

PENGUNAAN GONDORUKEM SEBAGAI SUBSTITUSI ASPAL DALAM CAMPURAN AC-WC TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN

Ahmad Rozy Maulana¹, Sugeng Riyanto², Qomariah³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³

Email : rozy1455@gmail.com¹, gusriyan74@yahoo.com², qomariah.suryadi@gmail.com³

ABSTRAK

Gondorukem yang memiliki nama ilmiah (resina colophonium) adalah residu dari penyulingan getah hasil sadapan pohon pinus. Laston AC-WC merupakan campuran perkerasan yang terletak paling atas dan bersentuhan langsung dengan roda. Salah satu komponen beton aspal yang akan di substitusi yaitu aspal. Aspal merupakan material perekat berwarna hitam dan berperan untuk mengikat agregat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh Gondorukem terhadap campuran aspal beton dengan variasi kadar Gondorukem (0%, 4%, 6%, 8%). Penelitian dilakukan di laboratorium Uji Bahan Jalan Gedung Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang. Metode yang digunakan melibatkan 30 total benda uji yang dimana 21 untuk KAO dan 9 untuk gondorukem. Hasil pengujian dengan metode Marshall pada campuran non substitusi mendapatkan KAO 6,75%. Hasil dari benda uji variasi Gondorukem secara keseluruhan menunjukkan bahwa penggunaan Gondorukem meningkatkan nilai VIM. Variasi Gondorukem 4% yang memenuhi spesifikasi dengan nilai stabilitas 1121,38Kg, Flow 3,1mm, MQ 472,24kg/mm, VMA 18,35%, VIM 4,78%, dan VFA 73,21%. Estimasi biaya dari campuran dengan substitusi Gondorukem 4% didapat harga Rp. 1.861.402/ton.

Kata kunci: Gondorukem, AC-WC, aspal, anggaran biaya.

ABSTRACT

Gondorukem which has a scientific name (resina colophonium) is a residue from the distillation of sap from pine tree tapping. Laston AC-WC is a mixture of road pavement that is at the top and is directly related to the wheels of the vehicle. One of the components of asphalt concrete that will be substituted is asphalt. Asphalt is a black adhesive material and functions as an aggregate binder in road construction. The purpose of the study was to analyze how much Gondorukem affects the concrete asphalt mixture with variations in Gondorukem content (0%, 4%, 6%, 8%). This research was carried out in the Road Material Test laboratory of the Civil Engineering Building of the Malang State Polytechnic. The method used involved a total of 30 test pieces, of which 21 were for KAO and 9 for gondorukem. The results of testing the last on AC-WC mixture with the non-substitution marshall method obtained a KAO of 6.75%. The results of the Gondorukem variation test piece as a whole showed that the use of Gondorukem increased the VIM value. The Gondorukem variation is 4% which meets the specifications with a stability value of 1121.38Kg, Flow 3.1mm, MQ 472.24kg/mm, VMA 18.35%, VIM 4.78%, and VFA 73.21%. The estimated cost of Laston AC-WC with Gondorukem substitution of 4% is priced at Rp. 1,861,402 /ton.

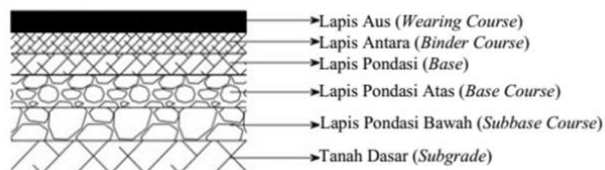
Keywords: Gondorukem, marshall, AC-WC, asphalt, cost budget.

