



**ANALISIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN DUA BAHAN MODIFIER
(MINYAK TANAH DAN MINYAK PLASTIK) TERHADAP CAMPURAN COLD MIX
DENGAN ASBUTON GRANULAR SEBAGAI BAHAN ADDITIF**

Dini Wahyuni¹

Program Sarjana Teknik Sipil, Universitas Jayabaya, Jl. Raya Bogor KM. 28,8 Cimanggis

Email: ftspjayabaya@yahoo.com atau ftsp.uj@gmail.com

Abstract

Indonesia is one country that is rich in natural resources, one of which is Buton asphalt. In addition to the advantages possessed, Indonesia also has weaknesses, one of which is becoming the country with the second rank for the highest amount of plastic waste thrown into the sea. The method for processing plastic waste is by distillation or distillation so that plastic oil is produced for the cold mix mixture. The first step to compare the two modifiers of kerosene and plastic oil is to test the material, determine the asphalt content. Asphalt Content which was analyzed is 5,0%, 5,5%, 6,0%, 6,5%, 7,0%. And then test the Marshall with KAO, which is 6% with 6 specimens each to determine the volumetric value of the cold mix mixture.

From the observations in the laboratory for a mixture of cold mix with the use of kerosene as a modifier, the following results were obtained, for density 2,262 g / cm³, VMA 17.82%, VIM 4.61%, VFA 74.12%, Stability 806 kg, flow 3.6 mm, MQ 224 kg / mm, with the use of plastic oil as a modifier the following results are obtained, for density 2,262 g / cm³, VMA 17.81%, VIM 4.07%, VFA 77,14%, Stability 924 kg , flow 3.42 mm, MQ 270 kg / mm. To analyze the price of a mixture of cold mix with the use of kerosene as a modifier, which is Rp. 721,178, - /ton, with the use of plastic oil as a modifier of Rp. 668,895, - /ton.

Keywords: Soil Oil, Plastic Oil, Marshall Test

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara yang kaya akan sumber daya alamnya, salah satunya adalah aspal. Aspal yang terletak di Pulau Buton, provinsi Sulawesi Tenggara mempunyai deposit sekitar 160 juta ton dan merupakan yang terbesar ketiga di dunia. Selain kelebihan yang dimiliki, Indonesia juga mempunyai kelemahan salah satunya menjadi negara dengan peringkat kedua untuk jumlah sampah plastik terbanyak yang dibuang ke laut. Limbah plastik saat ini adalah salah satu permasalahan yang sangat penting untuk ditanggulangi, karena setiap tahun sedikitnya 12,7 juta metrik ton sampah plastik yang diproduksi di daratan dibuang ke laut.

Salah satu cara pengolahan limbah plastik adalah dengan cara destilasi atau penyulingan yaitu pemisahan bahan kimia berdasarkan kecepatan atau kemudahan penguapan bahan, dalam penyulingan bahan atau yang saya pakai adalah kantong kresek. Bahan ini ini dididihkan sehingga menguap dan uap ini kemudian didinginkan kembali kedalam bentuk cairan menjadi minyak. Maka dari itu ini adalah salah satu inovasi mencampurkan kelebihan dan kekurangan produk di negara Indonesia yaitu menggunakan asbuton dan limbah plastik kedalam campuran untuk permukaan perkerasan jalan raya, dengan adanya penambahan asbuton produk lokal dari Indonesia akan memaksimalkan produksi pengolahan asbuton yang disinyalir mempunyai manfaat yang lebih bagus untuk campuran aspal.

Tujuan penelitian ini adalah untuk Mengetahui hasil laboratorium dengan menggunakan modifier atau peremaja dengan kerosin terhadap campuran coldmix, untuk mengetahui hasil laboratorium dengan menggunakan modifier atau peremaja dengan minyak

plastik terhadap campuran coldmix dan untuk mengetahui analisa harga terhadap perbandingan penggunaan dua modifier yang digunakan pada campuran coldmix dengan asbuton granular sebagai additif?

2. Kajian Pustaka dan Teori

2.1. Teori Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Aspal merupakan material yang termoplastis yaitu melunak dan menjadi cair jika dipanaskan dan akan kembali kental dan mengeras jika didinginkan. *Hydrocarbon* adalah bahan dasar utama dari aspal yang umum disebut bitumen, sehingga aspal sering disebut bitumen

2.2. Aspal Alam Asbuton (Asbuton)

Asbuton adalah aspal dari pulau Buton, merupakan aspal alam yang berbentuk batuan (*rock asphalt*) yang terdiri dari campuran batu kapur, pasir dan bitumen (sekitar 15 % - 35 %).

2.3. Limbah Plastik

Limbah plastik saat ini adalah salah satu permasalahan yang sangat penting untuk ditanggulangi, karena setiap tahun sedikitnya 12,7 juta metrik ton sampah plastik yang diproduksi di daratan dibuang ke laut. Kondisi itu, menjadikan laut Indonesia sebagai kawasan perairan yang rawan dan menghadapi persoalan sangat serius.

Saat ini pemerintah mulai memakai limbah plastik sebagai campuran aspal untuk jalan raya, Selain mengurangi jumlah sampah plastik yang setiap tahunnya bertambah, pencampuran plastik dengan aspal juga bisa menghemat pembangunan biaya infrastruktur jalan.

2.4. Agregat

Agregat didefinisikan sebagai batu pecah, kerikil, pasir atau komposisi mineral lainnya baik berupa hasil alam maupun hasil pengolahan (penyaringan, pemecahan) yang merupakan bahan utama konstruksi jalan, beton, pondasi (*ballast*) jalan kereta api dan lain sebagainya. Bagian terbesar dari suatu campuran bitumen adalah agregat, menempati kira-kira 80% dari volume campuran, sehingga pengaruhnya

terhadap sifat serta kinerja (*performance*) dari campuran sangatlah besar.

2.5. Campuran Beton Aspal

Campuran beton aspal merupakan campuran dari agregat, aspal dan filler yang menggunakan gradasi menerus, sehingga mempunyai rongga yang sedikit dalam struktur agregatnya dan hal yang menjadikan campuran beton aspal memiliki stabilitas yang tinggi, yaitu kemampuan untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas, tetapi kurang memiliki fleksibelitas yaitu kemampuan untuk menahan lendutan tanpa mengalami retak dan akibat pengaruh cuaca akan memberikan tahanan geser yang kecil.

