

PENYELIDIKAN PROPERTIS DISTRIBUSI VOID, INDIRECT TENSILE STRENGTH DAN MARSHALL CAMPURAN ASPHALT CONCRETE TERHADAP BENDA UJI HASIL PEMADATAN APRS

Agung Prasetyo¹, Hafizun Nashikin², Andrian Budhi Istanto³, Sri Sunarjono⁴
^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos 1 Surakarta 57102, e-mail: juragan_bisnis@ymail.com

ABSTRAK

Pembuatan benda uji di laboratorium untuk penelitian material perkerasan jalan sering dilakukan dengan cara penumbukan secara vertikal, misal menggunakan Marshall hammer. Sistem pemadatan tersebut berbeda dengan proses pemadatan yang dikerjakan di lapangan. Alat Pemadat Roller Slab (APRS), yang telah dimanufaktur di Laboratorium Teknik Sipil UMS, didesain untuk menyesuaikan proses pemadatan yang ada di lapangan, yaitu bersesuaian dengan cara kerja tandem roller. Karena alat ini masih baru pertama dirancang, maka kualitas produknya perlu diselidiki. Artikel ini mendiskusikan hasil percobaan APRS untuk mengetahui propertis benda uji yang dihasilkan. Percobaan dilakukan sebanyak tiga kali, masing-masing dengan variasi beban dan prosedur pemadatan. Hasil pengujian Marshall dan ITS memberikan hasil yang bersesuaian. Percobaan pertama memberikan hasil yang terbaik, kemudian diikuti oleh percobaan ketiga dan kedua. Hal ini mungkin disebabkan oleh beban percobaan kedua terlalu besar. Nilai stabilitas Marshall dan ITS yang rendah dimungkinkan karena kondisi spesimen yang rusak retak akibat beban pemadatan yang besar dan mengakibatkan terjadinya transversal cracking. Kepadatan spesimen dapat dikonfirmasi melalui kajian void baik nilai VMA atau VITM. Berdasarkan nilai-nilai VMA dan VIM, terlihat bahwa percobaan pertama memiliki VMA dan VIM terkecil, sedangkan percobaan ketiga memiliki nilai terbesar. Dengan melihat nilai-nilai ini maka dapat dipahami sesungguhnya kepadatan percobaan pertama adalah yang terbaik, kemudian diikuti oleh trial kedua, dan ketiga.

Kata Kunci : Pemadatan, Marshall, Indirect Tensile Strength, Distribusi Void

I. PENDAHULUAN

Konstruksi jalan dirancang agar dapat memikul beban lalu lintas kendaraan yang lewat dan dapat memberi kenyamanan bagi pengguna jalan. Beban kendaraan yang terjadi secara berulang-ulang dapat menyebabkan kerusakan perkerasan jalan. Mekanisme kerusakan ini menjadi salah satu dasar perencanaan perkerasan, sehingga diperlukan penelitian khusus pada material perkerasan. Pada umumnya dilapangan, pada saat suatu kendaraan yang melintas di atas suatu perkerasan jalan, perkerasan jalan tersebut akan mendapatkan gaya tekan pada bagian atas dan akan mendapatkan gaya tarik pada bagian bawahnya. Untuk mengetahui terjadinya gaya tekan pada material perkerasan. Maka, diperlukan pengujian *Marshall*. Pengujian tersebut dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (*stabilitas*) dan kelelahan (*flow*) berdasarkan gaya tekan yang diberikan. Dan untuk mengetahui terjadinya gaya tarik pada material perkerasan. Maka diperlukan pengujian *ITS (Indirect Tensile Strength)*. Suatu alat pemadat dikatakan baik apabila alat tersebut dapat mendistribusikan beban yang dihasilkan dengan merata baik secara vertikal maupun horizontal. Hal itu dapat dilihat apabila campuran aspal yang dipadatkan tersebut menghasilkan distribusi *void* yang baik. Nilai *air void* yang merata di setiap bagian campuran aspal yang telah dipadatkan, dapat dikatakan distribusi *void* tersebut baik. Untuk itu diperlukan pemotongan disetiap bagian baik secara horizontal maupun vertikal agar dapat diketahui nilai *air void* yang terkandung pada masing masing potongan sehingga diperoleh distribusi *void* pada campuran aspal yang dipadatkan pada alat tersebut. Kemudahan material campuran perkerasan dipadatkan bukan hanya dipengaruhi oleh properties campuran yaitu suhu campuran, properties

