# Perubahan Karakteristik Campuran Aspal AC-WC dengan Penambahan Sampah Plastik

## **ADI SUBANDI1\*, SARTONO2**

1Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Subang, Indonesia

2Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Subang, Indonesia

Email: subandiadi@yahoo.com

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan sampah plastik terhadap kualitas campuran aspal AC-WC, serta mengetahui berapa besar prosentase sampah plastik yang bisa ditambahkan untuk campuran aspal AC-WC. Manfaat dari penelitian yaitu mengetahui kinerja atau kualitas dari campuran aspel AC-WC setelah ditambah sampah plastik dengan prosentase tertentu terhadap volume campuran, yang diharapkan juga akan mengurangi volume sampah plastik yang ada dimasyarakat serta meningkatkan kualitas dari campuran aspal panas itu sendiri. Dalam penelitian ini penulis bekerja sama dengan PT. ADHI KARYA AMP Kawasan Cirebon sebagai tempat laboratorium pengujian dan skaligus sumber bahan. Hasil penelitian berupa data laboratorium dengan variasi penambahan sampah plastik dengan beberapa skenario penambahan penambahan sampah plastik dengan besaran prosentase 0%, 2%, 4%, 6% dan 8% dengan kadar aspal optimum 5,9%.

**Kata kunci**: campuran aspal, sampah plastik, aspal AC-WC

**Abstract**

The study has to investigate affect from the adding plastic waste to the AC-WC asphalt mixture quality, and to find out that percentage of plastic waste could be added to the AC-WC asphalt mixture. The research benefit is knowing the performance or quality of the AC-WC asphalt mixture after adding plastic waste with a certain percentage of the mixture volume, that is expected to reduce the plastic waste at community and also it can improve the hot asphalt mixture quality itself. In this study the authors cooperate with PT. ADHI KARYA AMP for Cirebon area is a testing laboratory and also a source of materials. The results are laboratory data with variations plastic waste addition with several scenarios of adding additional plastic waste with percentages of 0%, 2%, 4%, 6% and 8% with an optimum asphalt content of 5,9%.

**Keywords**: asphalt mix, plastic waste, AC-WC asphalt

##### 1. PENDAHULUAN

Sejak pertengahan abad 20, limbah sampah plastik telah dinilai sebagai salah satu permasalahan global bagi kelangsungan hidup manusia [1], dengan produktivitas mencapai angka 275 juta metrik ton yang dianggap cukup memperihatinkan. Dari sebanyak 192 negara di seluruh dunia, tahun 2010 diperkirakan terdapat 4,8 hingga 12,7 juta metrik ton limbah sampah plastik masuk ke lautan lepas, China berada di urutan pertama dengan jumlah sampah plastik terbesar di dunia berkisar 8,8 juta metrik ton dan Indonesia menjadi peringkat kedua yaitu sebesar 3,2 juta metrik ton. Berikutnya Filipina diperingkat ketiga dengan total sampah sebesar 1,9 juta metrik ton [3].

Sementara itu tahun 2015 studi yang dilakukan United Nation Environment Pragramme (UNEP) dan para mitra memperkirakan, secara global setiap tahunnya sebanyak 280 juta ton plastik diproduksi [15]. Hanya sebagian kecil yang didaur ulang. Badan PBB ini juga mengungkapkan seperti dikutip dari Iyaa.com bahwa kerugian yang ditimbulkan dari pembuangan limbah sampah plastik menjangkau USD 13 milliar dolar atau sekitar Rp. 153 trilliun per tahun. Kurangnya sistem daur ulang di Indonesia menyebabkan semakin hari tumpukan sampah plastik semakin menggunung, sedangkan permasalahan beban lalu lintas baik dari segi jumlah maupun beban sumbu yang semakin bertambah menjadi alasan atau penyebab banyaknya jalan rusak di Indonesia. Maka untuk mengatasi dua permasalahan tadi perlu upaya peningkatan teknologi terapan dan modifikasi untuk meningkatkan mutu perkerasan jalan sekaligus mengurangi jumlah sampah plastik yang semakin menggunung tidak terkendali.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, penambahan limbah sampah plastik yang bisa digunakan pada kadar berkisar 0,1% – 0,3% dari berat aspal. Penambahan limbah sampah plastik terbaik pada campuran beraspal yaitu 0,3%. Hal ini dikarenakan dianggap telah mencukupi semua syarat uji pemeriksaan serta mempunyai nilai stabilitas tertinggi pada campuran AC-WC [6].