1. PENDAHULUAN

Jalan adalah salah satu konstruksi pendukung prasarana transportasi darat. Jalan dengan volume lalu lintas tinggi bisa menyebabkan penurunan kualitas jalan. Ada beberapa macam jenis konstruksi jalan, di Indonesia umumnya menggunakan jenis perkerasan lentur. Material pengikat dalam pekerasan lentur berupa aspal yang merupakan bahan alam yang tidak terbarukan. Oleh karena itu, substitusi atau pencarian material alternatif merupakan salah satu pilihan untuk mendapatkan lapisan yang lebih baik dan menemukan material terbarukan. Bahan alternatif yang disebutkan dalam penelitian tersebut adalah dalam bentuk Gondorukem. residu dari penyulingan getah hasil sadapan pohon pinus.

Lapis Aspal Beton (Laston)

Laston adalah campuran aspal yang terdiri dari campuran agregat dan aspal. Aspal berfungsi sebagai perekat antar agregat, dan agregat berfungsi sebagai penguat. Lapisan aspal beton tersusun dari tiga jenis lapisan, yaitu Laston Lapis Aus/(AC-WC), Laston Lapis Pengikat/(AC-BC), dan Laston Lapis Pondasi / (AC-Base) (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018).



Gambar 1. Susunan Lapis Aspal Beton

Pengujian Marshall

Metode marshall adalah salah satu metode yang berfungsi untuk mengetahui sifat-sifat campuran aspal, metode Marshall di temukan oleh Bruce Marshall, Prinsip dari metode marshall yaitu dengan melakukan pemeriksaan analisis rongga dalam campuran aspal maupun agregat, kelelahan (flow), dan stabilitas dari campuran yang diuji. Marshall Test adalah alat tekan dan terdapat proving ring atau cincin penguji.

2. METODOLOGI

Persiapan Material

Material yang digunakan akan pada penelitian ini terdiri dari agregat kasar yang berasal dari Pasuruan, agregat halus yang berasal dari Lumajang, aspal yang akan digunakan memiliki nilai penetrasi 60/70 berasal dari Gresik, dan Pengisi atau filler menggunakan abu batu.

Pengujian Sifat Fisik Material

Tujuan pengujian sifat fisik material berfungsi untuk memastikan semua bahan material telah memenuhi ketentuan Bina Marga 2018 sehingga benda uji dapat memperoleh hasil yang baik. Pengujian dilaksanakan pada material berikut: Aspal (Uji Penetrasi, Uji Berat Jenis, Uji Titik Lembek) Agregat Halus (Uji Berat jenis, Uji Kandungan Organik) Agregat Kasar (Uji Berat Jenis, Uji kekerasan, Keausan)

Pembuatan Benda Uji

Terdapat dua pembuatan benda uji meliputi benda uji KAO (tanpa Gondorukem) dan benda uji menggunakan substitusi Gondorukem. Untuk benda uji Kadar Aspal Optimum terdiri dari 7 variasi kadar aspal dengan pengulangan 3 benda uji untuk tiap variasi antara lain: Pb, (Pb -0,5), (Pb -1,0), (Pb - 1,5), (Pb + 0,5), (Pb + 1,0) dan (Pb + 1,5) dengan persamaan:

$$Pb = 0,035(\%CA) + 0,045(\%FA) + 0,18(\%FF) + k(1)$$

Dengan :

Pb = Kadar aspal rencana

CA = Agregat kasar tertahan saringan ukuran no 8

FA = Agregat halus lolos saringan ukuran No.8 dan tertahan saringan ukuran No.200

FF = Filler

K = Nilai, berkisar 0,5 -1,0

Dari hasil perhitungan Pb didapat nilai 6,5%. Benda uji tanpa campuran Gondorukem digunakan untuk mencari kadar aspal optimum (KAO).

Selanjutnya membuat benda uji substitusi gondorukem menggunakan 3 variasi substitusi gondorukem dengan pengulangan 3 benda uji untuk tiap variasi, antar lain substitusi aspal gondorukem sebesar 4%,6%, dan 8%.