agregat dan properties aspal, namun juga oleh alat pemadat yang digunakan. Secara otomatis, parameter properties campuran dan alat pemadat juga akan berpengaruh terhadap kepadatan campuran yang dihasilkan. Pada umumnya pembuatan benda uji untuk penelitian material perkerasan jalan dengan menggunakan alat *Marshall Hammer* yaitu pemadatan dengan cara di tumbuk (gaya vertikal). Sedangkan pemadatan di lapangan menggunakan cara di gilas (gaya horizontal) Dengan perbedaan cara pemadatan ini bisa menyebabkan perbedaan kepadatan, untuk itu diperlukan alat pemadat yang menyerupai di lapangan dibandingkan dengan alat pemadat di laboratorium sekarang dengan menggunakan alat *Marshall Hammer*. Melihat pengujian di Laboratorium dengan kenyataan tersebut berbeda, tim dari Laboratorium Teknik Sipil dan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta bekerja sama membuat alat baru yang pertama kali dibuat di Indonesia yaitu Alat Pemadat *Roller slab* (APRS). Alat ini Mempunyai sistem pemadatan hampir sama dengan kenyataan di lapangan yaitu dengan memberikan gaya tekan dari atas dengan *Roller* secara horizontal. Penelitian ini dimaksudkan untuk menyelidiki propertis campuran *asphalt concrete* dari hasil pemadatan yang dipadatkan dengan alat Alat Pemadat *Roller Slab* (APRS). APRS pertama kali dikonsepsi oleh Sunarjono dkk (2009), dan kemudian disempurnakan oleh Aries (2009)

II. TINJAUAN PUSTAKA

Sukirman (2003), menyatakan bahwa *Asphalt Concrete* (beton aspal) adalah aspal yang merupakan salah satu jenis konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) karena menggunakan aspal sebagai bahan pengikat antar agregat. Gradasi agregat tersusun beberapa fraksi, yaitu fraksi kasar, fraksi halus, dan *filler*. Lapis aspal terdiri dari tiga jenis campuran yaitu (1) *Asphalt concrete wearing course* (AC-WC) yang berfungsi sebagai lapis aus (2) *Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC) yang berfungsi sebagai lapis antara dan (3) *Asphalt Concrete Base* (AC-Base) yang berfungsi sebagai lapis pondasi.

Sukirman (1992) *Marshall Test* atau pengujian *Marshall* merupakan suatu metode pengujian untuk mengukur stabilitas dan kelelahan plastis (*flow*) suatu campuran beton aspal dengan menggunakan alat *Marshall*

Sunarjono (2007) menyatakan bahwa pengujian *Indirect Tensile Strength test*, benda uji campuran aspal beton yang berbentuk silinder dikenakan beban tekan antara dua plat berbentuk cekung dengan lebar 12,5 mm pada bagian penekan *Marshall* yang menciptakan tegangan tarik, sepanjang bidang diameter vertikal benda uji menyebabkan kegagalan pemisahan. Pembebanan tekan dilakukan secara terus menerus dengan laju konstan sampai mencapai beban maksimum, dimana setelah pembebanan maksimum maka benda uji akan mengalami patah tulang. Jenis kegagalan dicatat dapat membantu pemahaman penampilan retak dalam campuran. *Indirect tensile strength* adalah tegangan tarik maksimum dihitung dari pembebanan maksimum, benda uji mengalami putus atau terbelah menjadi dua bagian dari benda uji yang berbentuk silinder.

