

**PENGARUH TEPUNG KANJI SEBAGAI ZAT ADITIF  
TERHADAP NILAI STABILITAS DAN NILAI KELELEHAN  
PADA CAMPURAN ASPAL**

***EFFECTS OF TAPIOCA AS ADDITIVE MATERIAL ON THE  
VALUE OF STABILITY AND FATIGUE IN MIXED ASPHALT***

**Antusias Christopher<sup>1</sup>, Hendri, Wheryn Tandj<sup>2</sup>, Elly Kusumawati Budirahardjo<sup>3</sup>**

**Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer  
Universitas Kristen Krida Wacana**

**Jl. Tanjung Duren Raya No. 4, Jakarta Barat, 11470, Indonesia**

**<sup>1</sup>antusias.2012ts017@civitas.ukrida.ac.id, <sup>2</sup>wheryn.2012ts015@civitas.ukrida.ac.id,**

**<sup>3</sup>elly.kusumawati@ukrida.ac.id**

**Abstrak**

Jalan dengan perkerasan lentur sangat dibutuhkan oleh Indonesia. Akan tetapi, ketergantungan terhadap bahan baku aspal sangat tinggi, terlebih lagi aspal merupakan bahan baku yang berasal dari minyak bumi yang terbatas jumlahnya. Saat ini upaya-upaya untuk mengurangi ketergantungan terhadap aspal mulai ditingkatkan, salah satunya dengan mengurangi kadar penggunaan aspal dan diganti dengan bahan lain. Pada penelitian ini, kadar aspal akan dikurangi dan digantikan dengan tepung kanji. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menambahkan tepung kanji sebanyak 5%, 8%, dan 10% dari berat kadar aspal ke campuran aspal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai stabilitas (*stability*) dan nilai kelelahan (*flow*) pada campuran aspal dengan tepung kanji sebagai bahan aditif. Dari data yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa kadar terbaik tepung kanji sebagai campuran aspal ada pada kadar 8%.

**Kata kunci:** aspal, tepung kanji, stabilitas, kelelahan

***Abstract***

*Roads with flexible pavements are in dire need in Indonesia. However, the dependence on asphalt is incredibly high. Furthermore, asphalt is produced with one of limited natural resources, i.e. petroleum. Efforts have been made to reduce the dependence of roads on asphalt. One of them is by decreasing the asphalt ratio by replacing it with other substances. This research is carried out by substituting a certain amount of asphalt with tapioca. The purpose of this research is to obtain the stability and flow of asphalt mixture with tapioca as the additive. The obtained data concludes that the most suitable percentage of tapioca as asphalt mixture stands at 8%.*

**Keywords:** asphalt, tapioca, stability, flow

**Tanggal Terima Naskah : 04 Desember 2015**

**Tanggal Persetujuan Naskah : 04 Agustus 2016**

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Jalan dengan perkerasan lentur sangat dibutuhkan oleh Indonesia. Jalan dengan perkerasan lentur sangat tepat digunakan sebagai akses jalan antarkota, akses jalan dalam kota, dan landasan pacu pesawat. Bahan baku yang berlimpah, proses pengerjaan yang mudah dan cepat, serta permukaan jalan yang sangat rata menjadi alasan untuk memilih jalan dengan perkerasan lentur sebagai infrastruktur jalan raya.

Semua bahan yang digunakan harus awet (tahan lama), agar struktur perkerasan ini berfungsi untuk waktu yang lama. Lapis permukaan dari struktur perkerasan lentur ini merupakan campuran agregat yang bergradasi rapat dan aspal, atau disebut juga campuran beraspal. Kedua bahan ini dicampur dalam keadaan panas (sehingga dikenal dengan nama *hot mix*, dihamparkan serta dipadatkan dalam keadaan panas pula. Lapis permukaan ini harus kedap air, permukaannya rata namun kasar. Lapis struktur di bawah lapis permukaan adalah lapis pondasi dan dibuat dari batu pecah. Lapisan di bawahnya adalah lapis pondasi bawah dan dibuat dari pasir batu (*sirtu*). Lapis pondasi maupun lapis pondasi bawah ini juga dapat dibuat dari bahan lain, seperti material yang distabilisasi dengan *portland* semen, kapur, aspal, maupun bahan pengikat lainnya. Semua lapis ini dikonstruksi, dilapis tanah dasar, yaitu tanah yang telah dipadatkan. Biaya konstruksi struktur perkerasan lentur ini relatif lebih murah dibandingkan dengan struktur perkerasan kaku. Di Indonesia, lebih banyak tenaga pelaksana yang ahli dalam pembuatan konstruksi perkerasan lentur dibandingkan dengan perkerasan kaku. Agar struktur perkerasan lentur ini berfungsi dengan baik, maka selain perkerasan harus terpelihara dengan baik, bahu jalan dan saluran samping juga harus terpelihara.

