

Analisa Perbandingan Abu Batu Bata Pekanbaru Dan Abu Batu Bata Ujung Batu Sebagai Pengganti Sebagian *Filler* Terhadap Nilai Stabilitas *Marshall* Laston Lapis Aus (Ac-Wc)

Comparative Analysis Of Pekanbaru Brick Ash And Brick Ash Of Ujung Batu As A Substitute For Part Of The Filler On The Stability Value Of Marshall Laston Wear Layer (Ac-Wc)

Sy Sarah Alwiah^{1*}, Vella Anggreana², Sri Hartati Dewi³

Program Teknik Sipil Universitas Islam Riau

*Penulis Korespondensi E-mail: sarahalwiyah@eng.uir.ac.id

Diterima: 2 Februari 2024; Direvisi: 4 April 2024; Disetujui: 10 Mei 2024

Abstrak

Dalam upaya pelestarian lingkungan, Banyak bahan yang dapat di gunakan untuk *filler* pada campuran aspal, seperti penggunaan limbah batu bata sebagai *filler* dari campuran aspal. Pemilihan limbah batu bata sebagai *filler* campuran aspal karena bahan yang mudah dijumpai dan cenderung murah dari segi biaya. Pemanfaatan limbah abu batu bata dapat dijadikan salah satu pilihan *filler* yang dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik *Marshall* pada campuran yang direncanakan. Dengan menggunakan variasi pengganti sebagian *filler* sebanyak 0%, 20%, 40%, 60% dan 80% untuk limbah abu batu bata Pekanbaru dan Ujung Batu. Hasil penelitian menunjukkan hasil yang maksimal berbeda pada tiap variasi untuk tiap karakteristik *marshal* yang ditinjau. Untuk nilai VMA variasi penggunaan abu batu bata pekanbaru yang masih memenuhi syarat adalah pada persentase 20% sebesar 15,26%, untuk abu bata Ujung Batu semua variasi masih memenuhi standar karena nilai VMA semua variasi diatas 15%. Untuk nilai VMA untuk kedua jenis abu batu bata di semua variasi memenuhi syarat dengan nilai diatas 85%. Pada nilai VIM pada abu batu bata Pekanbaru hanya pada 0% yang memenuhi syarat sedangkan untuk Ujung Batu semua variasi memenuhi syarat. Nilai flow untuk kedua jenis abu hanya pada persentase 20% yang memenuhi syarat sedangkan nilai stabilitas memenuhi syarat pada semua variasi di kedua jenis abu batu bata.

Kata Kunci: Aspal; AC-WC; Abu Batu Bata; karakteristik *Marshall*

Abstract

In an effort to preserve the environment, many materials can be used as filler in asphalt mixtures, such as using brick waste as filler in asphalt mixtures. Brick waste was chosen as a filler for the asphalt mixture because the material is easy to find and tends to be cheap in terms of cost. Utilizing brick ash waste can be used as a filler option that can be used to determine the Marshall characteristics of the planned mixture. By using variations in partial filler replacement of 0%, 20%, 40%, 60% and 80% for Pekanbaru and Ujung Batu brick ash waste. The research results show that the maximum results are different for each variation for each Marshall characteristic reviewed. For the VMA value of variations in the use of Pekanbaru brick ash that still meet the requirements, the percentage of 20% is 15.26%. For stone end brick ash, all variations still meet the standard because the VMA value of all variations is above 15%. The VMA value for both types of brick ash in all variations meets the requirements with a value above 85%. The VIM value for Pekanbaru brick ash is only 0% which meets the requirements, while for stone tips all variations meet the requirements. The flow value for both types of ash only meets the requirements at a percentage of 20%, while the stability value meets the requirements for all variations in both types of brick ash.

Keywords: Asphalt; AC-WC; Brick Ash; Marshall characteristics

1. PENDAHULUAN

Campuran aspal merupakan material pengikat agregat, karena mempunyai daya lengket yang kuat, kedap air serta mudah dikerjakan. Aspal banyak digunakan dalam bidang konstruksi, telah diketahui bersama bahwa aspal mempunyai sifat termoplastis yaitu aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya. Perencanaan dalam pembuatan campuran aspal panas atau hotmix merupakan jenis campuran yang sering dibuat, dihamparkan dan dipadatkan dalam kondisi panas. Menurut Spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum Jenderal Bina Marga 2018 revisi 2 (dua), salah satu jenis hotmix yang umum dipakai di Indonesia adalah *Asphalt Concrete* (AC). *Asphalt concrete* itu sendiri

terbentuk dari agregat kasar, agregat halus, aspal sebagai bahan perekat dan filler sebagai bahan pengisi [1].

Berdasarkan spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 2, semua campuran beraspal harus mengandung bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*) min. 1% dari berat total agregat. *Filler* adalah bahan pengisi campuran aspal terdapat bahan mineral non plastis, kering, dan bebas dari gumpalan-gumpalan, yang berfungsi untuk mengisi rongga-rongga antar butiran agregat [2]. Bahan pengisi (*filler*) dalam campuran aspal beton adalah bahan yang lolos saringan No.200 (0,075 mm).

Dengan adanya perkembangan teknologi dan upaya pelestarian lingkungan, banyak bahan yang dapat di gunakan untuk *filler* pada campuran aspal, seperti penggunaan kapur tohor dan limbah batu bata sebagai filler dari campuran aspal. Penelitian sebelumnya juga menyatakan kapur dalam campuran aspal panas (*hotmix*) menciptakan banyak manfaat diantaranya adalah bertindak sebagai *anti stripping agent* yang dapat meningkatkan durabilitas atau keawetan kinerja campuran beton aspal dalam menerima repetisi beban lalu-lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan [3], serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim seperti udara, air, atau perubahan temperatur. Di sisi lain kapur juga berperansebagai stabilisator guna peningkatan stabilitas campuran sehingga tahan terhadap alur (*rutting*) dan deformasi plastis. Kapur juga dapat mempengaruhi kinerja campuran beton aspal dengan cara meningkatkan ikatan antara aspal dan agregat.

