JURNAL KARAJATA ENGINEERING Vol. x No. x, Bulan 20xx, pp. xx-xx, eISSN: xxxx-xxxx
http://jurnal.umpar.ac.id/index.php/karajata
DOI http://dx.doi.org/xx.xxxx/karajata

ANALISA PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PEMADATAN PADA CAMPURAN ASPAL ACWC TERHADAP PARAMETER MARSHALL

Jusmawati[1*], Rahmawati[2], Imam[3]
[1,2,3]Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel:

Dikirim: tgl-bulan-tahun
Revisi: tgl-bulan-tahun
Diterima: tgl-bulan-tahun
Tersedia *online*: tgl-bulan-tahun

Keywords:

Temperature, AC-WC, Marshall Parameters

***Penulis Korespondensi:**

Jusmawati,
Program Studi Teknik Sipil,
Universitas Muhammadiyah Parepare,
Jl Jenderal Ahmad Yani KM. 6,
Kota Parepare, Indonesia.
Email: *jusmawaty12@gmail.com

ABSTRACT

The temperature of the hot mix mixture is an important factor in the compaction of flexible pavement layers, especially Laston AC-WC which is one of the commonly used types of surface layers. If the compaction is carried out at a very low temperature where the mixture is already less elastic then the given compaction will no longer increase the density of the mixture but will instead damage or possibly destroy the mixture. The purpose of this study was to determine the Optimum Asphalt Content and the variation of compaction temperature of the AC-WC mixture on the marshall parameters. This study uses the Marshall test method referring to the general specifications of Bina Marga 2018 revision II. The value of Optimum Asphalt Content obtained from this mixture is 6.1089%. The test results with different temperature variations that meet the standard specifications, namely temperatures of 145°C and 160°C, so that both temperatures can be applied in the field.

ABSTRAK

Temperatur campuran hot mix merupakan faktor penting pada pelaksanaan pemadatan lapisan perkerasan lentur terutama Laston AC-WC yang merupakan salah satu jenis lapis permukaan yang umum digunakan. Bila pemadatan dilakukan pada temperatur yang sangat rendah dimana campuran sudah bersifat kurang elastis maka pemadatan yang diberikan tidak lagi akan menaikkan kepadatan campuran tetapi justru akan merusak atau menghancurkan campuran tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui Kadar Aspal Optimum dan variasi temperatur pemadatan campuran AC-WC terhadap parameter marshall. Penelitian ini menggunakan metode *Marshall test* mengacu pada spesifikasi umum Bina Marga 2018 revisi II. Nilai Kadar Aspal Optimum yang diperoleh dari campuran ini adalah 6,1089%. Hasil pengujian dengan variasi suhu yang berbeda yang memenuhi standar spesifikasi yaitu suhu 145°C dan 160°C sehingga yang dapat diterapkan di lapangan adalah kedua suhu tersebut.

This is an open access article under the CC BY-SA license.

I. PENDAHULUAN

Jumlah pertumbuhan volume lalu-lintas setiap tahun kian meningkat dikarenakan pertumbuhan penduduk yang sangat pesat dan mengakibatkan peningkatan mobilitas antar daerah, antar provinsi bahkan antar negara. Kondisi tersebut harus didukung oleh konstruksi jalan yang berkualitas, terutama dari kualitas lapis perkerasan untuk memberikan keamanan dan kenyamanan dalam berkendara [2]. Kerusakan jalan telah menjadi permasalahan yang biasa di hadapi oleh penduduk sekarang ini, beberapa hal yang menjadi penyebab kerusakan di beberapa daerah adalah sebagai berikut mutu jalan kurang baik, kondisi drainase permukaan jalan, pemadatan lanjut akibat pembebanan lalu-lintas di lapangan dapat menyebabkan penurunan struktural dalam campuran sampai mengakibatkan bleeding.

Bleeding terjadi jika dalam pelaksanaan penghamparan, pengontrolan terhadap temperatur pemadatan yang tidak sesuai dengan syarat suhu pemadatan suatu jenis aspal panas (*Hot Mix*), sehingga tidak tercapainya nilai kepadatan yang direncanakan banyaknya lokasi perkerasan yang tidak dapat melayani sesuai umur rencana yang direncanakan [3].

Kondisi natural Negara Indonesia yang termasuk negara-negara beriklim tropis mempengaruhi secara langsung kondisi desain jalan yang ada. Selain menerima temperatur tinggi dari radiasi sinar matahari dan curah hujan yang tinggi, lapisan permukaan jalan juga menerima panas akibat gaya gesek roda kendaraan yang melintas diatasnya. Apabila temperatur naik melampaui titik leleh aspal, maka viskositas atau kekentalan campuran aspal akan

menurun sehingga fungsinya sebagai bahan pengikat dalam campuran menjadi berkurang [2].

A. Aspal Beton

Aspal beton (hotmix) adalah suatu bahan yang terdiri dari campuran antara batuan (agregat kasar dan agregat halus) dengan bahan ikat aspal yang mempunyai persyaratan tertentu, dimana kedua material sebelum dicampur secara homogen, harus dipanaskan terlebih dahulu [12]. Karena dicampur dalam keadaan panas, maka sering disebut sebagai hotmix. Dalam campuran aspal harus dipanaskan untuk memperoleh tingkat kecairan (viskositas) yang tinggi agar dapat menghasilkan mutu campuran yang baik dan kemudahan dalam pelaksanaan.

B. Lapis Aspal Beton

Lapis aspal beton (Laston) adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan raya, yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Material agregatnya terdiri dari campuran agregat kasar, agregat halus dan filler yang bergradasi baik yang dicampur dengan penetrasi grade aspal. Laston dikenal pula dengan nama AC (*Asphalt Concrete*). Menurut Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2018 tebal nominal minimum Laston adalah 4 – 7,5 cm. Sesuai fungsinya Laston memiliki 3 (tiga) macam campuran yaitu [4] :

1) *Laston Sebagai Lapis Aus*: Dikenal dengan nama AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*), dengan tebal nominal minimal adalah 4 cm.