##### 2. TINJAUAN PUSTAKA

**2.1 Jenis Plastik**

Plastik merupakan material yang tersusun dari unsur kimiawi seperti carbon, silicon, hydrogen, nitrogen, oxygen dan chloryd. Kombinasi senyawa kimia yang berbeda akan menghasilkan kombinasi plastik yang juga berbeda. Di Swedia, limbah sampah plastik telah diolah dan digunakan sebagai material bata plastik dalam konstruksi bangunan bertingkat. Hal ini dikarenakan lebih ringan dan lebih kokoh daripada bata konvensional [2] [9]. Di Indonesia limbah sampah plastik sudah mulai digunakan sebagai material daur ulang berkualitas rendah, tetapi belum digunakan sebagai material konstruksi. Dalam bidang konstruksi, limbah sampah plastik biasanya diperuntukan sebagai material baik untuk campuran beton ringan maupun untuk campuran aspal atau sejenisnya. Salah satunya dijadikan sebagai material tambahan campuran aspal, khususnya campuran aspal AC-WC.

Plastik merupakan salah satu jenis polimer sintetik, yang mudah dibentuk dan dicetak serta bersifat unik [5]. Pengelompokan beberapa jenis plastik yang biasa digunakan [14] yaitu HDPE (High Density Polyethylene), PE (Polyethylene), PP (Polypropylene), PS (Polystyrene) dan PET (Polyethylene Terephthalate).

**2.2 Pemanfaatan Sampah Plastik Pada Campuran Aspal**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Prof. Vasudevan dari India dalam mengembangkan limbah sampah plastik untuk memodifikasi campuran beraspal panas, ternyata membuahkan hasil yang baik karena limbah sampah plastik dapat meningkatkan kualitas campurannya [6]. Pada prosesnya, penggunaan limbah sampah plastik sebagai material perkerasan jalan, terdiri dari 2 (dua) metode yaitu metode *wet process* (sebagai material tambahin untuk memodifikasi aspal) dan metode *dry process* (sebagai material tambahin untuk memodifikasi agregat) seperti pada **Gambar 1**.



**Gambar 1. Ilustrasi metode pencampuran *dry process* di laboratorium**

Di India, teknologi penggunaan limbah sampah plastik sudah banyak berkembang dan diterapkan [7]. Adapun spesifikasi untuk konstruksi jalan dengan limbah sampah plastik yaitu IRC:SP:98-2013 “*Guideliness For The Use of Waste Platic in Hot Bituminous Mixes (Dry Process) in Wearing Coarses*“, sedangkan spesifikasi campuran beraspal disajikan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1. Spesifikasi Campuran Beraspal dengan Plastik IRC:SP:98-2013**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Sifat Campuran** | **Spesifikasi** |
| 1 | Stabilitas [kN] pada 60°C | Min 12,0 |
| 2 | Pelelehan (*flow*) [mm] | 2 – 4 |
| 3 | Marshall Quotient [kN/mm] | 2,5 – 5 |
| 4 | Jumlah tumbukan per bidang | 75 |
| 5 | Rongga dalam campuran [%] | 3 – 5 |
| 6 | Stabilitas sisa [%] | 98 |
| 7 | ITS, MPa | Min 0,9 |
| 8 | VMA | Min 16 |
| 9 | VFB | 65 – 75 |
| 10 | Kadar plastik % terhadap aspal | 6 – 8 (tergantung curah hujan) |

Sebagai dasar dari kegiatan penelitian ini, menggunakan persyaratan khusus untuk limbah sampah plastik guna memudahkan analisis hasil penelitian sebagai berikut:

1. LDPE (Low Density Polyethylene), biasanya kresek, kantong plastik sampah, tas belanja dan bungkus makanan.
2. PET (Polyethylene Terephthalate), biasanya botol kemasan air mineral, minyak goreng, obat, kosmetik dan lainnya.
3. Potongan limbah sampah plastik sebaiknya kering dan bebas dari kotoran.
4. Ukuran butir limbah sampah plastik sebaiknya 100% lolos saringan 3/8“ dan 90% lolos saringan no 4”.

Adapun spesifikasi campuran beraspal panas mengunakan limbah sampah plastik yaitu Spesifikasi Umum 2018 Seksi 6.3 pasal (6.3.3.3) baik untuk campuran Lataston (**Tabel 2**) maupun untuk campuran Laston (**Tabel 3**).