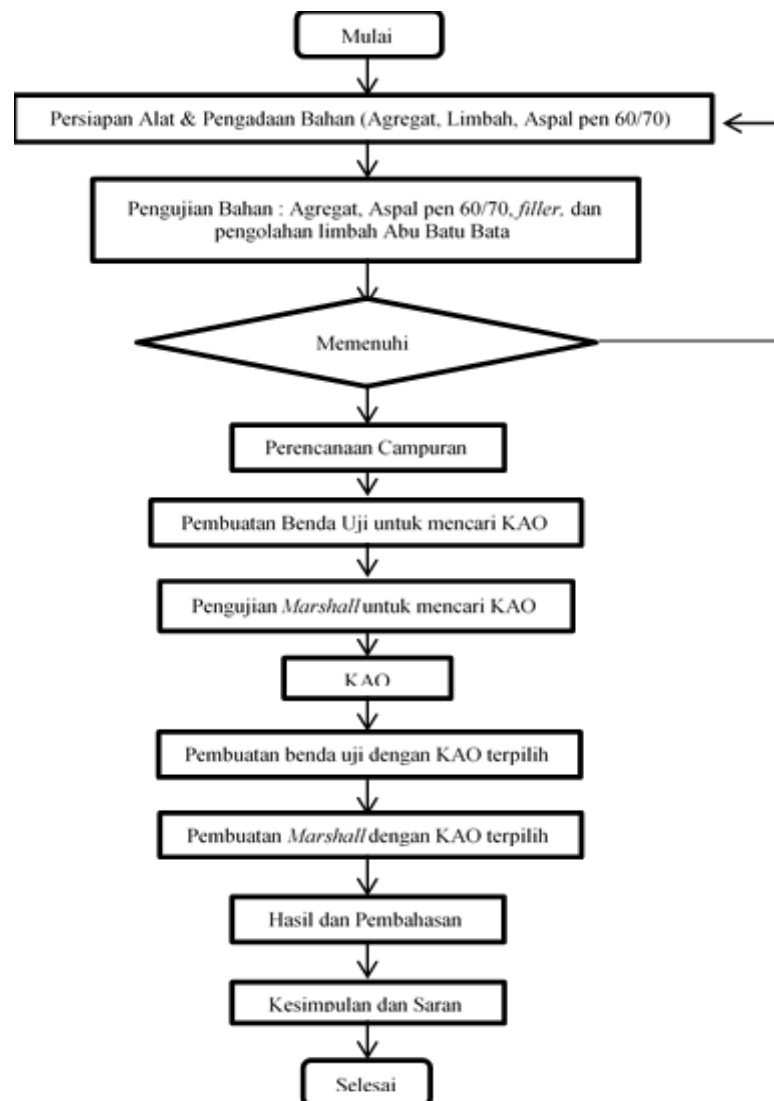
Limbah batu bata adalah sisa batu bata yang dibentuk untuk keperluan arsitektur seperti membuat dinding. Bahan dasar pembentuk bata merah ini memiliki sifat plastis. Tanah liat ini digunakan sebagai bahan dasar pembentuk bata merah hingga mengeras seperti batu pada proses pembakaran suhu tinggi di atas 800 °C [3]. Pengertian bata menurut SNI 152094 tahun 2000 adalah bahan bangunan prismatik padat atau berongga dengan volume rongga maksimum 15% dan diperuntukan untuk konstruksi dinding bangunan yang terbuat dari tanah liat atau tidak dicampur bahan tambahan dipanggang pada suhu kamar [4]. Pemilihan limbah batu bata sebagai *filler* campuran aspal karena bahan yang mudah dijumpai dan cenderung murah dari segi biaya.

Berdasarkan permasalahan diatas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Analisis Pengaruh Abu Batu Bata Pekanbaru Dan Abu Batu Bata Ujung Batu Sebagai Pengganti Sebagian *Filler* Terhadap Nilai Stabilitas *Marshall* Laston Lapis Aus (AC-WC)”.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan Laboratorium PT. Bina Pembangunan Adi Jaya, Ujung Batu Kabupaten Rokan Hulu, untuk mendapatkan data yang dibutuhkan penelitian ini yaitu Data primer yang dikumpulkan secara langsung melalui kegiatan percobaan yang dilakukan langsung dengan mengacu pada petunjuk manual yang ada . Penelitian ini dengan pemanfaatan limbah batu bata dari dua daerah asal yaitu Abu Batu Bata Pekanbaru , Riau dan Abu Batu Bata Ujung Batu Kabupaten Rokan Hulu Provinsi Riau sebagai bahan campuran AC– WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*) dengan panduan pengujian mengacu standar AASHTO (*The American Association of State Highway and Transportation Officials*), BS (*British Standard*), ASTM (*American Society for Testing and Materials*).

Secara umum, penelitian ini menggunakan bahan berupa agregat dari Ujung Batu Kabupaten Rokan Hulu Agregat Kasar (*Course Aggregate*) ukuran 10/10 mm, Agregat Sedang (*Medium Aggregate*) dengan ukuran 5/10 mm, Agregat Halus (*Fine Aggregate*) dengan ukuran 0/5 mm dan Aspal Pertamina dengan penetrasi 60/70. Kemudian, untuk mencari kadar aspal optimum dengan aspal tengah 6% dilakukan melalui kombinasi lima variasi kadar aspal diantaranya adalah 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7%. Kemudian pengujian yang dilakukan pada penelitian ini meliputi beberapa pengujian analisa saringan, berat jenis agregat dan penyerapan sesuai persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Distribusi Ukuran Butiran Agregat

