

# PEMANFAATAN OILY-SLUDGE SEBAGAI BAHAN PEREMAJA BUTON ROCK ASPHALT UNTUK CAMPURAN DINGIN (UTILIZATION OF OILY-SLUDGE AS A REJUVENATOR OF BUTON ROCK ASPHALT FOR COLD MIX)

Madi Hermadi<sup>1)</sup>, Yohanes Ronny<sup>2)</sup>, Anwar Yamin<sup>3)</sup>

<sup>1), 2), 3)</sup> Puslitbang Jalan dan Jembatan

Jl. A. H. Nasution 264, Bandung 40296

<sup>1)</sup> e-mail: madi.hermadi@gmail.com; <sup>2)</sup> ronny.bbpj@yahoo.com; <sup>3)</sup> ayplg@yahoo.com

Diterima: 29 Desember 2014; direvisi: 10 Maret 2015; disetujui: 6 April 2015

## ABSTRAK

*Oily-sludge merupakan produk limbah yang dihasilkan dari aktivitas pertambangan, pengangkutan, penyimpanan, dan pemurnian minyak mentah dan dikategorikan sebagai limbah berbahaya dan bersifat racun (toksin). Penanganan bahan ini harus sejalan dengan peraturan pemerintah tentang lingkungan dan memerlukan biaya yang cukup tinggi. Di sisi lain, sebagai bahan yang banyak mengandung minyak, oily-sludge berpotensi dapat digunakan sebagai peremaja untuk memodifikasi sifat bitumen Buton Rock Asphalt tipe 5/20 dan bila digunakan dalam campuran dingin dapat menghasilkan campuran dengan sifat yang lebih baik dan memenuhi persyaratan. Tujuan dari kajian ini adalah untuk melihat pengaruh pemakaian oily-sludge dalam campuran beraspal dingin dengan bahan pengikat Buton Rock Asphalt yang diremajakan menggunakan oily-sludge. Metodologi yang digunakan dalam studi ini adalah pengujian di laboratorium. Hasil studi ini menunjukkan bahwa campuran dingin berbahan pengikat Buton Rock Asphalt yang diremajakan dengan oily-sludge memiliki karakteristik yang lebih baik dari campuran dingin MC-800 dari aspal pen 60. Selain itu, penggunaan oily-sludge dalam campuran beraspal dingin dapat menurunkan dan meniadakan kandungan logam berat kecuali Zn yang terlarut dalam lindi.*

**Kata kunci:** *Oily-sludge, campuran dingin, Buton Rock Asphalt, bahan limbah, MC-800*

## ABSTRACT

*Oily-sludge is a waste product resulted from the activity of mining, transporting, storing, and refining of petroleum crude oil and categorized as hazardous waste. Therefore, to deal with this material become expensive and should be in line with the environmental regulation. In other side, as oil base materials, oily-sludge potentially can be used as a rejuvenator to modify Buton Rock Asphalt bitumen for cold mix which better characteristics and meet the specification. The aim of this study was to evaluate the effect of using oily-sludge on the characteristics of cold-mixture containing Buton Rock Asphalt. Laboratory experiment was used in this study and shows the results that cold-mixture containing Buton Rock Asphalt with oily-sludge has better characteristics than cold mix asphalt using MC-800 from asphalt 60 pen grade. Additionally, the use of oily-sludge in cold asphalt mixture can reduce and abolish the heavy metals, except Zn, which dissolved in leachate toxicity of oily-sludge.*

**Keywords:** *oily-sludge, cold mix, Buton Rock Asphalt, waste material, pavement*

## PENDAHULUAN

*Oily-sludge* merupakan produk limbah yang dihasilkan dari aktivitas pertambangan, pengangkutan, penyimpanan, dan penyulingan minyak mentah, dan dikategorikan sebagai bahan limbah berbahaya (Hermadi dan Zamhari 2010). Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 85 Jo. PP 18 Tahun 1999 (Indonesia 1999), *oily-sludge* termasuk ke dalam kategori limbah bahan berbahaya dan beracun (B3), sehingga harus dikelola sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Oleh karena itu, untuk menangani bahan ini harus sejalan dengan lingkungan dan mahal.

*Buton Rock Asphalt (BRA)* adalah salah satu jenis dari produk Asbuton butir hasil fabrikasi. *BRA* yang banyak terdapat di pasaran umumnya adalah *BRA* Tipe 5/20. *BRA* tipe ini mengandung lebih kurang 20% aspal dengan nilai penetrasi lebih kurang 5 dmm. Dengan sifatnya ini, Asbuton butir *BRA* Tipe 5/20 tidak dapat digunakan secara langsung sebagai bahan pengikat pada campuran beraspal. Oleh karena itu, untuk penggunaan Asbuton butir *BRA* Tipe 5/20 sebagai pengikat pada campuran beraspal diperlukan penambahan bahan peremaja (pelunak) agar aspal yang terkandung pada Asbuton butir *BRA* Tipe 5/20 tersebut dapat ditingkatkan nilai penetrasinya (dilunakkan) sehingga menjadi aspal dengan nilai penetrasi setara dengan aspal minyak Pen 60.

