

PENGARUH PENAMBAHAN KAOLIN PADA ASPAL UNTUK CAMPURAN LASTON-WC TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL

Sentot Hardwiyono¹, Renny Dwi Pratiwi²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jl. Lingkar Barat, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183 Telp 0274 387656
Email: sentot_hardwiyono@yahoo.com & tiw2.17@gmail.com

Abstrak

Aspal merupakan salah satu material yang digunakan pada pelaksanaan perkerasan dan berfungsi sebagai bahan pengikat antara agregat-agregat, sehingga aspal harus mempunyai sifat yang sesuai dengan spesifikasi yang dipersyaratkan untuk campuran aspal panas. Salah satu perubahan sifat aspal dapat disebabkan oleh proses pemanasan yang berulang-ulang pada saat aspal akan dilakukan pendistribusian ke lapangan. Penambahan zat additif merupakan salah satu cara untuk mengatasi hal tersebut yang berupa bubuk kaolin. Kaolin merupakan mineral yang banyak mengandung SiO₂ yang diharapkan mampu meningkatkan stabilitas dari lapis perkerasan. Pada penelitian ini digunakan tambahan bubuk kaolin pada aspal untuk campuran Lapis Aspal Beton-Wearing Course (LasTon-WC). Tujuan dari penelitian yaitu mengkaji pengaruh penambahan kaolin pada Laston terhadap karakteristik Marshall. Variasi kaolin yang digunakan yakni 5%, 10% dan 15% terhadap berat aspal dengan kadar aspal didapat dari kadar aspal optimum yakni 6%. Masing-masing variasi dibuat duplo sampel. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan kaolin pada aspal memberikan pengaruh yang cukup signifikan untuk persyaratan karakteristik Marshall. Nilai stabilitas dan flow dengan penambahan kaolin sebanyak 5%, 10% dan 15% memenuhi spesifikasi Marshall yakni dengan hasil berturut-turut sebesar 1664,116 kg; 1809,712 kg; 1726,216 kg. Untuk nilai VIM, VMA, VFA dan MQ menunjukkan besaran yang spesifik.

Kata kunci : *aspal; kaolin; karakteristik Marshall; LasTon-WC*

Pendahuluan

Aspal merupakan salah satu material yang digunakan pada pelaksanaan perkerasan (Sukirman, 1999). Aspal memiliki beberapa sifat yakni mengikat partikel agregat, aspal juga memberikan lapisan kedap air, tahan terhadap pengaruh asam basa garam, dan bersifat termoplastis. Salah satu perubahan sifat aspal dapat disebabkan oleh proses pemanasan yang berulang-ulang pada saat akan dilakukan pendistribusian aspal ke lapangan sehingga konsistensi terhadap stabilitas dari aspal akan mengalami penurunan. Perubahan sifat ini dapat diatasi dan dikurangi jika sifat-sifat aspal dikuasai dan dilakukan langkah-langkah yang baik dalam proses pelaksanaannya. Selain itu, untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan penambahan zat additif pada aspal. Zat additif tersebut berupa kaolin berbentuk bubuk yang lolos saringan no.200. Kajian yang dilakukan pada penelitian ini yakni memperoleh karakteristik Marshall pada aspal dengan bahan tambah kaolin terhadap campuran LasTon-WC berdasarkan komposisi yang direncanakan.

Tinjauan Pustaka

1. Kaolin

Menurut Direktorat Pertambangan (1973) kaolin/mineral clay adalah suatu mineral sekunder, yaitu mineral yang terjadi sebagai hasil ubahan dari mineral-mineral lainnya terutama feldspar oleh proses hidrotermal dan atau pelapukan. Kaolin biasa digunakan sebagai bahan pengisi (*filler*) pada campuran aspal. Pada beton, kaolin sebagai pozzolan. Proses pembentukan kaolin yang dihasilkan dari penambangan hingga menjadi bubuk, dilakukan dengan pemanasan suhu 400°C. Sebelum dilakukan pemanasan, kaolin yang masih berbentuk gumpalan tersebut sudah dipadatkan dengan berbentuk *noodle*. Hal ini dimaksudkan guna mengurangi kandungan air yang terdapat pada gumpalan kaolin. Bentuk fisik dari kaolin dapat dilihat pada Gambar 1. Kajian kaolin sebagai bahan campuran pada aspal belum pernah diteliti. Pada perkerasan kaolin biasa digunakan sebagai *filler*. Untuk beberapa penelitian yang terkait dengan bidang teknik sipil ada penelitian yang sudah dilakukan yakni penelitian mengenai penggunaan kaolin sebagai bahan pozzolan untuk meningkatkan stabilisasi tanah gambut dan dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa 10% kadar kaolin mengalami peningkatan (Wong,dkk, 2010).