Pengujian Marshall Benda Uji

Uji Marshall menggunakan alat digital. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan nilai sifat Marshall dalam campuran. Setelah benda uji dikeluarkan dari cetakan penumbuk, dilakukan pengukuran volumetrik, seperti mengukur ketebalan benda uji, mengukur diameter benda uji, mengukur berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh/SSD, dan mengukur berat benda uji dalam air. Lalu direndam dalam air bersuhu ruangan. 60°C selama 30 menit dan dilakukan pengujian menggunakan mesin Marshall sehingga didapat nilai dari stabilitas dan flow. Selanjutnya nilai tersebut digunakan untuk menghitung nilai VIM, VMA,VFA, dan MQ.

Tabel 1. Ketentuan Sifat Campuran Laston AC-WC

Sifat-Sifat Campuran	Campuran Laston		
	AC-WC	AC-BC	AC-Base
Jumlah tumbukan	75		112

VIM (%)	3,0-5,0		
VMA (%)	Min.15	Min.14	Min.13
VFB (%)	Min.65	Min.65	Min.65
Stabilitas (kg)	Min. 800		Min. 1800
Flow (mm)	2,0 - 4,0		3,0 - 6,0
Marshall Quotient (kg/mm)	Min. 250		

Tabel 2. Ketentuan Sifat Campuran Laston AC-WC Mod

Sifat-Sifat Campuran	Campuran Laston		
	AC-WC	AC-BC	AC-Base
Jumlah tumbukan	75		112
VIM (%)	3,0-5,0		
VMA (%)	Min.15	Min.14	Min.13
VFB (%)	Min.65	Min.65	Min.65
Stabilitas (kg)	Min. 1000		Min. 1800
Flow (mm)	2,0 - 4,0		3,0 - 6,0
Marshall Quotient (kg/mm)	Min. 250		

Analisis Biaya

Sebelum melakukan perhitungan biaya anggaran dilakukan menghitung koefisien untuk setiap bahan, tenaga kerja, dan alat. selanjutnya koefisien dikalikan dengan harga dan ditambahkan biaya overhead untuk menentukan harga pekerjaan.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Analisis yang dilakukan meliputi sifat fisik material, kebutuhan material, nilai karakteristik campuran, anova dan anggaran biaya.

Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat**Tabel 3.** Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Kasar

Pengujian	Hasil Pengujian	Persyaratan		Metode Pengujian
		Min	Max	
Berat Jenis				
-Bulk	2.649	2,5	-	SNI 1969-2008
-Apparent	2.803	2,5	-	
-JPK/SSD	2.704	2,5	-	
-Efektif	2.726	-	-	

Penyerapan	2.095	-	3%	SNI 1969-2016
Kekerasan	3.98	-	40%	SNI 7619-2012
Keausan	16.160	-	40%	SNI 2417-2008

Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Halus**Tabel 4.** Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Halus

Pengujian	Hasil Pengujian	Persyaratan		Metode Pengujian
		Min	Max	
Berat Jenis				
-Bulk	2.707	2,5	-	SNI 1969-2008
-Apparent	2.771	2,5	-	
-JPK/SSD	2.730	2,5	-	SNI 1969-2008
-Efektif	2.739	-	-	
Penyerapan	0.857	-	3%	SNI 03-2816-2014
Kadar Orgaink	1	1	3	

Hasil Pengujian Sifat Fisik Aspal**Tabel 5.** Pengujian Sifat Fisik Aspal

Pengujian	Hasil Pengujian	Persyaratan		Metode Pengujian
		Min	Max	
Penetrasi, 25°C	62.688	60	70	SNI 2456-2011
Titik Lembek, °C	48	48°C	58°C	SNI 2434:2011
Berat Jenis	1.030	1,0	-	SNI 2441:2011

Kebutuhan Bahan Penyusun Laston AC-WC

Setiap kadar dibuat 3 sampel. Terdiri dari kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, dan 8% yang akan digunakan untuk penentuan KAO.

