

ANALISIS PERBANDINGAN HASIL EKSTRAKSI KADAR ASPAL PADA CAMPURAN ASPAL AC-BC TERHADAP *DESIGN MIX FORMULA*

Ai Saadah¹, Ade Nurdin², M. Nuklirullah³

Mahasiswa Program Teknik Sipil, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Jambi¹
Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Jambi^{2,3}

Email korespondensi : dzanoprayoga04@gmail.com

ABSTRAK

Dalam pelaksanaan perkerasan jalan dapat terjadi penurunan kadar aspal yang akan mempengaruhi peningkatan kualitas jalan. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui penurunan nilai kadar aspal pada campuran *Asphalt Concrete- Binder Course* (AC-BC) pada proyek Preservasi Jalan Sp. Tuan- Bts Sumsel dengan cara melakukan pengujian ekstraksi aspal yang dapat digunakan sebagai *Quality Control* dan pemeriksaan campuran aspal di lapangan. Pengujian ekstraksi. Hasil nilai kadar aspal mengacu pada Spesifikasi Umum tahun 2018 revisi 2 bahwa untuk pengujian ekstraksi harus menggunakan benda uji campuran beraspal yang masih berwujud gembur. Nilai kadar aspal pada campuran dengan batas toleransi $\pm 0,3\%$ dari berat total campuran. Dari hasil ekstraksi pada tiap sampel mendapatkan hasil pengujian dari sampel *asphalt mixing plant* dengan rata-rata nilai kadar aspal 5,70%, sampel di atas *dump truck* dengan rata-rata nilai kadar aspal 5,69%, sampel dari alat penghampar *finisher* dengan nilai kadar aspal 5,69%, sampel *core drill* dengan nilai kadar aspal 5,56%. Dibandingkan dengan nilai kadar aspal *Design Mix Formula* yaitu 5,70 maka pada sampel *asphalt mixing plant* tidak terjadi penurunan kadar aspal, pada sampel *asphalt mixing plant* terjadi penurunan 0,01%, pada sampel *dump truck* terjadi penurunan kadar aspal sebesar 0,01%, dan pada sampel *core drill* terjadi penurunan kadar aspal sebesar 0,14%. Dari perbandingan tersebut setiap sampel masih masuk dalam batas toleransi berdasarkan Spesifikasi Umum tahun 2018 Revisi 2, hasil ekstraksi masih dalam batas toleransi campuran yaitu $\pm 0,3\%$, namun untuk sampel *core drill* nilai kadar aspal tidak memenuhi *design mix formula* karena nilai kadar aspal mengalami deviasi yang cukup jauh dari DMF.

Kata Kunci: *Design Mix Formula*, Ekstraksi, Kadar Aspal.

PENDAHULUAN

Asphalt Concrete (AC) merupakan lapis permukaan aspal atau lapis pondasi atas yang terdiri dari tiga lapisan penyusun, yaitu lapisan perkerasan paling atas atau *asphalt Concrete -Wearing Course* (AC-WC), lapisan perkerasan antara atau *Asphalt Concrete – Binder Course* (AC-BC), dan lapis pondasi atas atau *AC-Base*.

Dalam pelaksanaan perkerasan jalan dapat terjadi penurunan kadar aspal yang akan mempengaruhi peningkatan kualitas jalan. Berkurangnya kadar aspal bisa terjadi

saat proses pencampuran atau saat distribusi aspal menuju lokasi. Pengujian Ekstaksi aspal dapat digunakan sebagai *Quality Control* atau pengendalian mutu dan pemeriksaan campuran aspal di lapangan. Ekstaksi adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui apakah kadar aspal pada campuran aspal telah sesuai dengan spesifikasi.

Berpedoman kepada Spesifikasi Umum tahun 2018 revisi 2 bahwa untuk pengujian ekstraksi harus menggunakan benda uji campuran beraspal yang masih berwujud gembur. Nilai kadar aspal pada campuran dengan batas toleransi $\pm 0,3\%$ dari berat total campuran. Setelah mendapatkan hasil pengujian kita bisa mengetahui apakah kadar aspal di lapangan sesuai dengan kadar aspal *Design Mix Formula* (DMF).

