

**INVESTIGASI KARAKTERISTIK AC (*ASPHALT CONCRETE*)
CAMPURAN ASPAL PANAS DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN RAP
ARTIFISIAL**

NASKAH PUBLIKASI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Menyelesaikan
Pendidikan Strata 1 Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah Surakarta



Disusun Oleh:

ARIYANTO
D 100 080 035

Kepada

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2013**

LEMBAR PENGESAHAN

Naskah Publikasi ini telah dipertahankan dan dipertanggungjawabkan di depan Dewan Penguji guna melengkapi tugas-tugas dan memenuhi syarat-syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dengan Judul

**INVESTIGASI KARAKTERISTIK AC (*ASPHALT CONCRETE*)
CAMPURAN ASPAL PANAS DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN
RAP ARTIFISIAL**

Diajukan oleh

Ariyanto

NIM : D 100 080 035

Disetujui oleh,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Muslich Hartadi Susanto, ST, MT, Ph.D.

NIK: 815



Ir. Agus Riyanto, MT.

NIK: 483

INVESTIGASI KARAKTERISTIK AC (ASPHALT CONCRETE) CAMPURAN ASPAL PANAS DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN RAP ARTIFISIAL

Nama Mahasiswa : Ariyanto
NIM : D 100 080 035
Jurusan : Teknik Sipil UMS
Dosen Pembimbing I : Muslich Hartadi Susanto, S.T, M.T, Ph.D.
Dosen Pembimbing II : Ir. Agus Riyanto, M.T.

ABSTRAK

Banyaknya penggunaan aspal sebagai lapisan perkerasan jalan tentu saja banyak limbah-limbah sisa perkerasan jalan yang dihasilkan dari penggarukan aspal yang telah habis umur rencananya. Maka dari itu perlu dilakukan kajian lebih lanjut untuk memanfaatkan secara maksimal limbah perkerasan tersebut atau lebih sering disebut dengan Reclaimed Asphalt Pavement (RAP). Pada penelitian ini dilakukan pembuatan rancangan mix desain dengan menggunakan bahan RAP Artifisial, yaitu RAP yang dibuat dengan menggunakan material sisa-sisa sampel pada praktikum bahan perkerasan yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta, kemudian dipanaskan dalam oven dengan suhu 85°C selama 5 hari, sebagai orientasi penuaan RAP di Laboratorium disetarakan dengan pengambilan RAP dilapangan dengan umur rencana 15 tahun. Sebelum mix desain dilakukan perlu adanya penyelidikan mengenai sifat-sifat fisik RAP Artifisial, diantaranya adalah pengujian fisik RAP Artifisial, pengujian bitumen RAP Artifisial dan pengujian agregat hasil Ekstraksi RAP Artifisial. Setelah pengujian fisik RAP Artifisial dilakukan, langkah selanjutnya adalah pembuatan mix desain RAP Artifisial dan pembuatan mix desain RAP Artifisial dengan modifikasi agregat dan bitumen untuk menambah daya dukung campuran yang direncanakan sebagai lapis aus gradasi halus. Penambahan agregat baru pada campuran dimaksudkan untuk memperbaiki gradasi RAP Artifisial dan meningkatkan daya dukung campuran, sedangkan penambahan sebanyak 4,083%, 4,583%, 5,083%, 5,583, dan 6,083 % dilakukan untuk memperbaiki kualitas bitumen yang terdapat dalam RAP Artifisial yang orientasinya berubah akibat penuaan, selain untuk penyegaran bitumen penambahan aspal dilakukan untuk mencari kadar aspal optimum campuran.

Kata kunci : RAP Artifisial, Artifisial, Lapis Aus Gradasi Halus, dan Penyegaran bitumen.

1. Latar Belakang

Penelitian ini dilakukan untuk memperluas pemahaman tentang material RAP Artifisial (*Reclaimed Asphalt Pavement* Artifisial) untuk digunakan sebagai bahan perkerasan jalan yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Material RAP Artifisial ini akan digunakan untuk lapis aus spesifikasi halus. Pada penelitian ini dilakukan pengujian karakteristik agregat dan bitumen yang masih terkandung dalam material RAP Artifisial. Ketika bahan pengikat lama di RAP Artifisial dikombinasikan dengan pengikat baru, kemungkinan akan memiliki beberapa pengaruh pada kelas pengikat yang dihasilkan yang mempengaruhi efek dari RAP Artifisial dapat menjadi signifikan.