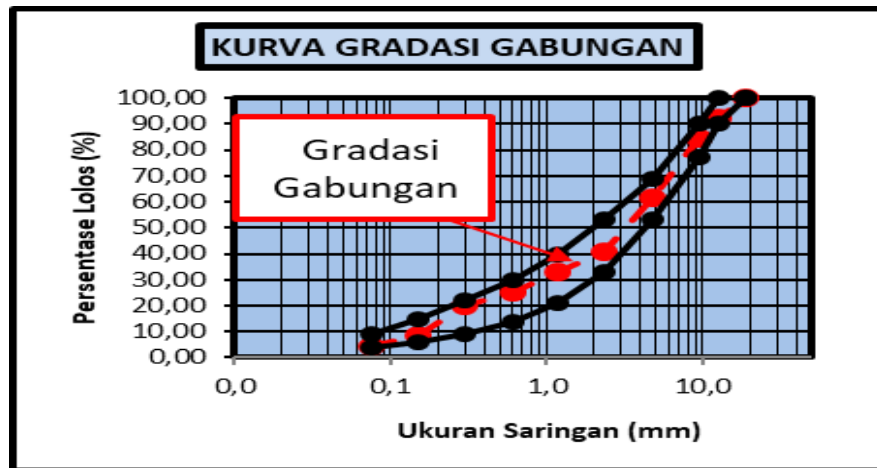
Dalam penelitian ini pemeriksaan analisa saringan dimaksudkan sebagai pegangan dalam menentukan penggabungan agregat dalam campuran aspal. Data yang didapat dari hasil perhitungan analisa saringan agregat kasar, agregat medium, agregat halus (abu batu) dan pasir dapat dilihat pada tabel 1. Hasil distribusi menunjukkan bahwasanya besar material maksimum untuk batu pecah ukuran 3/4 berada di rentang 12,7 hingga 19 mm. Sedangkan saringan terkecil yang dapat menahan material adalah pada saringan 1,75 mm. Selain itu, untuk ukuran batu pecah 3/8 menunjukkan butiran maksimum berada di rentang 9,5 hingga 12,7 mm. Sedangkan saringan terkecil yang dapat menahan material adalah berada pada rentang 0.6 mm.

Tabel.1 Hasil Distribusi Ukuran Butiran Agregat (Analisa Saringan)

Ukuran Saringan		(%) Lolos Material			
(mm)	(Inchi)	BPC.3/4"	BPC. 3/8"	Abu Batu	Filler Abu batu
25	1,0 "	100,00	100,00	100,00	100
19	3/4 "	100,00	100,00	100,00	100
12,7	1/2 "	41,01	100,00	100,00	100
9,5	3/8 "	6,19	86,80	100,00	100
4,75	No, 4	1,75	16,41	91,80	100
2,36	No, 8	0,00	3,38	63,90	100
1,18	No, 16	0,00	2,82	51,05	100

0,60	No, 30	0,00	1,90	38,60	100
0,30	No, 50	0,00	0,00	30,84	100
0,15	No, 100	0,00	0,00	11,93	100
0,075	No,200	0,00	0,00	4,50	100

Komposisi campuran AC-WC yang terdiri dari 4 fraksi yaitu agregat kasar, agregat medium, agregat halus (abu batu) dan pasir. Presentase masing-masing agregat diperoleh dengan metode matrik. Didapat hasil 20,16% untuk agregat kasar, 43,37% untuk agregat medium, 28,09% untuk agregat abu batu, dan 8,37% pasir. Nilai ini didapat dari komposisi campuran AC-WC yang terdiridari 4 fraksi. Presentase pemakaian agregat tersebut dikalikan dengan persen lolos masing-masing agregat sehingga didapatkan gradasi agregat gabungan. Gradasi agregat gabungan ini harus memenuhi persyratan menurut Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 untuk campuran aspal AC-WC [6].



Gambar 2. Grafik Gradasi Agregat Gabungan Campuran AC-WC.

3.2. Hasil Pengujian Aspal

Pada penelitian ini bahan pengisi *filler* yang digunakan adalah serbuk batu bata yang lolos ayakan saringan No. 200. Selanjutnya, penelitian ini menggunakan aspal dengan penetrasi 60-70 dengan berat jenis sebesar 1,3 gr/cc. Pada pengujian mutu aspal hanya mengambil data sekunder yang dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil pengujian menunjukkan karakteristik aspal yang diuji telah memenuhi seluruh persyaratan dari pengujian itu sendiri [7]. Hal ini dapat dilihat pada penetrasi dimana menghasilkan penetrasi sebesar 63,24. Selain itu, indikator lainnya titik nyala aspal berada di angka 300, dan titik lembek aspal berada pada nilai 49,75 derajat Celcius. Hal ini masih memnuhi syarat, yakni berada diantara nilai 48-58 untuk titik lembek dan minimal 232 derajat Celcius untuk titik nyala aspal.

Tabel 2. Pengujian Aspal

No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian	Persyaratan Pengujian
1	Penetrasi	0,1	63,24	60-70
2	Titik Lembek	C	49,75	48-58
3	Titik Nyala	C	300	Min 232
4	Daktilitas	C	135	Min 100
5	Berat jenis	gr/cc	1,03	Min 1,0

3.3. Hasil Perhitungan Perkiraan Awal Kadar Tengah (pb)

Setelah hasil dari presentase gradasi agregat campuran didapatkan, maka selanjutnya ditentukan perkiraan awal kadar aspal tengah rancangan (pb). Variasi kadar aspal yang digunakan sebanyak 5 variasi yang tiap masing-masing berbeda 0,5%. Untuk perhitungan perkiraan kadar aspal rencana awal (pb) didapatkan bahwasanya besaran variasi dari prosentase aspal yang optimal adalah berada diantara 5,5%-6,5% dengan nilai sebesar 6,1%.

3.4. Pembuatan benda uji

Proses selanjutnya adalah melakukan pembuatan benda uji, Pembuatan ini melibatkan agregat, gradasi agregat, aspal penetrasi 60-70 dan abu batu bata yang telah memenuhi syarat, selanjutnya akan dibuat benda uji dengan dua tahapan [8]. Tahapan pertama, yakni benda uji dengan aspal penetrasi 60-70 dalam campuran AC-WC dengan variasi kadar aspal sebesar 4% ; 4,5% ; 5% ; 5,5% ; dan 6%. Benda uji dibuat banyak 15 buah, dimana setiap variasi kadar aspal dibuat 3 buah benda uji. Benda uji ini dibuat bertujuan untuk menentukan kadar aspal optimum (KAO). Tahapan berikutnya yakni dibuat benda uji dengan KAO terhadap campuran *filler* abu batu bata dengan variasi kadar 0%, 20%, 40%, 60%, dan 80% *filler* abu batu bata [9]. Tiap variasi kadar *filler* abu batu bata masing-masing dibuat benda uji sebanyak 3 buah, maka total seluruhnya dibuat didapat sebanyak 30 buah benda uji terhadap kadar *filler* abu batu bata .