Berdasarkan kondisi tersebut maka perlu dilakukan penelitian hasil uji ekstraksi campuran aspal pada lapisan perkerasan antara atau *Asphalt Concrete – Binder Course* (AC-BC). Untuk mengetahui kehilangan kadar aspal pada campuran *Asphalt Concrete – Binder Course* (AC-BC), maka dilakukan studi penelitian pada proyek Preservasi Jalan Sp. Tuan – Batas Sumsel lokasi tepatnya pada ruas jalan Tempino – Bts. Prov. Sumsel dengan membandingkan hasil ekstraksi yang akan dilakukan di Laboratorium PT. Abun Sendi menggunakan sampel pada *Asphalt Mixing Plant* (AMP), pada alat pengangkut *Dump Truck*, alat penghampar *Asphalt Finisher*, dan sampel hasil *core drill* dengan judul penelitian “Perbandingan Hasil Ekstraksi Kadar Aspal Pada Campuran Aspal AC-BC Terhadap *Design Mix Formula*”.

Campuran Aspal Panas

Campuran aspal panas merupakan campuran yang terdiri dari kombinasi tertentu dari agregat yang dicampur dengan aspal dengan melalui proses pembakaran/pemanasan. Pencampuran dilakukan di mesin pencampur aspal panas, sedemikian rupa sehingga permukaan agregat terselimuti aspal dengan seragam. Untuk mengeringkan agregat dan memperoleh kekentalan aspal yang mencukupi dalam mencampur dan mengerjakannya, maka keduanya dipanaskan masing-masing pada temperatur tertentu. Ketentuan sifat-sifat campuran beraspal panas menurut Spesifikasi Bina Marga 2018 untuk Laston (AC), tertera pada tabel berikut.

Tabel 1. Ketentuan sifat campuran laston yang dimodifikasi (AC modified)

Sifat-sifat Campuran		Laston		
		Lapisan aus AC-WC	Lapisan antara AC-BC	Pondasi AC- Base
Jumlah tumbukan perbidang		75		12
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min		0,6	
	Maks		1,2	
Rongga dalam campuran(%)	Min		3	
	Maks		5	
Rongga dalam agregat (VIM)(%)	Maks	15	14	13
Rongga terisi aspal (%)	Min	65	65	65
Stabilitas marshal	Min	800		1800
Pelelehan (mm)	Min	2		3
	Maks	4		6
Stabilitas masrhal sisa(%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min		90	
Rongga dalam campuran(%) pada kepadatan membali (refusal)	Min		2	

Sumber: Spesifikasi Bina Marga 2018

Nilai variasi kadar aspal rencana dalam campuran diperoleh berdasarkan persentase penggunaan agregat kasar, agregat halus dan filler dengan menggunakan persamaan:

$$P_b = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) + K$$

Dimana:

P_b = kadar aspal rencana awal, adalah % terhadap berat campuran.

CA = agregat kasar, adalah % terhadap agregat tertahan saringan no. 8.

FA = agregat halus, adalah % terhadap agregat lolos saringan no. 8 dan tertahan saringan no. 200.

FF = filler, adalah % terhadap agregat lolos saringan no 200.

K = konstanta berkisar antara 0,5 – 1,0. untuk jenis campuran Laston, dalam hal ini diambil 1.

Toleransi kadar aspal campuran berdasarkan spesifikasi umum revisi 2 tahun 2018 dapat dilihat pada **tabel 2**.