Gambar 1. Bentuk fisik dari bubuk kaolin

Landasan Teori

1. Karakteristik Marshall

Persyaratan untuk nilai parameter *Marshall* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Persyaratan sifat campuran untuk Laston

No.	Sifat-Sifat Campuran	Min	Maks	Satuan
1.	Stabilitas	800	-	kg
2.	Kelelahan	2	-	mm
3.	<i>Quotient Marshall</i>	200	-	kg/mm
4.	Rongga dalam campuran (VIM)	3	6	%
5.	Rongga di antara mineral agregat (VMA)	16	-	%
6.	Rongga terisi aspal (VFA)	65	-	%

2. Perhitungan Campuran

Untuk perhitungan campuran mengacu pada RSNI M-01 2003.

Rongga antar mineral agregat (VMA) adalah ruang di antara partikel agregat pada suatu perkerasan beraspal, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat).

$$VMA = 100 \frac{G_{mb} \times P_s}{G_{sb}} \quad (1)$$

Rongga udara dalam campuran (V_a) atau VIM dalam campuran perkerasan beraspal terdiri dari atas rongga udara diantara partikel agregat yang terselimuti aspal.

$$VIM = 100 - \frac{100 - G_{mb}}{G_{mm}} \quad (2)$$

Rongga terisi aspal atau *Volume of voids Filled with Asphalt* (VFA) adalah persen rongga yang terdapat di antara butir agregat (VMA) yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang terasorpsi oleh agregat.

$$VFA = \frac{100(VMA - VIM)}{VMA} \quad (3)$$

dengan,

VIM = Rongga udara pada campuran setelah pemadatan, prosentase dari volume total (%)

VMA = Rongga udara pada mineral agregat, prosentase dari volume total (%)

VFA = Rongga udara yang terisi aspal, prosentase dari VMA (%)

G_{mm} = Berat jenis maksimum campuran (gr/cc)

P_s = Prosentase kadar aspal terhadap total campuran (%)

Bahan dan Metode Penelitian

1. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan benda uji dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Aspal, digunakan penetrasi 60/70 produksi PT. Pertamina.
- Agregat kasar, digunakan batu pecah yang berasal dari celereng.
- Agregat halus, berasal dari Kali Progo.
- Filler yang digunakan berupa abu batu.
- Bubuk kaolin, didapat dari PT. Industri Mineral Indonesia (PT. IMI), Tanjung pandan, Belitung. Untuk mendapatkan bubuk kaolin maka dilakukan proses pemanasan dengan suhu 400°C selama 2 jam. Lolos saringan no.200 (0,075 mm).

Pada Tabel 1 menunjukkan gradasi yang digunakan dalam penelitian ini. Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian agregat. Hasil pengujian aspal disajikan pada Tabel 3. Untuk bubuk kaolin yang digunakan, kandungan yang terbanyak adalah SiO₂ sebesar 47%. Hasil pengujian kandungan ini didapat dari Laporan analisis, Sucofindo.

Tabel 1. Batasan gradasi agregat untuk campuran Laston-WC

No. Saringan	Bukaan saringan	% Berat yang lolos terhadap total agregat dalam campuran	
		Laston (AC)	
		Gradasi kasar	
		WC	
¾"	19 mm	100	
½"	12,5 mm	90 - 100	
3/8"	9,5 mm	72 - 90	
#4	4,75 mm	54 - 69	
# 8	2,36 mm	39,1 - 53	
# 16	1,18 mm	31,6 - 40	
# 30	0,600 mm	23,1 - 30	
# 50	0,300 mm	15,5 - 22	
#100	0,150 mm	9 - 15	
#200	0,075 mm	4 - 10	

Sumber : Spesifikasi umum 2010, AMP PT. Suradi Sejahtera Raya.