Tabel 6. Kebutuhan Bahan Penyusun Laston AC-WC

Material	Variasi Kadar Aspal (%)			
	5	5.5	6	6.5
Aggregat Kasar	429	429	429	429
Aggregat Halus	599.5	599.5	599.5	599.5
Filler	71.5	71.5	71.5	71.5
Total	1100	1100	1100	1100
Aspal	54.9	60.4	65.9	71.4
Total + Aspal	1154.9	1160.4	1165.9	1171.4
Material	Variasi Kadar Aspal (%)			
	7	7.5	8	

Aggregat Kasar	429	429	429
Aggregat Halus	599.5	599.5	599.5
Filler	71.5	71.5	71.5
Total	1100	1100	1100
Aspal	76.9	82.5	88
Total + Aspal	1176.9	1182.5	1188

Hasil Pengujian Marshall Benda Uji KAO

Berikut merupakan hasil rekap hasil uji Marshall dengan kadar aspal 5% hingga 8% tanpa gondorukem terhadap nilai VIM, VMA, VFA, stabilitas, flow, dan MQ.

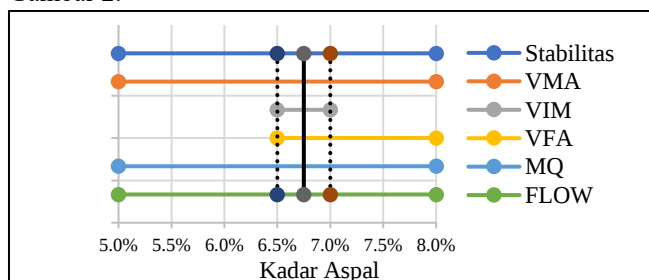
Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Uji Marshall

Karakteristik	Kadar Aspal (%)			
	5.00%	5.50%	6.00%	6.50%
Stabilitas (kg)	1010.69	1233.05	1400.43	1285.51
Flow (mm)	2.23	2.52	2.83	3.07
MQ (kg/mm)	489.19	490.82	490.02	487.87
VMA (%)	21.73	19.47	18.95	17.49
VIM (%)	12.87	9.3	7.65	4.92
VFA (%)	40.78	52.24	59.61	71.9

Karakteristik	Kadar Aspal (%)		
	7.00%	7.50%	8.00%
Stabilitas (kg)	1179.19	990.29	846.875
Flow (mm)	3.13	3.235	3.13
MQ (kg/mm)	462.59	361.692	295.194
VMA (%)	18.03	17.492	17.982
VIM (%)	4.46	2.756	2.26
VFA (%)	75.27	84.246	87.571

Penentuan Kadar Aspal Optimum

Untuk penentuan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) ditentukan dengan diambil kadar aspal yang paling ideal dari batas kadar aspal 6,5% sampai kadar aspal 7%, sehingga didapat KAO pada kadar 6,75%. Berikut adalah diagram untuk menentukan kadar aspal terpilih dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Penentuan Kadar Aspal Optimum

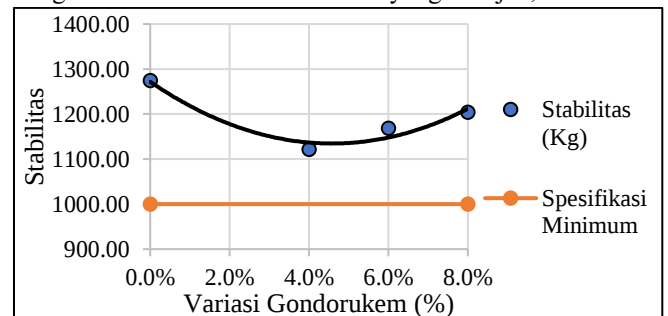
Hasil Pengujian Marshall Benda Uji Substitusi Aspal Gondorukem

Hasil pengujian Marshall dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

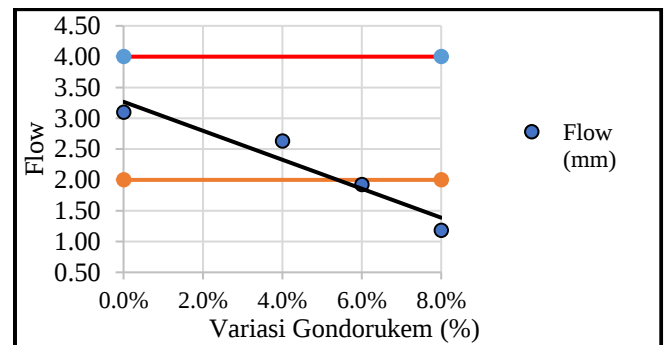
Tabel 8. Rekapitulasi Hasil Uji Marshall Benda Uji Variasi