Sebelum pengujian dengan menggunakan alat Marshall dan pembuatan sampel dengan RAP Artifisial bahan yang digunakan yaitu material yang didapat dari Laboratorium Teknik Sipil Perkerasan Jalan Universitas Muhammadiyah Surakarta yang kemudian diolah menjadi RAP Artifisial dengan cara material yang sudah tidak dimanfaatkan lagi, dihancurkan kemudian dipanaskan dengan menggunakan oven dengan suhu 85°C selama 5 hari dengan tujuan supaya sampel sisa praktikum karakteristiknya menyerupai RAP yang didapatkan di lapangan. Selain pembuatan RAP Artifisial, penelitian ini menggunakan cara pencampuran aspal panas (*HOT-mix*). Dalam pengujian ini diharapkan dapat diketahui karakteristik RAP Artifisial setelah dilakukan pengujian dengan pencampuran aspal panas (*HOT-mix*) baik RAP Artifisial yang menggunakan penyegaran agregat baru maupun RAP Artifisial yang tidak menggunakan penyegaran agregat baru.

2. Landasan Teori

Penuaan RAP merupakan perubahan suatu karakteristik campuran beraspal yang berupa pengerasan aspal yang diakibatkan oleh oksidasi. Oksidasi terjadi mulai dari proses produksi aspal, proses pengangkutan, proses konstruksi sampai pada proses pelayanan. Pada proses-proses tersebut campuran beraspal mengalami pemanasan, baik pemanasan oleh matahari maupun akibat dari pengenceran aspal pada proses produksi dan konstruksi.

Menurut penelitian yang dilakukan *American Society For Testing and Materials (ASTM)*, Philadelphia, PA, Penuaan (*ageing*) terdiri dari dua macam, yaitu penuaan jangka pendek (*Short Term Oven Ageing. STOA*) dengan proses pengujian dengan cara pengovenan dalam suhu 135° selama 4 jam sebelum dilakukan pemadatan. Sedangkan

pada penuaan jangka panjang (*Long Term Oven Ageing, LTOA*) pengujian dilakukan dengan pengovenan dengan suhu 85°C selama 120 jam atau ± 5 hari setelah dilakukan pemadatan.

Pengujian *RAP* Artifisial yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik *RAP* artifisial dengan berdasarkan sifat fisik dari *RAP* tersebut, beberapa tes yang dilakukan adalah:

- a. Uji Ekstraksi
- b. Uji Fisik *RAP* meliputi tes abrasi, dan tes gradasi.
- c. Uji Kepadatan
- d. Uji *Marshall*

Pemeriksaan agregat penyusun *RAP* meliputi Pemeriksaan:

- a. Berat jenis
- b. Keausan dengan mesin *Los Angeles*
- c. Pemeriksaan Gradasi Agregat (Analisa Saringan)
- d. Pemeriksaan Kelekatan Aspal Terhadap Agregat

Pemeriksaan bitumen penyusun *RAP* meliputi Pemeriksaan:

- a. Pemeriksaan penetrasi
- b. Pemeriksaan berat jenis aspal
- c. Pemeriksaan titik lembek aspal
- d. Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar aspal
- e. Pemeriksaan daktilitas aspal.

3. Tinjauan Pustaka

Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) merupakan suatu istilah yang diberikan pada lapisan perkerasan jalan yang sudah diangkat dari lapisan perkerasan jalan yang menggunakan aspal sebagai bahan perkerasannya. *RAP* dibagi menjadi beberapa fraksi kasar, medium dan halus untuk mengurangi efek keberagaman material. Gradasi *RAP* lebih baik ditentukan berdasarkan *wash sieving* agar partikel halus terlepas dari partikel kasar. Kadar aspal *RAP* juga akan beragam tergantung dari jenis sumber materialnya. Pada umumnya, kandungan aspal *RAP* mempunyai penetrasi yang sangat rendah karena efek *ageing*. (Sunarjono, 2009)

He and Wong (2007) menemukan bahwa jenis *RAP* (berbeda *ageingnya*) dan proporsi *RAP* (0%, 20%, 40% dan 60%) tidak signifikan mempengaruhi ketahanan terhadap *permanent deformation*. Benda uji dipadatkan menggunakan *Marshall Compactor* dengan jumlah blow yang sama. Hal ini membenarkan bahwa efek energi pemadatan lebih signifikan terhadap ketahanan *permanent deformation* daripada efek agregat. Peneliti dari Hong Kong ini juga menemukan bahwa benda uji yang mengandung jenis aspal lunak (100 pen) mempunyai ketahanan terhadap *permanent deformation* yang lebih baik dari pada benda uji yang mengandung jenis aspal keras (60 pen). Bila dikaitkan dengan *workability* selama proses pencampuran, benda uji mengandung aspal pen 100 berpotensi mempunyai distribusi binder yang lebih baik dari pada benda uji mengandung aspal pen 60. Hal ini dapat dijadikan indikasi bahwa benda uji dengan distribusi binder yang lebih baik akan memiliki ketahanan terhadap *permanent deformation* yang lebih baik.