Namun, ketergantungan akan bahan baku aspal sangat tinggi, apalagi aspal merupakan bahan baku yang berasal dari minyak bumi yang terbatas jumlahnya. Saat ini upaya-upaya untuk mengurangi ketergantungan terhadap aspal mulai ditingkatkan, salah satunya dengan mengurangi kadar penggunaan aspal dan diganti dengan bahan lain. Tepung kanji atau juga sering disebut tepung tapioka adalah tepung yang bahan bakunya seratus persen terbuat dari singkong. Tepung kanji banyak sekali manfaatnya, dalam kehidupan sehari-hari. Di dunia industri, tepung kanji banyak digunakan untuk bahan dasar pasta gigi (*odol*), bahan baku perekat kertas, bahan dasar perekat lem, cat tembok, dan lain-lain. Sifat tepung kanji apabila dicampurkan dengan air panas maka akan menjadi liat atau seperti lem.

### 1.2 Rumusan Masalah

Aspal merupakan bahan baku yang terbatas jumlahnya sehingga diperlukan bahan lain untuk menggantikan bahan baku aspal. Pada penelitian ini bahan baku yang diprediksi untuk menggantikan aspal, yaitu tepung kanji.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai stabilitas (*stability*) dan nilai kelelahan (*flow*) pada campuran aspal dengan tepung kanji sebagai bahan aditif.

### 1.4 Ruang Lingkup/Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini meliputi penambahan kadar tepung kanji sebanyak 5%, 8%, dan 10% terhadap kadar aspal ke dalam campuran aspal. Hasil penelitian yang dibahas, yaitu terhadap nilai stabilitas dan nilai kelelahan pada campuran aspal.

## 2. KONSEP DASAR

### 2.1 Aspal

Aspal adalah material termoplastik yang akan menjadi keras atau lebih kental jika temperatur berkurang dan akan lunak atau lebih cair jika temperatur bertambah. Sifat ini dinamakan kepekaan terhadap perubahan temperatur, yang dipengaruhi oleh komposisi kimiawi aspal walaupun mungkin mempunyai nilai penetrasi atau viskositas yang sama pada temperatur tertentu. Aspal yang mengandung lilin lebih peka terhadap temperatur dibandingkan dengan aspal yang tidak mengandung lilin. Hal ini terlihat pada aspal yang mempunyai viskositas yang sama pada temperatur tinggi tetapi sangat berbeda viskositas pada temperatur rendah. Kepekaan terhadap temperatur akan menjadi dasar perbedaan umur aspal untuk menjadi retak ataupun mengeras. Bersama dengan agregat, aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan [1].

### 2.2 Tepung Kanji

Tepung kanji atau juga sering disebut tepung tapioka adalah tepung yang bahannya seratus persen terbuat dari singkong. Tepung kanji banyak sekali manfaatnya dalam kehidupan sehari-hari. Di dunia industri, tepung kanji banyak digunakan untuk bahan dasar pasta gigi (odol), bahan baku perekat kertas, bahan dasar perekat lem, cat tembok, dan lain-lain. Sifat tepung kanji apabila dicampurkan dengan air panas maka akan menjadi liat atau seperti lem [2].

### 2.3 Campuran Aspal

Campuran aspal adalah gabungan atau campuran cairan aspal dengan bahan lainnya. Untuk campuran aspal standar, aspal dicampurkan dengan agregat, yaitu kerikil, *screening*, dan abu batu, dengan cairan aspal [3]. Namun, dikarenakan berkembangnya penelitian, campuran aspal standar ditambahkan oleh bahan lain dengan harapan kualitas campuran semakin baik. Dalam pencampuran aspal dengan agregat dan suatu bahan tambahan, terdapat perhitungan kadar untuk masing-masing bahan tersebut. Diketahui bahwa total berat campuran aspal adalah 1.200 gram, kadar aspal rata-rata 5,3% dan kadar tepung kanji (bahan aditif) 5%, 8%, dan 10% dengan masing – masing kadar sebanyak tiga *sample*.

