**ANALISIS PENGARUH ABU SEKAM PADI SEBAGAI PENGGANTI FILLER PADA PERKERASAN AC-BC MENGGUNAKAN ALAT MARSHALL**

**Yogi Rinaldi1, Beny Setiawan2**

Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai Riau

yogirinaldi01@gmail.com,beny.setiawan.mt.up@gmail.com

***Abstract***

*Asphalt concrete mixture on road pavement requires reinforcement with filler as a modification to support strength. The use of fillers in a certain amount will have an effect, depending on the filler material used. However, the company can only produce the amount of filler material based on availability and is sometimes unable to meet demand. This study utilized Rice Husk Ash (RHA) as an alternative filler. The results of this study show that RHA as a filler has an influence on AC-BC pavement in terms of stability and flow values. The more RHA is added, the higher the stability, which is also accompanied by a high flow value. The highest stability value is 1,458.44 kg with 2.0% RHA content, while the lowest flow value is 3.06 mm at 0.5% RHA content.*

**Keywords:***Rice husk ash, Filler, Marshall, Flow*

**PENDAHULUAN**

Bahan pengisi yang digunakan akan digunakan telah ditentukan oleh Spesifikasi Umum Bina Marga (2010), kebanyakan perusahaan AMP menggunakan bahan pengisi dari material semen, karena jenis bahan pengisi yang lainnya susah didapatkan dan tidak semua mesin produksi pemecah batu *(aggregate crushing plant)* bisa memecahkan batu sampai menjadi abu, ada juga mesin yang bisa memecahkan batu sampai menjadi abu, tetapi hanya dapat menghasilkan jumlah bahan pengisi dalam proporsi sangat rendah sehingga tidak mampu mencukupi kebutuhan.

Pembangunan jalan di Provinsi Riau yang menghubungkan pusat kota Riau dangan Provinsi lainnya, biasanya pembangunan jalan di Provinsi Riau melibatkan banyaknya pabrik aspal yang ikut membangun jalan penghubung antar Provinsi maupun Kota, dengan menggunakan aspal jenis *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC) atau *Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC) dari jenis aspal tersebut, biasanya bahan pengisi aspal menggunakan abu batu sebagai bahan pengisi (*filler*).

Upaya untuk mencari alternatif pengganti bahan pengisi sangat penting untuk dilakukan. Salah satunya penggunaan abu sekam padi sebagai penggantibahan pengisi diharapkan menjadi salah satu alternatif untuk mengatasi keterbatasan material bahan pengisi. Sekam padi mengandung sekitar 90%-98% silika setelah mengalami pembakaran sempurna. Pengambilan silika dari abu sekam padi dilakukan dengan proses ekstraksi padat cair menggunakan larutan alkali sebagai pelarut (Agung, dkk., 2013).

 Padi merupakan tanaman yang menjadi bahan pangan utama di negara-negara agraris seperti Cina, India, Bangladesh dan Indonesia, meskipun terdapat pula varietas liar dari tanaman ini. Kabupaten Kampar, yang terletak di provinsi Riau terkenal sebagai daerah penghasil padi yang produktif, dengan produksi rata-rata sebesar 36.823,04 ton/tahun (Dinas Pertanian Kab. Kampar, 2020).

Berdasarkan penjelasan dan fakta lapangan, penulis memilih Abu Sekam Padi (ASP) untuk pengganti bahan pengisi perkerasan AC-BC, agar sekam padi bisa dimanfaatkan untuk menjadi bahan pengisi alternatif, dan ingin mengetahui bagaimana pengaruh ASP terhadap perkerasan AC-BC.

**KAJIAN PUSTAKA**

**Jenis Aspal**

 Perkerasan jalan umumnya menggunakan aspal minyak jenis *asphaltic* *base crude oil*, dalam Sukirman (2016) aspal minyak ini memiliki 3(tiga) bentuk yaitu:

1. Aspal padat merupakan aspal yang berbentuk padat atau semi padat pada suhu ruang, dikenal dengan semen aspal (*asphalt cement*).
2. Aspal cair (*cutback asphalt*) adalah aspal yang berbentuk cair pada suhu ruang. Aspal ini merupakan semen aspal yang dicairkan dengan bahan pencair dari hasil penyulingan minyak bumi seperti minyak tanah, bensin, atau solar.
3. Aspal emulsi (*emulsified* *asphalt*) merupakan campuran aspal dengan air dan bahan pengemulsi yang dilakukan di pabrik pencampur, Aspal emulsi juga dapat dibedakan berdasarkan kecepatan pengerasannya yaitu:
4. *Rapid setting* (RS) merupakan aspal yang mengandung sedikit bahan pengemulsi sehingga pengikatan yang terjadi cepat, sehingga aspal cepat menjadi padat atau keras kembali.
5. *Medium setting* (MS) mengandung bahan pengemulsi yang sebanding dengan aspal dan air, jadi proses pengerasan tidak terlalu cepat dan terlalu lambat.
6. *Slow* *setting* (SS) adalah aspal yang paling lambat mengeras dikarenakan kandungan pengemulsi yang banyak di dalamnya.

**Aspal PEN 60/70**

Aspal ini merupakan bagian dari semen aspal, yang mana jenis aspal ini dibedakan berdasarkan nilai penetrasi atau viskositasnya. Pekerjaan perkerasan jalan di Indonesia umumnya menggunakan aspal 60 yaitu semen aspal dengan nilai penetrasi antara 60-70 (Sukirman, 2016). ASTM ataupun AASHTO membagi semen aspal ke dalam 5 kelompok jenis aspal yaitu aspal 40-50, aspal 60-70, aspal 85-100, aspal 120-150 dan aspal 200-300. Spesifikasi dari masing-masing kelompok tersebut sebagai mana terjabarkan pada tabel berikut:

Tabel 1. Spesifikasi AASHTO untuk Berbagai Nilai Penetrasi Pen

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Jenis aspal (sesuai penetrasi) | 40-50 | 60-70 | 85-100 | 120-150 | 200-300 |
| Penetrasi(25oC, 100 gr, 5 det) | 40-50 | 60-70 | 85-100 | 120-150 | 200-300 |
| Titik nyala, *claveland* oC | ≥235 | ≥235 | ≥235 | ≥220 | ≥180 |
| Daktilitas(25oC, 5cm/men, cm) | ≥100 | ≥100 | ≥100 | ≥100 | ≥100 |
| *Solubilitas* dalam CCl4, % | ≥99 | ≥99 | ≥99 | ≥99 | ≥99 |
| TFOT, 3.2mm, 5jam, 163oC |  |  |  |  |  |
| Kehilangan berat, % | ≤ 0,8 | ≤ 0,8 | ≤ 1 | ≤ 1,3 | ≤ 1,5 |
| Penetrasi setelah kehilangan berat | ≥ 58 | ≥ 54 | ≥ 50 | ≥ 46 | ≥ 40 |
| Daktilitas setelah kehilangan berat, (25oC, 5cm/men, cm) |  | ≥ 50 | ≥ 75 | ≥ 100 | ≥ 100 |

**Sumber:** Sukirman (2016)

Fungsi aspal pen sebagai material perkerasan jalan (Sukirman, 2016) adalah sebagai berikut:

1. Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara sesama aspal.
2. Bahan pengisi, mengisi rongga antar partikel agregat dan pori-pori yang ada di dalam partikel agregat itu sendiri.
3. Bahan pengikat antara lapisan perkerasan lama dengan lapis perkerasan baru.

**Pekerasan Jalan Raya**

Pada umumnya pembangunan jalan berdasarkan bahan pengikat Konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi :

1. Konstruksi perkerasan lentur yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
2. Konstruksi perkerasan kaku yaitu perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikat. Pelat beton tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan 7 lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.
3. Konstruksi perkerasan komposit yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

**Material Penyusun Pekerasan Jalan dengan Aspal PEN 60/70**

Bahan utama penyusun perkerasan jalan adalah agregat, aspal, dan bahan pengisi (*filler*), untuk mendapatkan hasil yang baik dan berkualitas dalam menghasilkan perkerasan jalan maka bahan-bahan tersebut harus memiliki kualitas yang baik pula. Berikut unsur penyusun perkerasan jalan:

1. Batu pecah

material bangunan yang diperoleh dengan cara membelah atau memecah batu yang berukuran besar menjadi batu kecil menggunakan mesin penghancur *crusher*.

1. Batu berukuran medium (kerikil)

Batu pecah 0,5-1cm atau yang juga disebut batu medium ini biasanya memiliki ukuran yang kecil, yakni antara 3-5mm. Batu pecah  ukuran ini biasanya sering menjadi bagian untuk material beton non struktural & perkerasan jalan atau aspal batu yang berukuran medium ini lolos di saringan no.1/2 dan tertahan saringan no.3/8 yang diproduksi langsung di PT. Vira Jaya.