2.5.1. Cold Mix Asphalt

Campuran aspal dingin adalah campuran bahan perkerasan jalan lentur yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, *filler* dan bahan pengikat aspal dengan perbandingan tertentu dan dicampur dalam keadaan dingin.

2.6. Pengujian Laboratorium

2.6.1. Pengujian Sifat-sifat Aspal dan Agregat

Agregat sebagai bahan utama pada konstruksi perkerasan jalan raya yang mendukung beban lalulintas harus mempunyai kualitas dan sifat baik, dan memenuhi syarat yang ditetapkan. Sifat-sifat agregat yang disyaratkan adalah ketahanan terhadap: pecah (*strength*), keausan (*hardness*), tumbukan (*toughness*), cuaca (*soundness*) dan memiliki sifat adhesi yang baik (*resistance to stripping*).

2.6.2. Alat Marshall

Pengujian Marshall bertujuan untuk mengukur daya tahan (stabilitas) campuran agregat dan aspal terhadap kelelahan plastis (flow). Flow didefinisikan sebagai perubahan deformasi atau regangan suatu campuran mulai dari tanpa beban, sampai beban maksimum.

2.6.3. Parameter Pengujian Aspal

a. Stabilitas Marshall

Stabilitas adalah kemampuan campuran aspal untuk menahan deformasi akibat beban yang bekerja tanpa mengalami

deformasi permanen seperti gelombang, alur ataupun bleeding yang dinyatakan dalam satuan kg atau lb.

b. Kelelahan (*Flow*)

nilai flow merupakan nilai dari masing-masing yang ditunjukkan oleh jarum dial (dalam satuan mm) pada saat melakukan pengujian Marshall.

c. Marshall Quotient

$$MQ = S/F$$

d. VFA

Adalah persen rongga yang terdapat diantara partikel agregat (VMA) yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat.

e. VMA

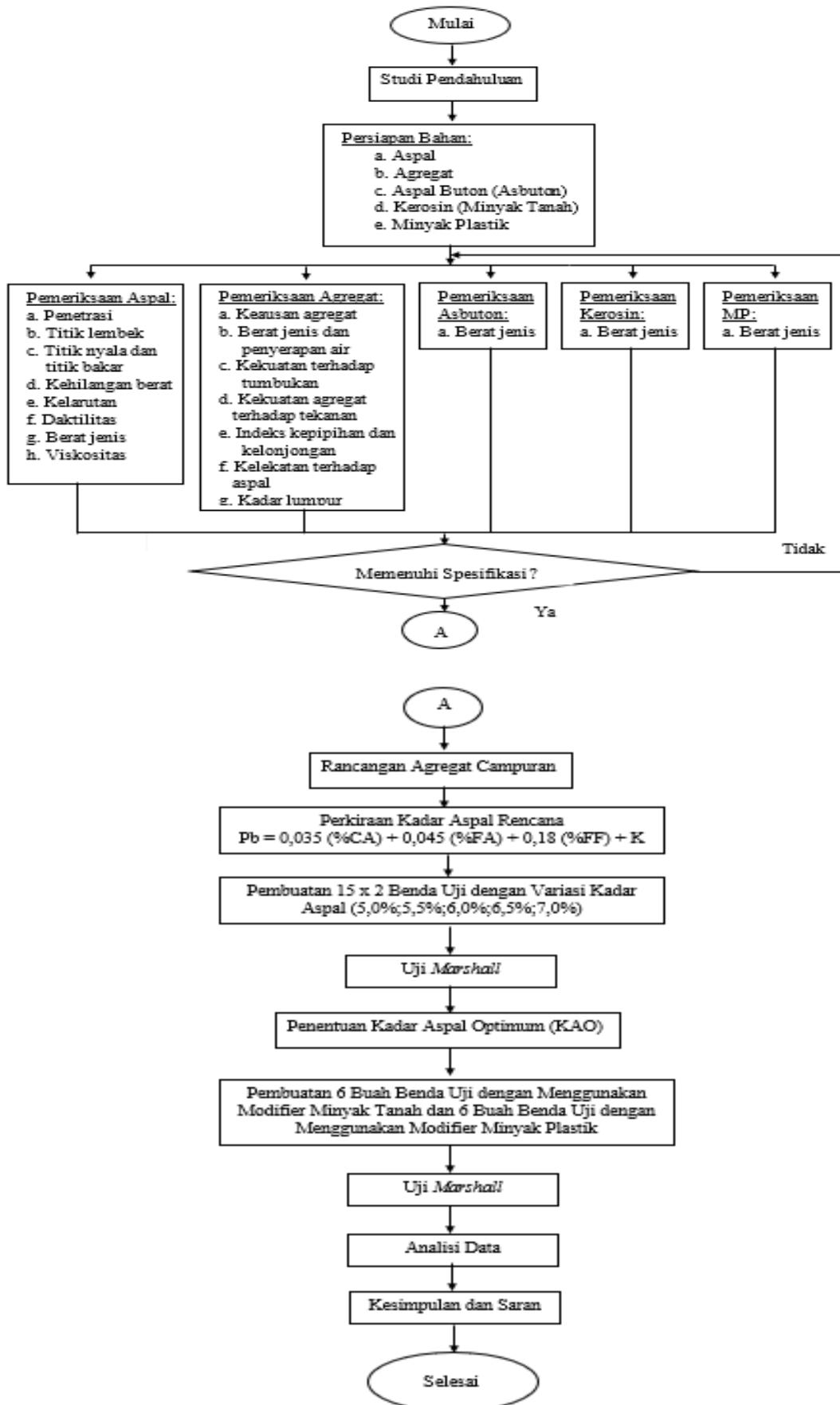
adalah ruang rongga diantara partikel agregat pada suatu perkerasan, termasuk rongga udara dan volume aspal efekti(tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat).

f. Va/ VIM

Va atau VIM dalam campuran perkerasan beraspal terdiri dari atas ruang udara diantara partikel agregat yang terselimuti aspal.