### 2.4 Nilai Stabilitas dan Kelelahan

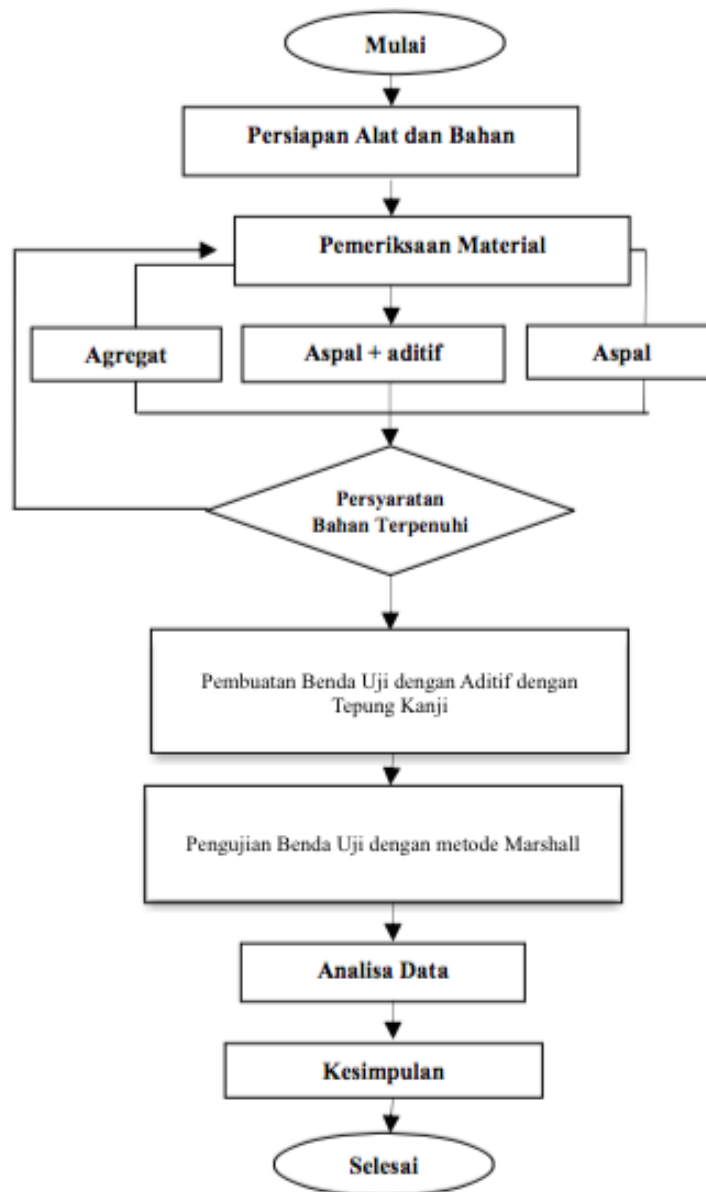
Untuk mengetahui nilai stabilitas (*stability*) dan kelelahan (*flow*) suatu campuran aspal, perlu dilakukan pengujian. Pengujian yang paling sering dilakukan ialah pengujian Marshall (*Marshall test*). Stabilitas adalah seberapa kuat campuran aspal yang sudah padat tersebut menahan beban yang diberikan hingga mengalami fase kelelahan plastis. Kelelahan menyatakan seberapa besar deformasi atau perubahan bentuk plastis pada campuran akibat diberi beban sampai terjadi keruntuhan. Oleh karena itu, pengujian stabilitas dan kelelahan dilakukan bersamaan ketika beban diberikan. Campuran aspal tersebut dapat dipakai jika memenuhi dua syarat. Syarat pertama ialah nilai stabilitas campuran harus lebih besar dari 200 kg. Syarat kedua ialah nilai kelelahan campuran harus di bawah 15 mm ketika campuran aspal tepat mengalami keruntuhan [4].

Berikut ini perhitungan yang diperlukan dalam pengujian Marshall:

1. *Bulk volume* ( $\text{cm}^3$ ) =  $\text{massa}_{\text{ssd}} - \text{massa benda dalam air}$
2. Berat jenis benda uji ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) =  $\text{massa benda uji kering} / \text{bulk volume}$
3. Stabilitas (kg) = pembacaan arloji tekan x angka kalibrasi cincin penguji x angka korelasi beban

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Berikut ini merupakan *flowchart* dari penelitian yang dilakukan.