Penanganan limbah *oily-sludge* dengan cara memanfaatkannya menjadi "*Waste to Product*", merupakan cara yang dibenarkan oleh Peraturan yang berlaku. Cara ini salah satunya adalah pemanfaatan *oily-sludge* menjadi bahan peremaja Asbuton untuk bahan perkerasan jalan. Cara ini diharapkan akan menjadi salah satu metode pengelolaan *oily-sludge* yang efektif dan efisien serta ramah lingkungan.

Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk melihat pengaruh pemakaian *oily-sludge* dari Balongan sebagai peremaja dalam campuran beraspal dingin dengan pengikat Asbuton butir *BRA* Tipe 5/20.

## KAJIAN PUSTAKA

### Pengertian Asbuton

Asbuton yang merupakan istilah yang berasal dari singkatan Aspal Batu Buton adalah aspal alam dari Pulau Buton di Provinsi Sulawesi Tenggara. Perkiraan deposit terukur Asbuton di pulau ini mencapai 700 juta ton (Yamin dan Faizal 2012).

Sejak pertama kali digunakan oleh Belanda, sampai saat ini telah banyak produk-produk Asbuton yang dapat digunakan baik sebagai bahan pengikat ataupun sebagai modifier aspal, antara lain yaitu: Asbuton butir, Asbuton semi ekstraksi dan Asbuton *full* ekstraksi.

Asbuton butir adalah Asbuton yang dibuat dalam bentuk butiran dengan ukuran kecil dengan ukuran maksimum 1,18 mm. Pengecilan ukuran ini dimaksudkan agar penggunaan Asbuton menjadi relatif lebih mudah dan dapat dicampur secara homogen dalam campuran beraspal.

Produk Asbuton butir yang saat ini eksis adalah Asbuton butir Tipe 5/20 (dibuat dari Asbuton Kabungka) dan Asbuton butir Tipe 50/30 (dibuat dari Asbuton Lawele). Asbuton butir Tipe 5/20 atau biasa juga disebut sebagai *BRA* digunakan sebagai bahan tambah untuk meningkatkan kinerja aspal minyak atau campuran perkerasannya agar memiliki sifat yang lebih tahan terhadap *rutting*, sehingga dapat digunakan untuk jalan dengan lalu lintas berat, sedangkan Asbuton butir Tipe 50/30 digunakan sebagai bahan substitusi aspal minyak, sehingga penggunaan aspal minyak dapat dikurangi atau bahkan digantikan seluruhnya tergantung pada teknologi perkerasan yang digunakan.

Teknologi perkerasan jalan yang menggunakan Asbuton butir Tipe 5/20 adalah Asbuton Campuran Panas dan Asbuton Campuran Hangat. Sedangkan Teknologi perkerasan jalan yang menggunakan Asbuton Butir Tipe 50/30 adalah Campuran Beraspal Panas Asbuton Lawele, LPMA (Lapis Penetrasi Makadam Asbuton), Butur *Seal* dan CPHMA (*Cold Paving Hot Mix Asbuton*).

### *Oily-sludge*

*Oily-sludge* merupakan limbah dari proses pengolahan minyak mentah. Pada umumnya, *oily-sludge* terdiri dari tiga zat

utama, yaitu minyak (*volatile dan non-volatile*), air dan mineral (bahan sedimen).

Pada hakekatnya *oily-sludge* merupakan campuran yang tersusun atas minyak, padatan dan air yang membentuk sistem koloid yang stabil, sehingga sangat sulit terpisahkan. Sistem koloid yang terbentuk dalam *oily-sludge* pada umumnya memiliki fase kontinyu minyak. Sedangkan air dan padatan terdispersi di dalamnya. Kestabilan sistem koloid *oily-sludge* ditentukan oleh jenis dan ukuran padatan, ukuran butiran air, larutan elektrolit dalam fase air, viskositas dan densitas minyak, dan kehadiran *emulsifier* alami dalam minyak (Meegoda *et al.* 1993).

Jenis minyak dalam *oily-sludge* bervariasi tergantung pada asal dan jenis *crude oil*, dapat dikategorikan sebagai fraksi berat dan fraksi ringan. Minyak fraksi ringan dapat terlepas ke lingkungan air maupun tanah. Bersama terlepasnya minyak maka dimungkinkan terlepas pula logam berat yang dikandungnya. Oleh karena itu *oily-sludge* dikategorikan sebagai Limbah Bahan Beracun dan Berbahaya (B3). Namun demikian, *oily-sludge* mungkin dapat digunakan sebagai peremaja untuk produk berbasis minyak. Dasar teori pada pemanfaatan *oily-sludge* sebagai bahan peremaja ini adalah produk *petroleum* yang berupa minyak berat dapat berfungsi melunakan atau meremajakan aspal yang sudah keras agar kembali memiliki kekerasan yang sesuai dengan persyaratan aspal. Sedangkan produk *petroleum* yang berupa minyak ringan dapat berperan sebagai pelarut (*solvent*) pada aspal jenis aspal cair.