Karakteristik	Kadar Aspal (%)			
	0.0%	4.0%	6.0%	8.0%
Stabilitas (kg)	1274.16	1121.38	1168.44	1204.01
Flow (mm)	3.10	2.63	1.92	1.18
MQ (kg/mm)	472.24	384.00	628.08	1203.21
VMA (%)	18.35	17.78	18.03	18.46
VIM (%)	4.69	4.78	5.13	6.21
VFA (%)	73.58	73.21	71.78	66.39

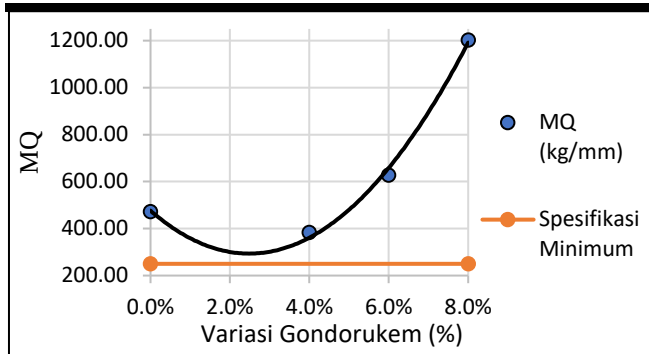
Berikut grafik hubungan antara kadar gondorukem substitusi dengan nilai karakteristik marshall yang ditinjau,



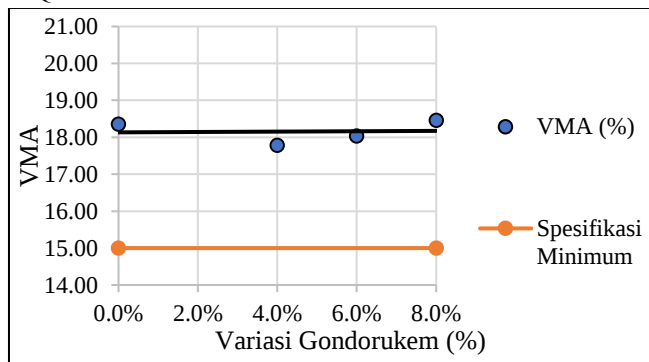
Gambar 3. Grafik Hubungan Kadar Gondorukem dengan Stabilitas



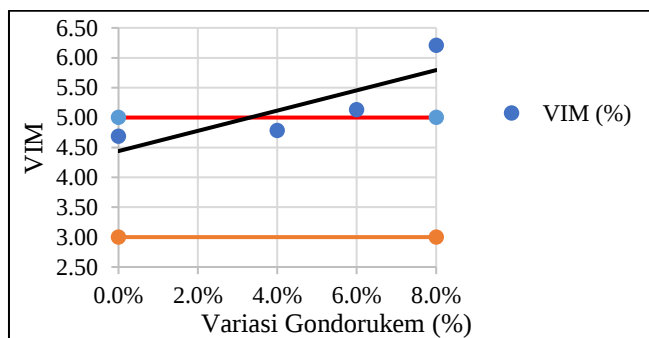
Gambar 4. Grafik Hubungan Kadar Gondorukem dengan Flow



