

Penambahan Limbah Latek Alam Pada Campuran Laston Agregat Bongkaran Sebagai Polimer Untuk Peremajaan Lapisan Surface Course

Sulaiman¹, Hanafiah², Khamistan³, Gusrizal⁴

^{1,2,3} Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

¹ man_arsulaiman@yahoo.com

² hanz1158@gmail.com

³ Khamistan2019@gmail.com

⁴ gusrizalsipil@gmail.com

Abstrak— Ketahanan lapisan Surface Course konstruksi perkerasan jalan dipengaruhi pada campuran antara agregat dan aspal sesuai porsi masing-masing dan sistem pelaksanaan dilapangan, material yang digunakan harus sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan, sehingga konstruksi tersebut akan mencapai umur rencana, bila tidak terjadi beban berlebih selama pelayanan lalu lintas. Menjaga kelestarian lingkungan pada jalur jalan pelipasan ulang (*overlay*) konstruksi dilakukan daur ulang ditempat atau membongkar lapisan lama, penempatan bongkaran juga sering menjadi masalah terhadap pencemaran lingkungan sekitar, menjadi limbah. Menghindari hal tersebut dapat dimanfaatkan untuk mendaur ulang dengan medesain kembali campuran bongkaran tersebut dengan menambah agregat dan kadar aspal atau dengan menambah bahan tambah lainnya yang dapat meningkatkan campuran tersebut. Penulis memanfaatkan hasil bahan bongkaran pada KM 297-300 jalan lintas timur Provisnsi Aceh dengan menambah *latek* alam sebagai bahan polymer, di khususkan untuk lapisan permukaan *surface course* karena lapisan tidak bersifat structural. Penelitian diawali dengan melakukan ekstraksi pada bongkaran lapisan aspal lama sehingga diperoleh kadar aspal dan butiran agregat yang tersedia, metode penelitian perdoman pada standar yang ada, untuk gradasi digunakan spesifikasi umum Bina Marga 2018, pengujian menggunakan metode marshall. Hasil etraksi diperoleh kadar aspal 1,42 %, sedangkan kadar aspal optimum 6,2 %, pada pengujian para meter marshall menunjukkan penambahan *latek* dapat meningkatkan nila stabilitas, VMA, densyti, VFB dan MQ, sedangkan VIM di atas 5 % dan dan *flow* di atas 5 %, nilai stabilatas optimum pada penambahan *latek* 15 %. Kesempurnaan perlu kajian lanjutan dengan mencari material lain yang dapat memperbaiki nilai *flow* dan VIM pada campuran tersebut.

Kata kunci— limbah laston, latek alam, parameter marshall dan laston AC-WC

Abstract— The surface course layer's durability of the pavement construction affected by the mixture of aggregate and asphalt according to the portions and the implementation system in the field, the ingredient that used must suitable with the specifications that has been specified, so the construction will reach the age plan, if overload does not happen during traffic service. Maintaining the sustainability of environment on the resurfacing road lane construction (*overlay*) recycling in place or dismantle old layer at another place. Demolition placement also often become a problem or pollution in the Surrounding Environment, turn into waste. Avoid things that can be used to recycling by redesigning the demolition mixture with adding aggregate and asphalt or with added the other ingredients that could increase the mixture. The author utilizes the results of the demolition material on KM 295-300 of the eastern crossroads of Aceh Province by adding natural latex as a polymer material, which is specifically for the surface layer because the layer is not structural. The research was begun by extracting the reclaimed asphalt pavement to obtain the asphalt and aggregate that available, research methods based on the standards that have been specified, for gradations using the specifications of Bina Marga 2018. Testing using the Marshall method. The results of extraction obtained that asphalt content is 1.42%, while the optimal asphalt content is 6.2%. The marshall parameter test shows the addition of latex can increase the value of stability, VMA, density, VFB, and MQ, while VIM is above 5% and flow is above 4%, the optimum stability value at addition 15% latex. Needs further study to perfect the research by finding other materials that can improve the value of flow and VIM in the mixture.