3. Metode Penelitian

Studi atau penelitian benda uji dilakukan di laboratorium AMP PT. Hutama Prima sebuah perusahaan yang berproduksi aspal beton serta menyedia jasa Konstruksi Jalan dan Jembatan yang berlokasi di Klapa nunggal, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Pengujian yang dilakukan adalah mencangkupi pengujian marshall untuk mengetahui perbandingan dua sample.



Gambar 1. Bagan Alir

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

4.1. Data Pemeriksaan Aspal

Hasil Pengujian aspal memenuhi spesifikasi seperti yang tertuang pada tabel berikut.

Tabel 1. Hasil Pengujian Aspal pen 60/70

Jenis Pengujian	Satuan	Metode	Syarat Aspal Pen 60/70	Hasil Uji
Penetrasi, 25C, 100 gr, 5 dt	1 mm	SNI 06-2456-1991	60 - 70	65
Titik Lempek (ring and ball)	°C	SNI 06-2434-1991	≥ 48	56,5
Berat Jenis	1	SNI 06-2488-1991	≥ 1,0	1,03
Kelekaan Pada Agregat	%	SNI 06-2439-1991	Min.97	100

4.2. Data Pemeriksaan Agregat

Tabel 2. Analisa Saringan Agregat Kasar

Nomor Saringan	Ukuran Saringan	Spesifikasi	Hasil Uji
No. 200	0,075	Maks. 1%	0,21%

Tabel 3. Analisa Saringan Agregat Halus

Nomor Saringan	Ukuran Saringan	Spesifikasi	Hasil Uji
No. 200	0,075	Maks. 8%	7,39%

Tabel 4. Hasil Pengujian Agregat

Pengujian	Spesifikasi	Batu Kasar	Hasil Uji Batu Sedang	Abu Batu
Nilai Setara Pasir	Min. 40 %	-	-	63,50%
Berat Jenis:				
Berat Jenis Bulk SSD	Min. 2,5 %	2,67%	2,61%	2,58%
Berat Jenis Semu Penyerapan	Min. 2,5 % Max. 3 %	2,69% 0,94%	2,65% 2,71% 1,07%	2,60% 2,68% 1,22%
Indeks Kepipihan:				
Partikel Pipih	Max. 10%	9,41%	9,24%	-
Partikel Lonjong	Max. 10%	9,38 %	9,11%	-

4.3. Data Pemeriksaan Asbuton

Tabel 5. Hasil Pengujian Asbuton

Jenis Pengujian	Satuan	Metode	Spesifikasi	Hasil Uji
Penetrasi Aspal Asbuton	0,1 mm	SNI 2465:2011	2 - 15	13
Titik Lempek	C	SNI 2434:2011	-	72,5
Berat Jenis		SNI 2441:2011	-	1,09
Kadar Aspal	%	-	Min. 20	21,7

4.4. Data Pemeriksaan Minyak Tanah dan Minyak Plastik

Tabel 6. Hasil Pengujian Minyak

Jenis Pengujian	Hasil Uji		Spesifikasi
	Minyak Tanah	Minyak Platik	
Berat Jenis	0,821	0,756	0,7 - 0,83

4.5. Pembuatan Benda Uji

Tabel 7. Gradasi Agregat Menurut Standar Bina Marga

Ukuran Ayakan (mm)	% Berat yang Lolos Terhadap Total Agregat dalam Campuran Laston AC-WC Coldmix	
	Spesifikasi (%)	Median (%)
19	100	100
12,5	90 - 100	95
9,5	-	-
4,75	45 - 70	57,5
2,36	25 - 55	40
1,18	-	-
0,6	-	-
0,3	5 - 20	12,5
0,15	-	-
0,075	2 - 9	5,5

Perhitungan kadar aspal optimum rencana (Pb) yang digunakan sesuai dengan pedoman Teknik No. 028/T/BM/1999, dengan persamaan sebagai berikut:

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

Keterangan:

CA = Fraksi agregat kasar, yaitu persen berat material yang tertahan saringan No. 8 terhadap berat total campuran.

FA = Fraksi agregat halus, yaitu persen berat material yang lolos saringan No. 8 dan tertahan saringan No. 200 terhadap berat total campuran.

FF = Fraksi bahan pengisi, yaitu persen berat material yang tertahan saringan No. 200 terhadap berat total campuran.

Pengujian KAO (kadar aspal optimum) dilakukan dengan 5 percobaan kadar aspal yaitu 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7 %. Hal tersebut dilakukan agar bisa menentukan kadar aspal optimum untuk pembuatan campuran aspal beton hampir dingin atau *Coldmix*. Dari KAO tersebut akan diketahui aspal optimum nya nilai dari pengujian volumetriknya. Pengujian volumetrik adalah pengujian untuk mengetahui nilai kepadatan dan nilai pori campuran yaitu VMA, VIM, dan VFA. Pengujian meliputi ukuran tinggi, berat kering di udara, berat dalam air, dan berat dalam kondisi SSD dari masing-masing benda uji. Dari pengujian volumetrik tersebut maka nanti akan diketahui kadar aspal mana yang bagus dan lebih memenuhi spesifikasi untuk campuran *coldmix* sesuai spesifikasi SNI (Standar Nasional Indonesia).

Adapun rumus perhitungan volumetrik aspal yaitu :

- VMA (Rongga dalam Agregat) adalah ruang rongga diantara partikel agregat pada suatu perkerasan, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat). VMA dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$VMA = 100 - \frac{(100 - \% \text{ aspal}) \times \text{bera}}{B.J. \text{Agreg}}$$

Keterangan :

- VMA : Rongga udara pada mineral agregat (%)
- % Aspal : Kadar aspal terhadap campuran (%)
- B.J. Agregat : Berat jenis efektif

- VIM (Rongga Dalam Campuran) dalam perkerasan beraspal terdiri atas ruang udara diantara partikel agregat yang terselimuti aspal. Volume rongga udara dalam campuran dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$VIM = 100 - \frac{100 \times \text{berat volume b.u}}{B.J. \text{maksimum teoritis}}$$

Berat jenis maksimum teoritis:

$$BJ = \frac{100}{\frac{\% \text{ agr}}{B.J. \text{Agr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{B.J. \text{Aspal}}}$$

Keterangan :