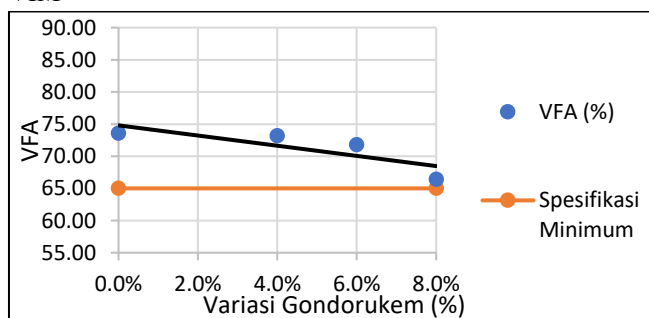
Gambar 5. Grafik Hubungan Kadar Gondorukem dengan MQ



Gambar 6. Grafik Hubungan Kadar Gondorukem dengan VMA



Gambar 7. Grafik Hubungan Kadar Gondorukem dengan VIM



Gambar 8. Grafik Hubungan Kadar Gondorukem dengan VFA

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar gondorukem optimum berada pada presentase 4%.

Dapat disimpulkan bahwa gondorukem dapat digunakan sebagai bahan substitusi aspal.

Hasil Uji Anova

Berdasarkan dari hasil pengujian anova bahwa Substitusi Aspal Gondorukem berpengaruh terhadap nilai Stabilitas, Flow, MQ, dan tidak berpengaruh terhadap nilai VMA, VIM, VFA.

Analisis Biaya

Hasil perhitungan analisa biaya menggunakan AHSP bidang Bina Marga Kementerian PU dan HSP Kota Malang, diperoleh nilai estimasi biaya pada pekerjaan perkerasan laston AC-WC tanpa substitusi gondorukem sebesar Rp 1.815.961,-/ton dan dengan substitusi gondorukem 4% sebesar Rp 1.861.402,-/ton.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil pengujian, yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian Kadar Aspal Optimum (KAO) dengan variasi kadar aspal rencana 5%; 5,5%; 6%; 6,5%; 7%; 7,5%; dan 8% dijadikan kedalam grafik dan diagram barchart, didapatkan kadar aspal dengan batas 6,5% sampai 7% menghasilkan karakteristik campuran yang memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu stabilitas, flow, Marshall Quotient (MQ), VMA, VFA, dan VIM. Sehingga kadar aspal optimum yang merupakan rata-rata dari batas kedua kadar aspal tersebut adalah 6,75%.
2. Dari hasil pengujian karakteristik *Marshall* untuk substitusi aspal menggunakan gondorukem dengan variasi kadar gondorukem 4%; 6%; dan 8% dijadikan kedalam grafik dan diagram barchart, didapatkan hanya kadar variasi 4% yang menghasilkan karakteristik campuran yang memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, dan dilakukan uji analisis varian/anova metode satu arah/one-way menunjukkan bahwa, Penggunaan Gondorukem Sebagai Substitusi Aspal Dalam Campuran AC-WC berpengaruh terhadap Stabilitas, Flow, dan *Marshall Quotient* dan tidak berpengaruh terhadap *Void In Mixture* (VIM), *Void in Mineral Aggregate* (VMA), *Void Filled with Bitumen* (VFA) dengan resiko kesalahan 5%
3. Dari hasil beberapa tabel analisis biaya diatas, didapatkan total hasil biaya perkerasan kondisi normal atau non substitusi sebesar Rp 1.815.961,- total biaya perkerasan variasi substitusi aspal gondorukem 4% sebesar Rp 1.861.402,- total biaya perkerasan variasi

substitusi aspal gondorukem 6% sebesar Rp 1.884.122,- dan total biaya perkerasan variasi substitusi aspal gondorukem 8% sebesar Rp 1.906.843,-. Disimpulkan estimasi biaya dari laston AC – WC dengan substitusi aspal gondorukem yang lebih mahal dibandingkan laston AC – WC kondisi normal tanpa variasi.