**Tabel 2. Spesifikasi Sifat Campuran Beraspal Panas Lataston Limbah Sampah Plastik**

|  |  |
| --- | --- |
| **Sifat** | **Lataston** |
| **Lapis Aus** | **Lapis Fondasi** |
| **Semi Senjang** | **Semi Senjang** |
| Kadar aspal efektif  | Min | 5,9 | 5,5 |
| Penyerapan | Max | 1,7 |
| Jumlah tumbukan per bidang |  | 75 |
| Rongga dalam campuran [%] | MinMax | 46 |
| Rongga dalam agregat [%] | Min | 18 | 17 |
| Rongga terisi aspal [%] | Min | 68 |
| Stabilitas marshal [kg] | Min | 800 |
| Pelelehan [mm] | Min | 3 |
| Stabilitas marshall sisa [%] setelah perendaman 24 jam  | Min | 90 |

**Tabel 3. Spesifikasi Sifat Campuran Beraspal Panas Lataston Limbah Sampah Plastik**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Lataston** |
| **Lap. Aus** | **Lap. Antara** | **Lap. Fondasi** |
| Jumlah tumbukan per bidang |  | 75 | 112 (1) |
| Rasio partikal lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif | MinMax | 1,01,4 |
| Rongga dalam campuran VIM [%] | MinMax | 3,05,0 |
| Rongga dalam agregat [%] | Min | 15 | 14 | 13 |
| Rongga terisi aspal [%] | Min | 65 |
| Stabilitas marshal [kg] | Min | 800 | 1.800 (\*) |
| Pelelehan [mm] | MinMax | 24 | 36 |
| Stabilitas marshall sisa [%] setelah perendaman 24 jam | Min | 90 |
| Rongga dalam campuran [%] pada kepadatan membal (*refusal*) | Min | 2 |

**2.3 Penerapan Campuran Beraspal Panas dengan Modifikasi Limbah Sampah Plastik di Lapangan**

Menurut Dirjen Bina Marga Kementerian PUPR bahwa teknologi aspal plastik memiliki tingkat stabilitas perkerasan yang baik, jejak roda kendaraan sulit tertinggal saat kendaraan melintas serta daya tahan yang tinggi.

##### 3. METODOLOGI PENELITIAN

**3.1 Tahapan Kegiatan**

Dalam rangka mencapai tujuan dan sasaran penelitian, maka kegiatan penelitian penambahan limbah sampah plastik pada campuran beraspal panas ini mencakup: studi literatur dari berbagai sumber yang akan dijadikan sebagai dasar penelitian, diskusi dengan para narasumber yang berkompeten di bidang penanganan limbah sampah plastik dan material perkerasan, pengumpulan data melalui pengujian laboratorium serta evaluasi dan analisis terhadap data yang sudah terkumpul. Berikut tahapan kegiatan yang dilakukan pada penelitian ini.

1. Review Literatur

Kegiatan ini merupakan tahapan awal bagi peneliti untuk mendapatkan landasan teori sebagai sumber hipotesis [10] [11]. Literatur yang dipakai penelitian ini bersumber dari pihak yang terkait dengan penggunaan limbah sampah plastik sebagai bahan campuran beraspal panas.

1. Persiapan dan Pengadaan Material

Kegiatan ini meliputi:

1. Bahan limbah sampah plastikdiambil dari tempat penampungan sampah PT. ADHI KARYA (Persero) Tbk AMP Kawasan Cirebon.
2. Adapun jenis limbah sampah plastik yaitu kresek serta botol kemasan air mineral.
3. Aspal yang digunakan jenis aspal ESSO dari tangki penampungan milik PT. ADHI KARYA (Persero) Tbk AMP Cirebon ±15 kg.
4. Agregat yang digunakan adalah Hot bin 1, Hot bin 2, Hot bin 3 dan material filler dari PT. ADHI KARYA (Persero) Tbk AMP Cirebon.
5. Pengujian Material

Dalam hal ini peneliti menggunakan hasil pengujian mutu milik PT. ADHI KARYA yang memenuhi standar atau spesifikasi dari Kementerian PUPR Paket pekerjaan proyek MYC Pembangunan Jalan Lingkar Timur Waduk Jati Gede.

1. Pemenuhan Gradasi Campuran

Gradasi campuran berasal dari job mix formula PT. ADHI KARYA (Persero) Tbk, Proyek MYC Pembangunan Jalan Lingkar Timur Waduk Jati Gede.