1. Abu batu

Sebagai agregat halus pengganti pasir pada campuran beton maupun aspal. Abu batu adalah agregat halus yang tertahan di saringan No. 3/8 dan lolos di saringan No. 200, sehingga abu batu yang berguna menjadi campuran bahan material bangunan konstruksi karena abu batu dapat berfungsi sebagai agregat halus pengganti pasir pada campuran beton maupun aspal.

1. Pasir

Pasir mempunyai ciri–ciri yaitu berwarna putih agak kekuningan, butirannya kasar, keras dan bulat, berukuran 0,075 mm sampai 9,5 mm serta sedikit mengandung lumpur, lempung dan bahan organik, salah satu agregat halus yang dapat digunakan dalam campuran aspal beton adalah pasir alam, dalam perencanaan campuran aspal, pasir yang tertahan di saringan No. 3/8 dan lolos di saringan No. 200.

**Bahan Pengisi (*Filler)***

 SNI 03-4142-1996 menjelaskan bahan pengisi atau bahan pengisi adalah bahan pengisi untuk campuran aspal yang bebas dari bahan mineral non plastis, kering, dan bebas dari gumpalan-gumpalan serta bila diuji dengan pengayakan bahan yang lolos saringan No. 200 dan berfungsi untuk mengisi rongga-rongga antar butiran agregat, adapun jenis bahan pengisi yang digunakan di dunia konstruksi adalah sebagai berikut:

1. Abu batu, menurut Yacob dan Wesli (2018) batu kapur termasuk batuan sedimen, batuan ini terdiri dari *kalsium karbonat* mencapai 95%, selain kalsium karbonat batu kapur juga mengandung *silika, magnesit, alumina* serta beberapa senyawa lainnya namun dengan jumlah yang lebih kecil.
2. Semen, Susanto (2020) dalam aplikasi di lapangan, bahan pengisi sering menggunakan semen karena mengandung kapur tohor 60-65%, *silika* 20-24% dan *alumina* sekitar 4-8%. Kandungan bahan tersebut mempengaruhi stabilitas dan *viskositas* campuran aspal, namun hal tersebut tidak menutup kemungkinan adanya penggunaan bahan pengisi lain selama masih memenuhi ketentuan yang disyaratkan.
3. *Fly ash*,menurut Spesifikasi Umum Bina Marga (2010), *Fly Ash* merupakan sisa pembakaran batu bara yang sangat halus, kehalusan butiran *fly ash* ini berpotensi terhadap pencemaran udara, penanganan *fly ash* pada saat ini masih terbatas pada penimbunan di lahan kosong.
4. Bahan pengisi alternatif, penelitian ini penulis menggunakan abu sekam padi (ASP), menurut Hidayati dan Fauziah (2018), abu sekam adalah sisa gabah dari pertanian padi yang dibakar sampai menjadi abu yang memiliki kandungan *silika* sebanyak 86,90–97,30%. Sekam padi memiliki kemampuan mengisi rongga pada campuran suatu struktur jalan.

***Mix Design* Pekerasaan Jalan Aspal PEN 60/70**

*Mix design* adalah tahapan merancang komposisi campuran yang akan digunakan untuk spesifikasi perkerasan yang diinginkan. SNI 06-2489-1991 mengatur setiap benda uji memiliki bobot ± 1200 gr agar dapat menghasilkan tinggi benda uji kira-kira 63,5 mm ± 1,27 mm. Ketentuan komposisi campuran tidak boleh melebihi persyaratan gradasi campuran yang diatur oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2019) adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Persyaratan Gradasi Campuran Beraspal Panas Bergradasi

| **Ayakan** | **Persen berat lolos terhadap total agregat dalam campuran** |
| --- | --- |
| **Laston (AC)** |
| **Nomor(inch)** | **Ukuran(mm)** | **WC atau WC Modifikasi (%)** | **BC atau BC Modifikasi (%)** | **Base atau Base Modifikasi (%)** |
| 1½  | 37,5 |  |  | 100 |
| 1 | 25 |  | 100 | 90-100 |
| 3/4 | 19 | 100 | 90-100 | 76-90 |
| 1/2  | 12,5 | 90-100 | 75-90 | 60-78 |
| 3/8 | 9,5 | 77-90 | 66-82 | 52-71 |
| 4 | 4,75 | 53-69 | 46-64 | 35-54 |
| 8 | 2,36 | 33-53 | 30-49 | 23-41 |
| 16 | 1,18 | 21-40 | 18-38 | 14-30 |
| 30 | 0,6 | 14-30 | 12-28 | 10-22 |
| 50 | 0,3 | 9-22 | 7-20 | 6-15 |
| 100 | 0,15 | 6-15 | 5-13 | 4-10 |
| 200 | 0,075 | 4-9 | 4-8 | 3-7 |