Qudais dan Qudah (2007), melakukan penelitian secara intensif terhadap 2 hal, yaitu (1) Pengaruh Metode Pemadatan terhadap Distribusi dan Kadar Rongga Udara dalam Campuran, (2) Penentuan Metode Pemadatan di Laboratorium. Penelitian ini memberikan tiga kesimpulan penting, yaitu (1) Nilai *VITM* dan *VFWA* serta distribusinya (2) Metode pemadatan yang paling mendekati kondisi lapangan dipengaruhi oleh gradasi agregat dan parameter evaluasi yang dipakai dan (3) Nilai *VITM* dan *VFWA* maksimum yang dipadatkan pada dua sisi (*Marshall Hammer*).

Macam-macam Alat Pematik

1. Alat Pematik dilapangan

a) *Three Wheel Roller*

Penggilas tipe ini juga sering disebut penggilas *Mac Adam*, karena jenis ini sering dipergunakan dalam usaha-usaha pemadatan material berbutir kasar. Pematik ini mempunyai 3 buah silinder baja, untuk menambah bobot dari pematik jenis ini maka roda silinder dapat diisi dengan zat cair (minyak/air) ataupun pasir. Pada umumnya berat penggilas ini berkisar antara 6 s/d 12 ton

b) *Tandem Roller*

Penggunaan dari alat ini umumnya untuk mendapatkan permukaan yang agak halus. Alat ini mempunyai 2 buah roda silinder baja dengan bobot 8 s/d 14 ton. Penambahan bobot dapat dilakukan dengan menambahkan zat cair.

c) *Pneumatic Tire Roller*

Roda-roda penggilas ini terdiri dari roda-roda ban karet. Susunan dari roda muka dan belakang berselang-seling sehingga bagian dari roda yang tidak tergilas oleh roda bagian muka akan tergilas oleh roda bagian belakang. Bobot alat ini 10-13 ton, tekanan yang diberikan roda terhadap permukaan tanah dapat diatur dengan cara mengubah tekanan ban

2. Alat Pematik dilaboratorium

a) *Marshall hammer*

Marshall Hammer adalah alat pematik yang prinsip kerjanya secara statis, yaitu dengan memberi beban terus menerus dengan arah vertikal

b) *Kneading compactor*

Kneading Compactor adalah alat uji pematik campuran aspal yang menggunakan tekanan dengan sistem hidrolik, sehingga memudahkan untuk pengoperasiannya dibandingkan dengan alat lain. Campuran aspal yang akan diuji di masukan ke *moll* dalam keadaan masih panas, kemudian diberi penutup dan ditaruh pada kedudukan *Kneading Compactor*, kemudian ditekan

c) *Suparpave gyratory compactor*

Suparpave Gyratory Compactor (SGC) juga merupakan alat uji pematik campuran aspal yang sistemnya hampir sama dengan *Kneading Compactor* karena alat ini juga menggunakan sistem hidrolik yang dapat disetel tekanannya.. Perbedaan dari alat yang lain, *Suparpave Gyratory Compactor (SGC)* saat menekan campuran aspal cetakan juga diputar dengan sudut tertentu agar mendapat kepadatan yang sempurna

d) *French plate compactor*

French Plate Compactor (FPC) adalah Peralatan pematik campuran aspal yang berasal dari negara Prancis. Alat ini menggunakan satu atau dua ban karet atau ban *pneumatic reciprocating*. Setiap ban memiliki diameter 415 mm dan lebar 109 mm. Satu ban roda digunakan untuk lempengan *Compactor* memiliki panjang 500 mm, lebar 180 mm, dan ketebalan 50 – 150 mm. Sedangkan dua ban digunakan untuk lempengan *Compactor* yang memiliki panjang 600 mm, lebar 400 mm, dan ketebalan 50 – 150 mm. Standar dua ketebalan yang digunakan oleh Tester Perkerasan Perancis *Rutting* adalah 50 dan 100 mm.