1. Metode Pencampuran Agregat Aspal dan Limbah Sampah Plastik

Metode pencampuran dilakukan skala laboratorium dengan memanaskan agregat dengan temperatur 170°C terlebih dahulu, yang selanjutnya dicampur limbah sampah plastik dan diaduk kurang lebih 5 detik, serta ditambahkan aspal dengan temperatur 150°C.

1. Pembuatan Campuran Sampel Uji Marshall

Sampel uji Marshall disusun dari variasi penambahan jenis limbah sampah plastik yaitu, limbah plastik tas kresek dan botol kemasan minuman mineral dan variasi jumlah penambahan limbah sampah plastik sebesar 0%, 2%, 4%, 6% dan 8%.

1. Analisis Hasil

Setelah ditambah limbah sampah plastik, data yang sudah terkumpul selanjutnya dievalusi menggunakan metode kuantitatif yang kemudian dibandingkan dengan kriteria atau standar yang sudah ditetapkan. Selanjutnya dibandingkan karakteristik dan kapasitas campuran beraspal dengan beberapa variasi material campuran limbah plastik terhadap karakteristik dan kinerja campuran beraspal menggunakan material standar. Hasil evalusi tersebut selanjutnya dilakukan analisis dan pembahasan.

**3.2 Penyiapan Material dan Sampel Uji**

Material yang akan diuji yaitu material limbah sampah plastik, aspal dan agregat. Sampel uji berupa campuran beraspal dengan penambahan limbah sampah plastik.

**3.2.1 Material Limbah Sampah Plastik**

Material limbah sampah plastik yang digunakan berupa plastik tas kresek (LDPE), plastik bekas botol kemasan air mineral (PET) yang berasal dari tempat pembuangan sampah di sekitar AMP PT. ADHI KARYA, Desa Gintung Lor, Kec. Susukan, Kab. Cirebon, dengan kadar penggunaan 2% hingga 8% dari berat aspal dan ketentuan Tabel 4.

**Tabel 4. Spesifikasi Limbah Sampah Plastik Hasil Potongan**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Uji** | **Spesifikasi** |
| 1 | Ukuran butir lolos saringan 3/8” (9,5) [%] | 100 |
| 2 | Ukuran butir lolos saringan No. 4 (4,75 mm) [%] | 90 |
| 3 | Ketebalan [mm] | Max. 0,7 |
| 4 | Kadar Air [%] | Max. 5 |
| 5 | Titik Leleh [oC] | 100 – 120 |

**(Sumber: Kementrian PUPR Dirjen Bina Marga, 2018)**

Limbah sampah plastik yang digunakan untuk penelitian diambil dari tempat penampungan sementara milik PT. ADHI KARYA di wilayah Cirebon. Limbah sampah plastik ini dibersihkan dari kotoran dan dipisah sesuai jenisnya antara plastik kresek (**Gambar 2A**) dan botol kemasan minuman (**Gambar 2B**). Selanjutnya limbah sampah plastik dilakukan pencacahan sesuai ukuran yang disyaratkan, yaitu 100% uji lolos saringan 3/8” (9,5 mm) dan 90% uji lolos saringan No. 4 (4,75 mm).



**Gambar 2. (A) Plastik potongan tas kresek (B) Plastik potongan botol minuman**

**3.2.2 Material Aspal**

Aspal pen 60/70 ESSO ex Singapura milik stok pile PT. ADHI KARYA. **Tabel 5** menunjukkan sifat fisiknya.

**Tabel 5. Spesifikasi Limbah Sampah Plastik Hasil Potongan**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Uji** | **Sat** | **Metode Uji** | **Hasil Uji** | **Spesifikasi** |
| 1 | Penetrasi pada suhu 25°C | mm | SNI 2456-2011 | 62,00 | Min 60 – 70 |
| 2 | Titik lembek | °C | SNI 2456-2011 | 50,0 | ≥48 |
| 3 | Daktilitas Pada 25°C, 5cm/menit | cm | SNI 2432-2011 | ≥140 | ≥100 |
| 4 | Titik nyala | °C | SNI 2433-2011 | 250 | ≥232 |
| 5 | Berat jenis | gr/cc | SNI 2441:2011 | 1,034 | ≥1 |
| 6 | Kehilangan berat (RTFOT) | % | SNI 06-2440-1991 | 0,698 | ≤0.8 |
| 7 | Penetrasi setelah RTFOT | % | SNI 06-2456-1991 | 60,0 | ≥54 |
| 8 | Daktilitas setelah RTFOT | cm | SNI 2433:2011 | 120 | ≥100 |
| 9 | Viscositas pada suhu 135 °C | Cst | SNI 06-6441-2000 | 335 | ≥300 |
| 10 | Kelarutan aspal dalam C2HCL3 | % | AASHTO T44-03 | 99,058 | ≥99 |

**3.2.3 Material Agregat**

Baik agregat kasar maupun agregat halus yang digunakan berasal dari stockpile PT. ADHI KARYA (Persero) Tbk, begitu juga fillernya. **Tabel 6** menunjukkan metode pengujian agregat, sedangkan **Tabel 7** menunjukkan sifat fisik agregat.