2) *Laston Sebagai Lapisan Pengikat*: Dikenal dengan nama AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course*), dengan tebal nominal minimum adalah 6 cm.

3) *Laston Sebagai Lapisan Pondasi*: Dikenal dengan nama AC-Base (*Asphalt Concrete-Base*), dengan tebal nominal minimum adalah 7,5 cm.

C. Bahan Campuran Beton

Laston yang direncanakan di Indonesia setara dengan spesifikasi Bina Marga 2018 [4] dan digunakan untuk jalan-jalan dengan lalu lintas berat, tanjakan, pertemuan jalan dan daerah-daerah lainnya dimana permukaan menanggung beban roda yang berat. Berikut adalah bahan campuran beton aspal yaitu :

1) *Agregat*: Terbagi menjadi agregat kasar dan agregat halus.

2) *Aspal*: Terbagi menjadi aspal cair dan aspal modifikasi.

3) *Bahan Pengisi*: Filler merupakan mateial pengisi yang terdiri dari abu batu, abu kapur (limestone dust), abu terbang, semen (PC) atau bahan mom plastis lainnya yang harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bahan-bahan lain yang mengganggu.

D. Volumetrik Campuran Beton

1) *Rongga Udara Dalam Campuran/Void In Mix (VIM): D*igunakan untuk mengetahui besarnya rongga campuran dalam persen.

2) *Rongga Pada Campuran Agregat/ Void Mineral Agregat (VMA):* Merupakan rongga antar butiran agregat dalam campuran aspal yang sudah dipadatkan serta aspal efektif yang dinyatakan dalam presentase volume total campuran.

3) *Rongga Terisi Aspal/Void Filled With Asphalt (VFA):* Merupakan persen rogga yang terdapat diantara partikel agregat VMA yang terisi oleh aspal, tetapi tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat.

4) *Berat Jenis (Specific Gravity):* Berat jenis yang diuji terdiri dari tiga jenis yaitu berat jenis bulk (dry), berat jenis bulk campuran (density), berat jenis maksimum (theoritis). Perbedaan ketiga istilah in disebabkan karena perbedaan asumsi kemampuan agregat menyerap air dan aspal.

E. Volumetrik Campuran Beton

Aspal pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu aspal dapat menjadi lunak/cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton atau masuk kedalam pori-pori saat penyemprotan/penyiraman pada perkerasan macadam ataupun peleburan. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (sifat termoplastis).

Tabel 1. Ketentuan Viskositas dan Temperatur Aspal Untuk Pencampuran dan Pemadatan

No.	Prosedur Pelaksanaan	Viskositas Aspal (c.St)	Perkiraan Temperatur Aspal (°C) Tipe I
1	Pencampuran benda uji *Marshall*	170 ± 20	155 ± 1
2	Pemadatan benda uji *Marshall*	280 ± 30	145 ± 1
3	Pencampuran, rentang temperatur sasaran	200 – 500	145 – 155
4	Menuangkan campuran beraspal dari alat pencampur ke dalam truk	± 500	135 – 150
5	Pemasokan ke alat penghampar	500 -1.000	130 – 150
6	Pemadatan awal (roda baja)	1000 – 2000	125 – 145
7	Pemadatan antara (roda karet)	2.000 – 20.000	100 – 125
8	Pemadatan akhir (roda baja)	< 20.000	>95

F. Kadar Aspal Rencana

Kadar aspal rencana merupakan perkiraan awal kadar aspal optimum dapat direncanakan setelah dilakukan pemilihan dan penggabungan pada tiga fraksi agregat.

Pengecekan terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO) untuk setiap variasi.

G. Metode Marshall

Rancangan campuran berdasarkan metode Marshall ditemukan oleh Bruce Marshall, dan telah distandarisasi oleh ASTM ataupun AASHTO melalui beberapa modifikasi, yaitu ASTM D 1559-76, atau AASHTO T-245-90. Prinsip dasar metode Marshall adalah pemeriksaan stabilitas dan kelelehan (*flow*), serta analisis kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk.

H. Penelitian Terdahulu

1) *Analisa Pengaruh Variasi Temperatur Pemadatan Campuran Laston Lapis Antara (AC-BC) dengan Menggunakan Aspal Modifikasi: P*eningkatan temperatur pemadatan pada campuran ACBC konvensional dan modifikasi berpengaruh terhadap karakteristik Marshall, dimana nilai VFA, Stabilitas, dan MQ juga meningkat, sedangkan nilai VIM, VMA, dan Flow mengalami penurunan. Hasil uji karakteristik Marshall diketahui bahwa campuran AC-BC konvensional memiliki nilai VFA, dan Flow yang lebih tinggi dibanding campuran AC-BC modifikasi, sedangkan untuk nilai VIM, VMA, dan Stabilitas lebih rendah [8].

2) *Analisis Pengaruh Variasi Gradasi Aspal Porus Terhadap Parameter Marshall dan Permeabilitas:* Hasil dari analisa gradasi agregat yang didapatkan dari analisa saringan, didapatkan 3 variasi gradasi yang digunakan yaitu, variasi gradasi dengan agregat kasar 70% (atas), agregat kasar 73% (tengah) dan agregat kasar 75% (bawah). Ketiga variasi tersebut masuk dalam spesifikasi batas maksimal dan minimal gradasi Split Mastic Asphalt kasar (SMA). Variasi gradasi berpengaruh terhadap nilai parameter marshall adalah dengan perbedaan nilai mulai dari nilai VIM, VMA, flow, Stabilitas dan MQ. Gradasi tengah menghasilkan nilai stabilitas, VIM yang lebih tinggi dari gradasi atas dan gradasi bawah. Dengan nilai Stabilitas tertinggi 1.201,702 kg dan nilai VIM tertinggi 8.719% namun untuk gradasi bawah tidak memenuhi spesifikasi untuk menentukan Kadar aspal optimum (KAO) [11].