Keyword— reclaimed asphalt pavement, natural latex, Marshall Parameter, and AC-WC

I. PENDAHULUAN

Konstruksi jalan raya di Indonesia umumnya menggunakan jenis perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan susunan lapisan terdiri dari lapisan tanah dasar (*subgrade*), lapisan ponsai bawah (*sub base course*), lapisan pondasi atas (*base course*) dan permukaan (*surface course*). Pada lapisan permukaan (*surface course*) menggunakan beton aspal campuran panas, baik *asphalt contrete* (AC) atau *hot role sheit* (HRS) yang terdiri dari campuran agregat sesuai dengan gradasi dan spesifikasi yang diinginkan dan aspal sebagai bahan pengikat. Beton aspal campuran panas atau sering disebut lapisan aspal beton baik *asphalt contrete* (AC) maupun *hot role sheit* (HRS), bila suda mencapai umur rencana atau terjadi kerusakan akibat beban berlebih atau sistem pelaksanaan yang tidak memenuhi standar yang disyaratkan, perlu dilakukan pelapisan ulang (*over lay*), pelapisan ulang dapat mengakibatkan naiknya elevasi muka jalan dari elevasi semula sehingga mengakibatkan pengaruh

terhadap lingkungan seperti perumahan dan pertokoan di sekitar jalan tersebut.

Menghindari pengaruh kerusakan lingkungan konstruksi perkerasan lapisan permukaan *surface course* disarankan untuk dilakukan pembongkaran dan dilapisi dengan lapisan yang baru sebagai peremajaan pada suatu ruas jalan, seperti yang telah dilakukan pada beberapa ruas jalan di wilayah Aceh. Akibat terbatasnya peralatan yang mengerjakan pekerjaan tersebut, sehingga hasil bongkaran umumnya tidak dipergunakan lagi hanya ditumbuk pada tempat tertentu sebagai limbah seperti pada AMP Alhas Jaya di Simpang CebreK Kecamatan Syantalira Aru Kabupaten Aceh Utara. Pemanfaatan limbah bongkaran aspal beton tersebut sangat berfaat secara ekonomi, dengan cara melalui penelitian dilaboratorium, dengan mengevaluasi jenis dan ukuran agregat dan kadar aspal yang terdapat pada hasil bongkaran tersebut, sehingga dapat diketahui persentase tambahan yang harus dilakukan baik agregat maupun kadar aspalnya. Pada campuran peremajaan hasil bongkaran dapat

juga dilakukan penambahan bahan editif, pada peremajaan tersebut penulis berinisiatif untuk menambah *latek* alam

Saat ini bahan pengikat untuk campuran aspal campuran panas banyak di gunakan sebagai bahan pengikat dari aspal minyak dengan penetrasi 60/70, dalam jangka panjang penggunaan aspal minyak pen 60/70 mengalami deformasi (I Nyoman Arya Thanaya dkk) 2016. *Latek* (karet alam cair) merupakan sumber daya alam yang banyak dihasilkan di Indonesia dan salah satu Negara yang banyak menghasilkan getah karet tersebut, getah karet mudah diperoleh baik di daerah Kabupaten Utara maupun di wilayah provinsi Aceh.

Penambahan *latek* pada campuran peremajaan laston bongkaran diharapkan dapat meningkatkan performa campuran itu sendiri, seperti kelenturan plastis (*flow*) tahan terhadap deformasi serta karakteristik lainnya.

Lapisan permukaan (*surface course*) bila pelaksanaan tidak sesuai dengan syarat atau tonase berlebih dari lalu lintas, lapisan tersebut cepat terjadi kerusakan sebelum sampai umur rencana, untuk peremajaan lebih baik dibongkar kemudian dilakukan pelapisan ulang (*overlay*) sehingga elevasi hasil hasil *overlay* tetap seperti semula, hal ini tidak jadi kesenjangan lingkungan terutama bagi perumahan dan pertokoan di sekitarnya. Hasil bongkaran tersebut dapat menjadi limbah yang tidak terpakai lagi yang ditempatkan di area kosong.