e) *Roller slab compactor*

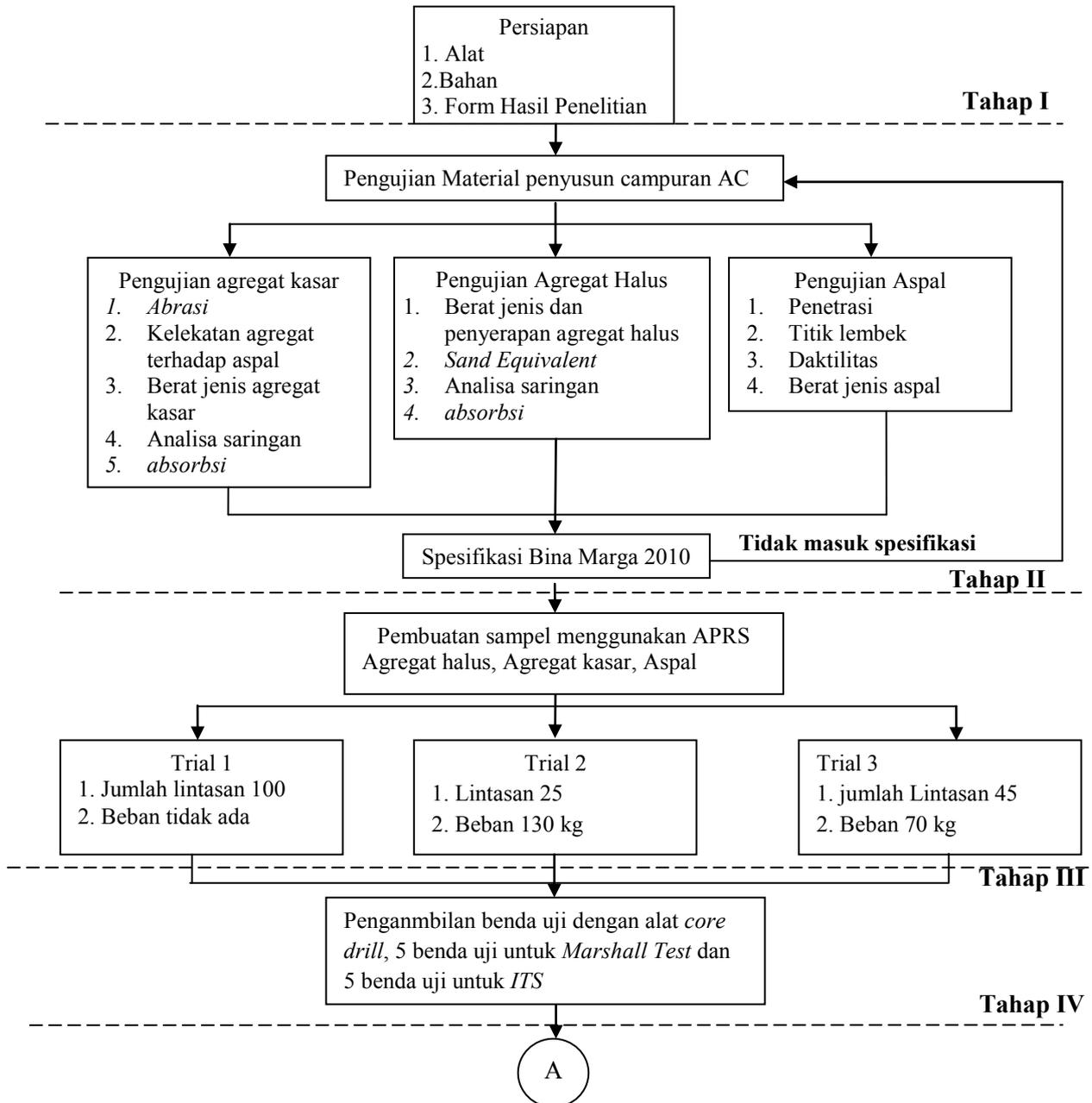
Roda pematik dengan pusat *Roller* yang statis, di letakan di atas campuran aspal yang di beri meja kerja yang bisa secara dinamis ke kanan dan ke kiri dengan