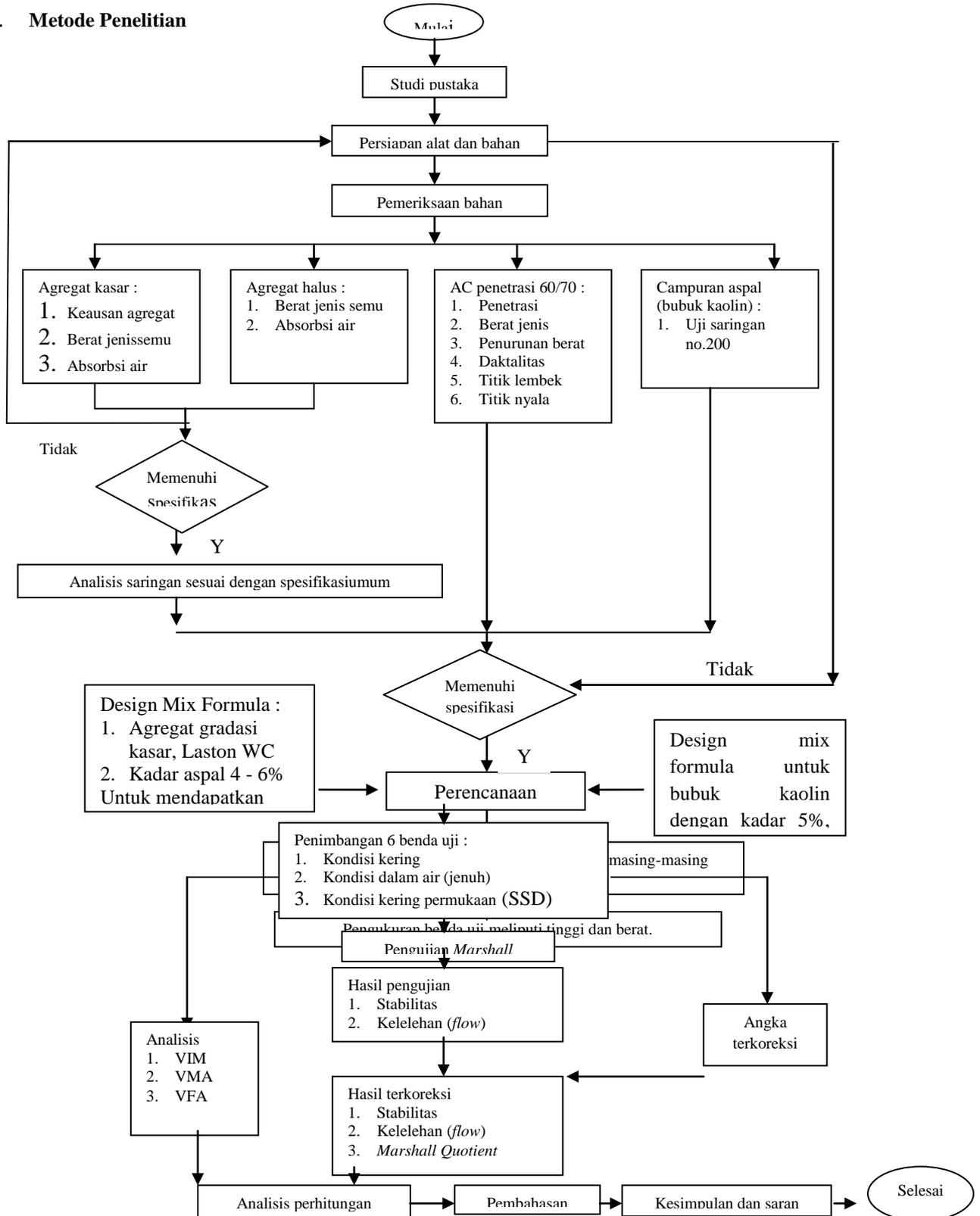
Tabel 2. Hasil pengujian sifat-sifat fisik agregat

No.	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Hasil	Spesifikasi Pengujian		Standar
				Minimal	Maksimal	
I. Agregat Kasar						
1	Berat Jenis <i>Bulk</i>	-	2,604	-	-	SNI 03-1969-1990
2	Berat jenis <i>Apparent</i>	-	2,667	2,5	-	SNI 03-1969-1990
3	Berat jenis efektif	-	2,640	-	-	SNI 03-1969-1990
4	Penyerapan	%	0,95	-	3	SNI 03-1969-1990
5	Pengujian Abrasi	%	22,83	-	40	SNI 03-2417-1991
II. Agregat Halus						
1	Berat Jenis <i>Bulk</i>	-	2,582	-	-	SNI 03-1979-1990
2	Berat jenis <i>Apparent</i>	-	2,757	2,5	-	SNI 03-1979-1990
3	Berat jenis efektif	-	2,640	-	-	SNI 03-1979-1990
4	Penyerapan	%	2,459	-	3	SNI 03-1979-1990