Latek merupakan hasil perkebunan masyarakat di daerah Aceh Utara dan sekitarnya penulis mencoba memanfaatkan melalui penelitian sebagai bahan tambah pada campuran hasil bongkaran laston setelah dikukan perbaikan gradasi dan penyusuaian kadar aspal otimum (KAO), komposisi bahan tambah *latek* dipergunakan pada campuran laston yang telah diperbaiki gradasi dan kadar aspal optimum..

Mutu dan sifat agregat merupakan salah faktor penentu kemampuan perkerasan jalan dalam memikul beban lalu lintas. Disamping itu mutu dan sifat agregat juga merupakan faktor penting dalam penentuan daya tahan terhadap cuaca. Mutu akan tercapai bila agregat yang digunakan butiran tetap tidak mengalami degradasi pada saat pelaksanaan dan waktu menerima repetisi beban lalu lintas. Sebelum digunakan untuk konstruksi perkerasan jalan, baik digunakan untuk lapisan *subbase*, *base*, dan *surface course* harus dilakukan pemeriksaan yang teliti untuk mencapai hasil yang maksimal

Pasaribu (2015) mengemukakan daya tahan agregat adalah ketahanan agregat untuk tidak hancur atau pecah oleh pengaruh mekanis ataupun kimia. Agregat partikel-partikel kecil akibat gaya yang diberikan pada waktu penimbunan, pemadatan ataupun oleh beban lalu lintas baik beban vertikal atau beban horizontal maupun gaya rem. Agregat juga tidak hancur menjadi butir-butir halus akibat pengaruh kimia seperti kelembaban, kepanasan ataupun perbedaan temperatur sehari-hari

Sedangkan Bukhari dkk (2004) menjelaskan ketahanan agregat (*toughness*) sebagai kekuatan yang dimiliki oleh suatu agregat untuk menahan retak akibat beban yang diterima. Pada semua bentuk perkerasan lentur, agregat harus cukup tahan untuk mendukung berat roller selama pelaksanaan konstruksi dan gaya tumbukan berulung dari lalu lintas. Efek tumbukan meningkat dengan naiknya kekasaran permukaan jalan, kecepatan kendaraan dan karakteristik lainnya.

Amiruddin dkk (2012), *Lateks* merupakan cairan yang didapat dari bidang sadap pohon karet (*latek*) kebun akan mengumpal atau membeku secara alami dalam waktu

beberapa jam setelah dikumpulkan. Pengumpalan alami atau spontan dapat disebabkan oleh timbulnya asam-asam akibat terurainya bahan bukan karet yang terdapat dalam karet akibat aktifitas mikroorganismenya. Hal ini yang menyebabkan *lateks* hasil pengumpulan alami berbau busuk. Selain itu pengumpulan juga disebabkan oleh timbulnya anion dari asam lemak hasil hidrolisis lipid yang ada didalam *lateks*. Anion lemak ini sebagian besar akan bereaksi dengan ion magnesium dan kalsium dalam *lateks* membentuk sabun. Dalam campuran beraspal panas besarnya efektifitas penambahan karet ke dalam aspal tergantung dari luas partikel karet yang distribusi sangat efektif jika semua partikel karet terdistribusi dengan baik di dalam aspal. Faktor lain yang mempengaruhi efektifitas campuran adalah jenis, jumlah, ukuran partikel karet, besarnya temperatur dan lamanya pemanasan, interaksi antara karet dan aspal secara kimiawi, serta jenis aspal. Karet dapat ditambahkan dalam aspal dalam berbagai bentuk, baik dalam bentuk cair, lembaran karet maupun dengan bubuk karet. Selama pemanasan pada temperatur tinggi sifat karet bisa menurun. Untuk memperkecil terjadinya penurunan sifat, selama percobaan suhu yang disyaratkan adalah 150°C – 160°C. Karet dapat meningkatkan kekakuan aspal tanpa membuat rapuh. Dengan demikian, campuran beraspal karet memiliki kemampuan penyebaran yang lebih besar. Jika dua ruas jalan dibangun dengan ketebalan yang sama, perkerasan aspal karet akan melendut lebih kecil akibat lalu lintas dan diperkirakan berumur lebih lama dari pada menggunakan aspal tanpa karet.