Pengujian *Marshall* dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai stabilitas (*stability*) dan nilai kelelahan (*flow*) dari campuran aspal yang direncanakan. Dari hasil pengujian ini dapat juga ditentukan besarnya kadar aspal optimum (KAO) campuran, dengan menentukan 6 parameter *Marshall* yaitu stabilitas, flow, MQ, VIM, VMA, dan VFA terlebih dahulu. Hasil analisa tersebut harus memenuhi standar persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 2) terhadap campuran AC-WC. Hasil pengujian *Marshall* dari 5 variasi dengan jumlah benda uji aspal 15 buah dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji *Marshall*

No	Parameter	Satuan	Kadar Aspal			Spek
			5,5%	6,00%	6,5%	
1	VMA	%	15,27	15,46	14	min 15
2	VFA	%	72,07	78,81	97,35	min 65
3	VIM	%	4,27	3,27	0,37	3,0-5,0
4	Stability	Kg	1528,3	1159,7	1215,4	min 800
5	Flow	mm	3,32	2,54	2,99	2,0-4,0

Dapat dilihat bahwa, nilai VMA,VFA , flow dan stability memenuhi spek yang diatur dalam spesifikasi umum 2018 untuk pekerjaan konstruksi jalan dan jembatan, sedangkan untuk nilai VIM pada kadar aspal 6,5 % belum memenuhi standar spesifikasi. Dari hasil pengujian *Marshall* tersebut di dapatkan nilai KAO untuk campuran sebesar 6,1%.

3.5. Hasil Pengujian

Setelah pengujian awal melalui uji *Marshall* untuk mendapatkan KAO telah selesai dilaksanakan maka hasil dari pengujian tersebut digunakan sebagai kadar aspal optimum pada campuran aspal yang diteliti. Sampel akan diberikan abu batu bata yang berasal dari kota Pekanbaru dan Ujung Batu dengan persentase pengganti abu bata 0%, 20%, 40%, 60% dan 80% dengan jumlah total sampel keseluruhan sebanyak 30 sampel. Pengujian yang dilaksanakan pada sampel yang di teliti adalah pengujian *Marshall* untuk mengetahui nilai VMA, VFA,VIM, Stability dan Flow dari masing masing sampel yang dibuat. Adapun hasil dari pengujian diberikan pada Tabel 4. Dapat dilihat hasil pengujian *Marshall* untuk campuran asal dengan filler abu batu bata Pekanbaru. Nilai VMA untuk campuran Filler abu bata Pekanbaru memiliki kecenderungan menurun dari persentasi 0%-80%, untuk nilai VFA maksimum terdapat pada persentase 60% dengan nilai 83,43%. Pada nilai stability memiliki nilai yang naik dibandingkan sampel yang tidak ditambah dengan abu bata dengan nilai stability maksimum pada persentase 20% dengan nilai 1566,72 Kg. nilai flow untuk semua persentase pemakaian abu batu mengalami penurunan di setiap persentase 0%-80%.

Tabel 4. Hasil pengujian *Marshall* dengan *filler* abu batu bata Pekanbaru

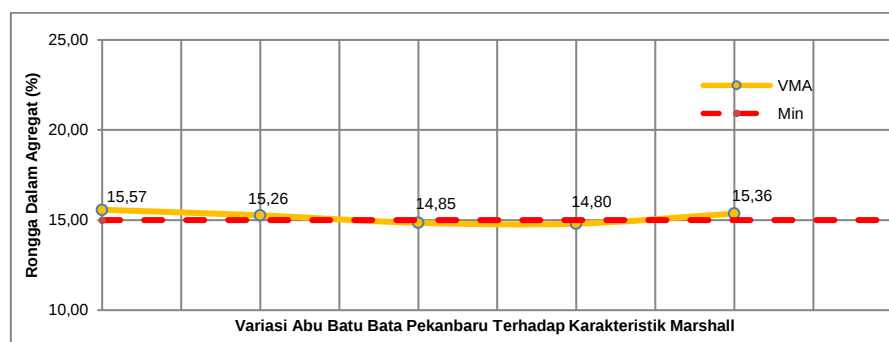
No	Parameter	Satuan	Kadar Filler Abu Batu Bata Pekanbaru				
			0%	20,0%	40,00%	60,00%	80,0%
1	VMA	%	15,57	15,26	14,85	14,8	15,36
2	VFA	%	78,56	80,58	83,12	83,43	79,84
3	VIM	%	3,34	3,00	2,51	2,46	3,1
4	Stability	Kg	1209,6	1566,72	1518, 72	1516,8	1472,6
5	Flow	mm	2,73	2,29	1,51	1,28	1,49

Selanjutnya dibandingkan pengujian yang sama pada filler abu bata Ujung Batu. Hasilnya dapat ditunjukkan pada tabel 5. Hasil pengujian *Marshall* meunjukkan campuran asphalt dengan filler abu batu bata Ujung Batu. Nilai VMA untuk campuran Filler abu bata yang berasal dari Ujung Batu memiliki nilai maksimum pada persentase 40% dengan nilai 16,03%, untuk nilai VFA maksimum terdapat pada persentase 0% dengan nilai 78,56% dan nilai minimum pada persentase 40% dengan nilai 76,13%. Pada nilai stability memiliki nilai yang naik dibandingkan sampel yang tidak ditambah dengan abu bata dengan nilai stability maksimum pada persentase 20% dengan nilai 1553,28 Kg. Nilai flow maksimum pada persentase 0% dengan nilai 2,73 mm dan nilai minimum pada persentase 40% dengan nilai 1,64 mm.

