar Aspal dengan Metode *Centrifuge*

Tabel 1

Pengujian	Satuan	Sampel		
		1	2	3
Berat Sampel Bersih	(Gram)	1349	1259	1407
Berat Filter Sebelum	(Gram)	14,2	14,8	14,5
Berat Filter Sesudah	(Gram)	15,9	16,1	15,9
Selisih Berat Filter	(Gram)	1,7	1,3	1,4
Berat Sampel Sesudah	(Gram)	1266,9	1181,9	1321,5
Berat Sampel Sesudah + Filter	(Gram)	1268,6	1183,2	1322,9
Berat Aspal	(Gram)	80,4	75,8	84,1
Kadar Aspal	(%)	5,960	6,021	5,977
Rata - Rata	(%)	5,986		

Pengujian dilakukan terhadap 3 sampel dengan rincian sebagai berikut:

Sampel 1 memiliki berat sampel bersih 1349 Gram, dengan berat filter sebelum 14,2 Gram dan sesudah 15,9 Gram, menghasilkan selisih berat filter 1,7 Gram. Setelah pengujian, berat sampel sesudah menjadi 1266,9 Gram, dan berat sampel sesudah ditambah filter menjadi 1268,6 Gram. Berat aspal yang terukur adalah 80,4 Gram dengan kadar aspal 5,960%.

Sampel 2 memiliki berat sampel bersih 1259 Gram, dengan berat filter sebelum 14,8 Gram dan sesudah 16,1 Gram, menghasilkan selisih berat filter 1,3 Gram. Setelah pengujian, berat sampel sesudah menjadi 1181,9 Gram, dan berat sampel sesudah ditambah filter menjadi 1183,2 Gram. Berat aspal yang terukur adalah 75,8 Gram dengan kadar aspal 6,021%.

Sampel 3 memiliki berat sampel bersih 1407 Gram, dengan berat filter sebelum 14,5 Gram dan sesudah 15,9 Gram, menghasilkan selisih berat filter 1,4 Gram. Setelah pengujian, berat sampel sesudah menjadi 1321,5 Gram, dan berat sampel sesudah ditambah filter menjadi 1322,9 Gram. Berat aspal yang terukur adalah 84,1 Gram dengan kadar aspal 5,977%.

Dari ketiga sampel tersebut, diperoleh rata-rata kadar aspal sebesar 5,986%. Hasil ini

menunjukkan konsistensi yang baik antar sampel dengan variasi yang relatif kecil dalam pengukuran kadar aspal menggunakan Metode *Centrifuge*.

b. Hasil Pengujian Kadar Aspal dengan Metode *Reflux*

Tabel 2

Pengujian	Satuan	Sampel		
		1	2	3
Berat Sampel Bersih	(Gram)	850	795	760
Berat Filter Sebelum	(Gram)	12,5	12,4	12,4
Berat Filter Sesudah	(Gram)	14,1	13,8	13,5
Selisih Berat Filter	(Gram)	1,6	1,4	1,1
Berat Sampel Sesudah	(Gram)	797,1	745,5	712,6
Berat Sampel Sesudah + Filter	(Gram)	798,7	746,9	713,7
Berat Aspal	(Gram)	51,3	48,1	46,3
Kadar Aspal	(%)	6,035	6,050	6,092
Rata - Rata		6,059		

Pengujian dilakukan terhadap 3 sampel dengan hasil sebagai berikut:

Sampel 1 memiliki berat sampel bersih 850 Gram, dengan berat filter sebelum 12,5 Gram dan sesudah 14,1 Gram, menghasilkan selisih berat filter 1,6 Gram. Setelah pengujian, berat sampel sesudah menjadi 797,1 Gram, dan berat sampel sesudah ditambah filter menjadi 798,7 Gram. Berat aspal yang terukur adalah 51,3 Gram dengan kadar aspal 6,035%.

Sampel 2 memiliki berat sampel bersih 795 Gram, dengan berat filter sebelum 12,4 Gram dan sesudah 13,8 Gram, menghasilkan selisih berat filter 1,4 Gram. Setelah pengujian, berat sampel sesudah menjadi 745,5 Gram, dan berat sampel sesudah ditambah filter menjadi 746,9 Gram. Berat aspal yang terukur adalah 48,1 Gram dengan kadar aspal 6,050%.