Penambahan *latek* ke dalam campuran asphalt *contret* – *wearing course* (AC– WC) dapat meningkatkan stabilitas *marshall* yang makin baik, nilai *flow* semakin tinggi, *marshall quotient*(MQ) semakin baik, nilai VMA semakin baik, nilai VFB semakin tinggi dan yang rendah hanya nilai VIM (I Nyoman Arya dkk 2016)

Aspal merupakan sebagai pengikat agregat pada konstruksi perkerasan jalan lentur (*flexible pavement*). Aspal berwarna hitam atau coklat tua, dengan unsur utama *bitumen*, aspal dapat diperoleh di alam ataupun residu dari hasil pengilangan minyak, pada temperatur ruang berbentuk padat atau agak padat. Aspal akan meleleh jika dipanaskan pada suhu tertentu atau sebesar (60 s/d 90 C) di atas titik leleh, dan kembali membeku bila temperatur turun (Sukirman 2003) dalam Syarwan (2012)

Pencampuran aspal sebagai bahan pengikat dengan agregat, untuk kesempurnaan dan kekokohan campuran tersebut, perlu dilakukan pengujian sifat-sifat fisis dari aspal antara lain: pengujian penetrasi, pengujian titik, pengujian viskositas dan pengujian titik nyala

II. METODOLOGI PENELITIAN

Bongkaran aspal laston yang diperoleh diperoleh di lapangan dilakukan ekstraksi untuk mendapat kadar aspal yang terkandung di dalamnya dan ukuran agregat yang ada melalui uji analisa ayaka/ *siev* analisis. Pengujian sifat fisis dan mekanik perpedoman pada standar-standar yang berlaku, spesifikasi lapisan permukaan (*surface course*) AC – WC menggunakan spesifikasi umum Departemen PUPR Dirjen Bina Marga 2018.

Rancangan penelitian penambahan *latek* alam pada daur ulang limbah aspal bongkaran dilakukan tiga tahap sebagai berikut:

- a. Ekstraksi campuran laston hasil bongkaran, dilakukan memisahkan bongkahan bongkaran menjadi butiran

agregat, sebanyak 1000 gram untuk ekstraksi, sehingga diperoleh kadar aspal dan butiran gradasi yang ada.

- b. Pengujian para meter mashall untuk mendapat kadar aspal optimum (KAO) dengan rentang kadar aspal ideal (Pb) terlebih dahulu, dengan perlakuan sebagai pada tabel 1 berikut:

Tabel I
Campuran benda uji berdasarkan kadar aspal ideal

No	Kadar Aspal (%)	Jumlah Tumbukan	Jumlah Benda Uji
1.	Pb = 7,2	2 x 75	3
2.	Pb = 6,7	2 x 75	3
3.	Pb = 6,2	2 x 75	3
4.	Pb = 5,7	2 x 75	3
5.	Pb = 5,2	2 x 75	3
Jumlah Total Benda Uji			15

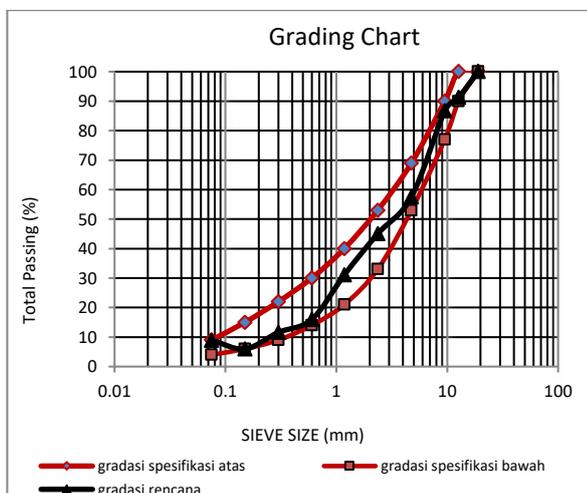
- c. Penambahan latek pada campuran berdasarkan kadar aspal optimum, dengan rentang penambahan 5 % sebagaimana pada tabel 2 berikut:

Tabel II
Kadar latek pada campuran laston AC – WC

No	Kadar Kadar latek (%)	Jumlah Tumbukan	Jumlah Benda Uji
1.	0	2 x 75	3
2.	5	2 x 75	3
3.	10	2 x 75	3
4.	15	2 x 75	3
Jumlah Total Benda Uji			12

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil ekstraksi dari bongkaran laston yang digunakan sebesar 1,42 %. Hasil analisa ayakan (*siev analisis*) dihitung Komposisi berdasarkan masing-masing jenis agregat yang digunakan yaitu agrgat kasar (*split*), agregat sedang (*scren*) dan agregat halus (*dust*) masing-masing dalam persen (%), kemudian dibuat grafik gradasi sebagai rancangan dalam penelitian sesuai dengan spesifikasi yang digunakan seperti pada gambar 1,



Gambar 1.. grafik komposisi campuran agregat

Dari gambar grafik 1 diperoleh masing-masing agregat sebagai berikut: agregat kasar (*split*) = 26 %, agregat sedang (*screen*) = 46 % dan agregat halus (*dust*) = 26 %. Besarnya kadar aspal ideal (Pb) yang digunakan 5,2; 5,7; 6,2; 6,7 dan 7,2 (%).

Berdasarkan pengujian marshall dari pembuatan benda uji masing-masing Pb sebanyak 3 buah dengan jumlah tumbukan sebanyak 2 x 75 tumbukan setiap bidang diperoleh parameter marshall seperti pada tabel 1 berikut:

Tabel III
Hasil parameter marshall dari variasi kadar aspal ideal (Pb)

No	Parameter marshall	Variasi kadar aspal ideal (%)				
		5,2	5,7	6,2	6,7	7,2
1	Stabilitas (Kg)	2303	2431	3600	2335	2021
2	Density (gr/cm ³)	2,23	2,22	2,17	2,24	2,24
3	Flow (mm)	6,10	6,00	6,60	6,50	7,40
4	VIM (%)	9,19	9,04	10,26	6,70	5,88
5	VMA (%)	17,9	17,8	20,84	18,72	19,0
6	VFB (%)	72,9	72,1	68,90	74,58	75,1
7	MQ (kN/mm)	600	411	350	312	320

Berdasarkan parameter dari kadar aspal variasi kadar aspal ideal diperoleh kadar aspal optimum (KAO) sebesar 6,2 %. Pada pencampuran selanjutnya dengan penambahan latek dilakukan penambahan aspal sebesar kadar aspal optimum dikurangi kadar aspal yang terdapat pada aspal bongkaran 1,42 %.

Hasil pengujian marshall dari penambahan latek sebesar 0 %, 5 % , 10 % dan 20 % diperoleh parameter marshall yaitu stabilitas, density, flow, VIM, VMA VFB dan MQ, nilai lengkap seperti pada tabel 2

Tabel IV
Parameter marshall berdasarkan kadar latek

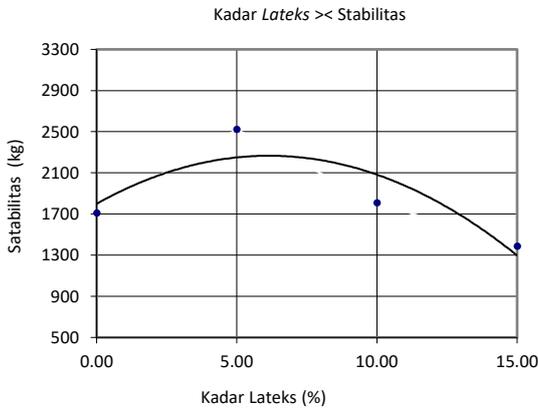
No	Parameter marshall	Kadar latek (%)			
		0	5	10	20
1	Stabilitas (Kg)	1720	2522	1810	1387
2	Density (gr/cm ³)	2,27	2,26	2,17	2,07
3	Flow (mm)	6,80	6,90	7,10	5,70
4	VIM (%)	6,10	6,67	10,35	14,30
5	VMA (%)	17,18	17,68	20,93	24,40
6	VFB (%)	76,71	75,65	68,72	61,20
7	MQ (kN/mm)	259,53	367,6	264,7	243,9