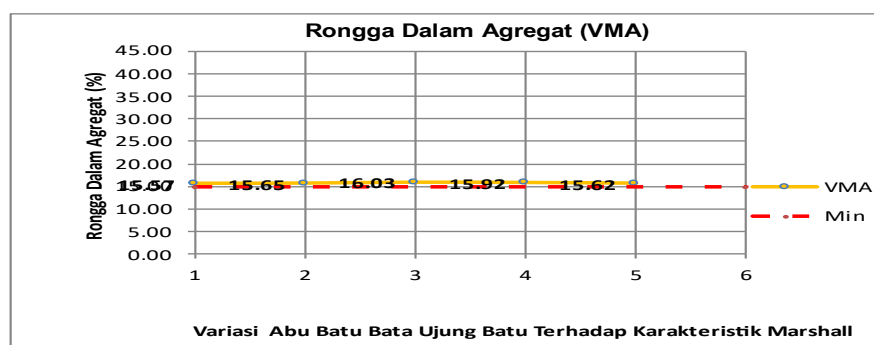
Tabel 5. Hasil pengujian *Marshall* deingan filler abu batu bata Ujung Batu

No	Parameter	Satuan	Kadar Filler Abu Batu Bata Ujung Batu				
			0%	20,0%	40,00%	60,00%	80,0%
1	VMA	%	15,57	15,65	16,03	15,92	15,62
2	VFA	%	78,56	78,12	76,13	76,8	78,3
3	VIM	%	3,34	3,43	3,86	3,73	3,39
4	Stability	Kg	1209,6	1553,28	1530,24	1486,08	1463
5	Flow	mm	2,73	2,43	1,64	2	1,73

Analisa selanjutnya adalah pengecekan VMA (*Void In Mineiral Agreigat*). VMA merupakan rongga udara yang ada diantara butir-butir agregat dalam campuran agregat aspal padat, termasuk rongga udara dan kadar aspal efektif, VMA merupakan prosentase voluime rongga didalam agregat yang terisi oleh aspal. Nilai VMA teirgantuing pada uikuiran mineiral agregat, tekstur permukaan agregat, bentuk partikel, dan metode pemadatannya. Nilai VMA berpengaruh pada sifat kekedapan campuran terhadap air dan dara, sehingga kemampuannya menahan keausan semakin baik. Jika nilai VMA terlalu kecil, maka pada campuran dapat mengalami masalah durabilitas dan mengakibatkan lapisan aspal menjadi lebih mudah rusak. Namun sebaliknya, jika nilai VMA terlalu besar maka akan bermasalah pada stabilitasnya. Hasil dari VMA terlihat pada gambar 2 dan 3. Hasil analisa menggambarkan bahwasanya Abu bata Pekanbaru memiliki nilai VMA yang lebih kecil daripada abu bata yang berasal dari Ujung Batu.

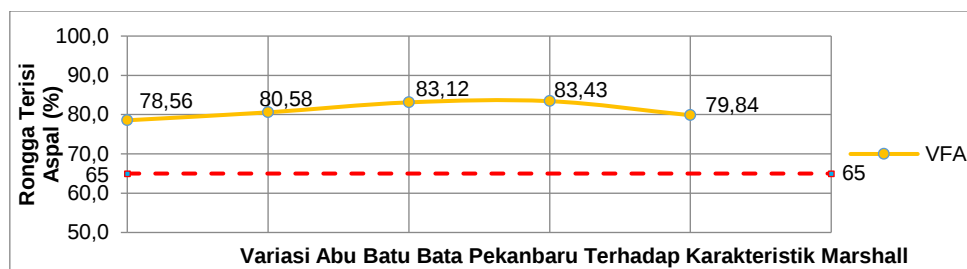


Gambar 3. Grafik Nilai VMA Dengan Penggunaan Abu Batu Bata Pekanbaru Terhadap Karakteristik Marshall

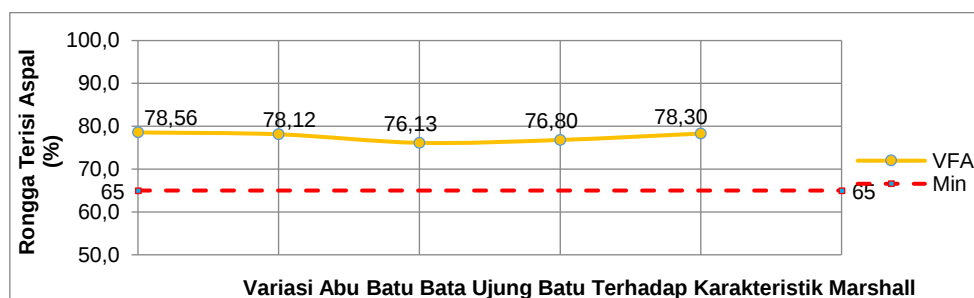


Gambar 4. Grafik Nilai VMA Deingan Penggunaan Abu Batu Bata Ujung Batu Terhadap Karakteristik Marshall

Parameter yang dilakukan analisis berikutnya adalah rongga terisi aspal atau biasa disebut VFA [9]. *VFA (Void Filled with Asphalt / VFA)* adalah presentase rongga terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pemadatan diluar aspal yang diserap agregat. Untuk menghasilkan campran peirkerasan yang awet, maka rongga-rongga antara harus terisi aspal yang cukup untuk mendapatkan lapisan aspal yang baik. Hasil analisis ini terlihat ada gambar 5 dan gambar 6. Gambaran hasil analisis memperlihatkan bahwa semakin besar presentase penambahan komposisi *filler* abu batu bata kedalam campuran aspal, maka nilai *VFA* semakin tinggi [10]. Nilai *VFA* pada kadar aspal optimum untuk campuran diperoleh pada kadar *filler* 100% abu batu sebesar 78,56%, untuk 80% abu batu + 20 abu batu bata Pekanbaru sebesar 80,58%, untuk 60% abu batu + 40% abu batu bata Pekanbaru sebesar 83,12 %, untuk 40% abu batu + 60% abu batu bata pekanbaru sebesar 83,43%, 20% untuk abu batu + 80% abu batu bata pekanbaru sebesar 79,84 %. untuk 80% abu batu + 20 abu batu bata Ujung Batu sebesar 78,12%, untuk 60% abu batu + 40% abu batu bata Ujung Batu sebesar 76,13%, untuk 40% abu batu + 60% abu batu bata Ujung Batu sebesar 76,8%, 20% untuk abu batu + 80% abu batu bata Ujung Batu sebesar 78,3%. Untuk semua variasi *filler* telah memenuhi syarat Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (Revisi 2) yaitu nilai minimum *VFA* untuk campuran AC-WC adalah 65%. Nilai *VFA* berpengaruh pada sifat kekedapan campuran terhadap air dan udara. *VFA* juga menentukan stabilitas, fleksibilitas, durabilitas pada lapis pekerasan. Semakin tinggi nilai *VFA* maka semakin banyak rongga dalam campuran yang terisi aspal sehingga kekedapan campuran terhadap air dan udara juga semakin tinggi, namun apabila nilai *VFA* terlalu rendah akan menyebabkan terjadinya *bleeding*. Jika nilai *VFA* terlalu tinggi maka akan menyebabkan campuran kurang kedap terhadap air dan udara karena lapis film aspal menjadi tipis dan akan mudah retak bila menerima beban sehingga akhirnya menyebabkan lapis perkerasan tidak tahan lama.