VIM : Rongga udara pada campuran setelah pemasakan (%)

B.J Teoritis : Berat jenis campuran maksimum teoritis setelah pemasakan (gr/cc)

- VFA atau VFWA (Rongga Terisi Aspal) adalah persen rongga yang terdapat diantara partikel agregat (VMA) yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat. Rumusnya adalah:

$$VFWA = 100 \times \frac{(VMA - VIM)}{VMA}$$

Keterangan :

VFWA : Rongga udara terisi aspal (%)

VMA : Rongga udara pada mineral agregat (%)

VIM : Rongga udara pada campuran setelah pemasakan (%)

- Stabilitas adalah kemampuan lapis keras dalam menahan beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk yang permanen. Nilai stabilitas diperoleh berdasarkan nilai masing-masing yang ditunjukkan oleh jarum arloji. Untuk nilai stabilitas, nilai yang ditunjukkan pada arloji perlu dikonversi terhadap alat *marshall*. Hasil pembacaan di arloji stabilitas harus dikalikan dengan nilai kalibrasi proving ring, selanjutnya nilai tersebut juga harus disesuaikan dengan angka koreksi terhadap ketebalan benda uji.

Tabel 8. Angka Koreksi Untuk Marshall

Tebal (mm)	Angka Koreksi
65	0,935
66	0,90
67	0,885
68	0,865
69	0,855
70	0,845
71	0,835
72	0,825

Sumber: Asphalt Institute, 1996

- e. Keleahan (*Flow*) ditunjukan oleh jarum arloji pembacaan *flow* pada alat *Marshall*. Untuk arloji pembacaan *flow*, nilai yang didapat sudah dalam satuan mm, sehingga tidak perlu dikonversi lebih lanjut.
- f. *Marshall Quotient* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$MQ = \frac{MS}{MF}$$

Keterangan :

MQ : *Marshall Quotient* (kg/mm)

MS : *Marshall Stability* (kg)

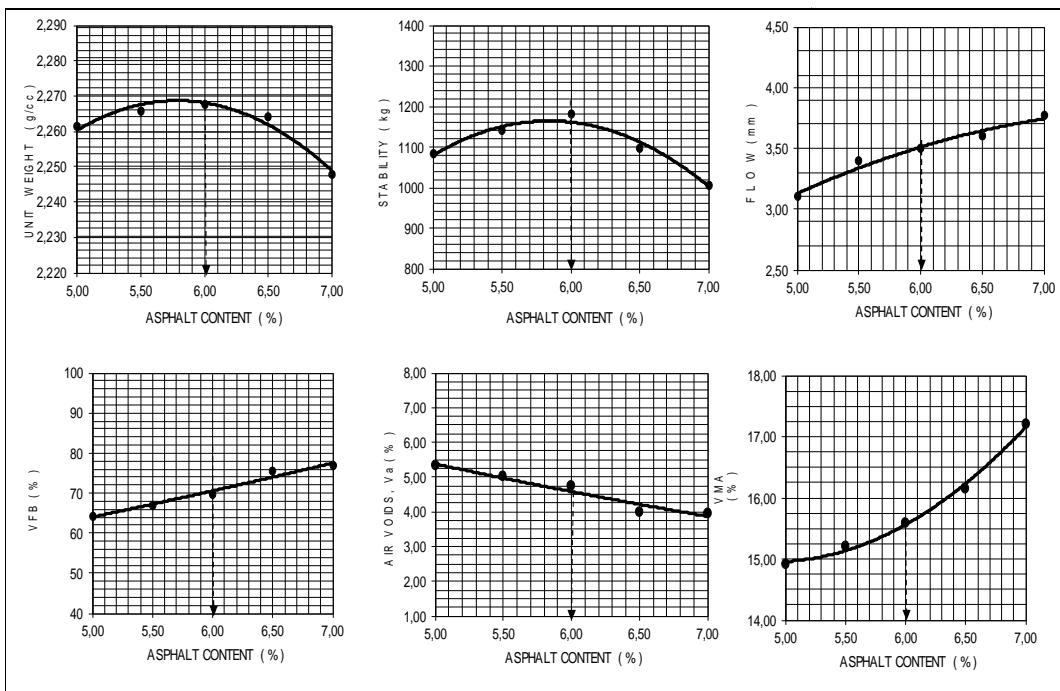
MF : *Flow Marshall* (mm)

Setiap kadar aspal dibuat 3 benda uji sehingga terdapat 15 benda uji dengan menggunakan modifier atau peremaja dengan kerosin dan 15 benda uji untuk campuran modifier atau peremaja minyak plastik. Adapun dilakukannya uji volumetrik yang meliputi pengukuran diameter, tebal dan berat benda uji di udara, kemudian dilakukan untuk mendapatkan SG_{mix}, dan porositas.

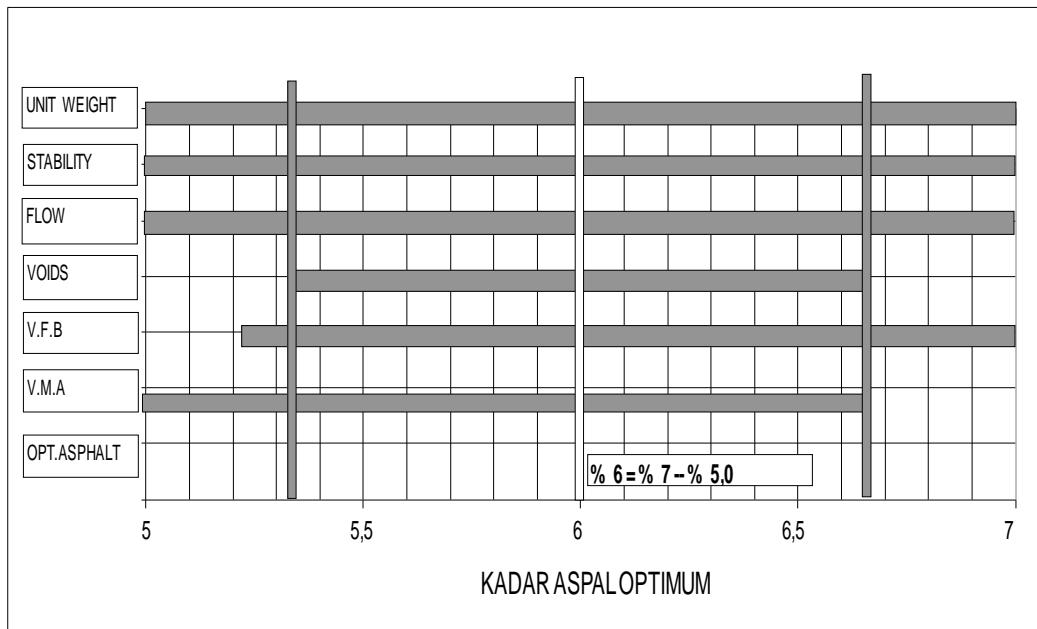
Untuk benda uji sendiri terdiri dari mold berbentuk silinder diameter 10,2 cm (4 inchi) dengan tinggi 7,5 cm (3 inchi) untuk marshal standar. Untuk besarnya campuran yang dimasukan kedalam mold dengan ukuran tersebut yaitu sebanyak 1200 gram karena sudah sesuai dengan ukuran gradasi material sebelumnya.