Hasil parameter marshall berdasarkan kadar latek yang digunakan terlihat adanya pengaruh pada setiap kadar latek, hubungan antara masing-masing kadar latek dan parameter marshall dapat dilihat seperti uraian dan gambar grafik berikut

A. Stabilitas

Stabilitas dalam campuran aspal panas atau laston yaitu pembacaan nilai arlogi pada pengujian marshall dikali dengan kalibrasi provingring dan koreksi benda uji, stabilitas juga

merupakan kemampuan lapisan perkerasan untuk mendeformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja di atasnya, tanpa perubahan bentuk seperti gelombang dan alur, dengan nilai minimum 800 kg dari hasil pengujian marshall. Hasil pengujian marshall dengan penambahan latek seperti pada gambar 2 berikut.

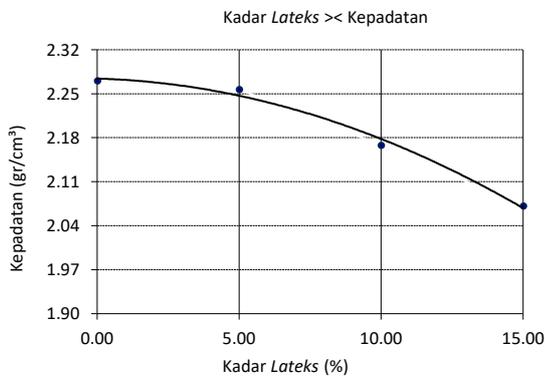


Gambar 2. Grafik hubungan kadar latek dan stabilitas.

Dari gambar 2 grafik penambahan latek berpengaruh terhadap stabilitas marshall, nilai stabilitas tabel 2 dan gambar 2, nilai stabilitas lebih besar 800 kg memenuhi spesifikasi yang syaratkan pada spesikasi umum 2018, terlihat nilai stabilitas optimum pada penambahan latek 5 %, sedangkan pada kadar latek 0% dan 10 % lebih rendah walaupun masih memenuhi spesifikasi.

B. Kepadatan/ Desity

Nilai densyti seperti pada gambar 3 grafik berikut.

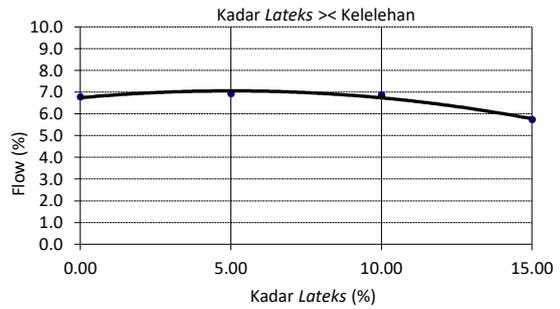


Gambar 3. Grafik hubungan kepadatan dengan kadar latek.

Density merupan tingkat kepadatan dari campuran aspal panas baik melalui pemadatan di laboratorium maupun pemadatan dilapangan, kepadatan sanagt di pengaruhi dari jenis material baik dengan atau penambahan bahan lain sebagai editif, dan sistim pmdatan yang dilakukan. Pada gambat 3 Nilai *density* setiap petambahan kadar latek menunjukkan penurunan, berbeda dengan stabilitas, Making bertambah kadar latek density makin menurun

C. Kelelahan plastis/flow

Kelelahn plastis/ flow cmpuran panas merupakan penurunan atau deformasi yang terjadi pada perkerasan untuk menahan beban lalu lintas, berdasarkan hasil pengujian marshall seperti pada gambar 4 grafik berikut:

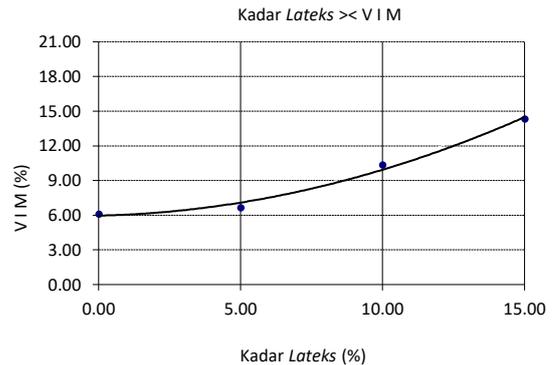


Gambar 4. Grafik kadar latek dan kelelahan Plastis

Besarnya kadar latek tidak berpengaruh signifikan terhadap kelelahan plastis dari campuran daur ulang aspal beton bongkara, kemungkinan bleding variasi campuran kadar latek yang rendah.