**Tabel 6. Metode Uji Agregat**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Uji** | **Spesifikasi** |
| 1 | Abrasi dengan mesin los angeles | SNI 2417:2008 |
| 2 | Setara pasir | SNI 03-4428-1997 |
| 3 | Berat jenis agregat kasar | SNI 1969:2008 |
| 4 | Berat jenis agregat halus | SNI 1970:2008 |
| 5 | Angularitas agregat halus | SNI 03-6877-2002 |
| 6 | Angularitas agregat kasar | ASTM D 5821-13 |
| 7 | Kelekatan agregat terhadap aspal | SNI 2439:2011 |
| 8 | Partikel pipih dan lonjong | ASTM D 4791-2010 |
| 9 | Pelapukan | SNI 3407:2008 |
| 10 | Material lolos saringan 200 | ASTM C 117:2012 |
| 11 | Analisis saringan agregat kasar dan agregat halus | ASTM C 136:2012 |

**Tabel 5. Spesifikasi Limbah Sampah Plastik Hasil Potongan**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Sifat** | **Sat** | **CA ¾”** | **CA ½”** | **FA** | **Spesifikasi** |
| **Ex Majalengka** | **Ex Majalengka** | **Ex Bandung** |
| 1 | Keausan agregat / abrasi |  |  |  |  |  |
|  | -500 Putaran | % | 24,64 | 25,36 | - | Max 30 |
|  | -100 Putaran | % | 5,36 | 5,66 | - | Max 6 |
| 2 | Berat jenis |  |  |  |  |  |
|  | -Bulk | gr/cc | 2,64 | 2,75 | 2,66 | Min 2,5 |
|  | -SSD | gr/cc | 2,71 | 2,82 | 2,74 |  |
|  | -Apparent | gr/cc | 2,84 | 2,97 | 2,89 |  |
|  | -Absorption | % | 2,73 | 2,8 | 2,93 | Max 3 |
| 3 | Lolos saringan No. 200 |  |  |  |  |  |
|  | -Kasar | % | 0,83 | 0,9 | - | Max 1 |
|  | -Halus | % |  |  | 7,72 | Max 10 |
| 4 | Soundess |  |  |  |  |  |
|  | -Natrium sulphate | % | 7,76 | 9,03 | - | Max 12 |
|  | -Magnesium sulphate | % | 13,32 | 14,56 | - | Max 18 |
| 5 | Kelekatan agregat terhadap aspal | % | 95+ | 95+ | - | Min 95 |
| 6 | Angularitas kasar | % | 95,81/90,10 | 95,21/90,73 | - | 95/90 |
| 7 | Angularitas Halus | % | - | - | 52,04 | Min 45 |
| 8 | Partikel lonjong | % | 7,77 | 7,97 | - | Max 10 |
| 9 | Partikel pipih | % | 6,5 | 6,18 | - | Max 10 |
| 10 | Sand equivalent | % | - | - | 64,78 | Min 50 |
| 11 | Gumpalan lempung | % | 0,91 | 0,97 | - | Max 1 |

**3.2.4 Campuran Beraspal**

Untuk mendapatkan nilai karakteristik pada penelitian ini, digunakan standar SNI-06-2489-1991 dengan alat Marshall [12] [13]. Adapun campuran beraspal yang direncanakan adalah campuran beraspal panas AC-WC sesuai Spesifikasi Umum Tahun 2010 Revisi 3.

**3.2.5 Perencanaan Campuran Aspal Menggunakan Limbah Sampah Plastik**

Perencanaan campuran pada penelitian ini menggunakan Job Mix Formula AC-WC Milik PT. ADHI KARYA Paket pekerjaan MCY Pembangunan Jalan Lingkar Timur Waduk Jatigede, Tahun 2018. Untuk mengetahui pengaruh tambahan limbah plastik terhadap karakteristik campuran beraspal di laboratorium, dengan pengujian yang dilakukan adalah pengujian karakteristik campuran menggunakan alat marshall. Adapun Job mix AC-WC sesuai **Tabel 8** berikut.