3) *Variasi Suhu Pemadatan Pada Campuran Beton Aspal Menggunakan Bahan Tambah Anti Stripping:* Berdasarkan yang telah diteliti [1], dengan KAO 6%, kadar Wetfix Be 0,3%, dan variasi suhu pemadatan 70, 90, 110, 130, 150 dan 160 C, penambahan suhu pemadatan pada aspal beton dapat meningkatkan nilai kepadatan, % Rongga Terisi Aspal, Stabilitas, dan Marshall Quotient serta menurunkan % rongga di antara agregat, % rongga dalam campuran dan kelelehan. Rentang Suhu pemadatan yang masih memenuhi parameter Marshall yaitu pada suhu 120°C sampai dengan 160°C. Adapun nilai suhu optimum pemadatan untuk campuran beton aspal yang sebesar 140°C, dengan nilai VMA 18,10%, VFB 73,09%, VIM 4,88 %, Stabilitas 1228,28 kg, kelelehan 3,93 mm dan MQ 362,14 kg/mm, memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010.

4) *Analisis Pengaruh Suhu Pemadatan Laboratorium Terhadap Kepadatan Beton Aspal:* Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa suhu pemadatan berpengaruh terhadap kepadatan beton aspal serta sifat-sifat volumetrik beton aspal. Suhu pemadatan beton aspal 150° C memiliki kepadatan paling tinggi dibandingan variasi suhu pemadatan lainnya serta paling memenuhi syarat dibandingkan lainnya dengan nilai VMA 17.28%, VIM 6.91%, VFA 60.01%, Stabilitas 817.80 kg, Flow 3.01 mm dan MQ 282.70 kg/mm [10].

5) *Pengaruh Temperatur Pemadatan Terhadap Marshall Properties:* Dari semua nilai parameter Marshall yang memenuhi persyaratan adalah pada rentang kadar aspal 5,50 – 6,00%, sehingga didapat kadar aspal optimum pada nilai tengah rentang batas di atas adalah sebesar 5,70%. Pengaruh temperatur pemadatan terhadap nilai karakteristik uji Marshall, memberikan hasil bahwa semakin turunnya temperatur nilai Stabilitas semakin turun dan untuk nilai flow nya semakin turun [7].

6) *Pengaruh Suhu Pemadatan Terhadap Stabilitas Dan Flow Bahan Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston):* Suhu pemadatan berpengaruh terhadap nilai stabilitas dan flow/kelelahan Lapis Tipis Aspal Beton, Bentuk hubungan antara suhu pemadatan terhadap nilai stabilitas dan flow pada Lapis Tipis Aspal Beton, dituliskan dalam persamaany = -0,0315x2 + 10,155x - 349,33 [9].

7) *Pengaruh Faktor-Faktor Iklim Mikro Pada Penurunan Suhu Di Jalan Tol:* Dari hasil pengujian dapat disimpulkanbahwa besarnya penurunan suhu di sepanjang jalan tol untuk komposisi A adalah 9,23°C ± 1,39°C, komposisi B adalah 0,59°C ± 0,43°C, komposisi C adalah 1,47°C ± 0,78°C dan komposisi D adalah 2,40°C ± 0,91°C. Persamaan penurunan suhu disertai faktor-faktor iklim mikro (kelembaban udara dan kecepatan angin) yang mempengaruhi yaitu Y = 3,347 X1–31,499 X2+7,245 untuk komposisi A, Y = 0,276 X1+7,429 X – 0,109 untuk komposisi B, Y = 0,066 X1+25,866 X2–5,436 untuk komposisi C dan Y = 0,339 X1+4,710 X2–0,169 untuk komposisi D, dengan X1 adalah kenaikan kelembaban udara dan X2 adalah kenaikan kecepatan angin [13].

8) *Analisis Pengaruh Jarak Dan Waktu Terhadap Penurunan Temperatur Aspal Campuran Panas:* Penurunan temperatur dalam pengiriman aspal campuran panas pada kedua rute dan semua waktu pengiriman telah memenuhi persyaratan minimum yang tercantum dalam Spesifikasi Teknis Bina Marga Tahun 2017 Seksi 9.07 (3) yaitu minimum temperatur aspal campuran panas yang akan dihampar adalah

130˚C dan temperatur hampar minimum yang terjadi adalah 150,33 ˚C [6].

9) *Durabilitas Campuran Aspal Ac-Bc Terhadap Perubahan Suhu:* Hasil penelitian menunjukkan bahwa akibat pengaruh suhu menyebabkan nilai stabilitas benda uji menurun dari kondisi normal, yaitu benda uji campuran kondisi normal yang tidak dilakukan variasi suhu nilai stabilitasnya mencapai 2251 Kg, sedangkan untuk benda uji terutama pada suhu 25 ^{0}c selama 7,15.30 dan 45 hari terhadap campuran aspal laston AC-BC nilai stabilitasnya rata-rata adalah 1879 Kg,1625 Kg,1497 Kg dan 1380 Kg [5].

I. Tujuan Umum Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui Kadar Aspal Optimum dari campuran AC-WC yang diperoleh dan mengetahui variasi temperatur pemadatan campuran AC-WC terhadap parameter Marshall.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu penelitian di laboratorium yang bertujuan untuk menyelidiki sebab akibat antara satu sama lain dan membandingkan hasilnya. Proses penelitian dilakukan dengan melakukan serangkaian pengujian terhadap karakteristik bahan yang digunakan dengan persyaratan yang ditentukan.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium PT. Mareraya Multi Pratama Jaya Sempang E Sengkang Kabupaten Wajo. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan Juni 2021.

C. Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan pembuatan benda uji berdasarkan kebutuhan bahan dari setiap hitungan yang dilakukan. Alat dan bahan dipastikan dalam kondisi yang baik dan sesuai spesifikasi. Alat yang digunakan dari Laboratorium PT. Mareraya Multi Pratama Jaya Sempang E Sengkang Kabupaten Wajo.