D. Void In Mix (VIM)

Void in mix (VIM) merupakan banyaknya rongga udara dalam campuran, rongga udara dalam campuran diperlukan untuk tersedianya ruang gerak untuk unsur campuran sesuai dengan sifat elastisnya. VIM dalam campuran merupakan salah satu yang menentukan karakteristik campuran aspal panas, dipengaruhi oleh gradasi agregat , kadar aspal dan densyti. Hasil dari penelitian seperti pada gambar 5 grafik berikut:

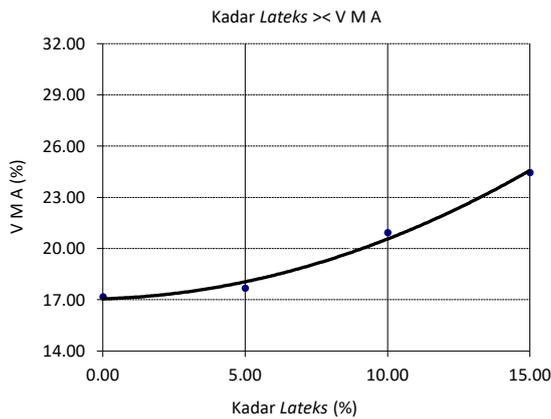


Gambar 5 Grafik VIM dan kadar latek

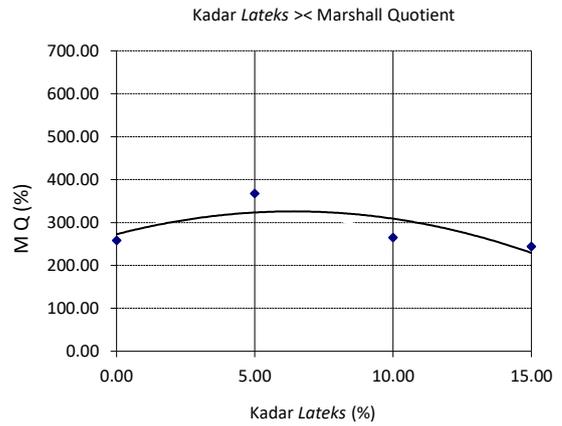
Pada gambar tersebut nilai VIM meningkat setiap penambahan kadar latek, nilai tersebut diatas 5 %, sedangkan Bina Marga 2018 menetapkan nial VIM minimum 3 maksimum 5, rongga udara yang lebih besar mengakibatkan campuran akan lebih cepat mengalami keretakan.

E. Void in The Mineral Agregate (VMA)

Besarnya nilai yang diperoleh sebagaimana pada gambar 6 grafik berikut:



Gambar 6. Grafik VMA dan latek

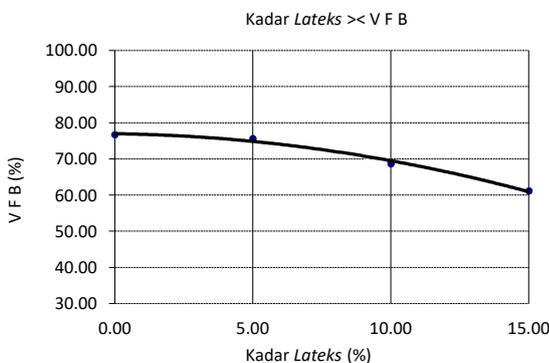


Gambar 8. Grafik MQ dan kadar latek

Void the mineral agregate merupakan besarnya rongga udara antara partikel agregat pada campuran aspal beton baik laston AC-WC maupun laston AC-BC dan laston AC-Base yang dipergunakan pada lapisan perkerasan lentur. VMA dipengaruhi oleh ukuran dan kekerasan agregat, kadar dan jenis aspal serta sistim pemadatan. Hasil penelitian nilai VMA terus meningkat setiap persen penambahan kadar latek, dan lebih besar dari 15% nilai tersebut memenuhi spesifikasi yang ditentukan.