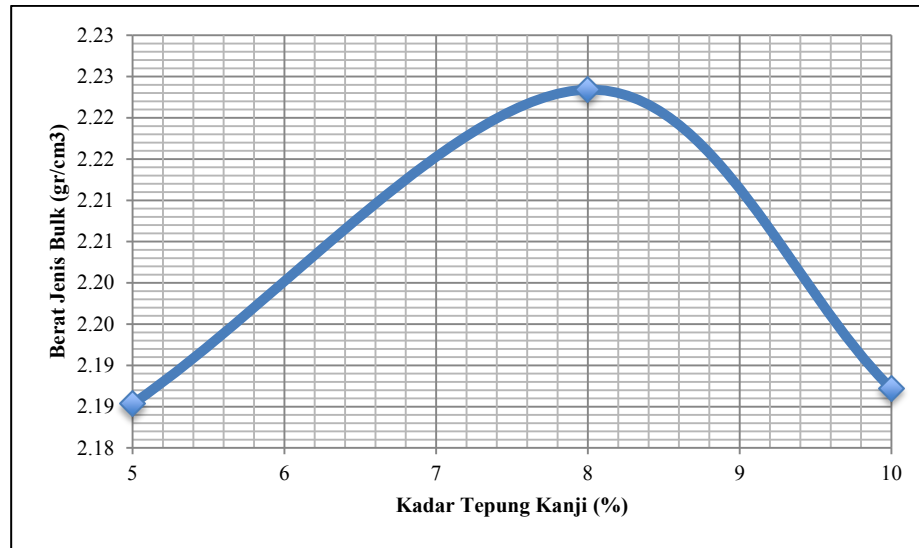


Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

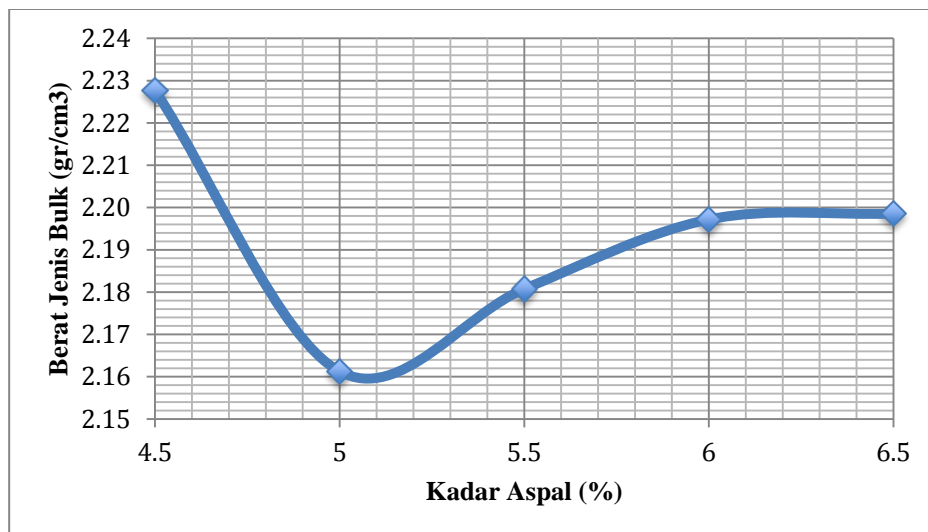
#### 4.1 Berat Jenis *Bulk*

Berikut ini merupakan gambar grafik hubungan antara jenis *bulk* dengan kadar tepung kanji sebesar 5%, 8%, dan 10%.



Gambar 2. Berat jenis *bulk*

Gambar 2 adalah grafik hubungan antara berat jenis *bulk* dengan kadar tepung kanji, yaitu kadar 5%, 8%, 10%. Nilai berat jenis *bulk* yang berhubungan dengan kadar tepung kanji memiliki nilai maksimum pada kadar 8%. Nilai berat jenis *bulk* menunjukkan besarnya kerapatan suatu campuran aspal beserta agregatnya yang sudah ditumbuk atau dipadatkan dan memiliki kemampuan untuk menahan beban.

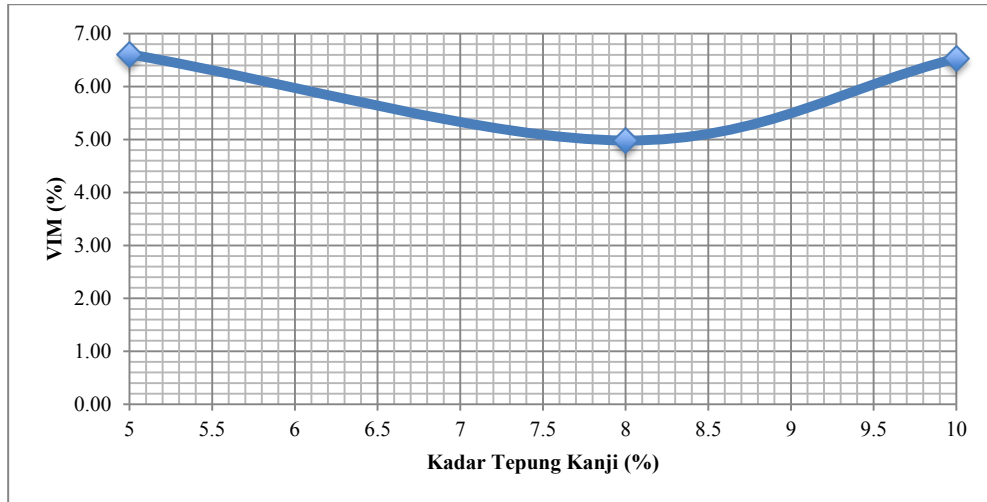


Gambar 3. Berat jenis *bulk* aspal normal

Gambar 3 menunjukkan bahwa berat jenis *bulk* pada saat kadar aspal 4,5% ialah 2,228 kemudian mengalami penurunan pada saat kadar aspal 5%, yaitu menjadi 2,16 selanjutnya mengalami kenaikan pada saat kadar aspal 5,5% hingga 6,5% berat jenis yang didapat ialah 2,199. Nilai berat jenis *bulk* menunjukkan besarnya kerapatan suatu campuran aspal beserta dengan aagregatnya yang sudah dipadatkan dengan cara ditumbuk dan memiliki kemampuan menahan beban. Berdasarkan hasil percobaan, nilai berat jenis *bulk* pada masing-masing kadar aspal memenuhi persyaratan, yaitu minimal 2 gr/cm<sup>3</sup>.