Tabel 2. Toleransi komposisi campuran

Kadar Aspal	Toleransi
Lolos ayakan No.200	± 0,3 % berat total agregat

Temperatur Campuran	Toleransi
Bahan yang meninggalkan AMP dan dikirim ke tempat penghamparan	- 10°C dari temperatur campuran beraspal di truk saat keluar AMP

Tabel 3. Persyaratan Gradasi yang dipakai dalam campuran AC-BC

Ukuran A		% Berat yang lolos AC-BC
ASTM	mm	
11/2"	37,5	
1"	25	100
3/4"	19	90-100
1/2"	12,5	Maks 90
3/8"	9,5	
No. 8	2,36	23-39
No. 16	1,18	
No. 30	0,6	
No. 200	0,75	4,0-8,0
Daerah Larangan		
No.4	4,75	-
No.8	2,36	34,6
No.16	1,18	22,3-28,3
No.30	0,6	16,7-20,7
No.50	0,3	13,7

Sumber: Dep. PU Dir. Jen. Bina Marga (2009)

Tabel 4. Jenis campuran aspal panas, dan tebal nominal minimum

Jenis campuran		Simbol	Tebal nominal minimum (mm)	Toleransi tebal (mm)
Latasir kelas A		SS-A	15	-
Latasir kelas B		SS-B	20	-
Lataston	Lapis aus	HRS-WC	30	±4
	Lapis permukaan antara	HRS-BC	35	
Laston	Lapis aus	AC-WC	40	±3
	Lapis permukaan antara	AC-BC	50	±4
	Lapis pondasi	AC-BASE	60	±5

Sumber: Puslitbang Jalan dan Jembatan Bakitbang PU, Rancangan Spesifikasi Umum bidang Jalan dan Jembatan. Edisi: Januari 2008

Metode Ekstraksi

Ekstraksi adalah pemisahan campuran dua atau lebih bahan dengan cara menambahkan pelarut yang dapat melarutkan salah satu yang ada dalam campuran

tersebut. Salah satu metode yang dikembangkan untuk menguji kandungan kadar aspal dalam campuran (*Mix Design*) adalah dengan menggunakan metode ekstraksi menurut prosedur pemeriksaan AASHTO (T-164-80). Pengujian ekstraksi menunjukkan bahwa gradasi agregat berubah menjadi lebih halus dari agregat semula perubahan gradasi agregat di akibatkan oleh kehancuran, beberapa partikel agregat menaikkan volume rongga udara dalam campuran yang menghasilkan penurunan kepadatan. Pengujian ekstraksi memiliki beberapa jenis metode, adapun jenis metode pengujian ini yaitu:

1. Ekstraksi Cara Dingin

Metode ini merupakan metode yang tidak ada proses pemanasan selama proses ekstraksi berlangsung, tujuannya untuk menghindari rusaknya senyawa yang dimaksud rusak karena pemanasan. Jenis ekstraksi dingin adalah maserasi dan perkolasi.

2. Ekstraksi cara panas

Metoda ini pastinya melibatkan panas dalam prosesnya. Dengan adanya panas secara otomatis akan mempercepat proses penyarian dibandingkan cara dingin. Metodanya adalah *refluks*, ekstraksi dengan alat *soxhlet* dan *infusa*.

Proses ekstraksi merupakan proses pemisahan campuran dua atau lebih bahan dengan cara menambahkan pelarut yang bisa melarutkan salah satu bahan yang ada dalam campuran tersebut dapat dipisahkan. Pelarut yang bisa digunakan dalam proses ekstraksi antara lain spiritus, pertamax, bensin, minyak tanah. Tujuan dilakukan proses ekstraksi yaitu untuk mengetahui kadar aspal yang terdapat dalam campuran aspal yang dibuat (*mix design*) yang menggunakan alat *centrifuge Extraktor* dengan bensin sebagai pelarutnya.

$$H = (A - (E + D)) \times 100\%$$

Dimana

H = Kadar aspal sampel (%)

A = Berat sampel sebelum ekstraksi (gram)

D = Berat masa dari kertas filter (gram)

E = Berat sampel setelah ekstraksi (gram)