Beton aspal adalah campuran antara agregat dengan aspal sebagai bahan pengikat dan agregat sebagai bahan pengisi, yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas atau dingin dengan suhu tertentu. Beton aspal juga merupakan campuran yang digunakan untuk lapisan permukaan jalan. Pembuatan beton aspal dimaksudkan untuk mendapatkan suatu lapisan yang mampu memberikan sumbangan daya dukung yang terukur serta berfungsi sebagai lapisan kedap air. Lapisan beton aspal terdiri atas tiga jenis, yaitu : Laston Aus (BC/*Base Course*) untuk lapis permukaan, mempunyai ukuran butir agregat maksimum 25,4 mm, Laston Aus (WC/*Wearing Course*) untuk lapis perata atau laston atas mempunyai ukuran butir agregat maksimum 19,0 mm dan laston pondasi (ATB) untuk pondasi mempunyai ukuran butir agregat maksimum 37,5 mm. (Adiwidya, 2009)

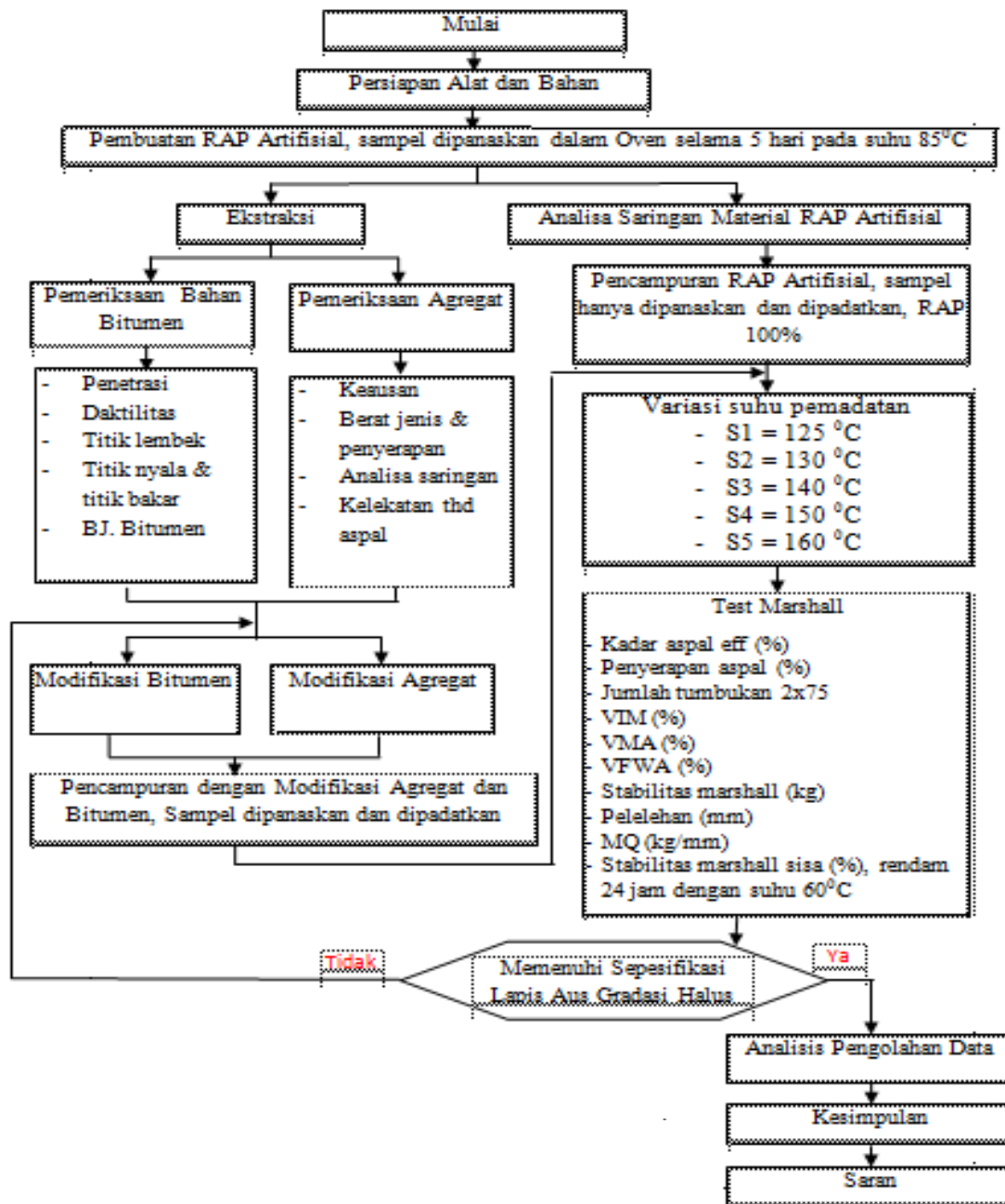
Berdasarkan fungsinya aspal beton campuran panas dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Sebagai lapis permukaan yang tahan terhadap cuaca, gaya geser, dan tekanan roda serta memberikan lapis kedap air yang dapat melindungi lapis di bawahnya dari rembesan air
 - b. Sebagai lapis pondasi atas
 - c. Sebagai lapis pembentuk pondasi, jika dipergunakan pada pekerjaan peningkatan atau pemeliharaan.
- Karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh campuran aspal beton campuran panas adalah :

- a. Stabilitas
- b. Durabilitas
- c. Fleksibilitas
- d. Tahanan geser (*skid resistance*)
- e. Kedap air
- f. Kemudahan pekerjaan (*workability*)
- g. Ketahanan kelelahan (*fatigue resistance*)

4. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di dalam Laboratorium tepatnya di Laboratorium Teknik sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta. Material yang digunakan didapatkan dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta. Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

5. Karakteristik Campuran RAP Artifisial

Pengujian karakteristik RAP Artifisial dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik yang dimiliki oleh RAP Artifisial setelah dilakukan penuaan.