F. Void Filled Bitumen (VFB)

Void filled bitumen (VFB) yaitu persentase rongga udara yang terisi aspal pada campuran aspal panas yang telah mengalami pemadatan, VFB merupakan pada sifat kedap air dan udara maupun sifat elastisitas campuarn, hasil penelitian diperlihatkan pada gambar 6 grafik VFB dan kadar latek sebagai berikut:



Gambar 7 Grafik VFB dan kadar latek

Pada gambar 7 grafik VFB dan kadar latek mengalami penurunan setiip penambahan latek, spesifikasi Bina Marga 2018 nilai VFB harus lebih dari 65 %, pada hasil penelitian hasil yang diperoleh sesuai dengan yang ditetapkan.

G. Marshall Quonten (MQ)

Marshall quonten merupakan hasil bagi antara stbilitas dan kelelahan plstis/ folw
Besarnya nilai MQ diperlihatkan pada gamabar 8 grafik MQ dan kadar latek berikut:

Nilai MQ sangat ditentukan besarnya nilai stabilitas dan *flow* besarnya nilai MQ lebih besar dari 200 kN/mm, pada gambar 8 garfik MQ dan kadar latek nilai MQ lebih besar dari 200kN/mm, walaupun nilai flow lebih dari 5 %

IV. KESIMPULAN

Hasil yang diperoleh dari penggunaan latek pada daun ulang dari bongkaran aspal beton atau aspal campuran panas dan parameter marshall sesuai metode yang digunakan untuk memperlihatkan 5 dari 7 parameter memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Nilai optimum berdasrkan stabilitas diperoleh pada penambahan latek 15 %. Kesempurnaan dari ke 7 parameter marshall perlu dilakukan penelitian lanjut dengan menambahkan material lain yang dapat meperbaiki nilai flow dan void in mix (VIM)

REFERENSI

- [1] S. M. Metev and V. P. Veiko, *Laser Assisted Microtechnology*, 2nd ed., R. M. Osgood, Jr., Ed. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 1998.
- [2] Acmad Djedjen dkk, *Dampak Penambahan Polimerterhadap Karakteristik Beton Aspal Politeknologi* Vol. 10 No. 1, Januari 2011
- [3] Amiruddin, A. Arwin, dkk, 2012. *Studi Karakteristik Perkerasan HRS-WC Menggunakan Aspal Minyak dan Penambahan Aditif Lateks*. KoNTekS 6 November 2012 Universitas Trisakti Jakarta,
- [4] Anonim (2014), *Spesifikasi umum Dirjen Bina Marga* Departemen Pekerjaan umum.
- [5] Ariawan AMI dan Widhiawati, *Pengaruh Gradasi Agregat Terhadap Karakteristik Campuran Laston AC – WC*, portalaruda.org, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 14, No. 2, Juli 2010
- [6] I Nyoman Arya Thanaya dkk, *Studi Karakteristik Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC –WC) Menggunakan Aspal Penetrasi 60/70 Dengan Penambahan Lateks*, Jurnal Ilmu da Terapan Bidang Teknik Sipil (Media Komunikasi Teknik Sipil) Volume 22 No. 2. Desember 2016.
- [7] Nano, Rentang Kandar Aspal Campuran Beraspal Pada Sesuai Dengan Serfikasi Berbasis Suverpape, www.pu.go.id 2013.
- [8] Sudarmaji dan Hamdi *Pengaruh penggunaan abu vulkanik terhadap cmp aspal beton lapis asphath concrete wearing course ac – wc*, portalaruda.org, pilar jurnal teknik sipil volume 10 no.2 september 201
- [9] Sukirman, S. 2013, *Beton Aspal Campuran Panas*, Granit Jakarta.