Pada Spesifikasi Umum 2018 revisi 2 (dua) menjelaskan mengenai benda uji inti (*core*) tidak boleh digunakan untuk pengujian ekstraksi. Uji ekstraksi harus dilakukan menggunakan benda uji campuran beraspal gembur yang diambil di belakang mesin penghampar. Hal ini menjadi permasalahan dari pihak pelaksana pekerjaan, karena biasanya uji ekstraksi diambil dari uji inti (*core*). Uji ekstraksi dilakukan karena kadar aspal mempengaruhi durabilitas atau keawetan aspal tersebut. Durabilitas aspal dipengaruhi oleh tebalnya selimut aspal, banyaknya pori dalam campuran aspal, kepadatan aspal dan kedap airnya campuran (Sukirman, 2003). Dimana toleransi kadar aspal yang disyaratkan kepada Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Tahun 2018 revisi 2 (dua) adalah $\pm 0,3\%$ dari berat total campuran. Penelitian perbedaan Kadar Aspal Optimum (KAO) antara JMF dan hasil ekstraksi pada benda uji perkerasan *hot mix* (Andrie dkk, 2010).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan 3 benda uji pada campuran AC-BC yaitu, sampel *Asphalt Mixing Plant* (AMP), sampel aspal pada alat pengangkut *Dump Truck*, sampel aspal pada alat penghampar/*Finisher*, dan sampel hasil *core drill*. Masing-masing benda uji diambil dua sampel sehingga berjumlah 8 sampel aspal. Dari delapan sampel tersebut nantinya akan dilakukan pengujian ekstraksi di Laboratorium PT. Abun Sendi untuk mendapatkan nilai persentase kehilangan kadar aspal dilapangan. Berikut tahapan penelitian yang akan dilakukan oleh penulis:

a. Tahap pengumpulan data

Tahap pengumpulan data dilakukan untuk mendukung penelitian ini. Pada penelitian ini jenis data yang dikumpulkan adalah sebagai berikut:

- 1) Data Primer: adalah data yang diperoleh dari hasil pengujian ekstraksi pada benda uji dan lakukan di Laboratorium PT. Abun Sendi.
- 2) Data Sekunder pada penelitian ini berupa dokumen *Design Mix Formula* (DMF) untuk mengetahui mengenai informasi kadar aspal dalam campuran aspal yang direncanakan. Pada dokumen *Design Mix Formula* kadar aspal pada aspal lapisan AC-BC yaitu 5,7% . Kadar aspal rencana ini nantinya digunakan untuk mencari persentase kehilangan kadar aspal dilapangan.

- b. Tahap input, merupakan tahap dimana penulis melakukan pengambilan data dilapangan. Pada tahap ini data yang didapat berupa berat awal dan berat setelah pengujian ekstraksi pada masing-masing 2 sampel dari alat produksi *Asphalt Mixing Plant* (AMP), sampel aspal pada alat pengangkut *Dump Truck*, sampel aspal pada alat penghampar/*Finisher*, dan sampel hasil *core drill*.
- c. Tahap analisis, merupakan tahap dimana penulis melakukan pengolahan data yang telah didapatkan pada tahap input. Pada tahap ini nilai kadar aspal dianalisis persentase penurunan kadar aspal dengan rumus sebagai berikut.

$$H = (A - (E + D)) A \times 100\%$$

Dimana:

H = Kadar aspal sampel (%)

A = Berat sampel sebelum ekstraksi (gram)

D = Berat masa dari kertas filter (gram)

E = Berat sampel setelah ekstraksi (gram)

- d. Tahap output, merupakan tahap dimana penulis memperoleh hasil dari proses analisis data. Melalui analisis data diatas maka *output* yang didapat yaitu nilai kehilangan kadar aspal pada sampel *Asphalt Mixing Plant* (AMP), sampel aspal pada alat pengangkut *Dump Truck*, sampel aspal pada alat penghampar/*Finisher*, dan sampel hasil *core drill*. Nilai kadar aspal yang didapat kemudian dibandingkan dengan data rencana *Design Mix Formula*.

- e. Tahap pengambilan keputusan

Tahap pengambilan keputusan merupakan tahap dimana penulis melakukan penarikan kesimpulan dari hasil yang diperoleh dari tahap output terhadap Spesifikasi Umum 2018 revisi 2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Aspal *Design Mix Formula*

Nilai kadar aspal pada *Design Mix Formula* (DMF) merupakan komposisi formula rancangan yang digunakan sebagai acuan pembuatan *job mix formula*. Berikut tabel komposisi campuran agregat yang digunakan pada *design mix formula* AC-BC pada proyek Preservasi Jalan Sp. Tuan- Bts Sumsel.