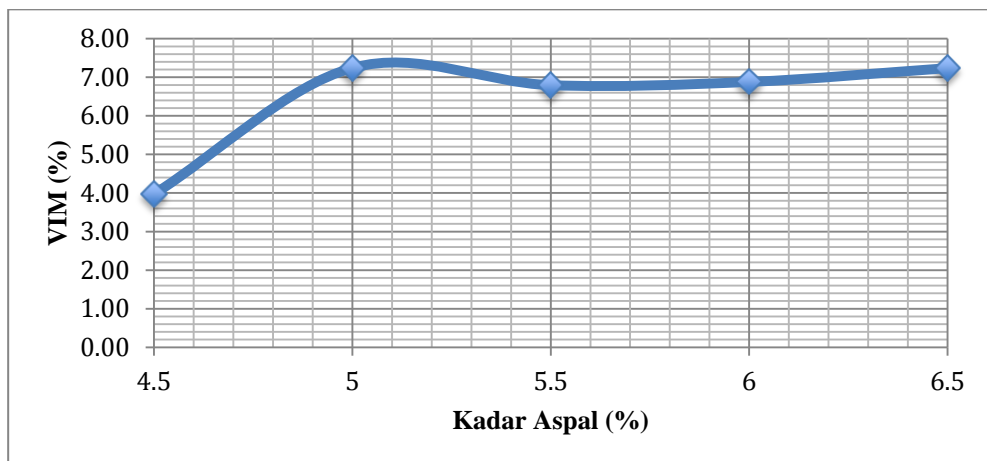
#### 4.2 Void In Mix (VIM)

Gambar 4 menunjukkan grafik hubungan antara VIM dengan kadar tepung kanji, yaitu kadar 5%, 8%, 10%. Nilai VIM mengalami penurunan di kadar 5% ke 8% tetapi mengalami kenaikan lagi di kadar 10%. Nilai VIM yang memenuhi spesifikasi minimal 3,5% dan maksimal 5,5% ada pada kadar tepung kanji di kadar 8%.



Gambar 4. Grafik hubungan kadar tepung kanji dengan VIM

Nilai VIM merupakan indikator dari durabilitas, VIM yang terlalu besar akan mengakibatkan campuran aspal berkurang kepad airnya sehingga berakibat meningkatnya proses oksidasi aspal dan menurunkan sifat durabilitas aspal. Akan tetapi, VIM yang terlalu kecil mengakibatkan perkerasan aspal mengalami *bleeding* jika temperatur meningkat.



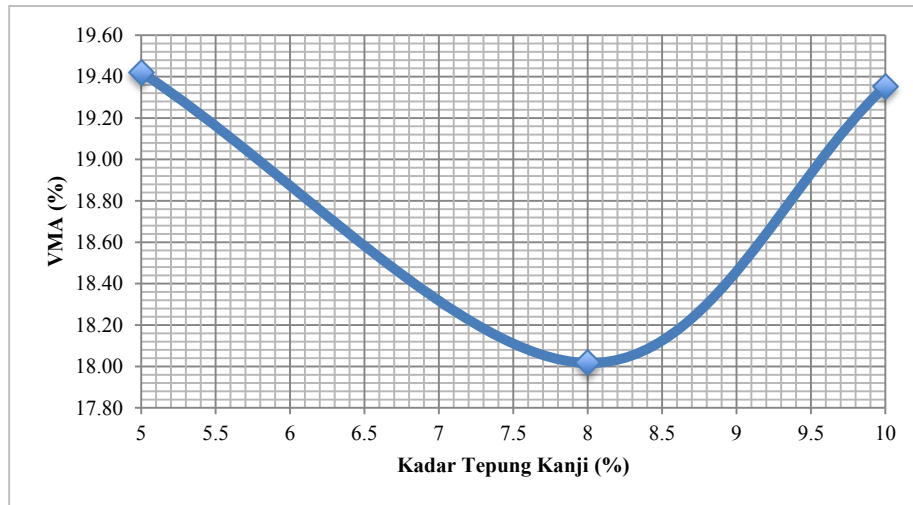
Gambar 5. Grafik hubungan VIM dengan kadar aspal normal

Dari Gambar 5 terlihat bahwa kadar aspal di 4,5% mengalami kenaikan di 5% kemudian mengalami penurunan di kadar 5,5% dan kembali mengalami kenaikan di kadar 6% dan 6,5%.

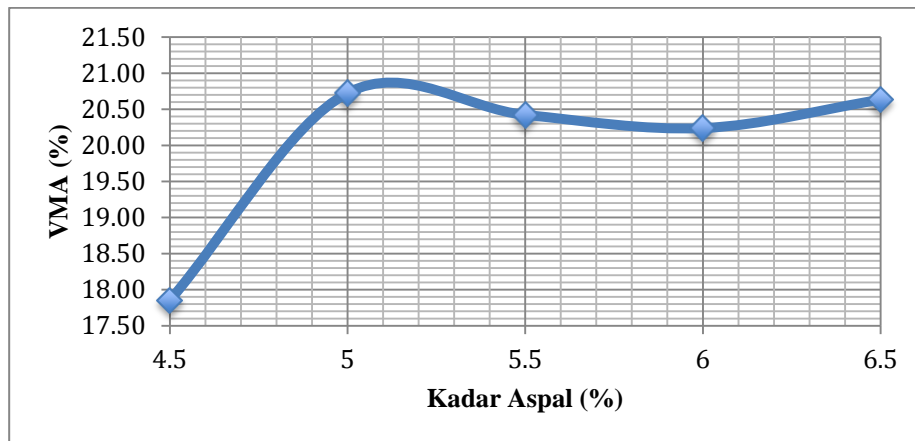
#### 4.3 Void in Mineral Aggregate (VMA)