Berdasarkan komponennya, *oily-sludge* dapat digunakan sebagai peremaja aspal (*rejuvenator*) karena memiliki komponen minyak *non-volatile* atau *heavy oil* yang dapat melunakkan atau mengurangi kekakuan aspal yang terlalu keras misalnya akibat sudah mengalami penuaan. Komponen *oily-sludge* lainnya, komponen air dan *volatile oil* umumnya harus dihilangkan dari *oily-sludge* tersebut dengan cara pemanasan, sedangkan mineral dapat tetap dipertahankan dan dianggap sebagai bagian dari agregat.

Kajian pemanfaatan *oily-sludge* sebagai bahan peremaja Asbuton atau aspal lainnya yang sudah pernah dilakukan. Mulyono dkk. (2000) telah melakukan studi penggunaan *oily-sludge* sebagai peremaja Asbuton konvensional

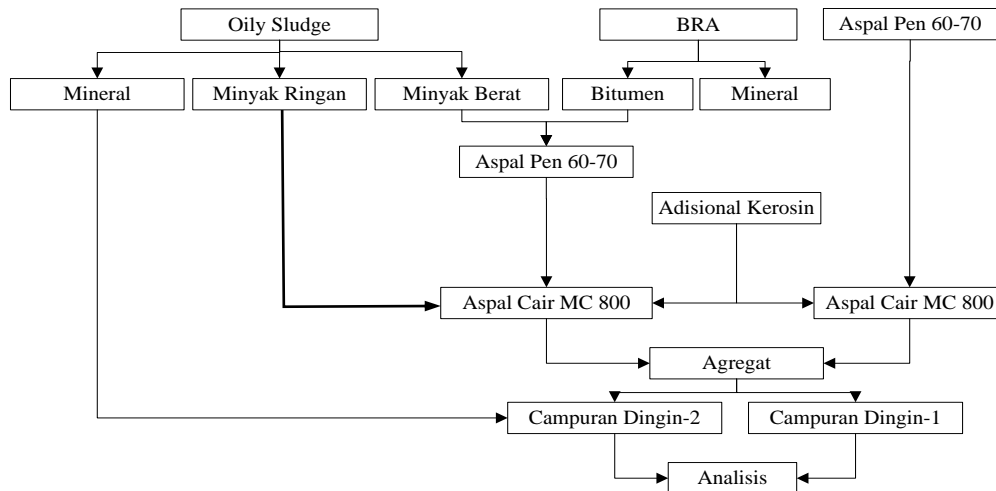
(lolos ½ in) dari Kabungka untuk Lasbutag. Dari studinya ini dihasilkan suatu metode pencampuran untuk menghasilkan Lasbutag. Metode ini digunakan di era tahun 1980 sebelum akhirnya tidak digunakan lagi sejak tahun 2000, karena metode ini menghasilkan jalan dengan kinerja yang tidak memuaskan dan banyak ditemui kegagalan pada proses pembuatannya.

## HIPOTESIS

*Oily-sludge* dapat digunakan sebagai bahan peremaja Asbuton dan dapat mengurangi sifat racunnya. Campuran dingin yang menggunakan bahan pengikat MC-800 dari Asbuton yang diremajakan oleh *oily-sludge* setara dengan campuran dingin dengan bahan pengikat MC-800 dari aspal pen 60.

## METODOLOGI

Langkah-langkah percobaan yang dilakukan untuk pembuatan campuran dingin dengan bahan pengikat *BRA* yang diremajakan dengan *oily-sludge* sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Langkah pertama adalah uji coba di laboratorium untuk mengetahui proporsi optimal *heavy oil* dari *oily-sludge* yang dapat meremajakan atau melunakan bitumen Asbuton butir *BRA* Tipe 5/20 sehingga menghasilkan aspal dengan nilai penetrasi setara dengan aspal Pen 60. Langkah kedua adalah uji coba untuk mendapatkan aspal cair MC-800 (*Medium Curing 800*) dengan dengan memanfaatkan minyak ringan (*volatile oil*) dari *oily-sludge* dan tambahan minyak tanah (kerosin) bila diperlukan. Setelah didapatkan MC-800 maka langkah selanjutnya adalah melakukan perencanaan campuran dingin dengan menggunakan metode Marshall modifikasi sebagaimana yang dijelaskan dalam *Manual Cold Mix MS-14* dari Asphalt Institute (Asphalt Institute 1997).



**Gambar 1.** Bagan alir pembuatan campuran dingin menggunakan *BRA* dan *oily-sludge*

## HASIL DAN ANALISIS

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal minyak Pen 60 dari kilang minyak mentah di Cilacap, Asbuton butir *BRA* Tipe 5/20 dari Kabungka dan agregat dari kuari di Sumedang. Sedangkan *oily-sludge* yang digunakan berasal dari kilang minyak mentah di Balongan, Jawa Barat. *Oily-sludge* ini masuk dalam jenis non parafenik *sludge*. Sebelum digunakan *oily-sludge* diproses terlebih dahulu dengan pemanasan dan pengadukan pada suhu 120 °C sampai kadar air kurang dari 2%. Sifat bahan yang digunakan disajikan pada Tabel 1 sampai Tabel 5.