**Sumber:** Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2019)

Setelah gradasi penyusun perkerasan diperoleh lakukan perhitungan kadar aspal rencana, dalam Kementerian Pekerjaan Umum Badan Pembinaan Konstruksi (2013)dirumuskan dengan persamaan berikut:

$Pb=0,035(\%CA)+0,045(\%FA)+0,18(\%FF)+Konstanta$ (1)

Keterangan:

*Pb* = Perkiraan kadar aspal dalam campuran (% berat campuran).

*CA* = Persentase agregat yang tertahan saringan 2,36 mm (No. 8).

*FA* = Persentase agregat yang lolos saringan No. 8.

*FF* = Persentase bahan pengisi (*filler*).

*Konstanta* = 0,5 – 1 untuk laston, 1-2 untuk lastaton.

**Pengujian Pekerasan Jalan Raya Aspal PEN 60/70 dengan Alat *Marshall***

Ruang lingkup pengujian ini meliputi pengukuran stabilitas dan alir (flow) dari suatu campuran perkerasan jalan beraspal dengan agregat maksimum 2,54 cm. Stabilitas adalah kemampuan suatu campuran aspal untuk menerima beban sampai terjadi alir yang dinyatakan dalam kilogram, sedangkan alir adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran aspal yang terjadi akibat suatu beban, dinyatakan dalam mm (SNI 06-2489-1991, 1991). Pada pengujian ini akan diperoleh berat jenis, stabilitas dan alir yang mana stabilitas dihitung sesuai dengan persamaan berikut:

$Stabilitas=Bacaan arloji alat ×Angka koreksi$*............*(2)

**METODOLOGI**

Penelitian ini menggunakan 2 jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan langsung oleh peneliti secara langsung dari objek penelitiannya, sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dengan cara tidak langsung atau dari pihak lain yang berhubungan dengan objek penelitian (Tanujaya, 2017).

1. Data primer

Data primer penelitian ini berupa berat jenis, nilai stabilitas dan nilai *flow* dari masing-masing benda uji. Pengumpulan data tersebut menggunakan metode pengujian dengan menggunakan alat *marshall* sesuai dengan ketentuan SNI 06-2489-01991, berikut tahapan pengumpulan data yang akan penulis lakukan untuk masing-masing variasi:

1. Menyiapkan alat yang dibutuhkan untuk penelitian, antara lain:
2. *Sieve* dengan ayakan 1 inch s/d No. 200
3. Timbangan digital
4. Termometer
5. Penggaris
6. Alat uji *marshall*
7. Penumbuk *marshall*
8. *Water bath*
9. Kompor
10. Kuali
11. Melakukan analisa saringan masing-masing agregat campuran dan kontrol menggunakan tabel 2.2 untuk campuran AC-BC,
12. Menghitung kebutuhan kadar aspal menggunakan persamaan 1 bagi masing-masing variasi benda uji,
13. Lakukan pencampuran bahan sesuai dengan variasi dan komposisi benda uji,
14. Setelah campuran agregat dan aspal menyatu, padatkan campuran menggunakan mesin penumbuk dan diamkan benda uji ±24 jam dengan suhu ruangan,
15. Setelah didiamkan, rendam benda uji selama 24 jam dengan suhu ruangan, setelah itu timbang benda uji dalam air untuk mendapatkan data berat basah,
16. Keluarkan dan keringkan benda uji menggunakan kain lap,
17. Sebelum benda uji masuk pada tahap uji menggunakan alat *marshall*, rendam terlebih dahulu dalam *water bath* dengan suhu 60o±1 C selama 30-40 menit,
18. Atur dial atau arloji stabilitas dan dial *breaking head* pada angka 0 (nol),
19. Jika dial stabilitas tidak lagi bergerak, catat angka yang ditunjuk oleh dial stabilitas untuk mendapatkan data stabilitas dan angka pada dial *breaking head* untuk mendapatkan data *flow*,
20. Semua data dianalisis untuk melihat pengaruh yang disebabkan ASP sesuai dengan variasi yang ditetapkan.
21. Data Sekunder