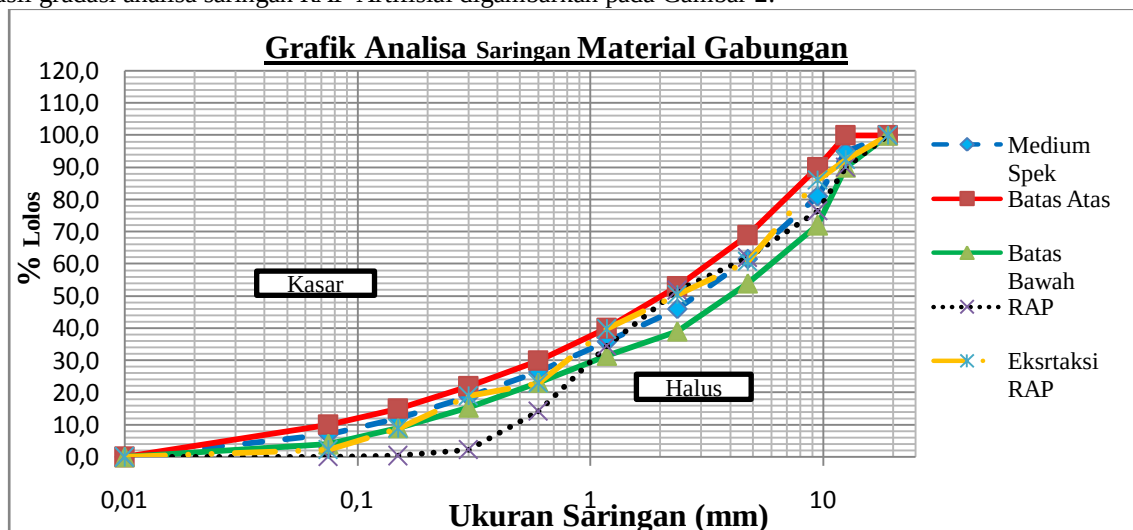
a. sifat-sifat fisik

Pengujian fisik RAP Artifisial setabelkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik RAP Artifisial

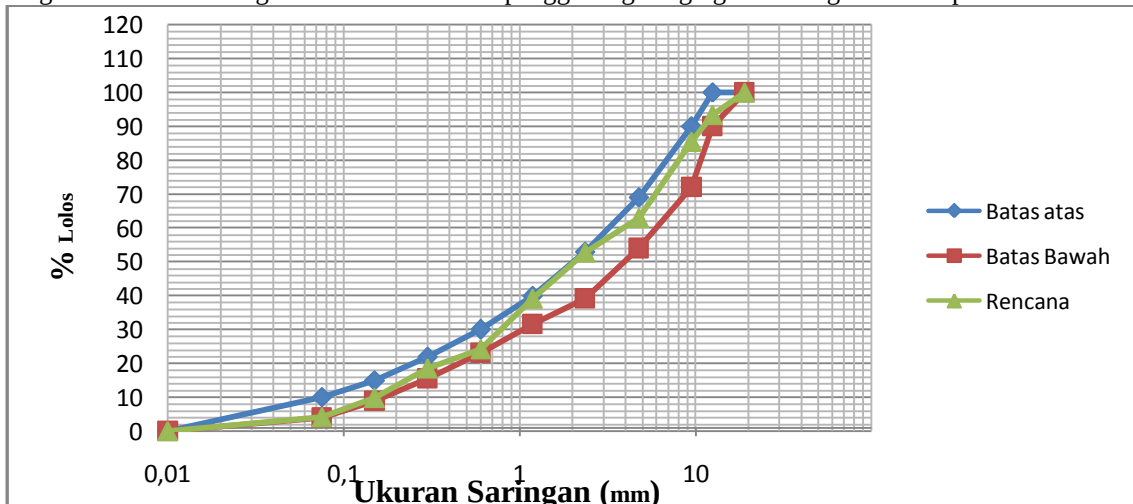
No.	Pengujian		Hasil		Satuan
1	Ekstraksi RAP	- Kadar aspal	4,03		%
2	Berat jenis dan penyerapan agregat	- Berat jenis bulk	Kasar 3,05	Halus 2,57	-
		- Berat jenis SSD	3,08	2,63	-
		- Berat jenis semu	3,14	2,74	-
		- Penyerapan	1	2,46	%
3	Abrasi	- Sebelum diekstraksi	33,28		%
		- Sesudah diekstraksi	29,68		%
4	Kelekatan agregat terhadap aspal	- kelekatan	98,11		%
5	Penetrasi aspal hasil ekstraksi	- Penetrasi	27,8		mm
6	Berat jenis aspal	- Berat jenis	1,15		-
7	Titik lembek aspal	- Titik lembek	54,5		°C
8	Titik nyala dan titik bakar	- Titik nyala	270		°C
		- Titik Bakar	346		°C
9	Daktalitas aspal hasil ekstraksi	- Daktalitas	950		mm