Berdasarkan hasil pengujian, sifat aspal minyak yang ditunjukkan pada Tabel 1 sudah memenuhi spesifikasi aspal Pen 60. Begitupun dengan Asbuton butir *BRA* Tipe 5/20 yang akan digunakan sudah memenuhi spesifikasi Asbuton butir *BRA* Tipe 5/20. Hasil uji sifat agregat yang akan digunakan sebagaimana diberikan pada Tabel 3 juga memenuhi spesifikasi. Berdasarkan hal ini, ketiga bahan yang akan digunakan dapat dikatakan memiliki sifat yang dapat digunakan sebagai bahan pekerasan jalan.

Dari hasil pemrosesan *oily-sludge* sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa *oily-sludge* yang digunakan mengandung 95,85% residu. 33,68% dari residu tersebut merupakan minyak berat (*heavy oil*) yang dapat larut dalam air dan memiliki tingkat kekentalan yang tinggi dengan nilai

viskositas sebesar 78 detik. Sedangkan 66,32%-nya adalah mineral dengan ukuran maksimum 0,150 mm.

Berdasarkan hasil pengujian komposisi kimia *oily-sludge* sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5, diketahui bahwa *oily-sludge* yang akan digunakan bukan termasuk sebagai material berbahaya karena karakteristik racun yang terkandung di dalamnya kurang dari nilai batas atas yang ditetapkan oleh Bapedal untuk masing-masing jenis unsur kimianya. Oleh karena itu, penggunaan *oily-sludge*, dalam hal ini sebagai bahan peremaja Asbuton butir *BRA* Tipe 5/20, tidak memerlukan penambahan *absorbant* (penyerap) atau memblokir racun seperti karbon aktif dan zeolit.

## PEMBAHASAN

### Sifat bahan pengikat

Proses pencampuran Asbuton butir *BRA* Tipe 5/20 dengan *oily-sludge* dengan proporsi 1 : 1,3 menghasilkan aspal dengan sifat-sifat sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 6. Dari hasil pengujian ini diketahui bahwa sifat Asbuton butir *BRA* Tipe 5/20 akan mengalami perubahan sebagai akibat dari penambahan *oily-sludge*. Penambahan *oily-sludge* sebanyak 1,3 kali berat Asbuton butir *BRA* Tipe 5/20 akan menghasilkan aspal dengan sifat-sifat setara dengan aspal minyak Pen 60 sebagaimana disyaratkan dalam spesifikasi.

**Tabel 1.** Karakteristik aspal minyak penetrasi 60

Parameter	Hasil Pengujian	Spesifikasi*
Penetrasi pada 25°C, 100 g, 5 detik, (dmm)	63	60-70
Daktilitas pada 25°C, 5 cm/menit, (cm)	>140	≥ 100
Titik nyala, (°C)	315	≥ 200
Kehilangan setelah <i>Thin Film Oven Test</i> (TFOT), (%)	0,079	≤ 0,8
Penetrasi pada 25°C, 100 g, 5 detik, setelah TFOT, (% asli)	84	≥ 54
Daktilitas pada 25°C, 5 cm/menit, setelah TFOT, (cm)	>140	≥ 50
Kelarutan dalam C <sub>2</sub> HCl <sub>3</sub> , (%)	99,8	≥ 99

\*Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (Indonesia 2010)

**Tabel 2.** Sifat-sifat Asbuton butir *BRA* tipe 5/20

Parameter	Hasil Pengujian	Spesifikasi*
Kadar Aspal, (%)	19,8	20 ± 2
Kadar Air, (%)	0,21	≤ 2
Nilai Penetrasi Aspal Hasil Ekstraksi	6	5 ± 3
Gradasi Mineral Hasil Ekstraksi, % lolos		
– <i>Sieve size</i> 2,360 mm	100	-
– <i>Sieve size</i> 0,180 mm	99,0	-
– <i>Sieve size</i> 0,300 mm	94,9	-
– <i>Sieve size</i> 0,150 mm	68,8	-
– <i>Sieve size</i> 0,075 mm	49,2	-

\*Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (Indonesia 2004)

**Tabel 3.** Sifat-sifat agregat

Parameter	Hasil Pengujian			Spesifikasi*
	<i>Split</i>	<i>Screen</i>	<i>Sand</i>	
<i>ABR</i> Asi, (%)	13,88	-	-	Max. 40
Kepipihan dan Kelonjongan, (%)	1,05	-	-	Max. 10
Penyelimutan, (%)	>95	-	-	Min. 95
Angularitas agregat kasar, (%)	92/100	-	-	Min. 85/80
Angularitas agregat halus, (%)	-	-	49,28	Min. 45
Setara Pasir ( <i>Sand Equivalent</i> ), (%)	-	-	68,81	Min. 50
Berat jenis:				
– <i>Bulk</i>	2,632	2,637	2,650	Min. 2,5
– <i>SSD</i>	2,684	2,684	2,708	Min. 2,5
– <i>Apparent</i>	2,776	2,813	2,813	Min. 2,5
Penyerapan (%);	2,012	1,867	2,187	Max. 3

\* Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (Indonesia 2010)

Menurut Asphalt Institute (1989), pembuatan aspal cair MC-800 dapat dilakukan dengan mencampur 84% aspal penetrasi 60-70 dan 16% minyak tanah. Bertitik tolak dari hal tersebut, dalam kajian ini, aspal cair MC-800 dibuat dengan mencampur 84% aspal yang sudah dicampur dengan pelarut sebanyak 16% yang terdiri dari *volatile oil* dari *oily-sludge* dan tambahan minyak tanah. Proporsi *heavy oil* terhadap *volatile oil* yang digunakan sebagai

pelarut pada campuran disesuaikan dengan rasio *oily-sludge* original. Berdasarkan perhitungan, aspal cair MC-800 dapat dilakukan dengan mencampur 47,48% bitumen dari Asbuton butir *BRA* Tipe 5/20; 36,52% *heavy oil*; 4,16% *volatile oil* dan 11,84% minyak tanah. Proporsi ini menghasilkan aspal cair MC-800 dengan sifat-sifat seperti yang ditunjukkan pada Tabel 7.

**Tabel 4.** Sifat-sifat *oily-sludge* yang sudah diproses

Sifat	Hasil Pengujian
Titik nyala (°C)	198
Hasil destilasi:	
– Air (%)	0,00
– Destillat or volatile oil (%)	4,15
– Residu (%)	95,85
Kelarutan dalam C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl <sub>3</sub> dari residu hasil destilasi:	
– Bahan yang larut atau <i>heavy oil</i> (%)	33,68
– Bahan yang tidak larut atau mineral (%)	66,32
Viscositas Saybolfurol pada 60°C (detik)	78
Ukuran maksimum mineral hasil ekstraksi (mm)	0,150

**Tabel 5.** Hasil uji TCLP *oily-sludge* yang sudah diproses

Unsur Kimia	Meode Pengujian	Hasil Pengujian (mg/l)	Batas Atas* (mg/l)
<i>Arsenic</i>	EPA SW 846-7061	0,002	5,0
<i>Barium</i>	EPA SW 846-7080	0,20	100
<i>Boron</i>	EPA SW 846-2123	0,13	500
<i>Cadmium</i>	EPA SW 846-7130	< 0,005	1,0
<i>Chromium</i>	EPA SW 846-7190	< 0,05	5,0
<i>Copper</i>	EPA SW 846-7210	< 0,03	10
<i>Free Cyanide</i>	EPA SW 846-3352	< 0,01	20
<i>Flouride</i>	4500 F-D	0,10	150
<i>Lead</i>	EPA SW 846-7420	< 0,001	5,0
<i>Mercury</i>	EPA SW 846-7470	< 0,001	0,2
<i>Nitrate + Nitrite</i>	4500 NO <sub>3</sub> -F	< 0,11	1000
<i>Nitrite</i>	4500 NO <sub>2</sub> -B	< 0,03	100
<i>Selenium;</i>	EPA SW 846-7740	< 0,007	1,0
<i>Silver</i>	EPA SW 846-7760	< 0,003	5,0
<i>Zinc</i>	EPA SW 846-7950	0,13	50

\*Sumber: BAPEDAL (Indonesia 1995)

**Tabel 6.** Sifat aspal hasil pencampuran *BRA* dengan *oily-sludge* dengan rasio 1 : 1,3

Sifat	Hasil	Spesifikasi*
Penetrasi pada 25°C, 100 g, 5 detik, (dmm)	62	60-70
Daktilitas pada 25°C, 5 cm/menit, (cm)	>140	Min. 100
Kehilangan karena pemanasan pada <i>Thin Film Oven Test</i> (TFOT), (%)	0,725	Max. 0,8
Penetrasi pada 25°C, 100 g, 5 det, after TFOT, (% asli)	61,3	Min. 54
Daktilitas setelah TFOT, (cm)	>140	Min. 50
Kelarutan dalam C <sub>2</sub> HCl <sub>3</sub> (%)	99,83	Min. 99

\*Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (Indonesia 2010)

**Tabel 7.** Perbandingan sifat-sifat MC-800 yang dihasilkan

Parameter	Sifat MC-800		Spesifikasi*
	Pen 60 + Kerosin	Bitumen <i>BRA</i> + <i>Oily-sludge</i> + Kerosin	
Viskositas pada 60°C (cSt)	1,154 cSt	1,327 cSt	800-1600 cSt
Titik nyala (°C)	116°C	105°C	Min. 66°C
Pengujian Distilasi :			
a. Destilat pada 190°C (% vol)	0,0	0,0	-
b. Destilat pada 225°C (% vol)	5,2	7,8	-
c. Destilat pada 260°C (% vol)	31,0	33,6	0-35
d. Destilat pada 315°C (% vol)	72,4	75,5	45-80
e. Destilat pada 360°C (% vol)	100	100	-
f. Residu pada 360°C (%)	85,6	83,4	Min. 75
Penetrasi Residu, 25°C, 100 g, 5 detik, (dmm)	215	187	120-250
Daktilitas pada 25°C, 5 cm/menit, residu (cm)	> 140	> 140	-