Gambar 6 menunjukkan grafik hubungan antara VMA dengan kadar tepung kanji, yaitu kadar 5%, 8%, 10%. Nilai VMA mengalami penurunan di kadar 5% ke 8%

tetapi mengalami kenaikan lagi di kadar 10%. Semua campuran aspal dengan penambahan tepung kanji tersebut memenuhi spesifikasi, yaitu di atas 15%.



Gambar 6. Grafik hubungan kadar tepung kanji dengan VMA

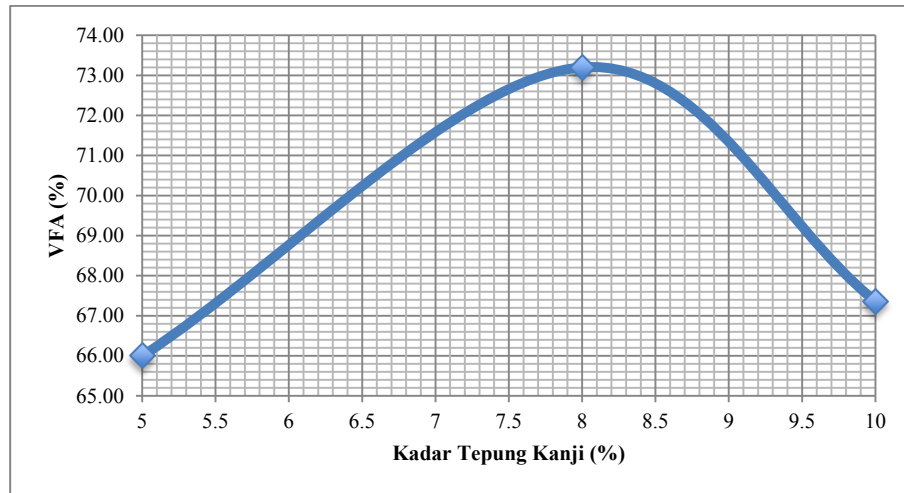


Gambar 7. Grafik hubungan VMA dengan kadar aspal

Grafik 7 menunjukkan bahwa nilai VMA dari 4,5% ke 5% mengalami kenaikan drastis kemudian kembali mengalami penurunan di kadar 5,5% dan 6%, kemudian kembali mengalami kenaikan di kadar 6,5%. Nilai VMA di setiap kadar memenuhi persyaratan, yaitu di atas 15%.

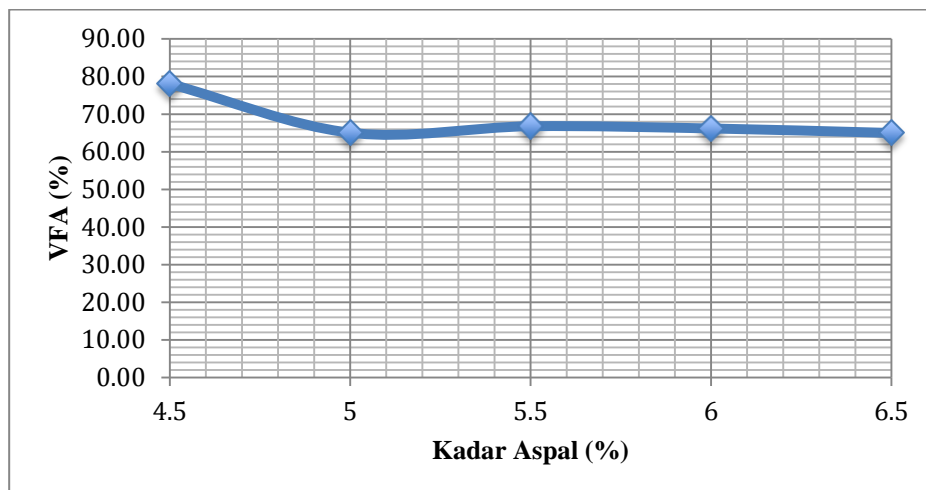
#### 4.4 *Volume of Voids Filled with Asphalt (VFA)*

Berikut ini adalah grafik hubungan antara VFA dengan kadar tepung kanji dengan kadar 5%, 8%, dan 10%.



Gambar 8. Grafik hubungan kadar tepung kanji dengan VFA

Nilai VFA mengalami kenaikan di kadar 5% ke 8% tetapi mengalami penurunan lagi di kadar 10%. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa semua variasi penambahan tepung kanji memenuhi semua spesifikasi VFA, yaitu di atas 65%.