Hasil gradasi analisa saringan RAP Artifisial digambarkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Analisa Saringan RAP Sebelum Diekstraksi dan Sesudah Diekstraksi

Hasil gradasi analisa saringan RAP Artifisial dan penggabungan agregat baru digambarkan pada Gambar 3..



Gambar 3. Grafik Analisa Saringan RAP Artifisial 60% dengan Agregat baru 40%.

b. Pengujian *Marshall*

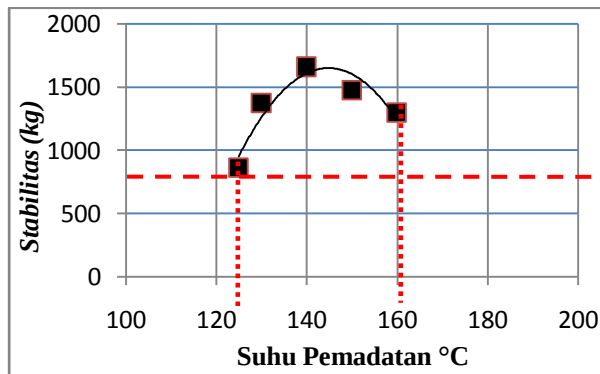
Pengujian *marshall* yang dilakukan yaitu menggunakan material campuran 100% RAP Artifisial dan dengan campuran RAP Artifisial 60% + Agregat baru 40%.

Hasil pengujian dengan menggunakan 100% RAP Artifisial ditabelkan pada Tabel 2.

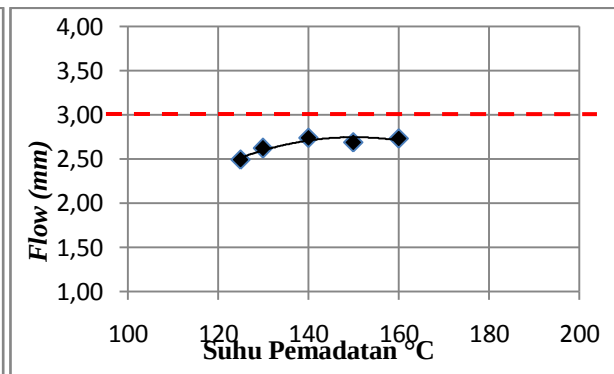
sifat-sifat campuran	syarat	Suhu pemadatan (⁰ C)				
		125	130	140	150	160
		Kadar aspal 4,03%				
PenyeRAPan aspal (%)	Max 1,2	1,35				
Tumbukan per bidang	75	75				
Rongga dalam campuran (VIM) (%)	3,5-5,0	20,90	20,35	16,19	19,93	9.61
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	min 15	27,7	27,56	24,14	27,87	18,96
Rongga terisi aspal (%)	min 65	20,90	23,91	32,53	30,05	55,02
Stabilitas Marshall (kg)	min 800	859,14	1373,88	1657,99	1403,88	1296,24
Pelelehan (mm)	min 3	2,49	2,62	2,74	2,69	2,73
Marshall Quotient (kg/mm)	min 250	345,04	524,38	605,11	521,89	474,81

Tabel . 2. Hasil uji *Marshall* 100% RAP Artifisial

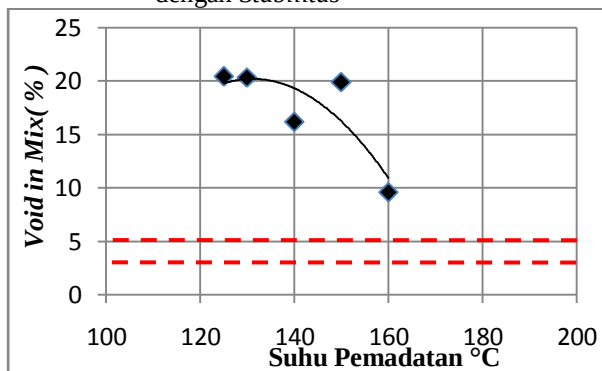
Gambar grafik hasil tes *marshall* RAP Artifisial disajikan pada Gambar 4-8.