Tabel 5 Komposisi Campuran Agregat pada *Design Mix Formula*

Nomor Saringan	Berat Tertahan	Kumulatif Tertahan	Jumlah Persen (%)	
	(Gr)	(Gr)	Tertahan	Lewat
1"	0	0	0	100
3/4"	96	96	5,41	94,59
1/2"	269,9	365,9	20,63	79,37
3/8"	180,1	546	30,78	69,22
No. 4	339,8	885,8	49,94	50,06
No. 8	136,6	1022,4	57,64	42,36
No. 16	193,5	1215,9	68,55	31,45
No. 30	179,7	1395,6	78,68	21,32
No. 50	164,3	1559,9	87,94	12,06
No. 100	89,9	1649,8	93,01	6,99
No. 200	35	1684,8	94,98	5,02

(Sumber: PT. Abun Sendi, 2021)

Kadar aspal pada *Design Mix Formula* (DMF) formula AC-BC pada proyek Preservasi Jalan Sp. Tuan- Bts Sumsel dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6 Kadar Aspal pada Design Mix Formula

Uraian	Unit	1	2
Berat Campuran	Gr	890,0	991,0
Berat filter sebelum pengetesan	Gr	28,1	28,0
Berat filter sesudah pengetesan	Gr	29,4	29,2
Berat debu pada filter	Gr	1,3	1,2
Berat agregat setelah pengetesan	Gr	838,1	933,2
Jumlah berat agregat	Gr	839,4	934,4
Berat campuran yang hilang	Gr	50,6	56,6
Kadar bitumen terhadap agregat	%	6,02	6,06
Kadar bitumen terhadap campuran	%	5,68	5,71
Kadar bitumen terhadap campuran	%		5,70

(Sumber: PT. Abun Sendi, 2021)

Pengujian Kadar Aspal Hasil Ekstraksi

Hasil rekapitulasi pengujian kadar aspal hasil ekstraksi dengan menggunakan pelarut pertalite pada masing-masing benda uji dapat dilihat pada **Tabel 7**.

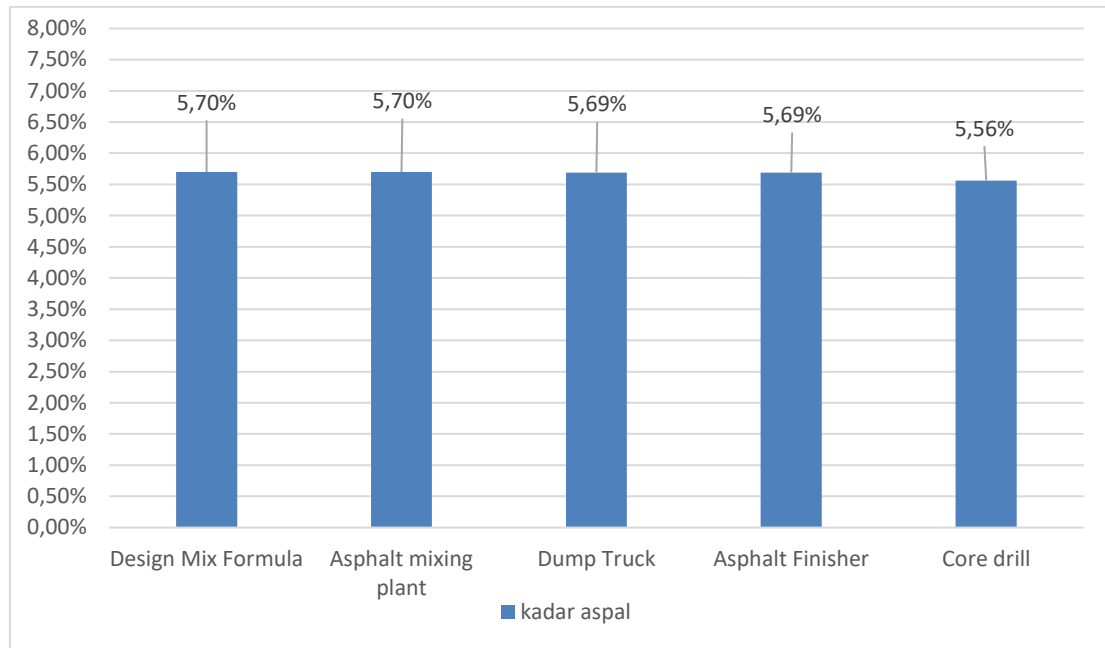
Tabel 7 Pengujian Kadar Aspal Hasil Ekstraksi