Tabel 9. Analisa Perhitungan Campuran Coldmix Dengan Kerosin Sebagai Bahan Tambahan Modifier

Specimen No.	AC by Weight (%)	WEIGHT (gram)			Apparent Maximum			VOIDS - %			STABILITY			Flow (mm)	MQ kg/mm
		in Air	in Water	Surface Dry in Air	Volume (cc)	Bulk Density (g/cm ³)	T 209 (g/cm ³)	Aggr. VMA	Total Mix. Va	Filled with Asp. VFA	Gauge Value	Main (kg)	Adjust (kg)		
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	5	1186	664	1188	523,5	2,266					240	1089	1045	3	
2		1186	662,5	1186	523,9	2,263					245	1112	1068	3,1	
3		1188	663,2	1190	526,9	2,255					260	1180	1133	3,2	
AVERAGE						2,261	2,383	14,92	5,33	64,28			1082	3,1	349
4	5,5	1190	665,2	1191	525,9	2,262					270	1225	1176	3,3	
5		1188	665,3	1189	523,3	2,271					260	1180	1133	3,4	
6		1187	663,2	1187	524,1	2,264					255	1157	1111	3,5	
AVERAGE						2,265	2,367	15,21	5,01	67,06			1140	3,4	335,3
7	6	1192	667,2	1194	526,3	2,266					275	1248	1198	3,6	
8		1189	666,4	1190	523,5	2,271					270	1225	1176	3,5	
9		1191	667,2	1193	525,4	2,266					268	1216	1167	3,4	
AVERAGE						2,267	2,351	15,58	4,72	69,7			1180	3,5	337,3
10	6,5	1190	666,1	1193	526,6	2,26					250	1135	1090	3,7	
11		1188	664,3	1188	523,7	2,268					260	1180	1133	3,5	
12		1189	665,2	1190	524,9	2,265					245	1112	1068	3,6	
AVERAGE						2,264	2,335	16,15	3,98	75,36			1097	3,6	304,6
13	7	1158	656	1171	515	2,249					230	1044	1044	3,7	
14		1148	650	1162	512	2,242					220	998	998	3,8	
15		1151	659	1170	511	2,252					215	976	976	3,8	
AVERAGE						2,247	2,319	17,21	3,96	76,99			1006	3,767	267,1



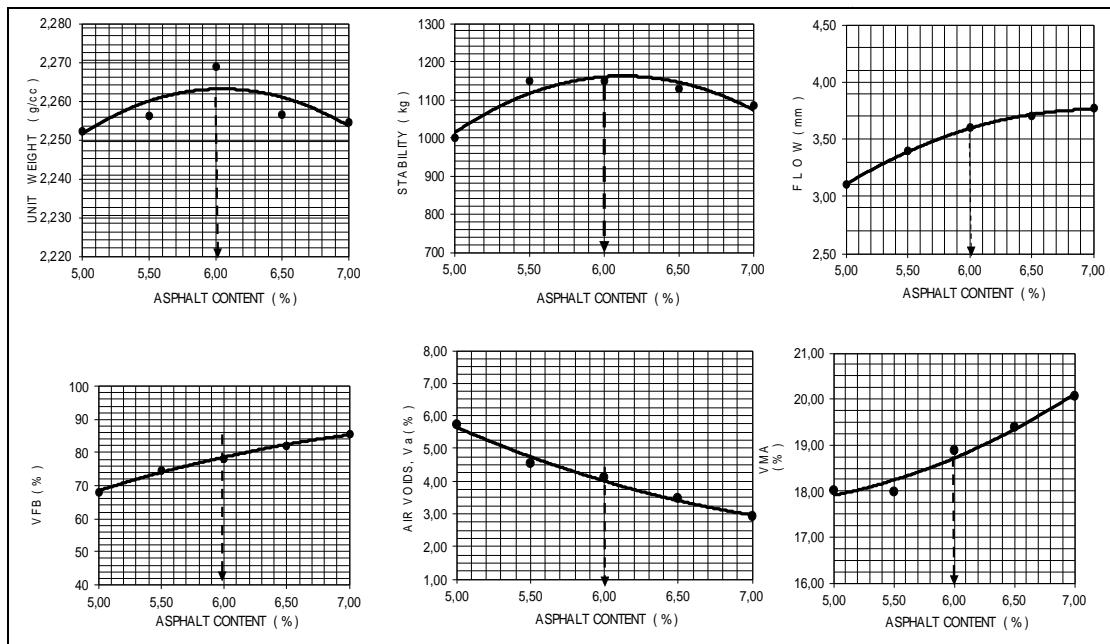
Gambar 2. Grafik Analisa Perhitungan Campuran Coldmix Dengan Kerosin Sebagai Bahan Tambahan Modifier