\*Sumber: ASTM D 2027/D2027M (ASTM 2011)

Sebagai pembanding, pada tabel ini ditunjukkan juga MC-800 yang dibuat dari 84% aspal minyak Pen 60 dan 16% minyak tanah. Dari tabel ini dapat dilihat aspal cair yang dibuat dari campuran *oily-sludge*, Asbuton butir *BRA* Tipe 5/20 dan minyak tanah dapat menghasilkan aspal cair MC-800 dengan sifat-sifat yang memenuhi spesifikasi dan relatif setara dengan sifat-sifat aspal cair MC-800 yang dibuat dari aspal minyak yang ditambah minyak tanah. Hasil ini menunjukkan bahwa *oily-sludge* dapat digunakan sebagai peremaja bitumen Asbuton butir *BRA* Tipe 5/20 dalam pembuatan aspal cair. Namun demikian masih diperlukan penambahan minyak tanah sebanyak 11,84%. Walaupun begitu, kuantitas minyak tanah yang digunakan dalam pembuatan aspal cair MC-800 ini lebih kurang 5% lebih sedikit dari yang dibutuhkan untuk membuat aspal cair MC-800 yang dibuat dari aspal minyak Pen 60.

### **Sifat campuran**

Langkah selanjutnya dari studi ini adalah membuat campuran beraspal dingin. Ada dua jenis campuran dingin yang dibuat. Kedua campuran dingin ini dibuat dengan menggunakan jenis agregat (Tabel 3) dan gradasi yang sama (Gambar 2), tetapi menggunakan bahan pengikat yang berbeda. Campuran dingin pertama (Campuran-1) menggunakan bahan pengikat aspal cair yang dibuat dari aspal minyak yang dicampur dengan minyak tanah. Sedangkan campuran kedua aspal cairnya dibuat dengan menggunakan Asbuton butir *BRA* Tipe 5/20 yang diremajakan dengan *oily-sludge* sesuai proporsi agar bitumen menjadi setara aspal pen 60 serta ditambah kerosin sesuai proporsi agar menghasilkan MC-800. MC-800 yang diperoleh tersebut mengandung mineral dari *oily-sludge* dan dari Asbuton butir *BRA* Tipe 5/20. Mineral ini diperhitungkan sebagai bagian dari gradasi campuran pada Campuran-2.

Perencanaan campuran dilakukan terhadap kedua jenis campuran tersebut dengan mengikuti prosedur sebagaimana yang diuraikan dalam MS-14 dari *Asphalt Institute* (1997).

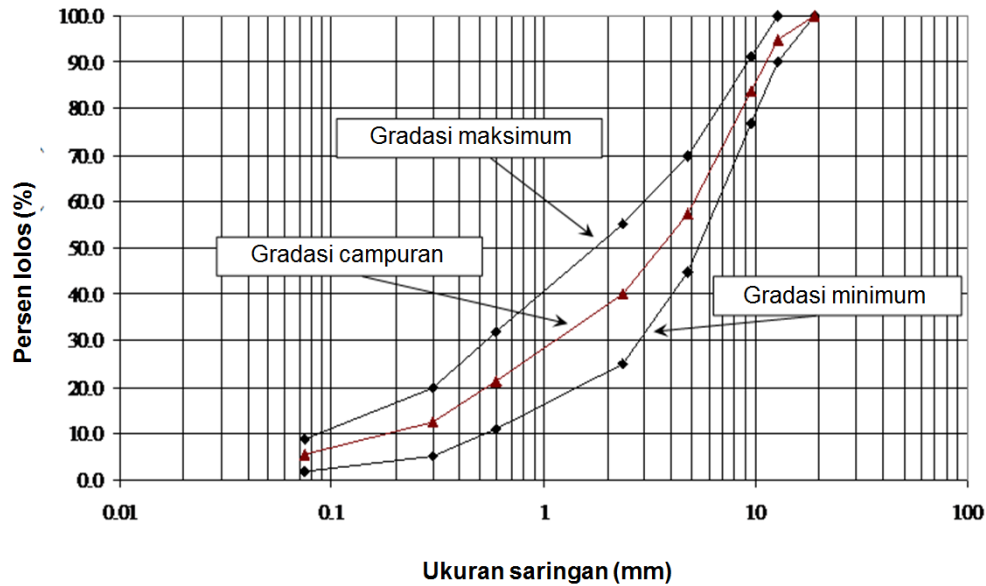
Untuk Campuran-1 kadar optimum bahan pengikatnya ditentukan dengan mengikuti prosedur perencanaan campuran, yaitu dengan menambahkan MC-800 dengan kuantitas yang bervariasi mulai dari 6,0%, 6,5%, 7,0%, 7,5%,

dan 8,0%. Sedangkan untuk Campuran-2, komposisi optimum campuran diperoleh dengan mengkonversi komposisi optimum Campuran-1. Dengan demikian, maka diperoleh komposisi optimum campuran-2 yang terdiri dari 12% Asbuton butir *BRA* Tipe 5/20 sebanyak, 5,72% *oily-sludge*; 0,57% minyak tanah dan 79,76% agregat. Komposisi ini diasumsikan hanya berlaku untuk tingkat penggunaan Asbuton butir *BRA* Tipe 5/20 sebanyak 12% dan kadar optimum MC-800 sebesar 6,9%). Untuk lebih jelasnya, pada Tabel 8 ditunjukkan jenis dan komposisi masing-masing bahan yang digunakan pada pembuatan Campuran-1 dan Campuran-2. Dengan menggunakan komposisi tersebut maka diperoleh sifat-sifat campuran sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 9.