B. Saran

Berdasarkan hasil pengalaman dalam melakukan penelitian di laboratorium, dapat dikemukakan saran yang mungkin dapat di pergunakan untuk penelitian lanjutan :

1. Untuk penelitian selanjutnya hendaknya menambahkan Uji Durabilitas terhadap benda uji variasi, agar mengetahui manfaat dari kelebihan sifat fisik gondorukem jika disubstitusikan dengan aspal.
2. Untuk penelitian selanjutnya hendaknya mencoba untuk melakukan uji SRF pada gondorukem.
3. Melakukan kalibrasi alat yang akan digunakan pada penelitian agar mendapatkan hasil yang memuaskan dan sesuai standart yang di isyaratkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prof(R) Dr. Ir. Raden Anwar Yamin, S.T., M.T., ME. IPM. ASEAN. Eng. (2023) GONDORUKEM SEBAGAI BAHAN BAKU BIO ASPAL. Laporan Akhir Penelitian Dasar Dana Penelitian DIpa Politeknik Pekerjaan Umum Tahun Anggaran 2023.
- [2] Diaz Shania Ahmad A (2019) Pengaruh Gondorukem Sebaga Bahan Aditif Pada Aspal AC-WC Degnan Pengujian Marshal. Theses and Dissertations Repository | ETD UGM
- [3] Yulia Rizki Maulida (2019) Pengaruh Penambahan Gondorukem Dan Filler Abu Batu Bara (Fly Ash) Pada Laston (AC-BC) Terhadap Karakteristik Marshall. PROYEK AKHIR PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
- [4] Cut Nawalul Azka (2018) Pengaruh Substitusi Gondorukem Pada Aspal Penetrasi 60/70 Dengan Menggunakan Agregat Halus Sabang Terhadap Stabilitas Marshall. <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/JARSP/index>
- [5] Dea Putri Perceka (2016) Pengaruh Getah Pinus Pada Stabilitas, Pelelehan, Dan Durabilitas Lapis Pengikat Beton Aspal.
- [6] Bina Marga. 2018. Spesifikasi Umum 2018. Balai Besar Pelaksanaan Jalan. Nasional V. Yogyakarta : Direktorat Jenderal Bina Marga.
- [7] Sulaksono, S. (2001). Catatan Kuliah Rekayasa Jalan. Bandung: ITB.
- [8] SIKKU, D. (2019). PENGGUNAAN KAPUR MARUNI (CaCO₃) SEBAGAI BAHAN PENGISI (FILLER) PADA CAMPURAN ASPAL PANAS HRS-WC (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- [9] Coppen, J. J. W. And Hone, G. A. 1995. Non Wood Forest Product 2. <http://www.fao.org>.
- [10] BSN, (2001). Gondorukem Indonesia. SNI 01.5009.12-2001. Badan Standarisasi Nasional.
- [11] DWIPAYANA, I. K. (2018). PERBANDINGAN KADAR ASPAL HASIL EKSTRAKSI PADA CAMPURAN ASPAL AC-BC (Studi Kasus: Simpang Semarapura–Watu Klotok) (Doctoral dissertation).
- [12] Kurniawan, W., Lizar, L., & Pribadi, J. A. (2021). Karakteristik Marshall Campuran Aspal AC-WC Menggunakan filler Spent Bleaching Earth Sebagai Pengganti Abu Batu. Jurnal Teknik Sipil Terapan, 3(2), 80-89.
- [13] Suhardi, S., Pratomo, P., & Ali, H. (2016). Studi Karakteristik Marshall Pada Campuran Aspal Dengan Penambahan Limbah Botol Plastik. Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain, 4(2), 284-293.
- [14] SNI 03-4804-1998. (1998). SNI 1970-2016 Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga udara dalam agregat. www.bsn.go.id
- [15] SNI 03-6723-2002. (2002). SNI 03-6723-2002 Spesifikasi Bahan Pengisi Untuk Campuran Beraspal. www.bsn.go.id
- [16] SNI 06-2489-1991. (1991). SNI 06-2489-1991 Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat Marshall. www.bsn.go.id
- [17] SNI 1969-2016. (2016). SNI 1969-2016 Metode uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar. www.bsn.go.id
- [18] SNI 1970-2016. (2016). SNI 1970-2016 Metode uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus. www.bsn.go.id