Sampel 3 memiliki berat sampel bersih 760 Gram, dengan berat filter sebelum 12,4 Gram dan sesudah 13,5 Gram, menghasilkan selisih berat filter 1,1 Gram. Setelah pengujian, berat sampel sesudah menjadi 712,6 Gram, dan berat sampel sesudah ditambah filter menjadi 713,7 Gram. Berat aspal yang terukur adalah 46,3 Gram dengan kadar aspal 6,092%.

Berdasarkan ketiga sampel tersebut, diperoleh rata-rata kadar aspal sebesar 6,059%. Hasil ini menunjukkan konsistensi yang baik antar sampel dengan variasi yang relatif kecil dalam pengukuran kadar aspal menggunakan Metode *Reflux*. Hasil pengujian ekstraksi dengan menggunakan Metode *Reflux* didapatkan nilai kadar aspal rata-rata sebesar 6,035%, 6,050% dan 6,092% sehingga didapatkan hasil rata – rata pengujian kadar aspal Metode *Reflux* adalah 6,059%.

c. Perbandingan Kadar Aspal Hasil Ekstraksi pada Metode *Centrifuge* dengan Metode *Reflux*

Tabel 3

Nomor Sampel	Metode <i>Centrifuge</i>	Metode <i>Reflux</i>
1	5,960%	6,035%
2	6,021%	6,050%
3	5,977%	6,092%
Rata-rata	5,986%	6,059%

Hasil pengujian menunjukkan bahwa Metode *Reflux* menghasilkan nilai kadar aspal yang lebih mendekati kadar aspal asli dibandingkan Metode *Centrifuge*. Metode *Reflux* juga memiliki tingkat konsistensi hasil yang lebih baik. Meskipun kadar aspal yang diperoleh dari Metode *Centrifuge* lebih kecil, hasilnya masih berada dalam batas toleransi $\pm 0,3\%$ sesuai spesifikasi. Perbandingan ini dilakukan untuk mengetahui selisih hasil pengujian antara kedua Metode.

- d. Faktor – faktor yang menyebabkan perbedaan antara Pengujian Kadar Aspal Metode *Centrifuge* Dengan Metode *Reflux*
- 1) Perbandingan Alat Pengujian

Tabel 4

Metode <i>Centrifuge</i>	Metode <i>Reflux</i>
Waktu pengujian tidak lama	Waktu pengujian lama
Sampel tidak perlu di oven	Sampel perlu di oven
Pelarut Bensin/Pertalite	Pelarut TCE
Proses Uji dengan Putaran	Proses Uji dengan Pemanasan
Sampel beresiko keluar dalam putaran	Lebih akurat karena sampel diam
Tanpa Pendingin	Air sebagai pendingin
Wadah Alat mangkuk Besi	Wadah Alat Keranjang

Berdasarkan tabel tersebut, dapat disimpulkan beberapa perbedaan penting antara Metode *Centrifuge* dan *Reflux* dalam pengujian kadar aspal:

1. Perbandingan alat pengujian:
 - a. Metode *Centrifuge* memiliki waktu pengujian yang lebih singkat dan tidak memerlukan proses pengovenan sampel, menggunakan pelarut bensin atau pertalite, dan menggunakan proses putaran dalam pengujiannya. Namun, Metode ini memiliki risiko sampel keluar saat putaran.
 - b. Metode *Reflux* membutuhkan waktu yang lebih lama, memerlukan pengovenan sampel, menggunakan pelarut TCE, dan menggunakan proses pemanasan. Meski begitu, Metode ini lebih akurat karena sampel dalam kondisi diam.