Jenis Sampel	Sampel 1 (%)	Sampel 2 (%)	Rata-Rata (%)
Asphalt Mixing Plant	5,69	5,71	5,7
Atas Dump Truck	5,69	5,69	5,69
Belakang Finisher	5,68	5,7	5,69

Hasil Core Drill	5,59	5,53	5,56
------------------	------	------	------

(Sumber: Pengolahan data, 2021)

Dari hasil pengujian yang didapat, pada tabel terlihat bahwa nilai rata-rata kadar aspal pada *Design Mix Formula* sebesar 5,7%, Asphalt Mixing Plant sebesar 5,7%, pada sampel diatas dump truck didapat nilai kadar aspal sebesar 5,69%, sedangkan dibelakang finisher sebesar 5,69%, dan hasil core drill nilai kadar aspal dapat dirata-rata sebesar 5,56% yang dapat dilihat pada **Gambar 1**



Gambar 1 Grafik Kadar Aspal

(Sumber: Pengolahan data, 2021)

Berdasarkan Rekapitulasi Pengujian kadar aspal hasil ekstraksi pada empat sampel dibandingkan dengan data *design mix formula* dan spesifikasi umum tahun 2018 revisi 2 maka disajikan dalam **Tabel 8**.

Tabel 8. Penurunan Nilai Kadar Aspal dengan DMF berdasarkan Spesifikasi Umum 2018

Jenis Sampel	Nilai Kadar Aspal		Deviasi (%)	Batas Toleransi (%)	Keterangan
	Hasil EKstraksi	DMF			
Asphalt Mixing Plant	5,70	5,70	0,00	0,30	5,7
Atas Dump Truck	5,69		0,01		5,69
Belakang Finisher	5,69		0,01		5,69

Hasil Core Drill	5,56	0,14	5,56
------------------	------	------	------

(Sumber: Pengolahan data, 2021)

Dari tabel diatas keempat nilai kadar aspal pada sampel masih memenuhi batas toleransi Spesifikasi Umum Tanun 2018 Revisi 2 yaitu $\pm 0,3$ dari total agregat. Namun untuk nilai kadar aspal hasil ekstraksi sampel *core drill* mengalami deviasi cukup jauh dari *design mix formula*, hal ini bisa saja terjadi disebabkan gradasi agregat yang terpotong/terbelah pada saat pengambilan sampel.