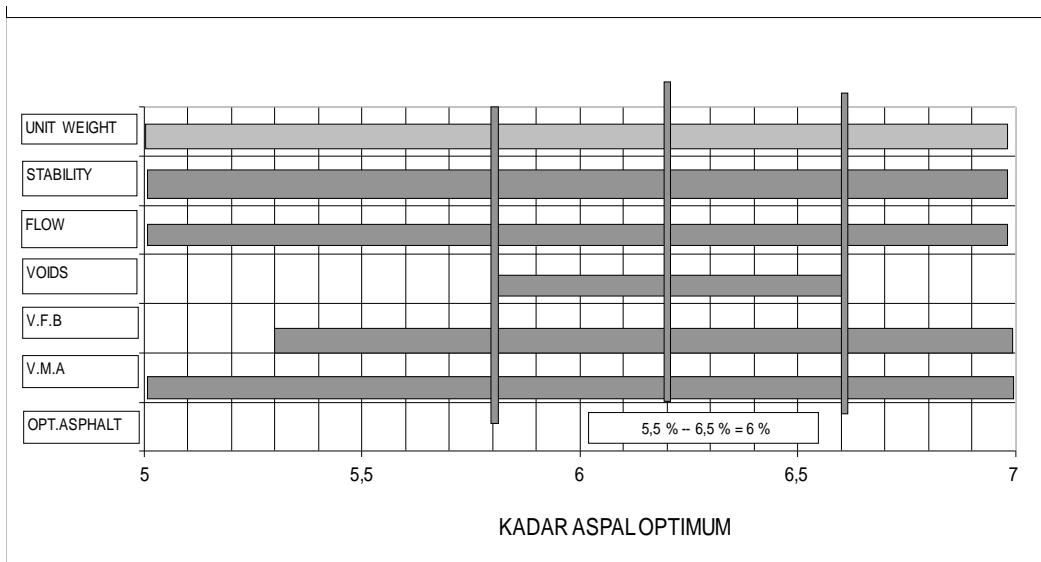
Gambar 3. Grafik Adar Aspal Optimum Untuk Perhitungan Campuran Coldmix Dengan Kerosin Sebagai Tambahan Modifier

Tabel 10. Analisa Perhitungan Campuran Coldmix Dengan Minyak Plastik Sebagai Bahan Tambahan Modifier

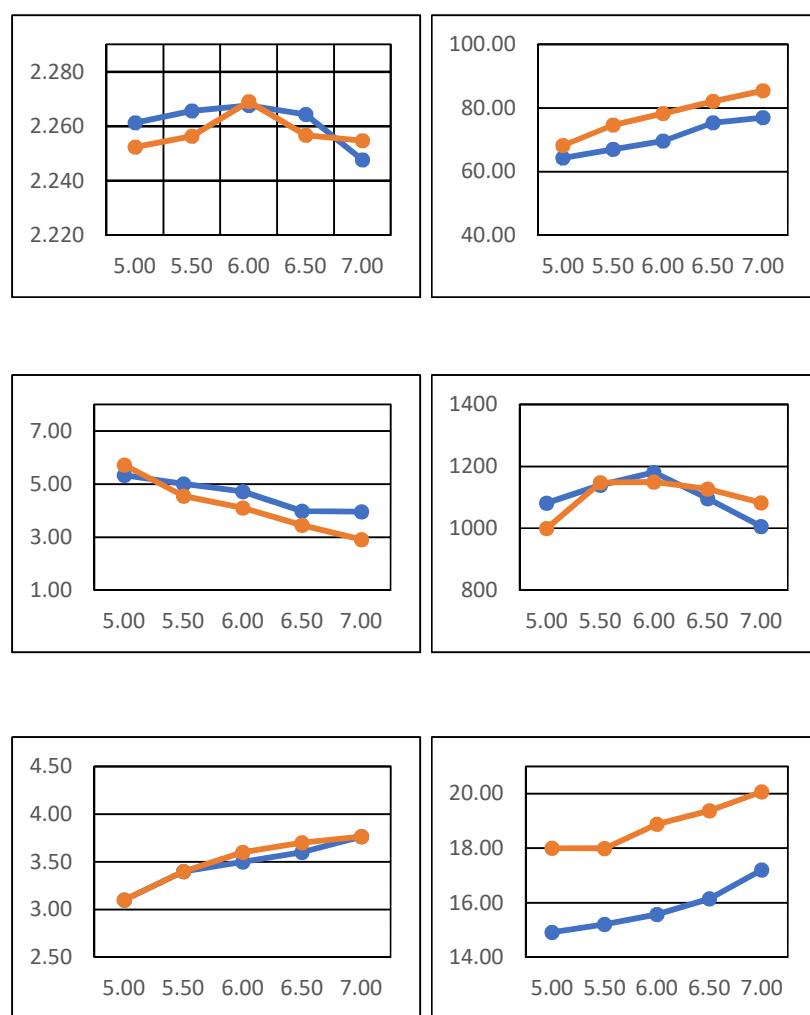
Specimen No.	AC by Weight (%)	WEIGHT (gram)			Volume (cc)	Apparent Bulk Density (g/cm ³)	Maximum Density T 209 (g/cm ³)	VOIDS - %			STABILITY			Flow (mm)	MQ kg/mm
		in Air	in Water	Surface Dry in Air				Aggr. VMA	Total Mix. Va	Filled with Asp. VFA	Gauge Value	Main (kg)	Adjust (kg)		
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
1	5	1184,4	656,2	1185,6	529,4	2,237					190	956	827,5	3	
2		1179,8	659,1	1180,1	521	2,264					200	1023	871,7	2,9	
3		1180	660	1183	523	2,256					203	1020	884,2	2,8	
AVERAGE					2,252	2,406	17,72	6,61	62,7		1000	861,1	2,9	296,94	
4	5,5	1188,3	663,5	1190	526,5	2,257					225	1125	980,2	3	
5		1180,9	660	1183,2	523,2	2,257					230	1179	1002,2	3,1	
6		1182,4	660,6	1185	524,4	2,255					235	1139	1023,4	3,2	
AVERAGE					2,256	2,389	18,01	5,72	68,24		1148	1001,9	3,1	323,2	
7	6	1189,9	655	1190,8	535,8	2,221					245	1180	1067,5	3,3	
8		1180,5	664	1181,7	517,7	2,280					240	1129	1089,0	3,4	
9		1180	670,5	1182,3	511,8	2,306					252	1142	1144,0	3,5	
AVERAGE					2,269	2,372	17,99	4,55	74,71		1150	1100,2	3,4	323,58	
10	6,5	1185,8	660,2	1186,6	526,4	2,253					255	230	1110,7	3,6	
11		1180,9	659,1	1182,1	523	2,258					260	234	1132,8	3,7	
12		1179,2	658,6	1180,5	521,9	2,259					251	226	1139,0	3,5	
AVERAGE					2,257	2,356	18,88	4,1	78,28		230	1127,5	3,6	313,2	
13	7	1176,8	656,8	1177,4	520,6	2,260					235	212	1066,0	3,8	
14		1180,6	659	1181,9	522,9	2,258					241	217	1094,0	3,7	
15		1175,2	653,7	1177	523,3	2,246					250	225	1089,6	3,6	
AVERAGE					2,255	2,339	19,38	3,46	82,15		218	1083,2	3,7	292,76	