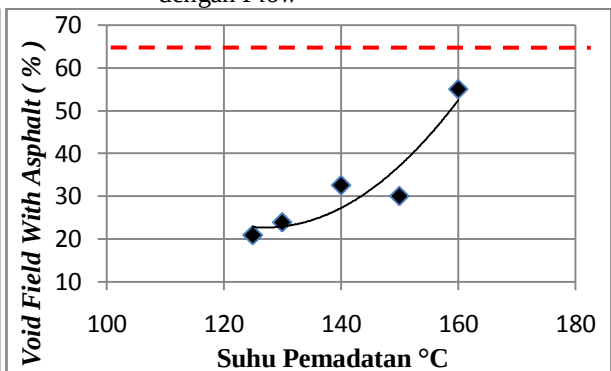
Gambar 4. Grafik Hubungan Suhu Pemadatan dengan *Stabilitas*



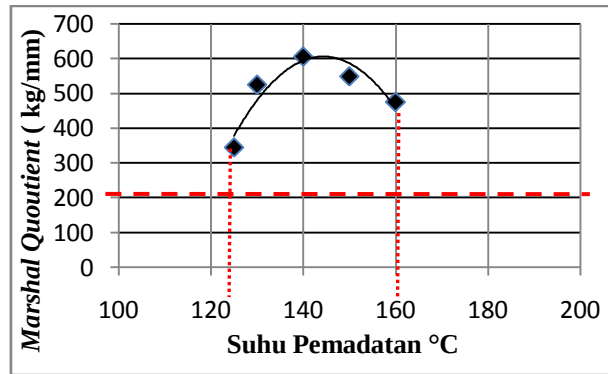
Gambar 5. Grafik hubungan Suhu Pemadatan dengan *Flow*



Gambar 6. Grafik hubungan suhu pemadatan dengan *VIM*



Gambar 7. Grafik Hubungan suhu pemadatan dengan *VMA*



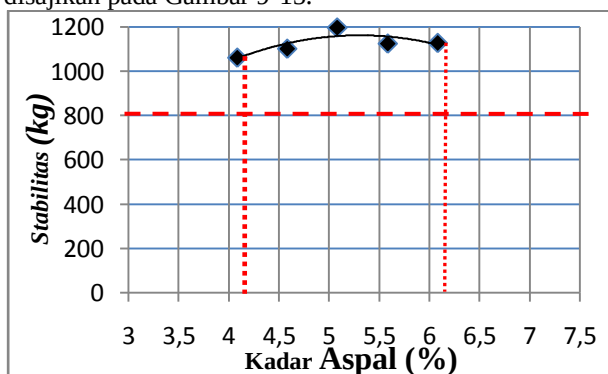
Gambar 8. Grafik hubungan suhu pemadatan dengan MQ

Hasil pengujian yang menggunakan campuran RAP Artifisial 60% dan agregat baru sebesar 40% ditabelkan pada Tabel 3.

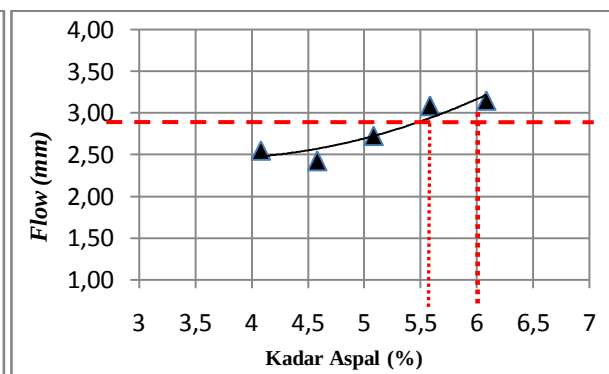
Sifat-sifat campuran	Syarat	Suhu pemadatan ($^{\circ}\text{C}$)				
		125	130	140	150	160
		Kadar aspal (%)				
		4,083	4,583	5,083	5,583	6,083
Penyerapan aspal (%)	maks 1,2	1,27				
Jumlah tumbukan per bidang	75	75				
Rongga dalam campuran (VIM) (%)	3,5-5,0	15,77	11,39	5,87	4,93	2,77
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	min 15	23,08	20,04	16,07	16,22	15,32
Rongga terisi aspal (%)	min 65	26,15	36,32	54,12	60,63	73,38
Stabilitas Marshall (kg)	min 800	1062,51	1102,64	1197,75	1124,08	1127,93
Pelelehan (mm)	min 3	2,55	2,43	2,73	3,09	3,15
Marshall Quotient (kg/mm)	min 250	384,38	423,35	478,88	401,51	358,37
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	min 90	Pada saat kadar aspal optimum 5,9%				
		84,02				

Tabel 3. Hasil Uji Marshall RAP Artifisial + Agregat dan Baru

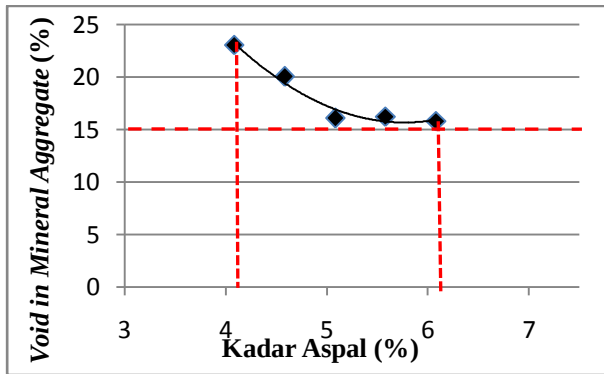
Gambar grafik pengujian hasil tes marshall dengan menggunakan penyegaran agregat dan bitumen baru disajikan pada Gambar 9-15.