Pada Tabel 9 dapat dilihat bahwa kedua campuran, Campuran-1 dan Campuran-2, memiliki sifat-sifat yang memenuhi sifat yang disyaratkan dalam spesifikasi. Namun demikian, Campuran-2 memiliki sifat yang lebih baik dari Campuran-1. Nilai stabilitas Marshall Campuran-2 sebesar 1610 kg adalah 60% lebih tinggi dari Campuran-1 (1080 kg). Campuran-2 memiliki daya tahan terhadap air yang lebih baik dari Campuran-1 yang ditunjukkan oleh nilai stabilitas sisa setelah 4 hari rendamannya (85%) yang lebih tinggi dari Campuran-1 (82%). Selain itu, Campuran-2 juga memiliki ketahanan terhadap alur yang jauh lebih baik dari pada Campuran-1, nilai stabilitas dinamis Campuran-2 sebesar 525 lintasan/mm adalah 3 kali lebih besar dari pada Campuran-1 (175,5 lintasan/mm).

### **Sifat racun campuran**

Suatu bahan khususnya bahan buangan dapat dikategorikan beracun bila bahan tersebut memang mengandung unsur yang bersifat racun. Unsur racun dari suatu bahan dapat dinetralisir atau paling tidak diisolir dengan menambahkan bahan tertentu yang dapat mengikat dan mengubah unsur tersebut sehingga tidak lagi bersifat racun ataupun dengan cara mengikatnya dengan unsur lain. Bila suatu bahan beracun ataupun dengan cara mengikatnya dengan unsur lain, maka besar kecilnya konsentrasi bahan dari bahan beracun tersebut dapat diperiksa dengan menggunakan TCL prosedur (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*, TCLP).



**Gambar 2.** Gradasi agregat pada pembuatan campuran dingin *BRA- Oily-sludge*

**Tabel 8.** Komposisi campuran pada kadar aspal optimum

Komponen Campuran	Campuran-1	Campuran-2
<i>BRA</i> tipe 5/20	0,00	12,00
<i>Oily-sludge</i>	0,00	5,72
Minyak tanah	0,00	0,57
MC-800 aspal minyak	6,90	2,33
Agregat	93,10	79,38
Total	100,00	100,00

**Tabel 9.** Sifat campuran dingin pada kadar aspal optimum

Parameter	Hasil pengujian		Spesifikasi*
	Campuran-1	Campuran-2	
Kepadatan, kg/cm <sup>3</sup>	2,31	2,28	-
Rongga antara Mineral Agregat (VMA), %	17	19,7	Min. 15
Rongga Dalam Campuran (VIM), %	4,00	3,95	3 – 5
Stabilitas Marshall pada 27°C, kg	1080	1610	750
Kelelahan, mm	3,9	3,2	2 – 4
Stabilitas Sisa setelah 4 hari rendaman, %	82	85	Min. 75
Stabilitas Dinamis pada 27°C, lintasan/mm	175,5	525,0	-

Sumber: *Asphalt Institute* (1997)

**Tabel 10.** Data uji TCLP campuran dingin *BRA – oily-sludge*

Unsur Beracun	Hasil Pengujian	Batas Atas*
<i>Arsenic</i> (mg/l)	Tidak ada	5,0
<i>Barium</i> (mg/l)	Tidak ada	100
<i>Boron</i> (mg/l)	Tidak ada	500
<i>Cadmium</i> (mg/l)	Tidak ada	1,0
<i>Chromium</i> (mg/l)	Tidak ada	5,0
<i>Copper</i> (mg/l)	Tidak ada	10
<i>Lead</i> (mg/l)	Tidak ada	5,0
<i>Mercury</i> (mg/l)	Tidak ada	0,2
<i>Selenium</i> (mg/l)	Tidak ada	1,0
<i>Silver</i> (mg/l)	Tidak ada	5,0
<i>Zinc</i> (mg/l)	0,33	50

\*Sumber: *BAPEDAL* (1995)