Data sekunder penelitian ini berupa standar pengujian, spesifikasi umum perkerasan jalan dan artikel-artikel terkait dengan penelitian, yang mana cara pengumpulannya mengunduh langsung dari laman Badan Standar Nasional (2010) atau diperoleh dari literatur lainnya.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisa Saringan**

Setelah data gradasi semua agregat didapatkan, kontrol gradasi gabungan menggunakan spesifikasi pada tabel 2.2 untuk mendapatkan komposisi masing-masing agregat untuk benda uji, kombinasi tersebut dilakukan secara *trial and error* patokan bobot keseluruhan ±1200 gr, berikut hasil gradasi gabungan dari benda uji ASP 0,5% (tabel lain terlampir):

Tabel 3. Tabel Analisa Saringan Agregat Gabungan dengan ASP 0,5%

| **Ukuran Saringan** | **%Rata-rata Lolos Material** | **ASP 0,5%** | **%Lolos****Agregat Kombinasi** | **Spesifikasi** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **mm** | **inch** | **BP 1-2 cm** | **BP 0-1 cm** | **AB** | **PSR** |
| 25 | 1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 19 | 3/4  | 84,15 | 97,49 | 100 | 100 | 100 | 97,08 | 90-100 |
| 12,5 | 1/2  | 30,97 | 70,43 | 100 | 100 | 100 | 81,51 | 75-90 |
| 9,5 | 3/8  | 12,03 | 57,84 | 100 | 100 | 100 | 75,05 | 66-82 |
| 4,75 | No. 4 | 4 | 27,16 | 90,13 | 95,06 | 100 | 61,45 | 46-64 |
| 2,36 | No. 8 |  | 12,74 | 80,04 | 80,89 | 100 | 48,89 | 30-49 |
| 1,18 | No. 16 |  | 7,07 | 73,22 | 50,82 | 100 | 31,99 | 18-38 |
| 0,6 | No. 30 |  | 2,51 | 67,34 | 31,09 | 100 | 20,55 | 12-28 |
| 0,3 | No. 50 |  |  | 58,48 | 22,82 | 100 | 15,19 | 7-20 |
| 0,15 | No. 100 |  |  | 52,36 | 12,03 | 100 | 9,54 | 5-13 |
| 0,075 | No. 200 |  |  | 49,90 | 4,17 | 100 | 5,54 | 4-8 |
| Komposisi bahan campuran rencana:Pasir : 49,00 %Abu batu : 6,00 %BP 0-1 cm : 31,00 %BP 1-2 cm : 13,50 %Bahan pengisi : 0,50 % +**Total : 100,00 %** |

**Sumber:** Hasil Pengolahan Data Analisa Saring

Gambar 1. Grafik Analisa Saringan Agregar Gabungan dengan ASP 0,5%

**Sumber:** Hasil Pengolahan Data Analisa Saringan

Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat ditarik kesimpulan, gradasi gabungan masih berada di antara batas atas dan bawah yang ditentukan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2019). Sehingga diperoleh persentasi komposisi benda uji dengan bahan pengisi ASP 0,5% adalah 13,5% Batu pecah 1-2 cm, 31% Batu Pecah 0-1 cm, 6% Abu batu, dan 49% Pasir.

**Perancangan Campuran Benda Uji**

Setelah komposisi masing-masing variasi benda uji didapatkan, hitung terlebih dahulu kadar aspal menggunakan persamaan 1, dan kemudian hitung kebutuhan masing-masing bahan campuran sesuai komposisi agar bobot bahan penyusun tidak lebih dari 1200 gr. Berikut hitungan perancangan campuran benda uji yang didapatkan:

1. Kadar aspal untuk benda uji ASP 0,5%:

*Pb* = [0,035x(48,89)]+[0,045x(48,89)]+(0,18x0,5)+0,5 = 4,58 %

1. Hitungan komposisi:

Bobot benda uji = 1200 gr

Bobot kadar aspal = 1200 gr x 4,58% = 54,96 gr

Bobot pasir = (1200 gr – 54,96 gr) x 49% = 561,07 gr

Bobot abu batu = (1200 gr – 54,96 gr) x 6% = 68,70 gr

Bobot kerikil = (1200 gr – 54,96 gr) x 31% = 354,96 gr

Bobot batu pecah = (1200 gr – 54,96 gr) x 13,5% = 154,58 gr

Bobot ASP 0,5% = (1200 gr – 54,96 gr) x 0,5% = 5,73 gr

Hitungan di atas juga dilakukan kepada masing-masing variasi benda uji hasil analisa dan kontrol sehingga diperoleh tabel perancangan campuran bahan sebagai berikut (tabel terlampir):

Tabel 4. Rancangan Campuran Bahan Benda Uji



 **Sumber:** Hasil Perhitungan Campuran Benda Uji

Masing-masing benda uji disiapkan sesuai dengan rancangan campuran bahan pada tabel 4.2 untuk dijadikan dasar pembuatan benda uji.

**Pembuatan Benda Uji**

Proses pencampuran bahan campuran perkerasan ini berpedoman kepada SNI 06-2489-1991 berikut tahapan pencampuran bahan untuk masing-masing variasi:

1. Keringkan agregat yang sudah disiapkan berdasarkan analisa saringan masing-masing pada suhu 105o-110oC minimum selama 4 jam, setelah itu dinginkan agregat dengan suhu ruangan.
2. Panaskan material di suhu 160oC, setelah suhu telah sampai 160oC maka campurkan material dengan aspal yg sudah dicairkan, lalu diaduk dengan rata sampai semua material benar-benar menyatu.
3. Cek suhu pencampuran menggunakan termometer, pastikan suhu pencampuran di antara 135o-150oC.
4. Setelah suhu pencampuran sesuai dengan yang seharusnya, angkat bahan campuran dan lakukan pemadatan menggunakan mesin tumbuk.
5. Setelah perlengkapan mesin tumbuk dibersihkan, masukkan seluruh campuran ke dalam cetakan dan tusuk-tusuk campuran dengan spatula 15 kali pada pinggiran cetakan, dan 10 kali di bagian tengah cetakan.
6. Lakukan pemadatan dengan 75 kali tumbukan pada bagian atas, dan bagian bawah.
7. Keluarkan dengan hati-hati benda uji, letakkan dan diamkan benda uji pada permukaan yang rata selama ±24jam dengan suhu ruangan.

**Pengujian Mengunakan Alat *Marshall***

Persiapan dan pelaksanaan pengujian benda uji pada alat *marshall* ini juga berpedoman kepada SNI-06-2489-1991, berikut proses yang telah dilakukan penulis selama pengujian benda uji:

1. Setelah benda uji didiamkan selama ±24 jam, ukur dimensi masing-masing benda uji.
2. Timbang benda uji dalam kondisi kering.
3. Rendam benda uji dalam air selama ±24 jam dengan suhu ruangan,
4. Timbang benda uji di dalam air untuk mendapatkan berat dalam kondisi basah,
5. Keluarkan benda uji dan gunakan kain untuk mengeringkan permukaan benda uji, setelah itu timbang kembali benda uji,
6. Rendam kembali benda uji ke dalam *water bath*, dengan suhu 60o±1oC selama 30-40 menit,
7. Keluarkan benda uji, keringkan menggunakan kain dan kemudian masukkan benda uji ke dalam ring alat *marshall.*
8. Pastikan dial stabilitas dan *flow* pada posisi angka nol, naikkan kepala penekan serta benda uji hingga menyentuh alas cincin penguji sebelum dilakukan pembebanan,
9. Berikan pembebanan kepada benda uji dengan kecepatan tetap ±50 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai,
10. Catat nilai stabilitas dan *flow* pada masing-masing dial.
11. Berikut data hasil pengujian menggunakan alat *marshall*:

Tabel 5. Data Pengujian Menggunakan Alat *Marshall*



 **Sumber:** Hasil Bacaan Benda Uji

Gambar 2. Grafik Nilai Stabilitas

Gambar 3. Grafik Nilai *Flow*

**Sumber:**Hasil Pengolahan Data Bacaan Benda Uji

 Berdasarkan tabek dan gambar di atas dapat ditarik kesimpulan, dengan menambahkan ASP Sebagai bahan pengisi alternatif memberikan pengaruh yang cukup signifikan dan lolos spesifikasi Bina Marga (2010) ditinjau dari nilai stabilitas dan *flow.* ASP 0,5% memiliki nilai stabilitas dan *flow*  sebesar 1.420,06 kg dan 3,07 mm, ASP 1,0%:1.420,06 kg dan 3,27 mm,ASP 1,5%: 1.291,49 kg dan 3,4 mm, ASP 2,0%: 1.458,44 kg dan 4 mm. Jika diperhatikan lebih lanjur, dengan semakin banyak penambahan ASP sebagai bahan pengisi maka semakin tinggi nilai *flow* yang di peroleh, ini berarti ASP dapat digunakan sebgai bahan pengisi alternatif tapi tidak dengan jumlah banyak.