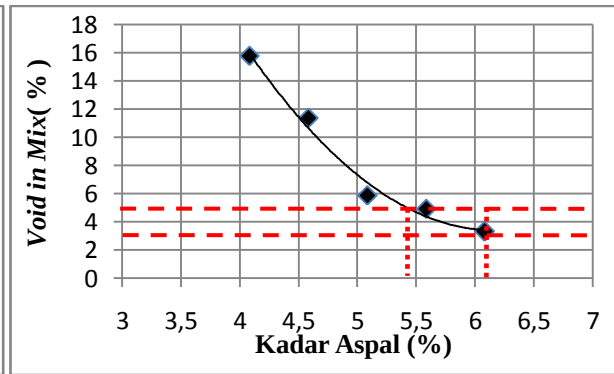
Gambar 9. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas



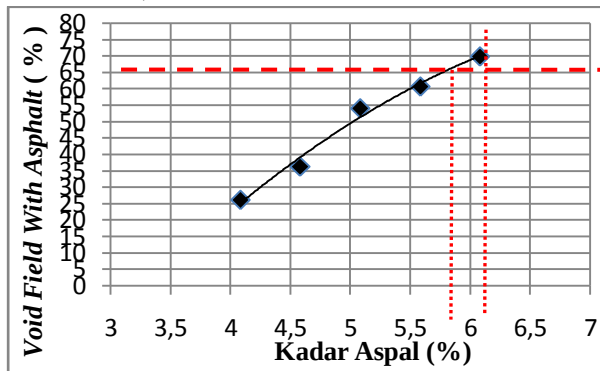
Gambar 10. Grafik hubungan Kadar aspal dengan Flow



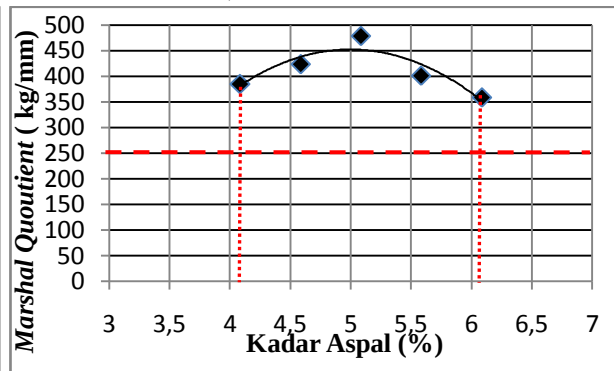
Gambar 11. Grafik hubungan Kadar aspal dengan VMA



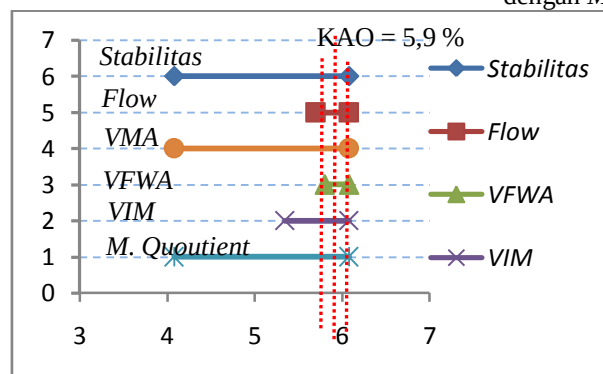
Gambar 12. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VIM



Gambar 13. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VFWA



Gambar 14. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan MQ



Gambar 15. Grafik Kadar Aspal Optimum

6. Kesimpulan

- Karakteristik campuran Beton Aspal RAP Artificial 100% tanpa menggunakan tambahan bitumen dan agregat baru tidak memenuhi persyaratan AC sebagai Lapis Aus Gradasi Halus sehingga harus dilakukan modifikasi penambahan agregat dan bitumen baru untuk memperbaiki karakteristik campuran sehingga memenuhi spek yang telah ditentukan pada campuran AC lapis Aus Gradasi Halus. Pada campuran 100% RAP Artificial menghasilkan nilai pengujian secara rata-rata antara lain :

- | | | |
|-----------------------|-----------|-------|
| a) Marshall Stability | = 1318,23 | Kg |
| b) Flow | = 2,65 | mm |
| c) VIM | = 32,48 | % |
| d) VMA | = 25,16 | % |
| e) VFWA | = 17,30 | % |
| f) Marshall Quotient | = 494,25 | kg/mm |