Tabel 3. Hasil pengujian sifat-sifat fisik aspal

No	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Hasil rata-rata	Spesifikasi Pengujian		Standar
				Min	Maks	
1	Penetrasi (25°, 5 dt, 100 gr)	0,1 mm	71,54	60	79	SNI 06-2456-1991
2	Titik Lembek	°C	55	48	58	SNI 06-2434-1991
3	Titik Nyala	°C	254	200	-	SNI 06-2433-1991
4	Daktilitas	cm	90	100	-	SNI 06-2432-1991
5	Berat Jenis	gr/cm ³	1,07	1	-	SNI 06-2441-1991
6	Kehilangan Berat	% berat	0,236	-	0,8	SNI 06-2440-1991

2. Metode Penelitian



Gambar 2. Lanjutan bagan alir

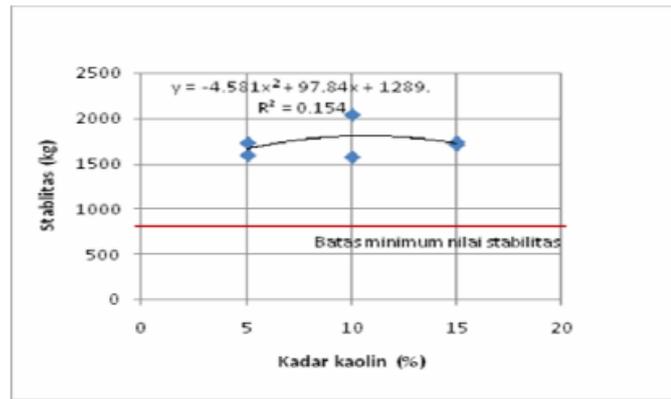
Hasil dan Pembahasan

1. Stabilitas

Nilai stabilitas Marshall yang didapat dari masing-masing sampel disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 3. Nilai stabilitas digunakan sebagai parameter yang digambarkan untuk mengukur ketahanan terhadap

kelelahan plastis dari suatu campuran aspal atau kemampuan campuran untuk menahan deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas.

Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa nilai maksimum untuk stabilitas tercapai pada kaolin dengan kadar 10% dengan nilai 2041,727 kg. Dengan semakin tinggi kadar kaolin tidak diikuti dengan stabilitas.

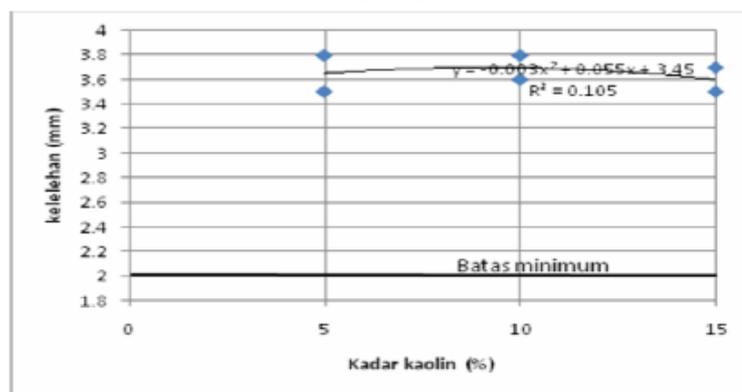


Gambar 3. Hubungan antara kadar kaolin dan stabilitas

2. Kelelahan

Kelelahan menunjukkan besarnya deformasi dari campuran akibat beban yang bekerja pada perkerasan. Kelelahan pada pengujian ditunjukkan oleh arloji kelelahan pada alat Marshall. Hasil kelelahan ditunjukkan pada Gambar 4 dalam bentuk grafik.

Pada penelitian ini, nilai kelelahan untuk setiap benda uji melebihi batas minimum sebesar 2 mm. Nilai kelelahan pada penelitian dari tiap benda uji menghasilkan nilai yang bervariasi untuk setiap kadar kaolin. Pada kadar 5% dan 10% didapat nilai kelelahan yang sama yaitu 3,8 mm, sedangkan pada kadar 15% terjadi penurunan nilai kelelahan. Apabila nilai kelelahan terlalu tinggi maka diindikasikan campuran tidak memiliki kadar aspal yang cukup yang dimungkinkan akan terjadi masalah durabilitas pada perkerasan.