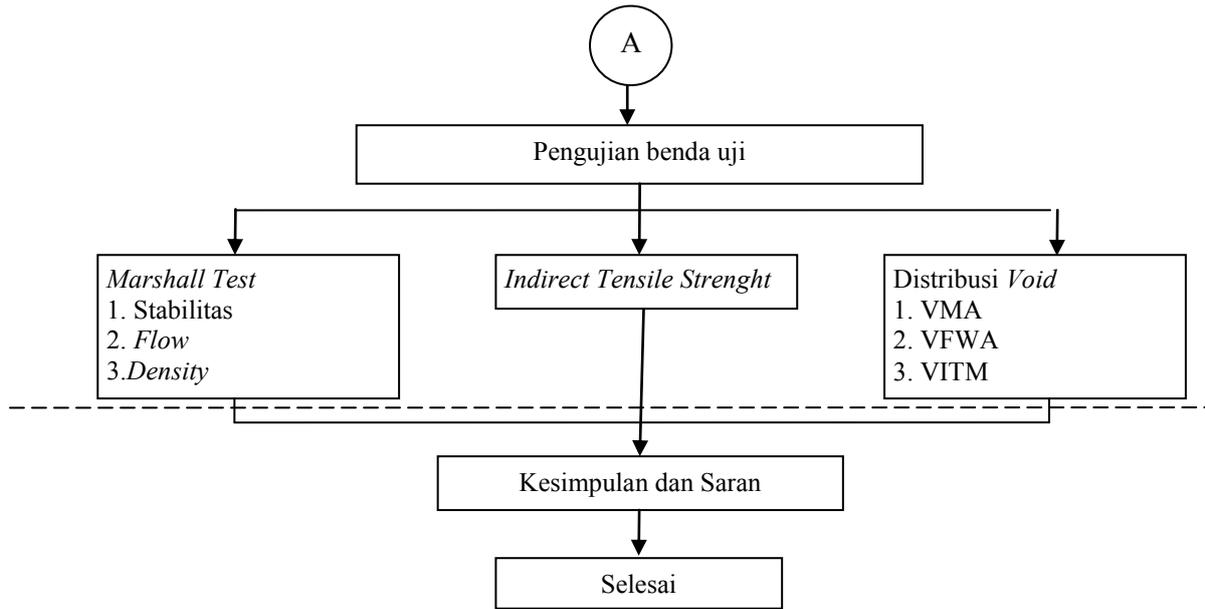
kecepatan yang sudah ditentukan. Di harapkan kepadatan sama dengan kepadatan di lapangan

III. METODE PENELITIAN

Adapun langkah penelitian sebagai berikut:

- Tahap I : Study literatur dan persiapan bahan dan alat
 - Tahap II : Pemeriksaan mutu bahan sesuai spesifikas.
 - Tahap III : Pembuatan sampel menggunakan Alat Pemadat *Roller Slab* (APRS)
 - Tahap IV : Pengambilan benda uji dengan alat *Core Drill*
 - Tahap V : Pengujian benda uji *Marshall*, *Indirect Tensile Strenght* dan distribusi *void*. Kemudian didapatkan nilai *Void in mineral agregat (VMA)*, *Void In Compacted Mixture (VIM)*, *Void Filled with Bitumen (VFWA)*, Kepadatannya (*Density*), *Flow, stability* dan nilai *tensile strength*.
 - Tahap VI : Kesimpulan dan saran
- Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada bagan alir di bawah ini :