Gambar 4. Grafik Analisa Perhitungan Campuran Coldmix Dengan Minyak Plastik Sebagai Bahan Tambahan Modifier



Gambar 5. Grafik Adar Aspal Optimum Untuk Perhitungan Campuran Coldmix Dengan Minyak Plastik Sebagai Tambahan Modifier



Gambar 6. Grafik Gabungan Analisa Perhitungan Campuran Cold Mix Antara Tambahan Kerosin dan Minyak Plastik Sebagai Bahan Bakar Modifier

Tabel 11. Remain Marshall Untuk Campuran Cold Mix Dengan Kerosin Sebagai Tambahan Modifier

Specimen No.	AC by Weight (%)	WEIGHT (gram)			Volume (cc)	Apparent Bulk Density (g/cm ³)	Maximum Density T209 (g/cm ³)	VOIDS - %			STABILITY			Flow (mm)	MQ kg/mm
		in Air	in Water	Surface Dry in Air				Aggr. VMA	Total Mix. Va	Filled with Asp. VFA	Gauge Value	Main (kg)	Adjust (kg)		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	6,00	1185,6	659,5	1187,5	528,0	2,245					230	1044	1002	3,50	
2		1175,9	659,2	1176,3	517,1	2,274					190	862	862	3,35	
3		1180,5	660,5	1181,2	520,7	2,267					200	908	908	3,40	
AVERAGE					2,262	2,358	17,81	4,07	77,14			924	3,42	270	

Tabel 12. Remain Marshall Untuk Campuran Cold Mix Dengan Minyak Plastik Sebagai Tambahan Modifier

Specimen No.	AC by Weight (%)	WEIGHT (gram)			Volume (cc)	Apparent Bulk Density (g/cm ³)	Maximum Density T209 (g/cm ³)	VOIDS - %			STABILITY			Flow (mm)	MQ kg/mm
		in Air	in Water	Surface Dry in Air				Aggr. VMA	Total Mix. Va	Filled with Asp. VFA	Gauge Value	Main (kg)	Adjust (kg)		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	6,0	1190,3	665,5	1192,1	526,6	2,260					180	817	784	3,70	
2	1	1186,7	664,1	1188,0	523,9	2,265					190	862	828	3,60	
3		1189,5	664,3	1190,6	526,3	2,260					185	840	806	3,50	
AVERAGE					2,262	2,371	17,82	4,61	74,12			806	3,60	224	

Tabel 13. Resumé Hasil Pengetesan Antara Penambahan Modifier Minyak Tanah dan Minyak Plastik

No	Jenis Pengujian	Minyak Tanah	Minyak Plastik	Spesifikasi	Hasil
1	Density (g/cm ³)	2,262	2,262	-	-
2	VMA (%)	17,82	17,81	Min. 16	MT
3	VIM (%)	4,61	4,07	4 - 10	MT
4	VFA (%)	74,12	77,14	Min. 60	MP
5	Stabilitas (kg)	806	924	Min. 500	MP
6	Flow (mm)	3,6	3,42	-	MT
7	MQ (kg/mm)	224	270	-	MP

Dari data diatas hasil berbanding sama antara minyak tanah dan minyak plastik yaitu 3 : 3. Akan tetapi pada nilai volumetrik marshall yang lebih di unggulkan adalah stabilitas karena berpengaruh terhadap ketahanan dan kekuatan perkerasan jalan yang berpengaruh terhadap umur rencana. Jadi bisa dikatakan dengan menggunakan minyak plastik campuran lebih bagus.

4.6 Analisa Harga Bahan Kerosin dan Minyak Plastik

4.6.1 Analisa Bahan Kerosin/Minyak Tanah

Menurut pertamina harga untuk minyak tanah tahun 2019 semakin meningkat yaitu :

Tabel 14. Harga per Liter Minyak Tanah Tahun 2019

No	Wilayah	Satuan	Harga Minyak Tanah
1	Prov. DKI Jakarta	L	Rp. 10.670,00

Maka dari itu harga untuk campuran hotmix aspal dingin atau coldmix yang dalam campurannya menggunakan minyak tanah akan lebih mahal lagi harganya karena kenaikan harga dari minyak tanah yang terus naik.

Tabel 15. Analisa Harga Bahan Untuk Cold Mix dengan Kerosin Sebagai Modifier.ton.

No	Komponen	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan	Jumlah Harga
A	Bahan				
1	Agregat Kasar 5-14 mm	M3	0,45	Rp325.000	Rp146.250
2	Agregat Halus 0-5 mm	M3	0,24	Rp300.000	Rp72.000
3	Asbuton	KG	50	Rp2.000	Rp100.000
4	Minyak Tanah	L	10,8	Rp10.760	Rp116.208
5	Aspal	KG	44,8	Rp6.400	Rp286.720
Sub Jumlah				Rp721.178	

Harga Coldmix akan menjadi lebih mahal setiap tahunnya bahkan setiap bulannya untuk tahun 2019 yaitu Rp. 721.178,00 per ton.

Maka Dari itu harus ada inovasi terbaru untuk bahan modifier mengganti minyak tanah agar harga coldmix cenderung stabil. Adapun riset yang di buat oleh PT. Hutama Prima yaitu penggunaan limbah plastik yang di destilasi menjadi minyak atau mereka menyebut dengan minyak plastik.

Destilasi atau penyulingan adalah suatu metode pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan dan kemudahan menguap. Dalam penyulingan campuran zat dididihkan sehingga menguap dan uap ini kemudian didinginkan kembali dalam bentuk cairan. Zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap lebih dulu.