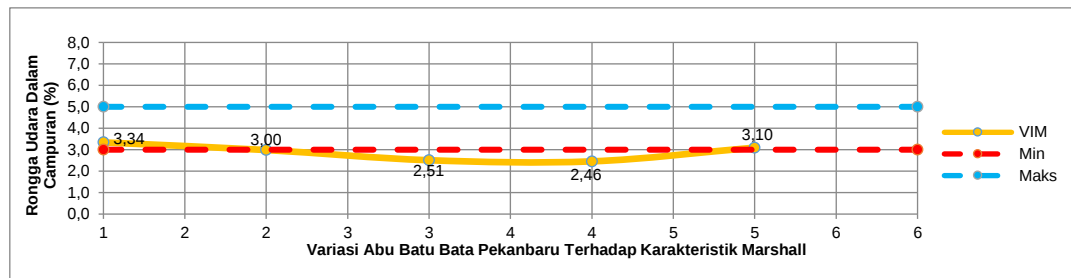


Gambar 5. Grafik Nilai VFA Dengan Penggunaan Abu Batu Bata Pekanbaru Terhadap Karakteristik Marshall

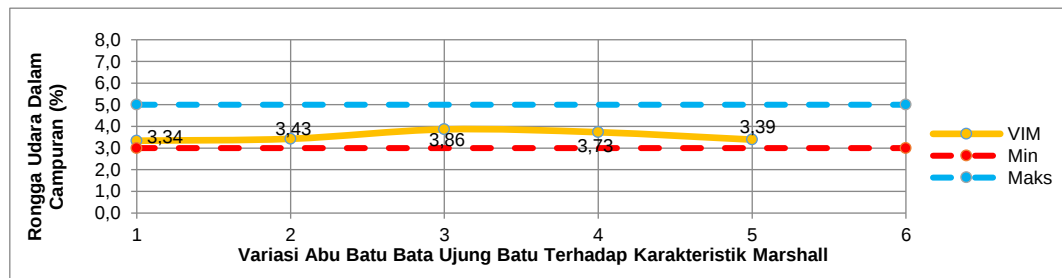


Gambar 6. Grafik Nilai VFA Dengan Penggunaan Abu Batu Bata Ujung Batu Terhadap Karakteristik Marshall

Analisis berikutnya adalah parameter *VIM (Void In the Mix)*. *VIM* merupakan nilai persentase rongga yang masih teirsisa pada campuiran aspal [11]. Nilai *VIM* pada komposisi *filler* abu batu bata yang berbeda terhadap kadar aspal optimum 6,1% pada penelitian *Marshall*. Hasil analisis tergambarkan pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7. Hubungan VIM dngan Filler Abu Batu Bata Peikanbaru pada KAO

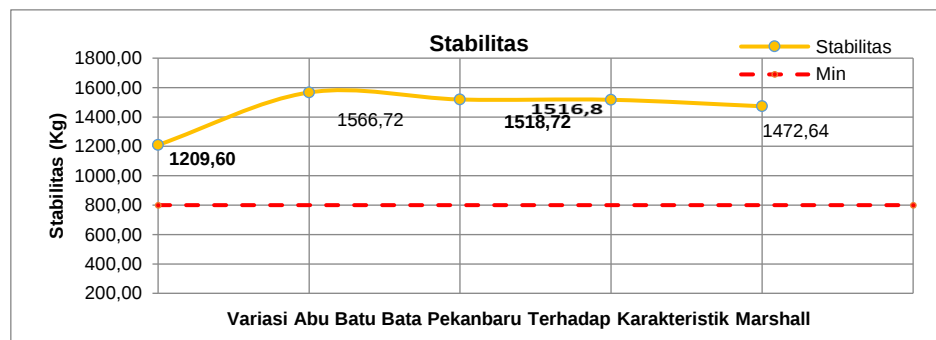


Gambar 8. Hubungan VIM dengan Filler Abu Batu Bata Ujung Batu pada KAO

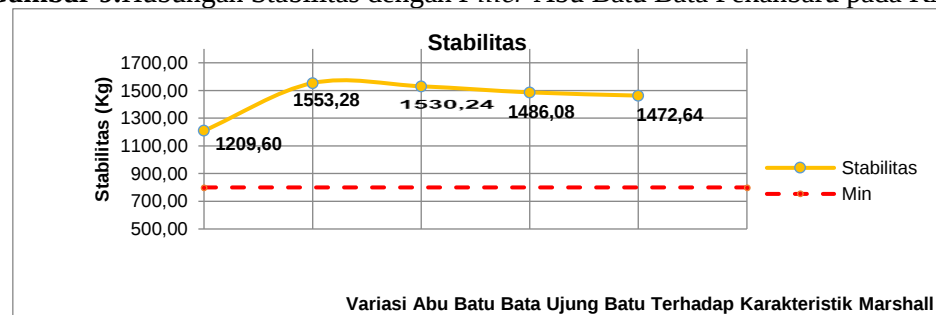
Dapat dilihat bahwa semakin besar penambahan komposisi *filler* abu batu bata kedalam campuran aspal, maka nilai *VIM* semakin menurun, Nilai *VIM* pada kadar aspal optimum untuk campuran dengan komposisi *filler* 100% abu batu sebesar 3,34%, 80% abu batu + 20% abu batu bata Pekanbaru sebesar 2,99%, 60% abu batu + 40% abu batu bata pekanbaru sebesar 2,51%, 40% abu batu + 60% abu batu bata pekanbaru sebesar 2,46%, 20% abu batu + 80% abu batu bata pekanbaru sebesar 3,1%. untuk 80% abu batu + 20 abu batu bata Ujung Batu sebesar 3,34%, untuk 60% abu batu + 40% abu batu bata Ujung Batu sebesar 3,86%, untuk 40% abu batu + 60% abu batu bata Ujung Batu sebesar 3,73%, 20% untuk abu batu + 80% abu batu bata Ujung Batu sebesar 3,39% Pada semua variasi *filler* telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (Revisi 2) mengisyaratkan nilai *VIM* untuk campuran AC-WC minimum yaitu 3,5% dan maksimum yaitu 5% [12].