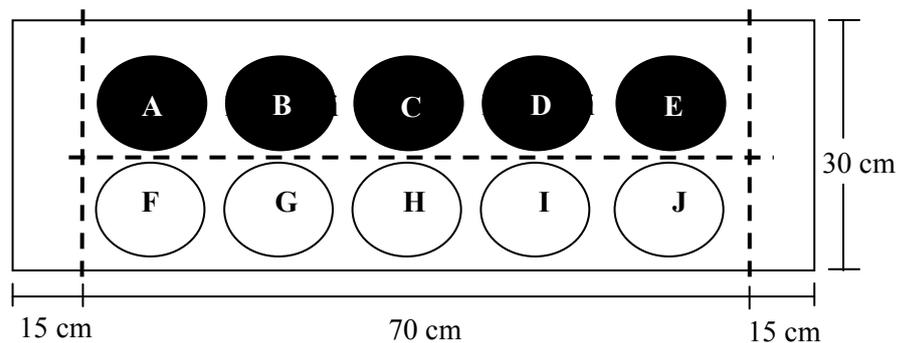
Gambar 1. Bagan Alir

IV. PEMBAHASAN

1. Percobaan Pertama

Spesifikasi percobaan:

- Fraksi agregat : (F1 = 22 %) (F2 = 33 %) (F3 = 45 %)
- Jumlah agregat : 36 kg
- Kadar Aspal : 6 %
- Jumlah lintasan : lebih dari 100 kali
- Beban : Tanpa Beban
- Loyang : Tanpa menggunakan Barrier
- Suhu Pemanasan Agregat : 160°C
- Suhu pencampuran Aspal : 180°C
- Suhu agregat dipadatkan : 140°C



Keterangan:

■ : Benda uji *Indirect Tensile Strength*

□ : Benda uji *Marshall*

Gambar 2. Rancangan sampel benda uji APRS percobaan pertama

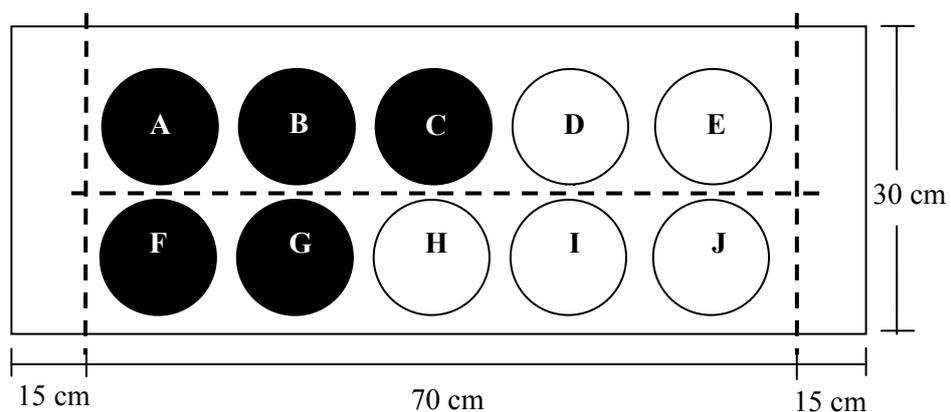
Tabel 1. Karakteristik Campuran *Ashpalt Concrete* yang dipadatkan dengan APRS

No.	Benda Uji	Karakteristik Campuran <i>Ashpalt Concrete</i>						
		Density (gr/cm ³)	VIM (%)	VMA (%)	VFWA (%)	ITS (kPa)	Stabilitas ()	Flow ()
1	A	2.14	18.17	31.03	41.43	572.958	-	-
2	B	2.15	18.43	30.70	42.07	659.770	-	-
3	C	2.12	20.25	31.89	39.82	674.068	-	-
4	D	2.08	21.57	33.01	37.82	700.282	-	-
5	E	2.07	22.66	33.24	37.43	541.602	-	-
6	F	2.05	23.53	33.99	36.20	-	85	220
7	G	2.09	22.44	32.86	38.08	-	29	210
8	H	1.97	26.32	36.57	32.33	-	68	305
9	I	2.14	16.92	31.24	41.03	-	95	340
10	J	2.09	19.46	32.81	38.16	-	96	330