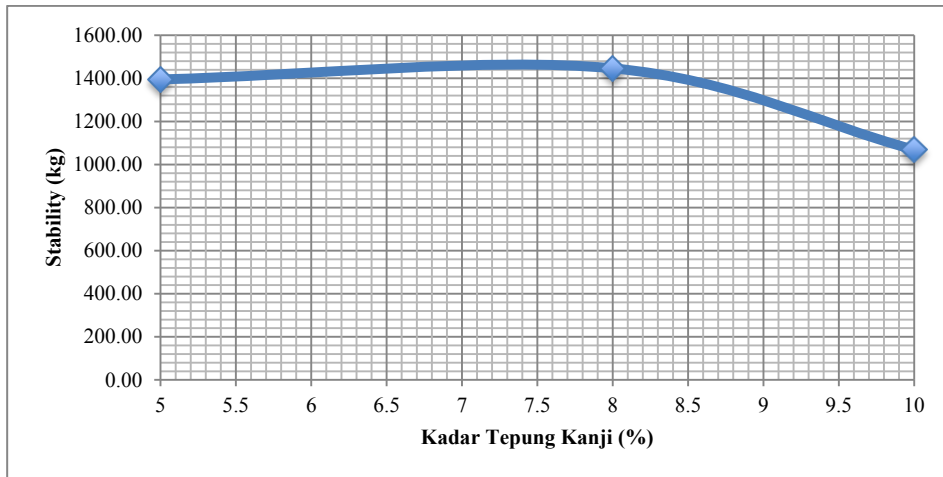
Gambar 9. Grafik hubungan VFA dengan kadar aspal

Gambar 9 menjelaskan bahwa nilai VFA di kadar 4,5% mengalami penurunan di 5% kemudian mengalami kenaikan yang tidak terlalu tinggi di 5,5% dan selanjutnya mengalami penurunan hingga kadar 6,5%.

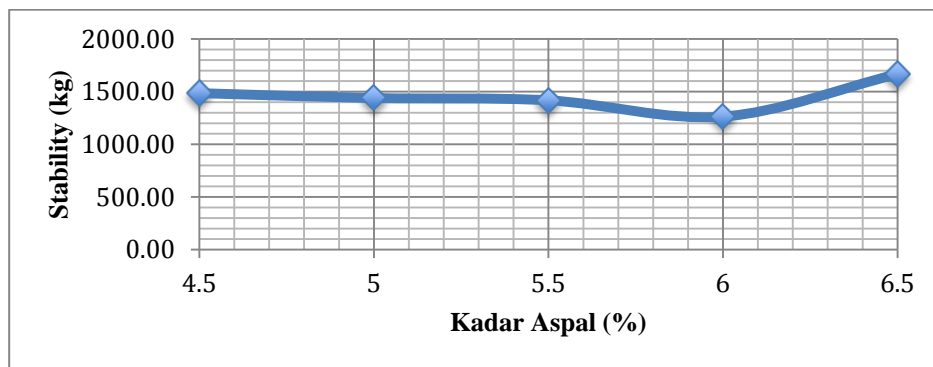
#### 4.5 Stabilitas (*Stability*)

Gambar 10 menunjukkan bahwa grafik hubungan antara stabilitas dengan kadar tepung kanji, yaitu kadar 5%, 8%, 10%. Nilai stabilitas mengalami kenaikan di kadar 5% ke 8% tetapi mengalami penurunan lagi di kadar 10%. Semua variasi penggunaan tepung kanji memenuhi spesifikasi, yaitu nilai stabilitasnya di atas 1.000 kg.