Nilai *VIM* merupakan ukuran yang umum dikaitkan dengan durabilitas dan kekuatan dari campuran perkerasan. Semakin tinggi nilai *VIM* maka menunjukkan semakin besar rongga dalam campuran sehingga campuran bersifat porus dan hal ini mengakibatkan campuran menjadi kurang rapat sehingga air dan udara mudah memasuki rongga-rongga dalam campuran, maka menyebabkan lekatan antar butiran agregat berkurang sehingga terjadi pelepasan butiran pada lapis perkerasan. Namun sebaliknya, semakin rendah nilai *VIM* maka mengakibatkan campuran aspal akan kedap terhadap air, sehingga udara tidak dapat masuik kedalam lapisan perkerasan menyebabkan perkerasan akan cepat mengalami kerusakan dan juga dapat mengakibatkan *bleeding* (aspal meleleh keluar) pada saat memikul beban lalu lintas [13].

Stabilitas merupakan kemampuan lapis perkerasan untuk menerima beban lalu lintas yang bekerja diatasnya tanpa mengalami perubahan bentuk tetap seperti gelombang (*washboarding*), alur (*rutting*), dan *bleeding*. Inti dari stabilitas ialah tahanan terhadap geser atau kekuatan saling mengunci (*interlocking*) yang dipunyai bahan agregat, dan lekatan yang disumbangkan oleh aspal. Stabilitas tetap tinggi bilamana agregat terkunci satu sama lain dengan baik. Stabilitas sangat dipengaruhi oleh kadar aspal [14]. Penggunaan aspal dalam campuran akan menentukan nilai stabilitas campuran tersebut. Seiring penambahan aspal, nilai stabilitas akan meningkat hingga batas maksimum. Namun penambahan aspal di atas batas maksimum, akan menurunkan nilai stabilitas sehingga lapis perkerasan menjadi kaku dan mudah retak.



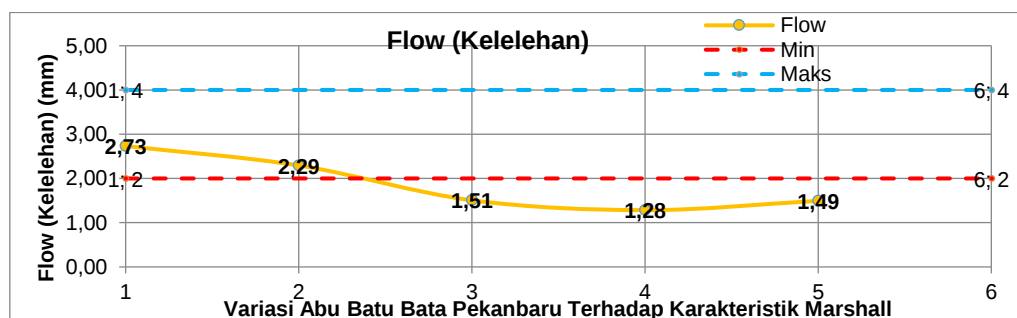
Gambar 9. Hubungan Stabilitas dengan *Filler* Abu Batu Bata Pekanbaru pada KAO



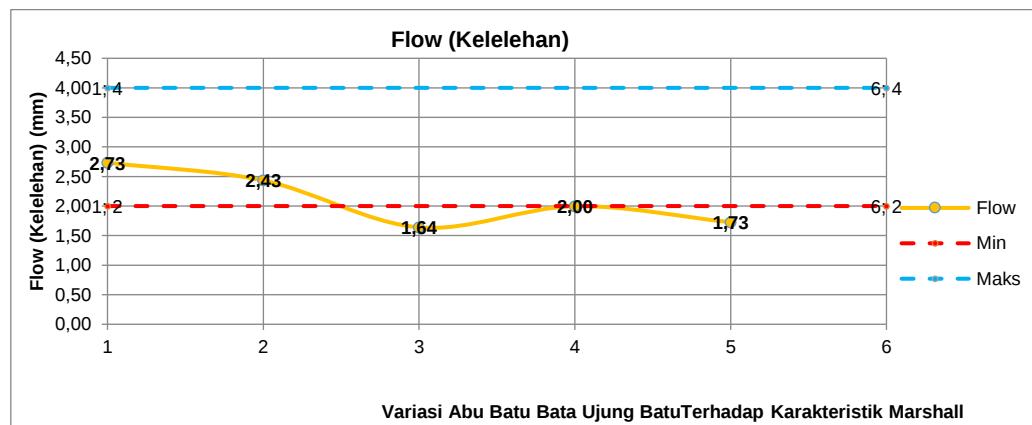
Gambar 10. Hubungan Stabilitas dengan *Filler* Abu Batu Bata Ujung Batu pada KAO

Didapat bahwa nilai Stabilitas cenderung mengalami peningkatan dan penurunan dengan bertambahnya komposisi *filler* abu batu bata pada kadar yang berbeda. Nilai stabilitas tertinggi yaitu pada komposisi *filler* 50% abu batu + 50% abu batu bata dan nilai stabilitas terendah terdapat pada komposisi *filler* 100% abu batu. Pada semua variasi *filler* untuk nilai stabilitas telah memenuhi persyaratan Bina Marga 2018 (revisi 2) dengan nilai minimumnya yaitu 800 Kg. Hasil penelitian memperoleh nilai stabilitas terhadap kadar aspal optimum pada komposisi *filler* 100% abu batu sebesar 1209,6%, 80% abu batu + 20% abu batu bata pekanbaru sebesar 1566,72%, 60% abu batu + 40% abu batu bata pekanbaru sebesar 1518,72%, 40% abu batu + 60% abu batu bata pekanbaru sebesar 1516,8%, 20% abu batu + 80% abu batu bata pekanbaru sebesar 1472,6%. 80% abu batu + 20% abu batu bata Ujung Batu sebesar 1553,28%, 60% abu batu + 40% abu batu bata Ujung Batu sebesar 1530,24%, 40% abu batu + 60% abu batu bata Ujung Batu sebesar 1486,08%, 20% abu batu + 80% abu batu bata Ujung Batu sebesar 1463%. Nilai stabilitas yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan lapisan perkerasan terlalu kaku dan akan mudah terjadi retak pada waktu menerima beban lalu lintas sehingga tingkat keawetannya berkurang. Namun bila nilai stabilitas terlalu rendah akan mudah mengalami *rutting* oleh beban lalu lintas atau terjadi deformasi. Hasil nilai stabilitas yang besar pada penelitian ini disebabkan karena faktor besarnya angka kalibrasi pada alat pengujian *Marshall* yaitu lbs=1553,28 kg.