2. Percobaan kedua

Spesifikasi percobaan:

- Fraksi agregat : (F1 = 22 %) (F2 = 33 %) (F3 = 45 %)
- Jumlah agregat : 45 kg
- Kadar Aspal : 6 %
- Jumlah lintasan : 60 kali
- Beban : 130 kg
- Loyang : Tanpa menggunakan Barrier
- Suhu Pemanasan Agregat : 160°C
- Suhu pencampuran Aspal : 180°C
- Suhu agregat dipadatkan : 140°C



Gambar 3. Rancangan sampel benda uji APRS percobaan ke dua

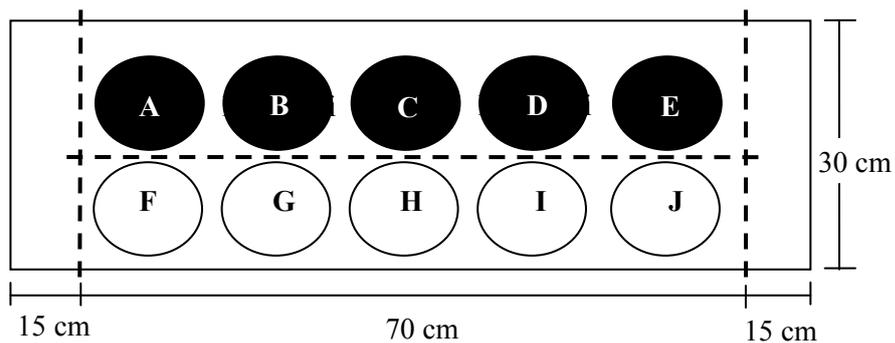
Tabel 2. Karakteristik Campuran *Ashpalt Concrete* yang dipadatkan dengan APRS

No.	Benda Uji	Karakteristik Campuran <i>Ashpalt Concrete</i>						
		Density (gr/cm ³)	VIM (%)	VMA (%)	VFWA (%)	ITS (kPa)	Stabilitas ()	Flow ()
1	A	2.07	21.37	33.37	37.21	76.833	-	-
2	B	2.00	23.84	35.47	33.91	197.572	-	-
3	C	2.00	25.00	35.78	33.46	117.893	-	-
4	D	2.00	24.82	35.62	33.69	-	12	155
5	E	2.07	22.10	33.29	37.35	-	15	210
6	F	2.02	24.68	34.98	34.64	188.628	-	-
7	G	2.09	21.55	32.64	38.46	153.260	-	-
8	H	2.14	19.52	31.08	41.33	-	17	205
9	I	2.01	23.90	35.17	34.35	-	35	385
10	J	1.96	26.11	37.06	31.65	-	46	250

3. Percobaan ketiga

Spesifikasi percobaan:

- Fraksi agregat : (F1 = 22 %) (F2 = 33 %) (F3 = 45 %)
- Jumlah agregat : 40 kg
- Kadar Aspal : 6 %
- Jumlah lintasan : lebih dari 100 kali
- Beban : 70 kg
- Loyang : Menggunakan Barrier
- Suhu Pemanasan Agregat : 160°C
- Suhu pencampuran Aspal : 180°C
- Suhu agregat dipadatkan : 110°C



Keterangan:

■ : Benda uji *Indirect Tensile Strength*

□ : Benda uji *Marshall*

Gambar 4. Rancangan sampel benda uji APRS percobaan ke tiga

Tabel 3. Karakteristik Campuran *Ashpalt Concrete* yang dipadatkan dengan APRS

No.	Benda Uji	Karakteristik Campuran <i>Ashpalt Concrete</i>						
		Density (gr/cm ³)	VIM (%)	VMA (%)	VFWA (%)	ITS (kPa)	Stabilitas ()	Flow ()
1	A	2.07	27.41	38.01	30.40	312.522	-	-
2	B	2.00	26.96	37.62	30.91	352.414	-	-
3	C	2.00	25.06	36.17	32.90	329.678	-	-
4	D	2.00	23.08	34.48	35.42	245.712	-	-
5	E	2.07	25.24	36.32	32.68	200.417	-	-
6	F	2.02	25.72	36.73	32.11	-	10	215
7	G	2.09	25.01	36.29	32.72	-	18	345
8	H	2.14	25.87	36.85	31.94	-	13	225
9	I	2.01	27.07	37.55	31.00	-	21	263
10	J	1.96	26.03	36.66	32.20	-	15	225

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian Marshall maka dapat disimpulkan bahwa trial pertama memberikan angka stabilitas dan flow yang terbaik dibanding trial kedua, dan ketiga. Hasil ini berbeda dengan hasil pengamatan visual dimana justru trial pertama tampak kurang baik. Hal ini dapat disebabkan oleh trial pertama tanpa beban dan diberikan lintasan yang banyak (tidak dihitung). Beban kecil kemungkinan memberikan hasil tanpa ada retak pada sampel. Sedangkan hasil trial ketiga lebih baik daripada trial kedua sesuai dengan pengamatan visual. Hal ini mungkin disebabkan oleh beban trial kedua sangat besar.

Hasil pengujian ITS memberikan hasil yang sesuai dengan uji Marshall, dimana trial pertama memberikan hasil nilai ITS terbaik. Demikian juga trial ketiga juga sedikit lebih baik daripada trial kedua. Fakta ini mungkin dapat dijelaskan sebagaimana penjelasan hasil uji Marshall. Hasil cukup mengejutkan adalah bahwa ternyata bila dilihat dari aspek kepadatan spesimen, semua trial memberikan hasil yang kurang lebih sama ratanya, sehingga dimungkinkan ketiga trial menggunakan energi pemadatan yang sama. Trial kedua dan ketiga secara hitungan memang diberikan energi yang sama, namun trial pertama tidak diketahui secara pasti berapa energinya. Dengan hasil tersebut, dapat diprediksi bahwa rendahnya nilai stabilitas Marshall dan ITS trial kedua dan ketiga dimungkinkan karena kondisi spesimen yang rusak retak akibat beban pemadatan yang besar dan mengakibatkan terjadinya *transversal cracking*.

Kepadatan spesimen dapat dikonfirmasi melalui kajian void baik nilai VMA atau VITM. Berdasarkan nilai-nilai VMA dan VIM, terlihat bahwa trial 1 memiliki VMA dan VIM terkecil, sedangkan trial 3 memiliki nilai terbesar. Dengan melihat nilai-nilai ini maka dapat dipahami sesungguhnya kepadatan trial pertama adalah yang terbaik, kemudian diikuti oleh trial kedua, dan ketiga.

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini didasarkan pada analisis lanjutan dari Aris (2009). Ucapan terima kasih kepada Ir. Agus Riyanto SR, MT., Ir. Sri Widodo, MT., Wahyu Widiasmoro., Muhamad Ichsan dan segenap staf Lembaga Penelitian UMS atas segala bantuannya.

VII. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2009, Modul Praktikum Bahan Perkerasan, Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Aris, 2010, *Alat Pemadat Roller Slab (APRS)*, Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sukirman, S, 1992, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Bandung.
- Sukirman, S, 2003, *Beton Aspal Campuran Panas*, Jakarta.
- Sunarjono, S., 2009, *Proposal Riset Tentang Studi Mekanika Aspal, Mekanika Tanah Dan Rekayasa Alat Untuk Bahan Perkerasan Jalan*, Diakses Tanggal 21 Desember 2012.