**Tabel 8. Ringkasan Job Mix Formula AC-WC**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Uraian** | **Hasil** | **Spesifikasi** |
| I | Gradasi¾”½”3/8”#4#8#16#30#50#100#200 | 10091,4783,0960,9647,1031,0420,4816,459,946,84 | 10090 – 10077 – 9053 – 6933 – 5321 – 4014 – 309 – 226 – 154 – 9 |
| II | Komposisi Campuran Hot BinAspalHot Bin 1Hot Bin 2Hot Bin 3Filler | 5,9%47%36%15%2% |  |
| III | Komposisi Campuran Cold BinCA ¾ (12,5– 19 mm)CA ½ (12,5 – 5 mm)FA (0 – 5 mm)Filler | 12%36%50%2% |  |
| IV | Proprties Campuran Aspal\*Kadar asapal\*Rongga dalam campuran (VIM) [%]\*VIM (PRD) [%]\*Rongga dalam agregat (VMA) [%]\*Rongga terisi aspal (VFB) [%]\*Stabilitas [kg]\*Stabilitas sisa [%]\*Kelelehan/*flow* [mm]\*Kekakuan/MQ [kg/mm]\*Berat jenis padat/*bulk density* [gr/cc] | 5,93,92,2816,2476,011.327,5690,703,03437,662,272 | 3 – 5Min 2Min 15Min 65Min 800Min 902 – 4 |

Agar didapatkan data yang akurat, peneliti melakukan percobaan dengan dua jenis limbah plastik yaitu limbah plastik kresek dan botol kemasan air mineral dan kombinasi antara limbah plastik kresek dan limbah plastik botol kemasan air mineral, masing-masing variasi penambahan kadar limbah sampah plastik antara lain: 0%, 2%, 4%, 6% dan 8% dari berat aspal.

##### 4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

**4.1 Pengujian Campuran AC-WC + Limbah Plastik dengan Alat Marshall**

Untuk menentukan nilai karakteristik campuran aspal AC-WC setelah ditambah limbah sampah plastik digunakan metode Marshall. Metode ini menggunakan alat proving ring dan alat tekan yang terkalibrasi. **Tabel 9 hingga Tabel 12** menunjukkan ringkasan hasil pengujiannya.

**Tabel 9. Ringkasan Hasil Uji Marshall AC-WC + Plastik Kresek**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Uji** | **AC-WC + Plastik Kresek** | **Spesifikasi** |
| **0%** | **2%** | **4%** | **6%** | **8%** |
| 1 | Kadar aspal optimum [%] | 5,9 | 5,9 | 5,9 | 5,9 | 5,9 | - |
| 2 | Berat jenis/kepadatan [gr/cc] | 2,281 | 2,278 | 2,283 | 2,281 | 2,286 | - |
| 3 | Rongga antar agregat [%] | 15,84 | 15,93 | 15,77 | 15,81 | 15,65 | Min 15 |
| 4 | Rongga terisi aspal [%] | 77,23 | 76,42 | 76,87 | 76,37 | 76,02 | Min 65 |
| 5 | Rongga dalam campuran [%] | 3,61 | 3,76 | 3,65 | 3,74 | 3,75 | 3 – 5 |
| 6 | Stabilitas [kg] | 1.161 | 1.197 | 1.220 | 1.256 | 1.269 | Min 800 |
| 7 | Kelelehan [mm] | 3,07 | 2,90 | 2,80 | 2,70 | 1,37 | 2 – 4 |
| 8 | Kekakuan [kg/mm] | 378,5 | 412,8 | 435,6 | 465,1 | 928,8 | - |

**Tabel 10. Ringkasan Hasil Uji Marshall AC-WC + Plastik Botol Minuman**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Uji** | **AC-WC + Plastik Botol Minuman** | **Spesifikasi** |
| **0%** | **2%** | **4%** | **6%** | **8%** |
| 1 | Kadar aspal optimum [%] | 5,9 | 5,9 | 5,9 | 5,9 | 5,9 | - |
| 2 | Berat jenis/kepadatan [gr/cc] | 2,280 | 2,285 | 2,289 | 2,290 | 2,282 | - |
| 3 | Rongga antar agregat [%] | 15,87 | 15,69 | 15,54 | 15,51 | 15,79 | Min 15 |
| 4 | Rongga terisi aspal [%] | 77,07 | 78,6 | 78,71 | 78,41 | 75,44 | Min 65 |
| 5 | Rongga dalam campuran [%] | 3,64 | 3,36 | 3,31 | 3,35 | 3,88 | 3 – 5 |
| 6 | Stabilitas [kg] | 1.116 | 1.527 | 1.590 | 1.599 | 1.617 | Min 800 |
| 7 | Kelelehan [mm] | 3,13 | 2,97 | 2,77 | 2,37 | 1,83 | 2 – 4 |
| 8 | Kekakuan [kg/mm] | 356,1 | 514,6 | 574,7 | 675,7 | 882,1 | - |