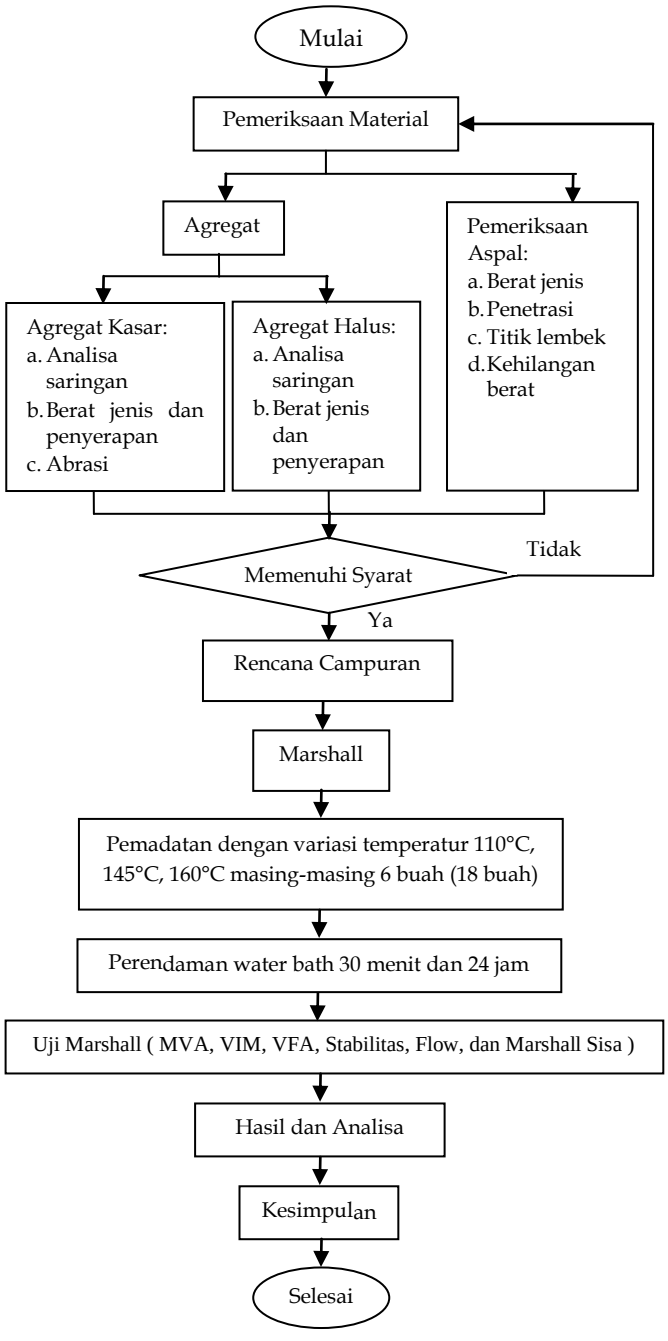
1) *Alat*: Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari mesin Los Angeles, saringan (ayakan), mesin penggetar ayakan (*shieveshaker*), oven, timbangan, talang, kompor, wajan, sodek, *thermometer*, *mold, compactor,* dongkrak dan Marshall.

2) *Bahan*: Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari agregat halus (abu batu), agregat kasar (batu pecah ukuran 0,5-1), agregat kasar (batu pecah ukuran 1-2), semen dan aspal minyak.

D. Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data-data sebagai bahan utama dalam penulisan ini, yaitu mengadakan penelitian/pengujian material di Laboratorium dan mengadakan wawancara terhadap pihak-pihak yang berkaitan langsung dengan Laboratorium jalan dan aspal.

E. Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Material

Hasil dari pengujian agregat ini harus sesuai dengan acuan Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga tahun 2018.

1) *Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar*

Tabel 2. Hasil pengujian analisa saringan agregat kasar 1-2

Saringan		Berat Tertahan Sampel I	Berat Tertahan Sampel II	Rata-rata Lolos %
ASTM	(mm)			
¾	19	0,000	0,000	100
½	12,5	1212,000	1239,300	18,306
3/8	9,5	253,000	238,300	1,933
No. 4	4,75	35,400	22,600	0,000
No. 8	2,36			
No. 16	1,18			
No. 30	0,6			
No. 50	0,3			
No. 100	0,15			
No. 200	0,075			
PAN				
Total		1500,400	1500,200	

Tabel 3. Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar 0,5-1

Saringan		Berat Tertahan Sampel I	Berat Tertahan Sampel II	Rata-rata Lolos %
ASTM	(mm)			
¾	19	0,000	0,000	100
½	12,5	0,000	0,000	100
3/8	9,5	25,500	32,400	98,070
No. 4	4,75	1290,100	1257,900	13,154
No. 8	2,36	184,800	209,900	0,000
No. 16	1,18			
No. 30	0,6			
No. 50	0,3			
No. 100	0,15			
No. 200	0,075			
PAN				
Total		1500,400	1500,200	

2) *Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus*

Tabel 4. Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus (Abu Batu)

Saringan		Berat Tertahan Sampel I	Berat Tertahan Sampel II	Rata-rata Lolos %
ASTM	(mm)			
¾	19	0,000	0,000	100,000
½	12,5	0,000	0,000	100,000
3/8	9,5	0,000	0,000	100,000
No. 4	4,75	0,000	0,000	100,000
No. 8	2,36	327,600	349,200	77,442
No. 16	1,18	423,500	443,200	48,553
No. 30	0,6	264,400	272,500	30,658
No. 50	0,3	144,800	133,200	21,392
No. 100	0,15	159,600	145,500	11,223
No. 200	0,075	81,100	71,500	6,136
PAN		99,100	85,000	0,000
Total		1500,1	1500,1	

3) *Hasil Pengujian Analisa Saringan 200 Pada Filler*

Tabel 5. Hasil Pengujian Analisa Saringan Pada Filler

Jenis *Filler*	Nomor Saringan	Ukuran Saringan	Spesifikasi	Hasil Penelitian
Semen	No. 200	0,075	Min. 75 %	99,1 %

4) *Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Dan Penyerapan Agregat Kasar:* Pengujian ini meliputi berat jenis (*bulk*), berat jenis kering permukaan jenuh (*Saturated Surface Dry = SSD*), berat jenis semu (*Apparent*) dan penyerapan dari agregat kasar. Nilai hasil pengujian ini dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 6. Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar 1-2

No	Pengujian	Spesifikasi	Nilai
1	Berat Jenis Kering Oven (*bulk*) Kering Permukaan Jenuh (*SSD*) Semu (*Apparent*)	Perbandingan agregat kasar dan halus maks 0,2	2,553 2,598 2,674
2	Penyerapan (absorpsi)%	Maks. 3%	1,781

Hasil pengujian ini telah memenuhi persyaratan (Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 2018) dimana berat jenis pada agregat kasar yang disyaratkan tidak boleh lebih 0,2% dari agregat halus. Penyerapan agregat kasar yang disyaratkan maksimum 3%.