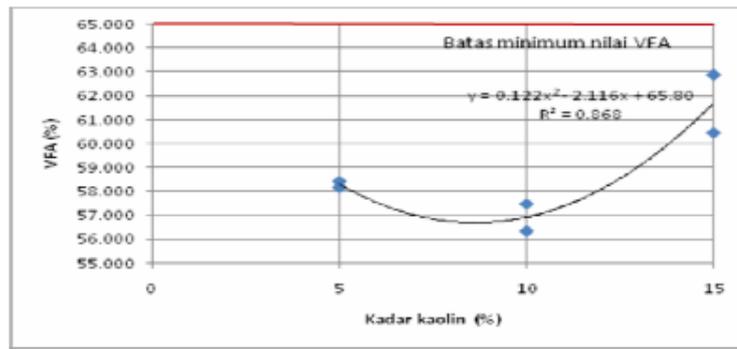


Gambar 4. Hubungan antara kadar kaolin dan kelelahan

3. Rongga Terisi Aspal (VFA)

Rongga dalam campuran terjadi akibat adanya ruang sisa antar butiran penyusun campuran. Rongga ini dalam kondisi kering akan diisi oleh udara dan dalam kondisi basah akan diisi oleh air. Hasil nilai VFA dapat dilihat dalam bentuk grafik pada Gambar 5.

Pencampuran antara aspal dan kaolin dengan kadar 5%, 10% dan 15% menghasilkan nilai VFA yang tidak memenuhi batas minimum. Untuk kadar 5%, 10% dan 15% berturut-turut didapat hasil sebesar 58,289%, 56,911%, 61,670%.

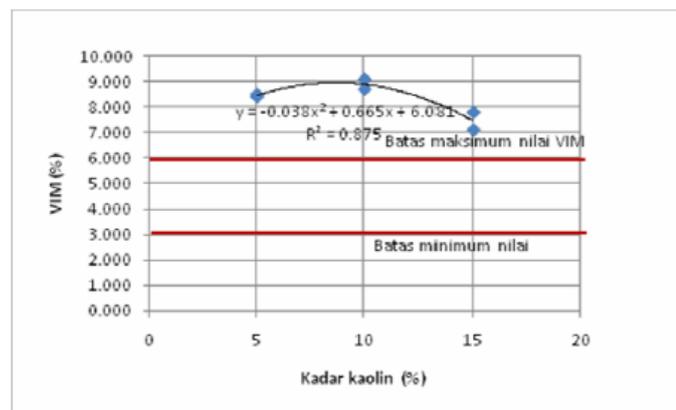


Gambar 5. Hubungan antara kadar kaolin dan VFA

4. Rongga Udara pada Campuran (VIM)

Nilai VIM menunjukkan nilai persentase rongga dalam suatu campuran aspal. Rongga dalam campuran adalah parameter yang biasanya berkaitan dengan durabilitas dan kekuatan dari campuran. Semakin kecil nilai VIM, maka campuran akan bersifat lebih kedap air, namun nilai VIM yang terlalu kecil dapat mengakibatkan keluarnya aspal ke permukaan. Hasil pengujian dari nilai VIM disajikan pada Gambar 6.

Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat bahwa pencampuran antara kaolin dan aspal terjadi penurunan nilai pada kadar 15%. Maksimum nilai VIM terdapat pada persen 10. Namun, walaupun nilai VIM pada penelitian ini mengalami penurunan tetapi nilai yang didapat sudah melebihi maksimum dari persyaratan VIM untuk LasTon.