Kelelahan (*Flow*) adalah keadaan perubahan bentuk campuran yang terjadi akibat pembebanan sampai batas runtuh, sehingga stabilitas menurun yang menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapis perkerasan akibat menahan beban yang diterima. Ketahanan terhadap kelelahan (*flow*) merupakan kemampuan aspal beton menerima lendutan berulang akibat repetisi beban. Nilai *Flow* dipengaruhi oleh kadar aspal, viskositas aspal, gradasi agregat, jumlah dan temperatur pemadatan.



Gambar 11. Hubungan Flow dengan *Filler* Abu Batu Bata Pekanbaru pada KAO



Gambar 12. Hubungan Flow dengan Filler Abu Batu Bata Ujung Batu pada KAO

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang di lakukan, Semakin besar campuran komposisi Filler abu batu bata, maka nilai VMA dan VIM seimakin reindah. Namun pada nilai VFA dan MQ semakin tinggi. Pada nilai Flow dan Stabilitas, nilai mengalami pningkatan dan peinurunan yaitu pada variasi filler 100% abu batu hingga 60% + 40% abu batu bata nilai semakin tinggi, namun nilai stabilitas dan flow meingalami penurunan pada variasi filler 20% abu batu + 80% abu batu bata hingga 100% abu batu bata nilai semakin rendah. Dan Hasil penelitian dari karakteristik *Marshall* pada campuiran AC-WC terhadap pengaruh penggunaan filler abu batu bata dengan variasi komposisi filler 100% abui batu, 80% abu batu + 20% abu batu bata, 60% abu batu + 40% abu batu bata, 40% abu batu + 60% abu batu bata, dan 20% abu batu + 80% abu batu bata dengan kadar aspal optimum 6,1% yang sesuai memenuhi standar Spesifikasi Bina Marga 2018 (Revisi 2).q

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aminuddin, M., Winarto, S., & Cahyo, Y. (2018). Job Mix Laston (Ac-Bc) Menggunakan Bubuk Gypsum Dan Abu Bata Merah. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 1(2), 325–336. <https://doi.org/10.30737/jurmateks.v1i2.420> Direktorat Jenderal Bina Marga. 2018. *Spesifikasi Umum Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan*. Jakarta.
- [2] Cahyadi, Hendra, Sukmana Wijaya Kasuma. (2018). Penggunaan Kapur Padam Sebagai Pengganti Filler Pada Campuran AC-WC. *MEDIA ILMIAH TEKNIK SIPIL*. Vol. 7. No. 1.
- [3] Maranatha, O., Widodo, S., & Azwansyah, H. (2021). Pemanfaatan Kapur Tohor, Kapur Padam dan Kapur Karbonat Sebagai Filler pada Perkerasan AC-WC Ditinjau Dari Karakteristik *Marshall*. *Jurnal Teknik Sipil Universitas TanjungPURA PO*, 8(1), 1–10.
- [4] S.P, Yosef Cahyo, Ahmad Ridwan, Agata Iwan Canra, (2019). Penelitian Penambahan Serbuk Bata Merah dan Pasir Pada Aspal Beton. *JURMATEX*. Vol. 2, No. 2.
- [5] Samodera, S. A. B., Setianto Poernomo, Y. C., Ridwan, A., & Candra, A. I. (2019). Penelitian Penambahan Serbuk Bata Merah Dan Pasir Brantas Pada Aspal Beton. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 2(2), 256. <https://doi.org/10.30737/jurmateks.v2i2.517>
- [6] Soehardi, F. (2019). Perbandingan Kadar Aspal Hasil Ekstraksi Pada Campuran Aspal Ac-Bc. *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 3(2), 54–63. <https://doi.org/10.30601/jtsu.v3i2.26>
- [7] Sukirman. (1999). *Perkerasan Jalan Lentur*. Jakarta: Nova.
- [8] Sukirman, S. 2003. (2003). Beton Aspal Campuran Panas. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- [9] Sukirman, S., (2008), *Beton Aspal Campuran Panas*, Edisi ke-2, Penerbit Yayasan Obor Indonesia, Jakarta
- [10] Sukirman, S., (2016), *Beton Aspal Campuran Panas*, Granit, Bandung Sukirman,
- [11] Yusep Daiman Sakur, & Ida Farida. (2019). Analisis Penggunaan Serbuk Bata Merah Sebagai Filler Pada Campuran Laston Lapis Aus (ACWC). *Jurnal Konstruksi*, 17(1), 18–27. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.17-1.591>

- [12] Wibowo, Agus, Yulis Widhia astuti, Antonius Andi Tjandra, (2022), Pemanfaatan Serbuk Bata Merah Untuk Campuran Aspal Beton Ac-Wc Terhadap Karakteristik *Marshall*. De'Teksi Jurnal Teknik Sipil Unigoro. Vol. 7 No. 1
- [13] Widodo, S., (2004), Optimalisasi Kuat Tekan Self-Compacting Concrete dengan Cara Trial-Mix Komposisi Agregat dan Filler Pada Campuran Adukan Beton, Jurnal Penelitian Saintek, Vol.9, Nomor 1, Lembaga Penelitian UNY
- [14] Wulandari, F. I., (2011), Pengaruh Penambahan Serbuk Gergaji Kayu Jati (*Tectona Grandits L.f*) pada Paduan Tanah Liat dan Abu Sampah Terhadap Kualitas Batu Bata Merah Di Kabupaten Karanganyar, Skripsi pada FMIPA Universitas Sebelas Maret, Surakarta, tidak diterbitkan