Tabel 7. Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar 0,5-1

No	Pengujian	Spesifikasi	Nilai
1	Berat Jenis Kering Oven (*bulk*) Kering Permukaan Jenuh (*SSD*) Semu (*Apparent*)	Perbandingan agregat kasar dan halus maks 0,2.	2,540 2,592 2,680
2	Penyerapan (Absorpsi) %	Maks. 3%	2,068

Hasil pengujian ini telah memenuhi persyaratan dimana berat jenis pada agregat kasar yang disyaratkan tidak boleh lebih 0,2% dari agregat halus. Penyerapan agregat kasar yang disyaratkan maksimum 3%.

5) *Hasil Uji Fisis Berat Jenis Agregat Dan Penyerapan Agregat Halus:* Pengujian ini meliputi berat jenis (*bulk*), berat jenis kering permukaan jenuh (*Saturated surface dry* = SSD), berat jenis semu (*Apparent*) dan penyerapan dari agregat halus. Nilai hasil pengujian ini dapat dilihat pada berikut.

Tabel 8. Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus Abu Batu

No	Pengujian	Spesifikasi	Nilai
1	Berat Jenis Kering Oven (*bulk*) Kering Permukaan Jenuh (*SSD*) Semu (*Apparent*)	Perbandinganagregat kasar dan halus maks 0,2	2,544 2,601 2,697
2	Penyerapan (Absorpsi) %	Maks. 3%	2,224

Hasil pengujian ini telah memenuhi persyaratan dimana berat jenis pada agregat kasar yang disyaratkan tidak boleh lebih 0,2% dari agregat halus. Penyerapan agregat kasar yang disyaratkan maksimum 3%.

6) *Hasil Pengujian Berat Jenis Filler*

Tabel 9. Hasil Pengujian Berat Jenis Filler

Jenis *Filler*	Pengujian	Hasil Pengujian
Semen	Berat Jenis	3,10

7) *Hasil Pengujian Keausan Agregat Menggunakan Alat Abrasi Los Angeles*

Pengujian keausan agregat kasar dengan mesin *Los Angeles* bertujuan untuk mengetahui daya tahan agregat terhadap beban mekanis. Agregat diuji keausan dengan 500 kali putaran 12 bola baja yang dimasukkan ke dalam mesin *Los Angeles.*

Tabel 10. Hasil Pengujian Keausan Agregat Kasar

Pengujian	Spesifikasi	Hasil Pengujian
Keausan Agregat Kasar	Maks. 30 %	28,744 %

B. Pengujian Karakteristik Aspal

Pengujian Karakteristik aspal dilakukan untuk melihat kelayakan aspal yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji telah memenuhi persyaratan atau belum. Aspal yang digunakan berupa aspal penetrasi 60/70. Pengujian aspal yang dilakukan meliputi pengujian titik lembek aspal, penetrasi aspal dan berat jenis aspal.

1) Berat Jenis Aspal

Tabel 11. Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal

No. Sampel	Berat Piknometer	Berat Piknometer + Air	Berat Piknometer + Aspal	Berat Piknometer + Air + Aspal	Berat Jenis
	Gram	Gram	Gram	Gram	(Gr/cc)
1	40,400	97,600	89,400	99,200	1,034
2	40,800	98,300	90,300	99,600	1,027
Rata-rata	40,600	97,950	89,850	99,400	1,030

2) Penetrasi Aspal: Pengujian penetrasi aspal bertujuan untuk melihat besar penetrasi aspal yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji dan menyesuaikannya dengan spesifikasi yang digunakan.

Tabel 12. Hasil Pengujian Penetrasi Aspal

No. Sampel	Pembacaan (detik)					Rata-rata	Spesifikasi
	5	5	5	5	5		
1	66	64	68	66	63	65,40	60-70
2	67	69	65	63	68	66,40	60-70
Rata - rata						65,9	60-70

3) Titik Lembek Aspal: Pengujian titik lembek ini bertujuan untuk melihat perilaku aspal terhadap suhu karena pelembekan terhadap aspal tidak terjadi dalam sekejap pada suhu tertentu.

Tabel 13. Hasil Pengujian Titik Lembek Aspal

Pengujian	Spesifikasi	Hasil Pengujian
Titik Lembek Aspal	Min. 48°C	50,864°C

Pengujian ini dilakukan dengan mengambil 2 buah sampel dan nilai yang diambil adalah rata-rata dari kedua sampel tersebut. Hasil pengujian ini didapatkan nilai titik lembek sebesar 50,864°C. Nilai dari pengujian ini telah memenuhi persyaratan yang ditentukan dimana nilai titik lembek minimum pada aspal penetrasi 60/70 sebesar 48°C.