**KESIMPULAN**

Proses pelaksanaan penelitian dan pengumpulan data dimaksudkan untuk mencari kesimpulan dari penelitian itu sendiri, berikut kesimpulan yang penulis dapatkan:

1. Penambahan ASP sebagai bahan pengisi memberikan pengaruh terhadap perkerasan AC-BC ditinjau dari nilai stabilitas dan *flow*. Semakin banyak penambahan ASP, semakin tinggi stabilitas juga diiringi dengan tingginya nilai *flow*.
2. Nilai stabilitas dari masing-masing variasi ASP adalah ASP 0,5 % memperoleh 1.420,06 kg , ASP 1,0% memperoleh 1.420,06 kg, ASP 1,5% memperoleh 1.291,49 kg, ASP 2,0% memperoleh 1.458,44 kg.
3. Nilai *flow* dari masing-masing ASP adalah ASP 0,5 % memperoleh 3,07 mm, ASP 1,0% memperoleh 3,27 mm, ASP 1,5% memperoleh 3,4 mm, ASP 2,0% memperoleh 4 mm.

**SARAN**

1. Diharapkan Program Studi dan Universitas Pahlawan paling utama mengadakan fasilitas laboratorium perkerasan jalan raya, dikarenakan uji ini sangat dibutuhkan bagi dunia konstruksi jalan.
2. Pada hasil ASP 1,5% nilai stabilitas sangat jauh dari ekspektasi penulis, nilainya jauh dari 3 variasi yang lain. Diharapkan pada peneliti selanjutnya untuk memperhatikan ketepatan dan ketelitian dalam semua proses pelaksanaan.
3. Diharapkan ada lagi penelitian yang sejenis dengan menggunakan material lain sebagai bahan pengisi alternatif.

**REFERENSI**

Agung, G. F., Hanafie, M. R., and Mardina, P. (2013). Ekstraksi Silika Dari Abu Sekam Padi Dengan Pelarut Koh. *Konversi*, *2*(1), 28.

Badan Standarisasi Nasional. (2010). *Diklat Penggunaan Bahan & Alat Untuk Pekerjaan Jalan & Jembatan*. Jakarta.

Bina Marga. (2010). Spesifikasi umum 2010. *Direktorat Jendral Bina Marga*, *2010*(Revisi 3), 1–6.

Dinas pertanian kabupaten kampar. (2020). *Data Hasil Luas Tanah dan Tanaman Padi 2020*. Bangkinang.

Hidayati, E. T., and Fauziah, M. (2018). Pengaruh Abu Sekam Padi Sebagai Filler Pengganti Terhadap Karakteristik Campuran Stone Matrix Asphalt (SMA). *Jurnal Teknik Sipil UII*, *3*(1), 90–97.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang. (2019). *Perancangan dan Pelaksanaan Campuran Beraspal Panas Bergradasi Menerus (Laston) Menggunakan Slag*. Jakarta.

*SNI 06-2489-1991 Metode Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall*. (1991). Jakarta.

Sukirman, S. (2016). *Beton Aspal Campuran Panas*. Bandung: Institut Teknologi Nasional.

Susanto, H. A. (2020). Pengaruh Penggunaan Filler Pasir Besi Dan Semen Dalam Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC). *Techno (Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto)*, *21*(1), 37.

Tanujaya, C. (2017). Perancangan Standart Operational Procedure Produksi Pada Perusahaan Coffeein. *Jurnal Manajemen Dan Start-Up Bisnis*, *2*(1), 90–95.

Yacob, M., and Wesli, W. (2018). Pengaruh Kadar Filler Abu Batu Kapur Dan Abu Tempurung Kelapa Terhadap Karakteristik Marshall Pada Campuran Aspal Beton Ac-Bc. *Teras Jurnal*, *7*(1), 213.