Pada Tabel 10 disajikan jenis dan besarnya konsentrasi unsur beracun yang terkandung dalam *oily-sludge* yang didapat dengan menggunakan prosedur TCLP. Dari tabel ini dapat dilihat bahwa penggunaan *oily-sludge* sebagai bahan peremaja *BRA* yang digunakan sebagai bahan pengikat campuran dingin ternyata dapat menghilangkan sebagian sifat racun dari unsur yang terkandung dalam *oily-sludge* tersebut, kecuali unsur *Zinc* yang justru mengalami peningkatan konsentrasi dari 0,13 mg/l menjadi 0,33 mg/l. Walaupun demikian, besarnya peningkatan konsentrasi unsur *Zinc* ini masih jauh berada di bawah batas atas (50 mg/l) yang diizinkan, sehingga masih aman terhadap lingkungan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang didapat dari studi ini antara lain adalah:

1. *Oily-sludge* dari Balongan dapat digunakan sebagai peremaja dan *modifier* bitumen *BRA* Tipe 5/20.
2. Pencampuran non parafinik *oily-sludge* Balongan dengan bitumen *BRA* Tipe 5/20 dari Kabungka dapat menghasilkan aspal dengan sifat-sifat yang setara dengan Pen 60 dan dapat memenuhi sifat-sifat yang disyaratkan dalam spesifikasi.
3. Campuran dingin yang dibuat dengan menggunakan *BRA* Tipe 5/20 dan non parafinik *oily-sludge* dari Balongan (Campuran-2) dan campuran dingin yang menggunakan aspal cair dari campuran aspal minyak Pen 60 dengan minyak tanah (Campuran-1) sama-sama memenuhi sifat campuran sebagaimana disyaratkan dalam spesifikasi.
4. Campuran-2 memiliki nilai stabilitas Marshall (1610 kg) dan stabilitas dinamis (550 lintasan/mm) yang lebih tinggi dari pada Campuran-1 yang hanya memiliki nilai stabilitas Marshall dan stabilitas dinamis masing-masing sebesar 1080 kg dan 175,5 lintasan/mm.
5. Dengan nilai stabilitas Marshall sisa sebesar 85%, Campuran-2 memiliki daya tahan terhadap air yang lebih baik dari Campuran-1 yang hanya memiliki nilai stabilitas

Marshall sisa sebesar 82% dan memiliki ketahanan alur tiga kali lebih besar.

6. Penggunaan *oily-sludge* yang berasal dari kilang minyak mentah Balongan sebagai *campuran beraspal* dapat meniadakan kandungan logam berat yang dapat terlarut dan mencemari lingkungan kecuali logam *Zinc* yang masih dapat terlarut namun dengan jumlah yang sangat kecil dan jauh dibawah batas maksimum yang diizinkan.

### Saran

Disarankan adanya pengkajian ekonomi terhadap penggunaan *oily-sludge* Balongan sebagai peremaja Asbuton butir *BRA* Tipe 5/20 untuk campuran dingin.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asphalt Institute. 1997. *Cold Mix Manual* MS-14. Lexington: Asphalt Institute.
- American Society for Testing Materials. 2011. Standard Specification for Cutback Asphalt (Medium-Curing Type), ASTM-D 2027/2027M-10. 2011 Annual Book of ASTM Standards. Section four. Volume 04.03. Road and Paving materials; vehicle pavement systems. West Conshohocken: ASTM International.
- Hermadi M. dan Zamhari K. A. 2010. "Empirical Evaluation of the Use of Oily-sludge as a Modifier of Buton Rock Asphalt in Hot Mix Asphalt Pavement". In Proceedings of 11th International Conference on Asphalt Pavements Nagoya: The International Society for Asphalt Pavements (ISAP).
- Indonesia. BAPEDAL. 1995. *Persyaratan Teknis Pemrosesan Bahan Berbahaya*, No: Kep-03/BAPEDAL/09/1995, Jakarta: BAPEDAL.
- \_\_\_\_\_. Kementerian Pekerjaan Umum. 2006. *Pedoman Teknis Pemanfaatan Asbuton – Buku Umum No. 001-01/BM/2006*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- \_\_\_\_\_. Kementerian Pekerjaan Umum. 2004. *Pedoman Teknis Asbuton Campuran Panas*, PD T-07-2004-B. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- \_\_\_\_\_. Kementerian Pekerjaan Umum. 2010. *Spesifikasi Umum, Buku III - Spesifikasi Umum Revisi 2*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- \_\_\_\_\_. 1999. *Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, PP No. 85 Tahun*

- 1999 *Jo. PP 18 Tahun 1999*, Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- Meegoda, N. J., Mueller, R. T., Huang, D., DuBose, B. H., Chen, Y., and Chuang, K. 1993. *Petroleum Contaminated Soils in Hot Mix Asphalt Concrete – An Overview*, ASTM International.
- Mulyono, R. M., Desrina dan Evita H. Legowo. 2000. "Pemanfaatan Limbah Lumpur Berminyak (*Oily-sludge*) Melalui Proses Solidifikasi dengan Aspal Buton untuk Pembuatan Material Jalan", *Lembar Publikasi Lemigas* Vol 34 No. 3/2000 . Hal. 38-45.
- Yamin H. R. A. dan Faizal N., 2012. "Perkiraan Sumber Daya Asbuton Dengan Pendekatan Interpolasi Kernel pada Nilai Tahanan Jenis". *Jurnal Jalan dan Jembatan*, Vol 29, No. 3 : 138 - 149.