Gambar 10. Grafik hubungan kadar tepung kanji dengan stabilitas

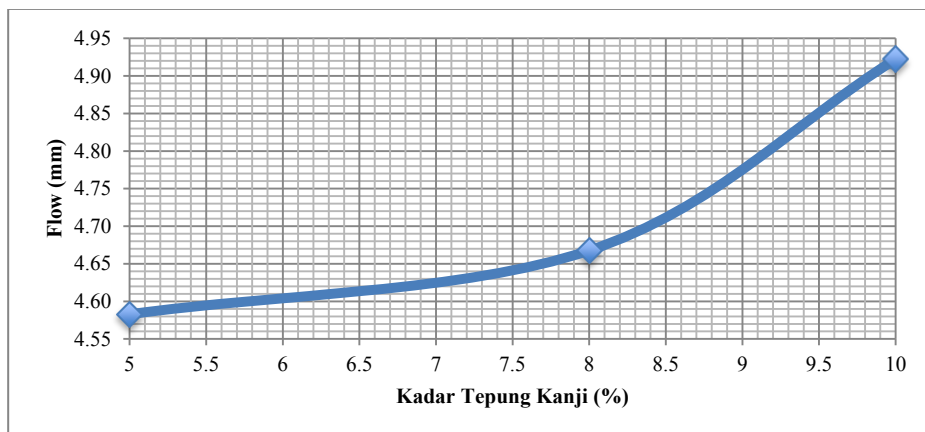


Gambar 11. Grafik hubungan stabilitas dengan kadar aspal

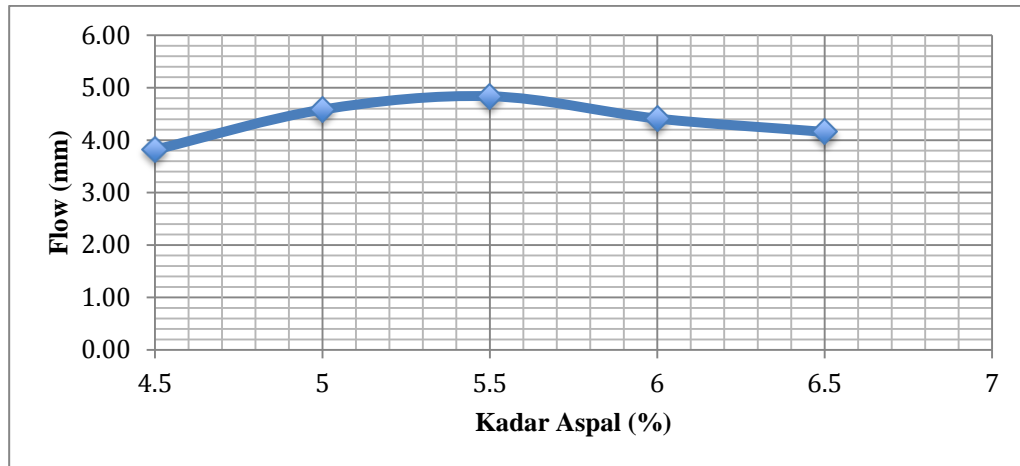
Stabilitas kadar aspal murni dari 4,5% mengalami penurunan yang tidak terlalu besar ke kadar 5% dan 5,5% sampai 6% kemudian mengalami kenaikan di kadar 6,5%.

#### 4.6 Kelelehan (*Flow*)

Gambar 12 menunjukkan grafik hubungan antara *flow* dengan kadar tepung kanji, yaitu kadar 5%, 8%, 10%. Semakin besar kadar tepung kanji maka semakin besar nilai *flow*. Semua variasi penambahan kadar tepung kanji memenuhi spesifikasi *flow*, yaitu minimal 3 mm dan maksimal 5 mm.



Gambar 12. Grafik hubungan kadar tepung kanji dengan *flow*



Gambar 13. Grafik hubungan nilai *flow* dengan kadar aspal

Gambar 13 menunjukkan bahwa di kadar 5% nilai kelelahan mengalami kenaikan dari 4,5% sampai 5,5% dan kemudian mengalami penurunan di kadar 6% dan 6,5%.

Tabel 1. Data Hasil *Quotient Marshall*

Kadar Tepung Kanji (%)	Kadar Aspal (%)	Density	VIM	VMA	VFA	Stability	Flow	Quotient Marshall
5	5.3	2.2	6.6	19.4	66	1395.3	4.58	304.46
8		2.2	5	18	73.2	1446.6	4.67	309.91
10		2.2	6.5	19.4	67.4	1068.7	4.92	217.11
Spesifikasi		Min 2	3.5-5.5	> 15	min. 65	min. 1000	3-5 mm	min. 300

Berdasarkan hasil *Quotient Marshall* dapat diketahui bahwa terdapat satu variasi penambahan kadar tepung kanji yang tidak memenuhi spesifikasi, yaitu di kadar 10%. Kadar tepung kanji 5% dan 8% masih memenuhi spesifikasi, yaitu di atas 300.

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan tepung kanji pada campuran aspal akan menghasilkan nilai *Density* yang memenuhi spesifikasi dengan nilai *Bulk* tertinggi adalah 2,22 gr/cm<sup>2</sup> pada kadar 8%. Nilai *Void in Mix* (VIM) yang memenuhi spesifikasi dengan nilai VIM adalah 4,98 % pada kadar 8%. Nilai *Void In Mineral Aggregate* (VMA) memenuhi spesifikasi dengan nilai VMA tertinggi adalah 19,42% pada kadar 5%. Nilai *Volume of Voids Filled with Asphalt* (VFA) memenuhi spesifikasi dengan nilai VFA tertinggi adalah 73,20% pada kadar 8%. Nilai stabilitas memenuhi spesifikasi dengan nilai stabilitas tertinggi adalah 1446,56 pada kadar 8%. Nilai *Flow* atau kelelahan memenuhi spesifikasi dengan nilai *flow* atau spesifikasi terendah adalah 4,58 pada kadar 5%.

## REFERENSI

- [1]. Sukirman, Silvia. (2012). *Beton Aspal Campuran Panas*. Bandung: Institut Teknologi Nasional.
- [2]. Sari, D.P. "Pengaruh Penambahan Tepung Daun Ubi Terhadap Daya Terima Kue Klepon". *Universitas Sumatera Utara*, 2011.

- [3]. SNI 13-6717-2002, *Tata Cara Penyiapan Benda Uji Dari Contoh Agregat*. Pusjatan-Balitbang PU, Bandung.
- [4]. SNI 06-2489-1991, *Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat Marshall*. Pusjatan-Balitbang PU, Bandung.