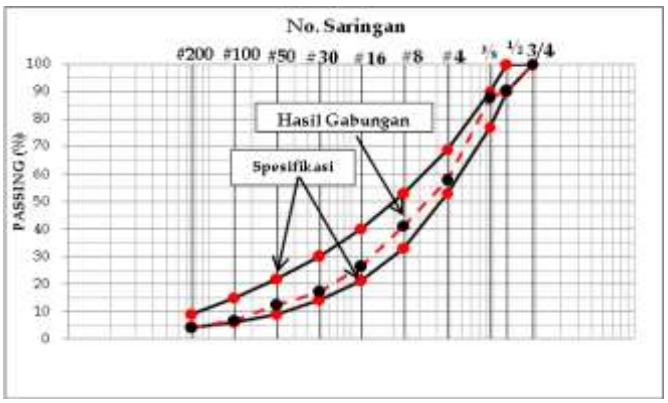
4) Kehilangan Berat Aspal

Tabel 14. Hasil Pengujian Kehilangan Berat Aspal

No. Sampel	Presentase penurunan berat aspal
1	0,216
2	0,221
Rata-rata	0,219

C. Rancangan Campuran Aspal Beton AC-WC

1) *Perhitungan Persentase Agregat Dengan Metode Grafis:* Setelah dilakukan pemeriksaan dan analisa gradasi untuk mengetahui berat dan presentase agregat yang lolos pada masing-masing saringan, dapat dilihat pada Gambar 2 komposisi campuran agregat dibawah ini



Gambar 2. Grafik Gradasi Agregat

Variasi kadar aspal ditentukan dengan rumus menurut seperti bawah ini :

$$Pb = 0{,}035\ (\%CA) + 0{,}045\ (\%FA) + 0{,}18\ (\%FF) + K \qquad (1)$$

Pb adalah kadar aspal tengah/ideal persen terhadap campuran, CA yaitu fraksi agregat kasar, FA adalah fraksi agregat sedang FF yaitu fraksi bahan pengisi dan K berupa konstanta (0,5-1,0).

Berdasarkan rumus di atas, pada penelitian campuran *Aspalt Concrete* ini didapat nilai aspal tengah:

Pb = 0,035 (57,96%) + 0,045 (37,79%) + 0,18 (4,25%) + 1
= 5,4945%

Kadar aspal yang diperoleh dibulatkan menjadi 5,5 %. Jika kadar aspal tengah a% maka digunakan variasi (a – 1)%, (a-0,5%), a%, (a+1)% untuk mencari kadar aspal optimum dengan aspal tengah 6% dibuat benda uji dengan 5 variasi kadar aspal yaitu : 4,5 %, 5,0 %, 5,5 %, 6,0 %, 6,5 %.

2) *Perhitungan Berat Agregat*

Tabel 15. Perhitungan Berat Agregat Beton Aspal AC-WC Setiap Variasi

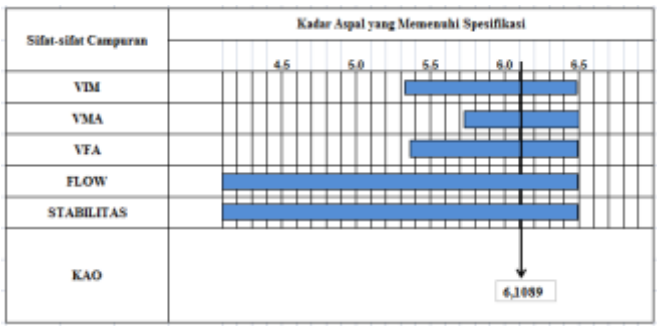
Kadar Aspal Rencana		**4,5%**	**5%**	**5,5%**	**6%**	**6,5%**
Total Campuran		1200	1200	1200	1200	1200
Kebutuhan Aspal		54	60	66	72	78
Berat Agregat		1146	1140	1134	1128	1122
Abu Batu	53%	607,3	604,2	601,02	597,8	594,66
Agregat (0,5-1)	34%	389,6	387,6	385,5	383,5	381,4
Agregat (1-2)	12%	137,5	136,8	136,08	135,3	134,6
Filler	1%	11,4	11,4	11,3	11,2	11,22
	100%	1146	1140	1134	1128	1122

D. Penentuan Kadar Aspal Optimum

Tabel 16. Hasil Pengujian Marshall Untuk Mencari KAO

Kadar Aspal	VIM (%)	VMA (%)	VFA (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)
4,50 %	6,046	13,738	55,191	1417,016	3,267
5,00 %	5,815	14,595	59,325	1341,643	3,367
5,50 %	4,786	14,727	66,678	1370,586	3,767
6,00 %	4,223	15,280	71,394	1386,867	3,833
6,50 %	3,593	15,771	76,199	1044,314	3,933
Spek.	3 – 5	Min. 15	Min. 65	Min. 800	2 – 4

Dilakukan penggambaran grafik untuk mendapatkan nilai KAO yang memenuhi spesifikasi.



Gambar 3. Grafik Untuk Mencari KAO

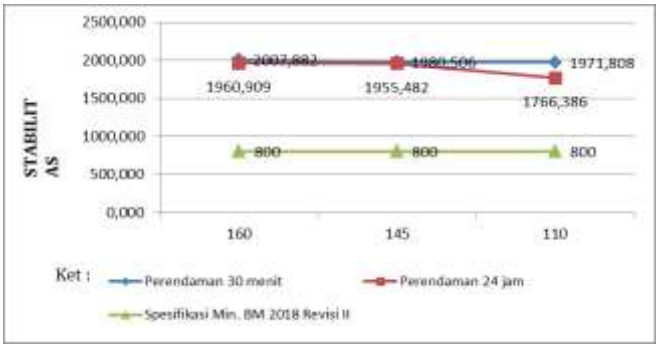
Setelah didapat nilai rata-rata pengujian Marshall setiap pengujian, maka diambil nilai yang paling terendah untuk menentukan nilai KAO, yaitu VMA.

$$KAO = \frac{5{,}716 + 6{,}5}{2} = 6{,}1089\%$$

E. Hasil Pengujian Marshall pada Kadar Aspal Optimum

Setelah didapatkan nilai KAO, selanjutnya dilakukan pembuatan benda uji pada ketiga variasi suhu untuk melihat nilai karakteristik Marshall yang meliputi, stabilitas, *flow*, VMA, VFA, dan VIM.