2. Faktor risiko:
 - a. Metode *Centrifuge* berisiko terbakar karena penggunaan bensin sebagai pelarut
 - b. Metode *Reflux* berisiko korsleting listrik karena menggunakan air sebagai pendingin
3. Perbedaan peralatan:
 - a. Metode *Centrifuge* menggunakan wadah alat mangkuk besi
 - b. Metode *Reflux* menggunakan wadah alat keranjang

Perlu diperhatikan bahwa faktor Human Error juga berperan penting dan dapat mempengaruhi hasil pengujian kadar aspal pada kedua Metode tersebut. Setiap Metode memiliki kelebihan dan risikonya masing-masing, sehingga pemilihan Metode harus mempertimbangkan berbagai Terdapat perbedaan dalam proses pengujian baik dari segi waktu maupun sampel serta dalam hal ini juga harus mempertimbangkan faktor *Human Error* karena juga dapat berpengaruh besar terhadap nilai kadar aspal yang di uji.

2) Faktor Resiko Metode *Centrifuge* dengan Metode *Reflux*

Tabel 5

Metode <i>Centrifuge</i>	Metode <i>Reflux</i>
Beresiko terbakar karena menggunakan bensin sebagai pelarut	Beresiko korsleting listrik karna menggunakan air sebagai pendingin
Apabila mesin dalam kondisi buruk dapat mengeluarkan percikan api	Bahaya bagi tubuh apabila terhirup TCE seperti pilek, mual, batuk dan lain-lain

Beberapa resiko kesehatan dan keselamatan dalam melakukan pengujian dengan kedua Metode tersebut, untuk itu perlu mempertimbangkan faktor kesehatan dan keselamatan sebelum melakukan pengujian kadar aspal dengan kedua Metode tersebut.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa pengujian kadar aspal menggunakan dua Metode, yaitu Metode *Centrifuge* dan Metode *Reflux*, menghasilkan nilai yang berbeda. Berdasarkan hasil pengujian, kadar aspal rata-rata yang diperoleh dari Metode *Centrifuge* adalah 5,986%, sedangkan dari Metode *Reflux* adalah 6,059%. Metode *Reflux* memberikan hasil yang lebih mendekati kadar aspal rencana yang ditetapkan dalam Job Mix Formula (JMF) sebesar 6,1%, dengan toleransi $\pm 0,3\%$.

Kedua Metode menunjukkan konsistensi yang baik dalam pengukuran, namun Metode *Reflux* memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi meskipun memerlukan waktu yang lebih lama dan proses pengovenan. Sementara itu, Metode *Centrifuge* lebih cepat tetapi memiliki risiko yang lebih tinggi, seperti potensi kebakaran akibat penggunaan bensin sebagai pelarut.

Faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan hasil antara kedua Metode ini meliputi

waktu pengujian, jenis pelarut, dan proses pengujian yang digunakan. Selain itu, faktor human error juga berperan penting dalam hasil pengujian. Oleh karena itu, pemilihan Metode pengujian harus mempertimbangkan kelebihan, risiko, dan faktor keselamatan untuk memastikan hasil yang optimal dan aman dalam pengujian kadar aspal.

Daftar Pustaka

- ACI (American Concrete Institute). (2013). *Guide for Quality Control and Assurance of Concrete Mixtures*. American Concrete Institute.
- Asphalt Institute. (2014). *MS-2 Asphalt Mix Design Methods*. Lexington, KY: Asphalt Institute.
- ASTM (American Society for Testing and Materials). (2018). *ASTM D2172: Standard Test Methods for Quantitative Extraction of Bitumen from Bituminous Paving Mixtures*. ASTM International.
- Badan Standardisasi Nasional. (1994). *SNI 03-3640-1994: Metode Pengujian Kadar Aspal dengan Ekstraksi*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *SNI 03-6894-2002: Metode Pengujian Ekstraksi Campuran Beraspal dengan Centrifuge*. Jakarta: BSN.
- Litman, T. (2019). *Evaluating Transportation System Efficiency and Equity*. Victoria Transport Policy Institute.
- Roberts, F. L., Kandhal, P. S., Brown, E. R., Lee, D. Y., & Kennedy, T. W. (1996). *Hot Mix Asphalt Materials, Mixture Design, and Construction*. National Asphalt Pavement Association.
- Shell Bitumen Handbook. (2015). *Shell Bitumen Handbook (6th ed.)*. Shell Global Solutions.
- White, G. (2020). *Advances in Asphalt Pavement Technology: Design and Testing Methods*. Springer.