**Tabel 11. Ringkasan Hasil Uji Marshall AC-WC + Plastik Kresek Plastik Kresek (50%) + Plastik Botol Minuman (50%)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Uji** | **AC-WC + Plastik Kresek Plastik Kresek (50%) + Plastik Botol Minuman (50%)** | **Spesifikasi** |
| **0%** | **2%** | **4%** | **6%** | **8%** |
| 1 | Kadar aspal optimum [%] | 5,9 | 5,9 | 5,9 | 5,9 | 5,9 | - |
| 2 | Berat jenis/kepadatan [gr/cc] | 2,282 | 2,281 | 2,286 | 2,282 | 2,287 | - |
| 3 | Rongga antar agregat [%] | 15,77 | 15,83 | 15,64 | 15,79 | 15,60 | Min 15 |
| 4 | Rongga terisi aspal [%] | 77,61 | 78,82 | 78,92 | 76,74 | 77,06 | Min 65 |
| 5 | Rongga dalam campuran [%] | 3,53 | 3,35 | 3,30 | 3,67 | 3,58 | 3 – 5 |
| 6 | Stabilitas [kg] | 1.174 | 1.333 | 1.378 | 1.423 | 1.441 | Min 800 |
| 7 | Kelelehan [mm] | 3,13 | 2,97 | 2,77 | 2,37 | 1,67 | 2 – 4 |
| 8 | Kekakuan [kg/mm] | 374,8 | 449,2 | 498,0 | 601,2 | 864,6 | - |

**Tabel 11** menunjukkan hasil pengujian AC-WC ditambah dengan limbah sampah plastik, baik kresek maupun botol kemasan air mineral, yang dibandingkan dengan spesifikasi. Secara umum ditunjukkan bahwa penambahan limbah sampah plastik sebesar 8%, baik kresek maupun botol kemasan air mineral, memiliki nilai kelelehan (*flow*) yang tidak memenuhi persyaratan, sedangkan kadar penambahan limbah sampah plastik sebesar 0% hingga 6% masih memenuhi persyaratan.

**Tabel 12** menunjukkan hampir semua skenario campuran beserta komposisi campurannya mulai dari kadar penambahan limbah sampah plastik 0% hingga 8% memenuhi persyaratan tingkat durabilitasnya, namun untuk jenis campuran dengan kadar penambahan sampah botol kemasan sebesar 8% dinilai tidak memenuhi persyaratan.

**Tabel 12. Ringkasan Hasil Uji Stabilitas Sisa AC-WC+ Sampah Plastik**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Uji** | **Stabilitas Sisa [kg] pada****Komposisi Campuran** |
| **0%** | **2%** | **4%** | **6%** | **8%** |
| 1 | AC WC + PLASTIK KRESEK | 91,04 | 92,95 | 92,21 | 94,20 | 92,50 |
| 2 | AC WC + PLASTIK BOTOL MINUMAN | 91,04 | 92,6 | 93,2 | 91,24 | 89,11 |
| 3 | AC WC + PLASTIK KRESEK (50%) + Botol Kemasan Minuman (50%) | 91,20 | 91,49 | 92,11 | 93,01 | 90,59 |

##### 5. KESIMPULAN

Berdasarkan proses dan analisis, didapatkan beberapa resume dan ringkasan antara lain:

1. Tipe limbah sampah plastik yang digunakan yaitu limbah sampah plastik yang seringkali dijumpai dan dihasilkan oleh kebutuhan rumah tangga, berupa plastik kresek dan botol minuman air mineral.
2. Hasil analisis data pengujian, dengan penambahan limbah sampah plastik sebesar 2% hingga 6% menunjukkan adanya peningkatan kualitas yang signifikan, sedangkan penambahan limbah sampah plastic sebsar 8% terjadi kondisi sebaliknya.
3. Metode pencampuran yang digunakan yaitu metode *dry process*. Sampah plastik dicampurkan langsung ke agregat dengan temperatur agregat 170°C dan diaduk kurang lebih 10 detik, lalu ditambahkan aspal panas dengan suhu 150°C.
4. Terjadi peningkatan kualitas pada campuran AC-WC secara signifikan setelah adanya penambahan sampah plastik. Hal ini terlihat dari tingginya nilai stabilitas sisa akibat direndam selama 24 jam. Semakin tinggi nilai stabilitas sisa campuran beraspal panas maka semakin tinggi pula tingkat durabilitas dari campuran beraspal panas.

##### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada PT. ADHI KARYA Cabang Cirebon yang telah memberi dukungan terhadap pelaksanaan penelitian yang telah dilakukan, serta segenap pihak Universitas Subang yang telah memfasilitasi terselesaikannya penelitian ini.

##### DAFTAR PUSTAKA

[1] Alaerts, L., Augustinus, M. & Acker, K.V. (2018). Impact of Bio-Based Plastics on Current Recycling of Plastics. *Sustainability, 10*(5), \_\_-\_\_.

[2] Alfauzi, A.S., Purnomo, A., Saada. N. & Supriyono, B. (2020). *Rancang Bangun Mesin Pengolah Limbah Sampah Plastik Menjadi Fiber Polyester Bernilai Ekonomis. Laporan Penelitian.* Semarang: Politeknik Negeri Semarang.

[3] Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R, Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R. & Lam, K.L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science, 347*(6223), 768-771. doi:10.1126/science.1260

[4] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga. (2018). *SE No. 02/SE/Db/2018 tentang Spesifikasi Umum 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan.* Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga.

[5] Mujiarto, I. (2005). Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif. *Traksi, 3*(2), 65-74.

[6] Pratama, N.Y., Widodo, S. & Sulandari, E. (2018). Pengaruh Penggunaan Sampah Botol Plastik Sebagai Bahan Tambah pada Campuran Lapis Aspal Beton (Laston). *Jurnal Ilmiah Universitas Tanjungpura, 5*(3), 1-17.

[7] Reddy, N.M. & Venkatasubbaiah, M.C. (2017). Effects of high density polyethylene and crumb rubber powder on properties of asphalt mix. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 4*(6), 2572-2578.

[8] Simanjuntak, G.I., Pramusetyo, A., Royanto, B. & Supriyanto. (2014). Analisis Pengaruh Muatan Lebih Overloading) terhadap Kinerja Jalan dan Umur Rencana Perkerasan Lentur. *Jurnal Karya Teknik Sipil, 3*(5), 539-551.

[9] Sonkhaskar, Y.M., Sahu, A., Choubey, A., Singhal, R. & Singh, A.S. (2014). Design and Development of a Plastic Bottle Crusher. *International journal of engineering research and technology, 3*(10), 297-300.

[10] Subandi, A. (2018). Pengaruh Pengunaan Agregat Batu Bata Dan Agregat Batu Pecah Terhadap Kekuatan Tekan Beton. *MESA (Teknik Mesin, Teknik Elektro, Teknik Sipil, Arsitektur), 2*(2), 1-9. Retrieved from http://ejournal.unsub.ac.id/index.php/FTK/article/view/522

[11] Subandi, A. (2021). Pengaruh Pemanfaatan Serbuk Arang Sebagai Bahan Addictive Pengganti Semen Pada Campuran Beton Mutu K-225. *MESA (Teknik Mesin, Teknik Elektro, Teknik SIpil, Arsitektur), 5*(1), 8-18. Retrieved from http://ejournal.unsub.ac.id/index.php/FTK/issue/view/110

[12] Sukirman, S. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya.* Bandung: Nova.

[13] Sukirman, S. (2003). *Beton Aspal Campuran Panas Edisi 1.* Jakarta: Granit.

[14] Suparna, G., EKawati N.W., Suasana, I.G.A.K.G. & Sriathi, A.A.A. (2018). Menciptakan Green Brand Personality Bagi Merek Ramah Lingkungan. *Matrik: Jurnal Manajemen Strategi Bisnis dan Kewirausahaan, 12*(2), 153-166. Retrieved from https://ojs.unud.ac.id/index.php/jmbk/article/view/40447

[15] Waskito, J., Witono, B., Pengajar, S. & Ums, F.E. (2013). Mengembangkan Model Strategi Berwawasan Lingkungan. *Sustainable Competitive Advantage (SCA), 3*(1), 364-375. Retrieved from http://www.jp.feb.unsoed.ac.id/index.php/sca-1/article/view/239