1) *Stabilitas :* Stabilitas merupakan kemampuan perkerasan untuk menerima suatu beban sampai terjadi kelelehan. Nilai stabilitas diperoleh dari hasil pembacaan langsung pada *marshall test* sewaktu melakukan pengujian *marshall*. Nilai stabilitas yang terlalu tinggi akan menghasilkan perkerasan yang terlalu kaku sehingga tingkat keawetannya berkurang. Hasil pengujian stabilitas terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh Variasi Suhu Terhadap Nilai Stabilitas

Pada gambar 4 menunjukkan bahwa pada perendaman 30 menit dan 24 jam untuk suhu 110°C, 145°C dan 160°C telah memenuhi spesifikasi minimum bina marga 2018. Pada gambar tersebut juga menunjukkan bahwa semakin lama perendaman maka nilai stabilitas juga semakin menurun.

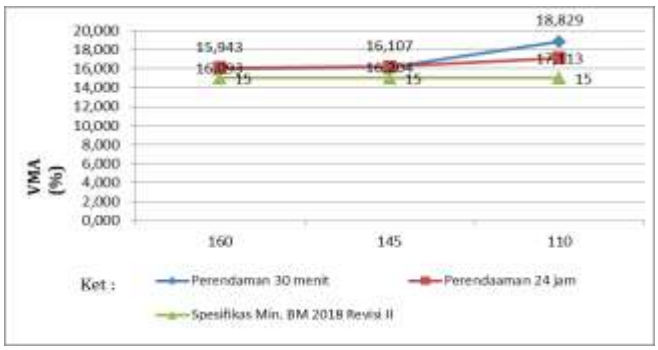
2) *Kelelehan (Flow):* Nilai flow merupakan nilai dari masing-masing yang ditunjukkan oleh jarum dial (dalam satuan mm) pada saat melakukan pengujian *Marshall*. Suatu campuran yang memiliki kelelehan yang rendah akan lebih kaku dan cenderung untuk mengalami retak dini pada usia pelayanannya, sedangkan nilai kelelehan yang tinggi mengindikasikan campuran bersifat plastis.



Gambar 5. Pengaruh Variasi Suhu Terhadap Nilai *Flow*

Pada gambar 5, dapat dilihat bahwa pada suhu 110°C untuk perendaman 30 menit dan 24 jam berada di atas spesifikasi maksimum flow, sedangkan pada suhu 145°C dan 160°C untuk perendaman 30 menit dan 24 jam berada diantara garis batas minimum dan garis batas maksimum flow.
Standar spesifikasi nilai flow yaitu minimal 2 dan maksimum 4, maka dari itu disimpulkan bahwa pada suhu 110°C tidak memenuhi spesifikasi karena nilai flow yang terlalu tinggi melebihi batas maksimum nilai flow. Sedangkan yang sesuai dengan standar spesifikasi dan dapat diterapkan dengan nilai flow yang stabil berada pada suhu 145°C dan 160°C.

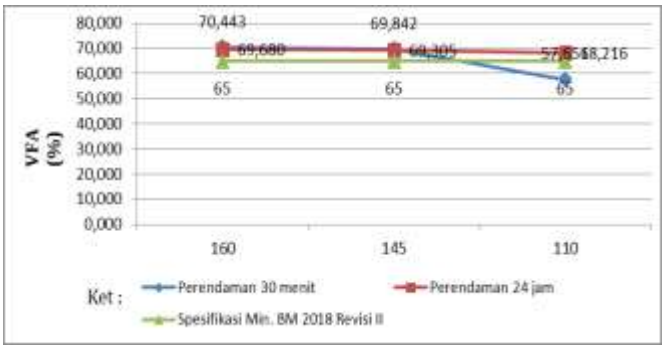
3) *Voids of Mineral Aggregate (VMA):* VMA merupakan volume pori di dalam beton aspal padat jika seluruh aspal ditiadakan. VMA menunjukkan persentase banyaknya rongga dalam agregat yang dapat diisi oleh aspal. Nilai VMA akan meningkat apabila diselimuti aspal dalam campuran lebih tebal. Hasil pengujian terhadap VMA dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Pengaruh Variasi Suhu Terhadap Nilai VMA

Pada Gambar 6, dapat dilihat bahwa suhu 110°C, 145°C dan 160°C semua berada di atas spesifikasi minimum VMA tetapi yang paling mendekati adalah suhu 145°C dan 160°C.
Standar spesifikasi VMA yaitu minimal 15% dan dapat dilihat pada grafik bahwa semua suhu berada di atas standar spesifikasi akan tetapi yang paling baik adalah yang paling mendekati batas minimum maka dapat disimpulkan bahwa suhu terbaik yaitu suhu 145°C dan 160°C.

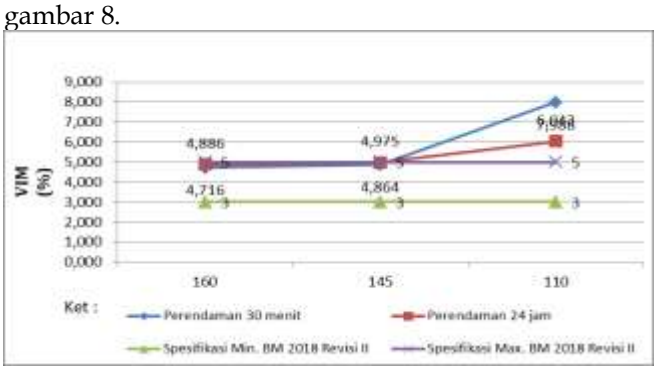
4) *Volume Of Voids Filled With Asphalt* (VFA): VFA biasa disebut dengan rongga terisi aspal. Semakin tinggi nilai VFA menandakan semakin banyaknya rongga dalam campuran yang terisi aspal sehingga campuran menjadi lebih kedap terhadap air dan udara. Nilai VFA yang terlalu kecil akan menyebabkan campuran aspal mudah teroksidasi yang akhirnya menyebabkan lapis perkerasan tidak tahan lama. Hasil pengujian terhadap VFA dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Pengaruh Variasi Suhu Terhadap Nilai VFA

Pada gambar 7, menunjukkan bahwa pada suhu 110°C untuk perendaman 30 menit berada di bawah garis minimum spesifikasi VFA. Sedangkan pada suhu 110°C untuk perendaman 24 jam berada di atas garis spesifikasi minimum. Kemudian pada suhu 145°C dan 160°C berada di atas garis standar spesifikasi minimum VFA.
Standar spesifikasi untuk VFA adalah minimum 65%. Maka dapat disimpulkan bahwa suhu 110°C untuk perendaman 30 menit tidak memenuhi spesifikasi minimum VFA maka suhu tersebut tidak dapat diterapkan. Sedangkan pada suhu 110°C perendaman 24 jam memenuhi standar spesifikasi minimum VFA. Kemudian suhu 145°C dan 160°C memenuhi spesifikasi minimum VFA maka dapat disimpulkan bahwa suhu ini dapat digunakan dan diterapkan.