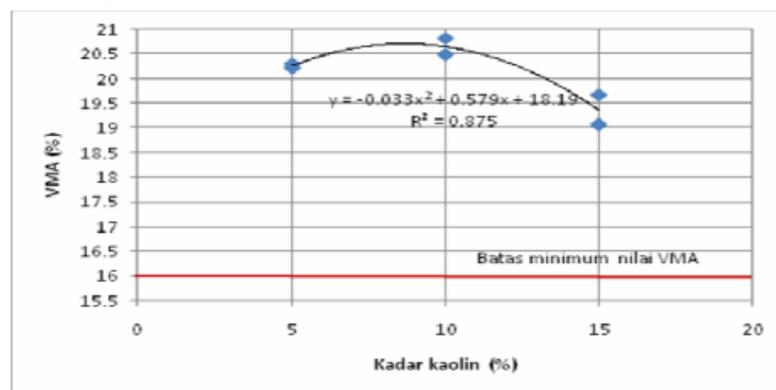


Gambar 6. Hubungan antara kadar kaolin dan VIM

5. Rongga Udara pada Mineral Agregat (VMA)

VMA menunjukkan banyaknya % aspal dari rongga yang terisi aspal. VMA merupakan salah satu parameter penting dalam rancangan campuran aspal, karena pengaruhnya terhadap ketahanan dari campuran aspal.

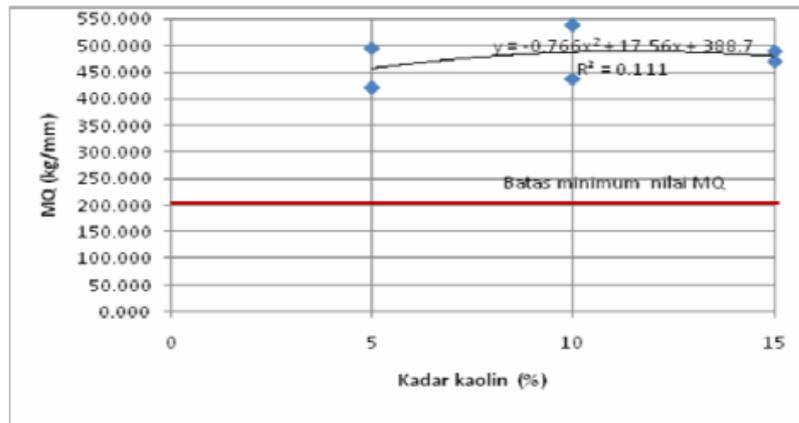
Pada Gambar 7 terlihat bahwa nilai maksimum dari kadar kaolin 10% rata-rata sebesar 20,646% sedangkan pada kadar kaolin 15% terjadi penurunan nilai VMA sebesar 19,365%.



Gambar 7. Hubungan antara kadar kaolin dan VMA

6. Marshall Quotient (MQ)

Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa pencampuran antara kaolin untuk campuran LasTon meningkatkan nilai MQ pada kadar 10%. Pada penelitian ini, hasil dari nilai MQ berada pada batas minimum sesuai dengan syarat LasTon.



Gambar 8. Hubungan antara kadar kaolin dan MQ

Kesimpulan

Penggunaan kaolin pada campuran aspal untuk LasTon didapatkan nilai stabilitas, kelelahan, VIM, VFA, VMA mencapai optimum pada kadar 10% kaolin terhadap berat kadar aspal optimum sebesar 6%. Untuk nilai stabilitas terdapat peningkatan. Nilai maksimum pada penelitian ini rata-rata sebesar 1809,712 kg untuk kadar kaolin 10%. Nilai kelelahan terbesar juga terdapat pada kadar kaolin sebesar 10% 3,7 mm. Nilai VIM terbesar pada kadar 10% dengan nilai 8,897% dan pada kadar kaolin 15% mengalami penurunan. Nilai VFA mengalami penurunan pada kadar 10% dan mengalami penurunan pada kadar 15%. Untuk nilai VMA juga mengalami peningkatan pada kadar kaolin 10% sebesar 20,646%.

Daftar Pustaka

- Wong, S. L., dkk., (2013), "Improved Strength And Reduced Permeability Of Stabilized Peat: Focus On Application Of Kaolin As Pozzolanic Additive", Construction And Building Materials, Vol. 40., pp. 783-792.
- Sukirman, S., (1999). "Perkerasan Lentur Jalan Raya", Nova, Bandung.
- Boesono, M., (1973). "Laporan Pendahuluan Penyelidikan Kaolin di P. Belitung", Direktorat Pertambangan Balai Penelitian Tambang dan Pengolahan Bahan Galian, Bag. I., pp. 10.
- RSNI M-01-2003. "Metode Pengujian Campuran Beraspal Panas dengan Alat Marshall". Pusjatan-Balitbang PU.
- PT. AMP Suradi Sejahtera Raya, (2010), "Spesifikasi Umum Revisi -2", Yogyakarta.