Karakteristik ampunan Beton Aspal yang sudah dimodifikasi menggunakan agregat dan bitumen baru pada kadar aspal optimum sebagian besar sudah memenuhi persyaratan AC sebagai Lapis Aus Gradasi Halus, akan tetapi pada saat pengujian *Stabilitas Marshall* Sisa campuran tersebut belum memenuhi persyaratan

sebagai Lapis Aus Gradasi Halus. Hasil pengujian yang didapat dari campuran 60% RAP Artifisial dan Agregat baru 40% pada kadar aspal optimum 5,9% adalah sebagai berikut :

- | | | | |
|----|---------------------------------|----------|---------|
| a) | <i>Marshall Stability</i> | = 1226,7 | Kg |
| b) | <i>Flow</i> | = 3,11 | mm |
| c) | <i>VIM</i> | = 3,20 | % |
| d) | <i>VMA</i> | = 15,11 | % |
| e) | <i>VFWA</i> | = 68,21 | % |
| f) | <i>Marshall Quoutient</i> | = 395,0 | 5 Kg/mm |
| g) | <i>Stabilitas Marshall Sisa</i> | = 84,02 | % |
2. Gradasi material RAP Artifisial hasil ekstraksi mendapatkan hasil yang tidak sesuai dengan Campuran AC Lapis Aus Gradasi Halus pada Bina Marga Devisi 6.3 2010 sehingga perlu dilakukan blending agregat supaya dapat memenuhi spek yang telah ditentukan. Hasil hasil blending agregat antara lain:
 - a. Dilakukan penambahan dan pengurangan agregat material RAP Artifisial untuk desain campuran 100% RAP Artifisial supaya memenuhi gradasi spek yang sesuai Bina Marga Devisi 6.2010. untuk campuran AC lapis aus gradasi halus.
 - b. Dilakukan blending agregat dengan menggunakan cara *trial goal seek* untuk desain campuran RAP Artifisial dengan penambahan agregat baru. Prosentase penggunaan agregat RAP Artifisial sebesar 60% (36,1% agregat kasar dan 23,9% agregat halus) dan agregat baru sebesar 40% (18,3% agregat kasar dan 21,7% agregat halus).
 - c. Penambahan bitumen pada saat mix desain dengan penyegaran bitumen baru perhitungan empirisnya didapatkan dari gradasi material RAP Artifisial sebesar 5,083%, kadar aspal RAP Artifisial didapatkan hasil dari ekstraksi sebesar 4,03% atau aspal yang ada pada 60% RAP Artifisial sebesar 2,420%. Penambahan bitumen pada interval 0,5% ke bawah dan 0,5% ke atas perhitungan empiris, sehingga didapatkan penambahan bitumen sebesar 1,663%, 2,163%, 2,663%, 3,163% dan 3,663%.

7. Daftar Pustaka

- Adiwidia. 2009. *Pengujian Marshall Beton Aspal Yang Menggunakan Pasir Alam Dari Pantai Lampu Satu di Kabupaten Merauke-Papua*____ Vol. XX, NO. 2 : 47.
- Aminsyah, M. 2010. *Pengaruh Kepipihan Dan Kelonjongan Agregat Terhadap Perkerasan Lentur Jalan Raya*____ Vol. 6, No. 1 : 26-30.
- Anonim. 1989. *Tata Cara Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen* , Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta.
- Anonim, 2001, Pedoman Penyusunan “Laporan Tugas Akhir”, Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Anonim, 2008, Modul Praktikum Bahan Perkerasan, Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Anonim. 2010. *Spesifikasi Umum*, Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta
- Arifin, M.Z. 2011. Penggunaan Lumpur Lapindo Sebagai Filler Pada Perkerasan Lentur Jalan Raya. *Rekayasa Sipil*, Vol. 5, No. 3 : 154-155.
- Kusharto, Harry. 2004. Pengaruh Penggunaan Pasir Pantai Terhadap Marshall Dalam Campuran Aspal Beton. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, Vol. 12, No. 3 : 92.
- Kusharto, Harry. 2007. Pengaruh Gradasi Agregat Terhadap Perilaku Campuran Beton Aspal. *Teknik Sipil dan Perencanaan*, Vol. 9, No. 1 : 57.
- Sukirman, Silvia. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung.
- Sunarjono, sri. 2006. Evaluasi Engineering Bahan Perkerasan Jalan Menggunakan RAP Dan Foamed Bitumen. *Rekayasa*, Vol.2, No.2: 68 & 70.
- Suwantoro, 2006, *Optimalisasi Penggunaan Material Hasil Cold Milling Untuk Daur Ulang Lapisan Perkerasan Jalan Beton Aspal Type AC (Asphalt Concrete)*. Penelitian tidak diterbitkan. Digilib Teknik Sipil FTSP – ITS : 5-7.