5) *Voids in Mixture (VIM):* VIM adalah rongga yang terdapat dalam total campuran. VIM dibutuhkan untuk mengetahui persentase volume pori yang masih tersisa setelah campuran aspal dipadatkan. Nilai VIM yang besar menunjukkan bahwa rongga pada benda uji besar dan kurangnya kekedapan suatu benda uji terhadap air. Hasil pengujian VIM dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Pengaruh Variasi Suhu Terhadap Nilai VIM

Pada gambar 8, menunjukkan bahwa pada suhu 110°C melebihi batas maksimum nilia VIM. Sedangkan suhu 145°C dan 160°C berada diantara batas minimum dan maksimum nilai VIM. Standar spesifikasi VIM pada *Marshall* yaitu 3% – 5%. Maka dapat disimpulkan bahwa suhu 110°C tidak memenuhi spesifikasi karena berada diatas spesfikasi maksimum. Sedangkan suhu 145°C dan 160°C telah memenuhi spesifikasi.

IV. SIMPULAN

Dari hasil penelitian variasi temperatur pemadatan pada campuran aspal AC-WC terhadap parameter marshall yang telah dilakukan di Laboratorium PT. Mareraya Multi Pratama Jaya Sempang E Sengkang Kabupaten Wajo, maka dapat ditarik kesimpulan, sebagai berikut : Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yang diperoleh dari campuran ini adalah 6,1089%. Dari hasil uji marshall dengan variasi suhu yang berbeda maka dapat disimpulkan bahwa yang memenuhi standar spesifikasi terdapat pada suhu 145°C dan 160°C. Sedangkan suhu 110°C tidak memenuhi standar spesifikasi. Dari kesimpulan yang didapat maka yang dapat diterapkan di lapangan adalah suhu 145°C dan 160°C.

REFERENSI

[1] A. Susilowati dan E. Wiyono. "*Variasi Suhu Pemadatan Pada Campuran Beton Aspal Menggunakan Bahan Tambah Anti Stripping*," vol 1 no 1, hlm. 19, Maret 2019, ISSN 2655-9625, http://jurnal.pnj.ac.id/index.php/cmj

[2] A. W. Aninditiyo. "*Analisa Pengaruh Variasi Tempeatur pada Proses Pemadatan Campuran Aspal Beton*," Januari 2017, http://lib.ui.ac.id/detail?id=20248594&lokasi=lokal

[3] Badan Standardisasi Nasional. *Diklat Spesifikasi Umum Pekerjaan Jalan dan Jembatan*. Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2016.

[4] Badan Standardisasi Nasional. *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Tipis Aspal Beton Flexibel (LASTON)*. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga, 2018

[5] Bazar Asmawi. "*Durabilitas Campuran Aspal Ac-Bc Terhadap Perubahan Suhu*," vol 8 no 1, hlm. 88, Januari 2020, http://dx.doi.org/10.52333%2Fdestek.v8i1.586

[6] Fachturrahman dan B. H. Susilo. "*Analisis Pengaruh Jarak Dan Waktu Terhadap Penurunan Temperatur Aspal Campuran Panas*," vol 2 no 2, Februari 2021, https://doi.org/10.25105/psia.v2i2.10332

[7] G. Tarigan. "*Pengaruh Temperatur Pemadatan Terhadap Marshall Properties*," vol 14 no 1, hlm. 33-34, September 2018, ISSN 2598–3814, https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/but/article/view,798

[8] M. Machsus, F. H. Akbar, A. F. Mawardi, M. Khoiri dan R. Basuki. "*Analisa Pengaruh Variasi Temperatur Pemadatan Campuran Laston Lapis Antara (AC-BC) dengan Menggunakan Aspal Modifikasi*," vol 18 no 1, hlm. 110, Februari 2020, http://dx.doi.org/10.12962/j2579-891X.v18i1.6215

[9] Marjono. "*Pengaruh Suhu Pemadatan Terhadap Stabilitas Dan Flow Bahan Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston)*," vol 11 no. 1, hlm. 31, Februari 2017, http://dx.doi.org/10.33795/prokons.v11i1.126

[10] N. G. P Sukarta, I. G. A. G. S. Negara dan F. S. Herlambang. "*Analisis Pengaruh Suhu Pemadatan Laboratorium Terhadap Kepadatan Beton Aspal*," vol 1 no 1, hlm. 2019, http://ojs.pnb.ac.id/index.php/Proceedings/article/view/1691

[11] Q. Ayun, C. A. Prastyanto. "*Analisis Pengaruh Variasi Gradasi Aspal Porus Terhadap Parameter Marshall dan Permeabilitas*," vol 19 no 1, hlm. 63, Februari 2021, http://dx.doi.org/10.12962/j2579-891X.v19i1.8482

[12] S. Sukirman. *Perkerasan Lentur Jalan*. Malang, Indonesia: NOVA, 1999

[13] U. R. Pudjowati. "*Pengaruh Faktor-Faktor Iklim Mikro Pada Penurunan Suhu Di Jalan Tol*," vol 11 no 2, hlm. 91, August 2017, http://dx.doi.org/10.33795/prokons.v11i2.138