PT. Hutama Prima menggunakan limbah plastik kantong kresek untuk di destilasi atau di suling menjadi bahan bakar salah satunya yaitu menjadi minyak plastik yang karakteristiknya menyerupai minyak tanah.

Berikut adalah analisa harga minyak plastik:

Tabel 16. Analisa Produksi Minyak Plastik dalam 1 Minggu

Tanggal	Bahan		Komposisi						
	Plastik (Kg)	Kayu Bakar	Minyak (L)	Minyak (Kg/m3)	Gel (L)	Air (Kg/m3)	Karbon (Kg)	Uap Jenuh	
11-Feb	12	0,23	8,1	6,28	2,2	2,1	1,42	12	
12-Feb				0,00					0
13-Feb	17	0,3	9,2	7,13	1,3	4,1	4,47	17	
14-Feb	13	0,3	9	6,98	1,1	3,2	1,73	13	
15-Feb	12	0,3	8,3	6,43	1,5	2,4	1,67	12	
TOTAL	54	1,13	34,6	26,82	0	6,1	11,8	9,29	54

Tabel 17. Harga Per Liter Minyak Plastik

waktu (hari)	Bahan		Hasil Minyak	
	Plastik (Kg)	Kayu Bakar (m3)	(Kg/m3)	(Liter)
0	54	1,13		
	Rp91.800,00	Rp113.000,00	26,82	34,6
	Rp204.800,00			
		Minyak/L	Rp5.919,08	

Tabel 18. Analisa Harga Bahan Untuk Cold Mix dengan Minyak Plastik Sebagai Modifier

No	Komponen	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan	Jumlah Harga
A	Bahan				
1	Agregat Kasar 5-14 mm	M3	0,45	Rp325.000	Rp146.250
2	Agregat Halus 0-5 mm	M3	0,24	Rp300.000	Rp72.000
3	Asbuton	KG	50	Rp2.000	Rp100.000
4	Minyak Tanah	L	10,8	Rp5.919	Rp63.925
5	Aspal	KG	44,8	Rp6.400	Rp286.720
Sub Jumlah					Rp668.985

Harga coldmix cenderung lebih murah dari pada coldmix dengan yang menggunakan kerosin sebagai bahan modifier yaitu Rp. 668.985,00. Dengan perbedaan harga Rp. Rp. 721.178,00 – Rp. 668.985,00 = Rp. 52.193,00. Dengan seperti itu akan ada efisiensi harga coldmix sebesar 7,24% pada setiap ton cold mix.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengamatan di laboratorium untuk campuran *cold mix* dengan penggunaan minyak tanah sebagai modifier didapat hasil sebagai berikut, untuk density 2,262 g/cm3, VMA 17,82 %, VIM 4,61%, VFA 74,12%, Stabilitas 806 kg, flow 3,6 mm, MQ 224 kg/mm.

2. Dari hasil pengamatan di laboratorium untuk campuran *cold mix* dengan penggunaan minyak plastik sebagai modifier didapat hasil sebagai berikut, untuk density 2,262 g/cm3, VMA 17,81 %, VIM 4,07%, VFA 77,14%, Stabilitas 924 kg, flow 3,42 mm, MQ 270 kg/mm.

3. Dari hasil analisis penggunaan dua modifier yaitu minyak tanah dan minyak plastik untuk campuran *cold mix* keduanya mempunyai hasil yang seri yaitu 3:3, akan tetapi karena dalam setiap campuran aspal beton yang lebih di utamakan adalah stabilitas atau ketahan maka penggunaan modifier dengan minyak plastik lebih unggul yaitu sebesar 924 kg dari pada modifier dengan minyak tanah yaitu sebesar 806 kg.
4. Untuk analisa harga bahan campuran *cold mix* dengan penggunaan minyak tanah sebagai modifier yaitu sebesar Rp. 721.178,- per ton.
5. Untuk analisa harga bahan campuran *cold mix* dengan penggunaan minyak plastik sebagai modifier yaitu sebesar Rp. 668,895,- per ton.
6. Maka penggunaan minyak plastik sebagai bahan modifier untuk campuran *cold mix* lebih efisien sebesar 7,24% setiap ton.

5.2. Saran

Ada beberapa saran setelah melakukan penelitian di laboratorium dan melihat analisa data, yaitu:

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan penggunaannya untuk minyak plastik dengan mencoba membuat penyuluhan kepada warga untuk memanfaatkan limbah plastik untuk dapat diolah kembali menjadi barang yang bermanfaat.
2. Limbah plastik digunakan harus kantong kresek yang tidak bisa di daur ulang.
3. Campuran ini lebih cocok dimanfaatkan untuk jalan yang beban lalu lintasnya ringan.
4. Kesulitan pada penelitian ini terletak pada proses pengadaan bahan minyak plastik, karena membutuhkan banyak waktu untuk diolah menjadi minyak.

Daftar Pustaka

- Waani, E. (2013). *Evaluasi Volumetrik Marshall Campuran AC-WC (Studi Kasus Material Agregat di Manado dan Minahasa)*, Jurnal Teknik Sipil, Vol. 20, Nomor 1.
- SNI 03-1968-1990, 1990, *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar*, Pusjatan-Balitbang PU.
- Asphalt Institute, 1996, *Supervave Mix Design*, USA
- SNI 1969:2008, 2008, *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar*, Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 1970:2008, 2008, *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*, Badan Standarisasi i Nasional.
- Bina Marga, (2010), *Spesifikasi Volume 3, Seksi 6.3. Campuran Aspal Panas*, Bina Marga, Jakarta
- Bina Marga, (2018), *Spesifikasi Umum 2018, Seksi 6.3. Campuran Aspal Panas*, Bina Marga, Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia. (1989). *Tata Cara Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya*. SNI 03-1737-1989
- Eko, Nuryadin. (2008). Pengaruh Penggunaan Aspal Buton Sebagai Filler Campuran Laston Terhadap Karakteristik Marshall. Yogyakarta : UNY
- Wikipedia (ensiklopedia bebas). *Plastik*. <http://www.wikipedia.org>. Diakses tanggal 23/05/2019.