SIMPULAN

Dari penelitian yang berjudul “Analisis Perbandingan Hasil Ekstraksi Kadar Aspal pada Campuran Aspal AC-BC terhadap *Design Mix Formula*” dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai kadar aspal pada beberapa sampel mengalami penurunan sebagai berikut:
 - a. Nilai kadar aspal pada *Design Mix Formula* sebesar 5,70%
 - b. Nilai kadar aspal pada *Asphalt Mixing Plant* sebesar 5,70%
 - c. Nilai kadar aspal pada alat pengangkut *Dump Truck* sebesar 5,69%
 - d. Nilai kadar aspal pada alat penghampar *Asphalt Finisiher* sebesar 5,69%
 - e. Nilai kadar aspal pada sampel *Core Drill* sebesar 5,69%
2. Perbandingan Nilai kadar aspal terhadap *Design Mix Formula* adalah sebagai berikut:
 - a. Nilai kadar aspal pada sampel alat produksi *Asphalt Mixing Plant* memiliki nilai yang sama dengan kadar aspal pada *Design Mix Formula* sebesar 5,70%.
 - b. Nilai kadar pada sampel alat pengangkut *Dump Truck* sebesar 5,69% dan nilai kadar aspal *Design Mix Formula* sebesar 5,7%, jadi pada alat pengangkut terjadi penurunan kadar aspal dengan nilai deviasi 0,01% dari *Design Mix Formula*.
 - c. Nilai kadar pada sampel alat penghampar *Asphalt Finisher* sebesar 5,69% dan nilai kadar aspal *Design Mix Formula* sebesar 5,7%, jadi pada alat penghampar terjadi penurunan kadar aspal dengan nilai deviasi 0,01% dari *Design Mix Formula*.
 - d. Nilai kadar pada sampel *Core Drill* sebesar 5,56% dan nilai kadar aspal *Design Mix Formula* sebesar 5,7%, jadi pada alat pengangkut terjadi penurunan kadar aspal dengan nilai deviasi 0,14% dari *Design Mix Formula*.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa berdasarkan Spesifikasi Umum Tahun 2018 revisi 2, hasil ekstraksi masih didalam batas toleransi campuran yaitu $\pm 0,3$ berat total campuran agregat. Namun sampel *core drill* tidak boleh digunakan untuk pengujian ekstraksi dilapangan, benda uji harus menggunakan sampel aspal gembur hal ini tertera pada Spesifikasi Umum Tahun 2018 revisi 2.

SARAN

Dari penelitian yang berjudul “Analisis Perbandingan Hasil Ekstraksi Kadar Aspal pada Campuran Aspal AC-BC terhadap *Design Mix Formula*” dapat dikemukakan saran sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengujian ekstraksi pada pelaksanaan penghamparan juga untuk membandingkan trial dan realisasi.
2. Untuk penelitian selanjutnya disarankan meneliti juga kadar aspal pada lapisan AC-WC.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. 2004. SK SNI 03- 6894-2002 :Metode Pengujian Kadar Aspal Dari Campuran Beraspal Dengan Cara Sentrifus. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga (Dirjen BM). 2018. Spesifikasi Umum 2018 Revisi 3. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum
- Sukirman, S., 1999, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Bandung; Nova
- Soehardi, F. 2017. Perbandingan Kadar Aspal Hasil Ekstraksi Pada Campuran Aspal AC-BC. Pekanbaru: Program Studi Teknik Sipil, FT, Universitas Lancang Kuning.
- Direktorat Jenderal Bina Marga (Dirjen BM). 2006. Spesifikasi Umum 2006. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Sukirman, Silvia, 2003, “Beton Aspal Campuran Panas”, Bandung: Granit.
- S. Silvia, Perkerasan Lentur Jalan Raya. Bandung: Nova Publisher, 1999.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, “Manual Perkerasan Jalan 2017,” Jakarta, 2017.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, “Manual Perkerasan Jalan 2017,” Jakarta, 2017.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2004. SK SNI 03- 6894-2002 : Metode

- Pengujian Kadar Aspal Dari Campuran Beraspal Dengan Cara Sentrifus. Jakarta.
- Kusharto, H. 2007. Pengaruh Gradasi Agregat Terhadap Perilaku Campuran Beton Aspal.
- Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan No. 1, Volume 9 Januari 2007. Semarang: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang (UNNES).
- Soehardi, F. 2017. Perbandingan Kadar Aspal Hasil Ekstraksi Pada Campuran Aspal AC-BC. Pekanbaru: Program Studi Teknik Sipil, FT, Universitas Lancang Kuning.
- Sukirman, S. 1999. Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan. Cetakan ke-tiga. Bandung: Nova.
- Suryadharma dan Susanto, 2012, “Rekayasa Jalan Raya”, Universitas Atmajaya Yogya.
- Ariawan, 2010, Pengaruh Gradasi Agregat Terhadap Karakteristik Campuran Laston, Jurnal Rekayasa Sipil Universitas Udayana, Denpasar